

3.2 - PIECES COMPLEMENTAIRES

ANNEXE 1

Récépissé de déclaration au titre de la rubrique n°4510



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREUVE DE DEPOT N° A-6-1DCBB8QFT

**DECLARATION DU BENEFICE DES DROITS ACQUIS
D'UNE INSTALLATION CLASSEE
RELEVANT DU REGIME DE LA DECLARATION**
Article R513-1 du code de l'environnement

Nom et adresse de l'installation :

FLORENDI JARDIN

55 BOULEVARD JULES VERGER

35800

DINARD

Départements concernés :

Communes concernées :

Sur le site, le déclarant exploite déjà au moins :

- une installation classée relevant du régime d'autorisation :
- une installation classée relevant du régime d'enregistrement :
- une installation classée relevant du régime de déclaration :

Demande de modification de certaines prescriptions applicables :

Rappel réglementaire : si oui, cette demande sera soumise à l'avis de l'autorité administrative qui statue par arrêté (article R512-52 du code de l'environnement). L'absence de réponse dans un délai de 3 mois à partir de la réception du dossier et des éventuels compléments vaut refus (décret n° 2014-1273 du 30 octobre 2014).

Installations classées objet du bénéfice des droits acquis :

Numéro de la rubrique de la nomenclature des installations classées	Alinéa	Désignation de la rubrique	Capacité de l'activité	Unité	Régime ¹ (D ou DC)
4510	2	Dangereux pour l'environnement aquatique 1	85	t	DC

Rappel réglementaire relatif au contrôle périodique :

Les installations dont les seuils sont précisés dans la nomenclature sous le sigle « DC » (Déclaration avec Contrôle périodique) sont soumises à un contrôle périodique permettant à l'exploitant de s'assurer que ses installations respectent les prescriptions applicables (article R512-55 et suivants du code de l'environnement). Ces contrôles sont effectués à l'initiative et aux frais de l'exploitant par des organismes agréés (article L512-11 du code de l'environnement). La périodicité du contrôle est de 5 ans maximum, sauf cas particulier (article R512-57 du code de l'environnement). Le premier contrôle d'une installation doit avoir lieu dans les six mois qui suivent sa mise en service, sauf situation particulière précisée à l'article R512-58 du code de l'environnement.

Exception : l'obligation de contrôle périodique ne s'applique pas aux installations relevant de la déclaration lorsqu'elles sont incluses dans un établissement qui comporte au moins une installation soumise au régime de l'autorisation ou de l'enregistrement (article R512-55 du code de l'environnement).

Les références des prescriptions générales applicables à chaque rubrique de la nomenclature des installations classées sont mises à disposition sur le site internet des préfectures concernées par l'implantation des installations :

- prescriptions générales ministérielles²,
- éventuelles prescriptions générales préfectorales.

Rappel réglementaire relatif aux installations soumises au régime de déclaration incluses dans un site qui comporte au moins une installation soumise au régime d'autorisation :

Les prescriptions générales ministérielles sont applicables aux installations soumises au régime de déclaration incluses dans un site qui comporte au moins une installation soumise au régime d'autorisation dès lors que ces installations ne sont pas régies par l'arrêté préfectoral d'autorisation (article R512-50-II du code de l'environnement).

Déclarant :

Le déclarant a confirmé avoir pris connaissance des prescriptions générales applicables aux activités objet de la présente déclaration.

Date de la déclaration du bénéfice des droits acquis :

Le déclarant a demandé à être contacté par courrier postal pour la suite des échanges :

¹ D : Régime de déclaration, DC : Régime de déclaration avec contrôle périodique.

² Les prescriptions générales ministérielles sont également consultables sur le site internet : <http://www.ineris.fr/aida/>

DECLARATION DU BENEFICE DES DROITS ACQUIS
D'UNE INSTALLATION CLASSEE RELEVANT DU REGIME DE LA DECLARATION N° 15274*02
Article R513-1 du code de l'environnement

1- DECLARANT

Personne morale **Personne physique** : Madame Monsieur

Nom

Raison sociale ou nom et prénoms pour une personne physique

Forme juridique N° SIRET

Pour une personne morale

Le cas échéant

Adresse

N° et voie ou lieu-dit

Complément d'adresse

Code postal

Commune

Pays, si le déclarant réside à l'étranger

Province ou région étrangère

Téléphone Portable Fax (facultatif)

Courriel

Signataire de la déclaration (pour une personne morale)

Nom Prénoms

Qualité

2- INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

N° SIRET

Enseigne ou nom usuel du site

Adresse de l'installation : identique à celle du déclarant (mentionnée ci-dessus)

Si différente :

N° et voie ou lieu-dit

Complément d'adresse

Code postal

Commune

Téléphone Portable Fax (facultatif)

Courriel

Description générale de l'installation (présentation de l'activité exercée sur le site...) :

Conditionnement d'engrais, de produits phytosanitaires et biocides

Sur le site de l'installation, le déclarant exploite déjà au moins :

- une installation classée relevant du régime d'autorisation : Oui Non
- une installation classée relevant du régime d'enregistrement : Oui Non
- une installation classée relevant du régime de déclaration : Oui Non

3- IMPLANTATION DE L'INSTALLATION

L'installation est implantée sur le territoire de plusieurs départements : Oui Non

Si oui, préciser les numéros des départements concernés :

L'installation est implantée sur le territoire de plusieurs communes : Oui Non

Si oui, préciser les noms des communes concernées :

3 – NATURE ET VOLUME DES ACTIVITES

Renseigner la liste des rubriques objet du bénéfice des droits acquis :

Numéro de la rubrique	Alinéa	Désignation de la rubrique	Capacité de l'activité	Unité	Régime ¹ (D, DC)
4510	2	Dangereux pour l'environnement aquatique 1	85	t	DC

Les rubriques de la nomenclature des installations classées sont consultables sur le site internet AIDA : <http://www.ineris.fr/aida>

Commentaires (notamment, pour les rubriques de la nomenclature des installations classées dont la capacité est exprimée en « équivalent », préciser le détail des calculs) :

¹ D : Régime de déclaration, DC : Régime de déclaration avec contrôle périodique.

4 – PRESCRIPTIONS APPLICABLES

Le déclarant confirme avoir pris connaissance des prescriptions générales applicables aux activités objet de la présente déclaration.

Demande de modification de certaines prescriptions applicables à l'installation : Oui Non
Si oui, joindre votre demande de modification.

Fait à

le 24/05/2016

Signature du déclarant

ANNEXE 2

**Plans de répartition des stockages sur le site FLORENDI
(cellules de stockage et aire extérieure de stockage des matières premières)**



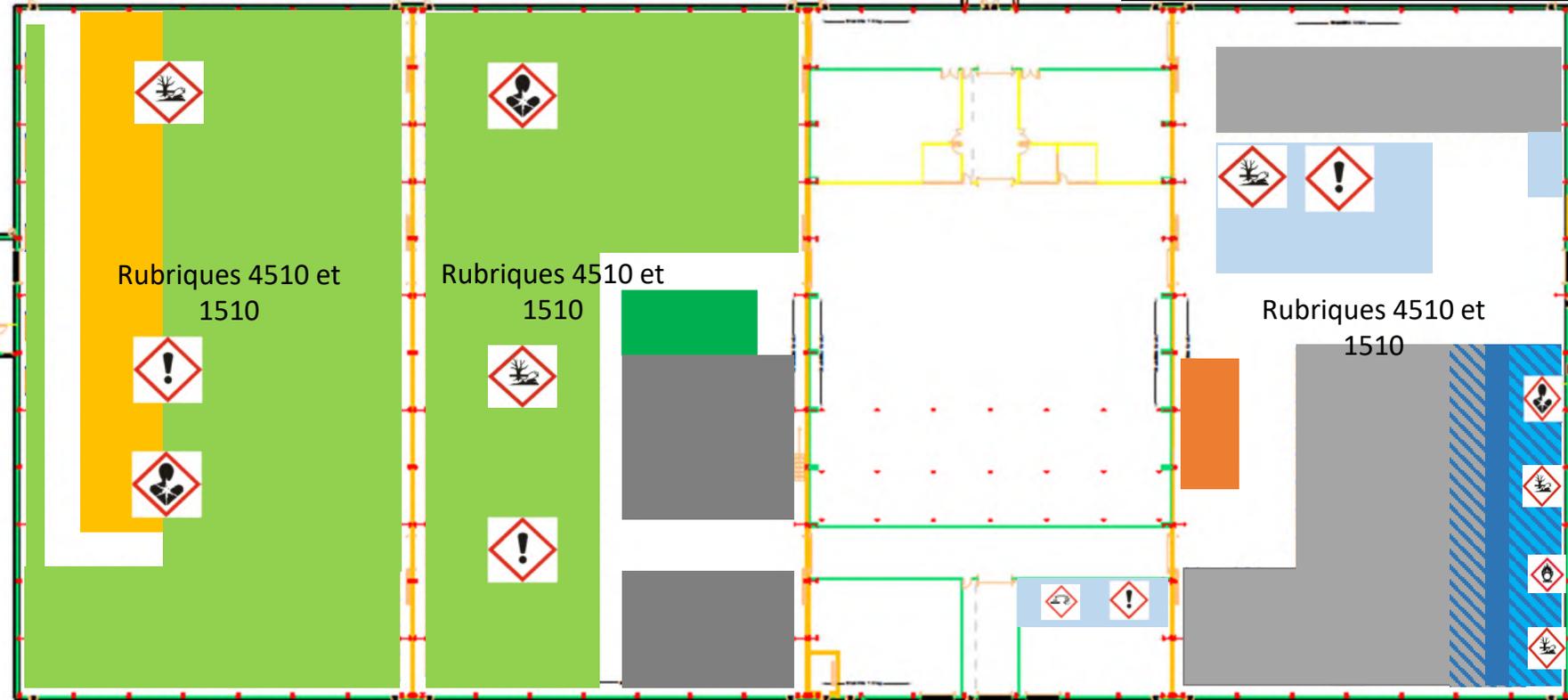
FLORENDI

Plan Général des Stockages

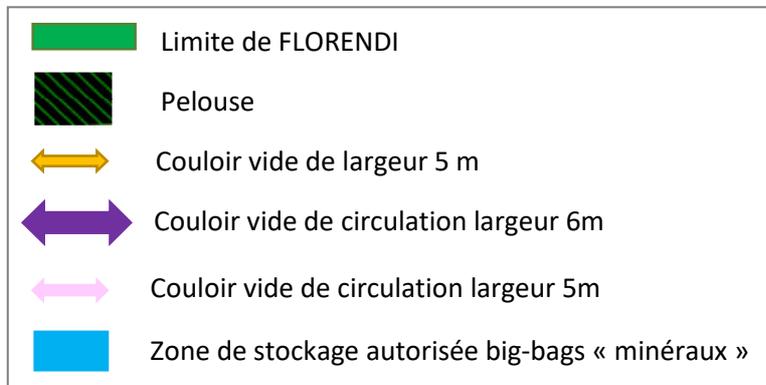
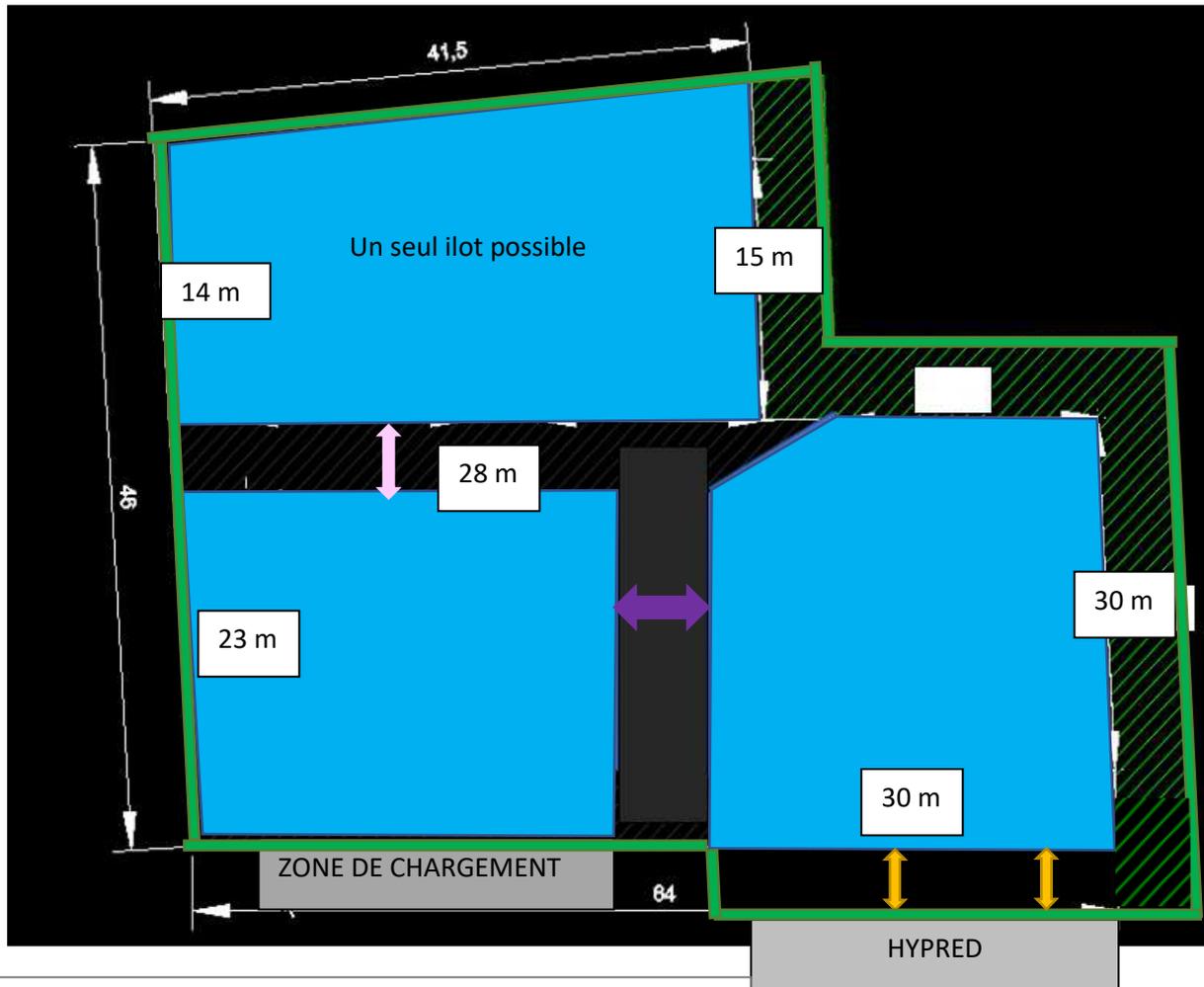
Version	Date	Auteur	Vérificateur
1	02/05/2017	NBO	FMO
2	15/06/2020	FMO	NBO
3	16/03/2021	FMO	AMO
4	30/09/2021	FMO	AMO

LÉGENDE :

	Emballages vides et sacheries en racks
	Produits finis stockage en masse
	Produits finis stockage en racks
	Stockage de masse liquide
	Stockage de masse solide
	Produits finis préparation de commandes
	Emballages, IBC et big-bags stockage de masse
	Matières premières liquides en racks
	Matières premières solides en racks
	Stockage extérieur IBC / Palettes vides



PLAN DE STOCKAGE – BIG-BAGS D'ENGRAIS MINERAUX



Ce document présente les zones de stockage autorisées pour les engrais contenant de la matière organique.

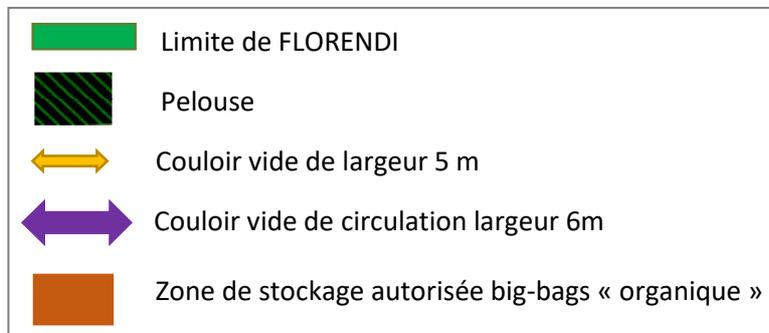
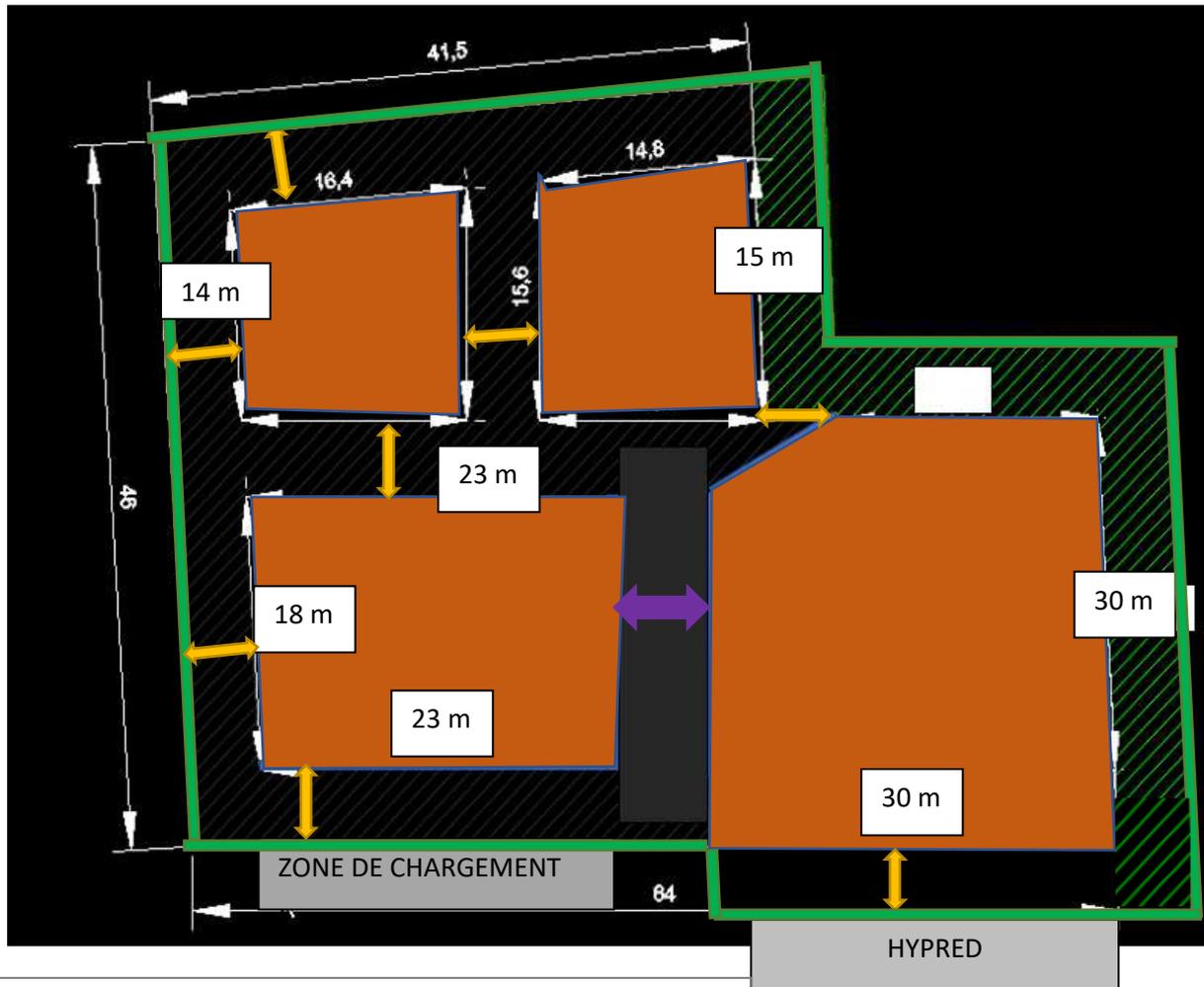
REGLE A RESPECTER :

- 5m vide entre les big-bags et la clôture HYPRED

Matières concernées :

Toutes les matières sauf engrais OM 2-7-14 / OM 2-9-9 / OM 4-3-8

PLAN DE STOCKAGE – BIG-BAGS D'ENGRAIS AVEC MATIERE ORGANIQUE



Ce document présente les zones de stockage autorisées pour les engrais contenant de la matière organique.

REGLES A RESPECTER :

- 5m entre chaque tas de big-bags organique et la limite de FLORENDI ou avec un tas de big-bags voisin
- longueur ou largeur d'îlot de 30 m maximum

Matières concernées :

OM 2-7-14 / OM 2-9-9 / OM 4-3-8

ANNEXE 3

Exemple d'état des stocks par rubriques ICPE dans les cellules de stockage

RUBRIQUE ICPE	Article	Article	Quantité en stock (CHX)
4440	MPGRKNO3	KNO3	115 Kg
			115 Kg
4510	200292C012	BYFL BIO SOURI FOUROYANT50 GR	26 Kg
	200334C012	BYFL VR ANTIFOUR CYPH BTE 20G	168 Kg
	200335C012	BYFL VR BIO ANTI INSECTES 1L	7.524 Kg
	450049C012	BYFL PHY BOUIL BORD UAB 750 G	2.466 Kg
	800407C012	CARR PHY BOUIL BORD UAB 750 GR	1.494 Kg
	800665C006	CARR PHY BOUIL BORD UAB 1.5 KG	1.971 Kg
	801168C012	BJOU BIO ANTIFOUR CYPH BTE 20G	390 Kg
	801292C012	CARR BIO RATIC SOUR FOUORO 50G	278 Kg
	801297C012	CORA BIO SOURI FOUROYANT50 GR	52 Kg
	801424C012	CARR BIO ANTI INSECTES 750ML	3.959 Kg
	MPEX500038	BOUILLIE BORDELAISE MACC80	4.000 Kg
	MPEX500146	CYPHENOTHRINE + GERANIOL PAE	4.360 Kg
			26.687 Kg
4511	200311C012	ANTI BIO ANTIFOUR GREEN BTE20G	1.611 Kg
	200312C012	ANTI BIO ANTIFOUR GREEN TBE20G	138 Kg
	200313C012	ANTI BIO ANTI FOURMIS GREEN 1L	5.848 Kg
	200314C012	ANTI BIO ANTI INSECTE GREEN 1L	5.601 Kg
	801422C012	CARR ANTI FOURMI GREEN BTE 20G	355 Kg
	801479C012	GSTR BIO ANTI-FOURMIS 750 ML	954 Kg
	801481C012	GSTR BIO ANTI-INSECTES 750 ML	828 Kg
	MPEX500152	PYRETHRE VEGETAL LIQUIDE	5.450 Kg
			20.785 Kg
4701	MPEX500041	SOLUTION AZOTEE 30%	4.139 Kg
			4.139 Kg
4702-I	800048C025	CORA ENG BAT GERANIUMS 045 GR	460 Kg
	800561C025	CARR ENG BAT PLTES FLEUR 45 G	1.126 Kg
	800944C025	CASI ENG BAT GERANIUM PFL 45G	234 Kg
	801233C025	CARR IT/ES ENG BAT PLTES FLEUR	60 Kg
			1.880 Kg
4703	800049C025	CORA ENG BAT PLT MAISON 045 GR	347 Kg
	800444C025	BRIC ENG BAT PLT VERTES 045 GR	83 Kg
	800560C025	CARR ENG BAT PLTES VERTES 45 G	1.082 Kg
	800945C025	CASI ENG BAT PLANTES VERT 45 G	164 Kg
			1.676 Kg

TOTAL GENERAL

			Quantité en stock (CHX)
			55.282 Kg

(30 lignes éditées)

ANNEXE 4

Rapport de contrôle des niveaux sonores



CONSEIL INDEPENDANT
EN ENVIRONNEMENT



Florendi 

à DINARD (35800)

Contrôle des niveaux sonores

Annexe au rapport GES n°20968

Décembre 2022

AGENCE OUEST

Z.I des Basses Forges
35530 NOYAL-SUR-VILAINE
Tél. 02 99 04 10 20
Fax 02 99 04 10 25
e-mail : ges-sa@ges-sa.fr

AGENCE NORD

80 rue Pierre-Gilles de Gennes
02000 BARENTON BUGNY
Tél. 03 23 23 32 68
Fax 09 72 19 35 51
e-mail : ges-laon@ges-sa.fr

AGENCE EST

870 avenue Denis Papin
54715 LUDRES
Tél. 03 83 26 02 63
Fax 03 26 29 75 76
e-mail : ges-est@ges-sa.fr

AGENCE SUD-EST-CENTRE

La Chapelle - 42155
ST-JEAN ST-MAURICE/LOIRE
Tél. 04 77 63 30 30
Fax 04 77 63 39 80
e-mail : ges-se@ges-sa.fr

AGENCE SUD-OUEST

Forge
79410 ECHIRÉ
Tél. 05 49 79 20 20
Fax 09 72 11 13 90
e-mail : ges-so@ges-sa.fr

SOMMAIRE

RESUME.....	3
1. PRESENTATION DES POINTS DE MESURES.....	4
2. RESULTATS DES MESURES	5
2.1. NIVEAUX SONORES EN LIMITES DE PROPRIETE	5
2.2. NIVEAUX D'EMERGENCE DANS LA ZER	5
ANNEXE 1 : FICHE DESCRIPTIVE DE L'ETABLISSEMENT.....	8
ANNEXE 2 : VALEURS LIMITES APPLICABLES	9
ANNEXE 3 : PROTOCOLE ET MATERIEL POUR LES MESURES	10
ANNEXE 4 : CONDITIONS DE MESURES	11
ANNEXE 5 : GRAPHES D'ENREGISTREMENT	12

RESUME

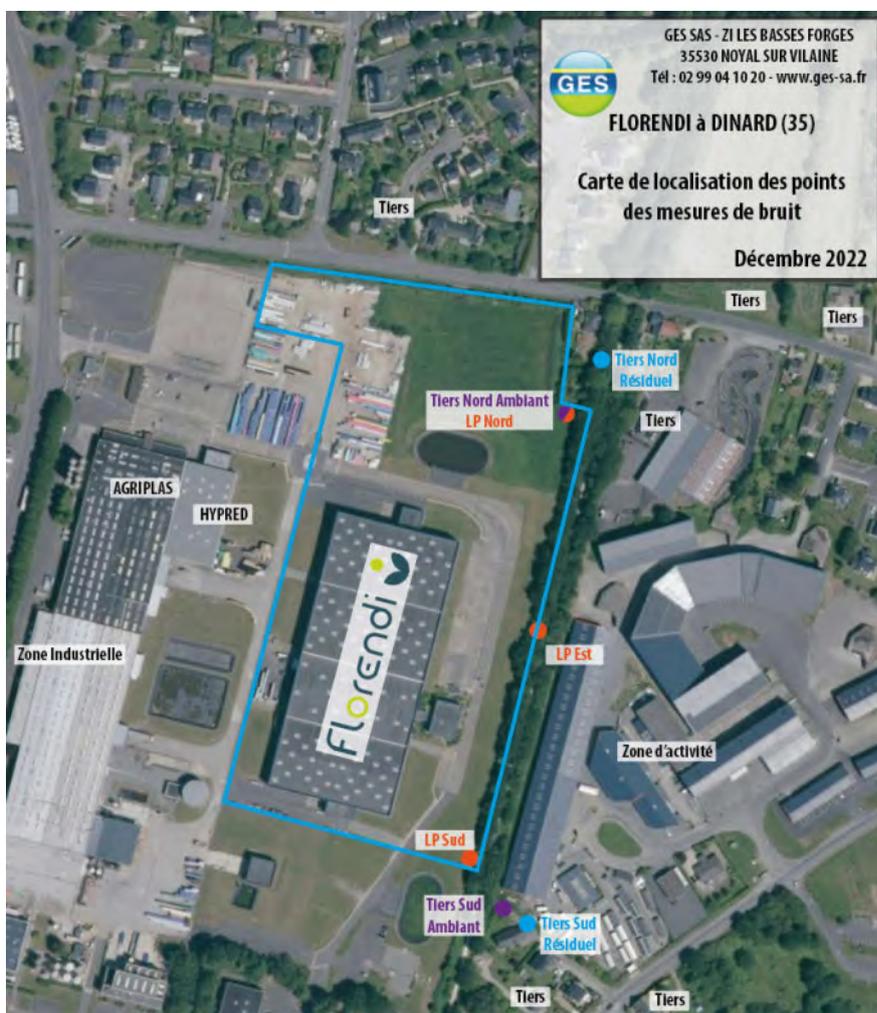
FLORENDI gère à Dinard (35) une unité de conditionnement de produits fertilisants et de biocides destinés à la vente aux particuliers en GMS et en jardineries.

Des mesures de bruit ont été réalisées par GES le 8 décembre 2022 pour vérifier la conformité des émissions sonores du site aux exigences réglementaires applicables au site (arrêté ministériel du 11/04/2017 relatif aux prescriptions applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique n°1510).

L'établissement ne fonctionnant pas de nuit (entre 20h et 7h), les mesures ont été réalisées uniquement de jour. Les points retenus sont localisés sur la carte suivante ; ils correspondent :

- Aux tiers les plus proches (habitations) situés au Nord-Est et au Sud-Est du site,
- Aux limites Sud, Est et Nord de propriété, au droit de ces tiers et de l'unité de production FLORENDI.

Figure 1 : Environnement sonore de FLORENDI et points de mesure



Niveaux sonores en limite de propriété :

Les niveaux sonores mesurés aux points Sud, Est et Nord en période diurne sont conformes aux valeurs maximales admissibles fixées par l'arrêté ministériel.

Emergences en Zone à Emergence Réglementée (ZER) :

De jour, l'activité est faiblement perceptible au droit des tiers concernés par les mesures ; les niveaux d'urgence y sont conformes aux valeurs limites fixées par l'arrêté ministériel.

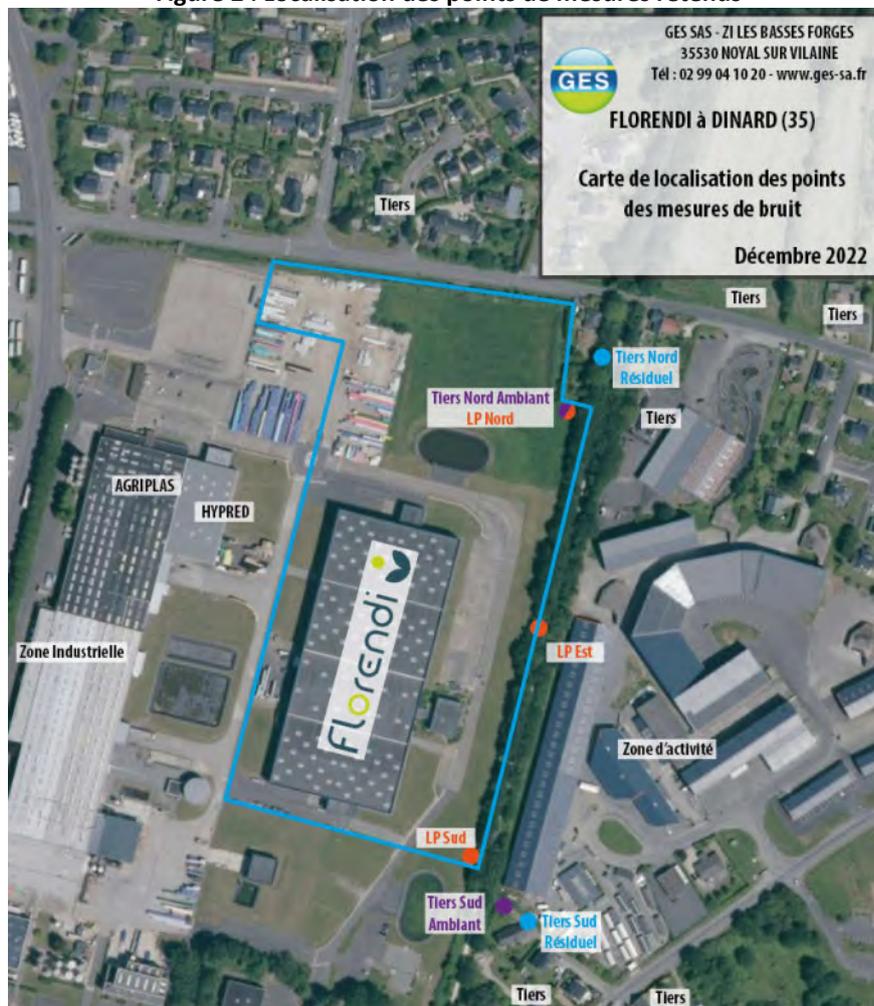
1. PRESENTATION DES POINTS DE MESURES

Les points de mesures retenus sont décrits dans le tableau suivant et repérés ci-après ; ils sont inchangés par rapport aux précédents campagnes de mesures.

Tableau 1 : Description des points de mesures retenus

Points	Bruit	Localisation	Justification
LP Sud	Ambiant	limite Sud de propriété	limite Sud de propriété
LP Est	Ambiant	limite Est de propriété	limite Est de propriété
LP Nord	Ambiant	limite Nord de propriété	limite Nord de propriété
Tiers Sud	Ambiant	Tiers de la rue de la Ville-Es-Passants (Lotissement)	Tiers le plus exposé au Sud
	Résiduel		
Tiers Nord	Ambiant	Tiers Rue de la Ville-Es-Meniers	Tiers le plus exposé au Sud-Ouest
	Résiduel		

Figure 2 : Localisation des points de mesures retenus



2. RESULTATS DES MESURES

Le protocole, les matériels et les conditions de mesure sont détaillés en annexe.

2.1. NIVEAUX SONORES EN LIMITES DE PROPRIETE

L'établissement ne fonctionnant pas de nuit (entre 20h et 7h), les mesures ont été réalisées uniquement de jour. Les mesures diurnes correspondent à une activité représentative des conditions habituelles d'exploitation.

Les principales sources sonores correspondent :

- Aux activités logistiques (réception/expédition) du pôle industriel,
- Au fonctionnement des lignes de conditionnement et des utilités techniques de FLORENDI (peu perceptibles en dehors du bâtiment) et des établissements voisins,
- A la circulation des véhicules du personnel (proximité du parking à la limite Est de propriété).

Les conditions de mesure sont indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Résultats en limites de propriété

	Points en limites de propriété	LEQ (dB(A))	L50 (dB(A))	Valeur AM 11/04/2017	Conformité
Jour	Point LP Sud - Limite Sud de propriété	48	47,5	70	Conforme
	Point LP Est - Limite Est de propriété	46,5	44,5	70	Conforme
	Point LP Nord - Limite Nord de propriété	44	41,5	70	Conforme

➤ Commentaires

Les niveaux sonores mesurés en limites de propriété respectent les valeurs maximales admissibles fixées par l'arrêté ministériel du 11 avril 2017.

2.2. NIVEAUX D'EMERGENCE

Le tableau ci-après présente le calcul d'émergence tel que défini par l'arrêté ministériel du 23 janvier 1997.

Des indicateurs différents sont utilisés suivant les situations.

L'indice fractile L50 permet de caractériser une source sonore sans la présence de bruits intermittents, porteurs de beaucoup d'énergie, mais qui ont une durée d'apparition faible comme c'est le cas lorsqu'il existe un trafic très discontinu.

Dans le cas général, l'indicateur d'émergence est la différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés (LAeq) du bruit ambiant et du bruit résiduel.

Dans le cas où la différence LAeq – L50 est supérieure à 5 dB(A), la réglementation préconise l'utilisation comme indicateur d'émergence, la différence entre les L50 du bruit ambiant et du bruit résiduel.

Tableau 3 : Emergence calculée dans la ZER - dB(A)

Période	Points	Bruit*	Durée	LAeq	L50	LAeq-L50	Indice retenu	Emergence calculée	Emergence autorisée	Conformité
Jour	Tiers Sud	A	0h33	48	46	2	LAeq	-	5	Oui
		R	0h33	48,5	45,5	3				
	Tiers Nord	A	2h04	44	41,5	2,5	LAeq	1	6	Oui
		R	0h32	43	40,5	2,5				

* A : Ambient / R : Résiduel

➤ **Commentaires**

- Point Tiers Sud (Habitations de la rue de la Ville-Es-Passants - Lotissement) : de jour, l'activité du site de Florendi n'est pas perceptible au droit des tiers. Les bruits perçus lors des mesures proviennent principalement de la circulation sur la route départementale D168 à proximité des habitations (< 50 mètres) et la rue de la ville-Es-Passants.
- Point Tiers Nord (Habitation - Rue de la Ville-Es-Meniers) : de jour, l'activité de FLORENDI est peu perceptible au droit du tiers. L'émergence enregistrée est faible (1 dB(A)). Les bruits perçus lors des mesures proviennent principalement de circulation interne au pôle industriel (PL et VL).

Aucune tonalité marquée n'a été relevée pour l'ensemble des mesures.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche descriptive de l'établissement

Annexe 2 : Valeurs limites applicables

Annexe 3 : Protocole et matériel pour les mesures

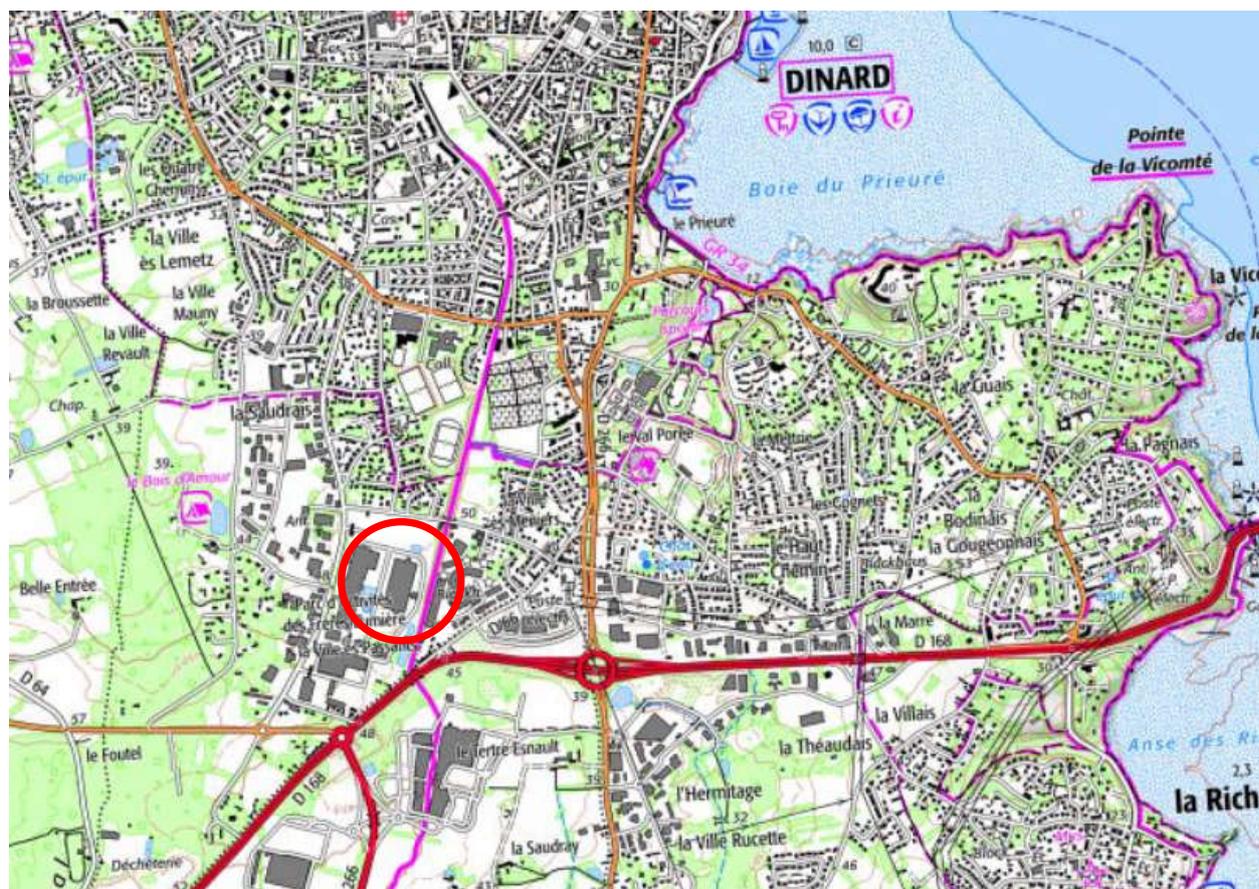
Annexe 4 : Conditions de mesures

Annexe 5 : Graphes d'enregistrement des mesures de bruit

ANNEXE 1 : FICHE DESCRIPTIVE DE L'ETABLISSEMENT

Site concerné par les mesures :	FLORENDI 55 Boulevard Jules Verger - BP 10180 35803 DINARD
Activité :	Unité de conditionnement de produits fertilisants et de biocides destinés à la vente aux particuliers en GMS et en jardinerie
Régime de fonctionnement :	Activité diurne 7h-20h
Référent pour les mesures :	Fanny MOIGNARD, Responsable QSE & Production
Référence de l'autorisation :	Arrêté ministériel du 11/04/2017 relatif aux prescriptions applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique n°1510
Principales sources de bruit sur le site :	Activités logistiques (réception/expédition), fonctionnement des lignes de conditionnement et des utilités techniques (peu perceptibles en dehors du bâtiment. Circulation des véhicules du personnel (Parking)
Principales sources de bruit extérieures :	Activités du pôle industriel, circulation à proximité de Florendi et circulation routière D168.

Carte de localisation du site :



ANNEXE 2 : VALEURS LIMITES APPLICABLES

ARRETE MINISTERIEL 1510 DU 11 AVRIL 2017

Les niveaux d'émergences sonores retenus pour le site FLORENDI sont ceux fixés par l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 ; ils découlent des exigences de l'arrêté du 23 janvier 1997 et ils sont précisés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Niveaux d'émergence admissibles (AM du 23/01/97)

Niveau de bruit ambiant dans les ZER (incluant le bruit de l'établissement)	Emergence admissible pour la période allant de 7 h à 22 h, sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible pour la période allant de 22 h à 7 h, ainsi que les dimanches et jours fériés.
35 dB(A) < Bruit ambiant ≤ 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Bruit ambiant > 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Les niveaux de bruit en limites de propriété de l'établissement prévus par l'arrêté ne peuvent excéder :

- 70 dB(A) le jour,
- 60 dB(A) la nuit

sauf si le bruit résiduel est supérieur à cette limite.

La durée admissible d'apparition d'un bruit à tonalité marquée est limitée à 30 % de la période de fonctionnement de l'établissement.

La tonalité marquée d'un bruit est définie ainsi :

Tableau 2 : Arrêté du 23 janvier 1997 – Tonalité marquée

Tonalité marquée, détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches atteint ou dépasse les niveaux suivants		
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1 250 Hz	1 600 Hz à 8 000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

ANNEXE 3 : PROTOCOLE ET MATERIEL POUR LES MESURES

➤ Référentiels

Arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
Norme NFS 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement

Le paramètre de mesure est le niveau acoustique continu équivalent court intégré sur 1 seconde.

La méthode mise en œuvre est celle dite « d'expertise ». Ont été mesurés en particulier :

- Le Leq : Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré. Le Leq est utilisé pour obtenir une répartition fine de l'évolution temporelle des événements acoustiques pendant l'intervalle de mesurage.
- Le L50 : par analyse statistique du Leq, on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant 50 % de l'intervalle de temps considéré, dénommé « niveau acoustique fractile ».

Les durées d'acquisition ont été déterminées de façon à représenter dans leur globalité les niveaux de bruit existants en période de fonctionnement de l'installation. Chaque mesure s'est étendue sur une période minimum de 30 minutes.

Les niveaux sonores mesurés sont arrondis à 0,5 dB(A) près.

➤ Matériel

Le matériel utilisé lors des mesures comprenait des sonomètres intégrateurs de classe 1 et 1 calibre acoustique 94 dB de classe 1. Ces matériels font l'objet d'une vérification réglementaire au LNE. La méthode d'autocontrôle des matériels est celle définie dans l'annexe 1 de la norme NFS 31-010.

Les sonomètres étaient installés sur des trépieds de 1,5 m de haut, à plus de 2 m de toute paroi réfléchissante.

Les fichiers de mesures font l'objet d'un traitement différé avec des logiciels de la société 01 dB.

➤ Calcul d'émergence

Des indicateurs différents sont utilisés suivant les situations. L'indice fractile L50 permet de caractériser une source sonore sans la présence de bruits intermittents, porteurs de beaucoup d'énergie mais qui ont une durée d'apparition faible comme c'est le cas lorsqu'il existe un trafic très discontinu.

Dans le cas général, l'indicateur d'émergence est la différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés (LEQ) du bruit ambiant et du bruit résiduel.

Dans le cas où la différence LEQ – L50 est supérieure à 5 dB(A) au point de mesure du niveau sonore résiduel auprès des tiers, on utilise comme indicateur d'émergence la différence entre les L50 du bruit ambiant et du bruit résiduel (arrêté du 23/01/97).

ANNEXE 4 : CONDITIONS DE MESURES

La description des conditions météorologiques est conforme au référentiel défini par la norme NFS 31-010 (annexe 1) :

U1	Vent fort (3 à 5 m/s) contraire au sens source/récepteur
U2	Vent moyen à faible (1 à 3 m/s) contraire ou vent fort peu contraire
U3	Vent nul ou vent quelconque de travers
U4	Vent moyen à faible portant ou vent fort peu portant (environ 45°)
U5	Vent fort portant
T1	Jour et fort ensoleillement et surface sèche et peu de vent
T2	Mêmes conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée
T3	Lever ou coucher du soleil ou (temps couvert et venteux et surface pas trop humide)
T4	Nuit et (nuageux ou vent)
T5	Nuit et ciel dégagé et vent faible

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		Atténuation très forte	Atténuation forte	Atténuation forte	
T2	Atténuation très forte	Atténuation forte	Atténuation forte	Effets nuls ou négligeables	Renforcement faible
T3	Atténuation forte	Atténuation forte	Effets nuls ou négligeables	Renforcement faible	Renforcement faible
T4	Atténuation forte	Effets nuls ou négligeables	Renforcement faible	Renforcement faible	Renforcement moyen
T5		Renforcement faible	Renforcement faible	Renforcement moyen	

Conditions de mesure sur le site FLORENDI					
Périodes	Points	Date	Heure	Temps	Référentiel
Jour	Point LP Sud (limite Sud de propriété)	08/12/2022	12h01-14h22	Jour, vent nul, ciel dégagé, surface sèche	U3T2
	Point LP Est (limite Est de propriété)	08/12/2022	11h57-14h24		U3T2
	Point LP Nord (limite Nord de propriété)	08/12/2022	12h13-14h17		U3T2
	Point Tiers Sud Ambiant	08/12/2022	13h33-14h06		U3T2
	Point Tiers Sud Résiduel	08/12/2022	13h34-14h07		U3T2
	Point Tiers Nord Ambiant	08/12/2022	12h13-14h17		U3T2
	Point Tiers Nord Résiduel	08/12/2022	12h32-13h04		U3T2

ANNEXE 5 : GRAPHES D'ENREGISTREMENT

MESURE DE BRUIT
FLORENDI à Dinard (35)

LIMITE DE PROPRIETE SUD - JOUR

CONDITIONS DE LA MESURE

Date : 08/12/2022
Point : LIMITE DE PROPRIETE SUD - Limite de propriété
Situation : Limite de propriété
Periode : Jour
Heure début : 12:01:30
Heure fin : 14:22:03
Durée : 2:20:33
Conditions météo : Atténuation forte du niveau sonore (U3 T2)

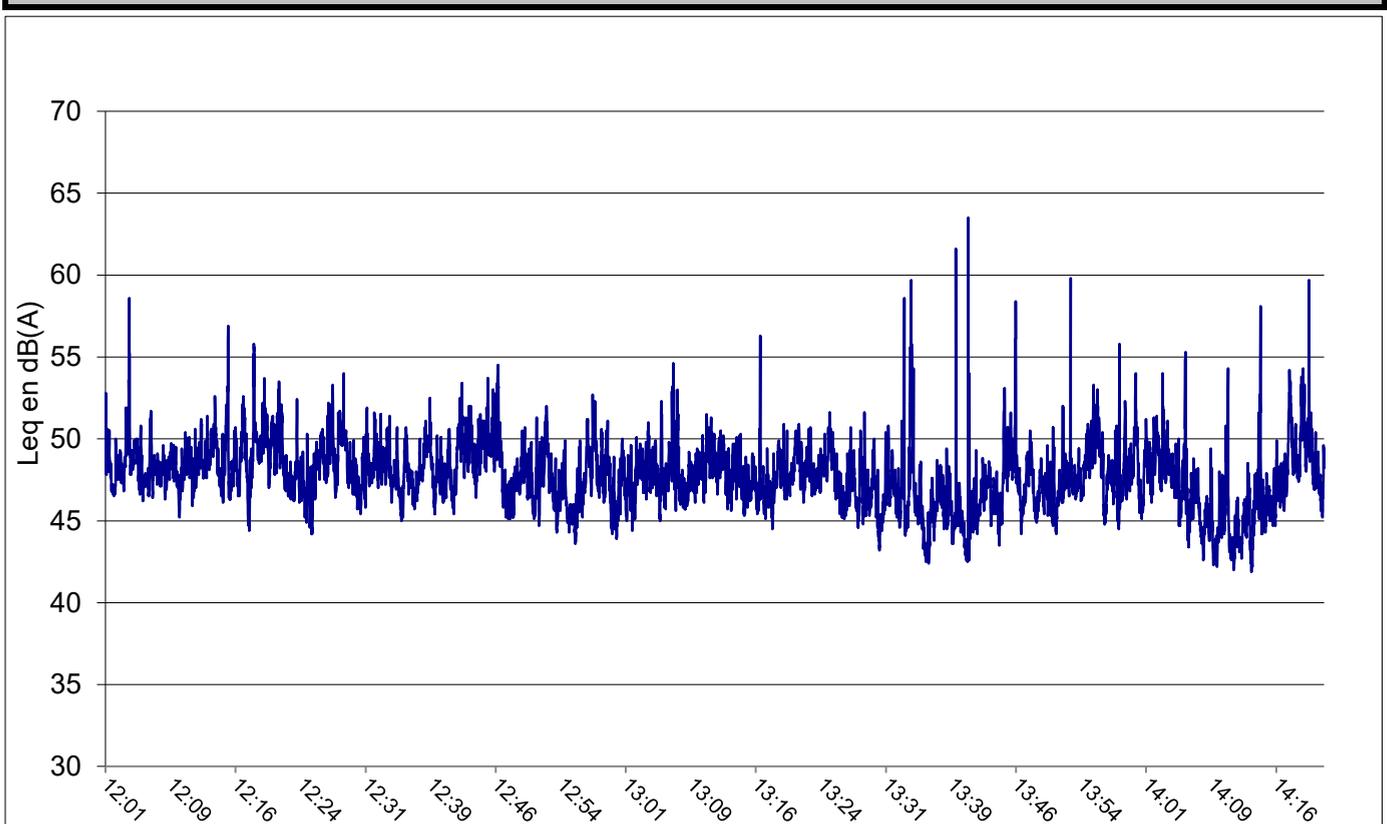
RESULTATS en dB(A)

	Leq	Lmin	Lmax	L50
Ambiant (dB(A))	48,2	41,9	63,5	47,6

IDENTIFICATION DES BRUITS

	bruits internes à l'usine	bruits externes à l'usine
bruit continu		Circulation lointaine D168 Activité TIMAB Industrie
bruit intermittent	Circulation VL Entrée et Sortie parking FLORENDI Circulation Fenwick	Oiseaux

EVOLUTION TEMPORELLE



MESURE DE BRUIT
FLORENDI à Dinard (35)

LIMITE DE PROPRIETE EST - JOUR

CONDITIONS DE LA MESURE

Date : 08/12/2022
Point : LIMITE DE PROPRIETE EST
Situation : Limite de propriété
Periode : Jour
Heure début : 11:57:20
Heure fin : 14:24:01
Durée : 2:26:41
Conditions météo : Atténuation forte du niveau sonore (U3 T2)

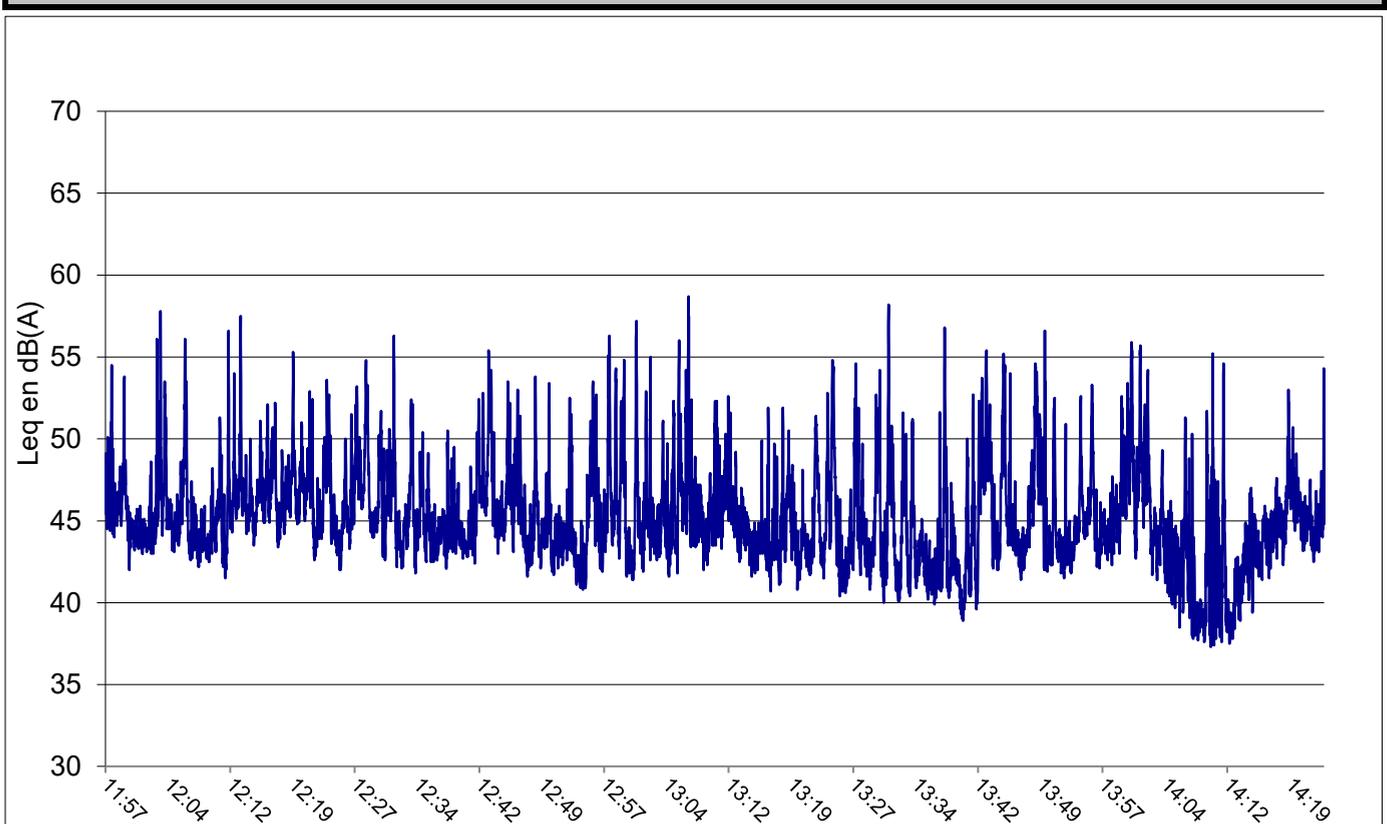
RESULTATS en dB(A)

	Leq	Lmin	Lmax	L50
Ambiant (dB(A))	46,4	37,3	58,7	44,6

IDENTIFICATION DES BRUITS

	bruits internes à l'usine	bruits externes à l'usine
bruit continu		Circulation lointaine D168
bruit intermittent	Circulation VL Entrée et Sortie parking FLORENDI	Oiseaux

EVOLUTION TEMPORELLE



MESURE DE BRUIT
FLORENDI à Dinard (35)

LIMITE DE PROPRIETE et TIERS AMBIANT NORD - JOUR

CONDITIONS DE LA MESURE

Date : 08/12/2022
Point : LIMITE DE PROPRIETE NORD et TIERS NORD AMBIANT
Situation : Limite de propriété - Tiers Ambiant
Periode : Jour
Heure début : 12:13:06
Heure fin : 14:17:13
Durée : 2:04:07
Conditions météo : Atténuation forte du niveau sonore (U3 T2)

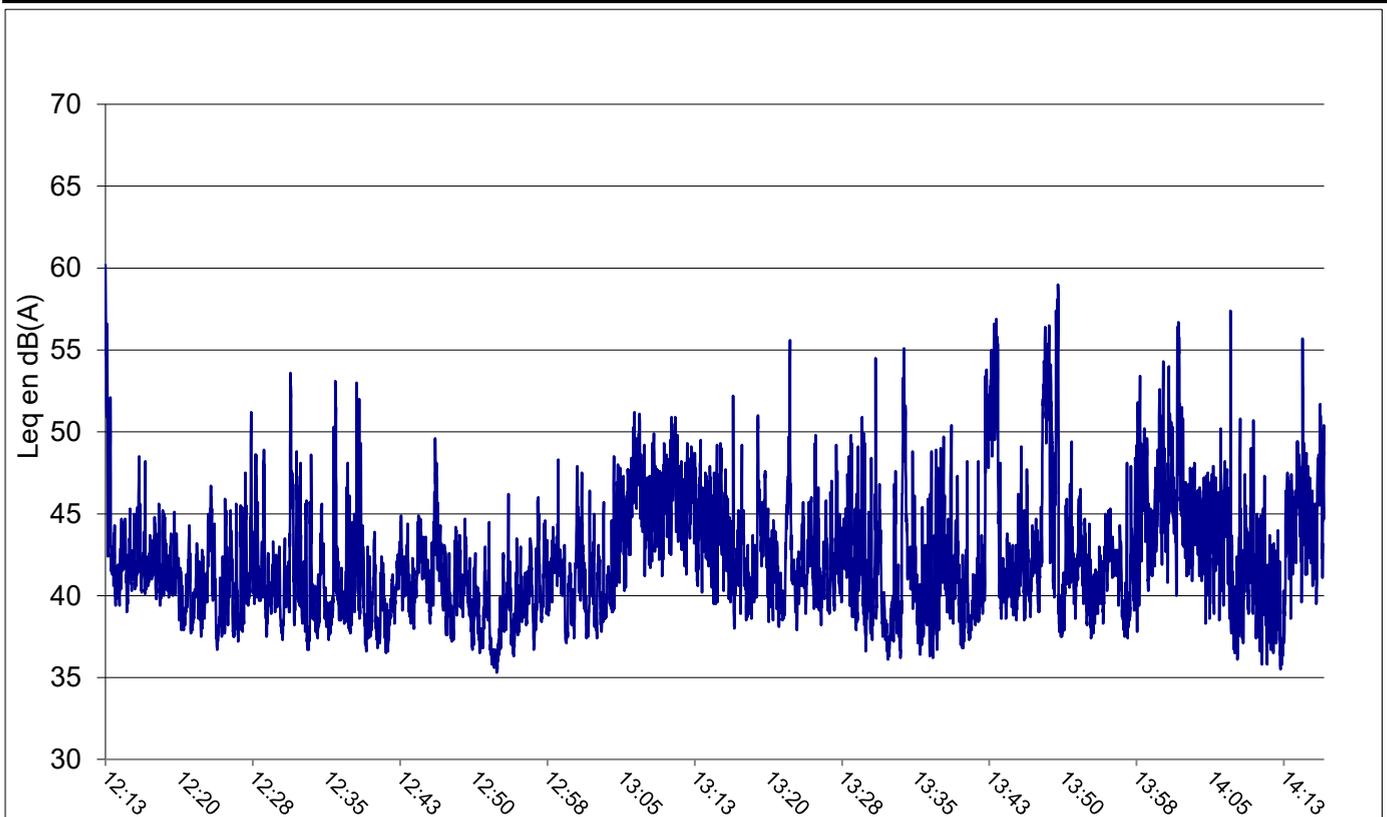
RESULTATS en dB(A)

	Leq	Lmin	Lmax	L50
Ambiant (dB(A))	44,2	35,3	61,5	41,4

IDENTIFICATION DES BRUITS

	bruits internes à l'usine	bruits externes à l'usine
bruit continu		Activité AGRISPLAS
bruit intermittent	Circulation VL Entrée et Sortie parking FLORENDI Circulation Fenwick	Entrée/Sortie PL AGRISPLAS - Oiseaux Circulation Rue de la Ville Es Menier

EVOLUTION TEMPORELLE



MESURE DE BRUIT
FLORENDI à Dinard (35)

TIERS NORD RESIDUEL - JOUR

CONDITIONS DE LA MESURE

Date : 08/12/2022
Point : Tiers Nord Résiduel
Situation : Résiduel
Période : Jour
Heure début : 12:32:33
Heure fin : 13:04:40
Durée : 0:32:07
Conditions météo : Atténuation forte du niveau sonore (U3 T2)

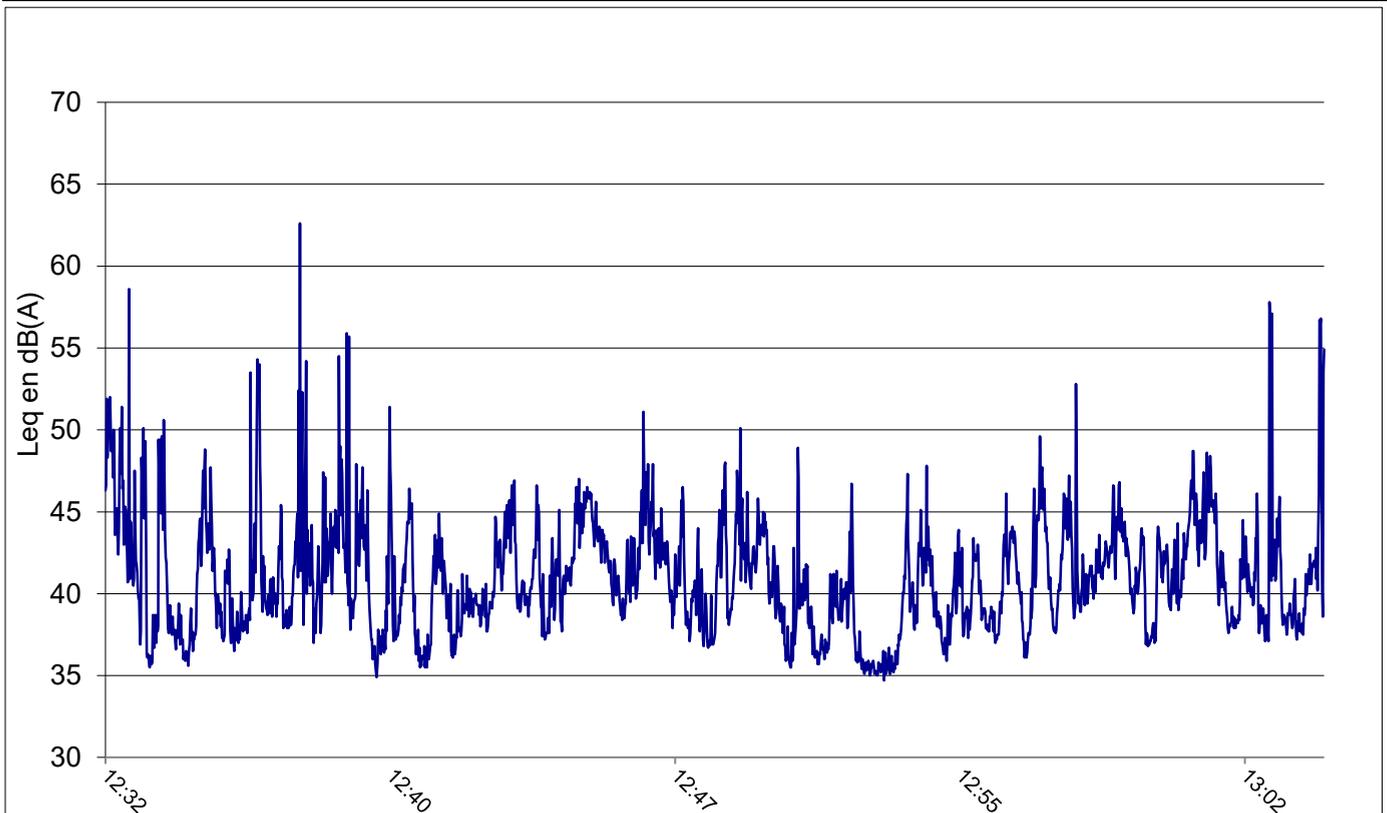
RESULTATS en dB(A)

	Leq	Lmin	Lmax	L50
Ambiant (dB(A))	43,1	34,7	62,6	40,5

IDENTIFICATION DES BRUITS

	bruits internes à l'usine	bruits externes à l'usine
bruit continu		Activité AGRISPLAS (très faible)
bruit intermittent		Circulation Rue de la Ville Es Menier Circulation lointaine D168 - Oiseaux

EVOLUTION TEMPELLE



MESURE DE BRUIT
FLORENDI à Dinard (35)

TIERS SUD AMBIANT - JOUR

CONDITIONS DE LA MESURE

Date : 08/12/2022
Point : TIERS SUD AMBIANT
Situation : Bruit Ambiant
Periode : Jour
Heure début : 13:33:28
Heure fin : 14:06:45
Durée : 0:33:17
Conditions météo : Atténuation forte du niveau sonore (U3 T2)

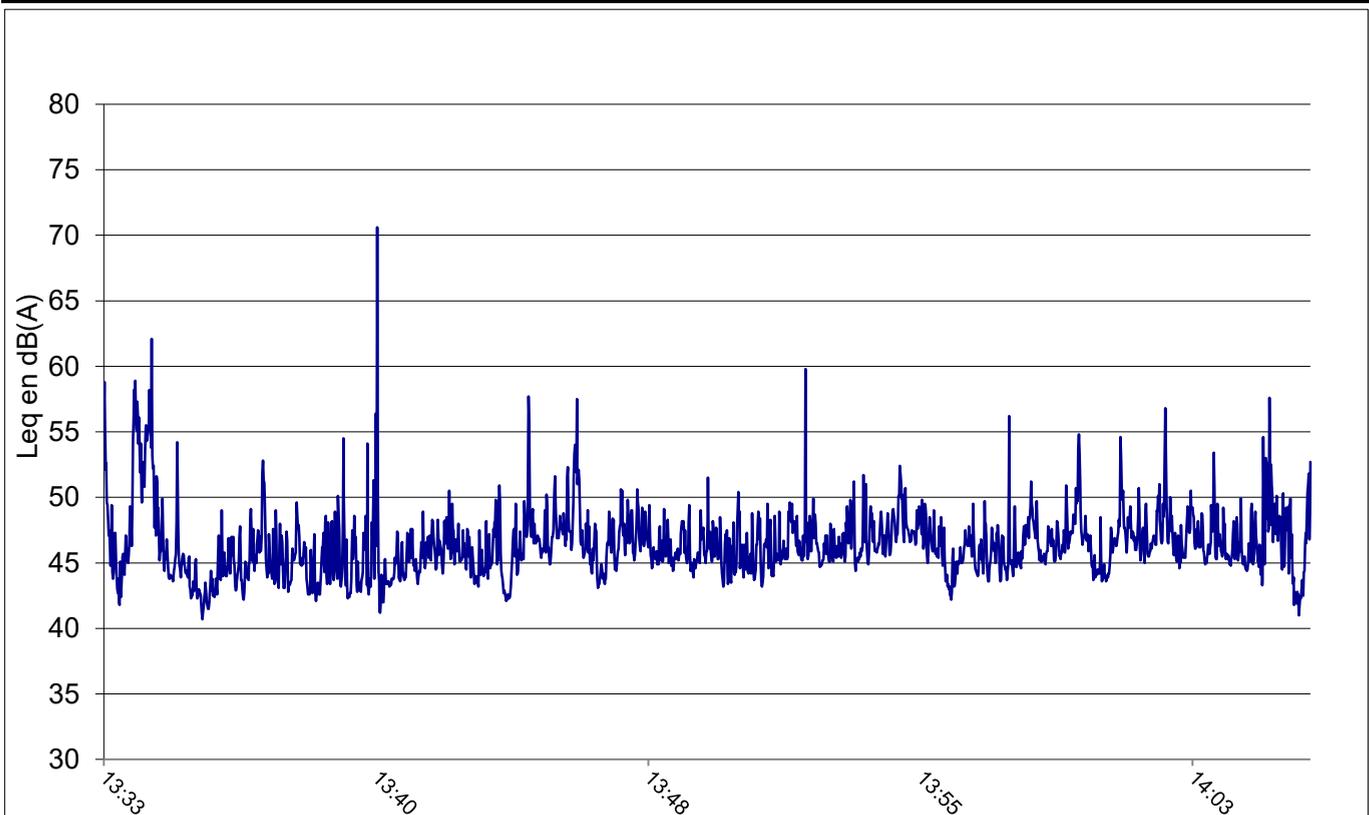
RESULTATS en dB(A)

	Leq	Lmin	Lmax	L50
Ambiant (dB(A))	47,9	40,7	70,6	45,9

IDENTIFICATION DES BRUITS

	bruits internes à l'usine	bruits externes à l'usine
bruit continu		Circulation D168 (dense)
bruit intermittent		Circulation Rue de la Ville Es Passants Oiseaux - Travaux Espace Vert (voisinage)

EVOLUTION TEMPORELLE



MESURE DE BRUIT
FLORENDI à Dinard (35)

TIERS SUD RESIDUEL - JOUR

CONDITIONS DE LA MESURE

Date : 08/12/2022
Point : TIERS RESIDUEL SUD
Situation : Bruit Résiduel
Periode : Jour
Heure début : 13:34:06
Heure fin : 14:07:16
Durée : 0:33:10
Conditions météo : Atténuation forte du niveau sonore (U3 T2)

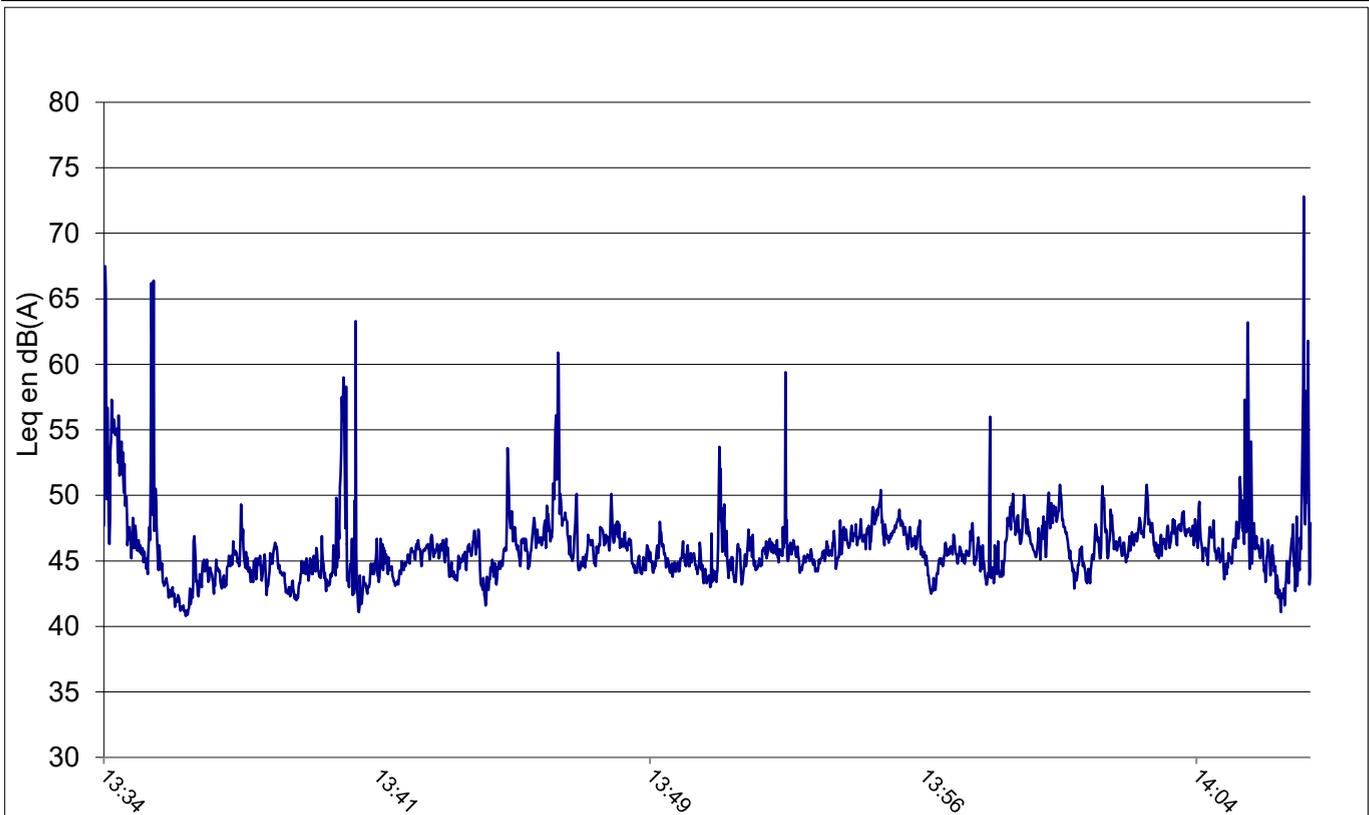
RESULTATS en dB(A)

	Leq	Lmin	Lmax	L50
Ambiant (dB(A))	48,6	40,8	72,8	45,6

IDENTIFICATION DES BRUITS

	bruits internes à l'usine	bruits externes à l'usine
bruit continu		Circulation D168 (dense)
bruit intermittent		Circulation Rue de la Ville Es Passants Oiseaux - Travaux Espace Vert (voisinage)

EVOLUTION TEMPORELLE



ANNEXE 5

Feuilles de calcul des besoins en eau d'extinction et des volumes de confinement selon les guides techniques D9 et D9a actualisés en juin 2020

FLORENDI à Dinard (35)
Incendie d'une cellule de stockage 1510
Détermination du débit d'extinction requis selon l'IT D9

Se référer à l'instruction technique D9 de juin 2020 pour toute précision

Description sommaire du risque							
Désignation des bâtiments, locaux ou zones consituants la surface de référence		Bâtiment composé de 4 cellules de 3000 m ² séparées par des parois REI 120: - 1 cellule de réception/stockage MP classée 1510 - 1 cellule dédiée à l'activité de conditionnement - 2 cellules de stockage/expédition PF classées 1510					
Principales activités		Conditionnement de produits fertilisants, phytosanitaires et de biocides					
Stockages (quantité et nature des principaux matériaux combustibles/inflammables)		GRV, big-bags, bidons					
Critères		Coefficients additionnels	Coefficients retenus pour le calcul				Commentaires
Cellules			Réception	Conditionnement	Expé. Sud	Expé. Nord	
Hauteur de Stockage ^{(1) (2) (3)}							
- Jusqu'à 3 m		0		0			
- Jusqu'à 8 m		+0,1	0,1				
- Jusqu'à 12 m		+0,2			0,2	0,2	8 m pour réception et 10 m pour expédition
- Jusqu'à 30 m		+0,5					
- Jusqu'à 40 m		+0,7					
- Au delà de 40 m		+0,8					
Type de construction ⁽⁴⁾							
Ossature stable au feu ≥ R60		-0,1					
Ossature stable au feu ≥ R30		0					
Ossature stable au feu < R30		+0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Matériaux aggravants ⁽⁵⁾							
Présence d'au moins un matériau aggravant		+0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	Couverture avec étanchéité bitume
Type d'intervention interne							
Accueil 24/24 (présence permanente à l'entrée)		-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	
DAI généralisé reportée 24/24 71/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24h/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels ⁽⁶⁾		-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	
Service de sécurité incendie ou équipe de seconde intervention avec moyens appropriés en mesures d'intervenir 24h/24 ⁽⁷⁾		-0,3					
S des coefficients			0,1	0	0,2	0,2	
1+ S			1,1	1	1,2	1,2	
Surface de référence en m ²			2988	3230	3000	2992	Conditionnement = 2774 m ² RDC + 456 m ² étage
Qi = 30 x ³ / ₅₀₀ x (1+S) ⁽⁸⁾			197	194	216	215	
Catégorie de risque ⁽⁹⁾		0,5 / 1 / 2 / 3					
Risque de l'activité		1					Conditionnement en risque 2 (panneaux frigo)
Risque du stockage		2	296	291	324	323	Fascicule R - 16 (entrepôts - magasins généraux)
Risque sprinklé ⁽¹⁰⁾ : Qrf, Q1, Q2 ou Q3 /2		Oui ou Non					
		non	0	0	0	0	
DEBITS REQUIS (Q en m³/h) ⁽¹¹⁾			296	291	324	323	
Arrondi au multiple de 30 le plus proche ^{(12) (13) (14) (15)}			300	300	330	330	
Soit besoins en Eau sur 2h			600	600	660	660	

(1) Sans autres précision la hauteur de stockage doit être considérée étant égale à la hauteur du bâtiment moins 1m (cas des bâtiments de stockage)

(2) En cas de présence exclusive de liquides inflammables ou combustibles (point d'éclair inférieur à 93 °C) dans des contenants de capacité unitaire > 1 m³, retenir un coefficient égal à 0 (valable pour les stockages et les activités).

(3) Pour les activités, retenir un coefficient égal à 0.

(4) Pour ce coefficient, ne pas tenir compte de l'installation d'extinction automatique à eau.

(5) Les matériaux aggravants à prendre en compte sont :

- fluide caloporteur organique combustible d'une capacité de plus de 1 m³ ;
- panneaux sandwichs à isolant combustible présentant un classement de réaction au feu B s1 d0 ou inférieur selon l'arrêté du 21 novembre 2002 ;
- bardage extérieur combustible (bois, matières plastiques) ;
- revêtement d'étanchéité bitumé sur couverture (sauf couverture en béton) ;
- aménagements intérieurs en bois (planchers, sous toiture, etc.) ;
- matériaux d'isolation thermique combustibles en façade et en toiture (matières matériaux biosourcés, etc.)
- panneaux photovoltaïques.

Si la catégorie de risque retenue est déjà majorée du fait de la présence de panneaux sandwichs (voir chapitre 4.1.2), ceux-ci ne sont plus considérés comme des matériaux aggravants.

(6) Une installation d'extinction automatique à eau de type sprinkleur peut faire office de détection automatique d'incendie

(7) La présence seule d'équipes de première intervention ou d'un service de sécurité utilisant uniquement des moyens de première intervention (extincteurs, RIA) ne permet pas de retenir cette minoration

(8) Qi : débit intermédiaire du calcul en m³/h.

(9) La catégorie de risque RF, 1, 2 ou 3 est fonction du classement des activités et stockages référencés en annexe 1.

Pour le risque RF, voir également le chapitre 4,1,2.

TABLEAU DE CALCUL DES VOLUMES A METTRE EN RETENTION - D9A - Juin 2020

					VOLUME (m ³)			
					Réception	Conditionn.	Expé. Sud	Expé. Nord
Besoin pour la lutte extérieure	Resultat de la D9				600	600	660	660
	Conditionnement de produits fertilisants, phytosanitaires et de biocides							
Moyen de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleur	Volume de la réserve de la source principale ou besoins x durée de fonctionnement	Volume de la source	0	0	0	0	0
	Rideau d'eau (si non alimenté par le sprinklage)	Débit x tps de fonctionnement	Débit en m ³ /h Temps (min)	0	0	0	0	0
	RIA	A négliger			0	0	0	0
	Mousse HF et MF (si non alimenté par le sprinklage)	Débit de solution moussante x tps de noyage (en général 15-25 min)	Débit en m ³ /h Temps (min)	0	0	0	0	0
	Brouillard d'eau et autres systèmes (si non alimenté par le sprinklage)	Débit x tps de fonctionnement requis	Débit en m ³ /h Temps (min)	0	0	0	0	0
	colonne humide	Débit x tps de fonctionnement requis	Débit en m ³ /h Temps (min)	0				
Volume d'eau liés aux intempéries		10l/m ² de surface de drainage	Surface de drainage :	68568	686	686	686	686
					600		482	422
Présence stock liquide		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	volume contenu: (en m ³)		120	0	96	84
Volume total de liquide à mettre en rétention					1406	1286	1442	1430

ANNEXE 6

**EFFECTIS FRANCE - Rapport d'expertise sur site en résistance au feu
(réf. EFD-21-004603-SCH/CMA – révision 2)**



Efectis France
Voie Romaine
F-57280 Maizières-lès-Metz
Tél : +33 (0)3 87 51 11 11

EXPERTISE SUR SITE

RAPPORT D'EXPERTISE SUR SITE EN RESISTANCE AU FEU EFR-21-004603-SCH/CMA - révision 2

Client demandeur : **FLORENDI**
55 boulevard Jules VERGER
BP 55
F - 35803 DINARD CEDEX

Chantier concerné : **FLORENDI**
55 boulevard Jules VERGER
BP 55
F - 35803 DINARD CEDEX

AVERTISSEMENT

Cette expertise sur site n'est valable que pour le chantier identifié ci-dessus et la construction particulière décrite ci-après. Efectis France se réserve le droit d'engager des poursuites en cas d'utilisation abusive du présent document.

Ce rapport d'expertise annule et remplace le rapport d'expertise référence EFR-21-004603 - SCH/AHI –
révision 1

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. CARACTERISTIQUES DE LA VISITE	3
3. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
4. REQUIS ET CONTEXTE	4
5. EXPERTISE	5
5.1. MURS EN BETON CELLULAIRE.....	6
5.2. STRUCTURES METALLIQUES SUPPORT	10
6. ANALYSES	18
7. CONCLUSIONS	19
8. ADAPTATIONS POSSIBLES.....	19
9. EXCLUSIONS	20
ANNEXE	21

1. OBJET

Vérifier les caractéristiques relatives à la résistance au feu de trois murs en béton cellulaire.

2. CARACTERISTIQUES DE LA VISITE

Site visité	▪ FLORENDI	
Visite effectuée par	▪ Stéphanie CHARDOLA, Ingénieur Chargée d'Affaires, Efectis France	
Date de la visite	▪ 28/09/2021	
Personnes rencontrées		
<i>Nom</i>	<i>Fonction</i>	<i>Entreprise</i>
Julien GUILLERMIC	Responsable QSE	FLORENDI
Pierre-Louis DURAND	Apprenti-technicien de maintenance	FLORENDI

3. DOCUMENTS DE REFERENCE

[Document 1] : Procès-verbal Efectis France n° 07-A-058

[Document 2] : Fiches techniques Xella en Annexe

[Document 3] : Procès-verbal CSTB n° RS12-131

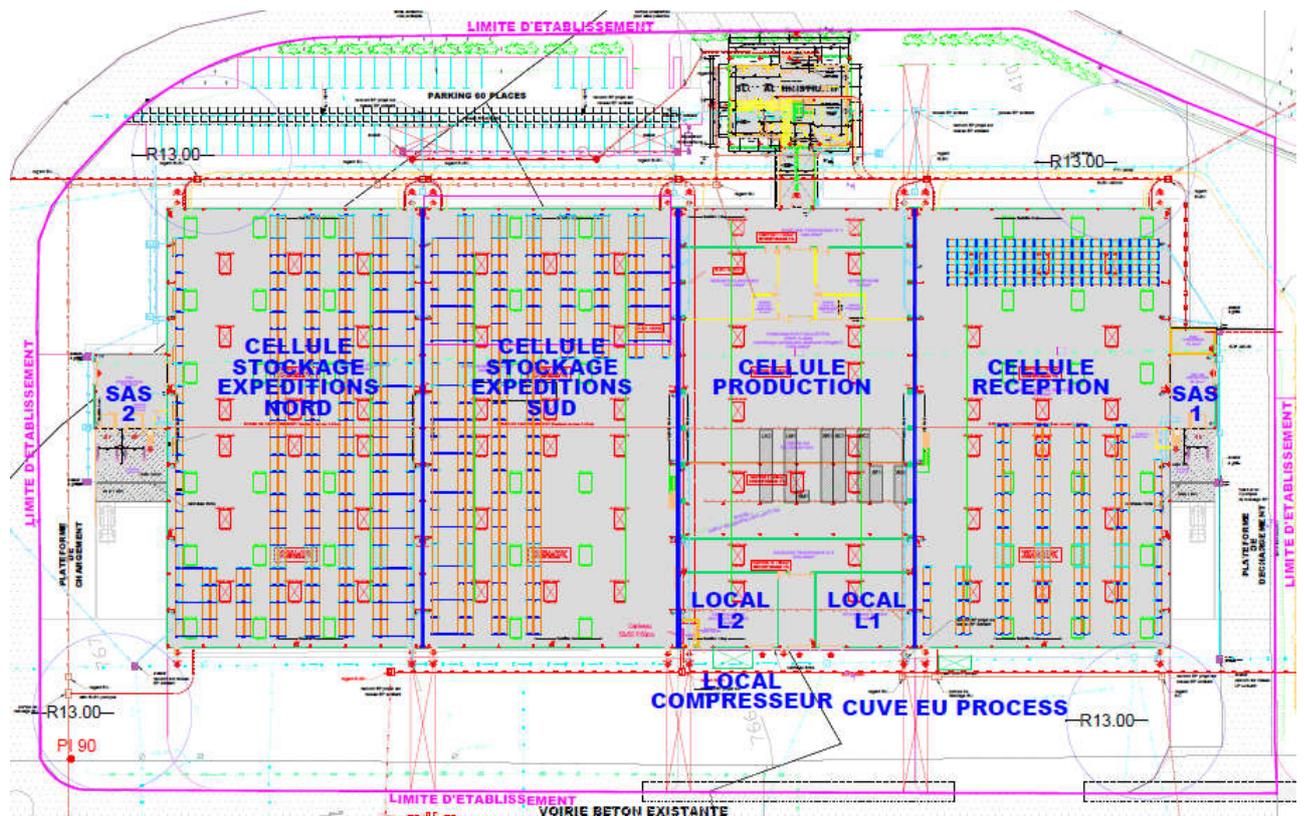
4. REQUIS ET CONTEXTE

Suite à une évolution sur l'utilisation des matières et un remaniement de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (Entrepôts couverts de stockage de produits combustibles (rubrique n° 1510), Dépôts d'engrais et de supports de cultures (rubrique n° 2171), Produits dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aigüe 1 ou chronique 1 (rubrique n° 4510)), Efectis France a été missionné pour expertiser trois murs en béton cellulaire pour confirmer la validité du procès-verbal concernant la performance au feu des murs coupe-feu et vérifier la continuité des murs coupe-feu (prolongation des parois séparatives de cellules latéralement et au-dessus de la couverture au droit du franchissement).

A l'heure actuelle, le bâtiment dispose en effet de trois murs autoportants en dalles de bardage en béton cellulaire posées à joints horizontaux, intégrant des blocs-portes ne faisant pas l'objet de la présente étude.

Ces trois murs séparent l'entrepôt en 4 cellules :

- la cellule « réception/stockage matières premières » ;
- la cellule « production/conditionnement » ;
- la cellule « Stockage Expédition Sud » ;
- la cellule « Stockage Expédition Nord ».

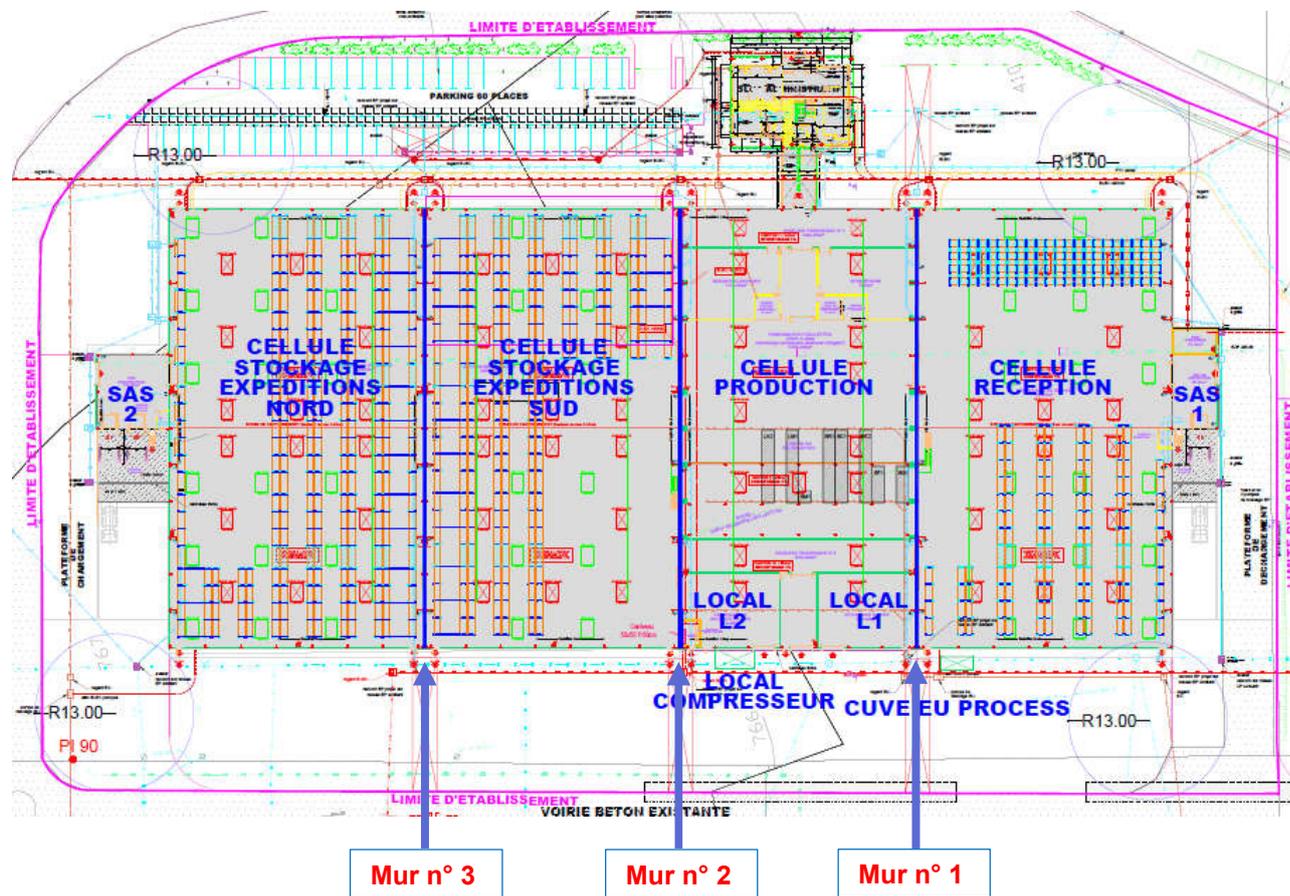


Ces murs, objet du présent rapport d'expertise, sont supposés être mis en œuvre selon les termes du procès-verbal Efectis France n° 07-A-058.

Les performances de résistance au feu recherchées sont EI120.

5. EXPERTISE

Les éléments étudiés sont repérés en bleu sur la figure qui suit :



5.1. MURS EN BETON CELLULAIRE

Les trois murs étudiés sont quasi identiques.

Les murs sont constitués de dalles de bardage en béton cellulaire d'épaisseur 150 mm, empilées et positionnées à joints horizontaux. Ces dalles de bardage ont pour hauteur 600 mm environ et pour longueur 5800 mm environ.

La première dalle de bardage repose sur une longrine en béton armé de hauteur environ 170 mm, par l'intermédiaire d'un joint noir, pouvant correspondre au joint Compriband du procès-verbal de référence.



Ces murs sont fixés sur deux structures métalliques différentes situées de part et d'autre des éléments étudiés et accrochés alternativement à chaque poteau par l'intermédiaire de fixations thermofusibles en polyamide.



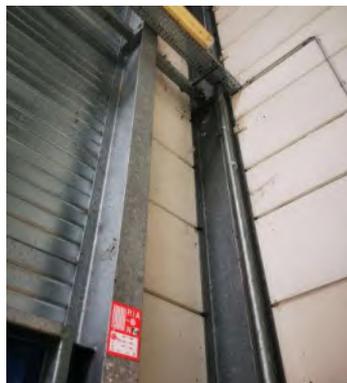
Exemple sur le mur n° 3 :

- une structure métallique à gauche de la photo ci-dessous côté cellule « Stockage Expédition Sud » ;
- une structure métallique à droite de la photo ci-dessous côté cellule « Stockage Expédition Nord ».



La hauteur des murs est comprise entre 9,2 m (cellule « réception/stockage matières premières » et cellule « production/conditionnement ») et 12 m (cellules « Stockage Expédition Sud et Nord »).

Les murs se prolongent de part et d'autre du bâtiment, perpendiculairement aux murs sur une longueur d'environ 900 mm. Ces murs sont fixés sur une structure métallique placée côté intérieur et accrochés sur cette dernière (poteaux métalliques) par l'intermédiaire de pattes d'ancrage en acier Type A2 (XELLA) réparties au pas de 600 mm.



Les murs dépassent en toiture et sont visibles sur la toiture; cette hauteur est de 1 mètre pour les murs n° 1 et 3, et de 3,5 mètres pour le mur n° 2. Cette dernière est plus importante due à la différence de hauteur entre les cellules « production/conditionnement » et « Stockage Expédition Sud ».

Aucune bande de protection de part et d'autre des parois séparatives n'a été observée en toiture.



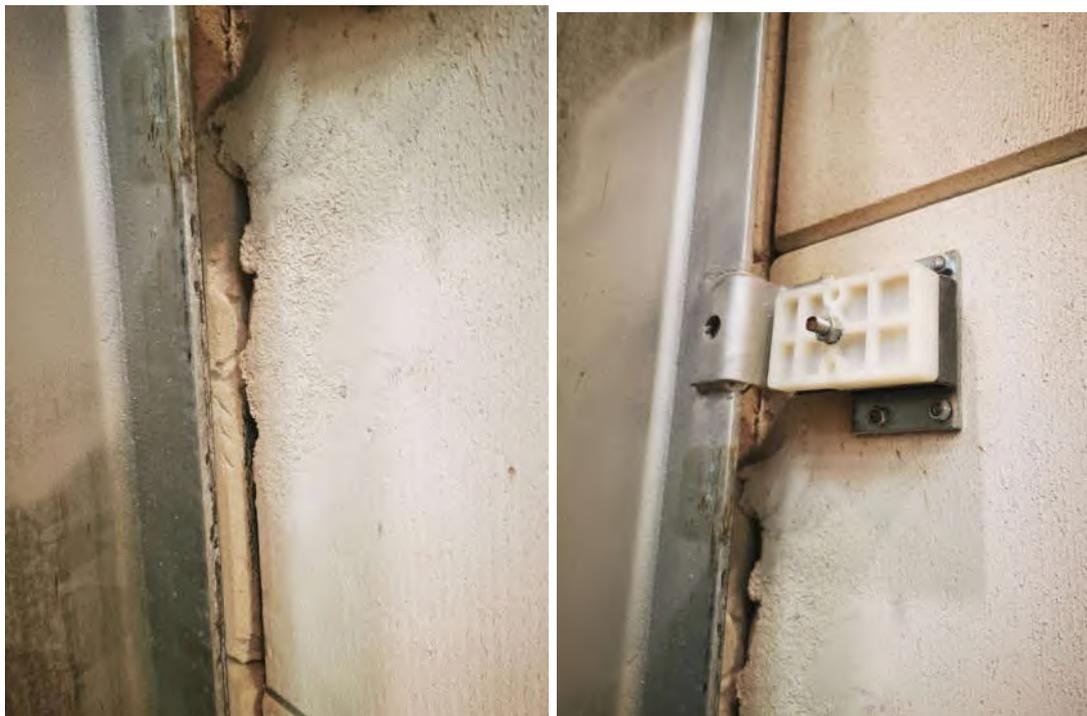
A certains endroits du mur, au niveau des blocs-portes à un vantail coulissant, des poteaux de section 300 x 350 mm et poutres en maçonnerie béton remplacent les poteaux métalliques. MD Construction l'installateur des murs Xella en 2006, nous a confirmé que lors de la présence des poteaux et poutres bétons, la fixation des dalles de bardage en béton cellulaire se fait dans le béton par des fixations KREMO, donc invisible lors de l'expertise.



A certains endroits, nous avons pu observer des traversées de tuyaux en acier/acier inoxydable ou plastiques ainsi que des traversées de câbles électriques. Nous n'avons pas pu observer si ces traversées étaient correctement calfeutrées.



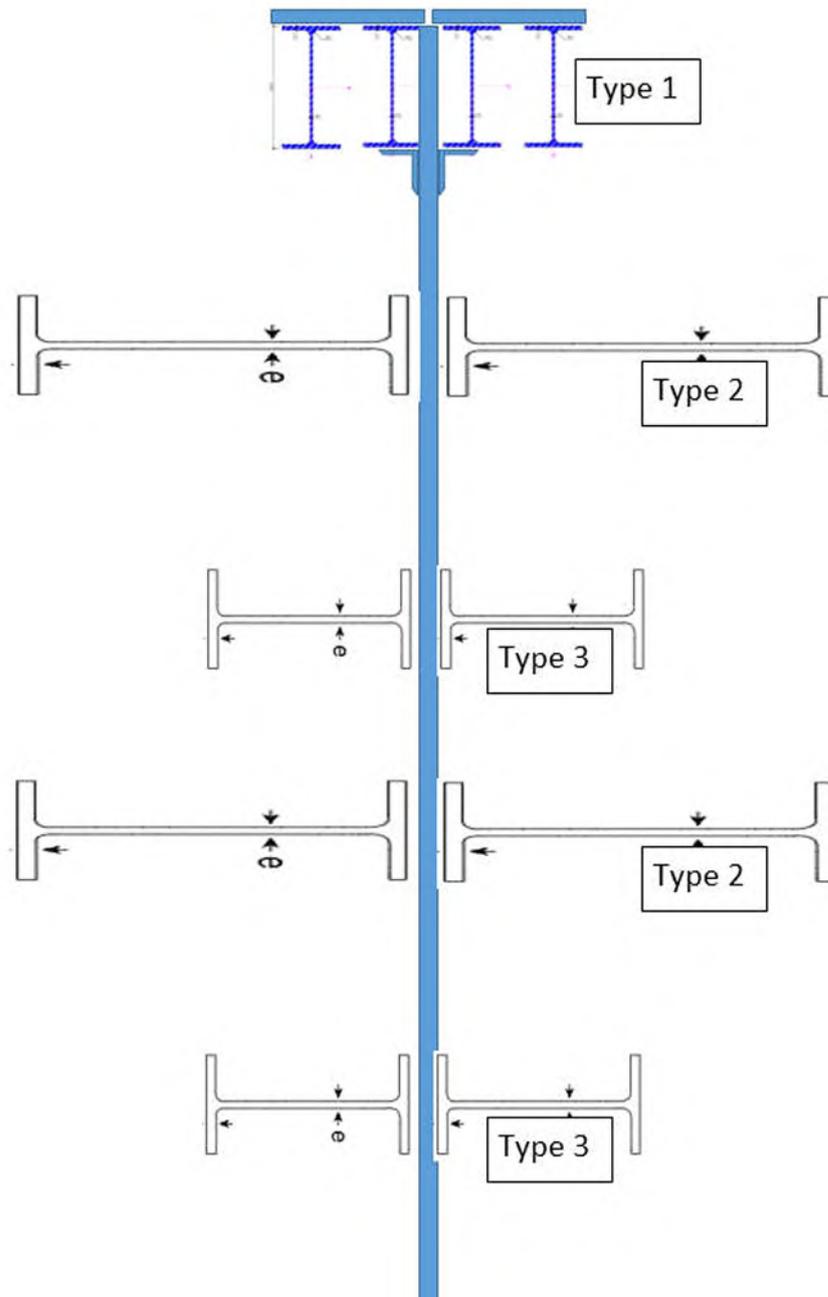
Les murs ont également subis à certains endroits des dégradations. Les dégradations observées n'ont pas été quantifiées. En général, il s'agit de fissures ou de manque de matières sur les dalles de bardage. Ces dégradations devront donc être comblés par un produit de protection adapté.



5.2. STRUCTURES METALLIQUES SUPPORT

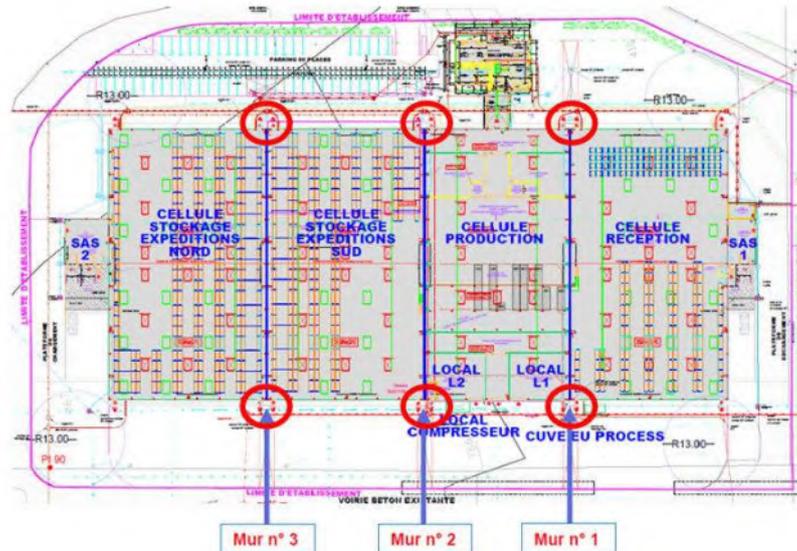
Les poteaux sont positionnés de façon symétrique par rapport aux murs d'une cellule à l'autre, le mur étant inséré entre les deux semelles.

Le croquis ci-dessous représente succinctement les différentes typologies de poteaux rencontrés :

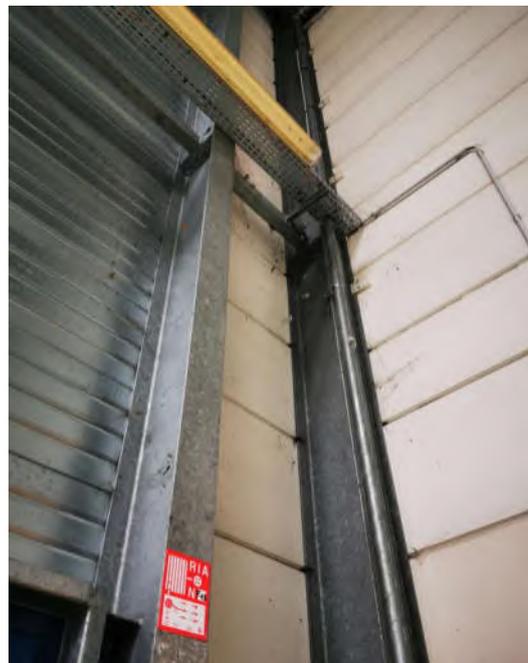
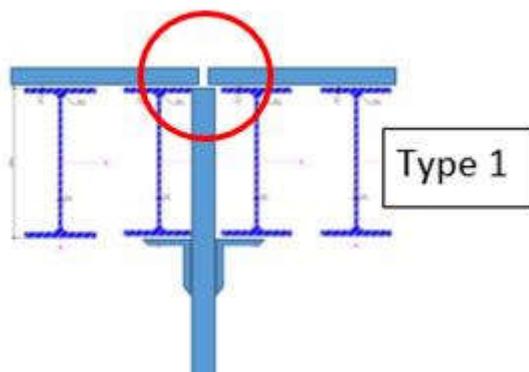


Différentes typologies de poteaux sont ainsi à référencer :

- **Type 1** : les poteaux en rive de type IPE360 à chaque extrémité des 3 murs étudiés (repéré sur le schéma ci-dessous par les cercles rouges) dont la section a pour hauteur 360 mm et pour largeur 170 mm.



Ces poteaux de rive permettent la fixation des dalles de bardage en béton cellulaire qui sont perpendiculaires aux murs et prolongent ainsi les parois séparatives de cellules latéralement. MD Construction l'installateur des murs Xella en 2006, nous a confirmé que les dalles de bardage en béton cellulaire perpendiculaires aux murs, sont bien interrompues au niveau des poteaux avec mise en place d'une bande de laine de roche à l'extrémité des deux dalles.

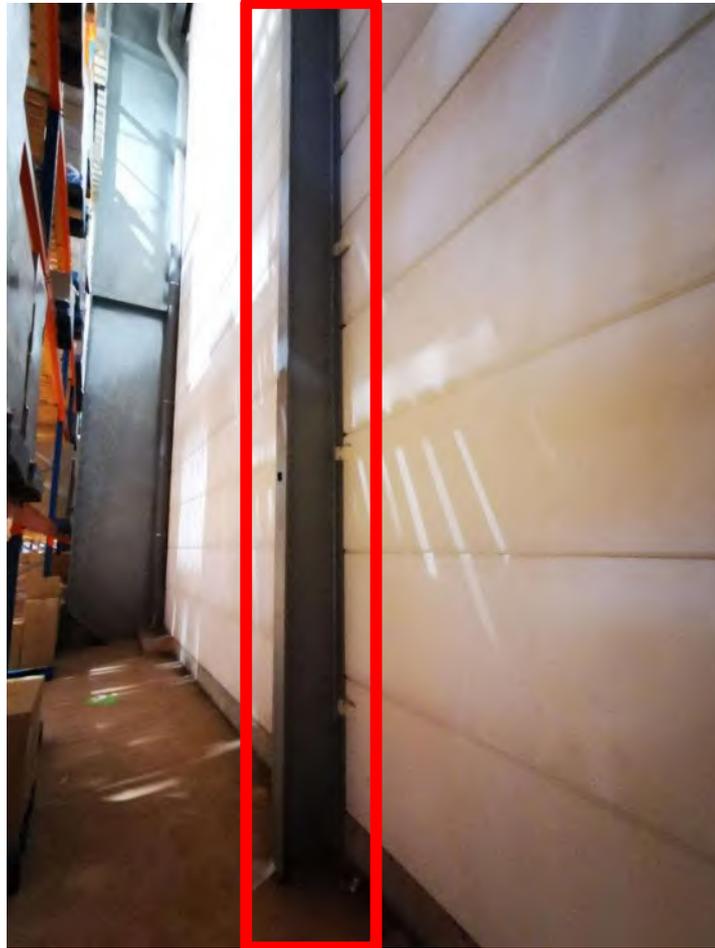


Entre les poteaux de rives aux deux extrémités des parois séparatives de cellules, les poteaux type 2 et type 3 sont alternés sur toute la longueur du mur, hormis une exception où deux poteaux type 2 se succèdent.

- **Type 2** : poteaux principaux dont la section a pour hauteur 1240 mm et pour largeur 400 mm.

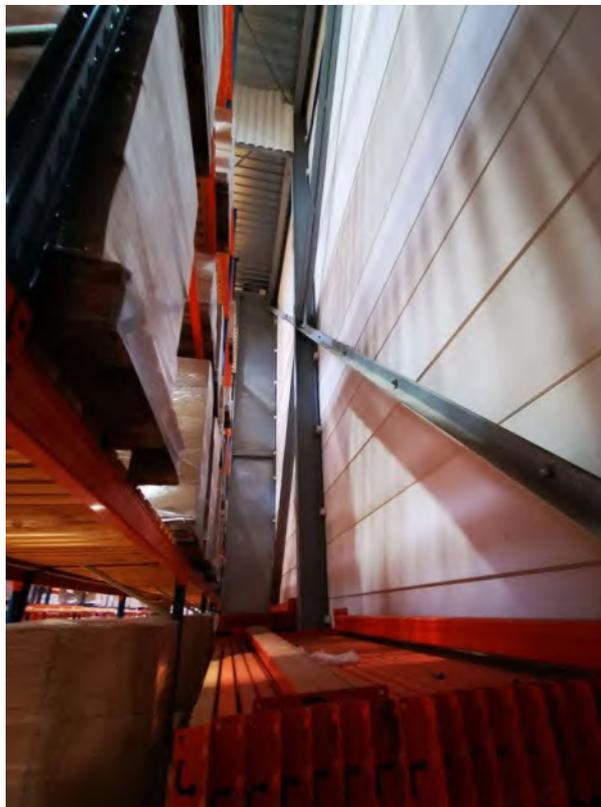


- **Type 3** : poteaux intermédiaires de type IPE300 dont la section a pour hauteur 300 mm et pour largeur 150 mm.

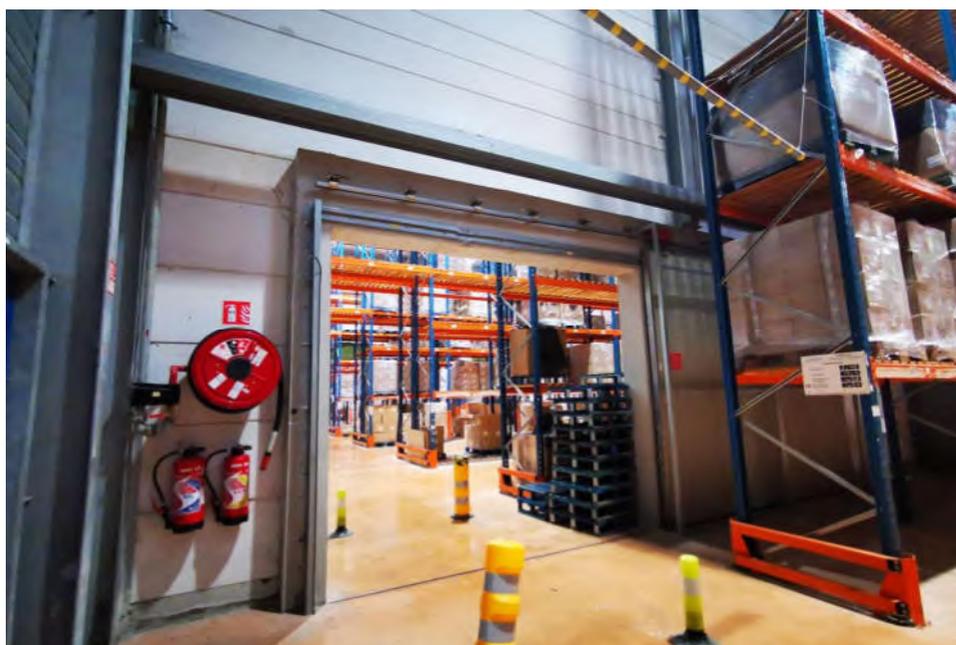


L'entraxe entre poteaux de type 2 et type 3 est de 5800 mm environ.

Certaines structures métalliques supports possèdent également une croix de Saint-André, placée verticalement et symétriquement de part et d'autre du mur.



La mise en œuvre de portes à un vantail coulissant a engendré une recoupe des poteaux intermédiaires concernés et reposant sur les poutres béton.



De manière générale, les traverses en partie haute, dont la section semble être de hauteur 100 mm, sont de longueur égale à l'entraxe entre les poteaux principaux de type 2 et les poteaux intermédiaires de type 3 et sont situées sous la toiture.

Fixation sur poteaux principaux de types 2 et 3

Des deux côtés du mur, les premières assises reposant sur les longrines sont reliées à la structure métallique par l'intermédiaire de fixations thermofusibles réalisées à partir de plaquettes en polyamide fixées par deux clous .

Ces fixations thermofusibles sont réparties au pas de 1200 mm avec un décalage d'un poteau à l'autre de 600 mm. Le nombre de fixations sur chaque poteau varie. Il a été observé plusieurs absences de fixations thermofusibles non quantifiées lors de l'expertise.

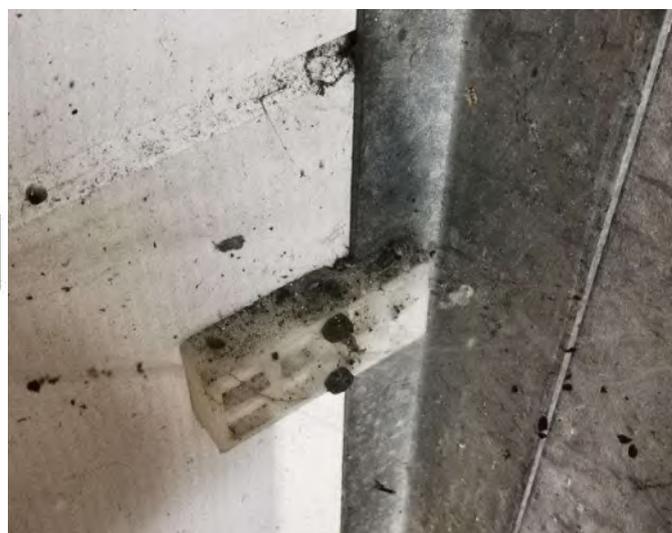
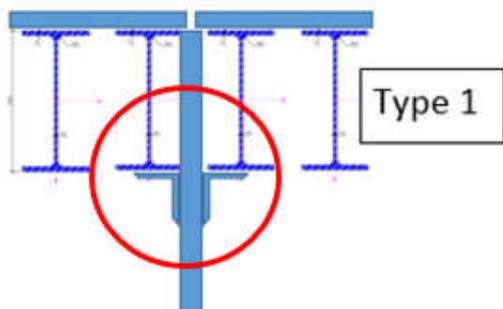
Dans certains cas, un jeu d'environ 50 mm est observé entre les poteaux et les dalles de bardage. Pour compenser ce jeu, des cales en acier sont ajoutées entre les fixations et le mur.



Certaines fixations possèdent une longueur de pattes acier et cette dernière est soudée au poteau métallique (voir photo ci-dessous).



Aux extrémités des murs, des cornières en acier sont fixées mécaniquement aux semelles des poteaux IPE360 (Type 1) permettant aux fixations thermofusibles de remplir leur rôle (voir photo ci-dessous). Dans cette configuration, les dalles de bardage sont en porte-à-faux sur une longueur de 360 mm environ.



Fixation sur poteaux de rive de type 1

Toutes les dalles de bardage de prolongation perpendiculaires aux murs sont reliées à la structure métallique par l'intermédiaire de pattes d'ancrage en acier Type A2 (XELLA) d'un seul côté, côté intérieur.

Ces fixations métalliques sont réparties au pas de 600 mm, soit à chaque jonction horizontale des dalles de bardage.

Le nombre de fixations sur chaque poteau varie. Il a été observé plusieurs absences de fixations métalliques non quantifiées lors de l'expertise.



6. ANALYSES

Les murs semblaient être réalisés selon le procès-verbal Efectis France n° 07-A-058 – indice B.

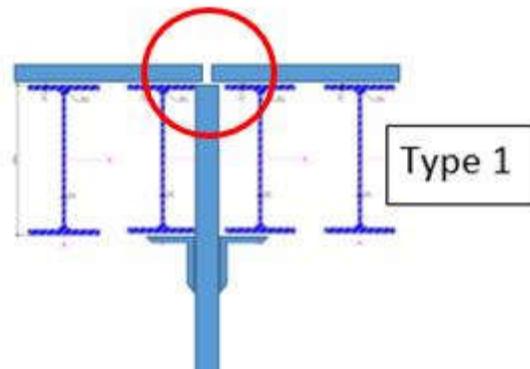
La hauteur des murs objet de l'étude est conforme aux termes du procès-verbal Efectis France n° 07-A-058 qui autorise une hauteur maximale pour le mur de 24 m.

L'épaisseur des murs de 150 mm est également conforme au procès-verbal de référence tout comme la longueur des dalles de bardage.

Ces murs sont également montés en applique sur des poteaux métalliques de types 1, 2 et 3.

Cependant certains points diffèrent du procès-verbal de référence Efectis France n° 07-A-058 :

- le remplacement des fixations thermofusibles en polyamide par des fixations métalliques au niveau des poteaux en rive de type 1. Ces fixations métalliques ont été testées lors d'un essai de résistance au feu ayant servi à la rédaction du procès-verbal de référence CSTB n° RS12-131. Ces poteaux non protégés pourraient en cas de feu se déformer et porter fortement préjudice au mur en termes d'étanchéité au feu et d'isolation thermique notamment. Mais l'extrémité de ces murs étant symétriques avec l'interruption des dalles de bardages de rive au niveau des poteaux avec mise en place d'une bande de laine de roche à l'extrémité des deux dalles (voir schéma ci-dessous), en cas d'incendie conventionnel d'un côté, les poteaux de rive et dalles de bardage côté opposé au feu prendront donc le relais en termes de protection au feu et de résistance au feu pendant la durée recherchée,



- La fixation des dalles de bardage au droit des maçonneries béton est réalisée par des fixations invisibles type KREMO. Ces fixations ont été testées lors d'un essai de résistance au feu ayant servi à la rédaction du procès-verbal de référence CSTB n° RS12-131.

Concernant les fixations sur les poteaux, la plupart d'entre elles sont conformes au montage mentionné dans le procès-verbal Efectis France n° 07-A-058 pour les fixations thermofusibles en polyamide et conformes au montage mentionné dans le procès-verbal CSTB n° RS12-131 pour les fixations métalliques.

La platine de fixation thermofusibile sur poteau est cependant en polyamide selon le fournisseur XELLA.

Enfin, le nombre de fixation et l'entraxe entre fixations sur chaque poteau est différent, ce qui remet en cause l'installation du mur sur le support métallique.

7. CONCLUSIONS

Ces conclusions sont basées sur les éléments ayant pu être recueillis sur site et sur les informations fournies par le demandeur.

Le montage actuel, en particulier dû à l'absence de fixations thermofusibles et de fixations métalliques sur les structures métalliques, ne permet pas d'atteindre les performances EI120 recherchées. Dans le cas d'un incendie, ces absences de fixations pourraient engendrer la chute des dalles de bardage largement avant les deux heures d'incendie conventionnel recherchées.

Les dalles de bardage de prolongation sont bien perpendiculaires aux murs sur une longueur d'environ 900 mm de part et d'autre des murs, ce qui permet de répondre à la continuité de la paroi latéralement aux murs extérieurs sur une largeur de 0,5 mètre de part et d'autre comme exigé dans la réglementation. Ces parois en dalles de bardage de prolongation sont interrompues et permettent une construction de l'ensemble de façon à ne pas être entraînées en cas de ruine de la structure.

Les murs dépassent en toiture sur une hauteur de 1 mètre minimum comme exigé dans la réglementation. Cependant il manque les bandes de protection en toiture sur une largeur de 5 mètres de part et d'autre des parois séparatives.

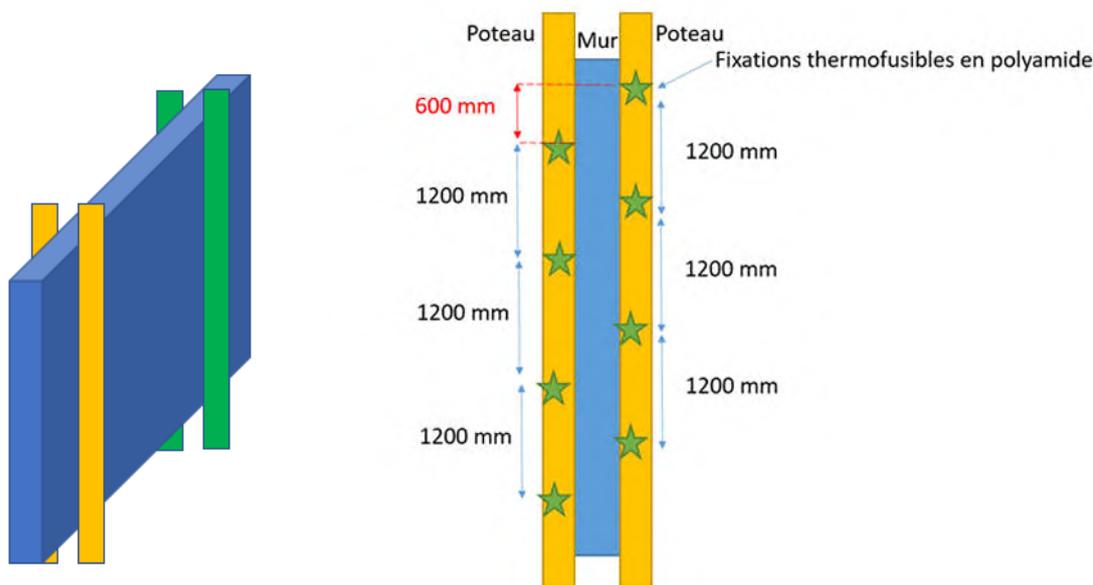
8. ADAPTATIONS POSSIBLES

Les adaptations, suggérées dans les paragraphes suivants, sont proposées en vue de satisfaire aux performances EI120.

Concernant la fixation :

Sur tous les poteaux métalliques et sur toutes leurs hauteurs (y compris le dépassement en toiture et y compris sur les poteaux qui se situent au droit des croix de Saint-André), toutes les fixations thermofusibles seront réparties à raison d'une fixation toutes les 1200 mm avec un décalage d'un poteau à l'autre de 600 mm (voir schéma ci-dessous).

Dans le cas de présence de fixations métallique sur les « grands murs » (murs principaux), il faudra ajouter des fixations thermofusibles en respectant la répartition et le décalage comme décrit dans le paragraphe ci-dessus et sur le schéma ci-dessous.



Les fixations entre les poteaux jaunes et verts du même côté doivent être aux mêmes hauteurs afin d'assurer la fixation complète des dalles de bardage.

Pour rappel, au droit des poteaux béton MD Construction l'installateur des murs Xella en 2006, nous a confirmé que la fixation des dalles de bardage en béton cellulaire se fait dans le béton par des fixations KREMO, donc invisible lors de l'expertise. Donc l'absence de fixations au droit des poteaux béton est normale.

Pour les poteaux en rive de type 1, les fixations métalliques type A2 doivent être réparties à raison d'une fixation toutes les 600 mm côté intérieur. En cas d'absence de fixations métalliques, des fixations thermofusibles devront être mises en place réparties à raison d'une fixation toutes les 600 mm côté intérieur. Ces fixations doivent être présentes sur chaque poteau en rive de type 1, à savoir à droite et à gauche de chaque dalle de bardage en béton cellulaire perpendiculaire aux « grands murs coupe-feu ».

Dans la cellule « production », la présence des panneaux sandwichs A1 ne permet pas de visualiser la présence et la position des fixations thermofusibles côté « production ».

Les solutions proposées sont les suivantes :

Solution 1 : déposer les panneaux sandwichs A1 afin de vérifier la présence et la position des fixations thermofusibles et compléter si besoin suivant une répartition à raison d'une fixation toutes les 1200 mm avec un décalage d'un poteau à l'autre de 600 mm.

Solution 2 : dans le cas où la dépose des panneaux sandwichs A1 serait impossible, mettre en place des fixations en « Z » en acier (voir photo page 16/24 mais sans la partie en polyamide) réparties à raison d'une fixation toutes les 600 mm côté opposé à la cellule « production ». Dans ce cas, les poteaux et fixations en « Z » en acier devront être protégés par un produit de protection réputée leur conférer une performance R180 (STABLE AU FEU de degré trois heures) au minimum.

Concernant le mur :

Les dégradations diverses (fissures ou manque de matières sur les dalles de bardage) mentionnées dans ce rapport ou éventuel espace visible entre dalles de bardage devront être comblés par un produit de protection adapté.

Concernant la toiture :

La toiture devra être recouverte d'une bande de protection sur une largeur minimale de 5 mètres de part et d'autre des parois séparatives. Cette bande devra être en matériaux A2 s1 d0 ou comporter en surface une feuille métallique A2 s1 d0.

Les ouvertures pour le passage de tuyauteries ou encore les fixations traversantes devront bénéficier de produit de protection adapté.

9. EXCLUSIONS

Les blocs-portes ainsi que les murs en parpaings ne font pas partie de la présente étude.

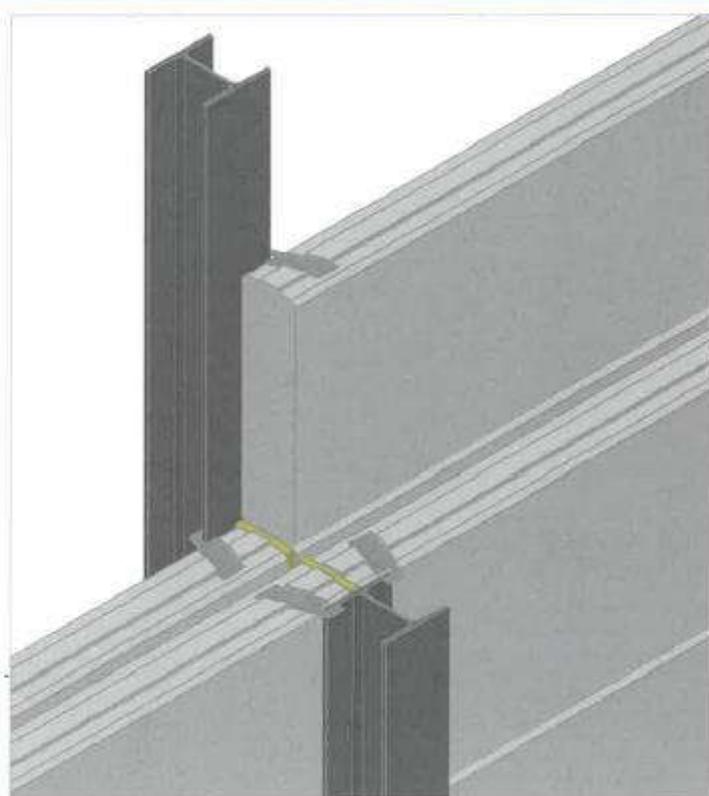
Leurs mises en œuvre respectives devront être réalisées sur la base d'un rapport de classement ou d'un procès-verbal français en cours de validité permettant de leur conférer une performance EI120.

Maizières-lès-Metz, le 11 janvier 2022

 X	 X
Ingénieur Chargée d'Affaires Signé par : Stéphanie CHARDOLA	Chef de Projets Signé par : DZIUBA Stéphane

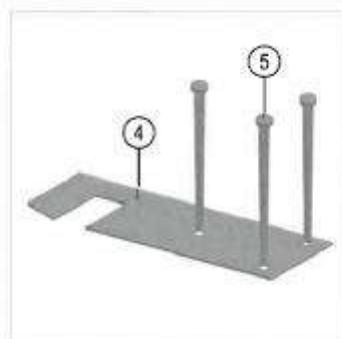
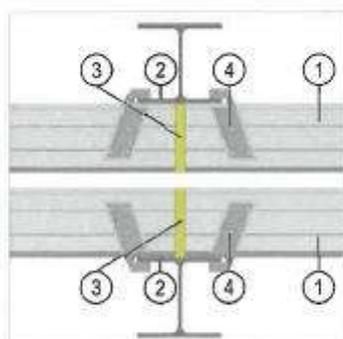
ANNEXE

**P.4.3.01 Mur coupe-feu -
Structure métallique dédoublée**
Double mur coupe-feu - Ancrage sous le niveau de la toiture



- 1 Dalle de bardage
- 2 Structure métallique
- 3 Laine de roche
- 4 Pièce d'ancrage TYPE A2*
- 5 Clou pour béton cellulaire

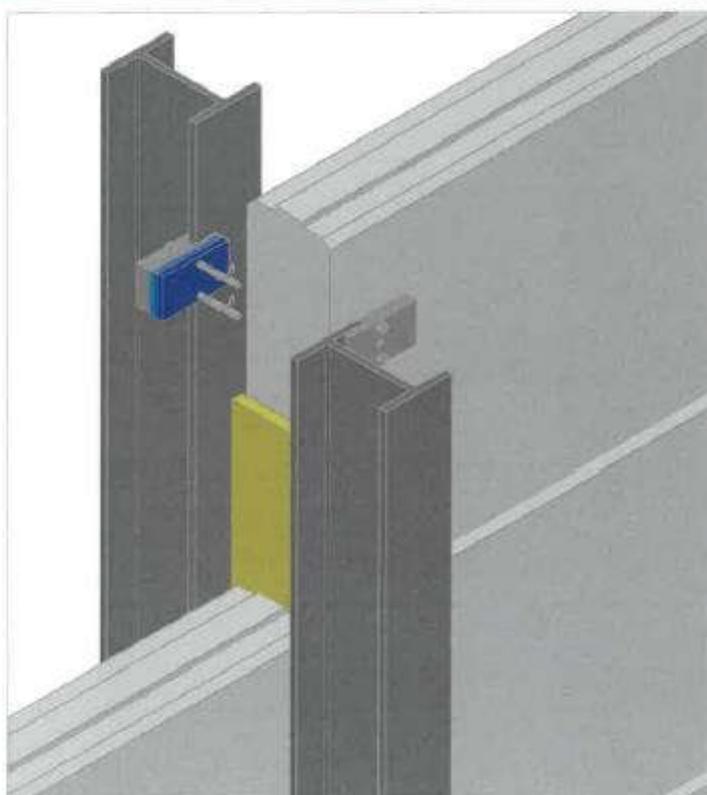
* Voir P4.06



REMARQUE
EI 180 min.
Joints horizontaux: compriband

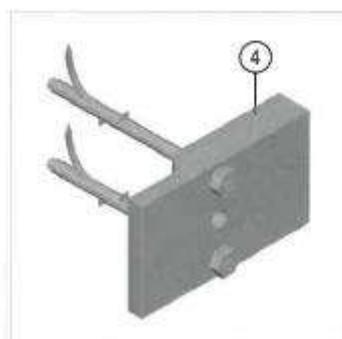
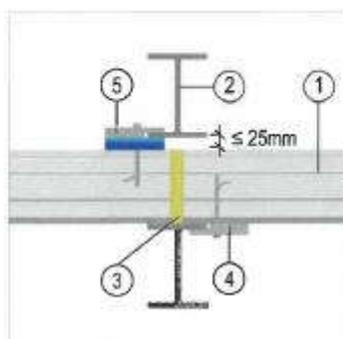
EI 360 min.
Joints horizontaux: Ytocol ou Stopflam

**P.4.3.02 Mur coupe-feu -
Structure métallique dédoublée**
Double mur coupe-feu - Ancrage sous le niveau de la toiture



- 1 Wandplaat
- 2 Staalstructuur
- 3 Rotswol
- 4 Verankeringsstuk TYPE A2*
- 5 Gunnebo-nagel

* Voir P.4.06



REMARQUE**

EI 180 min.,
Joints horizontaux: compriband

EI 360 min.,
Joints horizontaux: Ytocol ou Stopflam

** Voir P.4.0.7

ANNEXE 7

**EFFECTIS FRANCE - Etude d'ingénierie incendie appliquée au bâtiment de
stockage du site FLORENDI situé à Dinard (35)
Rapport d'étude - Désenfumage et stabilité au feu
(réf. 22-000030b-CAA/NDB)**

Référence : 22-000030c-CAA/NDB
Affaire : EFR-21-002425-NA

ETUDE D'INGENIERIE INCENDIE APPLIQUEE AU BATIMENT DE STOCKAGE DU SITE FLORENDI SITUE A DINARD (35)

DÉSENFUMAGE ET STABILITÉ AU FEU

Client demandeur	FLORENDI
Référence et date de commande	Commande du 23/08/2021 de Fabien BOIVENT
Projet	Dossier de demande d'enregistrement au titre de la rubrique 1510 et de déclaration au titre de la rubrique 2171

Date : 05 juillet 2022
Indice de révision : B
Nombre de pages : 87

Auteur(s) :
Cybelle AL ALAM
Nicolas de BRYE

SUIVI DES MODIFICATIONS

Indice de révision	Date	Modifications
A	31/01/2022	Version initiale
B	08/02/2022	Rajout des éléments illustratifs suite à la demande du client [13]
C	05/07/2022	Mise à jour du rapport suite à la proposition d'une solution de protection

Ce document annule et remplace toutes les versions précédentes

SOMMAIRE

1. Introduction.....	6
2. Documents de référence	7
2.1. Documents fournis par le client	7
2.2. Documents réglementaires	8
2.3. Autres documents.....	8
3. Description de l'entrepôt étudié	9
3.1. Géométrie et caractéristiques constructives des cellules	9
3.2. Matériaux	10
3.3. Stockage.....	11
3.4. Système de désenfumage.....	15
3.4.1. Cantonnement	15
3.4.2. Évacuation de fumées	15
3.4.3. Amenées d'air.....	15
3.5. Système d'extinction automatique.....	17
3.6. Système de sécurité incendie	17
3.7. Évacuation du personnel.....	18
4. Méthodologie générale de l'étude	19
4.1. Étape 0 : Analyse des notes de calculs justifiant la résistance au feu minimale de la structure du bâtiment 19	
4.2. Étape 1 : Définition des scénarios d'incendie réel	20
4.3. Étape 2 : Calcul du développement de l'incendie	20
4.4. Étape 3 : Échauffement des éléments de structure	20
4.5. Étape 4 : Comportement au feu de la structure porteuse	20
5. Critères associés à la tenabilité des personnes et des services de secours	21
5.1. Température des gaz	21
5.2. Visibilité (coefficient d'extinction lumineuse)	21
5.3. Flux thermique radiatif	21
5.4. Concentration en espèces gazeuses toxiques (à titre indicatif)	21
5.5. Synthèse des critères retenus	22
6. Scénarios d'incendie	23
6.1. Principe.....	23
6.2. Localisation des foyers d'incendie.....	23
6.3. Cinétique de l'incendie et autres hypothèses.....	23
6.4. Activation du système de désenfumage.....	24
6.5. Synthèse des scénarios d'incendie	24
7. Estimation du temps de mise à l'abri	25
8. Modélisation.....	26
8.1. Modélisation de l'enfumage et des effets locaux sur la structure	26
8.1.1. Géométrie	26
8.1.2. Désenfumage	27
8.1.3. Conditions aux limites	27
8.1.4. Autres hypothèses	27
8.2. Modélisation des effets globaux sur la structure	27
9. Résultats et analyses des simulations.....	29

9.1.Scénario 1	29
9.1.1.Propagation de l'incendie	29
9.1.2.Conditions d'évacuation.....	30
9.1.3.Débits de désenfumage.....	32
9.1.4.Sollicitations thermiques sur la structure	33
9.2.Scénario 2	34
9.2.1.Propagation de l'incendie	34
9.2.2.Conditions d'évacuation.....	34
9.2.3.Débits de désenfumage.....	37
9.2.4.Sollicitations thermiques sur la structure	37
9.3.Synthèse des résultats d'évacuation du personnel	39
10. Vérification de la résistance au feu minimale de la structure du bâtiment	40
11. Étude de mode de ruine de la structure – Configuration initiale	42
11.1.Méthodologie et hypothèses de calculs	42
11.1.1.Objectif.....	42
11.1.2.Méthodologie	42
11.2.Hypothèses générales.....	42
11.2.1.Modèles	42
11.2.2.Conditions aux limites.....	43
11.2.3.Sections	43
11.2.4.Matériaux	44
11.2.5.Chargements mécaniques.....	44
11.2.6.Charges permanentes	44
11.2.7.Charges de neige	44
11.2.7.1. Charges de vent	45
11.2.7.2. Combinaisons de charges	47
11.3.Hypothèses de calcul pour le transfert thermique	48
11.4.Scénarios pris en compte.....	49
11.5.Échauffement des sections	50
11.6.Résultats du comportement mécanique des portiques	51
11.6.1.Cellule 1	51
11.6.1.1. SC1_1.....	51
11.6.1.2. SC1_2.....	53
11.6.1.3. SC1_3.....	55
11.6.2.Cellule 4.....	57
11.6.2.1. SC2_1.....	57
11.6.2.2. SC2_2.....	59
11.6.2.3. SC2_3.....	61
11.7.Synthèse des résultats	63
11.8.Préconisations vis-à-vis du risque de ruine en chaîne intra-cellule	64
12. Étude de mode de ruine de la structure – Configuration protégée	67
12.1.Calculs d'échauffement	68
12.2.Résultats du comportement mécanique des portiques	68
12.2.1.Cellule 1	68
12.2.1.1. SC1_1.....	68
12.2.1.2. SC1_2.....	70
12.2.1.3. SC1_3.....	72
12.2.2.Cellule 4.....	74
12.2.2.1. SC2_1.....	74

12.2.2.2. SC2_2.....	76
12.2.2.3. SC2_3.....	78
12.2.3.Synthèse des résultats	80
13. Conclusions	82
ANNEXE A : Évaluation des déplacements admissibles de la structure des cellules adjacentes aux cellules étudiées	84

1. INTRODUCTION

À sa création en 2006, l'établissement FLORENDI a fait l'objet d'une déclaration sous les rubriques suivantes de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement :

- Stockage de produits agro pharmaceutiques (rubrique n°1155),
- Emploi et stockage de substances dangereuses pour l'environnement (rubrique n°1172),
- Stockage de produits explosifs (rubrique n°1311),
- Installations de compression (rubrique 2920),
- Charges d'accumulateurs (rubrique n°2925).

Depuis cette date, les matières utilisées ont évolué et la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement a été profondément remaniée.

L'établissement est désormais soumis à :

- Enregistrement sous la rubrique n°1510 (entrepôts couverts de stockage de produits combustibles), applicable aux cellules de stockage du bâtiment FLORENDI,
- Déclaration pour la rubrique n°2171 (dépôts d'engrais et de supports de cultures), applicable au stockage extérieur de matières premières organiques en big-bags,
- Déclaration pour la rubrique n°4510 (produits dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aigüe 1 ou chronique 1).

Comme demandé par l'arrêté de mise en demeure du 20 novembre 2020, une régularisation administrative du site est nécessaire.

Dans ce contexte, un dossier de demande d'enregistrement au titre de la rubrique 1510 et de déclaration au titre de la rubrique 2171 a été déposé.

La DREAL demande que le dossier soit complété notamment avec « des garanties relatives au comportement du bâtiment en cas d'incendie au regard des enjeux d'évacuation et d'intervention du SDIS » par le biais d'une étude d'ingénierie spécifique telle que prévu à l'article 4 de l'arrêté du 11/04/2017 permettant de :

- vérifier l'absence de scénario d'incendie généralisé avec les caractéristiques du bâtiment et les travaux prévus par l'exploitant. Le cas échéant, les conclusions en matière d'effet d'un incendie généralisé doivent être transmises ;
- vérifier l'adéquation de l'évacuation du personnel et de l'intervention des services de secours avec le comportement de l'installation en cas de feu : des dispositions d'intervention pourront être proposées, notamment s'il apparaît que les risques de ruine vers l'extérieur de l'installation ne peuvent pas être écartés ;
- confirmer la résistance minimale au feu de la structure.

Cette étude d'ingénierie concerne les trois cellules de stockage du bâtiment.

Ce document présente les hypothèses, les scénarios d'incendie proposés et les résultats obtenus dans le cadre de cette étude.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

2.1. DOCUMENTS FOURNIS PAR LE CLIENT

[1] Email de Mme Moignard du 17/05/2021 et documents joints :

2021_04_23_Relevé insuffisance.pdf
6142A1-Altimétrie toiture.pdf
A13a_Flux-thermique-cellule-reception.pdf
A13d_Flux-thermique-stockages-exterieurs.pdf
FLORENDi_DINARD_1510E_19329_0321.pdf
PJ3B_Coupes_Bâtiment.pdf
PV_Clasement_Mur.pdf

[2] Email de Mme Moignard du 16/09/2021 et documents joints :

A13a_Flux-thermique-cellule-reception.pdf
A13b_Flux-thermique-cellule-expedition-Sud.pdf
A13c_Flux-thermique-cellule-expedition-Nord.pdf
A13d_Flux-thermique-stockages-exterieurs.pdf
FLORENDI_DINARD_1510_E_19329_0321.pdf
PJ1_Localisation_IGN.pdf
PJ2_Plan des abords.pdf
PJ3A_Plan d'ensemble.pdf
PJ3B_Coupes_Bâtiment.pdf

[3] Email de M. Gullermic du 20/09/2021 et documents joints :

AT COBERLAN N 50 DOE_17092021145219.pdf
AT HyreneTS DOE_17092021145023.pdf
AT Topfix DOE_17092021144636.pdf
Bardage Xella Ytong.pdf
Coupes-du-Batiment-A1-250eme.pdf
Desenfumage DOE_17092021144449.pdf
Fiches produits DOE_17092021144253.pdf
florendi DI DOE 131115.pdf
Mur coupe feu Xella_17092021150807.pdf
Plan des racks de stockage.pdf
Plan-ensemble et reseaux-Florendi.pdf
PV 1472002 DOE_17092021145432.pdf
Rapport de classement _17092021145517.pdf

[4] Email de Mme Moignard du 15/10/2021 et plan des amenées d'air supplémentaires

[5] Email de Mme Moignard du 14/12/2021 commentant la version A de cette note d'hypothèses

[6] Demande d'enregistrement au titre de la rubrique n°1510 et déclaration au titre de la rubrique n°2171 :

FLORENDI_DINARD_1510_E_19329_0321.pdf. Date : Mars 2021

[7] Coupe sur portique du BATIMENT 1A. Plan n° 03-A. Plans 03.pdf. Date 13/12/2005

[8] Coupe sur portique du BATIMENT 4A. Plan n° 04. Plans 04.pdf. Date 14/12/2005

[9] Plan d'implantation de l'entrepôt. Plan n°01 A. Plans 09.pdf. Date 12/12/2005

- [10] Plan d'élévation du bardage en béton cellulaire constituant les murs CF. Bardage Xella Ytong.pdf
- [11] DOE du bardage extérieur de l'entrepôt. Fiches produits DOE_17092021144253.pdf
- [12] Plans d'ensemble et des réseaux. PJ3A_Plan d'ensemble.pdf. Date Mars 2021
- [13] Email de Mme Moignard du 03/02/2022

2.2. DOCUMENTS REGLEMENTAIRES

- [14] Arrêté du 23 décembre 2008 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts relevant du régime de la déclaration au titre de la rubrique n° 1510 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement
- [15] Arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510
- [16] NF EN 1990 et Annexe Nationale : « Eurocode 0 : Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures », mars 2003 et NF EN 1990/NA Décembre 2011
- [17] NF EN 1991-1-1 et Annexe Nationale : « Eurocode 1 Partie 1-1 : Actions sur les structures » Mars 2003 et NF EN 1991-1-1/NA mai 2009
- [18] NF EN 1991-1-2 et Annexe Nationale : « Eurocode 1 Partie 1-2 : Actions sur les structures exposées au feu » Juillet 2003 et NF EN 1991-1-2/NA Février 2007
- [19] NF EN 1993-1-1 et Annexe Nationale : « Eurocode 3 : Calcul des structures en acier– Partie 1.1 : Règles générales et règles pour le bâtiment », Octobre 2005 et NF EN 1993-1-1/NA (Mai 2007)
- [20] NF EN 1993-1-2 et Annexe Nationale : « Eurocode 3 : Calcul des structures en acier– Partie 1.2 : Règles générales – Calcul du comportement au feu », Novembre 2005 et NF EN 1993-1-2/NA (Octobre 2007)
- [21] Arrêté du 24 décembre 2007 portant approbation des règles de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les gares

2.3. AUTRES DOCUMENTS

- [22] LENAS – Logiciel de simulation du comportement mécanique des structures métalliques soumises à un incendie – Article de la Revue de la Construction Métallique n°3 (1999) et Rapport de validation et de justification n°INC-98/171-GF/IM
- [23] Documentation Fire Dynamics Simulator (version 6.7.0 - NIST) :
 - User's Guide. K. B. McGrattan, R. McDermott, S. Hostikka, J. Floyd (special publication 1019, 26/06/2018)
 - Technical Reference Guide - Volume 2: Verification Guide. K. B. McGrattan, S. Hostikka, R. McDermott, J. E. Floyd, C. Weinschenk & K. Overholt (NIST Special Publication 1018, 26/06/2018)
- [24] Documentation CFAST (Version 6) :
 - NIST Special Publication 1026. Technical Reference Guide. CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6). Walter W. Jones, Richard D. Peacock, Gleen P. Forney, Paul A. Reneke.
 - NIST Special Publication 1041r1. User's Guide. CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6). Richard D. Peacock, Paul A. Reneke, Gleen P. Forney.
- [25] Guide de bonnes pratiques pour les études d'ingénierie du désenfumage – Établissements recevant du public – LCPP – Juillet 2017 – ISBN : 978-2-11-151968-8
- [26] The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. National Fire Protection Association. 3ème Édition. 2002
- [27] Plans de rajout d'un système de contreventement : Bâtiment FLORENDI - 35 DINARD - Modifications.pdf

3. DESCRIPTION DE L'ENTREPOT ETUDIE

3.1. GEOMETRIE ET CARACTERISTIQUES CONSTRUCTIVES DES CELLULES

Le bâtiment à simple Rez-de-Chaussée est compartimenté en quatre cellules constituées de charpentes métalliques indépendantes structurellement, repérées de 1 à 4 depuis le Nord vers le Sud (voir figure ci-dessous). Ces cellules sont séparées par des dalles de bardage en béton cellulaire REI 120 dépassant de 1 m au-dessus de la toiture. Ces parois sont fixées par des crapauds en nylon dont la température de fusion est de 220°C. Certaines fixations possèdent une longueur de pattes acier et cette dernière est soudée au poteau métallique adjacent. Il est à noter que

Les ouvertures entre cellules sont équipées de portes coupe-feu asservies à la détection incendie.

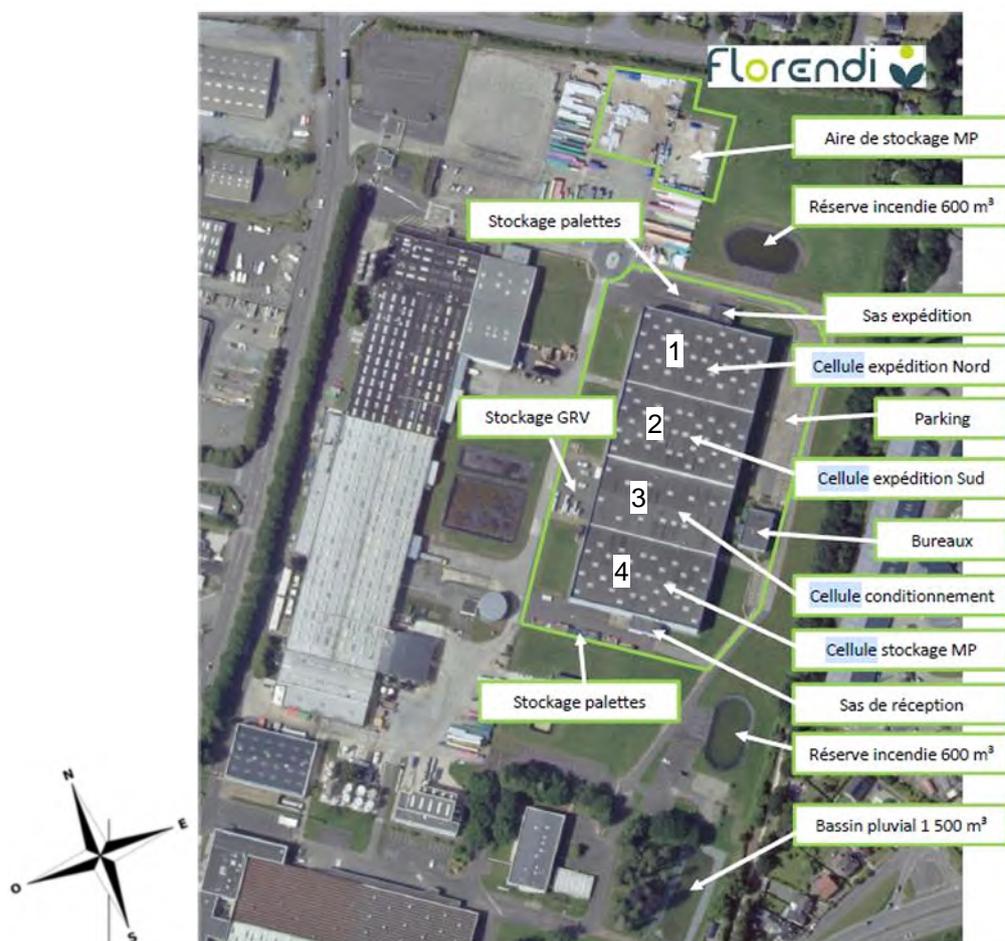


Figure 3-1 : Plan de masse du site

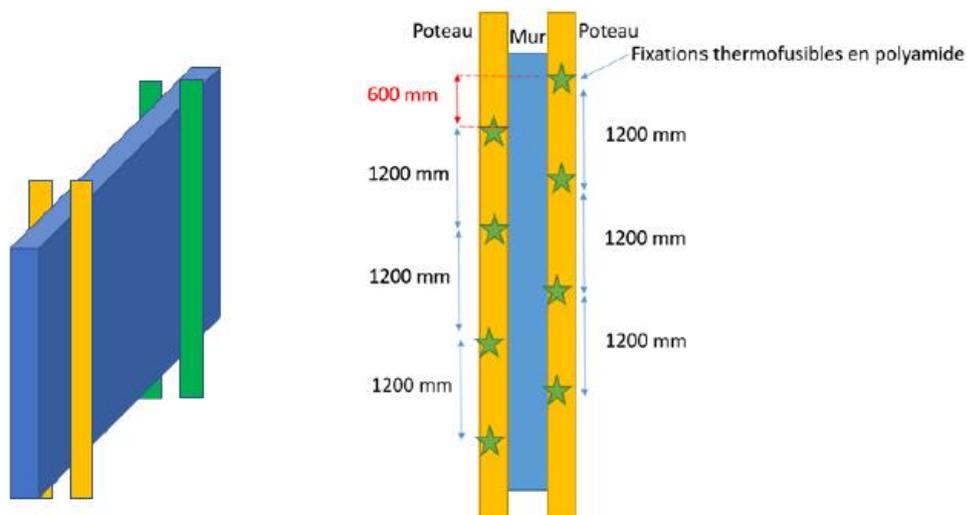


Figure 3-2 : Fixation des murs CF

La surface au sol des cellules est d'environ 41 m x 72 m hormis la cellule 3 qui a une surface au sol de 38 m x 72 m. La hauteur sous pannes est en moyenne de 11,8 m pour les cellules 1 et 2 et de 9,3 m pour les cellules 3 et 4. Chaque cellule est constituée de portiques en Profilés Reconstitués Soudés (PRS) de 12 m d'entraxe hormis la cellule 3 qui présente un entraxe de 6 m.

Note : La cellule 3 de conditionnement n'est pas classée 1510 et ne fait donc pas partie du champ de cette étude.

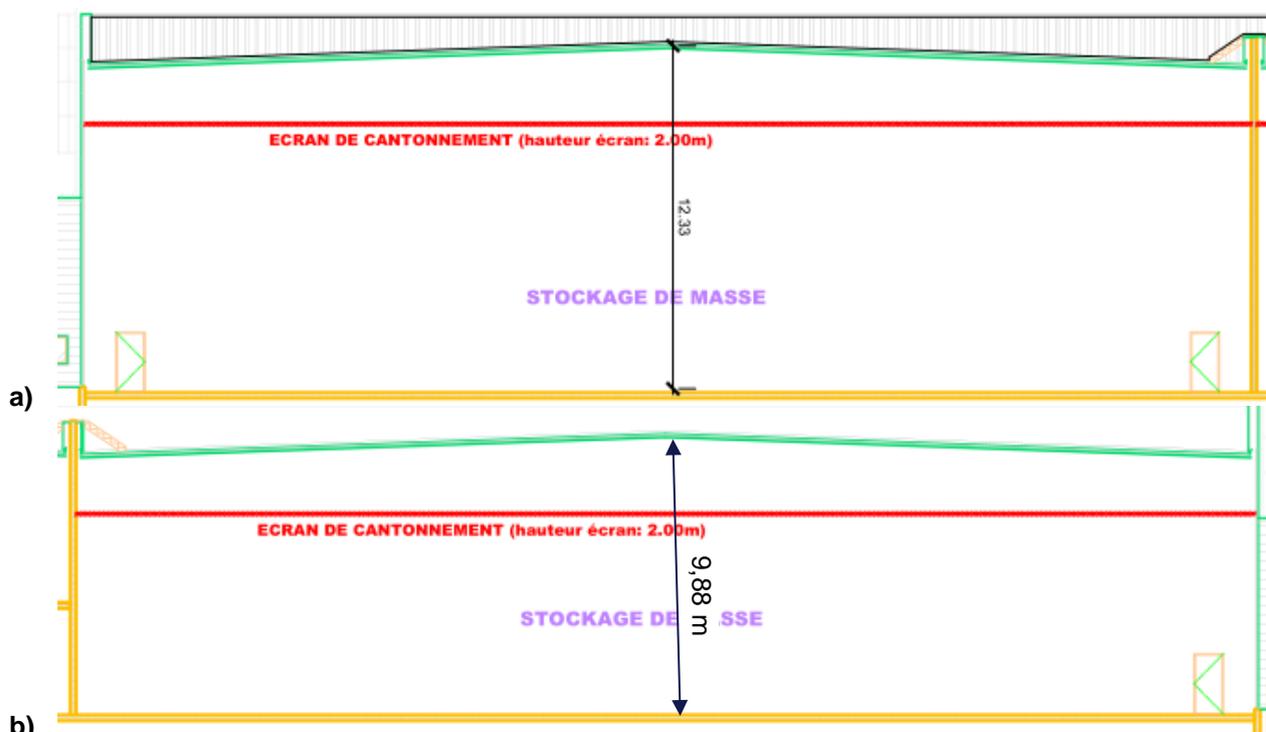


Figure 3-3 : Coupes latérales a) de la cellule 1 ou 2, b) de la cellule 4

3.2. MATERIAUX

Les parois extérieures sont réalisées en bardage métallique simple peau.

Les parois séparatives autoportantes sont réalisées en béton plein incombustible M0.

La toiture des cellules de stockage est réalisée en bac acier avec isolant interne en laine de roche et étanchéité extérieure en bitume SBS. Elle est supportée par des pannes et des poutres métalliques.

Les sols des locaux de stockage sont en béton.

3.3. STOCKAGE

Le stockage est répertorié dans les rubriques 4510 et 1510 (produits combustibles tels que plastiques, cartons...) de la réglementation ICPE. La figure suivante présente sa distribution.

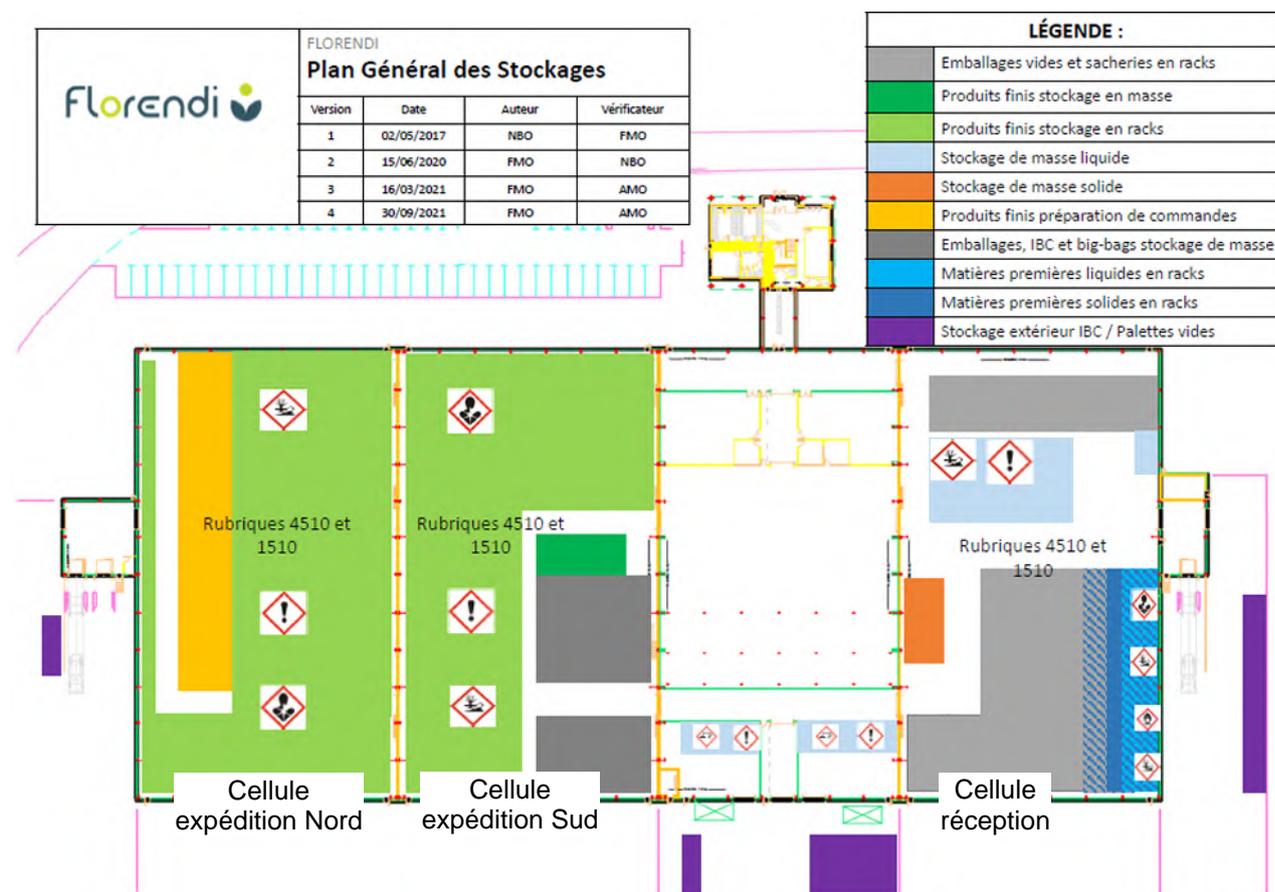


Figure 3-4 : Répartition des rubriques de stockage sur le site FLORENDI

Les 3 cellules de stockage offrent une capacité de stockage cumulée de :

- 24 000 m³ pour la cellule de réception (3 000 m² - Hauteur stockage 8 m),
- 30 000 m³ pour chacune des 2 cellules d'expédition (3 000 m² - Hauteur de stockage 10 m).

La largeur minimale de 2 m entre racks est respectée.

Les figures suivantes présentent la disposition des racks dans les deux cellules d'expédition et dans la cellule de réception.

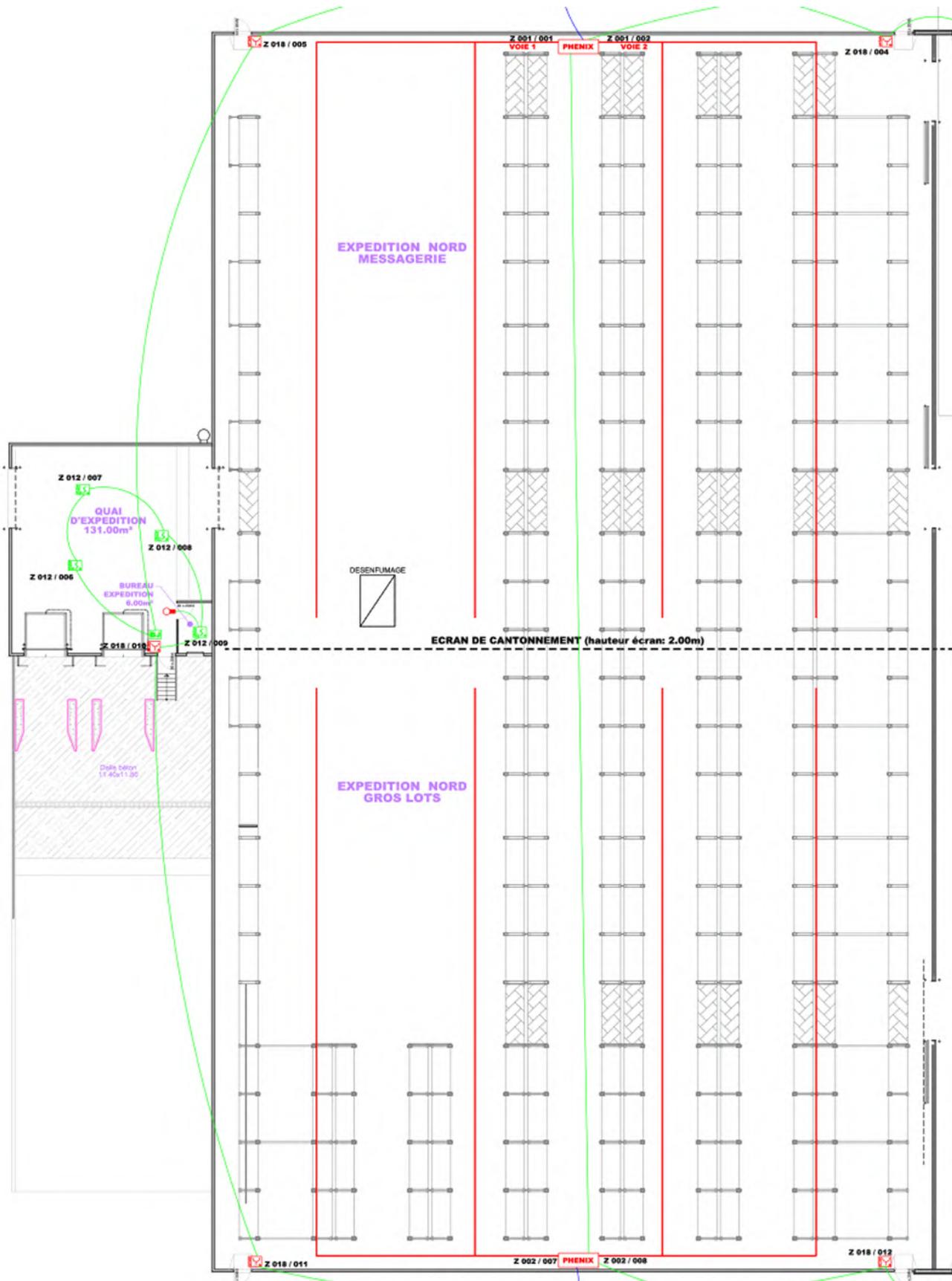


Figure 3-5 : Répartition du stockage dans la cellule d'expédition Nord

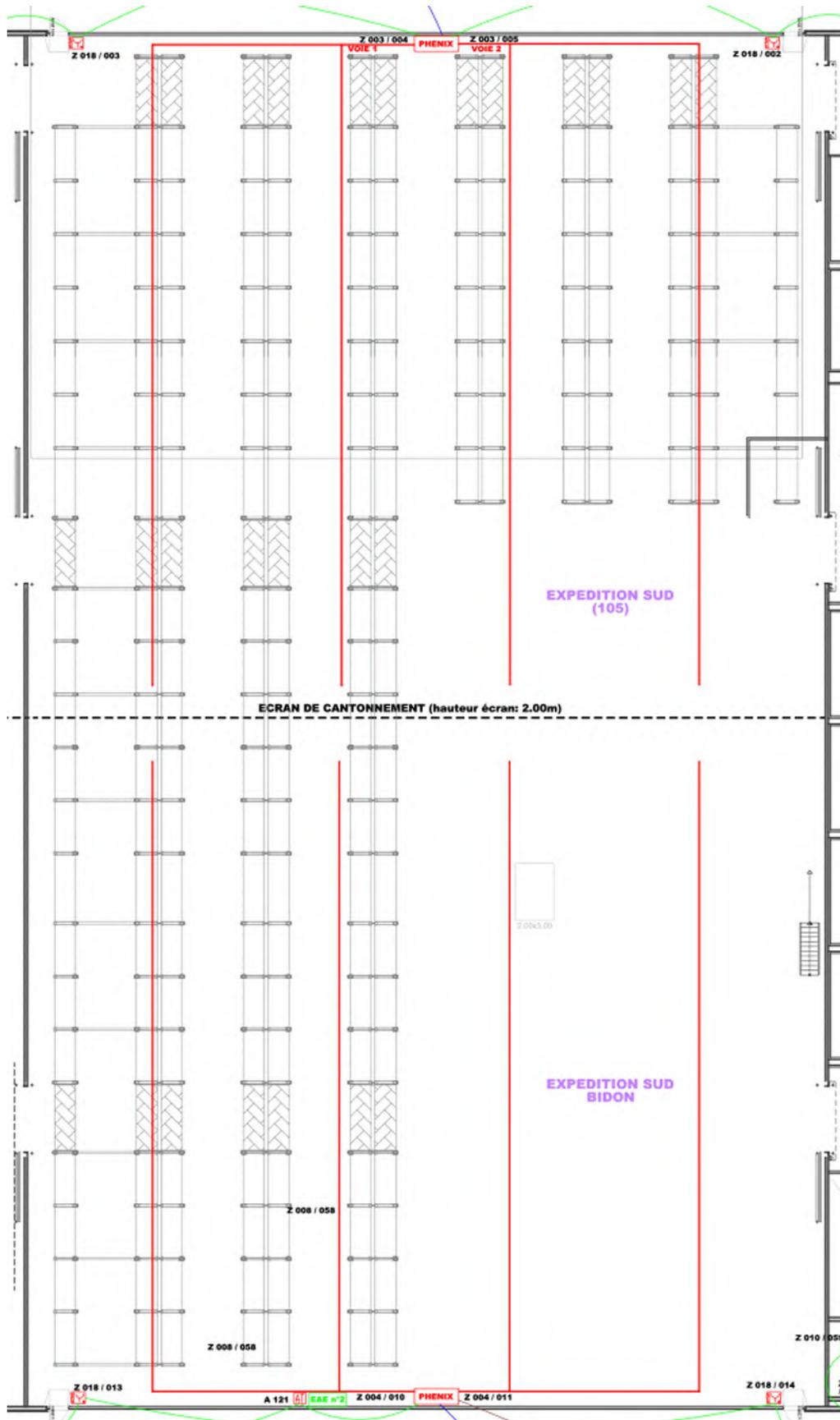


Figure 3-6 : Répartition du stockage dans la cellule d'expédition Sud

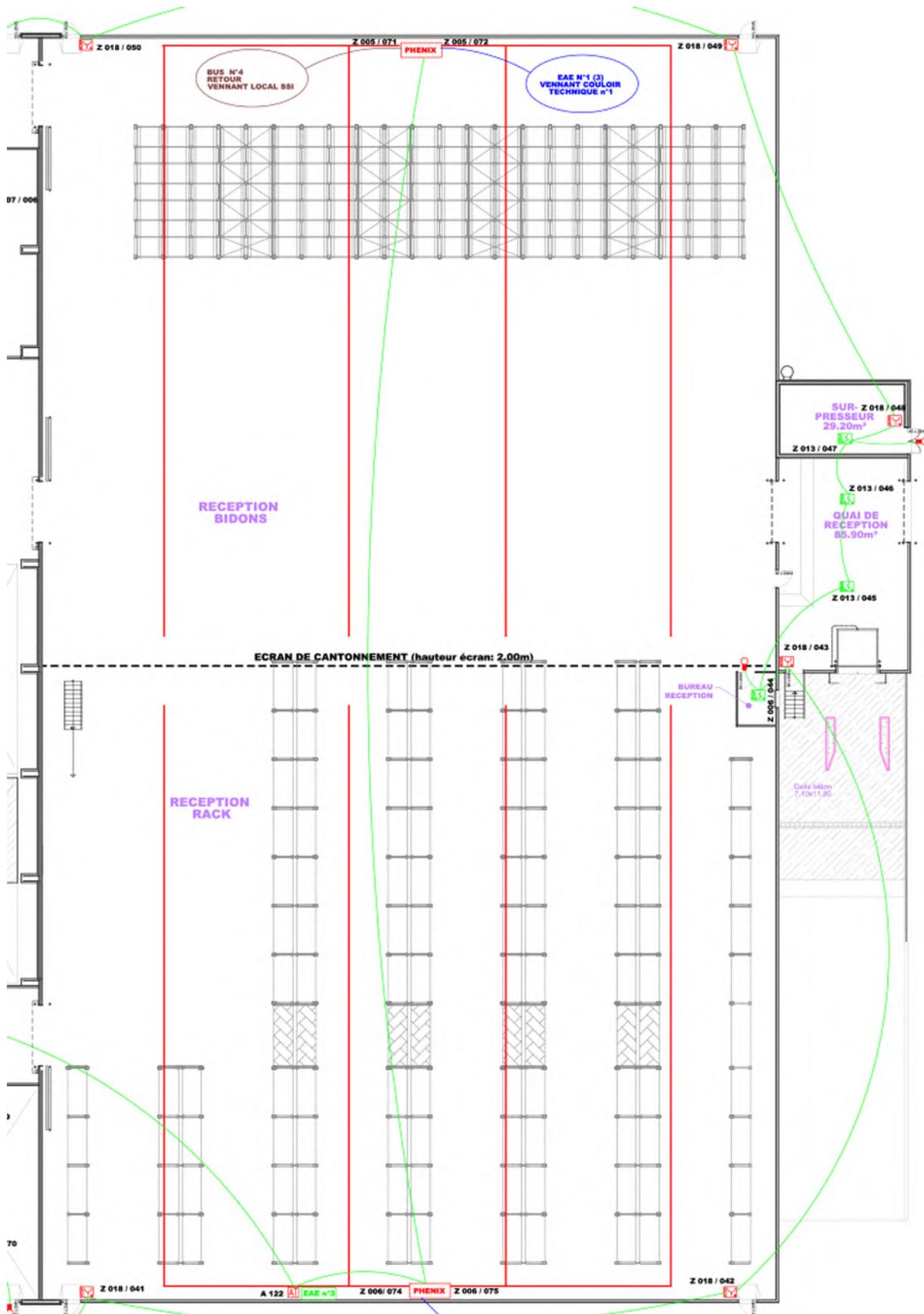


Figure 3-7 : Répartition du stockage dans la cellule de réception

3.4. SYSTEME DE DESENFUMAGE

3.4.1. Cantonnement

Les cellules de stockage de 3 000 m² sont recoupées en deux cantons de désenfumage de 1500 m² conformément aux exigences règlementaires [15]. La retombée des écrans de cantonnement est de 2 m. La Figure 3-8 montre leur emplacement.

3.4.2. Évacuation de fumées

Des exutoires de désenfumage sont installés en toiture ; ils couvrent une surface utile supérieure ou égale à 2 % de chaque canton.

Chaque canton de 1 500 m² comprend 8 exutoires (localisés sur la Figure 3-8) de surface géométrique unitaire 6 m², et de surface utile (SUE) unitaire 4,20 m² (soit un coefficient aéralique de 0,7). La SUE par canton est donc de 33,6 m². La commande manuelle est déportée en 2 points opposés.

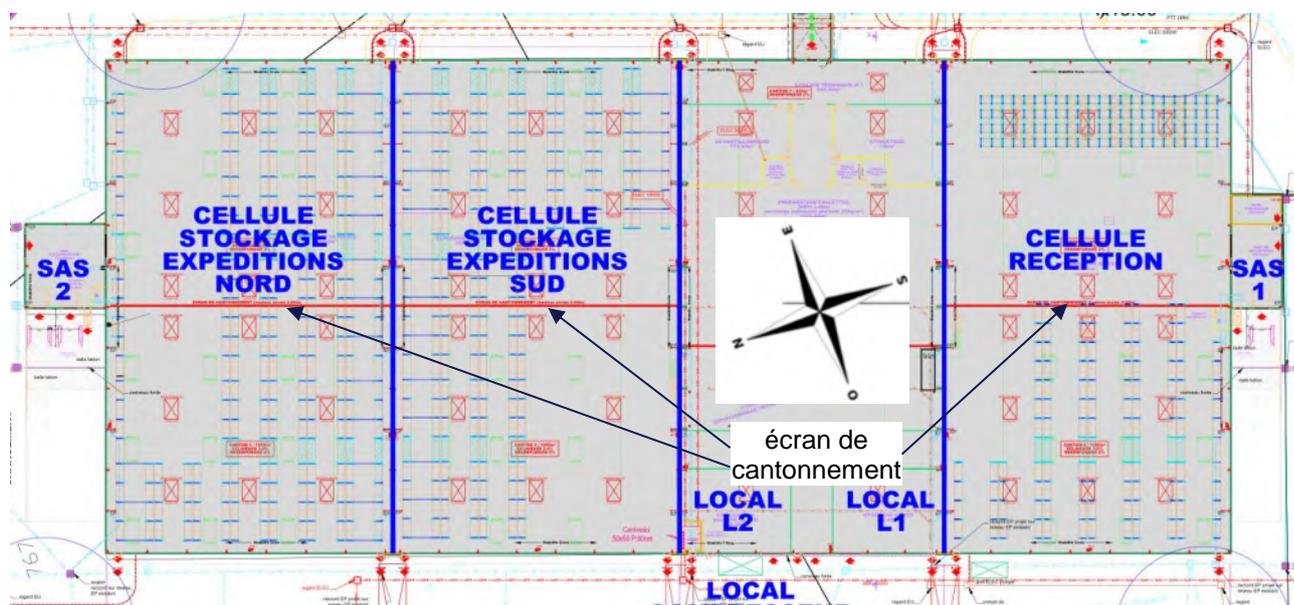


Figure 3-8 : Disposition des écrans de cantonnement et des exutoires

3.4.3. Amenées d'air

Chaque cellule possède 4 portes piétonnes, de 2 m² chacune, une à chaque coin sur les façades Est et Ouest.

De plus, les deux cellules aux extrémités (expédition Nord et réception) donnent sur un sas via une porte sectionnelle. La cellule réception possède aussi une porte piétonne vers le sas 1. La surface d'ouverture de ces sas sur l'extérieur est supérieure à celle de la cellule sur le sas. La figure suivante montre l'emplacement de ces ouvertures :

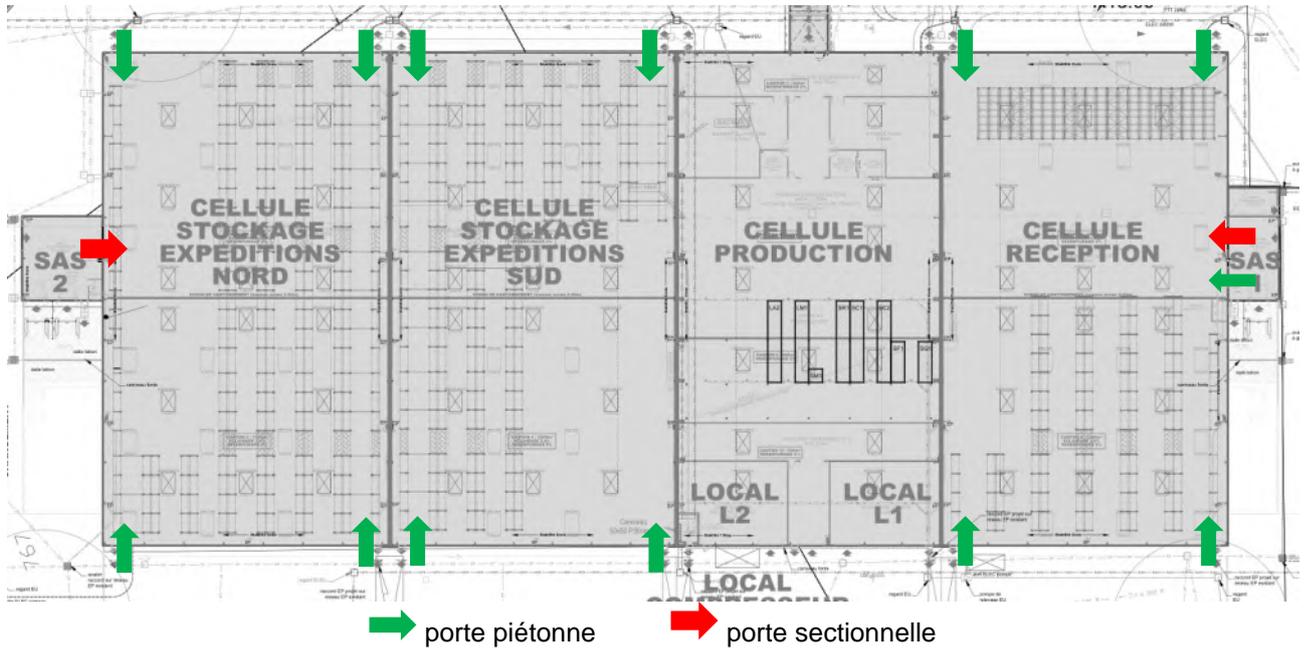


Figure 3-9 : Disposition des amenées d'air réalisées par les portes

L'ajout de rideaux métalliques est prévu pour que la surface totale d'amenée d'air de chaque cellule soit égale à la SUE du plus grand canton, soit 33,6 m². Ces rideaux seront ouverts manuellement en cas d'incendie.

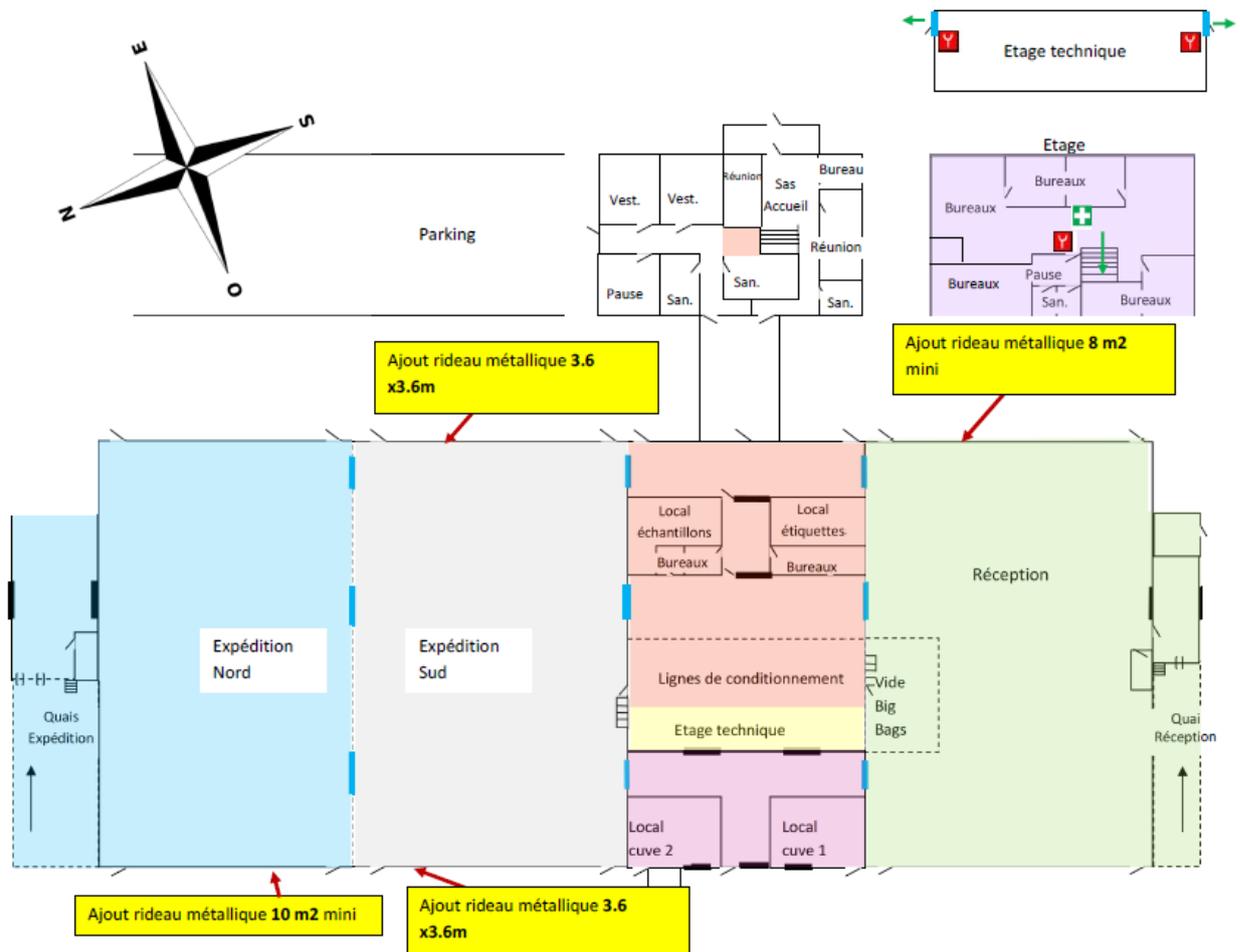


Figure 3-10 : Disposition des amenées d'air [4] réalisées par les rideaux métalliques

Le tableau suivant résume les différentes amenées d'air de chaque cellule étudiée :

	porte piétonne	porte sectionnelle	ajout rideaux métalliques	total amenée d'air
Expédition Nord	4 portes (8 m ²)	1 porte (15,75 m ²)	10 m ²	33,75 m ²
Expédition Sud	4 portes (8 m ²)	0 porte	25,75 m ²	33,75 m ²
Réception	5 portes (10 m ²)	1 porte (15,75 m ²)	8 m ²	33,75 m ²

Tableau 3-1 : Synthèse des surfaces d'amenées d'air

3.5. SYSTEME D'EXTINCTION AUTOMATIQUE

L'entrepôt ne dispose pas de système de sprinklage dans les cellules.

3.6. SYSTEME DE SECURITE INCENDIE

Une détection incendie par aspiration à haute sensibilité est déployée dans tous les locaux du bâtiment. Elle est reliée à une centrale implantée dans le bâtiment administratif. Une télésurveillance permet de reporter les alertes vers le personnel FLORENDI et la société de gardiennage du site industriel.

Il n'y a pas de temporisation entre une détection de fumée ou un déclenchement par déclencheur manuel et la diffusion de l'alarme générale (les diffuseurs sonores retentissent pendant 5 minutes).

Il n'y a pas de temporisation entre une détection incendie et le déclenchement des exutoires. À noter que les déclencheurs manuels ne pilotent que l'unité de gestion des alarmes (UGA).

Il n'y a pas de non plus de temporisation entre l'alarme et la fermeture des portes coupe-feu.

3.7. ÉVACUATION DU PERSONNEL

La tranche d'effectif de la société est comprise entre 20 et 49 personnes.

Chaque cellule de stockage dispose de 4 issues de secours de 1 unité de passage à chaque coin, comme le montre la figure suivante.

De plus, la cellule réception dispose d'une autre issue vers le sas adjacent, et la cellule expédition Nord et la cellule réception disposent de portes de quais (représentées par une flèche rouge sur la figure ci-dessous) donnant sur les sas adjacents et servant à l'évacuation.

Comme le prévoit la réglementation, le nombre minimal de ces dégagements permet que tout point de l'entrepôt ne soit pas distant de plus de 75 mètres (parcours d'une personne dans les allées) d'un espace protégé, et 25 mètres dans les parties de l'entrepôt formant cul-de-sac.

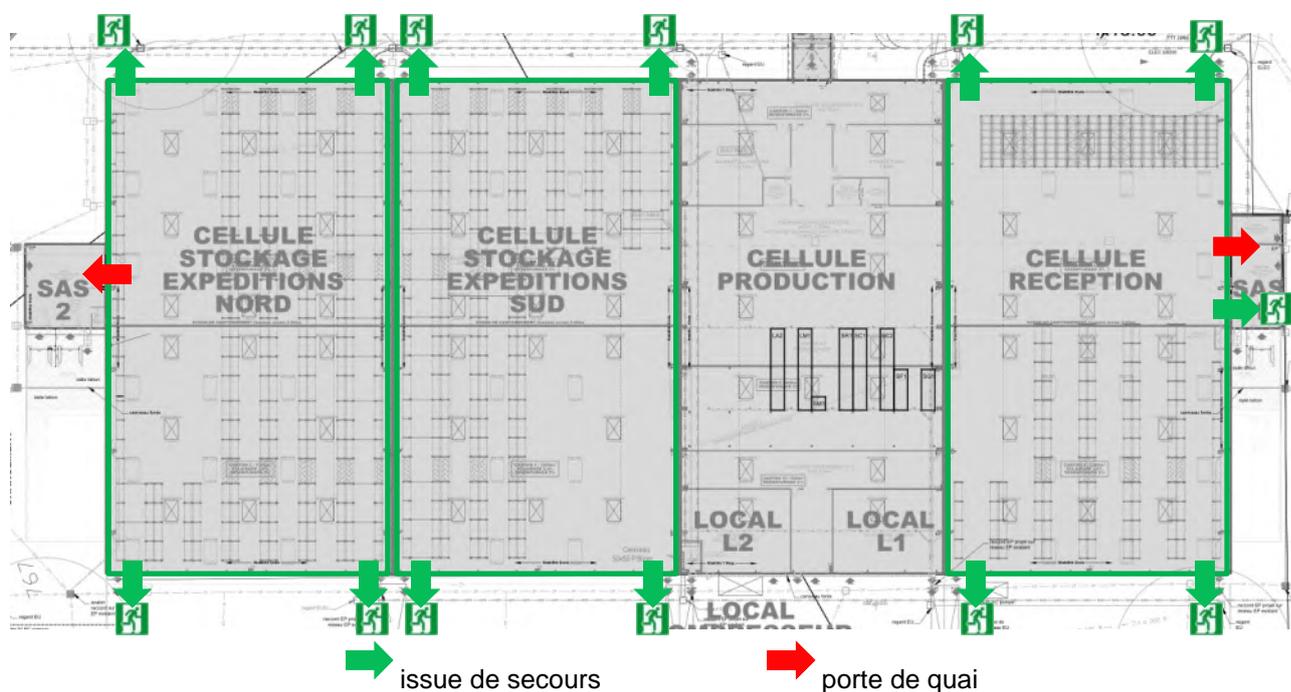


Figure 3-11 : Implantation des issues de secours des 3 cellules de stockage

4. METHODOLOGIE GENERALE DE L'ETUDE

Dans un premier temps, l'objectif de cette étude est d'analyser les notes de calculs réalisées par Ecodiag pour déterminer la résistance au feu minimale de la structure sous feu conventionnel ISO834.

Puis en se basant sur les prescriptions de l'arrêté du 11 Avril 2017 et la demande de la DREAL, la présente étude d'ingénierie incendie aura pour objectif de vérifier les exigences suivantes :

- **Exigence 1** : En cas d'incendie réel se déclarant au sein de la cellule de stockage, il n'y a pas un effondrement de la structure vers l'extérieur,
- **Exigence 2** : En cas d'incendie réel se déclarant au sein de la cellule de stockage, il n'y a pas de ruine en chaîne au sein même de la zone sinistrée (pas de ruine en chaîne intra cellule),
- **Exigence 3** : En cas d'incendie réel se déclarant au sein de la cellule de stockage, il n'y a pas de risque de propagation à la cellule voisine (pas d'effet domino),
- **Exigence 4** : En cas d'incendie réel se déclarant au sein de la cellule de stockage, la cinétique d'incendie et la cinématique de ruine est compatible avec l'évacuation des personnes et l'intervention des services de secours.

Concernant l'exigence 1, il s'agira de vérifier que la ruine s'effectue bien vers l'intérieur (c'est-à-dire dans l'emprise du bâtiment).

Concernant l'exigence 2, il s'agira de vérifier qu'au moment de la ruine, la température des gaz chauds loin du départ d'incendie dans les cellules dépasse 272°C (température qui ne permet pas la présence humaine à proximité).

Concernant l'exigence 3, il s'agira de vérifier que les déplacements horizontaux en tête des poteaux adjacents aux murs coupe-feu sont inférieurs aux déplacements horizontaux admissibles de la structure métallique de la cellule adjacente (soit 93,87 cm pour la cellule 1 et 45,93 cm pour la cellule 4) conformément à l'Annexe. Ces valeurs correspondent aux déplacements maximaux en tête des poteaux adjacents aux murs coupe-feu avant la ruine des portiques, dû à un effort horizontal en têtes de ces poteaux appliqué vers l'extérieur. En plus, il s'agira de vérifier qu'aux instants de la ruine des poteaux adjacents aux murs coupe-feu, la température des gaz chauds est supérieure à 220°C (température de fusion des attaches fusibles) pour éviter un risque prématuré de ruine de ces murs.

Concernant l'exigence 4, il s'agira de vérifier que la ruine (locale ou globale) de la structure apparaît après l'évacuation des personnes. Le temps de ruine sera alors comparé au délai d'évacuation global défini dans le §5. De plus, il s'agira également de vérifier que les conditions de tenabilité sont dépassées avant la ruine (locale ou globale) de la structure.

Compte-tenu du type de stockage (racks, process), et de la similitude structurelle de certaines cellules, sur la base des informations actuelles en notre possession, seules deux cellules sont proposées à l'étude : la cellule de réception stockage MP et une des deux cellules expédition Nord et Sud dans la mesure où ces dernières sont similaires ; la cellule conditionnement n'étant pas classée 1510, elle ne sera pas intégrée à la présente étude d'ingénierie.

À noter également que l'étude présentée réalisée ne concerne que l'étude de la structure principale du bâtiment et ne concerne pas les aménagements intérieurs.

4.1. ÉTAPE 0 : ANALYSE DES NOTES DE CALCULS JUSTIFIANT LA RESISTANCE AU FEU MINIMALE DE LA STRUCTURE DU BATIMENT

Cette étape consistera à étudier le diagnostic technique réalisé par Ecodiag et analyser les notes de calculs associées afin de vérifier que la stabilité sous feu ISO estimée à 7 minutes est correcte.

4.2. ÉTAPE 1 : DEFINITION DES SCENARIOS D'INCENDIE REEL

En fonction des caractéristiques du stockage (nature, hauteur, quantité, mode de stockage, répartition au sol, etc.) et de sa localisation par rapport aux éléments porteurs de la structure, plusieurs scénarios d'incendie réel sont définis. Ils sont judicieusement choisis en fonction de la configuration de l'entrepôt en termes de stockage et de schéma structurel.

4.3. ÉTAPE 2 : CALCUL DU DEVELOPPEMENT DE L'INCENDIE

Il s'agit alors de modéliser chaque cellule afin de réaliser par la suite les simulations numériques du développement de l'incendie dans les cellules en utilisant un modèle de champ et un modèle de zones.

Le modèle de champ de dynamique des fluides utilisé est FDS, code développé par le NIST¹ [23] et utilisé par Efectis France depuis des années. Il intègre un modèle de combustion par suivi de la fraction de mélange et un modèle à grandes échelles (LES) pour la description des écoulements turbulents. Il a fait l'objet d'adaptations et de validations dans le domaine de la sécurité incendie au sein d'Efectis France. En particulier les résultats avec FDS ont été confrontés à des essais à échelle réelle.

Cet outil permet la modélisation tridimensionnelle des ouvrages et prend en compte les conditions d'échanges thermiques au niveau des parois, les conditions d'évacuation des gaz chauds et l'admission d'air frais.

Le modèle de zones utilisé est CFAST, code développé par le NIST² [24]. Ce modèle résout les équations de bilan d'énergie et de masse appliquées à des zones de propriétés homogènes qui sont définies sur la base d'hypothèses de stratification parfaite. Ces zones sont donc définies sur la base de plusieurs compartiments qui sont divisés en une zone chaude (de fumées et de gaz chauds) et une zone froide (pouvant également contenir des produits de la combustion).

Cet outil de calcul a été adapté et validé au sein d'Efectis France pour la simulation d'incendies dans de nombreux bâtiments (entrepôts, salles de spectacles, hangars, ...).

Cette étape permet d'apprécier si les conditions d'enfumage dans les cellules sont compatibles avec l'évacuation des personnes et l'intervention des services de secours, selon les critères de tenabilité définis au § 0 et de récolter les sollicitations thermiques reçues par les éléments de structure au cours de l'incendie pour permettre ensuite l'étude du comportement au feu des cellules.

4.4. ÉTAPE 3 : ÉCHAUFFEMENT DES ELEMENTS DE STRUCTURE

Cette étape consiste, pour chaque scénario, à déterminer l'évolution en fonction du temps de la température dans les éléments de structure.

L'échauffement sera déterminé à l'aide des modèles de calcul simplifiés et/ou avancés de l'Eurocode 3 partie 1-2 + AN.

4.5. ÉTAPE 4 : COMPORTEMENT AU FEU DE LA STRUCTURE PORTEUSE

Cette étape consiste à évaluer le comportement au feu en situation d'incendie réel du bâtiment à l'aide d'un logiciel thermo-élasto-plastique aux éléments finis en considérant les lois de comportement définies dans l'Eurocode 3 partie 1-2 + AN.

Pour cela, la structure est dans un premier temps modélisée, puis à partir de l'évolution en fonction du temps de la température dans les éléments de structure, son comportement au feu est étudié pour chaque scénario à l'aide des méthodes de calculs avancés définies dans l'Eurocode 3 partie 1-2 + AN.

Il s'agit dans cette phase d'examiner les exigences fixées au regard des résultats obtenus dans les étapes définies précédemment.

Lors de cette étape, la compatibilité entre la cinématique de ruine de la structure des cellules avec l'évacuation des personnes et l'intervention des services de secours est vérifiée.

¹ NIST : National Institute of Standards and Technology , Building and Fire Research Laboratory (www.bfrl.nist.gov) (<http://fast.nist.gov>)

² NIST : National Institute of Standards and Technology , Building and Fire Research Laboratory (www.bfrl.nist.gov) (<http://fast.nist.gov>)

5. CRITERES ASSOCIES A LA TENABILITE DES PERSONNES ET DES SERVICES DE SECOURS

Les simulations qui seront réalisées pour chacun des scénarios retenus permettront de déterminer l'évolution au cours du temps de:

- La température ;
- La visibilité (concentration en suies) atteinte dans l'ensemble des volumes modélisés.

Les simulations permettront de définir ainsi une cartographie des conditions en chaque point du volume et en fonction du temps afin de déterminer les délais de perte des conditions de tenabilité. Les conditions seront ainsi examinées au regard des délais d'évacuation.

L'analyse des simulations sera effectuée pour les différents scénarios retenus et les conclusions seront données pour chacun de ces scénarios.

Afin de vérifier l'atteinte des objectifs pour la sécurité des personnes, des critères quantitatifs leur sont associés pour l'évaluation de chacun d'eux.

5.1. TEMPERATURE DES GAZ

Des gênes respiratoires chez les personnes restent « supportables » pendant 30 minutes si elles sont à moins de 60°C³. Par ailleurs, un retour d'expérience d'un feu dans une école montre que le passage d'une pièce protégée vers un couloir contenant une atmosphère hostile est réalisable jusqu'à une température de 65°C⁴. Pour les services de secours, on pourra retenir une température ambiante de 100°C⁵. De façon sécuritaire, on retiendra une température seuil de 40°C pour le personnel de l'entrepôt.

5.2. VISIBILITE (COEFFICIENT D'EXTINCTION LUMINEUSE)

La visibilité est une conséquence sur les personnes de l'opacité des fumées en fonction de ce que l'on cherche à voir. L'opacité se mesure sous forme de densité optique ou de coefficient d'extinction (paramètre de perte de lumière transmise ou diffusée provoquée par la présence de particules). La valeur du coefficient d'extinction (ou de la visibilité) à retenir dépend fortement de l'ouvrage et des conditions d'évacuation (balisage de sécurité, etc.). En similitude avec ce qui est demandé pour les études d'ingénierie de désenfumage pour les ERP [25], une visibilité de 20 mètres correspond à un coefficient d'extinction de 0,4 m⁻¹ en considérant des signaux directs⁶. **Cette distance est valable uniquement dans le cas d'un bon balisage de sécurité (blocs autonomes tous les 15 m) dans la cellule.** Pour les services de secours, il pourra être retenu le critère de 0,8 à 1,6 m⁻¹ pour le coefficient d'extinction, correspondant à une visibilité allant de 10 à 5 mètres dans le cas d'un signal direct ; les services de secours sachant se déplacer dans des milieux hostiles en intervention.

5.3. FLUX THERMIQUE RADIATIF

Un flux critique admissible de 2 kW/m² et 5 kW/m² peut être retenu respectivement pour les personnes et les services de secours [25].

5.4. CONCENTRATION EN ESPECES GAZEUSES TOXIQUES (A TITRE INDICATIF)

Le feu dégage aussi des substances toxiques, dont la nature varie selon les combustibles participant à son développement. Le monoxyde de carbone est généralement la substance prépondérante, car hautement toxique et produite en grandes quantités.

Une concentration en monoxyde de carbone de 1200 ppm représente la plus forte concentration qu'un être humain est susceptible de respirer pendant 30 min sans risquer d'effet irréversible pour sa santé. À titre indicatif, des maux de tête apparaissent après 15 min d'exposition à 1200 ppm, ou 10 min à 2600 ppm.

La toxicité cumulée des différentes substances présentes dans les fumées est évaluée par référence à une concentration locale en monoxyde de carbone équivalente. Ainsi une concentration en monoxyde de carbone

³ Le sapeur-pompier magazine - Hors-série Accidents ferroviaires de Septembre 2008.

⁴ Fire Protection Handbook - Section3/Chapter 1 - G. E. Hartzell - Combustion products and their affects on life safety.

⁵ Ce seuil est généralement validé par les pompiers dans les études d'ingénierie du désenfumage dans les ERP.

⁶ SFPE HANDBOOK - Section1/Chapter 25 - G. Mulholland - Smoke production and properties

de 150 ppm permet de caractériser les premiers effets irréversibles du mélange représentatif des fumées dégagées. On note que les résultats obtenus pour cette grandeur sont donnés à titre indicatif.

Aucun critère de toxicité n'est retenu pour les services de secours, compte tenu de leurs appareils respiratoires isolants (ARI).

5.5. SYNTHÈSE DES CRITÈRES RETENUS

Le tableau ci-dessous synthétise les critères de tenabilité pour les personnes et les services d'intervention pris en compte pour l'étude. Ils seront étudiés à hauteur d'homme, soit à 2 m au-dessus du sol pour le personnel, et à 1 m pour les services de secours.

Paramètres	Seuils pour les personnes	Seuils pour les services de secours
Température des gaz	40 °C	100 °C
Coefficient d'extinction (visibilité des signaux directs)	0,4 m ⁻¹ (20 m)	1,6 m ⁻¹ (5 m)
Flux thermique radiatif (température de couche chaude)	2 kW.m ⁻² (160°C)	5 kW.m ⁻² (270°C)
Concentration en CO (à titre indicatif)	150 ppm	-

Tableau 5-1 : Synthèse des critères retenus pour l'atteinte des objectifs

6. SCENARIOS D'INCENDIE

6.1. PRINCIPE

Le but de ce paragraphe est de définir les scénarios d'incendie proposés sur la base du potentiel calorifique présent dans chaque cellule étudiée. Les scénarios proposés doivent permettre d'une part de vérifier les conditions d'évacuation en début d'incendie et d'autre part d'étudier le mode de ruine de la structure ainsi que son incidence sur la structure porteuse.

Il s'agit ainsi de caractériser le développement du feu en fonction du temps (surface, débit calorifique, production de suies).

6.2. LOCALISATION DES FOYERS D'INCENDIE

Les scénarios retenus prennent en compte la situation la plus défavorable à la fois pour l'étude du mode de ruine et pour l'étude de compatibilité entre l'enfumage et l'évacuation et l'intervention.

La zone de départ de feu de chaque scénario envisagé est indiquée sur la figure ci-dessous. De manière sécuritaire, la cellule d'expédition Sud est retenue plutôt que celle d'expédition Nord car elle ne possède pas d'amenées d'air sur ses murs longitudinaux. Toutes les amenées d'air décrites au § 3.4.3 comprenant les portes piétonnes, les portes sectionnelles et les futurs rideaux métalliques supplémentaires sont pris en compte dans chaque cellule.

Seuls des scénarios au bord des cellules sont proposés car ils sont représentatifs de n'importe quel autre départ de feu vis-à-vis des analyses effectuées.

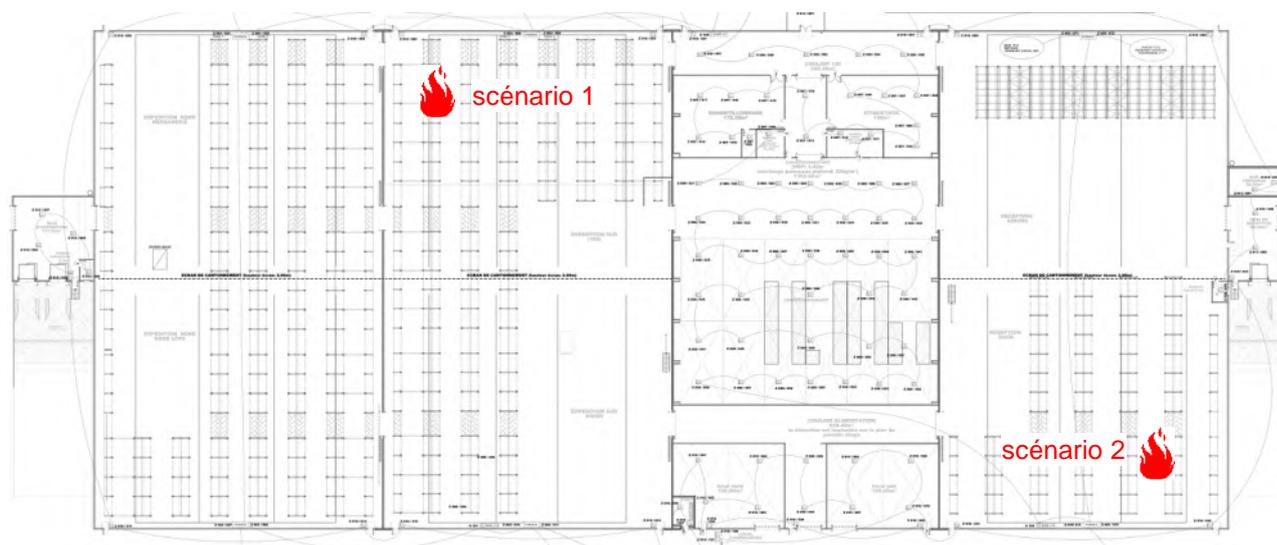


Figure 6-1 : Localisation des départs de feu

6.3. CINÉTIQUE DE L'INCENDIE ET AUTRES HYPOTHESES

L'évolution temporelle du débit calorifique Q d'un incendie est typiquement parabolique:

$$Q=(t/\alpha)^2$$

Avec:

- t : temps en secondes
- α : coefficient de cinétique en $s/MW^{0,5}$

On retiendra une cinétique d'incendie dite rapide ($\alpha = 150 s/MW^{0,5}$), représentée sur la figure ci-dessous :

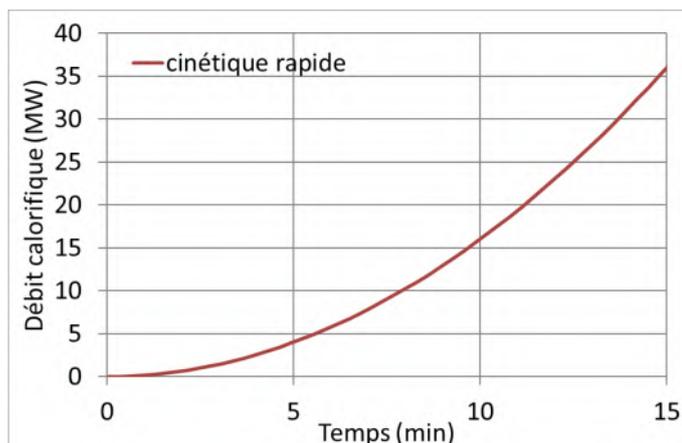


Figure 6-2 : Évolution du débit calorifique

Les départs d'incendie se feront depuis le bas des racks de stockage, puis remonteront en « V » vers le haut pendant les 10 premières minutes de feu. Les faces des racks brûleront avec un débit calorifique surfacique typique de 250 kW/m², représentatif du combustible présent.

À partir de 5 minutes, l'incendie pourra se propager aux autres racks selon un critère d'inflammation de 12 kW/m². La même cinétique rapide et le même débit calorifique surfacique de 250 kW/m² sont appliqués sur chaque face de rack pour cette propagation.

Le type de combustible considéré pour tous les scénarios sera un mélange représentatif de combustibles à 50% de type polyuréthane et à 50% de type cellulosique, avec les caractéristiques suivantes, basées sur le SFPE Handbook of Fire Protection Engineering [26]

- Chaleur de combustion: 20 MJ/kg
- Taux de production de suie: 0,055
- Taux de production de CO: 0,021
- Formule C_{4.85} H_{6.65} O_{2.3} N_{0.5}

6.4. ACTIVATION DU SYSTEME DE DESENFUMAGE

Dans les simulations, l'ouverture des exutoires s'effectuera 1 minute après le départ de feu (temps sécuritaire pour une détection par aspiration sous la hauteur des cellules, sachant que le désenfumage est activé sans temporisation sur détection).

On considèrera l'ouverture des amenées d'air à partir du moment où le personnel commence à emprunter les issues de secours pour évacuer, soit à partir de 3 minutes.

Pour ne pas restreindre le débit calorifique du feu et être sécuritaire sur les sollicitations thermiques sur la structure, des amenées d'air fictives supplémentaires (« fuites ») sont ouvertes à 10 minutes sur les parois extérieures sans performance au feu.

6.5. SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS D'INCENDIE

Le tableau suivant résume les différents scénarios proposés dans le cadre de cette étude :

Scénario	Localisation du départ de feu	Combustible	Débit calorifique surfacique	Activation des exutoires	Débit calorifique maximal et cinétique
1	dans un coin de la cellule expédition Sud	50% PU – 50% bois	250 kW/m ²	1 min	15 MW atteint en 10 min (cf. §0), et propagation selon critère de flux de 12 kW/m ²
2	dans un coin de la cellule réception				

Tableau 6-1 : Synthèse des scénarios d'incendie

7. ESTIMATION DU TEMPS DE MISE A L'ABRI

La durée nécessaire à l'évacuation du personnel présent dans une des trois cellules étudiées est estimée égale à la somme des temps élémentaires suivants :

- Le temps de détection et de mise en alerte : C'est le temps de détection automatique, suivi de la temporisation pour lever le doute. De façon sécuritaire, on considère un temps de détection par aspiration de 1 minute forfaitaire. Le temps de temporisation est quant à lui nul (voir § 3.6).
- Le temps de pré-mouvement : C'est le temps nécessaire aux occupants pour comprendre la situation, réagir et décider de se mettre en mouvement. On estime généralement cette durée de manière sécuritaire à 1 minute. Pour les personnes proches du foyer ce temps peut être réduit.
- Le temps de parcours : C'est le temps nécessaire pour atteindre l'issue de secours (IS) la plus proche. Ces temps sont calculés en fonction de la distance à parcourir pour rejoindre une issue de secours et de la vitesse de parcours. Cette vitesse est estimée sur un parcours horizontal à 1 m/s (resp. 0,5 m/s) pour une personne non PMR (resp. PMR). La distance horizontale maximale à parcourir dans chacune des trois cellules étudiées est de 55 m, comme indiqué sur la figure ci-dessous :

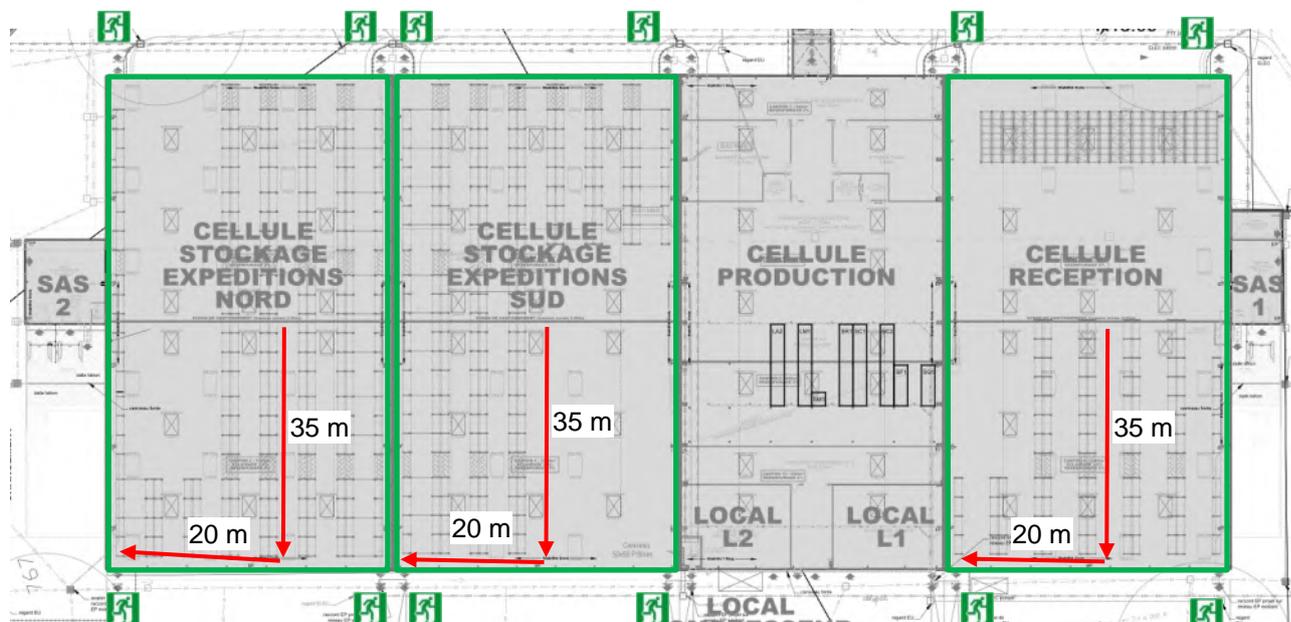


Figure 7-1 : Parcours horizontal maximal vers une IS

- Le temps de sortie : C'est le temps nécessaire au passage des portes. Ces temps sont calculés en fonction de l'effectif maximum et du nombre d'unités de passage (UP), en considérant une évacuation de 50 personnes par UP par minute, par analogie à l'article GA 23.4 de l'arrêté du 24 décembre 2007 [16]. En considérant de façon sécuritaire l'ensemble du personnel dans une seule cellule, les 49 personnes évacuent par les 4 UP en 15 secondes (de façon sécuritaire, on ne considère pas les issues vers les sas adjacents des cellules expédition Nord et réception).

Le temps de mise en sécurité du personnel dans chacune des trois cellules étudiées est résumé dans le tableau ci-dessous :

		Personnel non PMR	Personnel PMR
Temps	Détection et mise en alerte	1 min	1 min
	Réaction	1 min	1 min
	Parcours horizontal	55 s	1 min 50 s
	Sortie	15 s (49 pers et 4 UP)	15 s (49 pers et 4 UP)
	Total évacuation	3 min 10 s	4 min 05 s

Tableau 7-1 : Durée totale de mise à l'abri ou d'évacuation du personnel

8. MODELISATION

8.1. MODELISATION DE L'ENFUMAGE ET DES EFFETS LOCAUX SUR LA STRUCTURE

Les conditions de tenabilité évoluant selon l'enfumage de la cellule et les sollicitations thermiques sur les éléments de structure proches du foyer sont calculées pendant les 10 premières minutes d'incendie avec le modèle de champ FDS version 6.7.0 [23].

8.1.1. Géométrie

Chaque domaine de calcul englobe la totalité du volume de la cellule étudiée ainsi que le volume devant les amenées d'air et les exutoires de désenfumage pour bien en représenter l'aéroulque. Il est discrétisé sur un maillage cartésien 3D avec des mailles de 50 cm x 50 cm x 25 cm (selon la longueur x largeur x hauteur).

Les figures suivantes illustrent le modèle géométrique de chacune des deux cellules modélisées.

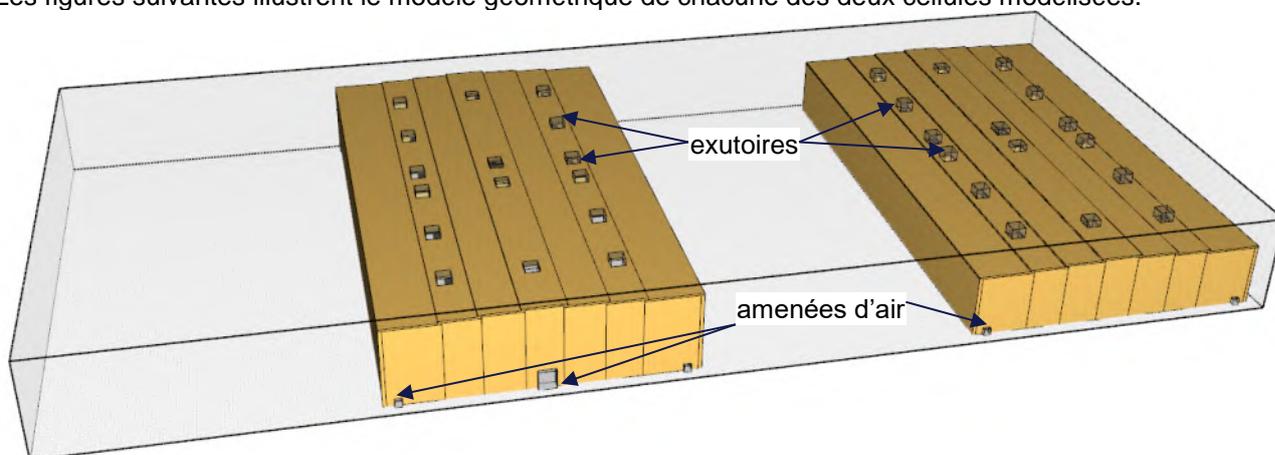


Figure 8-1 : Modèle géométrique FDS, Vue 3D extérieure

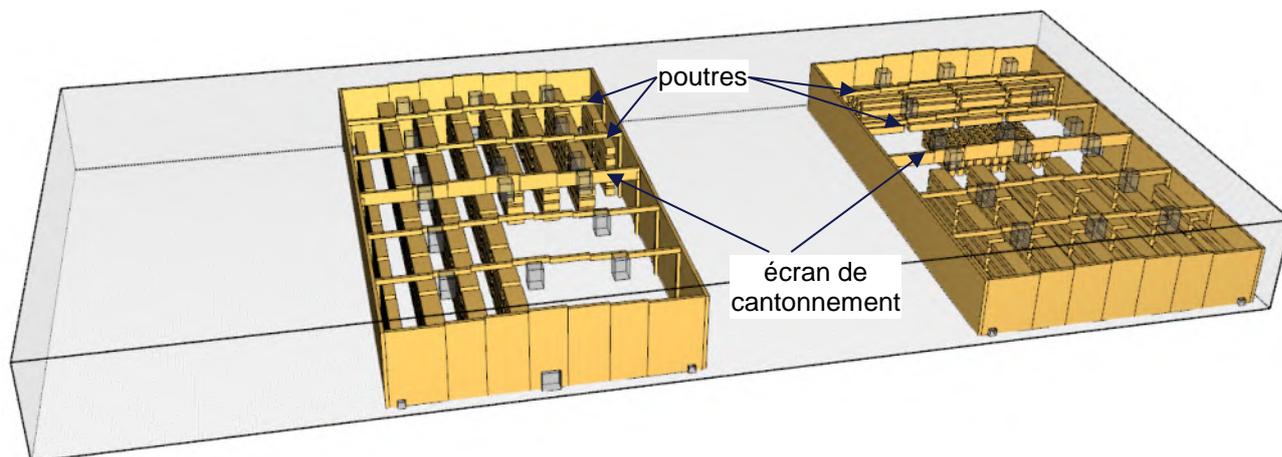


Figure 8-2 : Modèle géométrique FDS, Vue 3D extérieure sans la couverture

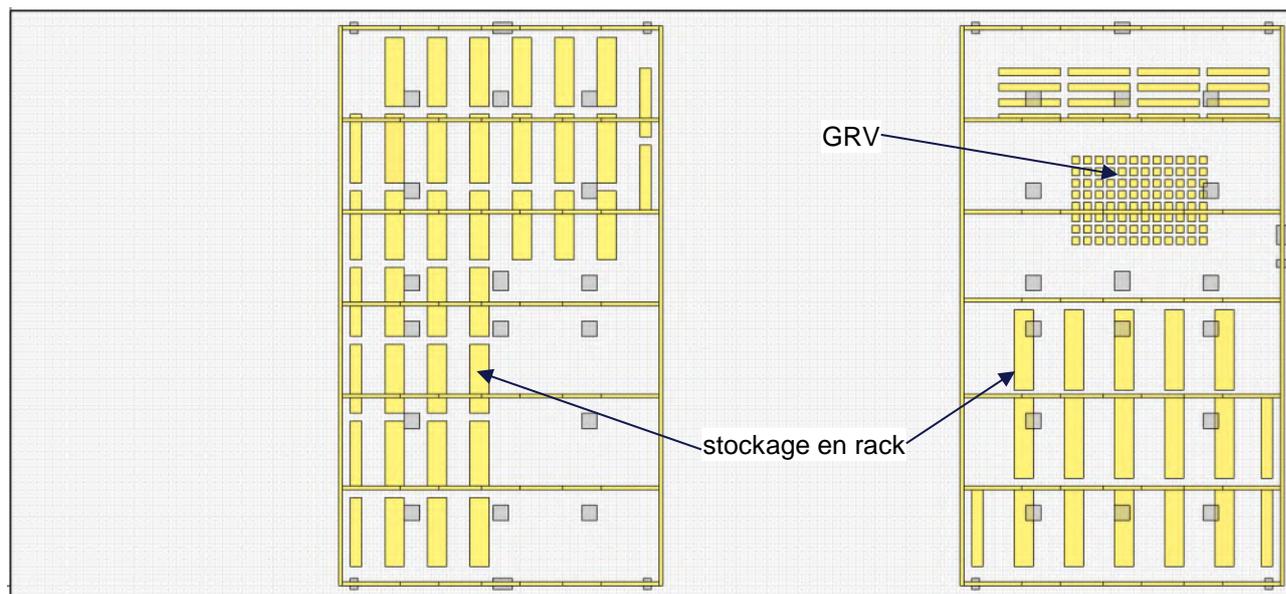


Figure 8-3 : Modèle géométrique FDS, Vue 2D en plan de dessus sans la couverture

8.1.2. Désenfumage

Les surfaces des amenées d'air naturelles et des évacuations de fumées naturelles sont celles décrites au § 3.4.

L'activation du système de désenfumage se fait aux différents temps indiqués au § 6.4.

8.1.3. Conditions aux limites

Les murs extérieurs, poteaux, poutres et écrans de cantonnement sont modélisés avec un matériau présentant les propriétés thermiques de l'acier, les murs intérieurs avec du béton, et la couverture avec une couche d'acier et une couche de laine de roche.

Des échanges de chaleur convectif et radiatif se produisent au niveau des interfaces fluide-solide. La température initiale (lors du départ de feu) de l'air ambiant est de 20°C.

Les racks et autres stockages sont modélisés avec un matériau inerte, c'est-à-dire maintenu à la température ambiante de 20°C.

8.1.4. Autres hypothèses

La fraction de l'énergie rayonnée par les flammes est de 35% (valeur par défaut de FDS [23]).

Une porte est maintenue ouverte dès le début des simulations pour des raisons numériques d'équilibrage des pressions intérieure et extérieure.

8.2. MODELISATION DES EFFETS GLOBAUX SUR LA STRUCTURE

Les sollicitations thermiques sur les éléments de structure éloignés du foyer obtenues lors d'un incendie généralisé sont calculées avec le modèle de zones CFAST version 6.2.0 [24].

La figure suivante illustre le modèle de la cellule expédition Sud (modèle similaire pour la cellule réception). Les exutoires correspondant à ceux décrits au § 3.4 sont ouverts à 1 minute. Les amenées d'air correspondant à celles décrites au § 3.4 sont ouvertes à partir de 3 minutes de simulation. Puis leur surface est augmentée sur les parois extérieures sans performance au feu pour permettre à l'incendie de se développer sans être limité par oxy-privation.

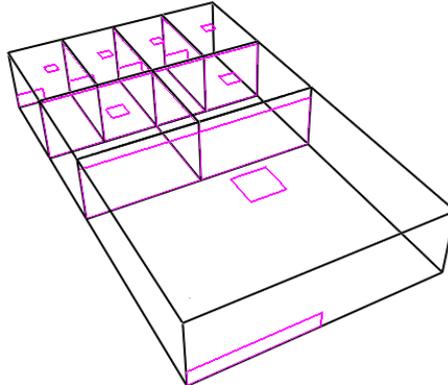


Figure 8-4 : Modèle CFAST

9. RESULTATS ET ANALYSES DES SIMULATIONS

9.1. SCENARIO 1

9.1.1. Propagation de l'incendie

L'évolution du débit calorifique obtenue par simulation FDS est représentée sur la figure suivante a). Elle suit une cinétique rapide imposée, et évolue en parallèle selon que le flux thermique reçu sur les faces de rack dépasse leur critère d'inflammation de 12 kW/m², et atteint 15 MW à 10 minutes de feu.

L'évolution du débit calorifique par simulation CFAST est représentée sur la figure suivante b). La cinétique initiale est similaire à celle des 10 premières minutes sur FDS. L'incendie se généralise ensuite vers 32 minutes.

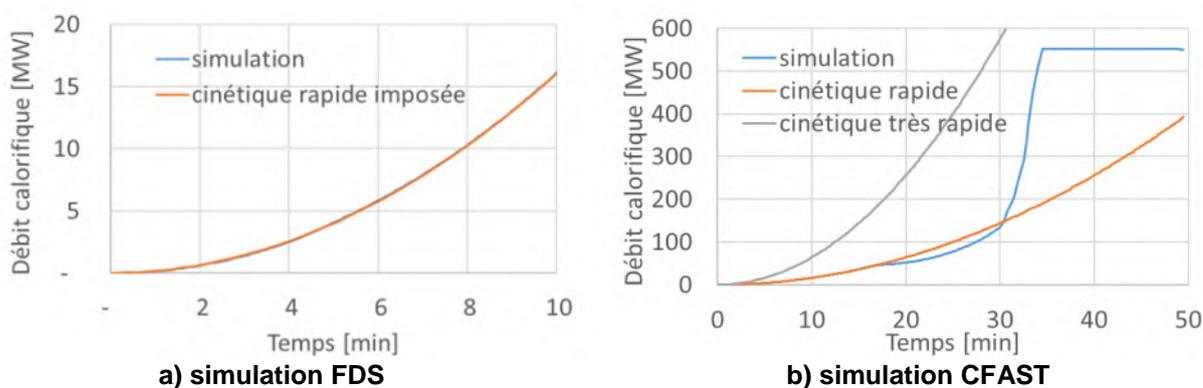


Figure 9-1 : Évolution du débit calorifique, Scénario 1

9.1.2. Conditions d'évacuation

L'évolution de l'enfumage de la cellule est représentée sur la figure suivante. Les fumées remplissent le canton 1, puis commencent à se déverser dans le canton 2 à partir de 6 minutes. La couche de fumées descend jusqu'à 6,5 m de haut à 10 minutes de feu.

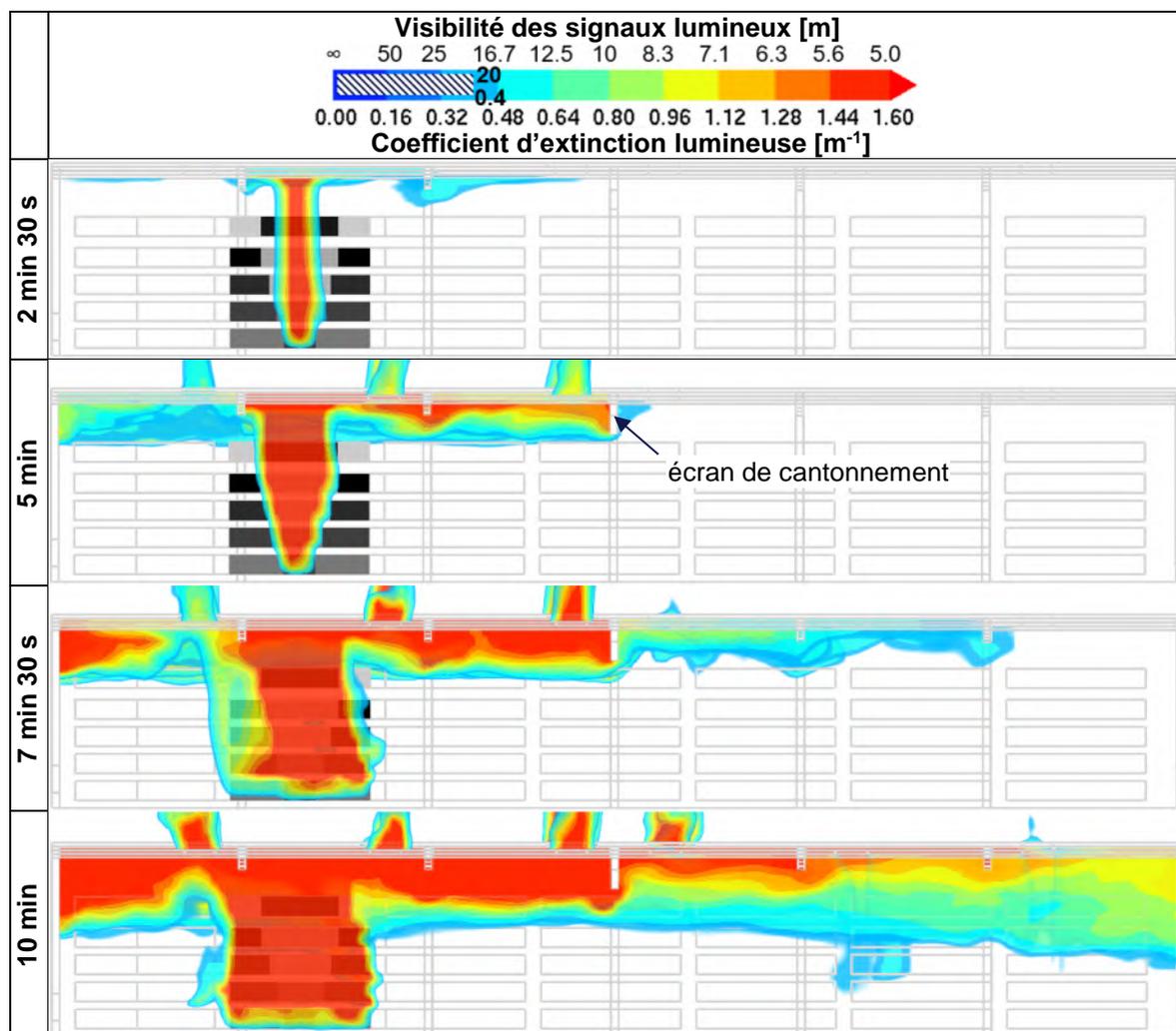


Figure 9-2 : Évolution des conditions de visibilité, Superposition de coupes longitudinales, Scénario 1

Les conditions de tenabilité à 10 minutes de feu en visibilité, température et toxicité à hauteur d'homme (2 m du sol) sont représentées sur la figure suivante. Elles ne sont pas dépassées en dehors du foyer proprement dit.

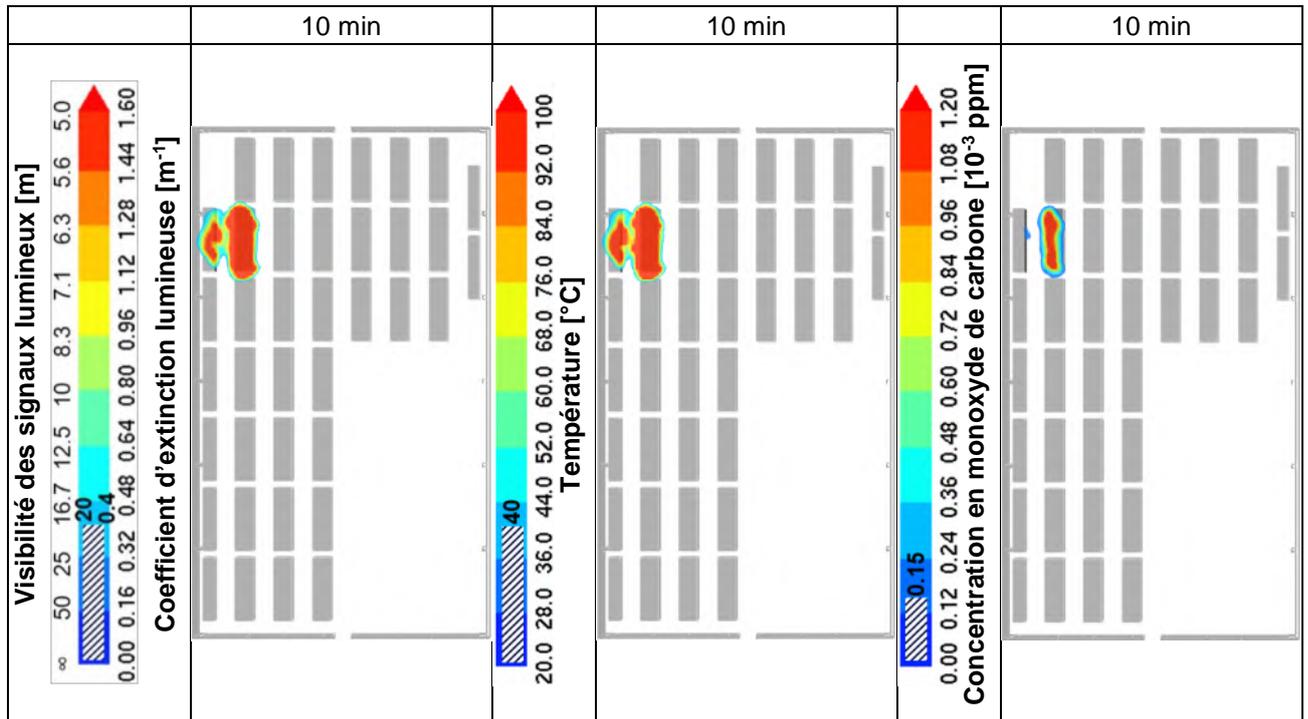


Figure 9-3 : Évolution des conditions de visibilité, température et toxicité à 2 m du sol, Scénario 1

L'évolution des conditions de tenabilité en flux thermique rayonné par la couche chaude est représentée sur les deux figures suivantes. Elles ne sont pas dépassées en dehors du foyer sur les 10 premières minutes de feu. L'analyse des conditions de flux thermiques au-delà de 10 minutes, à partir des courbes de température sous plafond (cf. Z=8-12m sur la **Figure 9-8**) montre que le seuil de 160°C (soit 2 kW/m²) est dépassé à partir de 12 minutes dans les zones les plus éloignées du foyer.

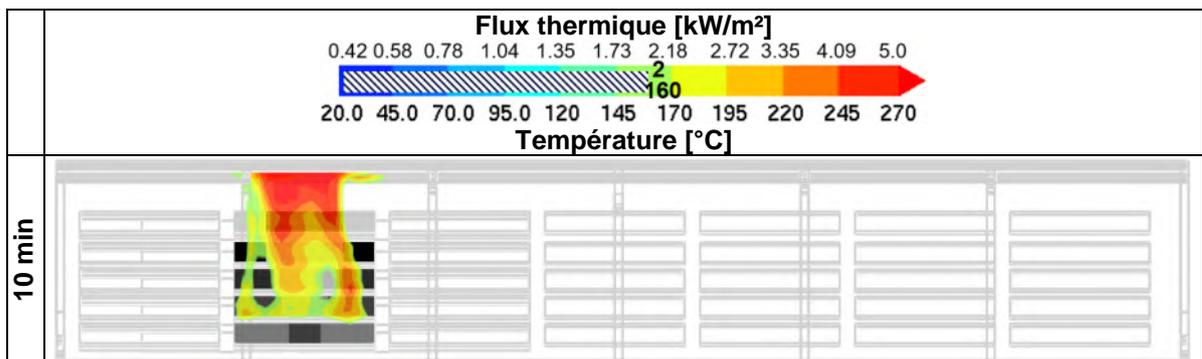


Figure 9-4 : Évolution des conditions de flux thermique, Superposition de coupes longitudinales, Scénario 1

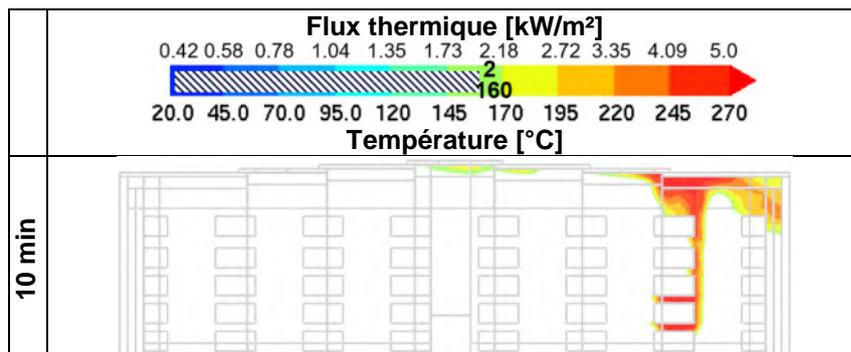


Figure 9-5 : Évolution des conditions de flux thermique, Superposition de coupes transversales, Scénario 1

9.1.3. Débits de désenfumage

L'évolution des débits de désenfumage d'amenée d'air et d'évacuation par canton est représentée sur la figure suivante.

Le débit d'amenée d'air reste assez limité jusqu'à 10 minutes où il atteint 20 m³/s par canton, instant où des amenées d'air fictives sont rajoutées à la simulation pour ne pas limiter le débit calorifique de l'incendie par éventuelle oxy-privation, de façon sécuritaire.

Le débit d'évacuation du canton 1 où a lieu le départ de feu atteint 70 m³/s à 10 minutes. Le débit d'évacuation du canton 2 adjacent est négatif jusqu'à l'ouverture des amenées d'air fictives à 10 minutes, ce qui signifie que les exutoires de ce canton servent d'amenée d'air pendant ce laps de temps, et n'extraient des fumées qu'après cet instant.

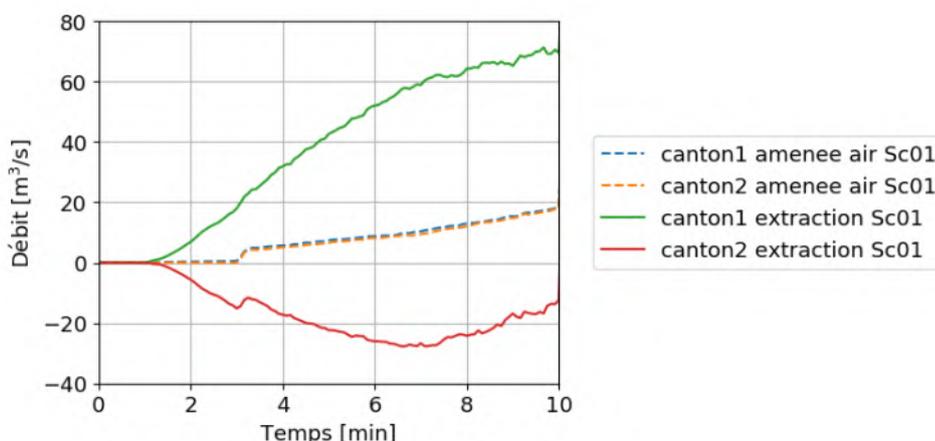


Figure 9-6 : Évolution des débits de désenfumage, Scénario 1

9.1.4. Sollicitations thermiques sur la structure

L'évolution des sollicitations thermiques en température induites par l'incendie est représentée sur la figure suivante pour des rayons de 0 à 3 m du foyer. Cette évolution est décomposée selon 4 positions en hauteur et 3 positions en rayon.

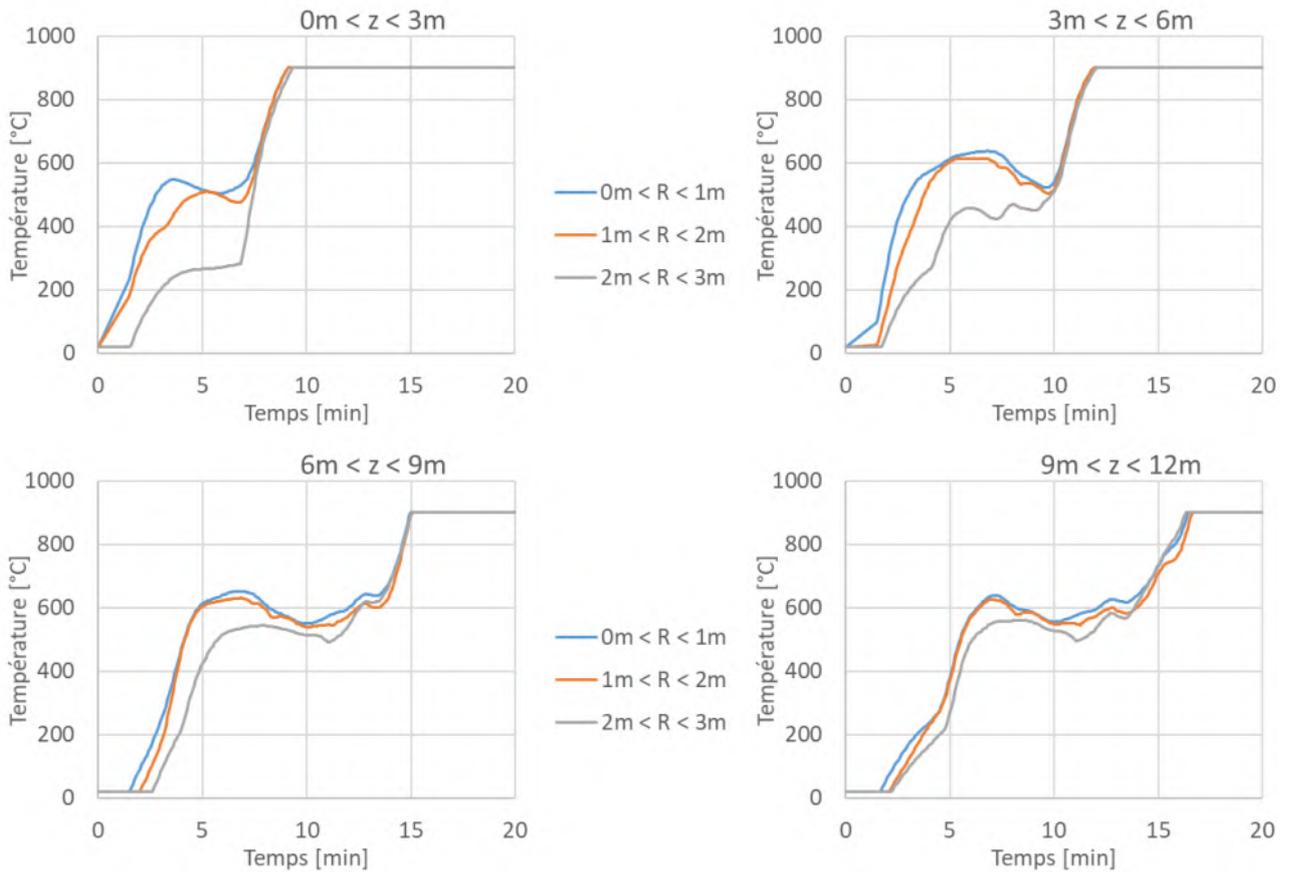
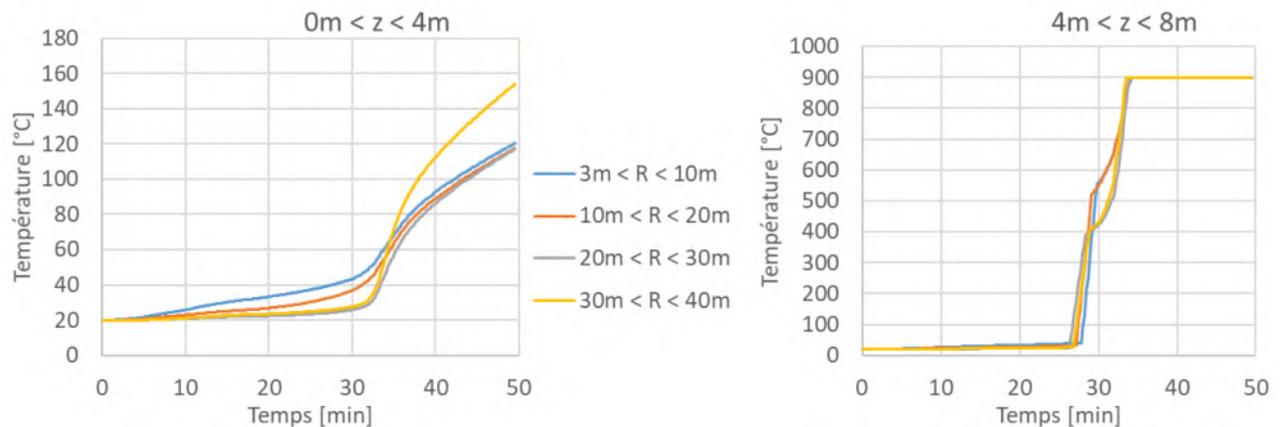


Figure 9-7 : Évolution des sollicitations thermiques jusqu'à 3 m du foyer, Scénario 1

L'évolution des sollicitations thermiques en température induites par l'incendie est représentée sur la figure suivante pour des rayons de 3 m à 40 m du foyer (les poutres faisant 40 m de long). Cette évolution est décomposée selon 3 positions en hauteur et 4 positions en rayon.



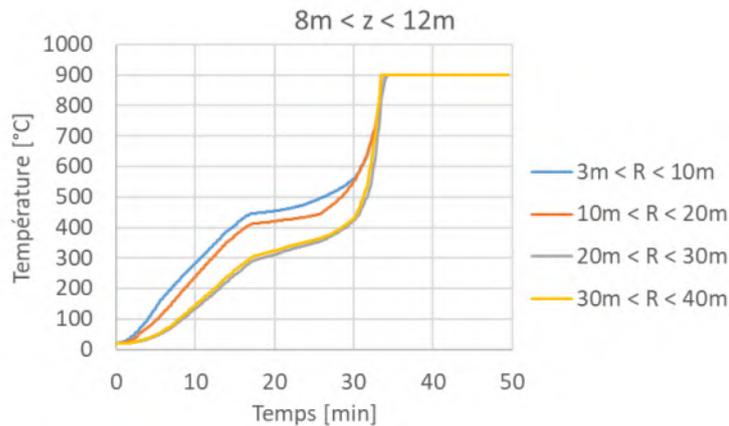


Figure 9-8 : Évolution des sollicitations thermiques au-delà de 3 m du foyer, Scénario 1

9.2. SCENARIO 2

9.2.1. Propagation de l'incendie

L'évolution du débit calorifique obtenue par simulation est représentée sur la figure suivante a). Elle suit une cinétique rapide imposée, et évolue en parallèle selon que le flux thermique reçu sur les faces de rack dépasse leur critère d'inflammation de 12 kW/m², et atteint 15 MW à 10 minutes de feu.

L'évolution du débit calorifique par simulation CFAST est représentée sur la figure suivante b). La cinétique initiale est similaire à celle des 10 premières minutes sur FDS. L'incendie se généralise ensuite vers 17 minutes.

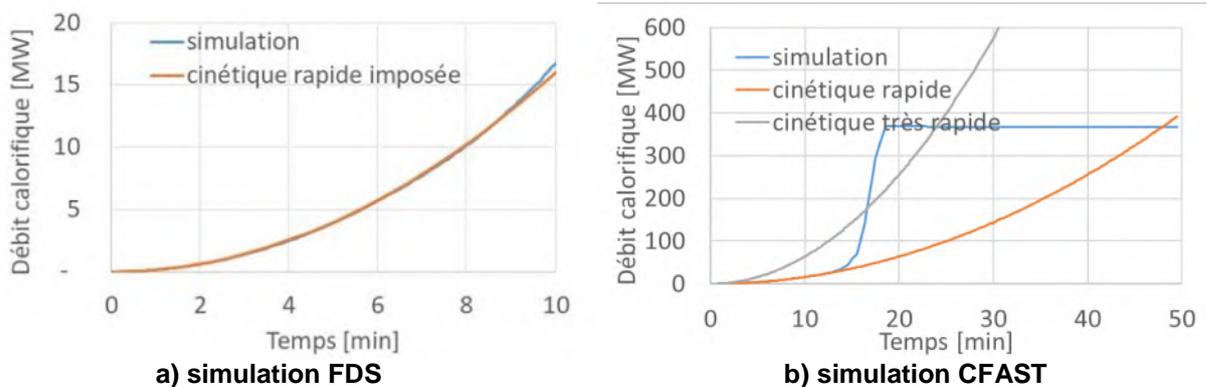
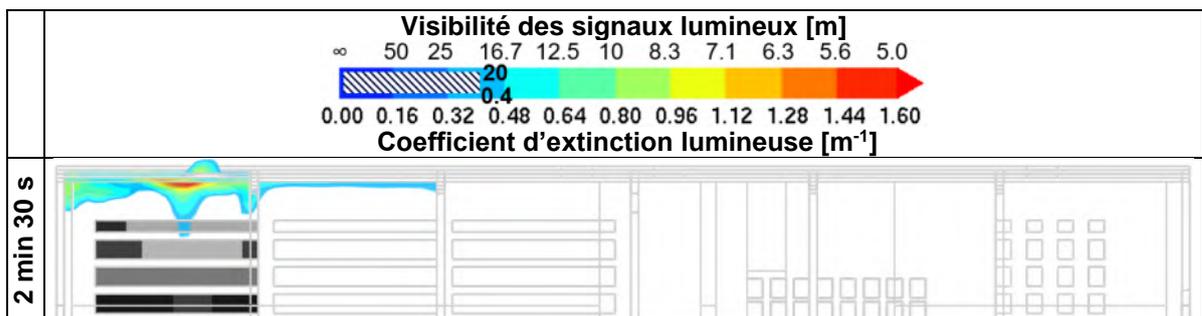


Figure 9-9 : Évolution du débit calorifique, Scénario 2

9.2.2. Conditions d'évacuation

L'évolution de l'enfumage de la cellule est représentée sur la figure suivante. Les fumées remplissent le canton 1, puis commencent à se déverser dans le canton 2 à partir de 7 minutes 30 secondes. La couche de fumées descend jusqu'à 6 m de haut à 10 minutes de feu.



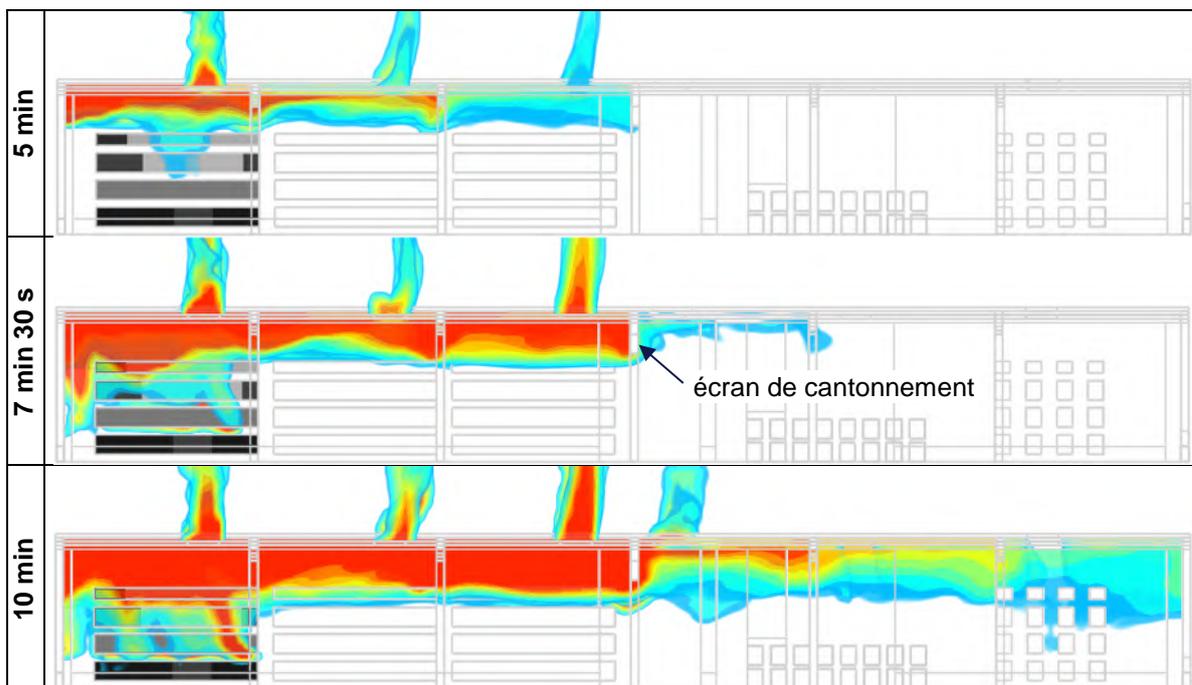


Figure 9-10 : Évolution des conditions de visibilité, Superposition de coupes longitudinales, Scénario 2

Les conditions de tenabilité à 10 minutes de feu en visibilité, température et toxicité à hauteur d'homme (2 m du sol) sont représentées sur la figure suivante. Elles ne sont pas dépassées en dehors du foyer proprement dit.

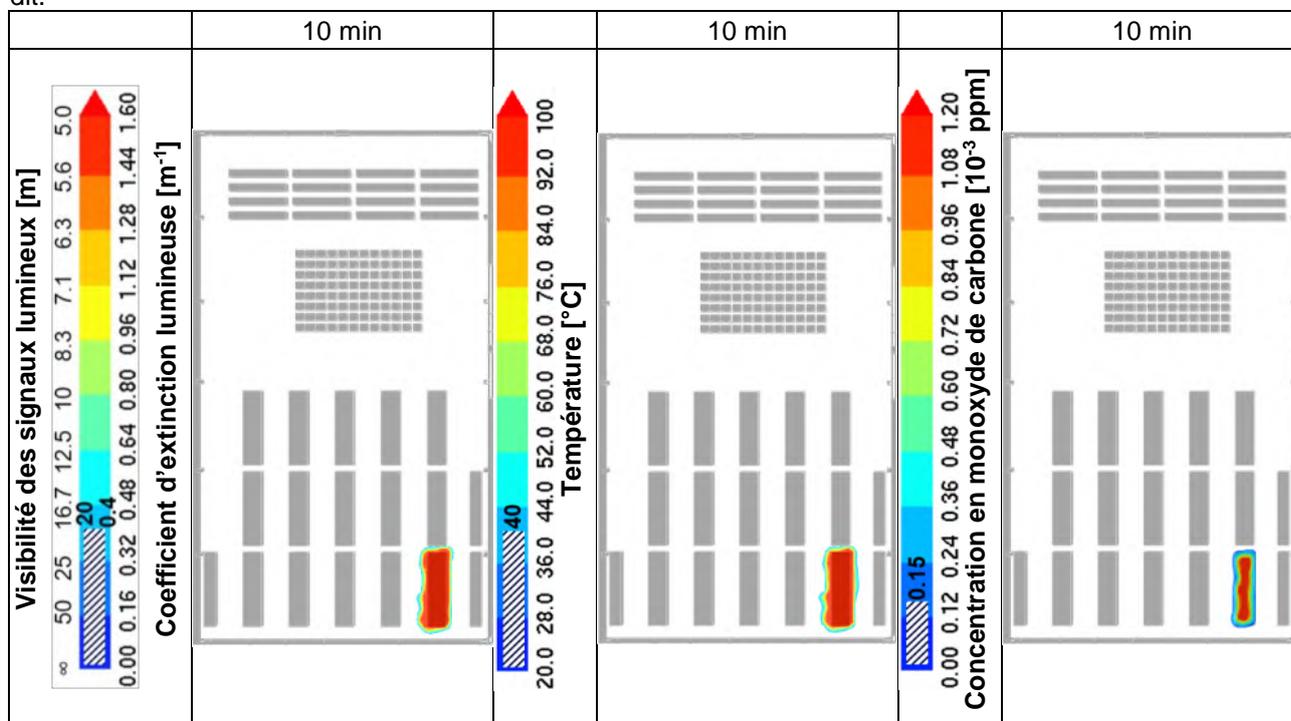


Figure 9-11 : Évolution des conditions de visibilité, température et toxicité à 2 m du sol, Scénario 2

L'évolution des conditions de tenabilité en flux thermique rayonné par la couche chaude est représentée sur les deux figures suivantes. Elles ne sont pas dépassées en dehors du foyer sur les 10 premières minutes de feu. L'analyse des conditions de flux thermiques au-delà de 10 minutes, à partir des courbes de température sous plafond (cf. Z=6-10m sur la **Figure 9-16**) montre que le seuil de 160°C (soit 2 kW/m²) est dépassé à partir de 11 minutes dans les zones les plus éloignées du foyer.

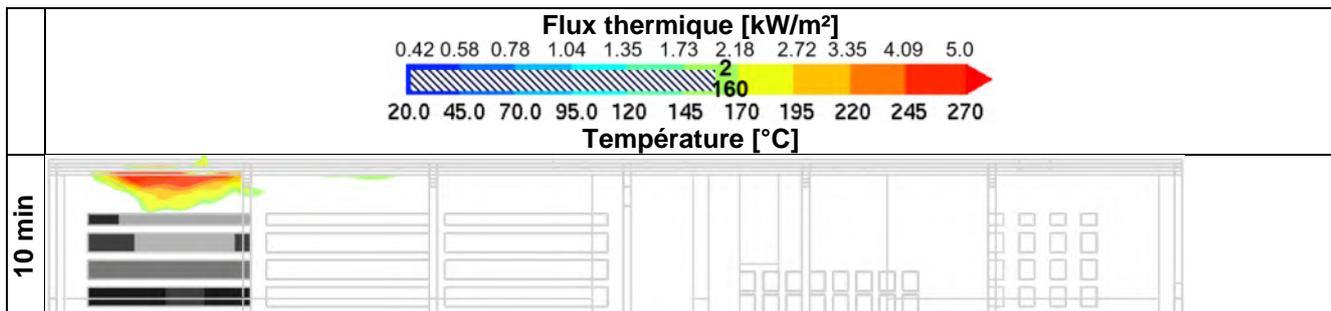


Figure 9-12 : Évolution des conditions de flux thermique, Superposition de coupes longitudinales, Scénario 2

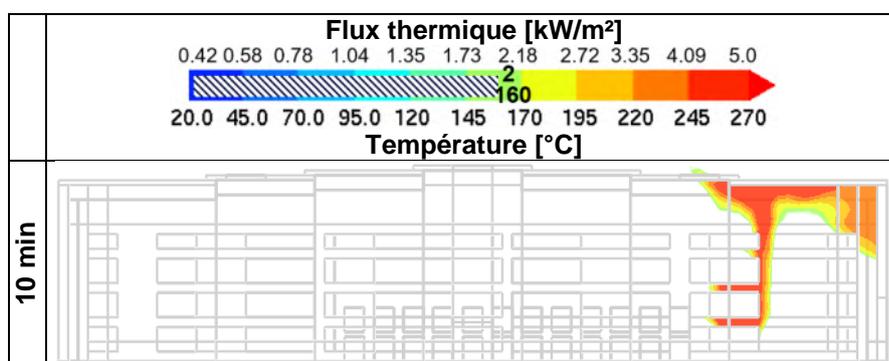


Figure 9-13 : Évolution des conditions de flux thermique, Superposition de coupes transversales, Scénario 2

9.2.3. Débits de désenfumage

L'évolution des débits de désenfumage d'amenée d'air et d'évacuation par canton est représentée sur la figure suivante.

Le débit d'amenée d'air reste assez limité jusqu'à 10 minutes où il atteint 5 et 25 m³/s respectivement dans les cantons 2 et 1, instant où des amenées d'air fictives sont rajoutées à la simulation pour ne pas limiter le débit calorifique de l'incendie par éventuelle oxy-privation, de façon sécuritaire.

Le débit d'évacuation du canton 2 où a lieu le départ de feu atteint 70 m³/s à 10 minutes. Le débit d'évacuation du canton 1 adjacent est négatif jusqu'à l'ouverture des amenées d'air fictives à 10 minutes, ce qui signifie que les exutoires de ce canton servent d'amenée d'air pendant ce laps de temps, et n'extraient des fumées qu'après cet instant.

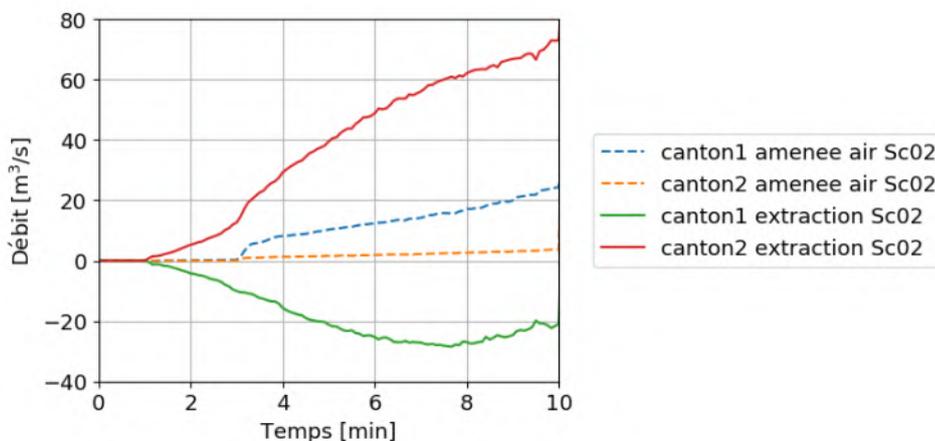
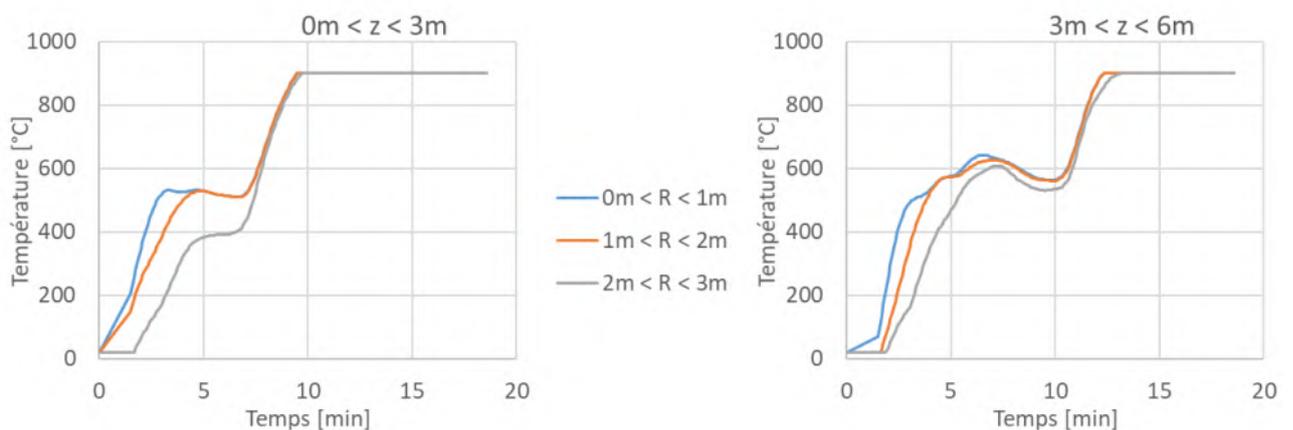


Figure 9-14 : Évolution des débits de désenfumage, Scénario 2

9.2.4. Sollicitations thermiques sur la structure

L'évolution des sollicitations thermiques en température induites par l'incendie est représentée sur la figure suivante pour des rayons de 0 à 3 m du foyer. Cette évolution est décomposée selon 4 positions en hauteur et 3 positions en rayon.



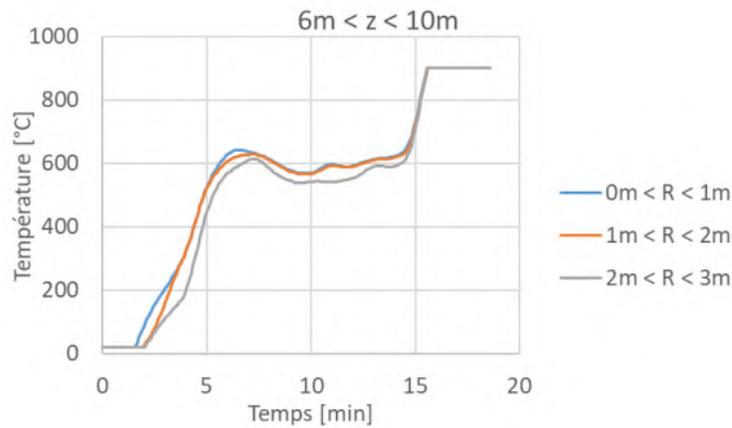


Figure 9-15 : Évolution des sollicitations thermiques jusqu'à 3 m du foyer, Scénario 2

L'évolution des sollicitations thermiques en température induites par l'incendie est représentée sur la figure suivante pour des rayons de 3 m à 40 m du foyer. Cette évolution est décomposée selon 3 positions en hauteur et 4 positions en rayon.

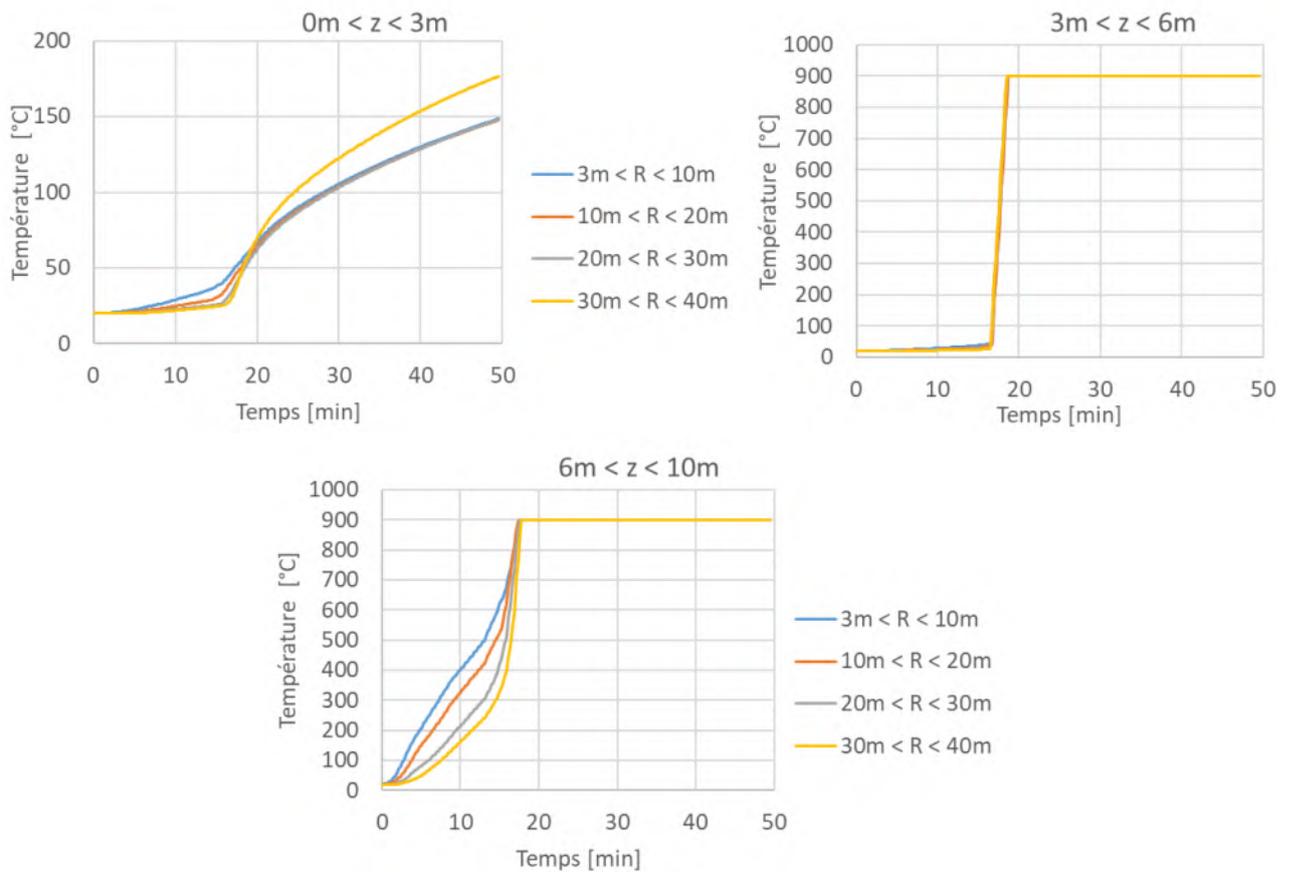


Figure 9-16 : Évolution des sollicitations thermiques au-delà de 3 m du foyer, Scénario 2

9.3. SYNTHÈSE DES RESULTATS D'ÉVACUATION DU PERSONNEL

Les temps auxquels les critères de tenabilité sont dépassés localement pour le personnel sont résumés dans le tableau ci-dessous et comparés aux temps d'évacuation calculés au § 7 :

	Temps d'atteinte des critères de tenabilité pour le personnel				Temps d'évacuation
	Visibilité	Température	Flux thermique	Toxicité	
Scénario 1	> 10 min	> 10 min	12 min au global	> 10 min	4 min 05 s
Scénario 2	> 10 min	> 10 min	11 min au global	> 10 min	4 min 05 s

Tableau 9-1 : Synthèse des temps d'atteinte des critères de tenabilité pour le personnel

Les critères de tenabilité pour les personnes sont dépassés après la fin de l'évacuation des cellules, l'évacuation du personnel peut donc s'effectuer en sécurité.

Les critères de tenabilité pour les services de secours ne sont pas dépassés en dehors de la zone du foyer pendant les 10 premières minutes d'incendie (d'après les résultats FDS). Les résultats CFAST montrent que le critère de tenabilité pour les secours en flux thermique reçu depuis la couche chaude dans l'ensemble du bâtiment est atteint vers 16 minutes dans le scénario 1, et vers 14 minutes dans le scénario 2.

10. VERIFICATION DE LA RESISTANCE AU FEU MINIMALE DE LA STRUCTURE DU BATIMENT

L'objectif de cette partie est de vérifier si la stabilité de la structure sous feu ISO 834 estimée par *Ecodiag* à 7 minutes est correcte. Il s'agira alors d'effectuer une analyse comparative entre les résultats du diagnostic technique réalisé par *Ecodiag* et les résultats obtenus pas *Efectis France*.

Tous les éléments de structure seront soumis au feu conventionnel décrit sur la figure ci-dessous.

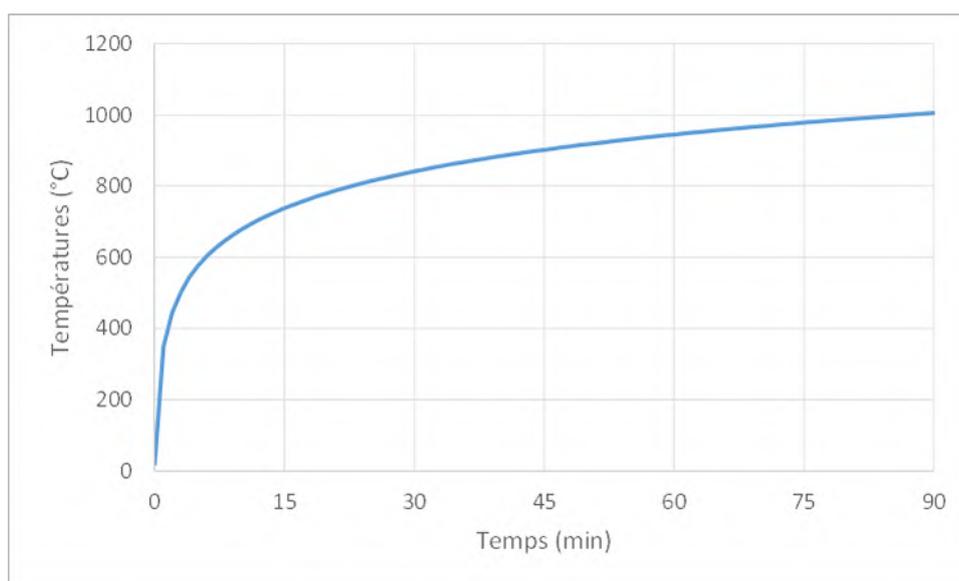


Figure 10-1 : Courbe du feu conventionnel - ISO 834

Le comportement au feu de la structure est étudié par une méthode de calculs simplifiés selon l'Eurocode 3 Partie 1-2 [16] à partir des champs de température. Cette méthode consiste à vérifier que la température maximale des éléments structurels chauffés ne dépasse pas une température critique limite fixée à 350°C (sections de classe 4).

Selon l'Eurocode 3 [16], on a procédé à une évaluation de la température de l'acier pour une distribution équivalente de température uniforme dans la section. Il convient de déterminer l'augmentation de température $\Delta\Theta_{a,t}$ dans un élément en acier non protégé pendant un intervalle de temps Δt au moyen de :

$$\Delta\Theta_{a,t} = k_{sh} \frac{A_m/V}{C_a \rho_a} \dot{h}_{net,d} \Delta t$$

Où k_{sh} est le facteur de correction pour l'effet d'ombre ; A_m/V est le facteur de massivité pour les éléments en acier non protégés (m^{-1}) ; C_a est la chaleur spécifique de l'acier ($J.kg^{-1}.K^{-1}$) ; ρ_a est la masse volumique de l'acier ($kg.m^{-3}$) ; Δt est l'intervalle du temps (s) et $\dot{h}_{net,d}$ est la valeur de calcul du flux thermique net par unité de surface ($W.m^{-2}$).

Pour les sections en I, en situation d'incendie normalisé, le facteur de correction pour l'effet ombre peut-être déterminé au moyen de :

$$k_{sh} = 0.9 \frac{[A_m/V]_b}{[A_m/V]}$$

Où $[A_m/V]_b$ est le facteur de massivité enveloppe.

Pour les sections en I, $k_{sh} = 0,9$.

Le flux thermique net à la surface de l'élément permet de calculer les actions thermiques. Sur les surfaces exposées au feu, il est déterminé en tenant compte du transfert thermique par convection et par rayonnement à travers la formule suivante :

$$\dot{h}_{net,d} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}$$

Les composantes de convection et de rayonnement du flux thermique net sont déterminées par les relations suivantes :

$$\dot{h}_{net,c} = \alpha_c \cdot (\Theta_g - \Theta_m)$$

$$\dot{h}_{net,r} = \Phi \cdot \varepsilon_m \cdot \varepsilon_f \cdot \sigma \cdot [(\Theta_r + 273)^4 - (\Theta_m + 273)^4]$$

Où α_c est le coefficient de transfert thermique par convection ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) ; Θ_g est la température des gaz à proximité de l'élément exposé au feu ($^{\circ}C$) ; Θ_m est la température de surface de l'élément ($^{\circ}C$) ; Φ est le facteur de forme ; ε_m est l'émissivité de la surface de l'élément ; ε_f est l'émissivité du feu ; σ est la constante de Stephan Boltzmann ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$) et Θ_r est la température de rayonnement effectif de l'environnement du feu ($^{\circ}C$).

Les coefficients d'échanges pour les calculs d'échauffement (émissivité et convection) de l'acier sont conformes aux prescriptions de l'Eurocode 1 partie 1-2. Les valeurs de ces coefficients sont :

- $\alpha_c = 25 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$;
- $\varepsilon_m = 0,7$;
- $\varepsilon_f = 1$.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Cellule	Élément	Type	Exposition	Massivité (m^{-1})	Temps de tenue résultant	Temps de tenue Ecodiag
1	Poteau de rive	PRS 1200.8-400.20	3 faces	143,13	7 min 42 s	10 min 8 s
1	Traverse	PRS 1200.8-300.10	4 faces	232,30	5 min 46 s	7 min 22 s
3	Poteau de rive	PRS 900.6-300.10	3 faces	239,3	5 min 40 s	6 min 59 s
3	Traverse	PRS 970.8-250.10	4 faces	232,29	5 min 46 s	7 min 23 s

Tableau 10-1 : Temps de stabilité obtenue pour la structure sous feu conventionnel pendant 2h

Les valeurs d'émissivités prises par *Ecodiag* (une émissivité du feu égale à 0,8 et une émissivité de l'acier égale à 0,63) ne sont pas en accord avec les prescriptions des Eurocodes. En plus, les notes des calculs qui ont été réalisées ne montrent pas les valeurs des massivités des sections ni le facteur de correction d'effet d'ombre prises. D'après nos calculs basés sur les Eurocodes, on a constaté que la structure devient instable au feu pour des temps plus courts que ceux estimés par *Ecodiag* conformément au Tableau 10-1.

11. ÉTUDE DE MODE DE RUINE DE LA STRUCTURE – CONFIGURATION INITIALE

Le présent paragraphe a pour but de présenter les hypothèses et les scénarios considérés ainsi que les résultats obtenus dans le cadre de l'étude de mode de ruine du bâtiment

11.1. METHODOLOGIE ET HYPOTHESES DE CALCULS

11.1.1. Objectif

Il s'agit de déterminer le mode de ruine de la structure métallique pour les différents scénarios d'incendie réel à partir des champs de températures des différents éléments de la structure.

11.1.2. Méthodologie

Le mode de ruine de la structure est étudié en prenant en compte une action thermique de feu réel correspondant au stockage présent à l'intérieur de l'entrepôt par le biais de plusieurs modèles thermomécaniques réalisés avec le logiciel LENAS.

Dans un premier temps, l'échauffement des éléments en acier non protégés est déterminé par application des modèles simplifiés de l'Eurocode 3 partie 1-2 [16]. La température est supposée homogène au sein de la section de chaque élément.

Compte-tenu de la similitude structurelle entre les cellules 1 et 2, on étudiera le comportement thermomécanique de la cellule 1, exposée aux effets du vent et qui est donc la plus défavorable vis-à-vis du critère de non ruine vers l'extérieur. Les sollicitations thermiques retenues seront celles déterminées pour la cellule 2.

Ensuite, et compte-tenu du schéma structurel des cellules, le mode de ruine de la structure est étudié selon une analyse globale d'un portique « type » pour les cellules 1 et 4 par une méthode de calculs avancés. Cette méthode permet de faire une analyse du comportement au feu de la structure par l'intermédiaire de calculs aux éléments finis. L'intérêt de cette approche réside dans la prise en compte de la configuration réelle des éléments, notamment en termes de chargement mécanique et de dimensions (section, portée).

L'outil de calcul utilisé est le code de calcul tridimensionnel Large Elasto-Plastic Numerical Analysis of Structures-Member in Transient State (LENAS [22]). Ce code, basé sur la méthode des éléments finis des structures à barres, intègre les lois de comportement au feu définies dans l'Eurocode 3 partie 1-2 + AN [16]. Le modèle de résolution du logiciel inclut les non-linéarités géométriques (grands déplacements, effets du second ordre) et détecte également les phénomènes d'instabilité.

11.2. HYPOTHESES GENERALES

11.2.1. Modèles

Conformément aux plans décrits au § 3, le comportement sous feu réel des portiques en acier est étudié à partir d'un modèle de portique en deux dimensions ayant un comportement mécanique tridimensionnel. Deux modèles sont prévus dans cette étude. Ces modèles correspondent à l'étude de l'incendie dans les cellules 1 et 4 et sont présentés sur les figures ci-dessous :

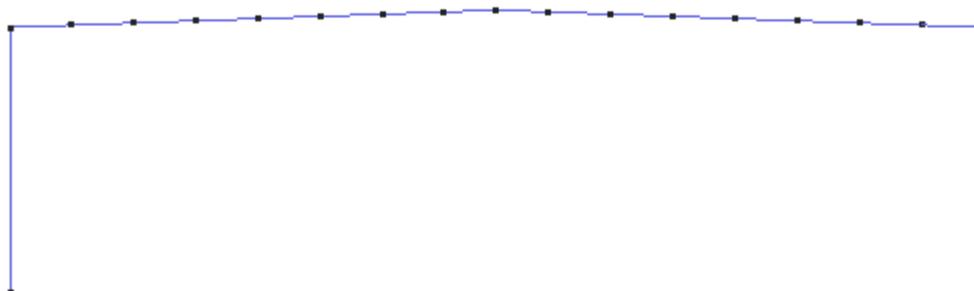


Figure 11-1 : Modèle du portique de la cellule 1

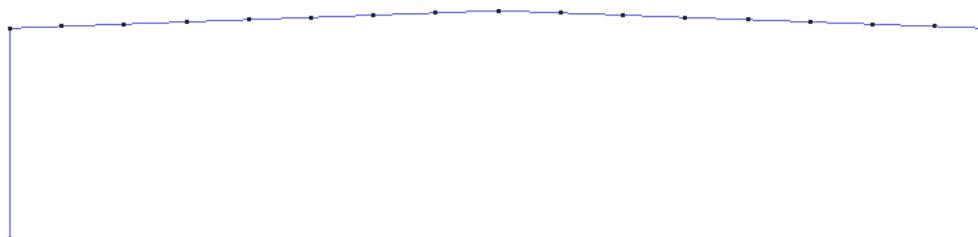


Figure 11-2 : Modèle du portique de la cellule 4

11.2.2. Conditions aux limites

Les conditions aux limites associées à ces modèles sont illustrées sur les figures suivantes, et correspondent à des articulations et des blocages de la torsion en pied de poteaux, ainsi que des blocages des déplacements et des rotations hors plans (selon l'axe OY) et de la torsion au niveau des jonctions poutres/pannes et poteaux/pannes.

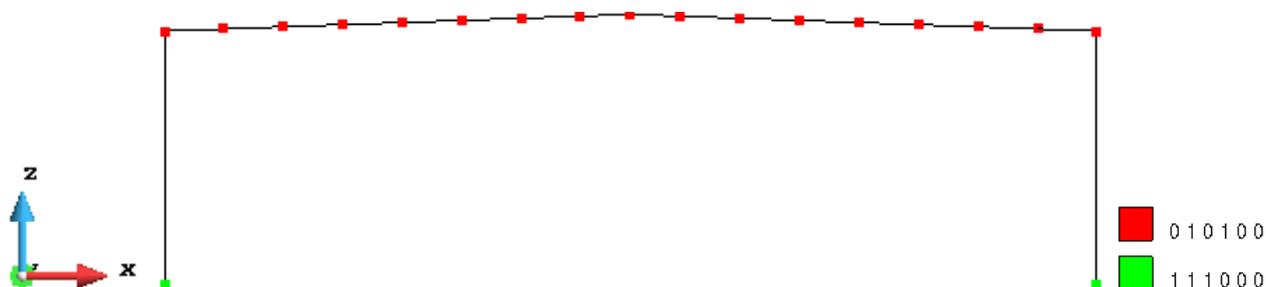


Figure 11-3 : Conditions aux limites associées au modèle du portique de la cellule 1

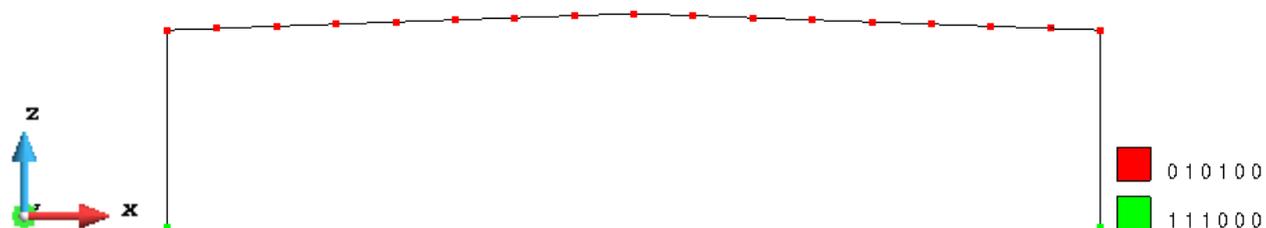


Figure 11-4 : Conditions aux limites associées au modèle du portique de la cellule 4

N.B. : 1 = DDL bloqué ; 0 = DDL libre.

Bien que les pannes peuvent ruiner au bout d'un certain temps d'exposition au feu, les appuis hors-plan du portique selon l'axe OY sont maintenus pendant toute la durée du calcul de façon pénalisante : le maintien des appuis hors plan permet de maintenir une tenue au feu des poutres plus longue et permet donc de favoriser la possibilité d'apparition d'un mouvement d'ensemble du portique par ruine des poteaux, et donc potentiellement une ruine vers l'extérieur ou une ruine en chaîne, ce qui est le phénomène que l'on cherche ici à évaluer en priorité.

11.2.3. Sections

Les sections des éléments structuraux au sein des portiques étudiés sont représentées dans le tableau suivant :

Cellule	Poteaux	Poutres
1	PRS1200.8-400.20	PRS1200.8-300.10
4	PRS1200.8-400.20	PRS1200.8-220.10

Figure 11-5 : Type des sections des poutres et des poteaux des portiques

Selon les plans, les poutres sont constituées de PRS à section variable [7], [8]. Par contre, la section la plus pénalisante le long de chaque poutre a été prise en compte dans les calculs.

Pour l'étude on considéra que les poutres seront exposées à l'incendie sur leurs quatre faces tandis que les poteaux seront exposés sur trois de leurs faces conformément à [6].

11.2.4. Matériaux

Tous les éléments en acier sont constitués d'acier de nuance S235.

Les caractéristiques mécaniques des aciers à froid sont les suivantes :

- Masse volumique : $\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$;
- Module d'Young : $E_a = 210\,000 \text{ MPa}$;
- Limite d'élasticité : $f_y = 235 \text{ MPa}$;
- Coefficient de Poisson : $\nu = 0,3$.

L'évolution des caractéristiques de ces matériaux avec la température est prise en compte dans le logiciel LENAS, conformément aux prescriptions de l'Eurocode 3, partie 1-2 [19].

11.2.5. Chargements mécaniques

Les charges appliquées sont issues des plans, et de la note de calculs [6], [11].

11.2.6. Charges permanentes

Les charges permanentes relatives à la couverture du bâtiment, à appliquer sur les éléments de structure, en considérant une distance de 12 m entre chaque portique pour les cellules étudiées sont les suivantes :

Charges permanentes	N/m ²
Poids propre de la toiture	250
Poids propre des pannes	40
Autres charges permanentes en toiture	20
Poids propre des façades	300

Tableau 11-1 : Charges permanentes de la couverture du bâtiment à appliquer sur les éléments de structure

Les poids propres linéiques des éléments de structure sont résumés ci-dessous :

Section	Poids propre linéique (daN/m)
PRS1200.8-400.20	201
PRS1200.8-300.10	122
PRS1200.8-220.10	110

Tableau 11-2 : Poids propres linéiques des éléments de structure des portiques

11.2.7. Charges de neige

D'après la notes de calculs [6], la charge de neige considérée est de 60 daN/m². La valeur rapportée aux poutres de toiture d'entraxe 12 m sera alors de 720 daN/ml.

11.2.7.1. Charges de vent

D'après la note de calculs [6], la pression dynamique de pointe q_p est égale à 60 daN/m².

La pression aérodynamique surfacique nette exercée sur un mur, un toit ou un élément est égale à la différence entre les pressions s'exerçant simultanément sur les surfaces opposées en tenant bien compte de leurs signes. Cette pression est alors égale à : $q_p \cdot (C_{pe} - C_{pi})$.

Où :

C_{pe} est le coefficient de pression pour la pression extérieure ;

C_{pi} est le coefficient de pression pour la pression intérieure.

On note qu'une pression, exercée en direction de la surface est considérée comme positive, tandis qu'une succion, qui s'éloigne de la surface est considérée comme négative conforme à la figure suivante :

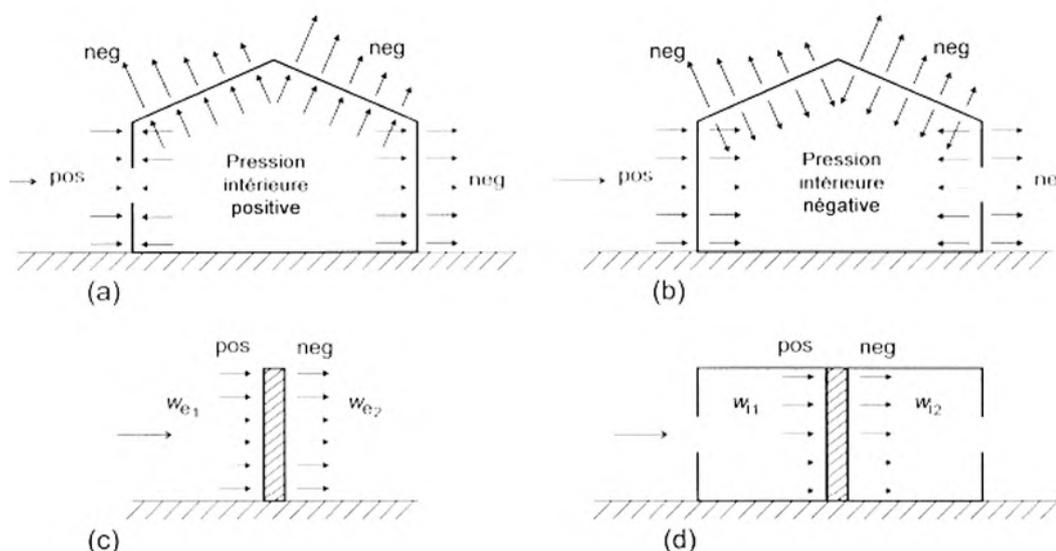
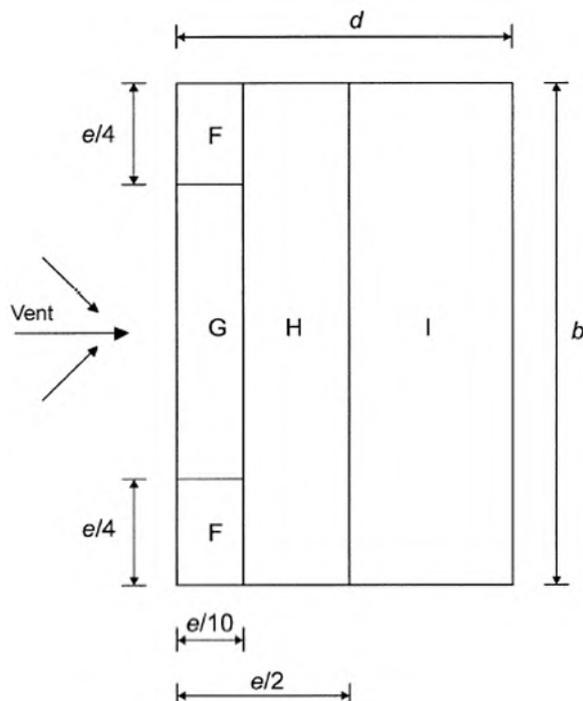


Figure 11-6 : Pression exercée sur les surfaces

Le bâtiment présentant une double-pente d'angle très léger ($< 5^\circ$) dans le sens transversal, on considère le tableau présenté dans la Figure 11-7 relatif aux bâtiments ayant une toiture-terrasse pour obtenir les coefficients de pression extérieure.



Type de toiture	Zone							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
rives à arêtes vives	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+ 0,2	-0,2

Figure 11-7 : Coefficients de pression extérieure des bâtiments à toiture-terrasse

Où :

$e = \min(2xb, h)$;

h est la hauteur du bâtiment ;

b est la dimension du bâtiment dans le sens perpendiculaire à l'application du vent tel que représenté sur la Figure 11-7.

Concernant les coefficients de pression intérieure, ils dépendent de la dimension et de la répartition des ouvertures dans l'enveloppe du bâtiment donc d'un coefficient μ présentant le rapport d'ouverture. L' Eurocode 1 [16] recommande de choisir pour le coefficient C_{pi} la valeur la plus sévère entre +0,2 et -0,3 lorsqu'il n'est pas considéré justifié d'évaluer le rapport d'ouverture. Pour favoriser la ruine vers l'extérieur, le coefficient de pression intérieure est donc pris égal à 0,2 dans un but conservatif.

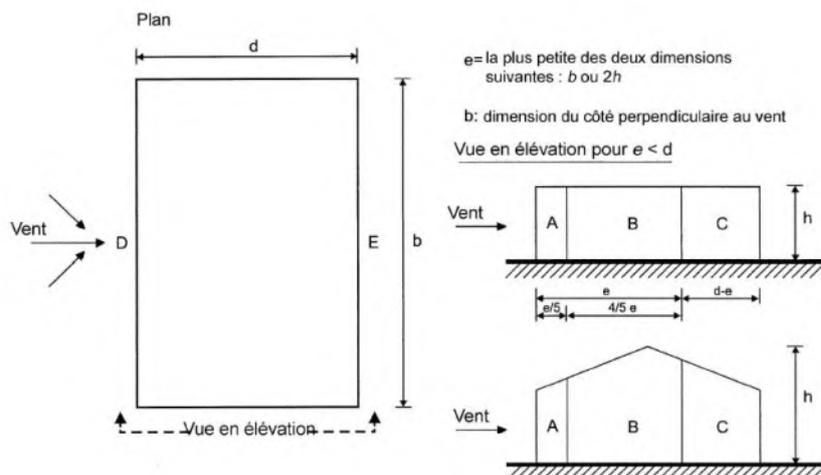
En toiture, en considérant un espacement de 12 m entre chaque portique, les charges linéiques de vent à appliquer sur les poutres sont donc les suivantes :

	C_{pe}	C_{pi}	$C_{pe}-C_{pi}$	q_p (kN/m ²)	w_e (kN/m)
F	-1,8	0,2	-2	0,6	-14,4
G	-1,2	0,2	-1,4	0,6	-10,08
H	-0,7	0,2	-0,9	0,6	-6,48
I1	-0,2	0,2	-0,4	0,6	-2,88
I2	0,2	0,2	0	0,6	0

Tableau 11-3 : Charges de vent linéiques à appliquer sur les poutres des portiques

On appliquera sur la poutre du portique la charge correspondant à la pression de la zone I1 : $W_e = -2,88 \text{ kN/m}$.

Concernant les charges de vent à appliquer sur les poteaux de rive du portique, nous nous référons à la Figure 11-8.



Zone	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$								
h/d										
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Figure 11-8 : Valeurs recommandées des coefficients de pression extérieure pour les murs verticaux des bâtiments à plan rectangulaire

Où :

$e = \min(2xb, h)$;

h est la hauteur du bâtiment ;

d est la dimension du bâtiment dans le sens parallèle à l'application du vent tel que représenté sur la Figure 11-8.

b est la dimension du bâtiment dans le sens perpendiculaire à l'application du vent tel que représenté sur la Figure 11-8.

En façades, en considérant un espacement de 12 m entre chaque portique, les charges linéiques de vent à appliquer sur les poteaux de rive de l'entrepôt sont donc les suivantes :

	c_{pe}	c_{pi}	$c_{pe}-c_{pi}$	$q_p \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$w_e \text{ (kN/m)}$
D	0,7	0,2	0,5	0,6	3,6
E	-0,3	0,2	-0,5	0,6	-3,6

Tableau 11-4 : Charges de vent linéiques à appliquer sur les poteaux de rive de l'entrepôt

11.2.7.2. Combinaisons de charges

La charge appliquée en situation d'incendie est déterminée conformément aux Eurocodes 0 et 1 +AN [16] [17] qui définissent les combinaisons de charge à appliquer en situation d'incendie et les coefficients associés comme étant :

$$1,0G+0,8Q+0,2W$$

$$1,0G+0,8Q+0,2S$$

$$1,0G+0,9Q$$

Où :

- G est la valeur caractéristique des charges permanentes,
- Q est la valeur caractéristique des charges d'exploitation,

- W est la valeur caractéristique des charges de vent,
- S est la valeur caractéristique des charges de neige.

La combinaison de charges prenant en compte le vent est la plus sécuritaire vis-à-vis du mode de ruine car ce dernier favorise le déplacement de la structure vers l'extérieur. Ce sera donc cette combinaison qui sera retenue par la suite.

En combinant ainsi les différentes charges verticales et horizontales, la distribution des charges linéiques appliquées sur le portique est alors la suivante :



Figure 11-9 : Charges appliquées sur le portique de la cellule 1 (en mN/m)



Figure 11-10 : Charges appliquées sur le portique de la cellule 4 (en mN/m)

Il est à noter que les valeurs de ces charges sont données en mN/m (10^{-3} N/m).

11.3. HYPOTHESES DE CALCUL POUR LE TRANSFERT THERMIQUE

Lors de cette étape, l'objectif sera de déterminer l'échauffement des éléments structurels soumis aux actions thermiques du feu réel. Les sollicitations thermiques induites par un scénario d'incendie, déterminées lors des modélisations incendie, seront appliquées aux structures cibles à étudier.

Un calcul de transfert thermique dans les sections d'éléments dans LENAS s'effectue à partir des méthodes simplifiées de l'EC3 détaillés dans ce paragraphe. L'augmentation de température uniforme dans la section d'acier ($\Delta\theta_k$) dans un élément en acier non protégé pendant un intervalle de temps Δt est déterminé au moyen de :

$$\Delta\theta_k = \frac{(A_m/V)}{\rho_a \cdot c_a} \times (a_c(293 - \theta_k) + \varepsilon_f \cdot \varepsilon_m \sigma(293^4 - \theta_k^4) + GHF) \cdot \Delta t$$

où :

- A_m/V est le facteur de massivité pour les éléments en acier non protégés [m^{-1}] ;
- A_m est la surface de l'élément par unité de longueur [m^2/m] ;
- V est le volume de l'élément par unité de longueur [m^3/m] ;
- c_a est la chaleur spécifique de l'acier [J/kgK] ;
- $a_c(293 - \theta_k) + \varepsilon_f \cdot \varepsilon_m \sigma(293^4 - \theta_k^4) + GHF$ est la valeur d'ensemble du flux thermique net par unité de surface [W/m^2] ; a_c est la valeur du coefficient de l'échange thermique par convection ; ε_f est l'émissivité de la flamme ; ε_m est l'émissivité du matériau (acier) ; σ est la constante du Boltzman et GHF est le flux net sur paroi froide déterminée lors du calcul de développement du feu ;
- Δt est l'intervalle de temps [secondes] ;
- ρ_a est la masse volumique de l'acier [kg/m^3] ;
- θ_k est la température de l'acier [K].

En fonction de l'environnement de l'élément et des éventuelles structures adjacentes, le mode d'agression thermique réel de l'élément étudié sera pris en compte. Les propriétés thermiques des matériaux sont considérées dépendantes de la température, conformément aux prescriptions des Eurocodes [16].

Pour les calculs sous feu réel utilisant des courbes de températures, les coefficients d'échange convectifs et radiatifs sont les suivants :

- Émissivité : 0,7 ;
- Coefficient de convection en face exposée : 35 W/m²/K ;
- Coefficient de convection en face non-exposée : 4 W/m²/K.

11.4. SCENARIOS PRIS EN COMPTE

Une analyse a été menée en considérant pour chaque cellule les trois scénarios de feu les plus pénalisants en termes d'actions thermiques, afin de s'assurer du respect du critère de ruine (ruine vers l'intérieur, non ruine en chaîne) sous ces conditions. Ces scénarios correspondent à ceux présentés au § 6 (localisation des scénarios) en termes de puissance d'incendie, mais où le foyer a été déplacé. Les figures ci-dessous présentent un résumé des différents cas de départ de feu étudiés :



Figure 11-11 : Localisation des scénarios de départ de feu

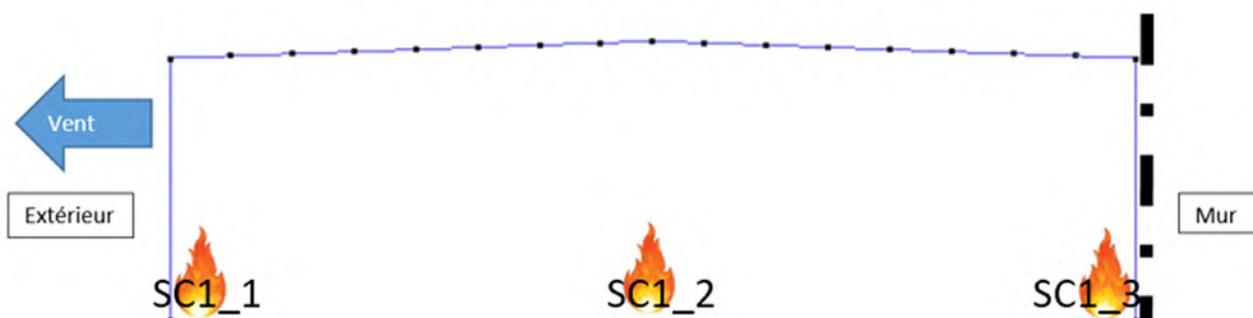


Figure 11-12 : Scénarios considérés pour le portique de la cellule 1

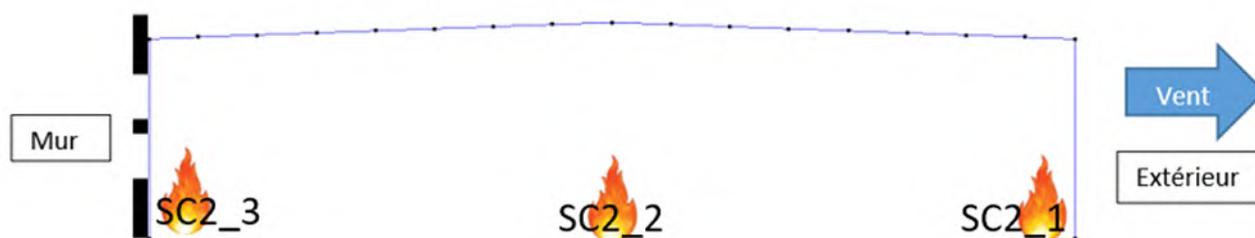


Figure 11-13 : Scénarios considérés pour le portico de la cellule 4

Les détails associés aux quatre positions de feu étudiées sont repris ci-dessous :

Cellules	Scénario (FDS/CFAST pour les sollicitations thermiques)	Position du foyer (Calculs LENAS)	Scénario (Calculs LENAS)
1	Scénario 1	X = 0	SC1_1
		X = 20,24 m	SC1_2
		X = 40,48 m	SC1_3
4	Scénario 2	X = 0	SC2_1
		X = 20,215 m	SC2_2
		X = 40,43 m	SC2_3

Tableau 11-5 : Détails associées aux six départs de feu étudiés

11.5. ÉCHAUFFEMENT DES SECTIONS

Les poutres sont considérées échauffées sur toutes leurs faces tandis que les poteaux sont considérés échauffés sur trois de leurs faces.

Les sections de la structure sont présentées dans le §11.2.3 et ont des massivités présentées dans le tableau suivant :

Type de section	Massivité (m ¹)
PRS1200.8-400.20	158,75
PRS1200.8-300.10	232,3
PRS1200.8-220.10	236

Tableau 11-6 : Massivité des sections des éléments de structure

La figure suivante présente l'évolution de la température dans les sections en fonction du temps et de leur massivité, selon la sollicitation thermique la plus importante issue des calculs de développement feu (courbe $0 < r < 1$ m ; $0 < z < 3$ m de la figure).

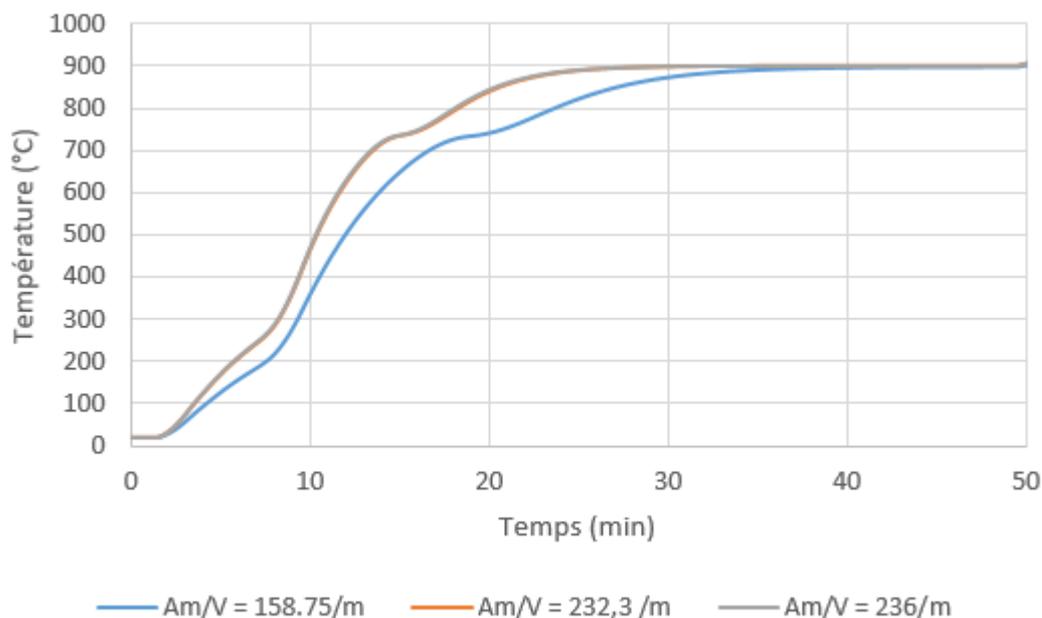


Figure 11-14 : Évolution de la température dans les sections de la structure en fonction du temps et de la massivité

La température dans la section est supposée homogène, elle est calculée en fonction du temps, de la sollicitation thermique appliquée et de la massivité de la section, selon les Eurocodes 3 Partie 1-2.

À partir des courbes d'évolution de température obtenues en plusieurs points du volume par les calculs FDS et CFAST, une routine Excel permet d'attribuer automatiquement, à tout élément fini du modèle, la courbe de température correspondant à sa position, en fonction de sa hauteur et de sa distance par rapport au foyer. C'est ainsi que l'on "déplace" virtuellement le foyer d'une position à une autre selon les scénarios étudiés.

11.6. RESULTATS DU COMPORTEMENT MECANIQUE DES PORTIQUES

11.6.1. Cellule 1

11.6.1.1. SC1_1

Ce scénario correspond à un départ de feu en pied de poteau de rive.

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

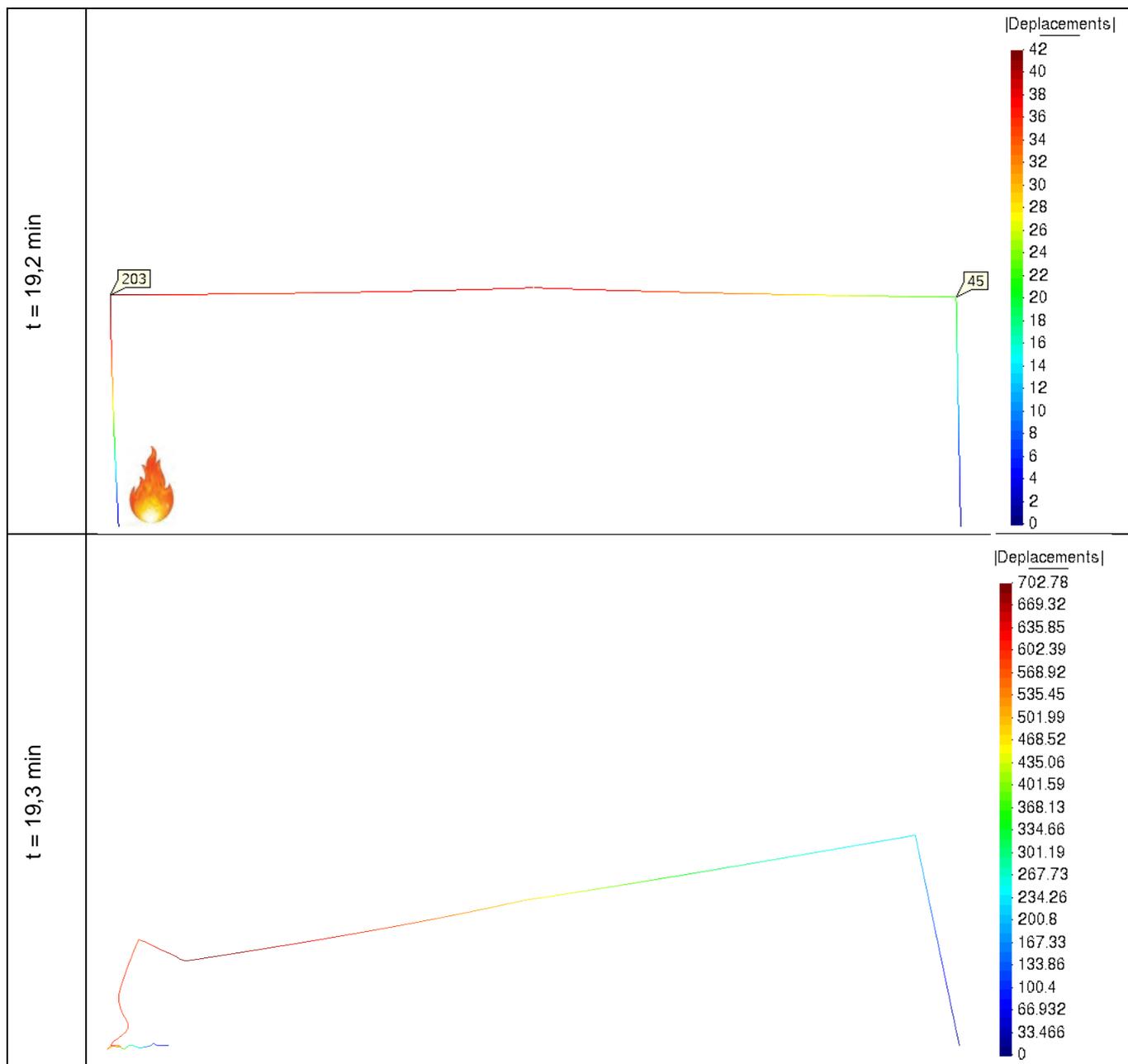


Figure 11-15 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 1 (déplacements en cm) - SC1_1

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC1_1) la structure ruine vers l'extérieur à t = 19,3 min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 320°C. Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montre les déplacements horizontaux obtenus en tête des poteaux :

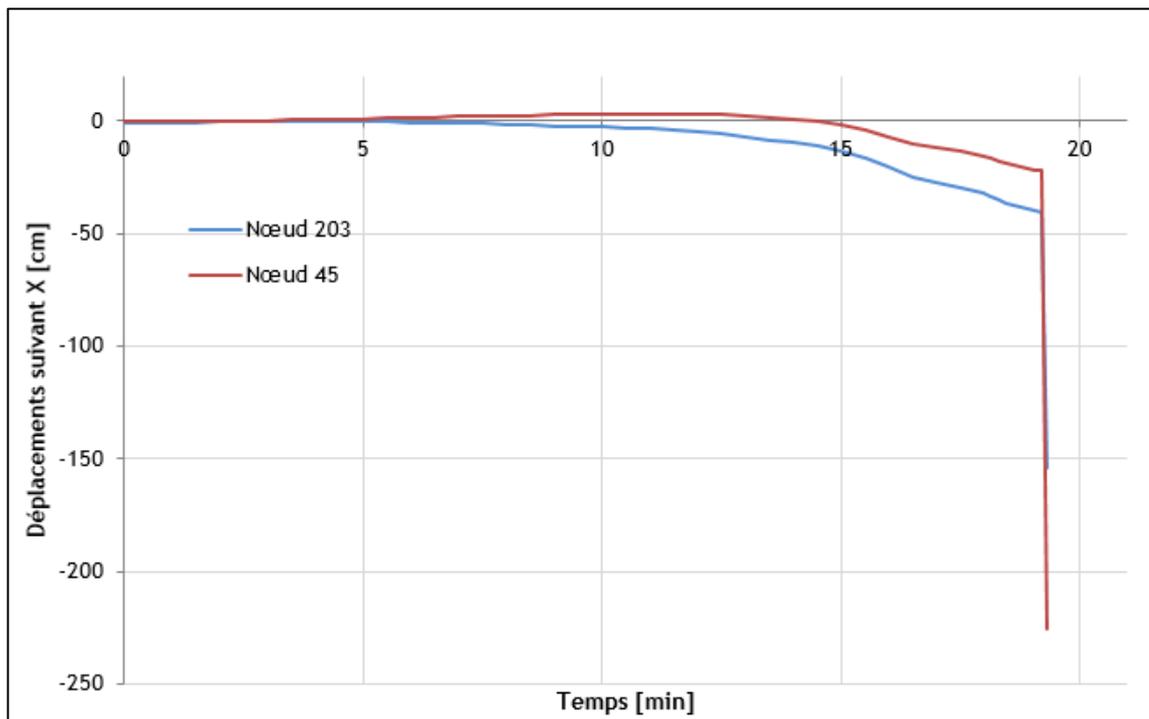


Figure 11-16 : Évolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC1_1

Le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 3,32 cm vers la cellule adjacente pendant la phase de dilatation avant de se déplacer vers l'intérieur de la cellule. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 306 °C en partie haute et 23 °C en partie basse.

11.6.1.2. SC1_2

Ce scénario correspond à un départ de feu à mi- travée du portique.

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

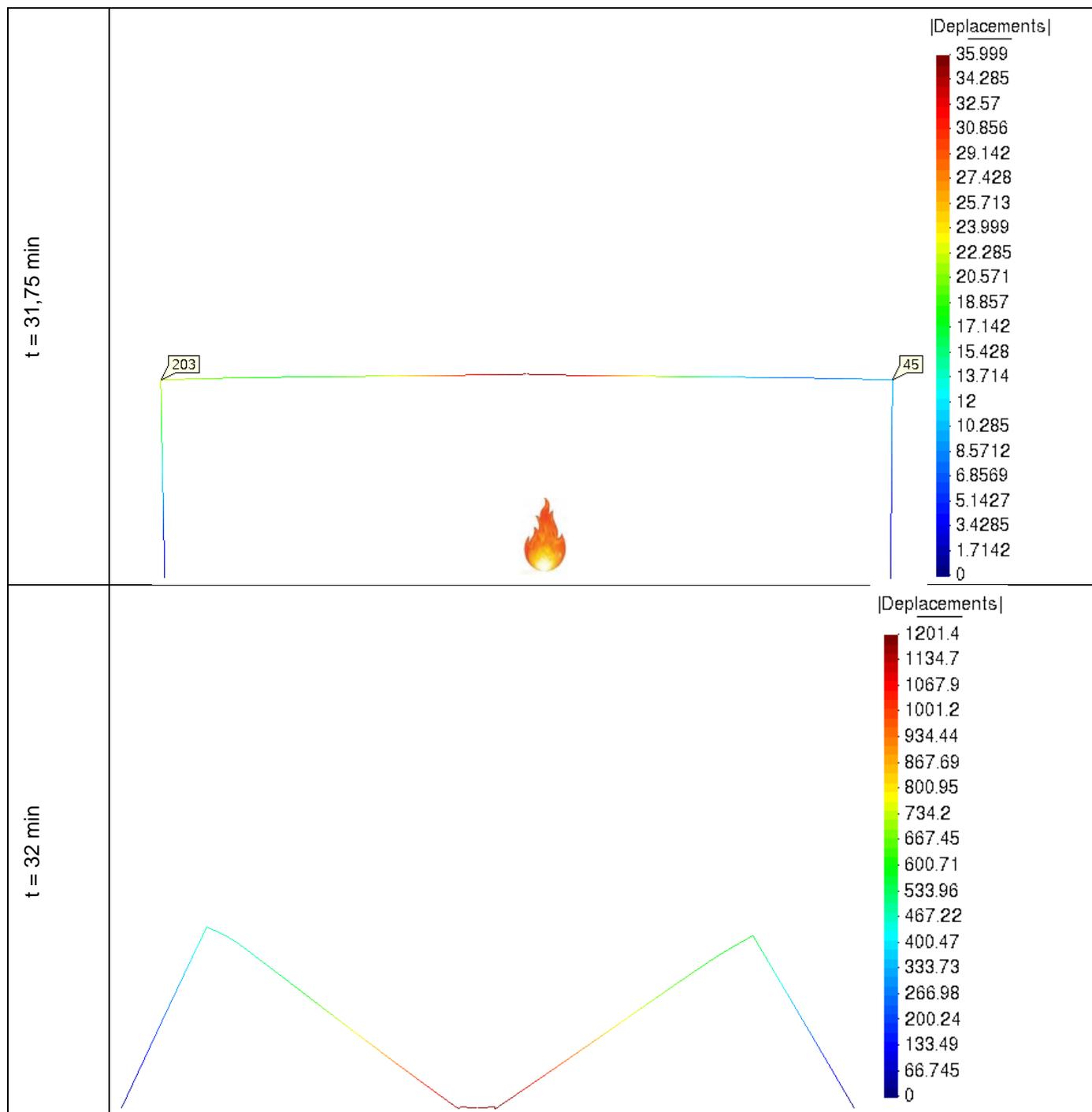


Figure 11-17 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 1 (déplacements en cm) - SC1_2

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC1_2) la structure ruine vers l'intérieur à t = 32 min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 665°C. Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montrent des déplacements vers l'extérieur dus à la dilatation de la traverse des têtes des poteaux, suivi par un déplacement vers l'intérieur dû à la ruine globale de la structure :

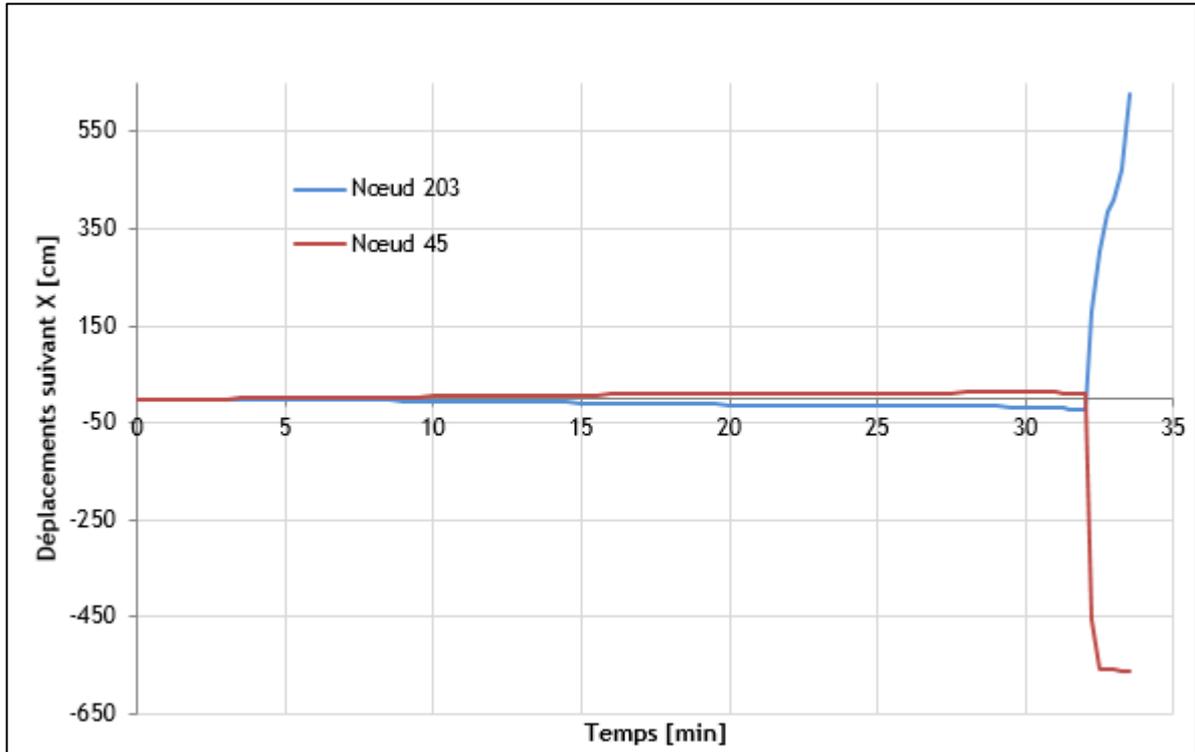


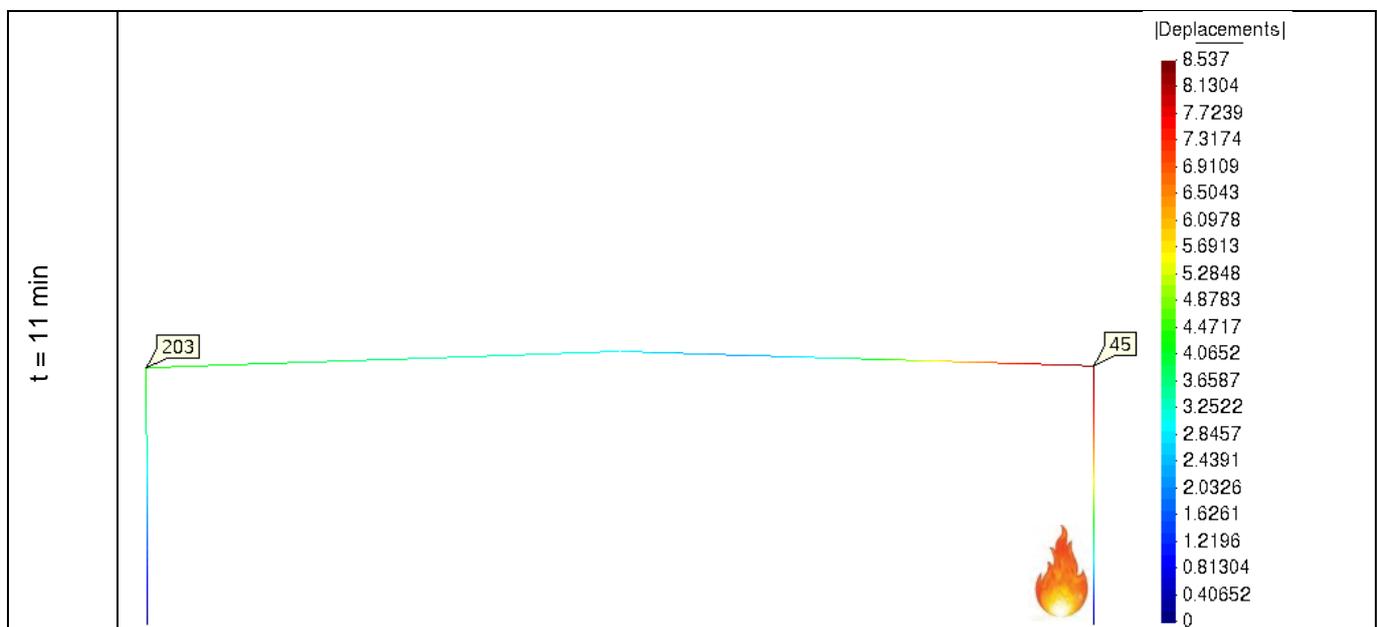
Figure 11-18 : Évolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC1_2

Le poteau de rive s'est déplacé pendant la phase de dilatation de 24,51 cm vers l'extérieur tandis que le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 12,61 cm vers la cellule adjacente avant la ruine globale. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 665 °C en partie haute et 43 °C en partie basse.

11.6.1.3. SC1_3

Ce scénario correspond à un départ de feu en pied du poteau intérieur (adjacent au mur coupe-feu).

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :



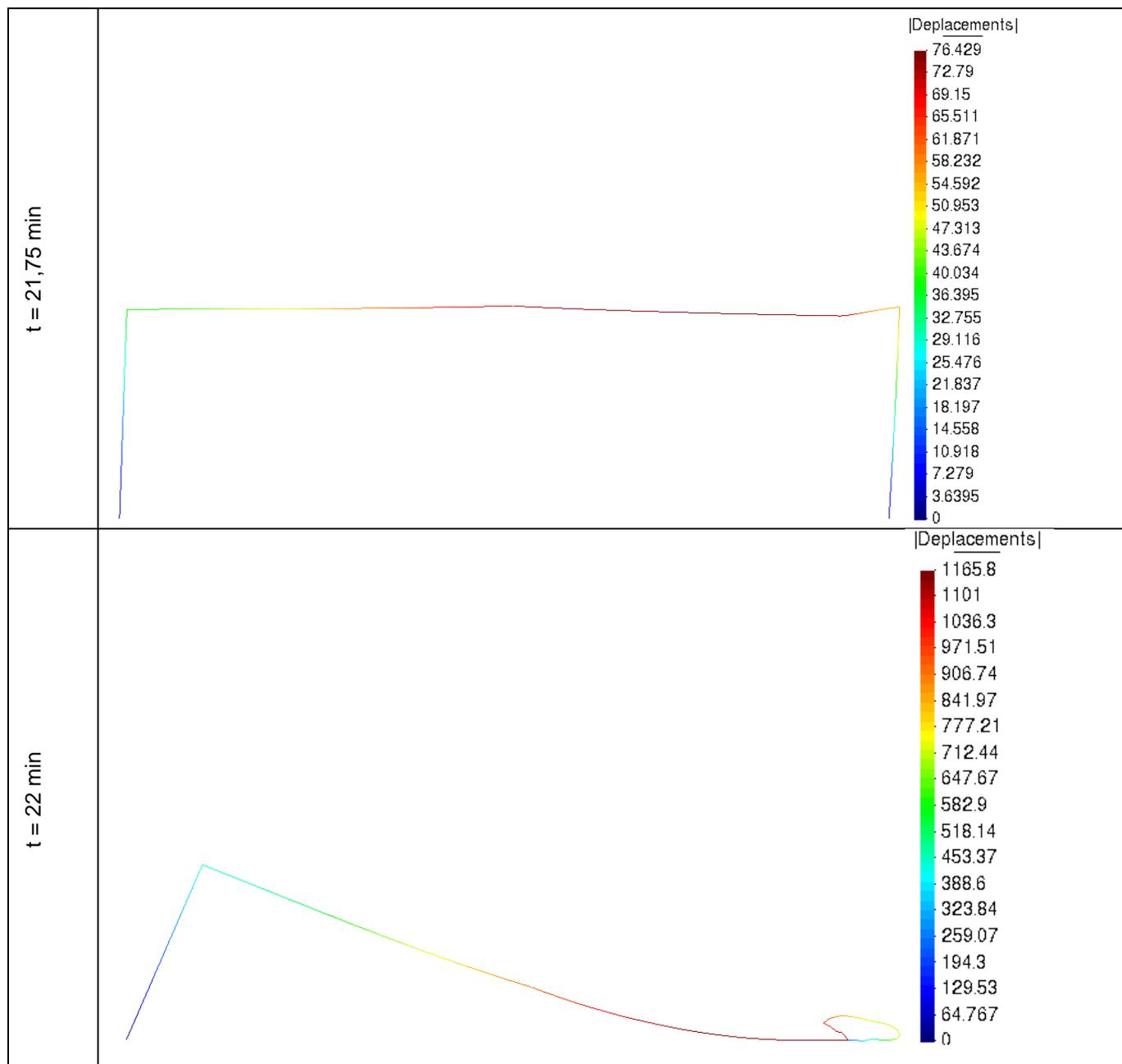


Figure 11-19 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 1 (déplacements en cm) - SC1_3

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC1_3) la structure ruine vers la cellule adjacente à t = 22 min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 340°C. Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montrent des déplacements vers l'extérieur dus à la dilatation de la traverse de la tête du poteau de rive, suivi par un déplacement vers l'intérieur dû à la ruine globale de la structure vers la cellule adjacente.

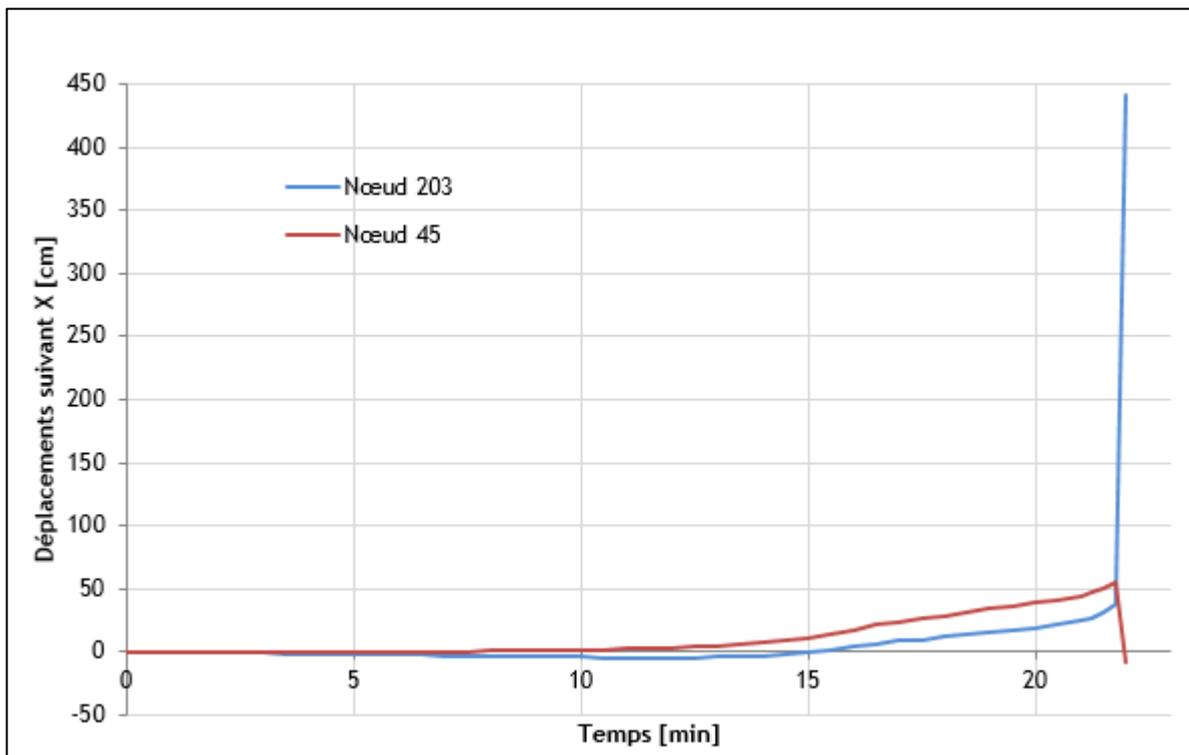


Figure 11-20 : Évolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC1_3

Le poteau de rive s'est déplacé pendant la phase de dilatation de 4,45 cm vers l'extérieur tandis que le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 55,1 cm vers la cellule adjacente avant la ruine globale. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe-feu est d'environ 900 °C en partie haute et 900 °C en partie basse.

11.6.2. Cellule 4

11.6.2.1. SC2_1

Ce scénario correspond à un départ de feu en pied de poteau de rive.

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

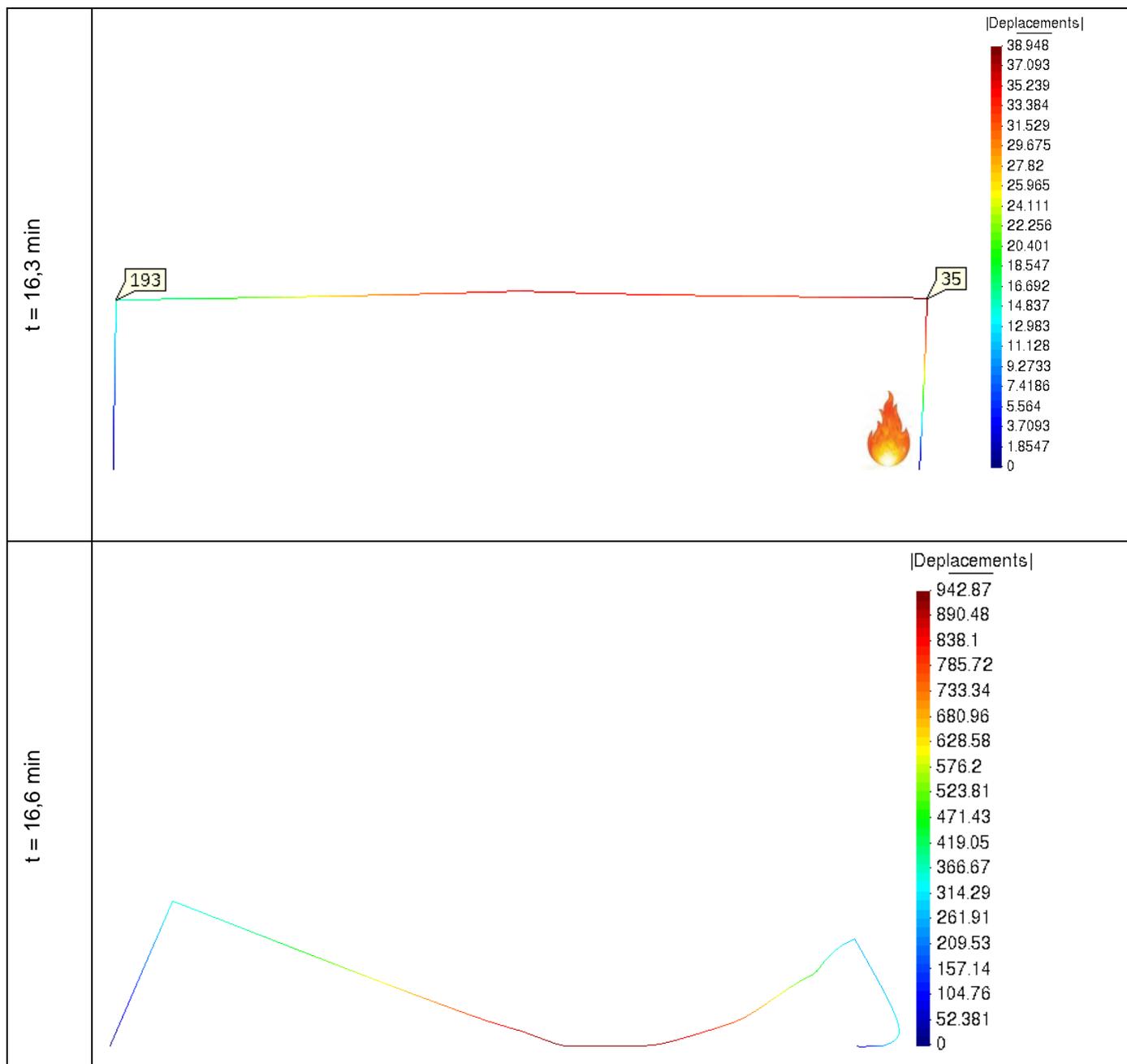


Figure 11-21 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 4 (déplacements en cm) – SC2_1

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC2_1) la structure ruine vers l'extérieur à t = 16,6 min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 540°C. Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montre les déplacements horizontaux obtenus en tête des poteaux :

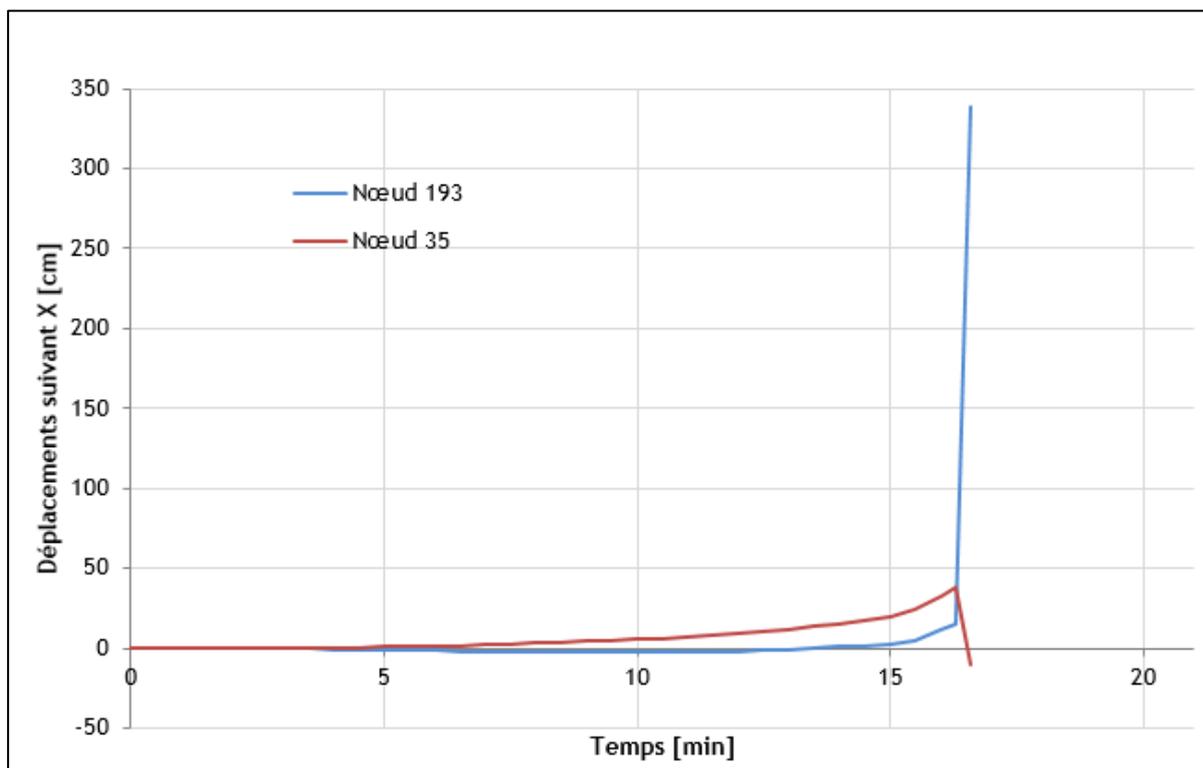


Figure 11-22 : Évolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux (déplacements en cm) – SC2_1

Le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 2,69 cm vers la cellule adjacente pendant la phase de dilatation avant de se déplacer vers l'intérieur de la cellule. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 690 °C en partie haute et 29 °C en partie basse.

11.6.2.2. SC2_2

Ce scénario correspond à un départ de feu à mi- travée du portique.

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

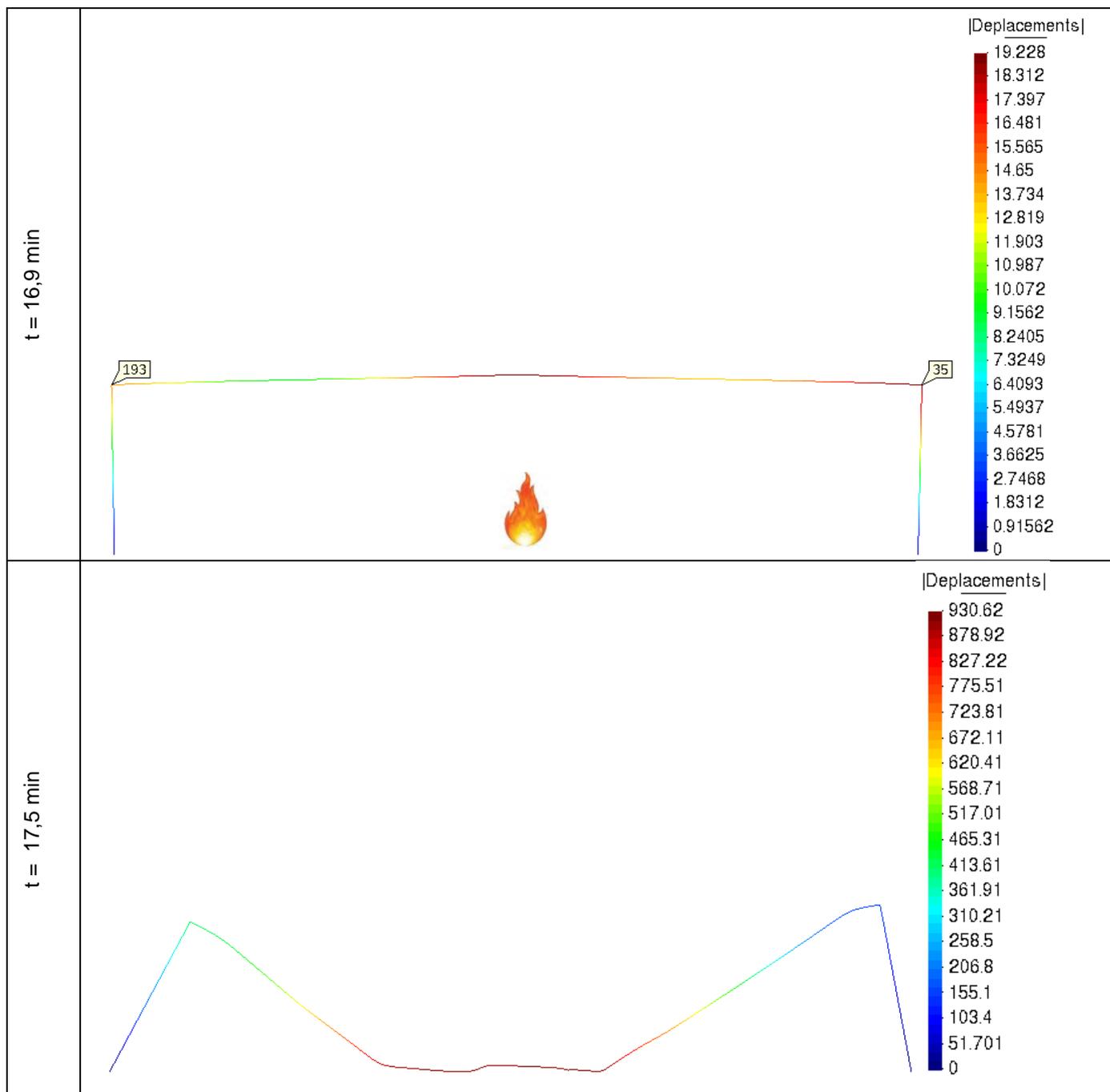


Figure 11-23 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 4 (déplacements en cm) – SC2_2

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC2_2) la structure ruine vers l'intérieur à $t = 17,5 \text{ min}$. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 900°C . Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montrent des déplacements vers l'extérieur dus à la dilatation de la traverse des têtes des poteaux, suivi par un déplacement vers l'intérieur dû à la ruine globale de la structure.

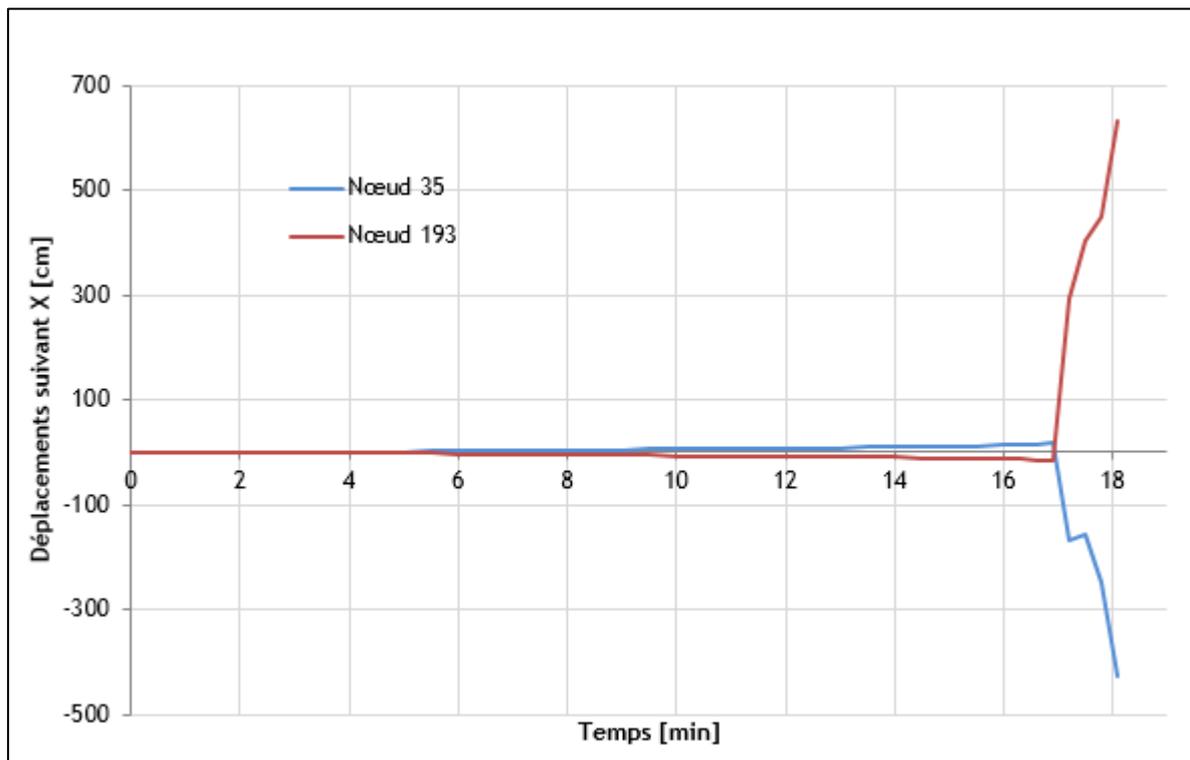


Figure 11-24 : Évolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC2_2

Le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 14,38 cm vers la cellule adjacente tandis que le poteau de rive s'est déplacé de 19,21 cm vers l'extérieur pendant la phase de dilatation avant la ruine globale. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 900 °C en partie haute et 47 °C en partie basse.

11.6.2.3. SC2_3

Ce scénario correspond à un départ de feu en pied du poteau intérieur (adjacent au mur coupe- feu).

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

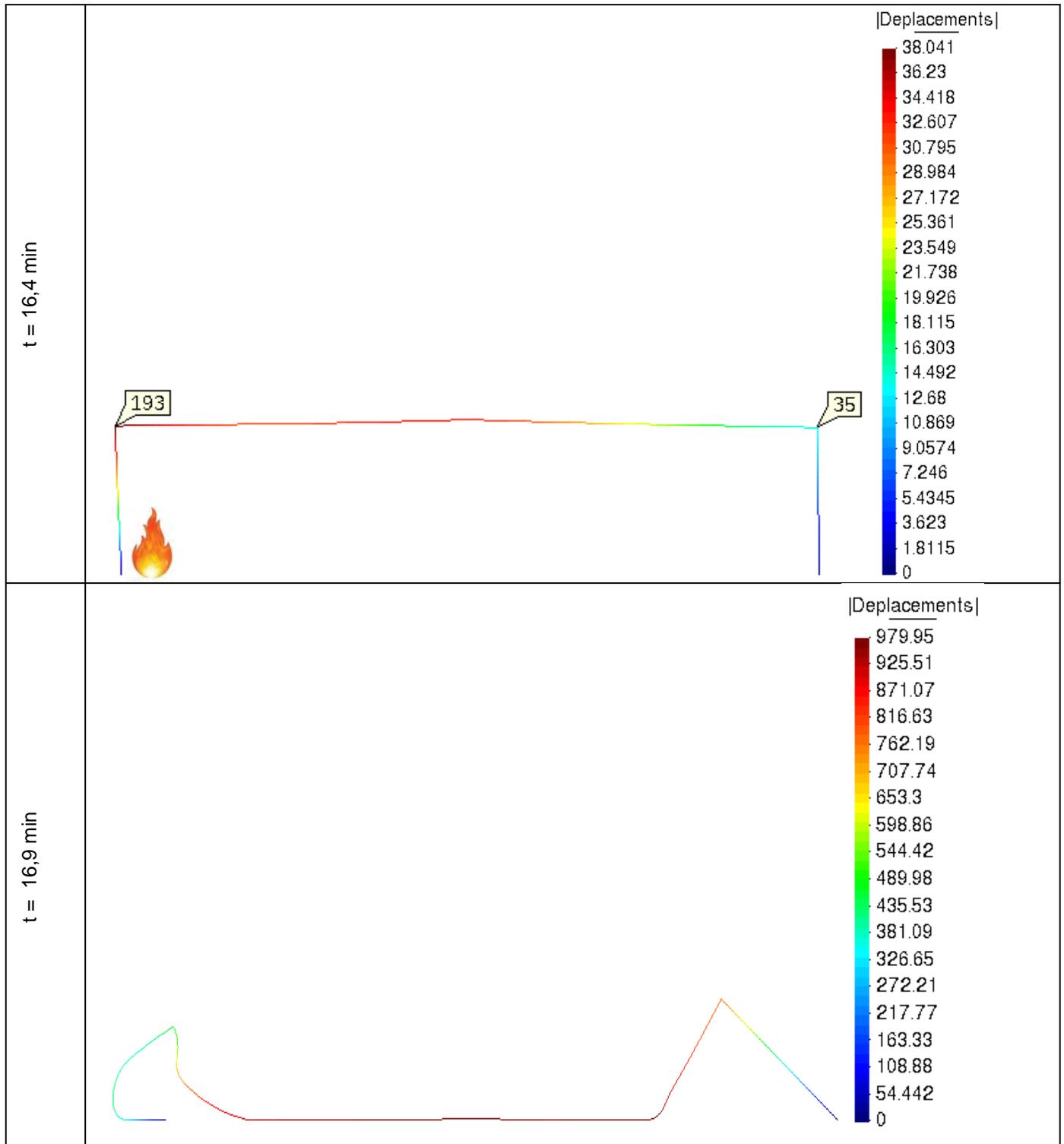


Figure 11-25 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 4 (déplacements en cm) – SC2_3

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC2_3) la structure ruine vers la cellule adjacente à t = 16,9 min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 590°C. Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montrent des déplacements vers l'extérieur dus à la dilatation de la traverse de la tête du poteau de rive, suivi par un déplacement vers l'intérieur dû à la ruine globale de la structure.

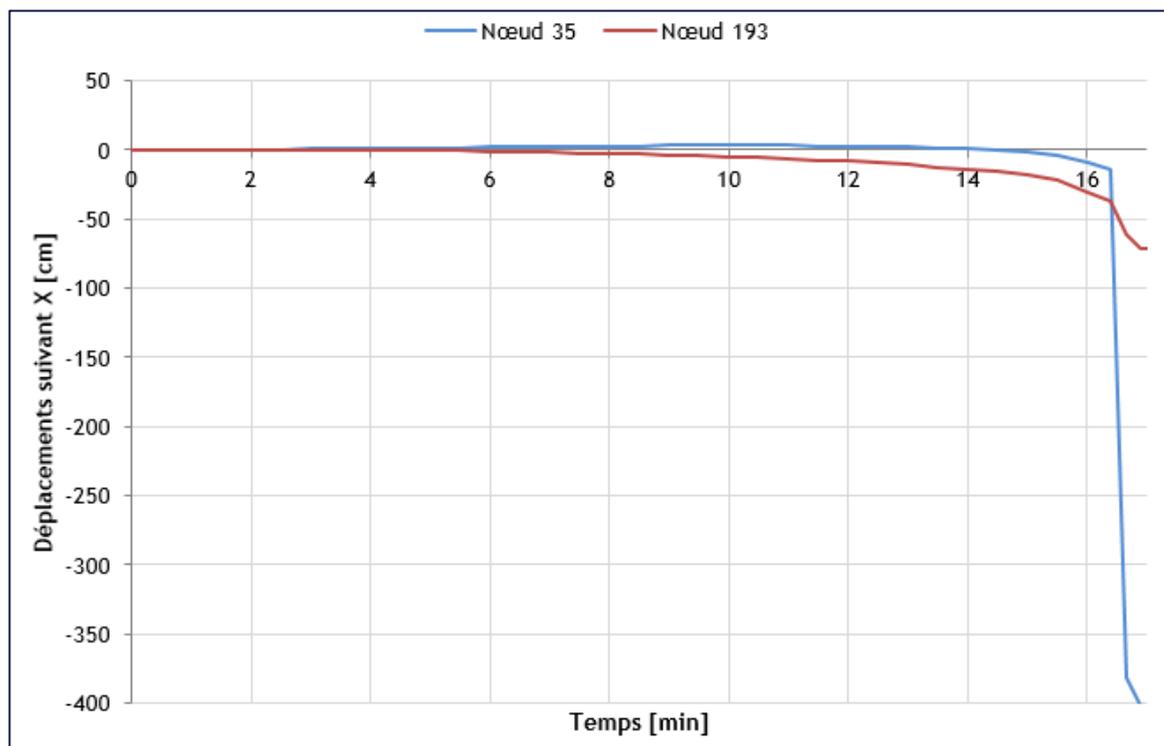


Figure 11-26 : Évolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC2_3

Le poteau de rive s'est déplacé de 3,34 cm vers l'extérieur pendant la phase de dilatation avant la ruine globale tandis que le poteau mitoyen au mur coupe-feu s'est ruiné vers la cellule adjacente. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 825 °C en partie haute et 42 °C en partie basse.

11.7. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Pour rappel, les exigences portant sur le mode de ruine de la structure sont :

- Exigence 1 : ruine vers l'intérieur ;
- Exigence 2 : non ruine en chaîne intra-cellule ;
- Exigence 3 : non ruine en chaîne inter-cellule ;
- Exigence 4 : le temps de ruine doit être supérieur au temps d'évacuation des personnes et l'intervention des services de secours et également supérieur au temps de perte des conditions de tenabilité pour les personnes et les secours.

Les résultats issus des calculs thermomécaniques sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Cellule	Scénario	Temps de ruine (min)	Ruine vers l'intérieur	Non ruine en chaîne intra-cellule	Non ruine en chaîne inter-cellule	$t_{\text{ruine}} > t_{\text{évac}}$
1	SC1_1	19,3	Non satisfait	Satisfait*	Satisfait	Satisfait
	SC1_2	32	Satisfait	Satisfait*	Satisfait	Satisfait
	SC1_3	22	Satisfait	Satisfait*	Non satisfait	Satisfait
4	SC2_1	16,6	Non satisfait	Satisfait*	Satisfait	Satisfait
	SC2_2	17,5	Satisfait	Satisfait*	Satisfait	Satisfait
	SC2_3	16,9	Satisfait	Satisfait*	Non satisfait	Satisfait

(*sous les conditions données au § 11.8)

Tableau 11-7 : Synthèse des résultats des simulations

En plus, les résultats des scénarios Sc1_1, Sc1_2, Sc2_1 et Sc2_2 montrent une ruine des poteaux adjacents aux murs coupe-feu. À proximité de ces poteaux, la température des gaz chauds est supérieure à 220°C dans la partie haute de l'entrepôt. Dans la partie basse, la température est inférieure à 220 °C mais les propriétés mécaniques des attaches se dégradent bien avant l'atteinte de ces températures. En effet, les éléments en partie basse seront échauffés par le rayonnement thermique du foyer et de la couche chaude. De plus, les poteaux s'échaufferont également sur leur partie basse par transfert thermique conductif des zones échauffées supérieures. Par conséquent, on peut juger que la rupture se fera sur les attaches fusibles inférieurs coté chaud même si elles n'ont pas encore atteint leur température de fusion. Ce qui élimine le risque d'une ruine prématurée des murs coupe-feu.

À travers ces six simulations numériques, il apparaît alors trois principaux types de ruine, en fonction de la localisation du foyer initial :

- Foyer coté poteau adjacent au mur CF : ruine vers la cellule adjacente ;
- Foyer à mi- travée : ruine vers l'intérieur ;
- Foyer côté poteau de rive : ruine vers l'extérieur.

11.8. PRECONISATIONS VIS-A-VIS DU RISQUE DE RUINE EN CHAÎNE INTRA-CELLULE

Afin d'assurer la satisfaction de l'exigence règlementaire de non ruine en chaîne intra-cellule hors plan des portiques, Efectis France propose de rajouter des contreventements verticaux de façon à avoir 2 à 3 croix de saint André dans chaque direction de plan pour chaque cellule. Ces contreventements doivent être suffisamment éloignés afin d'éviter de les perdre simultanément dans le cas d'une ruine dans l'une des cellules de l'entrepôt.

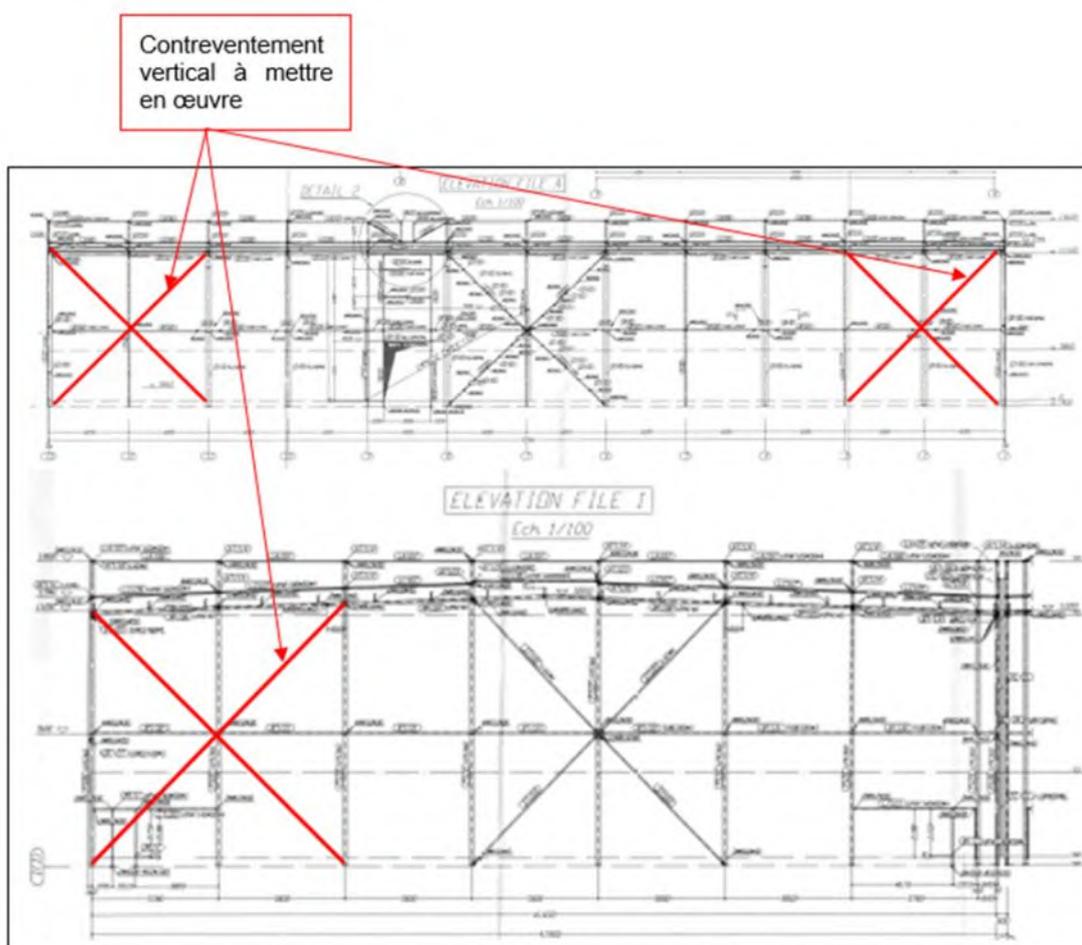


Figure 11-27 : Préconisations pour la ruine en chaîne intra-cellule (en haut : pour le renforcement des portiques en façades longitudinales, en bas : pour le renforcement des portiques en façades transversales)

Suite à des discussions avec le client, il a été décidé de mettre en place un système de contreventement tel que présenté dans les figures suivantes. Ce dernier permet d'assurer la satisfaction de l'exigence de la non ruine en chaîne intra-cellule hors plan des portiques si et seulement si ces contreventements sont capables de supporter une valeur de 20% de la charge de vent qui leur est appliquée.

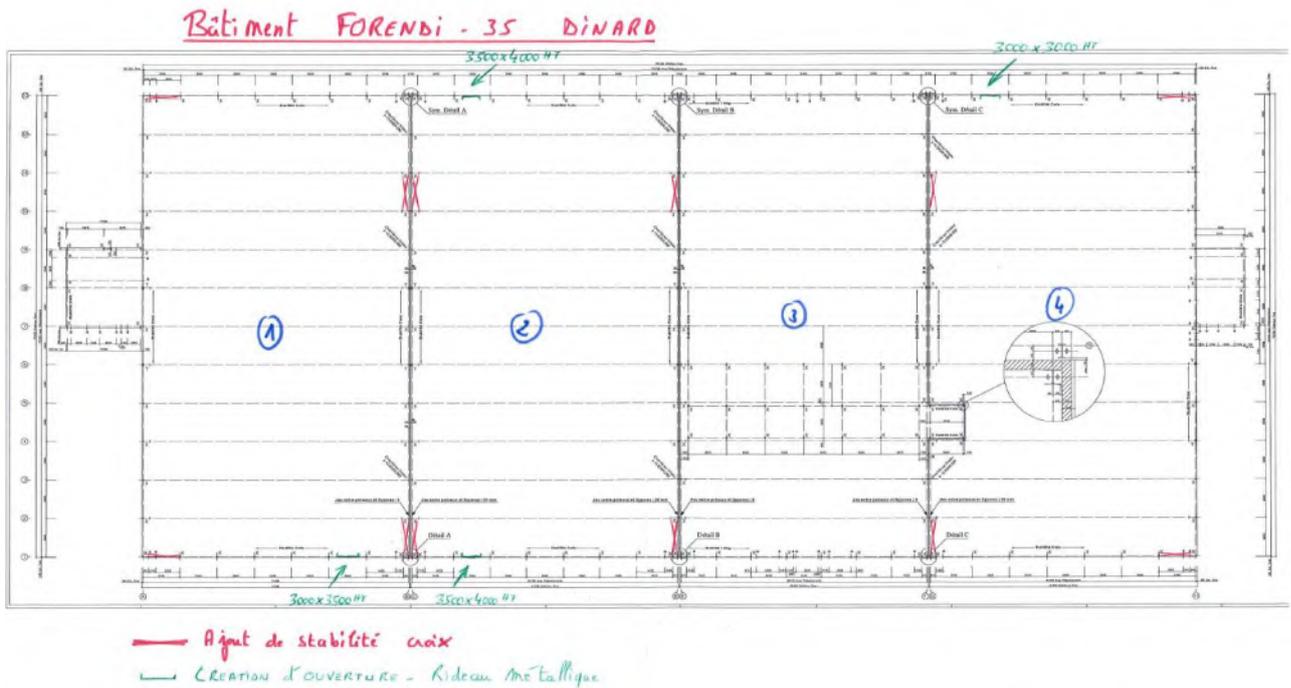


Figure 11-28 : Vue en plan de l'entrepôt montrant la position des palées de stabilité ajoutées [27]

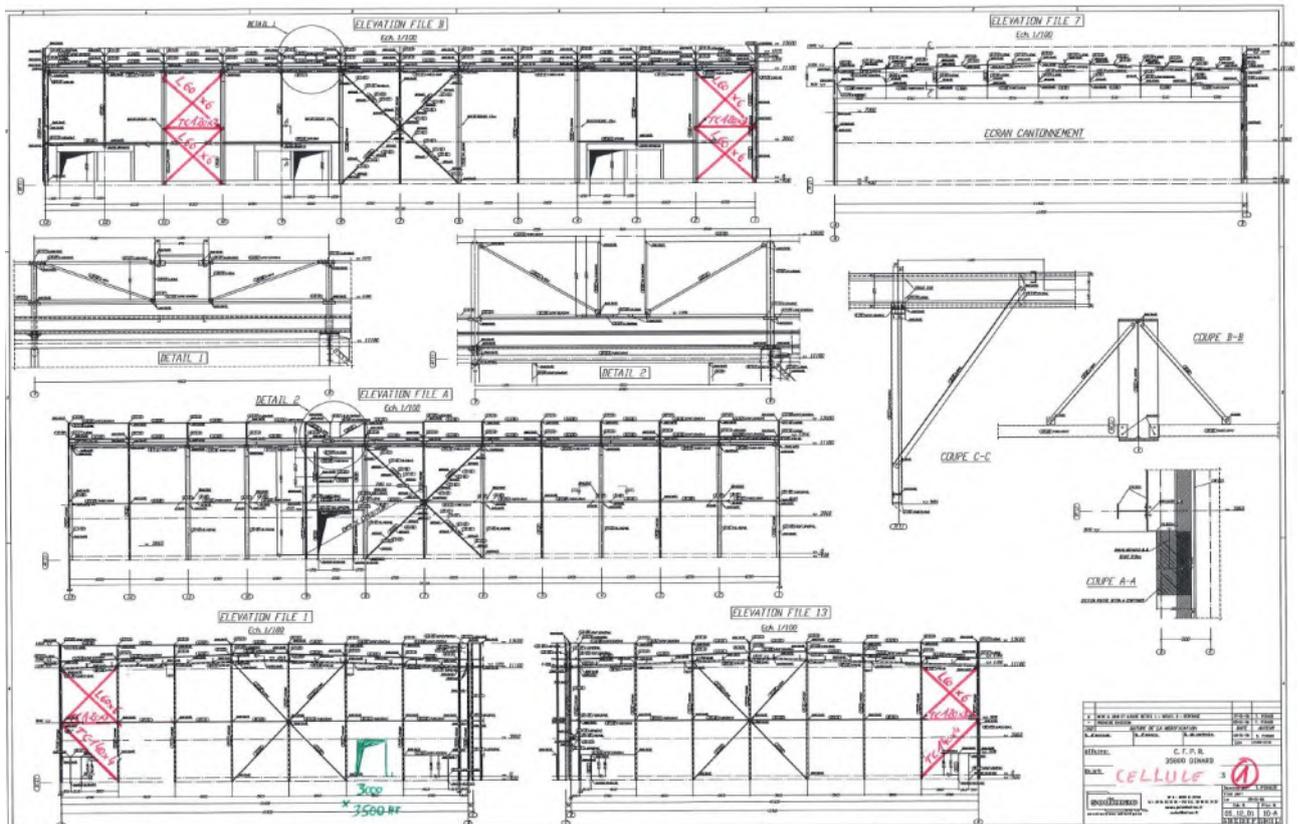


Figure 11-29 : Schéma montrant les contreventement ajoutés en façades de la cellule 1 [27]

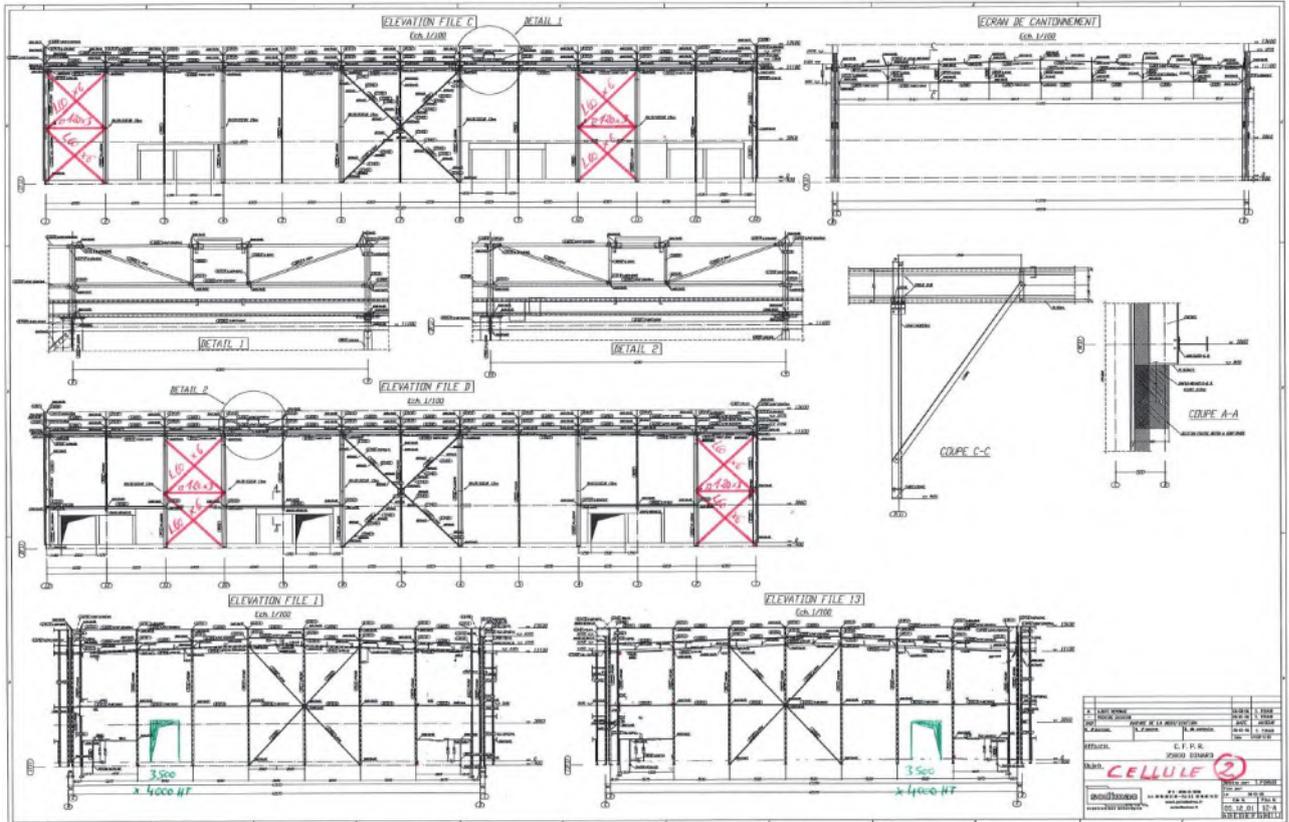


Figure 11-30 : Schéma montrant les contreventement ajoutés en façades de la cellule 2 [27]

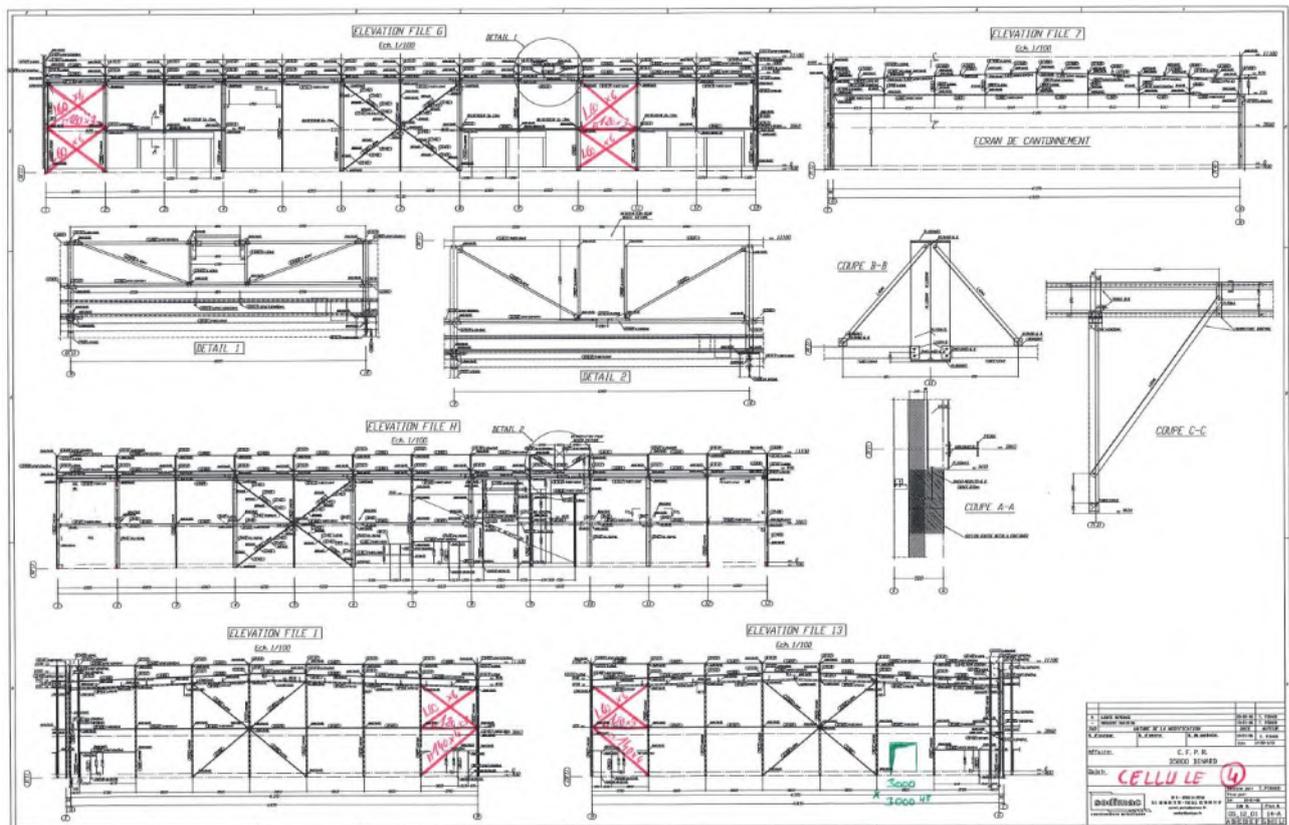


Figure 11-31 : Schéma montrant les contreventement ajoutés en façades de la cellule 4 [27]

12. ÉTUDE DE MODE DE RUINE DE LA STRUCTURE – CONFIGURATION PROTEGEE

Dans le cadre de définitions de solutions constructives qui ont pour but de répondre aux irrégularités des entrepôts de stockage vis-à-vis de la réglementation ICPE (notamment les exigences relatives à la non ruine vers l'extérieur et la non ruine en chaîne inter-cellule), une protection doit être envisagée au niveau de la structure porteuse principale (poteaux et arbalétriers). Par conséquent, ce paragraphe a pour but de vérifier que la protection ainsi mise en place permet d'assurer une ruine vers l'intérieur des cellules soumises à la réglementation et d'éviter une ruine inter-cellulaire dans le bâtiment.

La configuration modifiée de la structure principale des différentes cellules est présentée dans les figures ci-dessous. Elle consiste à mettre en place une protection R 60 au niveau des poteaux et jusqu'à la troisième panne au niveau des arbalétriers des cellules 1 et 2 et la deuxième panne de la cellule 4. Le but de cette protection est de favoriser la ruine de l'arbalétrier en premier, suivi par une ruine des poteaux du portique.

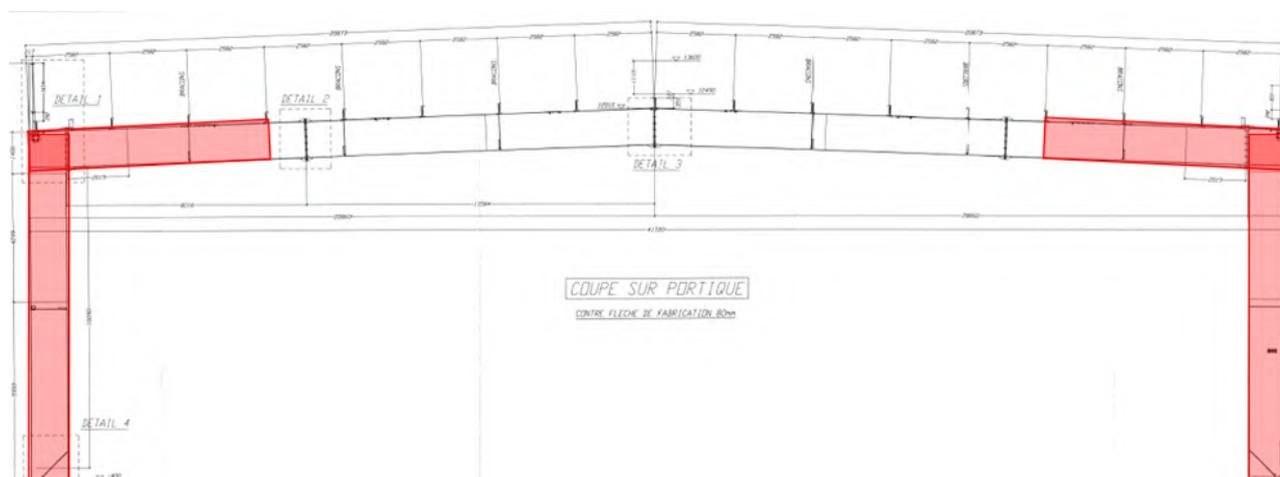


Figure 12-1 : Schéma des protections au feu appliquées aux éléments des cellules 1 et 2

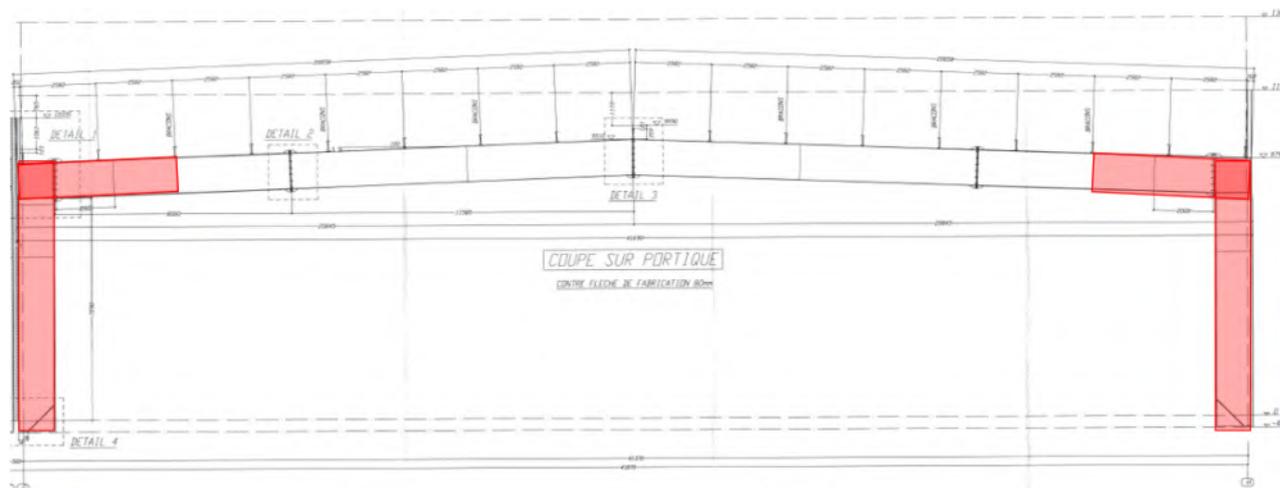


Figure 12-2 : Schéma des protections au feu appliquées aux éléments de cellule 4

N.B : Les éléments de la cellule 3 ne sont pas protégés puisque cette cellule ne rentre pas dans le cadre de cette étude.

La figure ci-dessous présente une vue en plan des poteaux à protéger par les protections thermiques conférant au degré de stabilité au feu R 60.

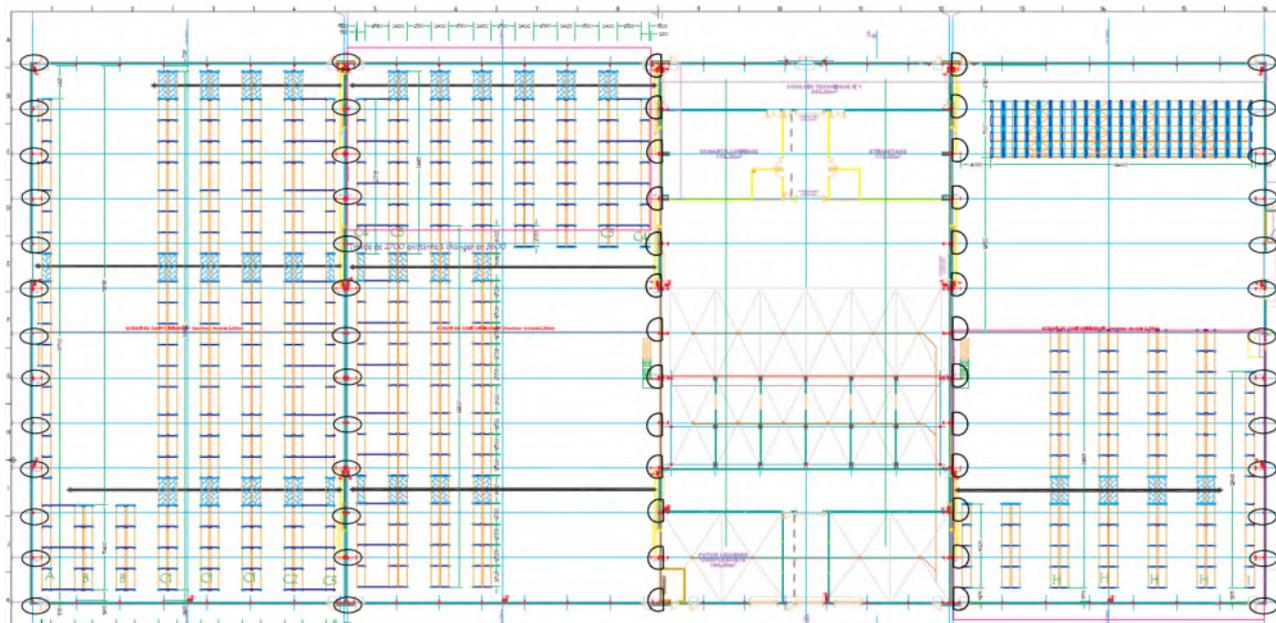


Figure 12-3 : Vue en plan des poteaux à protéger (entourés en noir)

12.1. CALCULS D'ÉCHAUFFEMENT

Les sections de poutres non protégées sont échauffées conformément à ce qui est présenté au §11.5.

Les poteaux des portiques intermédiaires sont protégés sur 3 de leurs faces tandis que les poutres sont protégées sur toutes leurs faces. L'échauffement des éléments de la structure maintenant protégés dépend non seulement de leur position par rapport au foyer mais aussi du type de protection appliquée à ces éléments. Il est considéré que la température d'échauffement maximale des éléments protégés est égale à 500°C au bout de 1 heure d'exposition pour une protection R 60. Au-delà de la durée de protection envisagée, il est difficile de déterminer l'échauffement des éléments. Il est alors considéré de manière sécuritaire que l'échauffement après la durée de protection envisagée augmente rapidement pour atteindre les températures des gaz chauds. Après 1 heure de feu, la température ambiante dans la majorité de l'entrepôt atteint 900°C (cette température est atteinte entre 30 et 40 minutes).

12.2. RESULTATS DU COMPORTEMENT MECANIQUE DES PORTIQUES

12.2.1. Cellule 1

12.2.1.1. SC1_1

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

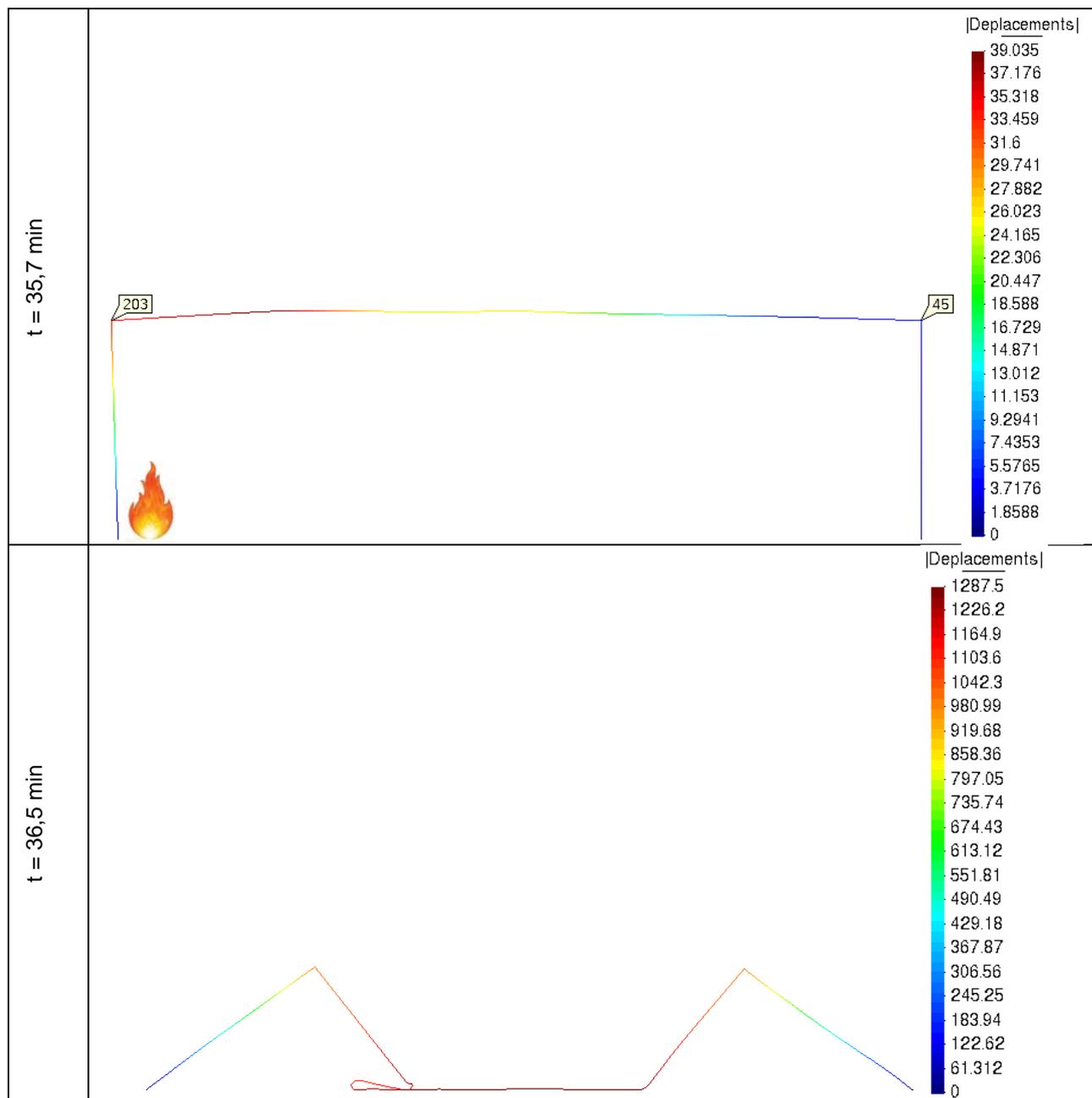


Tableau 12-1 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 1 (déplacements en cm) – SC1_1

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC1_1) la structure ruine vers l'intérieur à t = 36,5 min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 900°C. Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montre les déplacements horizontaux obtenus en tête des poteaux :

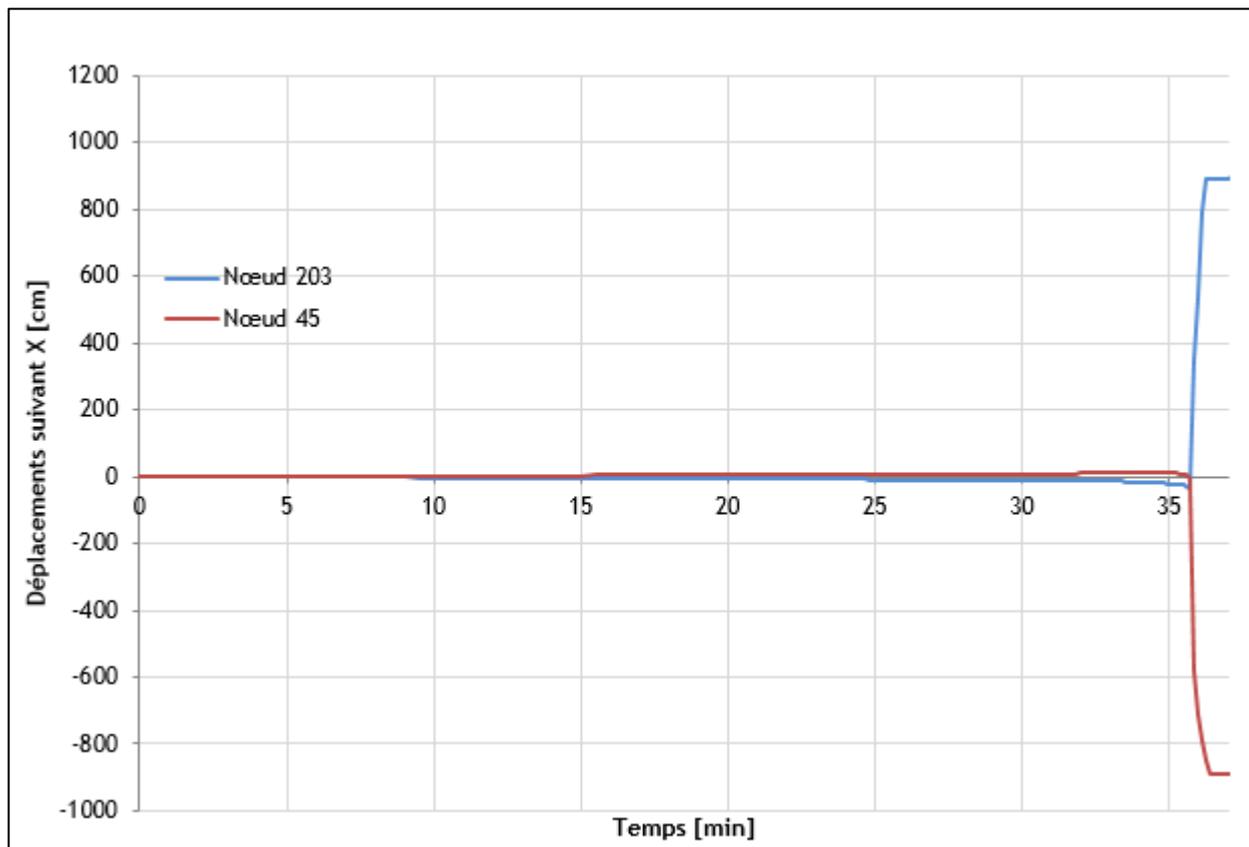


Figure 12-4 : Evolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC1_1

Le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 11,63 cm vers la cellule adjacente pendant la phase de dilatation avant de se déplacer vers l'intérieur de la cellule. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 900 °C en partie haute et 90 °C en partie basse.

12.2.1.2. SC1_2

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

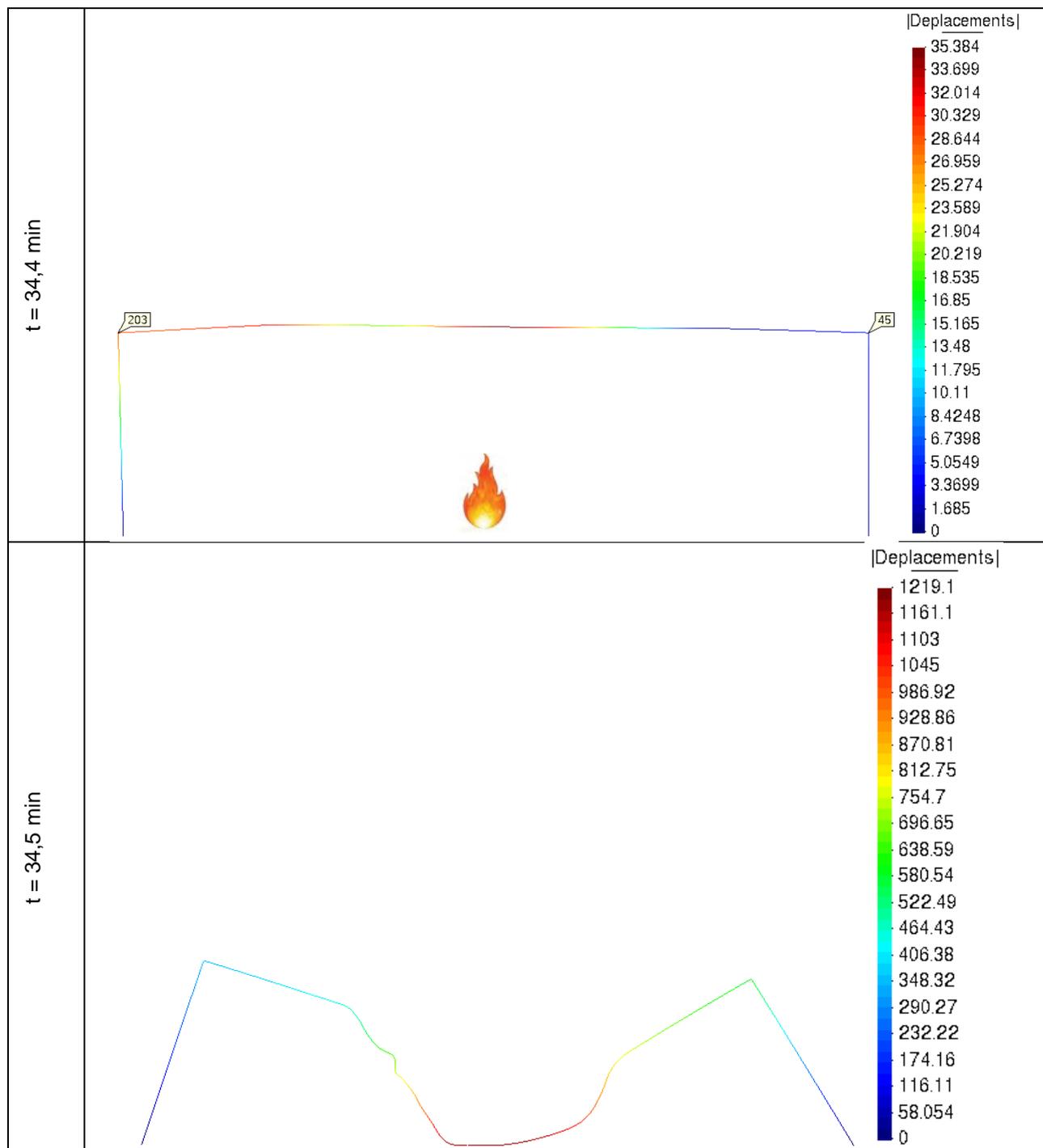


Tableau 12-2 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 1 (déplacements en cm) – SC1_2

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC1_2) la structure ruine vers l'intérieur à t = 34,5 min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 900°C. Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montre les déplacements horizontaux obtenus en tête des poteaux :

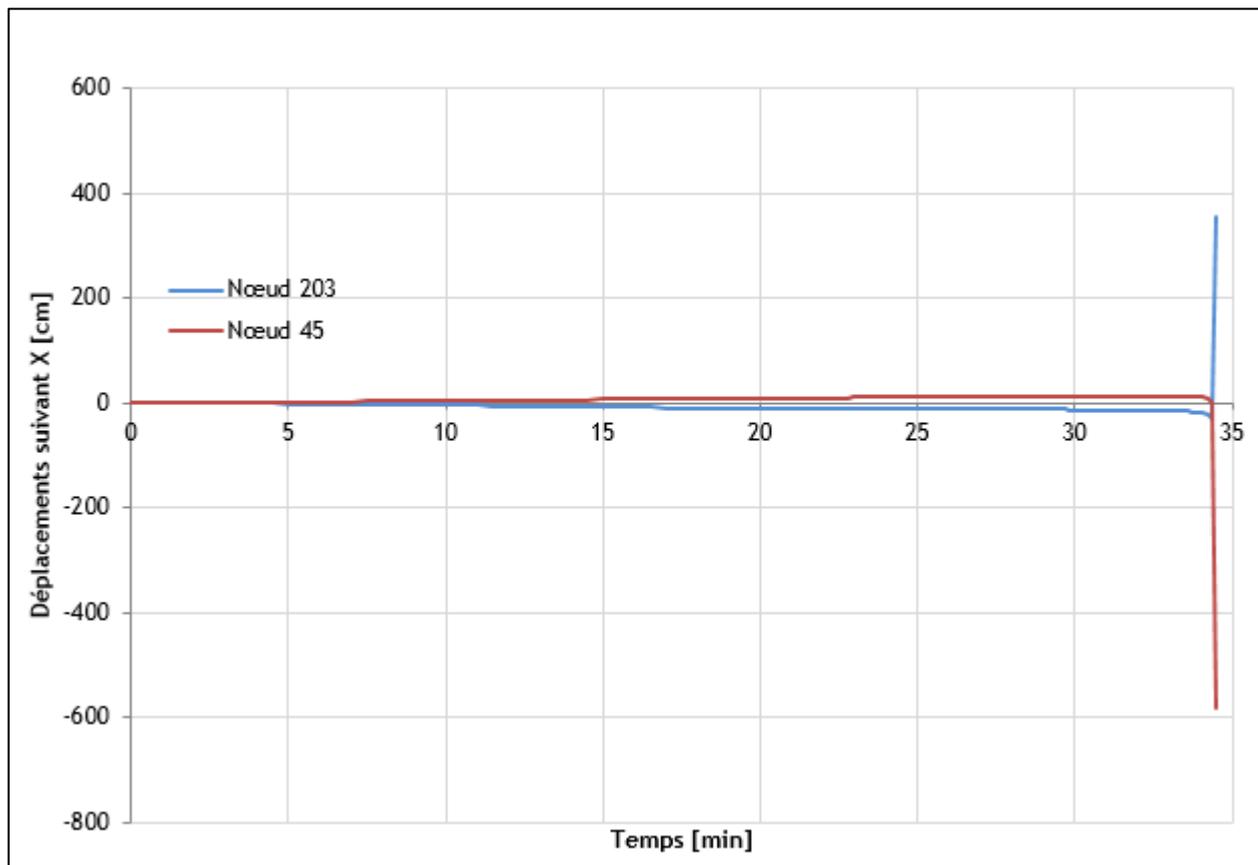


Figure 12-5 : Evolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC1_2

Le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 13,46 cm vers la cellule adjacente pendant la phase de dilatation avant de se déplacer vers l'intérieur de la cellule. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 900 °C en partie haute et 60 °C en partie basse.

12.2.1.3. SC1_3

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

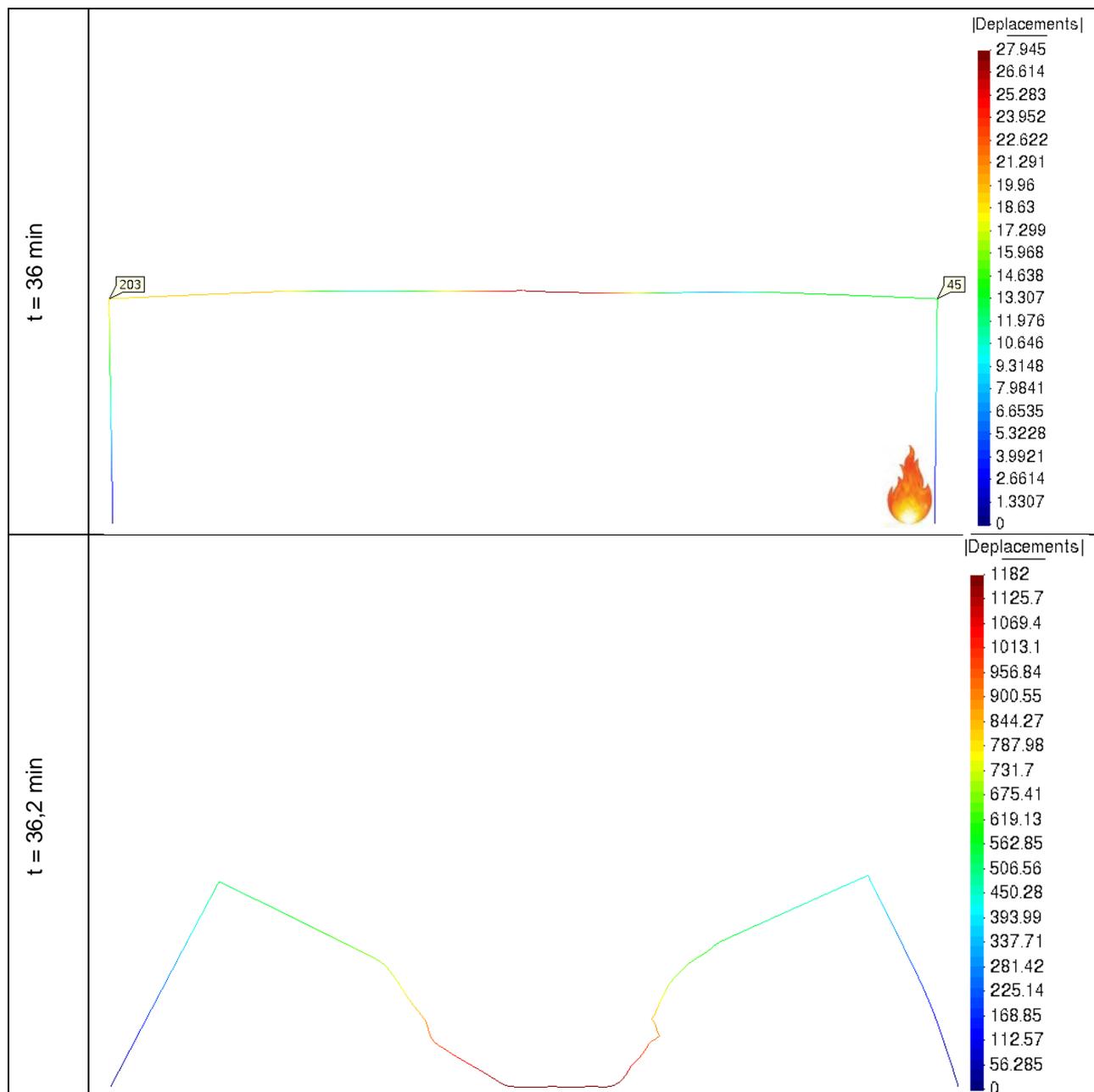


Tableau 12-3 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 1 (déplacements en cm) – SC1_3

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC1_3) la structure ruine vers l'intérieur à t = 36,2 min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 900°C. Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montre les déplacements horizontaux obtenus en tête des poteaux :

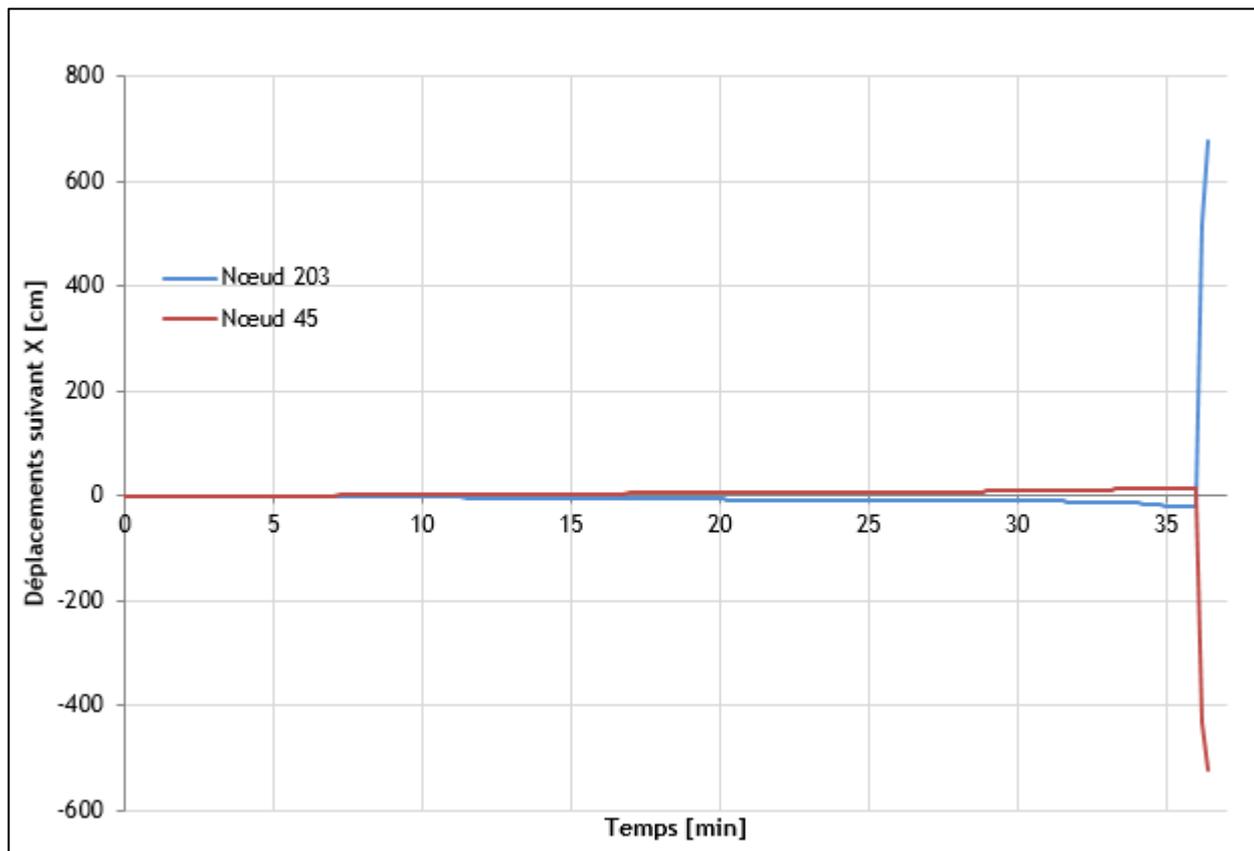


Figure 12-6 : Evolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC1_3

Le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 15 cm vers la cellule adjacente pendant la phase de dilatation avant de se déplacer vers l'intérieur de la cellule. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 900 °C en partie haute et 900 °C en partie basse.

12.2.2. Cellule 4

12.2.2.1. SC2_1

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

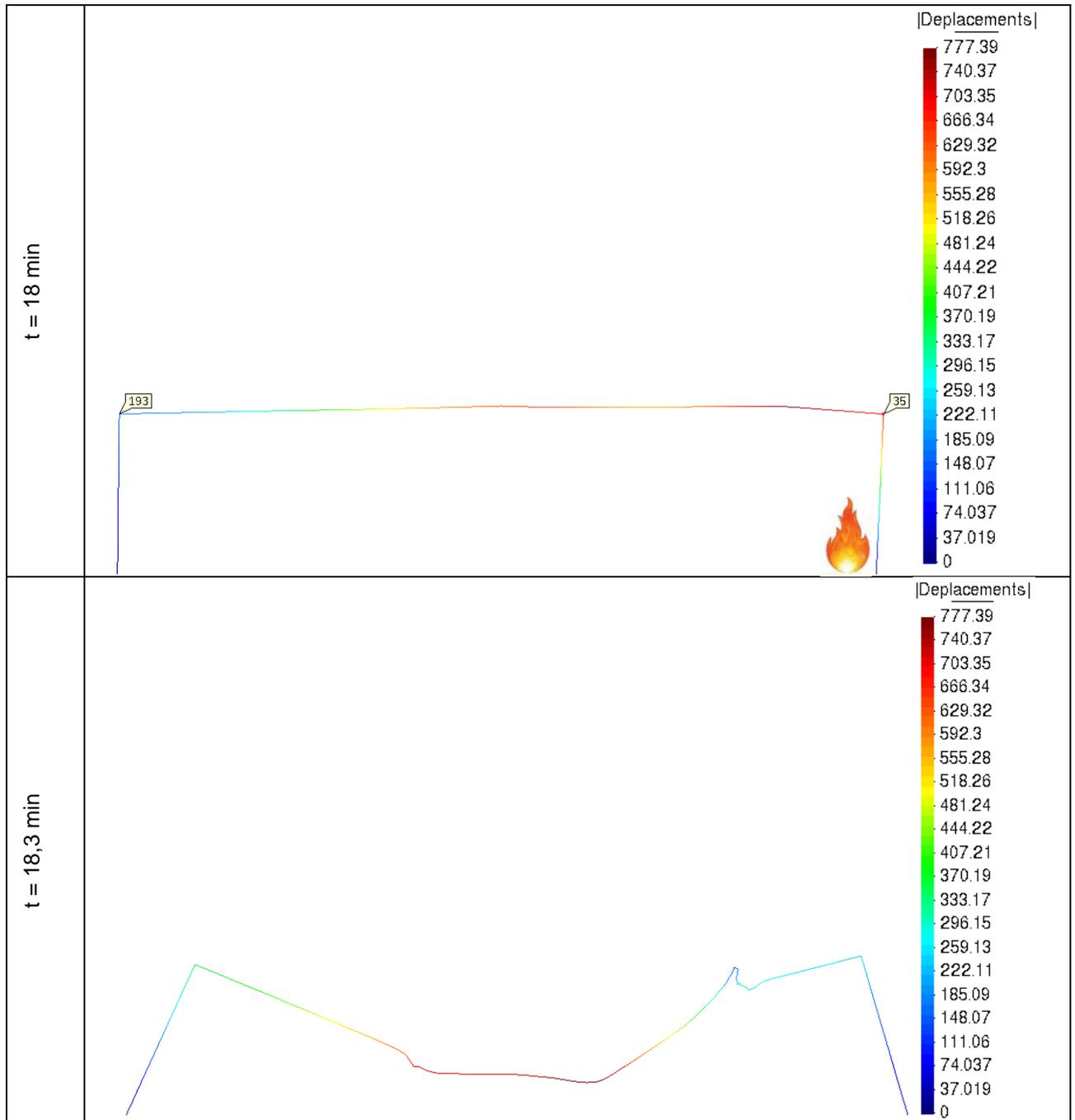


Tableau 12-4 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 1 (déplacements en cm) – SC2_1

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC2_1) la structure ruine vers l'intérieur à t = 18,3 min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 900°C. Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montre les déplacements horizontaux obtenus en tête des poteaux :

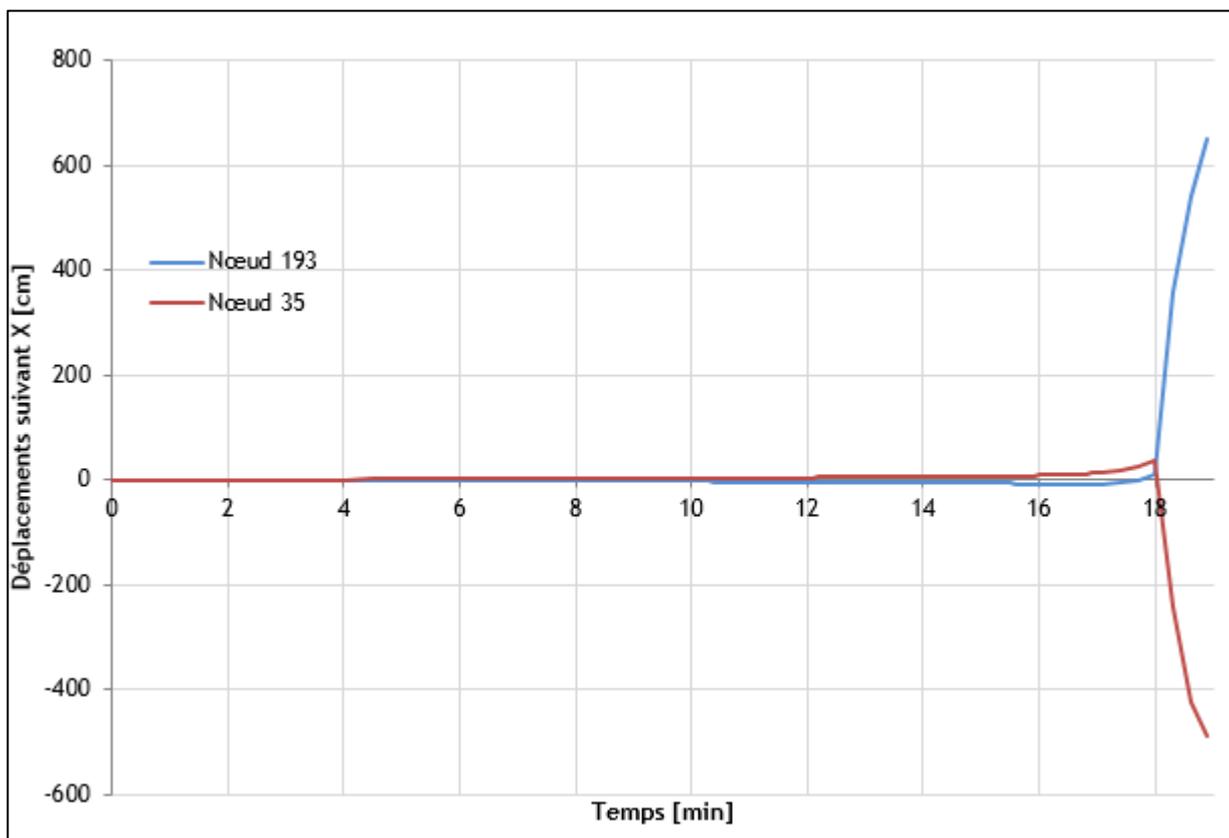


Figure 12-7 : Evolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC2_1

Le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 7,67 cm vers la cellule adjacente pendant la phase de dilatation avant de se déplacer vers l'intérieur de la cellule. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 900 °C en partie haute et 51 °C en partie basse.

12.2.2.2. SC2_2

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

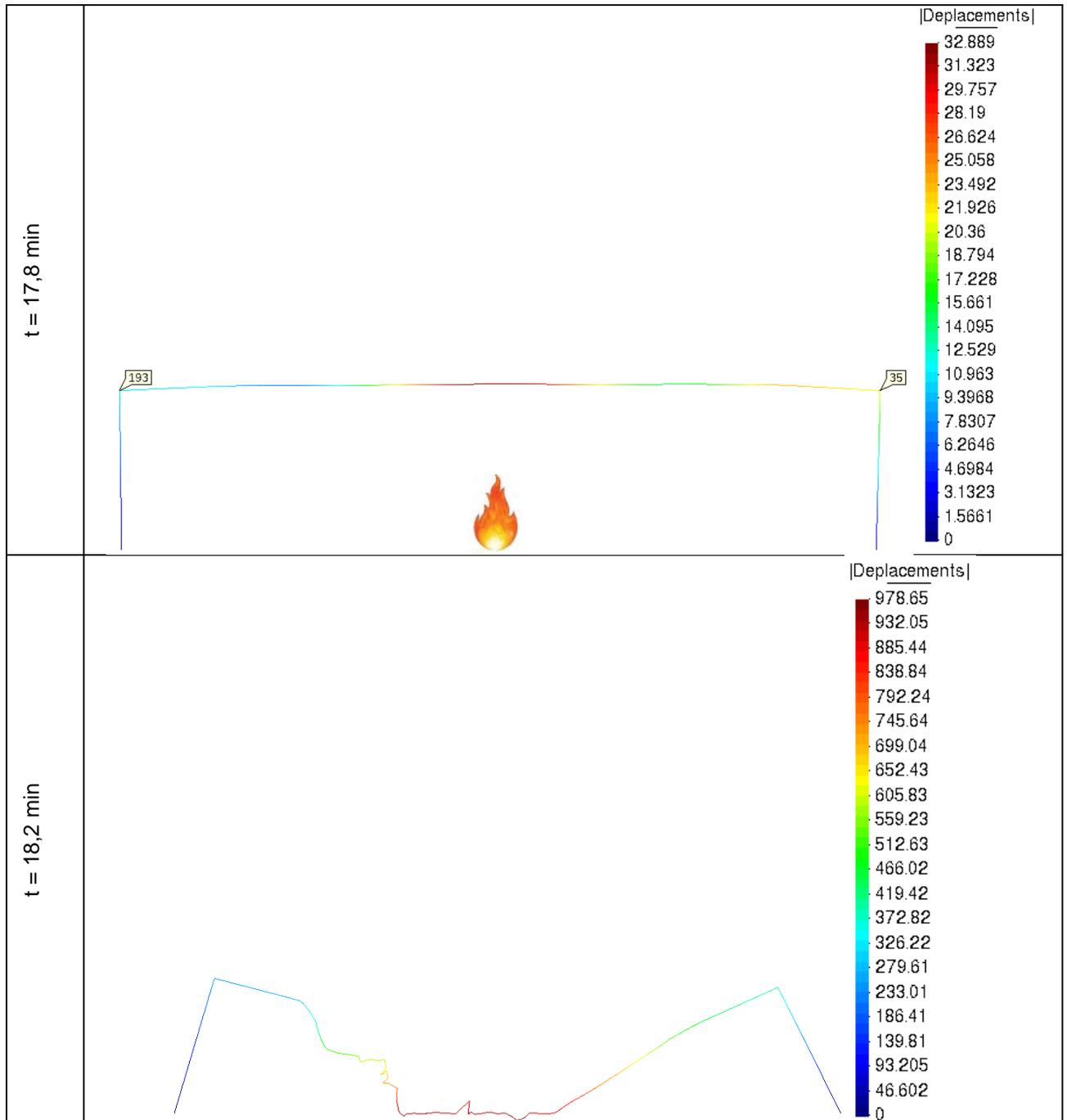


Tableau 12-5 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 1 (déplacements en cm) – SC2_2

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC2_2) la structure ruine vers l'intérieur à t = 18,2 min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 900°C. Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montre les déplacements horizontaux obtenus en tête des poteaux :

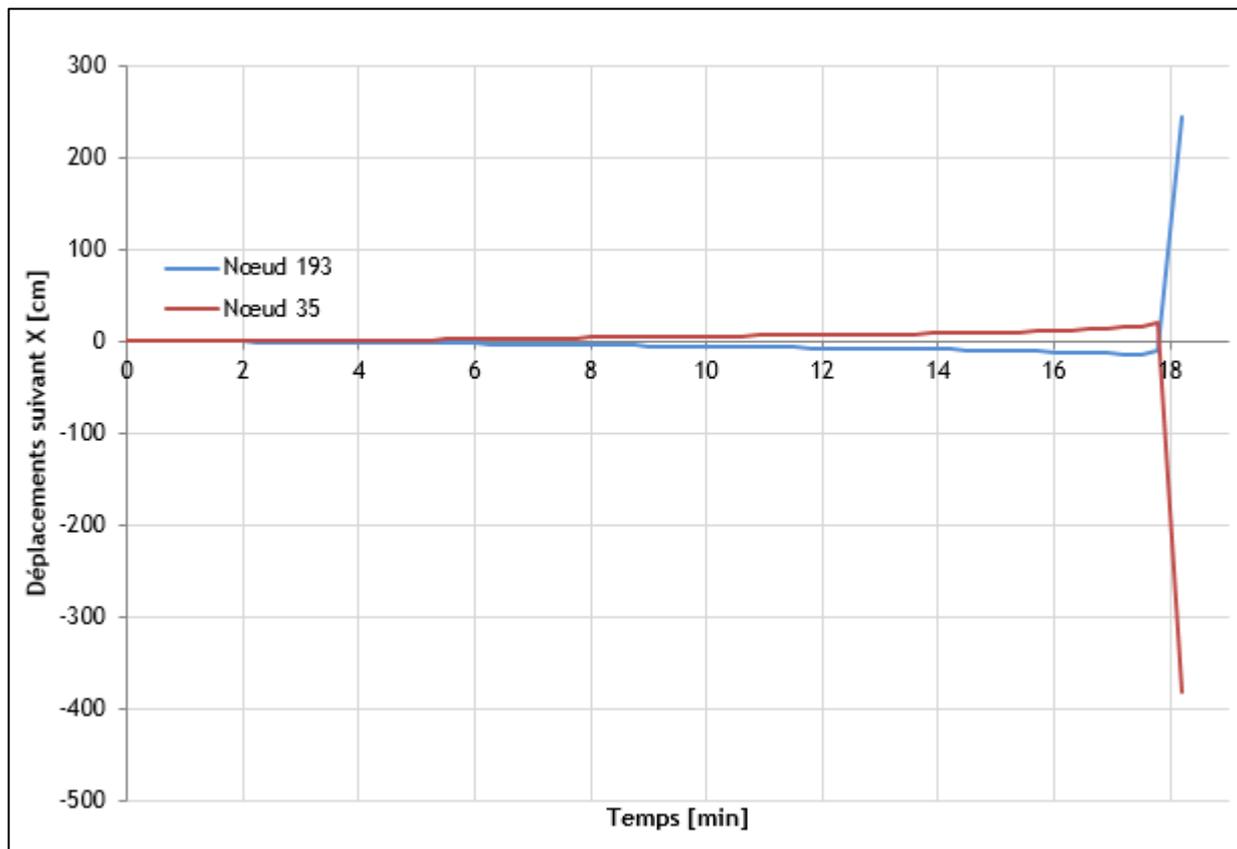


Figure 12-8 : Evolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC2_2

Le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 13,68 cm vers la cellule adjacente pendant la phase de dilatation avant de se déplacer vers l'intérieur de la cellule. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 900 °C en partie haute et 52 °C en partie basse.

12.2.2.3. SC2_3

La figure ci-dessous montre les déformées de la structure obtenues pour ce scénario à différents instants de la simulation :

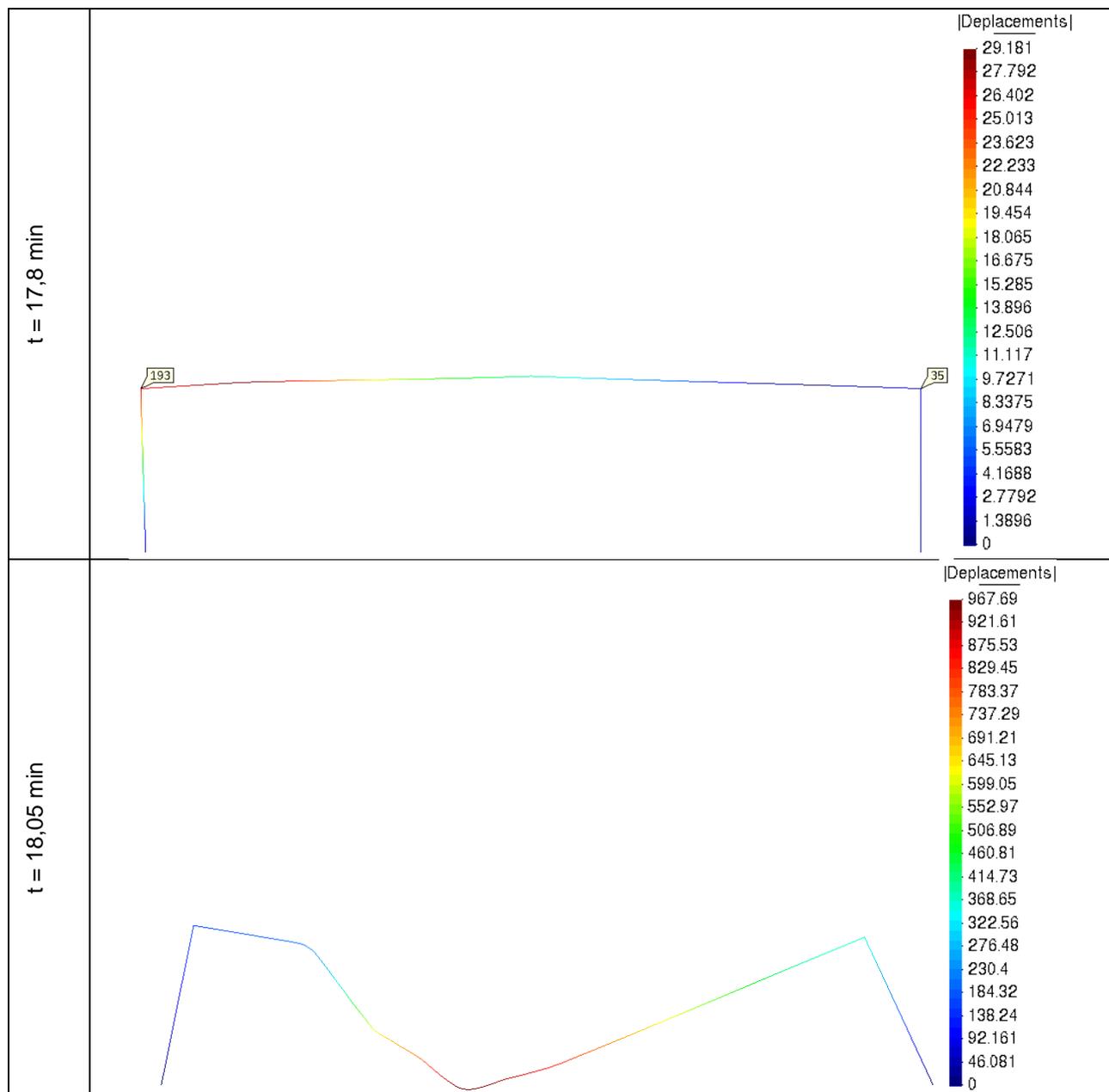


Tableau 12-6 : Déformées obtenues pour le portique de la cellule 1 (déplacements en cm) – SC2_3

Les calculs ont montré que pour ce scénario (SC2_3) la structure ruine vers l'intérieur à $t = 18,05$ min. À cet instant la température des gaz chauds dans la zone située loin du foyer est d'environ 900°C . Ces températures ne permettent pas la présence humaine à proximité.

La figure ci-dessous montre les déplacements horizontaux obtenus en tête des poteaux :

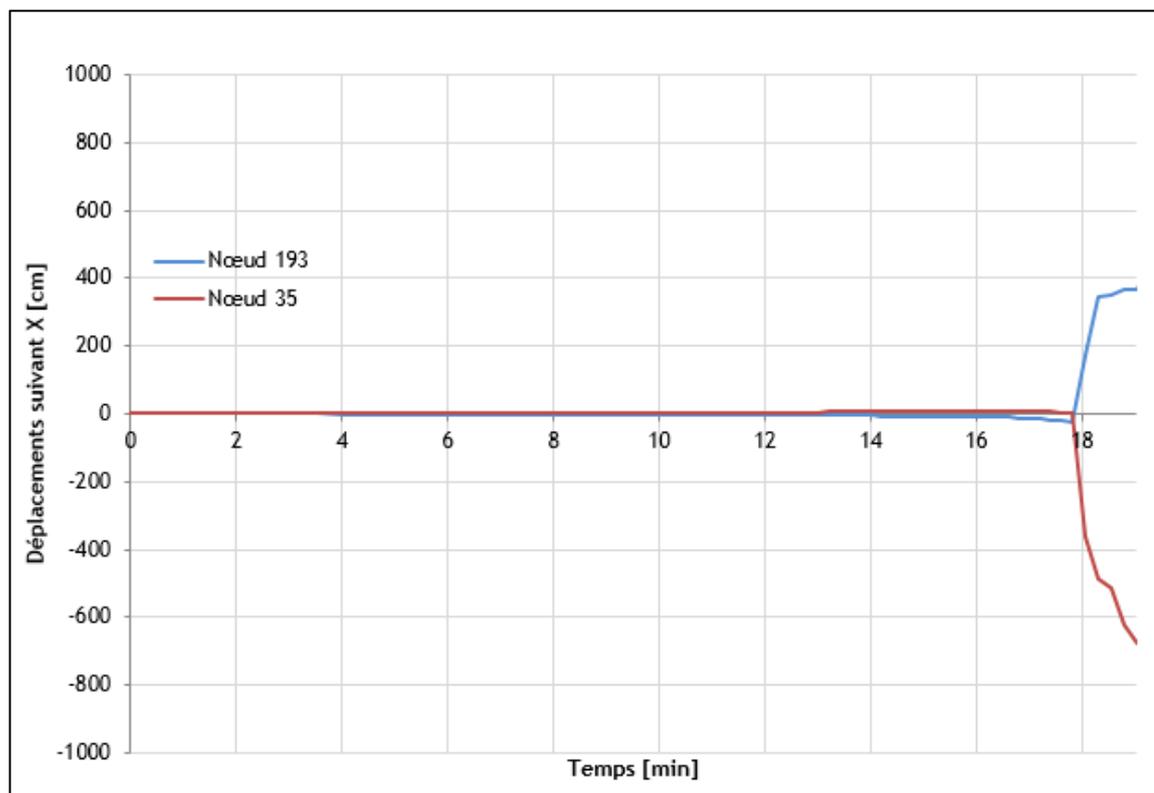


Figure 12-9 : Evolution des déplacements horizontaux en tête des poteaux – SC2_3

Le poteau mitoyen du mur coupe-feu s'est déplacé de 25,92 cm vers la cellule adjacente pendant la phase de dilatation avant de se déplacer vers l'intérieur de la cellule. Au moment de la ruine, la température des gaz chauds à proximité du poteau mitoyen du mur coupe est d'environ 900 °C en partie haute et 900 °C en partie basse.

12.2.3. Synthèse des résultats

Pour rappel, les exigences portant sur le mode de ruine de la structure sont :

- Exigence 1 : ruine vers l'intérieur ;
- Exigence 2 : non ruine en chaîne intra-cellule ;
- Exigence 3 : non ruine en chaîne inter-cellule ;
- Exigence 4 : le temps de ruine doit être supérieur au temps d'évacuation des personnes et l'intervention des services de secours (4 minutes et 5 secondes) et également supérieur au temps de perte des conditions de tenabilité pour les personnes et les secours (16 minutes pour la cellule 1 et 14 minutes pour la cellule 4).

Les résultats issus des calculs thermomécaniques sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Cellule	Scénario	Temps de ruine (min)	Ruine vers l'intérieur	Non ruine en chaîne intra-cellule	Non ruine en chaîne inter-cellule	$t_{\text{ruine}} > t_{\text{évac}}$
1	SC1_1	36,5	Satisfait	Satisfait*	Satisfait	Satisfait
	SC1_2	34,5	Satisfait	Satisfait*	Satisfait	Satisfait
	SC1_3	36,2	Satisfait	Satisfait*	Satisfait	Satisfait
4	SC2_1	18,3	Satisfait	Satisfait*	Satisfait	Satisfait
	SC2_2	18,2	Satisfait	Satisfait*	Satisfait	Satisfait
	SC2_3	18,05	Satisfait	Satisfait*	Satisfait	Satisfait

(*sous les conditions données au § 11.8)

Tableau 12-7 : Synthèse des résultats des simulations

Les résultats de l'ensemble des scénarios testés pour les cellules 1 et 4 montrent que les déplacements horizontaux obtenus en tête du poteau mitoyen du mur coupe-feu sont inférieurs aux valeurs obtenues d'après les calculs à froid menés selon les Eurocodes (voir Annexe A). Cela indique qu'il n'y a pas de risque de ruine inter-cellule.

En plus, à travers ces six simulations numériques, il a apparu que la structure principale des différentes cellules ruine vers l'intérieur à cause de la ruine de l'arbalétrier.

13. CONCLUSIONS

Dans le cadre d'un projet de demande d'enregistrement d'un entrepôt à Dinard au titre de la rubrique 1510 et de déclaration au titre de la rubrique 2171 pour la société FLORENDI, il a été demandé à Efectis de réaliser une étude d'ingénierie incendie ayant pour objectif de vérifier diverses exigences réglementaires.

Dans un premier temps, il a été vérifié la stabilité de la structure sous feu ISO 834 selon une analyse comparative entre les résultats du diagnostic technique réalisé par *Ecodiag* et les résultats obtenus par *Efectis France*. L'analyse a montré que la structure devient instable au feu après 5 minutes et 40 secondes, temps plus court que celui estimé par *Ecodiag* égal à 7 minutes.

Dans un second temps, la réponse de la structure dans le cas de développement d'un incendie dans deux des cellules de l'entrepôt a été étudiée selon trois scénarios de départ de feu différents dans chacune. Les sollicitations thermiques ont été obtenues par des calculs de développement de feu grâce aux logiciels FDS et CFAST. Ensuite, des calculs thermomécaniques ont été menés avec le logiciel LENAS afin d'étudier les conséquences de telles sollicitations appliquées aux éléments de structure d'un portique 3D-plan représentatif de la cellule, prenant en compte les différents chargements mécaniques type poids propres et charges climatiques.

D'après les simulations effectuées, l'étude a ainsi montré que :

- **Exigence 1** : *En cas d'incendie réel se déclarant au sein de la cellule de stockage, il n'y a pas un effondrement de la structure vers l'extérieur. Cette exigence est satisfaite si et seulement si la structure est conforme à celle présentée au § 12.*
- **Exigence 2** : *En cas d'incendie réel se déclarant au sein de la cellule de stockage, il n'y a pas de ruine en chaîne au sein même de la zone sinistrée (pas de ruine en chaîne intra cellule).*

Pour l'ensemble des scénarios testés, la ruine des éléments intervient assez tardivement après le début de l'incendie. Aux instants de ruine, la température des gaz chauds dépasse 272°C, ce qui ne permet pas la présence humaine dans l'entrepôt. La ruine n'intervient pas ainsi dans des zones où la température est encore tenable. **Cette exigence est satisfaite si et seulement si des contreventement sont ajoutés conformément au paragraphe 11.8.**

- **Exigence 3** : *En cas d'incendie réel se déclarant au sein de la cellule de stockage, il n'y a pas de risque de propagation à la cellule voisine (pas d'effet domino).*

Les résultats de l'ensemble des scénarios testés pour les cellules 1 et 4 montrent que les déplacements horizontaux obtenus en tête du poteau mitoyen du mur coupe-feu sont inférieurs aux valeurs obtenus d'après les calculs à froid menés selon les Eurocodes (voir Annexe A). De même, il a été montré qu'au moment de la ruine, les attaches fusibles seront fondues ce qui n'entraîne pas la ruine des murs coupe-feu. **Cette exigence est satisfaite si et seulement si la structure est conforme à celle présentée au §12.**

- **Exigence 4** : *En cas d'incendie réel se déclarant au sein de la cellule de stockage, la cinétique d'incendie et la cinématique de ruine est compatible avec l'évacuation des personnes et l'intervention des services de secours.*

Les résultats ont montré que la ruine globale de la structure présentée au §12 n'apparaissant pas avant 34,5 minutes pour la cellule 1 et 18,05 minutes pour la cellule 4, ce qui est donc compatible avec le temps d'évacuation global de 4 minutes et 5 secondes. De plus, les conditions de tenabilité pour le personnel sont dégradées à partir de 12 minutes en cellule 1 et à 11 minutes en cellule 4. Pour les services de secours, ce temps d'atteinte des critères est de 16 minutes et 14 minutes pour les cellules 1 et 4 respectivement. Ainsi, les services de secours et les personnes ne devront donc plus se trouver dans l'entrepôt au moment où la ruine se produit. **Cette exigence est satisfaite.**

Il est apparu que toutes les exigences sont respectées si et seulement si la structure est conforme à celle présentée au §12 et des contreventement sont ajoutés conformément au paragraphe 11.8.

Les analyses présentées dans ce document ont été réalisées dans le strict respect des documents en possession d'Efectis France et des informations qui lui ont été communiquées et citées au paragraphe.

ANNEXE A : ÉVALUATION DES DÉPLACEMENTS ADMISSIBLES DE LA STRUCTURE DES CELLULES ADJACENTES AUX CELLULES ETUDIÉES

Des calculs à froid pour les cellules 2 et 3 ont été réalisés dans le cadre de cette étude afin de vérifier l'exigence 3 du § 4. Ces calculs ont été réalisés avec le logiciel LENAS à partir d'un effort horizontal appliqué vers l'extérieur en tête des poteaux adjacents aux murs coupe-feu afin d'évaluer les déplacements horizontaux admissibles de la structure avant la ruine des portiques de ces cellules.

Modèles :

Conformément aux plans décrits au § 3, le comportement à froid des portiques en acier est étudié à partir d'un modèle de portique en deux dimensions ayant un comportement mécanique tridimensionnel. Les modèles prévus dans cette partie correspondent à l'étude à froid dans les cellules 2 et 3 et sont présentés sur les figures ci-dessous :

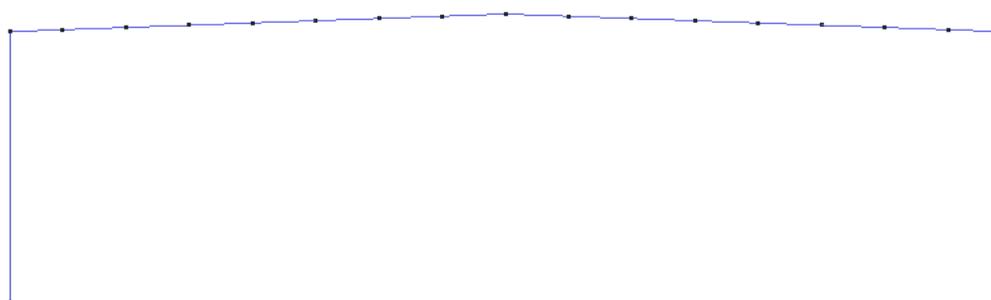


Figure 13-1 : Modèle du portique de la cellule 2

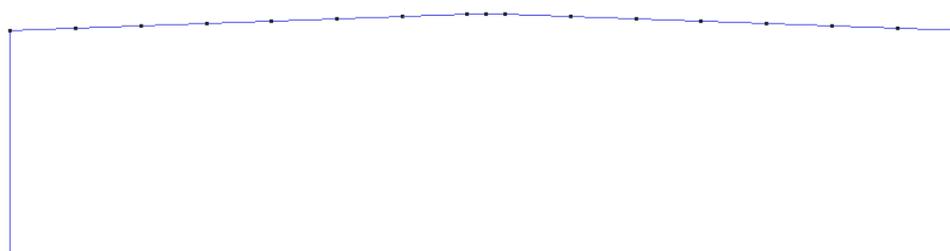


Figure 13-2 : Modèle du portique de la cellule 3

Conditions aux limites :

Les conditions aux limites associées à ces modèles sont illustrées sur les figures suivantes et correspondent à des articulations et des blocages de la torsion en pied de poteaux, ainsi que des blocages des déplacements et des rotations hors plans (selon l'axe OY) et de la torsion au niveau des jonctions poutres/pannes et poteaux/pannes.

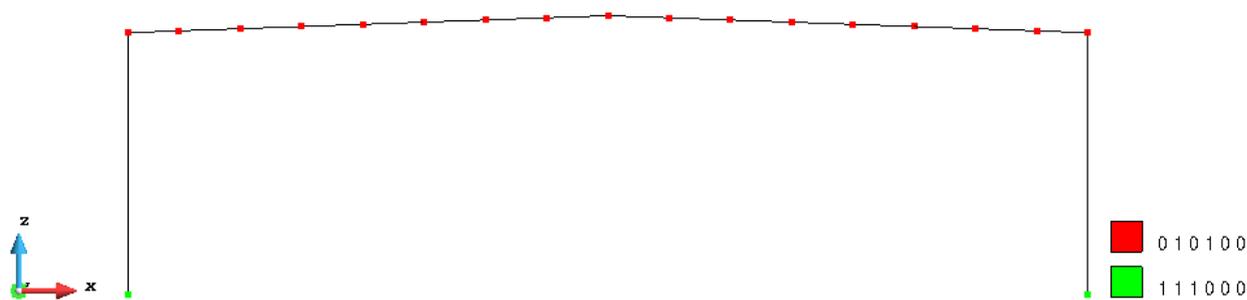


Figure 13-3 : Conditions aux limites associées au modèle du portique de la cellule 2

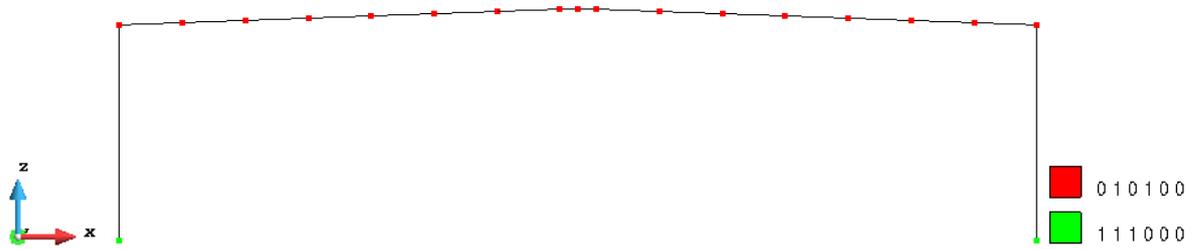


Figure 13-4 : Conditions aux limites associées au modèle du portique de la cellule 3

N.B : 1 = DDL bloqué ; 0 = DDL libre.

Matériaux :

Tous les éléments en acier sont constitués d'acier de nuance S235.

Les caractéristiques mécaniques des aciers à froid sont les suivantes :

- Masse volumique : $\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$;
- Module d'Young : $E_a = 210\,000 \text{ MPa}$;
- Limite d'élasticité : $f_y = 235 \text{ MPa}$;
- Coefficient de Poisson : $\nu = 0,3$.

Chargements :

La distribution des charges linéiques appliquées sur les portiques est illustrée dans les figures suivantes :



Figure 13-5 : Charges réparties appliquées sur le portique de la cellule 2 (en mN/m)



Figure 13-6 : Charges réparties appliquées sur le portique de la cellule 3 (en mN/m)

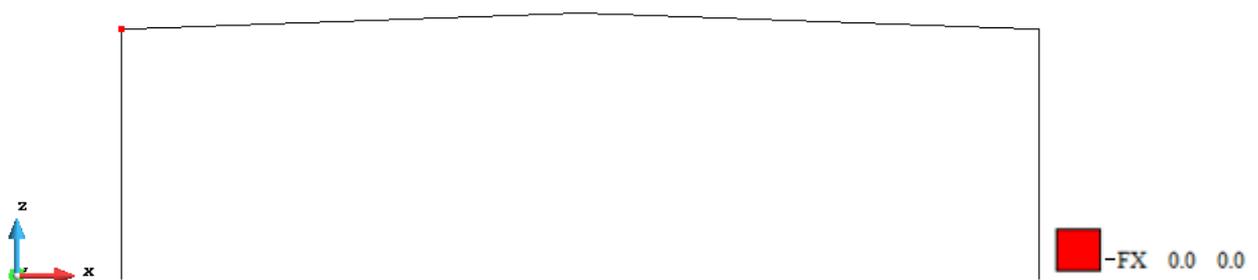


Figure 13-7 : Effort horizontal appliqué sur le portique de la cellule 2 (en mN/m)

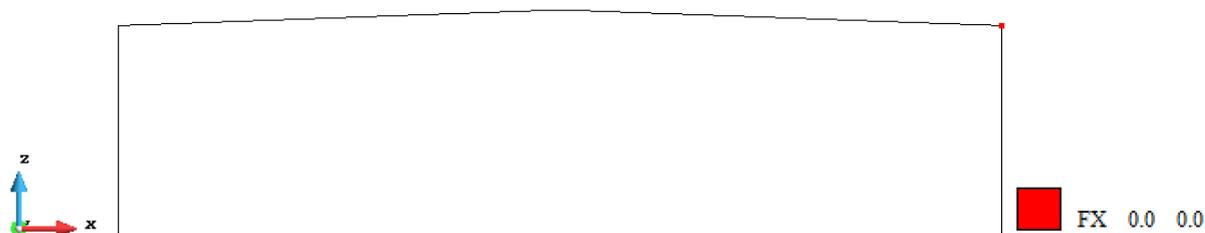


Figure 13-8 : Effort horizontal appliqué sur le portique de la cellule 3 (en mN/m)

Il est à noter que les valeurs de ces charges sont données en mN/m (10^{-3} N/m) ou en mN (10^{-3} N).

Sections :

Les sections des éléments structurels au sein des portiques étudiés ont été extraites des plans et sont illustrées dans les figures suivantes :



Figure 13-9 : Sections du portique de la cellule 2



Figure 13-10 : Sections du portique de la cellule 3

Résultats :

Les déplacements maximaux en tête des poteaux adjacents aux murs coupe-feu avant la ruine des portiques des cellules 2 et 3, dû à un effort horizontal en têtes de ces poteaux appliqué vers l'extérieur sont présentés dans les figures suivantes :

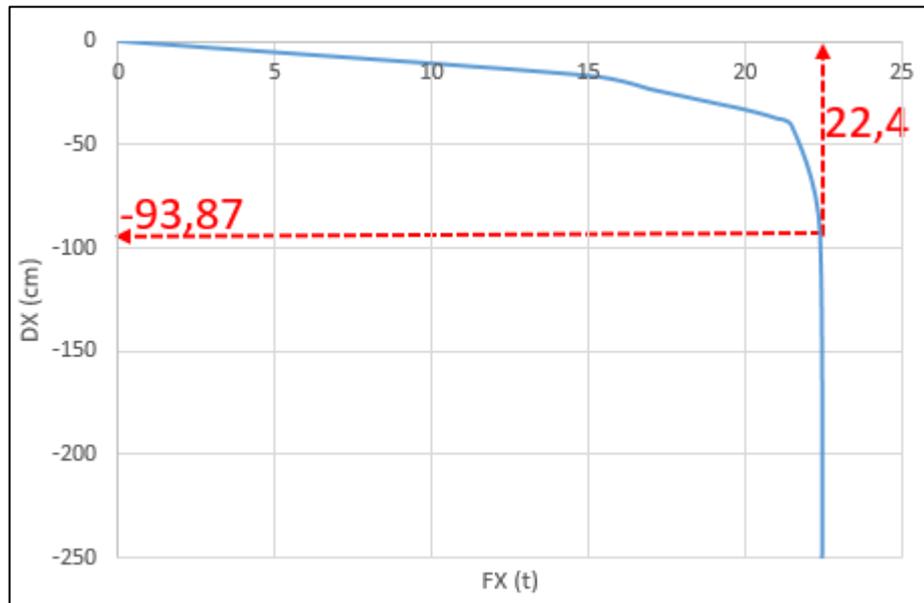


Figure 13-11 : Déplacements obtenus en tête du poteau adjacent au mur coupe-feu de la cellule 2 en fonction de l'effort horizontal appliqué (en tonnes)

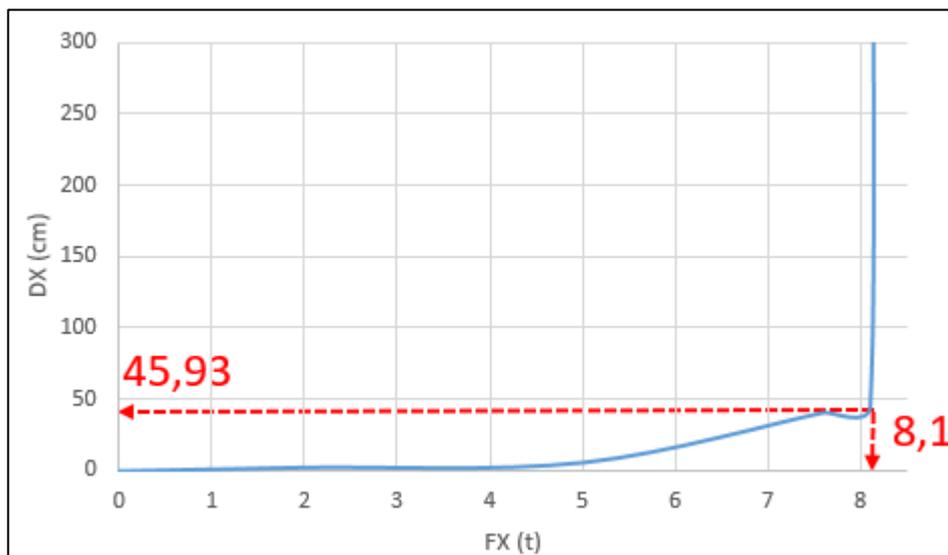


Figure 13-12 : Déplacements obtenus en tête du poteau adjacent au mur coupe-feu de la cellule 3 en fonction de l'effort horizontal appliqué (en tonnes)

ANNEXE 8

**EFFECTIS FRANCE - Etude d'ingénierie incendie appliquée au bâtiment
de stockage du site FLORENDI situé à Dinard (35)
Rapport d'étude - Partie flux thermiques
(réf. 22-000030c-CAA/NDB)**



Efectis France
Espace Technologique
Bâtiment Apollo
Route de l'Orme des Merisiers
F-91193 Saint-Aubin
Tél : 33 (0)1 60 13 83 80

RAPPORT D'ETUDE

Référence : 22-000051-MBL

Affaire : 21-002425-NA

ETUDES D'INGENIERIE APPLIQUEES AU BATIMENT DE STOCKAGE DU SITE FLORENDI SITUE A DINARD (35)

RAPPORT D'ETUDE – PARTIE FLUX THERMIQUES

Client demandeur FLORENDI

Référence et date de commande 202110823 – Bon pour commande de M. Fabien BOIVENT

Projet Bâtiment de stockage du site FLORENDI à Dinard (35)

Date : 31 Janvier 2022

Indice de révision : A

Nombre de pages : 28

Auteur(s) :
Mathieu BLOUIN

SUIVI DES MODIFICATIONS

Indice de révision	Date	Modifications
A	31/01/2022	Version initiale

SOMMAIRE

1. Introduction.....	4
2. Documents de référence	5
2.1. Documents fournis par le client	5
2.2. Documents réglementaires	5
2.3. Documents techniques	5
2.4. Autres références	5
3. Description du bâtiment concerné par l'étude	6
3.1. Description générale.....	6
3.2. Description du bâtiment.....	7
3.2.1. Structure	7
3.2.2. Caractéristiques de stockage	7
3.2.3. Produits stockés	9
3.2.4. Portes.....	10
3.2.5. Désenfumage	10
3.3. Descriptions des stockages extérieurs [12].....	11
3.3.1. Aire de stockage Nord	11
3.3.2. Aire de stockage Ouest	11
3.3.3. Aire de stockage Sud.....	11
4. Méthodologie adoptée pour l'étude.....	12
4.1. Généralités de la méthodologie FLUMilog	12
4.2. Stockage hétérogène au sein d'une même cellule	12
5. Hypothèses retenues pour l'étude	13
5.1. Modélisations de la charge de combustible	13
5.1.1. Cellules expéditions Nord et Sud	13
5.1.2. Cellule réception	14
5.1.3. Aires de stockages extérieurs	14
5.1.3.1. Aire de stockage Nord	14
5.1.3.2. Aire de stockage Ouest	15
5.1.3.3. Aire de stockage Sud.....	15
5.2. Cibles et seuils étudiés.....	16
5.3. Hypothèses retenues pour les cellules.....	17
5.3.1. Cellules du bâtiment	17
5.3.2. Aires de stockage extérieur	19
6. Résultats	21
6.1. Cellules seules	21
6.2. Cartographie des flux thermiques	25
7. Conclusion	28

1. INTRODUCTION

A sa création en 2006, l'établissement FLORENDI a fait l'objet d'un classement en tant qu'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement, sous le régime de la Déclaration et pour les rubriques suivantes de la nomenclature ICPE :

- Stockage de produits agro pharmaceutiques (rubrique n°1155),
- Emploi et stockage de substances dangereuses pour l'environnement (rubrique n°1172),
- Stockage de produits explosifs (rubrique n°1311),
- Installations de compression (rubrique 2920)
- Charges d'accumulateurs (rubrique n°2925).

Depuis cette date, les matières utilisées ont évolué et la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement a été profondément remaniée.

L'établissement est désormais soumis à :

- Enregistrement pour la rubrique n°1510 (entrepôts couverts de stockage de produits combustibles), applicable aux cellules de stockage du bâtiment FLORENDI,
- Déclaration pour la rubrique n°2171 (dépôts d'engrais et de supports de cultures), applicable au stockage extérieur de matières premières organiques en big-bags,
- Déclaration pour la rubrique n°4510 (produits dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aigüe 1 ou chronique 1).

Un arrêté de mise en demeure a été transmis par la préfecture en date du 20 novembre 2020. Pour faire suite à ce courrier, une régularisation administrative du site est nécessaire.

Dans ce contexte, un dossier de demande d'Enregistrement au titre de la rubrique 1510 et de Déclaration au titre de la rubrique 2171 a été déposé.

La DREAL demande [3] que le dossier soit complété notamment avec :

- « des garanties relatives au comportement du bâtiment en cas d'incendie au regard des enjeux d'évacuation et d'intervention du SDIS » par le biais d'une étude d'ingénierie spécifique telle que prévu à l'article 4 de l'arrêté du 11/04/2017 permettant de :
 - vérifier l'absence de scénario d'incendie généralisé avec les caractéristiques du bâtiment et les travaux prévus par l'exploitant. Le cas échéant, les conclusions en matière d'effet d'un incendie généralisé doivent être transmises ;
 - vérifier l'adéquation de l'évacuation du personnel et de l'intervention des services de secours avec le comportement de l'installation en cas de feu : des dispositions d'intervention pourront être proposées, notamment s'il apparaît que les risques de ruine vers l'extérieur de l'installation ne peuvent pas être écartés ;
 - confirmer la résistance minimale au feu de la structure.
- Une analyse des « effets sur les installations voisines, en particulier l'installation SEVESO et le local de stockage de liquides inflammables ». Il s'agit ici de déterminer l'impact en termes de flux thermiques des effets d'un scénario de propagation d'incendie intégrant une cellule de stockage, la cellule réception, et une zone de stockage de palette à proximité ;
- Une confirmation de la validité du PV concernant la performance au feu des murs coupe-feu et vérification de la continuité des murs coupe-feu (prolongation des parois séparatives de cellules latéralement et au-dessus de la couverture au droit du franchissement).

Ce document, relatif à l'analyse des flux thermiques, s'attache à présenter les hypothèses retenues et résultats associés, pour répondre à la demande de complément formulée par la DREAL sur ce sujet.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

2.1. DOCUMENTS FOURNIS PAR LE CLIENT

[1] Plans et coupes:

-  6142A1-Altimétrie toiture.pdf
-  florendi DI DOE 131115.pdf
-  PJ2_Plan des abords.pdf
-  PJ3A_Plan d'ensemble.pdf
-  PJ3B_Coupes_Bâtiment.pdf
-  Plan des racks de stockage.pdf
-  Plan Général des Stockages (masse)_202109pdf.pdf
-  Plan-reseau-Florendi_.dwg
-  stockage de masse_202112.docx

[2] Régularisation administrative du site FLORENDI à Dinard (35), Demande d'enregistrement au titre de la rubrique n°1510 et déclaration au titre de la rubrique n°2171 – GES n°19239 de Mars 2021

-  A13a_Flux-thermique-cellule-reception.pdf
-  A13b_Flux-thermique-cellule-expedition-Sud.pdf
-  A13c_Flux-thermique-cellule-expedition-Nord.pdf
-  A13d_Flux-thermique-stockages-exterieurs.pdf
-  FLORENDI_DINARD_1510_E_19329_0321.pdf

[3] Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement, relevées des insuffisances

-  2021_04_23_Relevé insuffisance.pdf

[4] Autre document technique :

-  Fiches produits DOE_17092021144253.pdf

2.2. DOCUMENTS REGLEMENTAIRES

- [5] Arrêté du 24 Septembre 2020, modifiant l'arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510.
- [6] Arrêté du 23 décembre 1998 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous « l'une ou plusieurs des rubriques nos 4510, 4741 ou 4745.

2.3. DOCUMENTS TECHNIQUES

- [7] FAQ FLUMilog : Cas des racks par accumulation (www.flumilog.fr)
- [8] FLUMILOG Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt – Partie A. réf DRA-09-90977-14553A Version 2 du 04/08/2011
- [9] Etude d'ingénierie appliquée au bâtiment de stockage du site Florendi à Dinard (35). Désenfumage, stabilité au feu et mode de ruine Ref 22-000030-CAA/NDB, Janvier 2022.

2.4. AUTRES REFERENCES

- [10] Emails de FLORENDI du 16/09/2021 et documents associés
- [11] Emails de FLORENDI du 20/09/2021 et documents associés
- [12] Email de FLORENDI du 24/09/2021 et documents associés
- [13] Email de FLORENDI du 13/10/2021 – description des aires de stockages extérieurs
- [14] Note d'hypothèses pour étude de flux thermiques, EFECTIS, Réf 21-002069B-MBL du 22/10/2021
- [15] Email de FLORENDI du 14/12/2021 – Remarques sur la note d'hypothèses Efectis
- [16] Email de FLORENDI du 17/12/2021

3. DESCRIPTION DU BATIMENT CONCERNE PAR L'ETUDE

3.1. DESCRIPTION GENERALE

Le bâtiment étudié sur le site FLORENDI à Dinard (35) est classé sous le régime de l'enregistrement au titre de la rubrique 1510 et sous le régime de la déclaration au titre de la rubrique 4510. Il est composé de 4 cellules :

- Cellule de stockage expédition Nord ;
- Cellule de stockage expédition Sud ;
- Cellule de production ;
- Cellule de réception.

Le site comprend également 3 aires de stockage extérieur, accueillant soit des palettes de bois vides soit des Grands Réceptifs pour Vrac (GRV) vides, tels que présentés sur la figure ci-dessous :

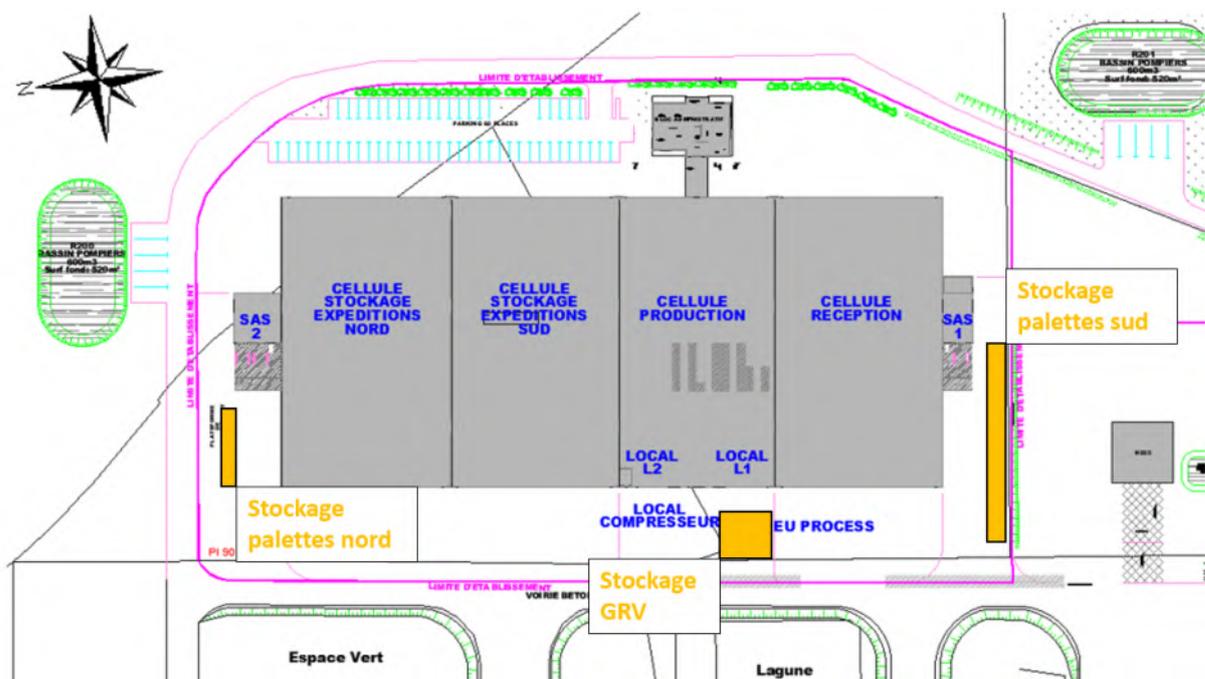


Figure 3-1 : Plan de masse du site

Nota : la cellule de production ne sera pas étudiée car elle ne comprend pas de stockage.

Le tableau ci-dessous présente les dimensions des cellules et des aires de stockage extérieures :

Périmètre	Longueur (m)	Largeur (m)	Surface (m ²)
Bâtiment	166,6	72	12 000
Cellule expédition Nord	72	41,6	3 000
Cellule expédition Sud	72	41,7	3 000
Cellule réception	72	41,6	3 000
Stockage palettes Nord	20	1,2	24
Stockage GRV	12	12	144
Stockage palettes Sud	50	4,4	220

Tableau 3-1 : Dimensions des différents espaces présents sur le site

3.2. DESCRIPTION DU BATIMENT

3.2.1. Structure

Le bâtiment en simple Rez-de-Chaussée est constitué de 4 cellules en charpente métallique indépendantes structurellement. La hauteur sous pannes est de 11 m pour la cellule réception et de 9 m pour les cellules expédition. Chaque cellule est constituée de portiques en Profilés Reconstitués Soudés (PRS) de 40 m de portée et de 6 ou 12 m d'entraxe.

Les parois sont en bardage métallique simple peau. A ce jour, d'après le diagnostic technique structure [2], l'audit de conformité aux dispositions de l'arrêté modifié du 11/04/2017 [2][5] et le rapport avec calcul de la stabilité au feu des cellules [9]:

- La résistance au feu de la structure est établie à 5 minutes (poutres, pannes et poteaux en acier compris) ;
- L'étanchéité et l'isolation des parois ont été fixées à 15 minutes ;
- Les parois séparatives autoportantes sont réalisées en béton plein avec une performance au feu de 2h ;
- La toiture des cellules est réalisée en bac acier avec isolant interne en laine de roche et étanchéité extérieure en bitume SBS.

Remarque :

A ce jour, la toiture n'est pas recouverte d'une bande incombustible de part et d'autre des parois séparatives, qui dépassent d'au moins 1 mètre. FLORENDI prévoit la mise en place de ces bandes incombustibles [2] respectant l'arrêté du 24 septembre 2020 [5].

3.2.2. Caractéristiques de stockage

Le bâtiment possède 3 cellules de stockage : deux cellules expédition et une cellule réception.

Le stockage s'y effectue en racks comportant sept largeurs de palettes (« septuples » racks), ainsi qu'en doubles racks, simples racks et en masse. La figure ci-dessous est une représentation schématique du stockage présent dans le bâtiment.

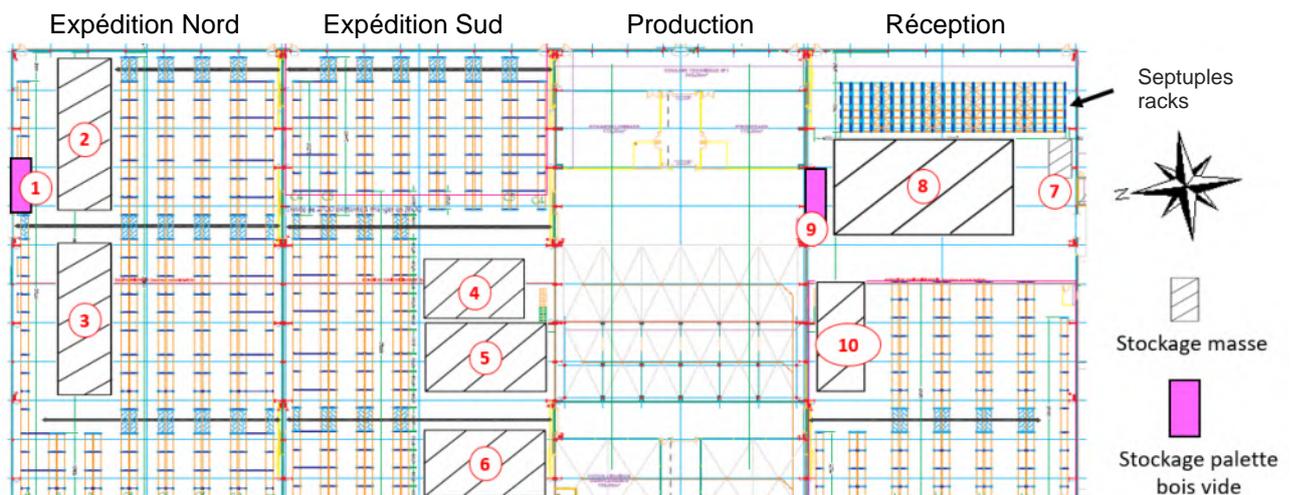


Figure 3-2 : Plan représentatif du stockage au sein du bâtiment

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques de stockage en racks présent au sein de chaque cellule et identifiable sur la Figure 3-2.

Caractéristiques	Cellule expédition Nord	Cellule expédition Sud	Cellule réception
Nombre de doubles racks	6	6	5
Longueur des doubles racks (m)*	69 (4) 11,4 (2)	69 (3) 24 (3)	34,5 (4) 11,3 (1)
Nombre de simples racks	2	2	2
Longueur des simple racks (m)*	66	66 (1) 20,7 (1)	29 (1) 22,3 (1)
Largeur d'un doubles rack (m)	2,4		
Largeur d'un simple rack (m)	1,1		
Nombre de septuples racks	/	/	1
Longueur d'un septuple rack	/	/	37,7
Largeur d'un septuple rack	/	/	7,5
Hauteur de stockage	10	10	8
Nombre de niveaux de stockage	6	6	5
Nombre de portes de quai	1	0	1
Dimension des portes de quai (m ²)	15,75		

Tableau 3-2 : Caractéristiques du stockage en rack présent dans les cellules

*() : les racks ne font pas tous la même longueur, le nombre entre parenthèses indique le nombre de racks possédant cette longueur en référence à la Figure 3-2.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques de stockage en masse présent au sein de chaque cellule et identifiable sur la Figure 3-2.

Caractéristiques	Référence	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur de stockage (m)	Nombre de niveaux de stockage
Cellule expédition Nord					
Stockage palettes vides	①	4	1,2 à 2,4	2,8	18 palettes
Stockage masse	②	20,5	8	1,8	1
Stockage masse	③	25,2	8	1,8	1
Cellule expédition Sud					
Stockage masse	④	14,5	7,5	1,7	1
Stockage masse	⑤	19,5	20	4,2	3
Stockage masse	⑥	19,5	13	4,2	3
Cellule réception					
Stockage masse	⑦	5	2,5	3,6	3
Stockage masse	⑧	21	11	2,4	2
Stockage palettes vides	⑨	5,6	1,2 à 2,4	2,8	18 palettes
Stockage masse	⑩	15,3	5	1,5	1

Tableau 3-3 : Caractéristiques du stockage en masse présent dans les cellules

3.2.3. Produits stockés

La cellule réception accueille les emballages et les matières premières. La cellule production conçoit les produits et les place dans leurs emballages respectifs. Les cellules expédition Nord et Sud stockent les produits avant qu'ils ne soient expédiés.

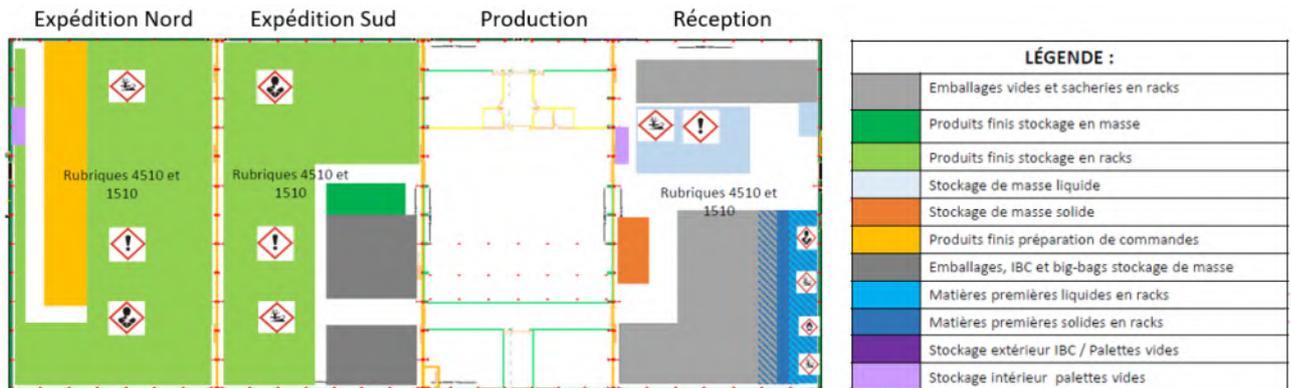


Figure 3-3 : Plan général des stockages

Les produits stockés à l'intérieur de ce bâtiment appartiennent à la rubrique 1510 (stockage de produits combustibles [5]) ou 4510 (produits dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1 [6]). FLORENDI stocke principalement des produits phytosanitaires, biocides et des engrais destinés aux particuliers.

Les figures ci-dessous illustrent le stockage des matières premières (solides et liquides), ainsi que des emballages vides (carton) et sacherie (plastique) dans la cellule réception.



Figure 3-4 : Stockage de matières premières solides dans des big bags (à gauche), liquides dans des GRV (à droite)



Figure 3-5 : Stockage d'emballages plastiques (à gauche) et carton (à droite)

Dans les cellules expédition Nord et Sud, les produits sont stockés dans des big bags, dans des cartons ou dans des récipients en plastique. Le tout est entreposé sur palette.



Figure 3-6 : Stockage des produits dans les cellules expéditions

3.2.4. Portes

Le tableau ci-dessous présente le nombre et les dimensions des portes de quai.

Caractéristiques	Cellule expédition Nord	Cellule expédition Sud	Cellule réception
Nombre de portes de quai	1	0	1
Dimension des portes de quai (L*H) (m)	3,5 * 4,5		

Tableau 3-4 : Caractéristiques des portes présentes dans les cellules

3.2.5. Désenfumage

Le désenfumage des cellules sera assuré par des exutoires en toiture, dont la surface représente à minima 2% de surface utile de la toiture.

3.3. DESCRIPTIONS DES STOCKAGES EXTERIEURS [12]

Le site comprend 3 aires de stockage extérieur :

- Aire de stockage de palettes vides au Nord ;
- Aire de stockage de GRV vides à l'Ouest ;
- Aire de stockage de palettes vides au Sud.

3.3.1. Aire de stockage Nord

Cette aire de stockage d'une surface de 48 m² (2,4 m x 20 m) est composée à moitié de palettes de bois de type EUROPE et à moitié de palettes de bois dites « perdues ». Leur description est présentée dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques	Palette EUROPE	Palette dites « perdues »
Longueur (m)	1,2	
Largeur (m)	0,8	
Hauteur d'une palette (m)	0,15	0,14
Poids (kg)	25	11

Tableau 3-5 : Caractéristiques des palettes

La hauteur de stockage maximum sur cette aire est de 3,6 m.

3.3.2. Aire de stockage Ouest

Cette aire de stockage d'une surface de 144 m² (12 m x 12 m) est composée uniquement de Grands Récipients pour Vrac (GRV) vides. Leur description est présentée dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques	Grand Récipient pour Vrac (GRV)
Longueur (m)	1,2
Largeur (m)	1
Hauteur (m)	1,2
Nombre de niveau	3
Poids (kg)	40,5 (28 kg de plastique et 12,5 kg de bois)

Tableau 3-6 : Caractéristiques des GRV

La hauteur de stockage maximum sur cette aire est de 3,6 m.

3.3.3. Aire de stockage Sud

L'emprise théorique de cette aire de stockage est de 198 m² répartie sur 2 îlots (24,8 x 4 m chacun) [16]. Le stockage est composé de Grands Récipients pour Vrac (GRV) vides et de palettes en bois également. Les caractéristiques des GRV et des palettes sont identiques à celles présentées ci-avant (cf. Tableau 3-5 et Tableau 3-6).

La répartition du stockage entre les GRV et les palettes bois est variable. L'aire de stockage n'est en revanche jamais remplie à 100%.

Le stockage s'effectue sur deux niveaux pour une hauteur totale de 2,8 m.

4. METHODOLOGIE ADOPTEE POUR L'ETUDE

4.1. GENERALITES DE LA METHODOLOGIE FLUMILOG

La méthode de calcul FLUMilog a été développée pour évaluer les flux thermiques issus d'incendies généralisés dans les entrepôts. Étant un outil réglementaire¹ en France, il se doit de présenter des résultats sécuritaires mais aussi réalistes que possible dans la plupart des cas, dans l'ensemble de son domaine de validité.

La méthodologie FLUMilog impose le suivi d'une démarche sécuritaire afin de déterminer l'enveloppe des flux thermiques autour de l'incendie d'une cellule de stockage, en prenant en compte tous les paramètres pouvant avoir une influence sur les distances d'effets.

Ces paramètres sont notamment les suivants :

- Caractéristiques constructives de la cellule (performance au feu de la structure, et des murs),
- Mode de stockage (racks / masse), répartition et dimensions (allées entre les zones de stockage, hauteur de stockage, etc),
- Produits stockés (nature des produits, compacité),
- L'environnement de la cellule : les merlons, ou murs bétons en limite de propriété peuvent également être pris en compte pour leur rôle d'écrans thermiques déportés vis-à-vis des cibles
- Enfin, si présence d'autres cellules adjacentes, il peut y avoir des risques de propagation de l'incendie, et donc d'augmentation de l'intensité des flux thermiques.

Note : Efectis France, faisant partie des co-développeurs de l'outil FLUMilog, est conscient des différentes spécificités de l'outil et des enjeux associés ; et propose de retenir des hypothèses permettant une représentation pertinente et sécuritaire.

4.2. STOCKAGE HETEROGENE AU SEIN D'UNE MEME CELLULE

Les cellules contiennent du stockage en rack et du stockage en masse. FLUMilog ne permet pas de représenter plusieurs modes de stockage différents au sein d'une même cellule, ainsi, et dans le cadre d'une démarche sécuritaire, le mode de stockage retenu sera celui représentant le plus fidèlement le stockage réellement présent, et associé aux distances d'effets de flux thermiques les plus importantes.

¹ Méthode explicitement citée dans les arrêtés ministériels relatifs aux rubriques ICPE traitant des combustibles solides (1510, 1511, 1530, 1532, 2662, 2663) et liquides inflammables (4331, 4734).

5. HYPOTHESES RETENUES POUR L'ETUDE

Les paragraphes ci-après présentent les hypothèses retenues pour la représentation des différentes cellules dans l'outil FLUMilog. Certaines données d'entrée ont été adaptées, suivant une démarche sécuritaire, pour permettre une modélisation pertinente, et suivant les spécificités de l'outil.

Il a été choisi de conserver les caractéristiques des stockages et des produits de manière identique aux calculs déjà réalisés [2]. Ainsi les stockages dans le bâtiment seront modélisés en doubles racks et simples racks avec des produits classés 1510. Les aires de stockages extérieurs seront modélisées en stockage en masse avec des produits bois et plastiques. Les différentes modélisations sont ainsi détaillées ci-après.

5.1. MODELISATIONS DE LA CHARGE DE COMBUSTIBLE

5.1.1. Cellules expéditions Nord et Sud

Ces deux cellules sont composées essentiellement de produits classés sous la rubrique 1510 et 4510. Ils sont stockés en doubles racks, simples racks et en masse.

Afin d'être représentatif du stockage présent, au regard des calculs déjà réalisés dans le cadre du dossier de demande d'Enregistrement [2] et des spécificités de l'outil FLUMilog, il sera considéré un stockage en doubles racks et simples racks sur l'ensemble de chaque cellule. La surface de stockage en masse sera ainsi remplacée par un stockage en doubles racks et simples racks. Ceci est sécuritaire car la quantité de combustible présent sur les racks est supérieure à celle du stockage en masse, notamment du fait de la hauteur de stockage.

Les deux cellules possédant un stockage relativement similaire (cf. §3.2.2), celui-ci sera donc considéré identique dans chacune des deux cellules. Les calculs seront effectués avec une palette type rubrique 1510, sécuritaire par rapport aux produits 4510 (*dangereux pour l'environnement aquatique, mais pas de nature à aggraver un incendie*).

Le stockage comporte 6 niveaux pour une hauteur maximum de 10 m.

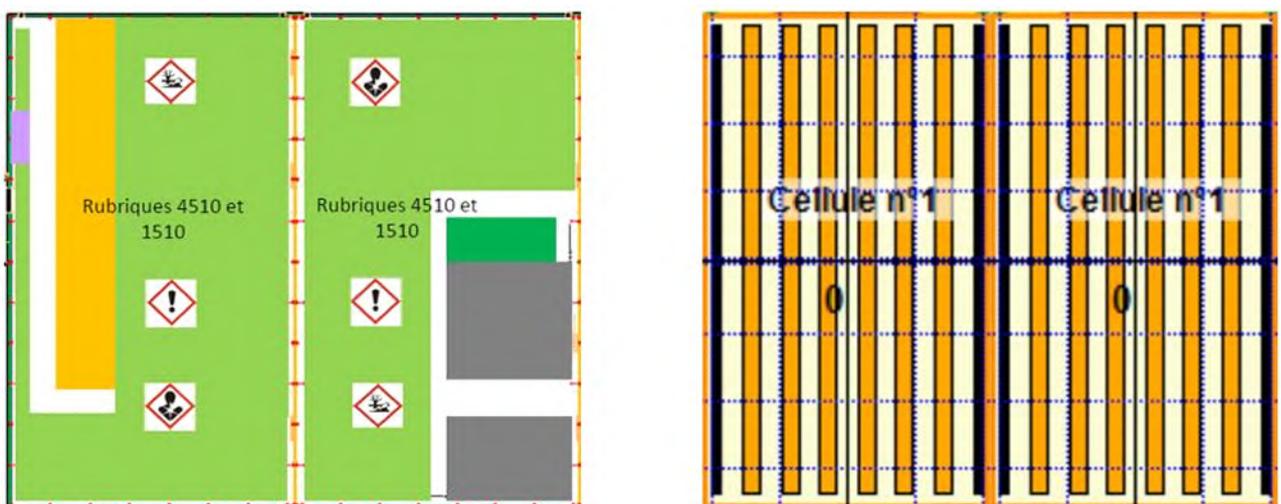


Figure 5-1 : Implantation réelle du stockage (à gauche) et représentation dans la modélisation (à droite)

5.1.2. Cellule réception

La cellule réception comporte un stockage composé de matières premières (solides et liquides) stockées en masse ainsi que d'emballages cartons et plastiques stockés en doubles et simples racks (cf. §3.2.2 et §3.2.3).

Au regard des informations qui ont été transmises, des calculs précédemment réalisés [2] et pour les mêmes raisons que les cellules expéditions Nord et Sud (cf. §5.1.1), le stockage est représenté en doubles et simples racks avec des palettes de la rubrique 1510.

Le stockage comporte 5 niveaux pour une hauteur maximum de 8 m.

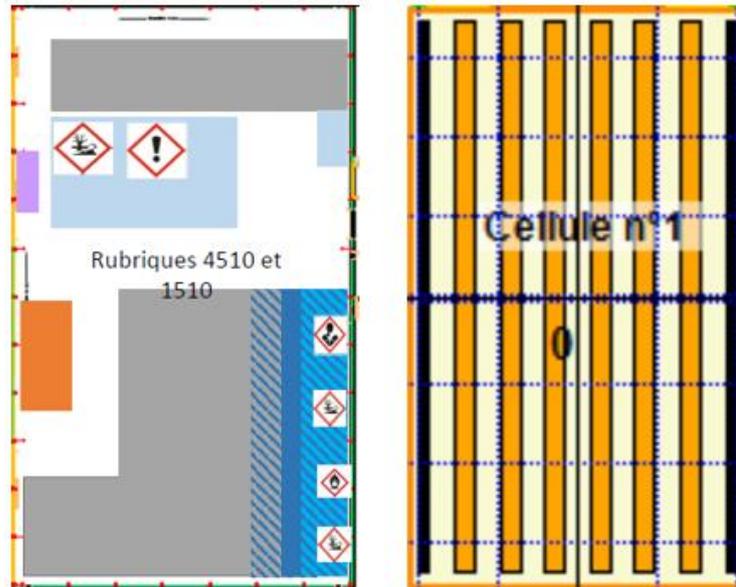


Figure 5-2 : Implantation réelle du stockage (à gauche) et représentation dans la modélisation (à droite)

5.1.3. Aires de stockages extérieurs

5.1.3.1. Aire de stockage Nord

Cette aire de stockage d'une surface de 48 m² (2,4 m x 20 m) est composée à moitié de palettes vides de type EUROPE et à moitié de palettes vides dites « perdues ». Ainsi, en prenant en considération les caractéristiques des deux types de palettes (cf. § 3.3.1) et en se basant sur les précédents calculs réalisés [2], une palette « par composition » représentative du stockage est établie.

Une palette par composition représente une pile de stockage de 3,6 m de hauteur.

Une pile de stockage de palettes EUROPE représente un poids de 600 kg et une pile de palettes dites perdues un poids de 275 kg.

Pour définir le poids d'une pile de palette le plus sécuritaire en termes de flux thermiques, une étude paramétrique a été menée pour trois stockages (et donc poids) différents :

- 100% palettes EUROPE, poids de 600 kg de bois ;
- 50% palettes EUROPE et 50% palettes dites perdues, poids moyen de 450 kg de bois ;
- 100% palettes dites perdues, poids de 275 kg de bois.

L'étude montre qu'un stockage composé de 600 kg de bois est le stockage le plus sécuritaire vis-à-vis des distances d'effets de flux thermiques, ce sera donc ce stockage qui sera retenu pour la suite de l'étude.

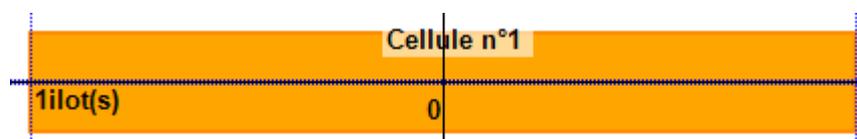


Figure 5-3 : Représentation du stockage dans la modélisation (aire de stockage Nord)

5.1.3.2. Aire de stockage Ouest

Cette aire de stockage d'une surface 144 m² (12 m x 12 m) est composée uniquement de Grands Récipients pour Vrac (GRV) vides (cf §3.3.2).

Les palettes retenues pour la modélisation dans FLUMilog seront des palettes « par composition » ayant les mêmes caractéristiques que les GRV avec une composition de 28 kg de plastique et de 12,5 kg de bois.

Le stockage s'effectue sur trois niveaux pour une hauteur de 3,6 m.

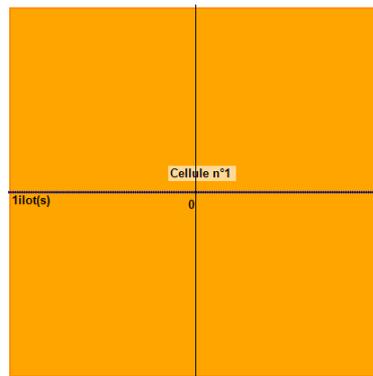


Figure 5-4 : Représentation du stockage dans la modélisation (aire de stockage Ouest)

5.1.3.3. Aire de stockage Sud

L'emprise théorique de cette aire de stockage est de 198 m² répartie sur 2 îlots (24,8 x 4 m chacun) mais elle n'est en revanche jamais remplie à 100%.

Il n'est retenu de manière sécuritaire pour les modélisations qu'une surface de stockage de 198 m², divisée en deux îlots de stockage (24,8 x 4 m). Elle est composée de Grand Récipient pour Vrac (GRV) vides et de palettes en bois vides également.

Suite aux données transmises [12] et aux calculs précédemment réalisés [2], il a été décidé de prendre en compte un stockage mixte entre des palettes de bois et des GRV, dans une démarche sécuritaire.

Pour cela une palette « par composition » est également envisagée avec l'hypothèse d'un stockage homogène réparti sur l'ensemble du volume de l'aire de stockage retenu.

En fonction du poids et du volume des palettes bois vides et des GRV, il a été retenu une palette par composition avec 350 kg de bois et 50 kg de plastique, d'une hauteur de 2,8 m.

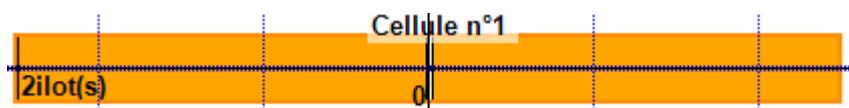


Figure 5-5 : Représentation du stockage dans la modélisation (aire de stockage Sud)

5.2. CIBLES ET SEUILS ETUDIÉS

Les hauteurs de cibles étudiées sont situées à hauteur d'Homme (1,8 m au-dessus du niveau du sol) et à hauteur de toiture du bâtiment HYPRED situé en dehors des limites de propriété au Sud du site FLORENDI.

Le tableau ci-dessous résume les différentes hauteurs de cibles étudiées :

Cible	Hauteur considérée
Hauteur d'Homme - Limite de propriété	1,8 m
Hauteur de bâtiment HYPRED	7 m

Tableau 5-1 : Hauteurs de cibles

Les seuils étudiés sont les suivants :

- 5 kW/m² au niveau des limites de propriété, correspondant au seuil des effets létaux ;
- 8 kW/m² au niveau de la toiture du bâtiment HYPRED, correspondant au seuil des effets de propagation (« effets dominos »).

5.3. HYPOTHESES RETENUES POUR LES CELLULES

Pour la présentation des caractéristiques de parois, ces dernières sont numérotées comme suit :

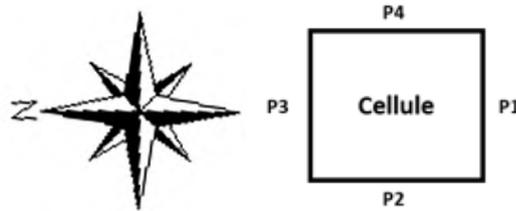


Figure 5-6 : Numérotation des parois

5.3.1. Cellules du bâtiment

Les hypothèses retenues pour la représentation des cellules sont détaillées ci-après.

Dimensions \ Cellules	Cellule expédition Nord	Cellule expédition Sud	Cellule réception
Longueur (m)	72	72	72
Largeur (m)	41,6	41,7	41,6
Hauteur moyenne sous faitage (m)	12	12	9,5
Résistance au feu des poutres de toiture (min)	5		
Résistance au feu des pannes de toiture (min)	5		
Matériaux constituant la couverture	Métallique Multicouche		
% d'exutoires en surface utile	2		

Tableau 5-2 : Dimensions et caractéristiques de toiture des cellules

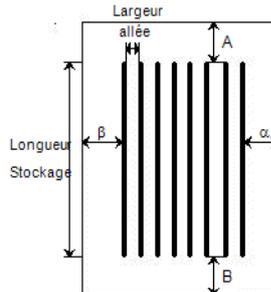
Cellule expédition Nord				
Caractéristiques constructives des parois				
N° Paroi	1	2	3	4
Structure	Autostable	Poteau acier	Poteau acier	Poteau acier
Résistance au feu de la structure (R en min)	120	5	5	5
Matériau constituant la paroi	Béton	Bardage double peau	Bardage double peau	Bardage double peau
Etanchéité/Isolation de la paroi (EI en min)	120	15	15	15
Nombre portes de quai	-	-	1	-
Dimensions portes L x h (m)	3,5 x 4,5			
Hypothèses de Stockage				
	Nombre de niveaux de stockage			6
	Longueur de stockage (m)			69,5
	Déport A (m)			1
	Déport B (m)			1,5
	Déport α (m)			1,2
	Déport β (m)			1,4
	Hauteur de stockage (m)			10
	Nombre de doubles racks			6
	Nombre de racks simples			2
	Largeur d'un double rack (m)			2,4
	Largeur d'un rack simple (m)			1,2
	Largeur des allées entre les racks (m)			3,2
	Produits stockés			Type 1510

Tableau 5-3 : Synthèse des hypothèses retenues pour la modélisation de la cellule expédition Nord

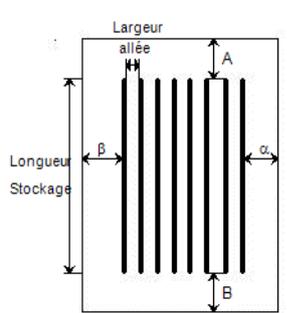
Cellule expédition Sud				
Caractéristiques constructives des parois				
N° Paroi	1	2	3	4
Structure	Autostable	Poteau acier	Autostable	Poteau acier
Résistance au feu de la structure (R en min)	120	5	120	5
Matériau constituant la paroi	Béton	Bardage double peau	Béton	Bardage double peau
Etanchéité/Isolation de la paroi (EI en min)	120	15	120	15
Nombre portes de quai	-	-	-	-
Dimensions portes L x h (m)	-			
Hypothèses de Stockage				
	Nombre de niveaux de stockage			6
	Longueur de stockage (m)			69
	Déport A (m)			1
	Déport B (m)			2
	Déport α (m)			1,2
	Déport β (m)			1,2
	Hauteur de stockage (m)			10
	Nombre de doubles racks			6
	Nombre de racks simples			2
	Largeur d'un double rack (m)			2,4
	Largeur d'un rack simple (m)			1,2
	Largeur des allées entre les racks (m)			3,2
	Produits stockés			Type 1510

Tableau 5-4 : Synthèse des hypothèses retenues pour la modélisation de la cellule expédition Sud

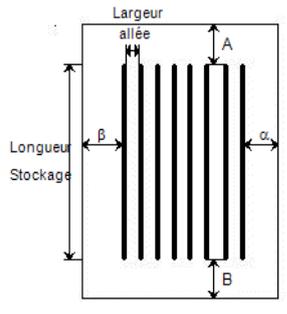
Cellule réception				
Caractéristiques constructives des parois				
N° Paroi	1	2	3	4
Structure	Poteau acier	Poteau acier	Autostable	Poteau acier
Résistance au feu de la structure (R en min)	5	5	120	5
Matériau constituant la paroi	Bardage double peau	Bardage double peau	Béton	Bardage double peau
Etanchéité/Isolation de la paroi (EI en min)	15	15	120	15
Nombre portes de quai	1	-	-	-
Dimensions portes L x h (m)	3,5 x 4,5			
Hypothèses de Stockage				
	Nombre de niveaux de stockage			5
	Longueur de stockage (m)			69,5
	Déport A (m)			1
	Déport B (m)			1,5
	Déport α (m)			1,2
	Déport β (m)			1,4
	Hauteur de stockage (m)			8
	Nombre de doubles racks			6
	Nombre de racks simples			2
	Largeur d'un double rack (m)			2,4
	Largeur d'un rack simple (m)			1,2
	Largeur des allées entre les racks (m)			3,2
	Produits stockés			Type 1510

Tableau 5-5 : Synthèse des hypothèses retenues pour la modélisation de la cellule réception

5.3.2. Aires de stockage extérieur

Les hypothèses retenues pour la représentation des aires de stockage extérieures sont détaillées ci-après.

Dimensions	Aire de stockage Nord	Aire de stockage Ouest	Aire de stockage Sud
Longueur (m)	20	12	50,1
Largeur (m)	2,4	12	4

Tableau 5-6 : Dimensions et caractéristiques des aires de stockage extérieur

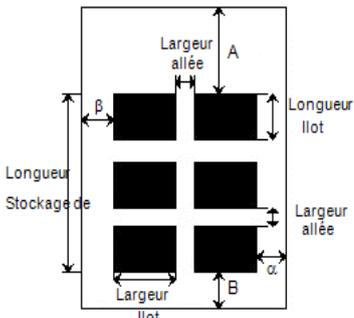
Aire de stockage Nord			
Stockage en masse			
	Nombre de niveaux de stockage	1	
	Déport A (m)	0	
	Déport B (m)	0	
	Déport α (m)	0	
	Déport β (m)	0	
	Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	1	
	Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1	
	Largeur des îlots (m)	20	
	Longueur des îlots (m)	2,4	
	Hauteur des îlots (m)	3,6	
	Largeur des allées entre les îlots (m)	0	
	Produits stockés	Détail de la composition de palette (cf. §5.1.3.1)	

Tableau 5-7 : Synthèse des hypothèses retenues pour la modélisation de l'aire de stockage Nord

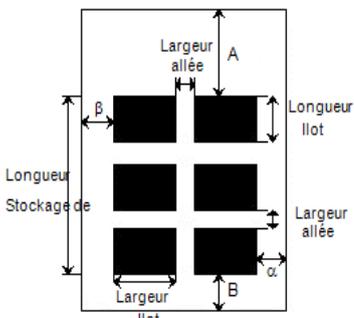
Aire de stockage Ouest			
Stockage en masse			
	Nombre de niveaux de stockage	3	
	Déport A (m)	0	
	Déport B (m)	0	
	Déport α (m)	0	
	Déport β (m)	0	
	Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	1	
	Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1	
	Largeur des îlots (m)	12	
	Longueur des îlots (m)	12	
	Hauteur des îlots (m)	3,6	
	Largeur des allées entre les îlots (m)	0	
	Produits stockés	Détail de la composition de palette (cf. §5.1.3.2)	

Tableau 5-8 : Synthèse des hypothèses retenues pour la modélisation de l'aire de stockage Ouest

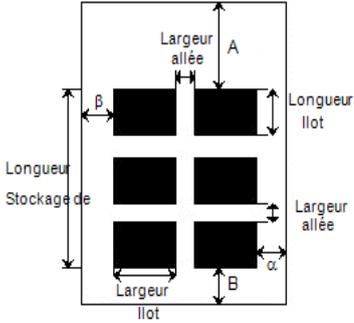
Aire de stockage Sud		
Stockage en masse		
	Nombre de niveaux de stockage	2
	Déport A (m)	0
	Déport B (m)	0
	Déport α (m)	0
	Déport β (m)	0
	Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	2
	Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
	Largeur des îlots (m)	4
	Longueur des îlots (m)	24,8
	Hauteur des îlots (m)	2,8
	Largeur des allées entre les îlots (m)	0,5
	Produits stockés	Détail de la composition de palette (cf. §5.1.3.3)

Tableau 5-9 : Synthèse des hypothèses retenues pour la modélisation de l'aire de stockage Sud

6. RESULTATS

Les résultats de calculs de flux thermiques sont présentés ci-après, d'après la méthodologie FLUMilog appliquée aux différentes cellules, avec les hypothèses détaillées ci-avant.

6.1. CELLULES SEULES

Dans un premier temps, les cellules seules sont présentées sur le plan de masse, afin d'évaluer leur impact « isolées ».

Sur les figures présentées ci-après, les pointillés noirs indiquent :

- les limites de propriété qui représentent la cible lorsque les distances d'effet de flux thermiques sont étudiées à hauteur de d'Homme (1,8 m) ;
- le bâtiment HYPRED qui représente la cible lorsque les distances d'effet de flux thermiques sont étudiées à hauteur de toiture (7 m) ;

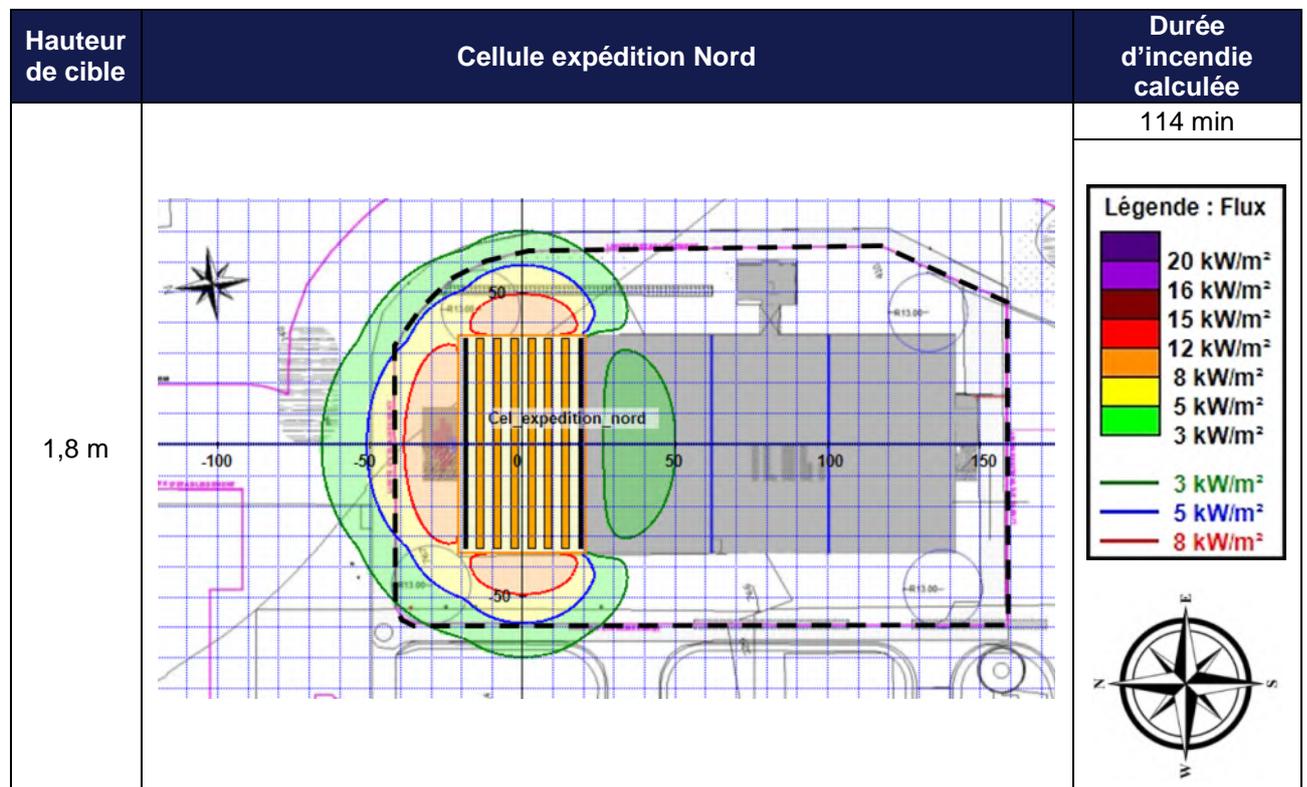


Figure 6-1 : Distances d'effets de flux thermiques – Cellule expédition Nord

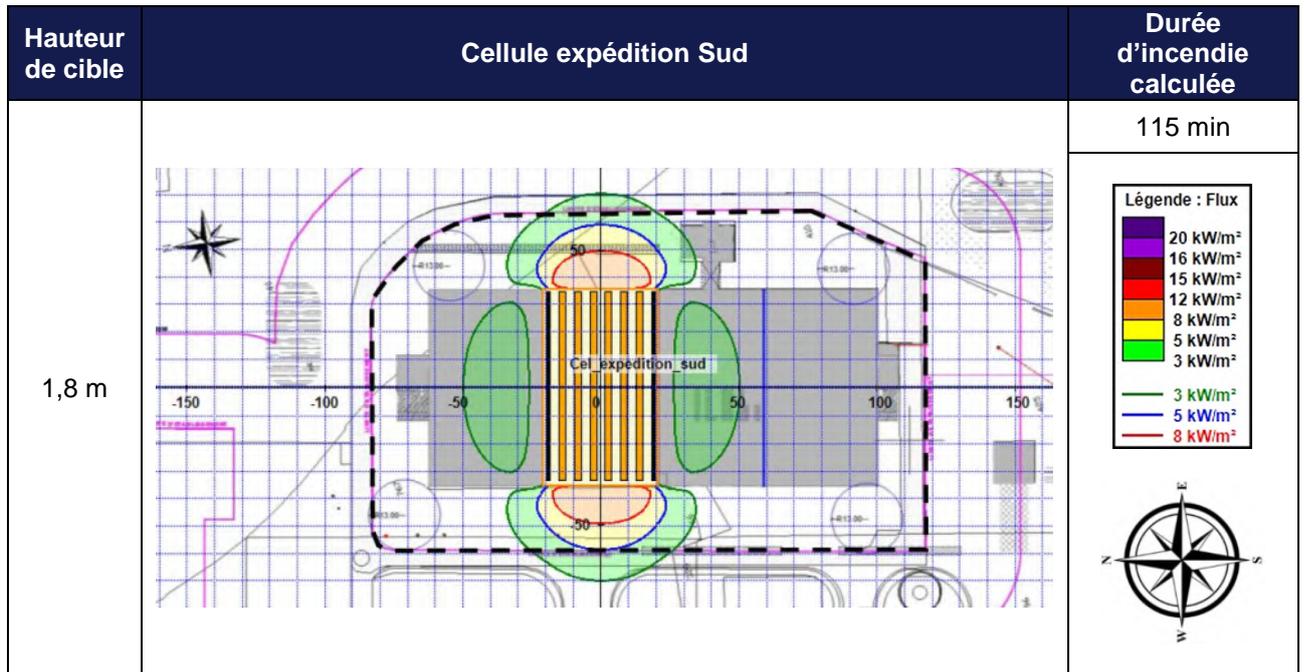


Figure 6-2 : Distances d'effets de flux thermiques – Cellule expédition Sud

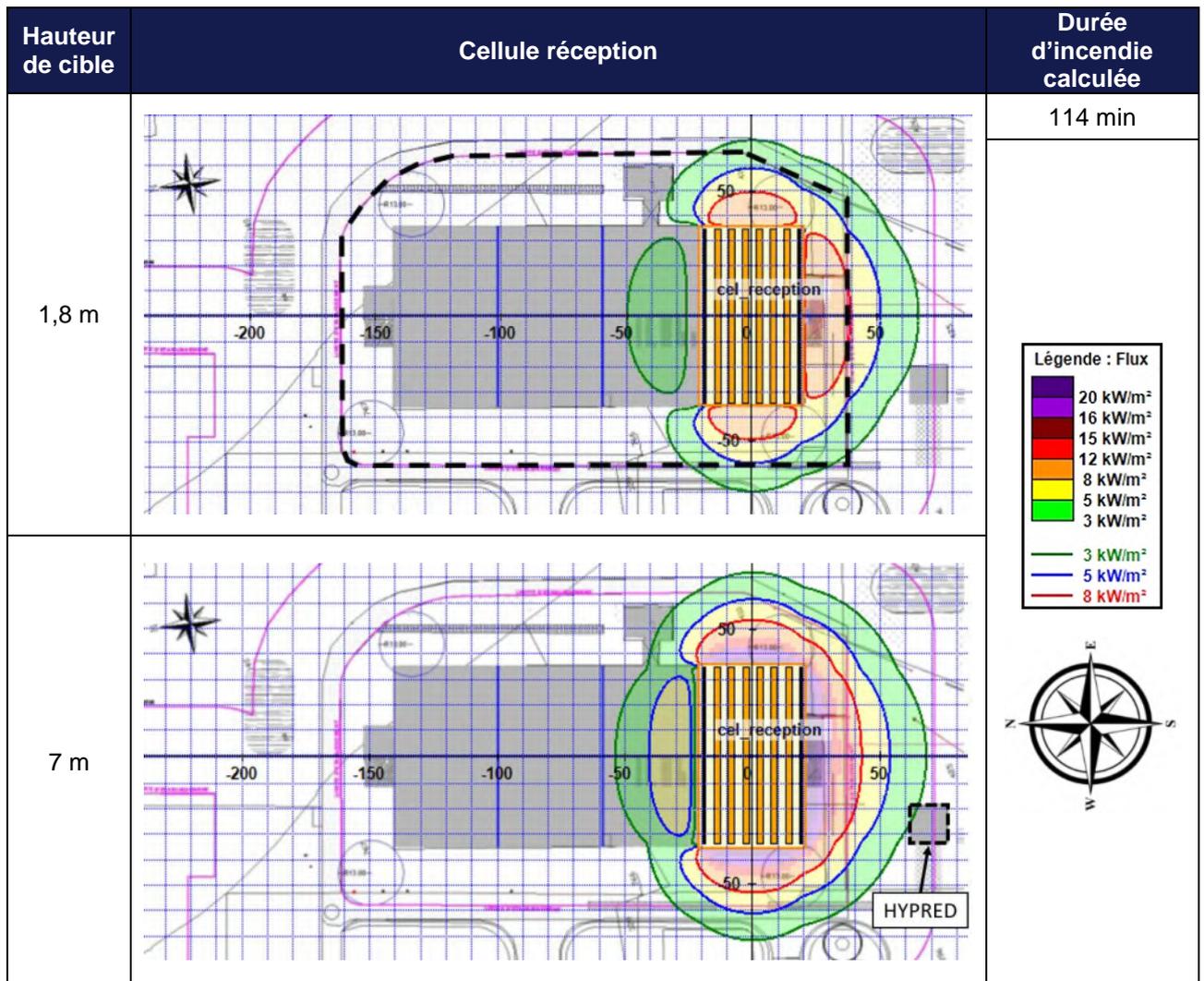


Figure 6-3 : Distances d'effets de flux thermiques – Cellule réception

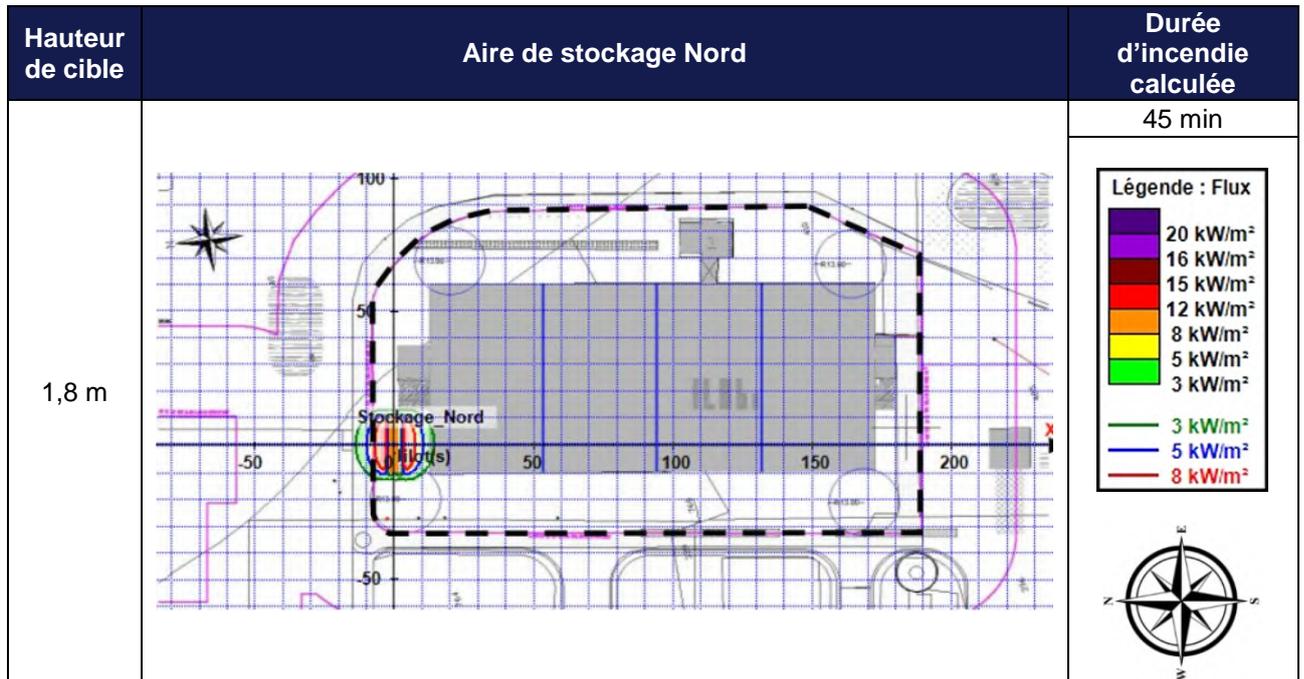


Figure 6-4 : Distances d'effets de flux thermiques – Aire de stockage Nord

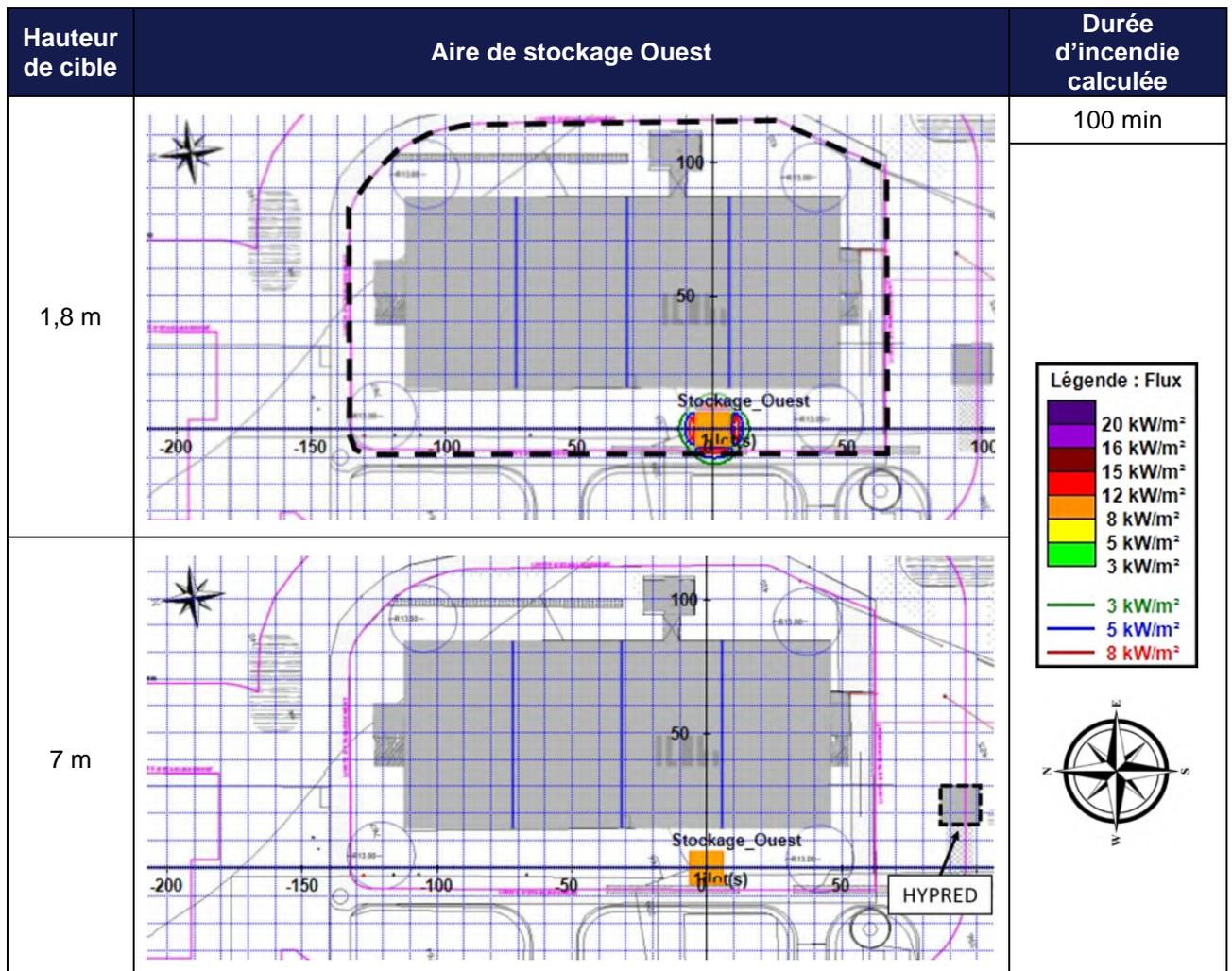


Figure 6-5 : Distances d'effets de flux thermiques – Aire de stockage Ouest

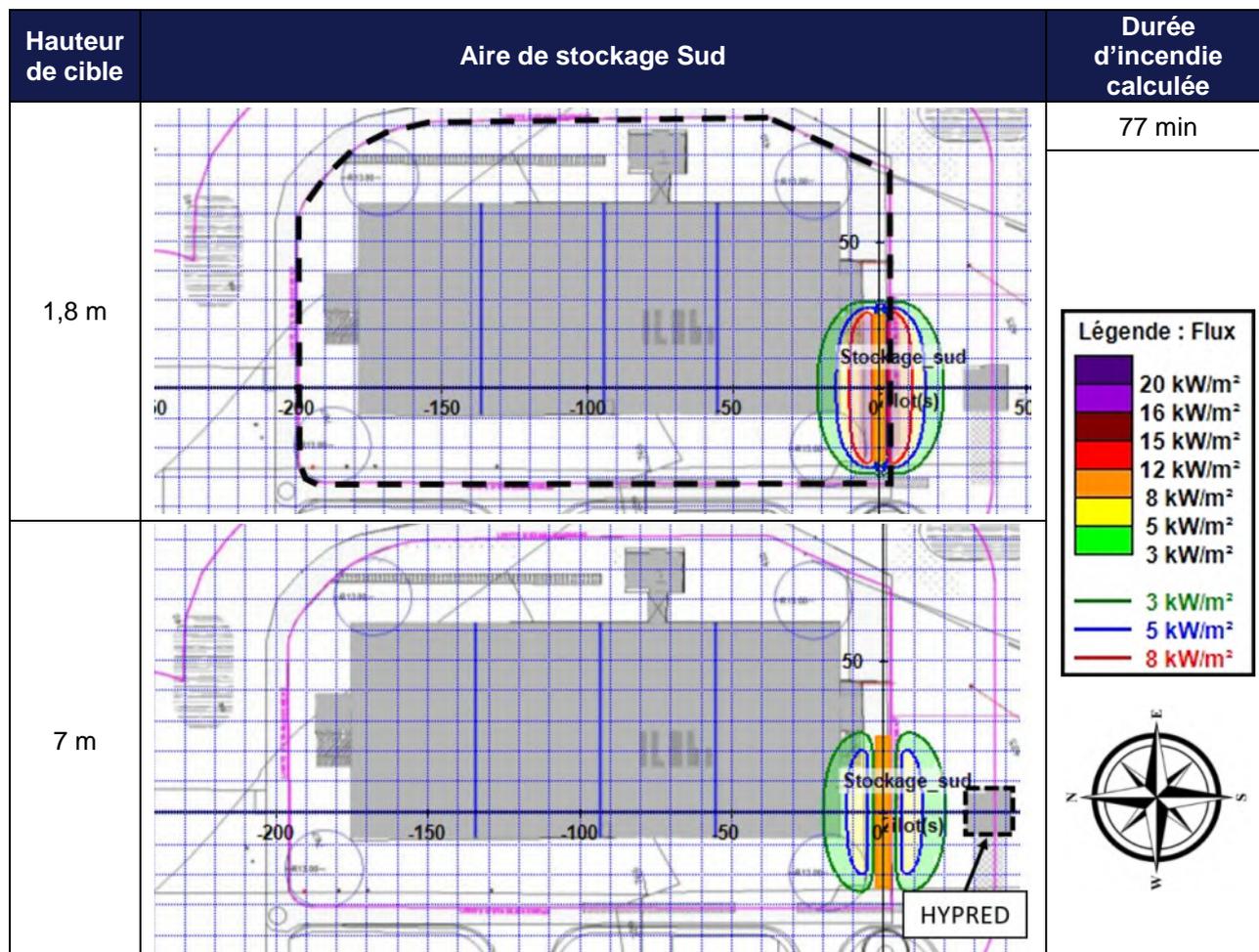


Figure 6-6 : Distances d'effets de flux thermiques – Aire de stockage Sud

D'après les résultats présentés ci-avant, en cas d'incendie dans l'une des cellules de stockage :

- La durée d'incendie est inférieure à la performance des parois séparative (120 minutes); les risques de propagation d'incendie sont donc limités ;
- Aucun flux thermique supérieur à 5 kW/m² sortent des limites de propriétés à l'Ouest et à l'Est à hauteur d'Homme ;
- Des flux thermiques supérieurs à 5 kW/m² sortent des limites de propriétés au Nord à hauteur d'Homme ;
- Des flux thermiques supérieurs à 5 kW/m² et à 8 kW/m² sortent des limites de propriétés au Sud à hauteur d'Homme ;
- Aucun flux thermique supérieur à 5 kW/m² n'atteint la toiture du bâtiment HYPRED.

En cas d'incendie, dans l'une des aires de stockage extérieur :

- Aucun flux thermique supérieur à 5 kW/m² ne sort des limites de propriétés à l'Est à hauteur d'Homme ;
- Des flux thermiques supérieurs à 5 kW/m² sortent des limites de propriétés au Nord et à l'Ouest à hauteur d'Homme ;
- Des flux thermiques supérieurs à 5 kW/m² et à 8 kW/m² sortent des limites de propriétés au Sud à hauteur d'Homme ;
- Aucun flux thermique supérieur à 3 kW/m² n'atteint la toiture du bâtiment HYPRED.

Par ailleurs, les résultats présentés ci-avant montrent qu'il y a un risque de propagation depuis certaines cellules de stockage vers les aires de stockage extérieures. En effet, des flux thermiques supérieurs à 8 kW/m² sont observés au niveau des aires de stockages. Ainsi, il existe un risque de propagation :

- Depuis la cellule expédition Nord vers l'aire de stockage Nord ;
- Depuis la cellule réception vers les aires de stockage Sud et Ouest.
-

6.2. CARTOGRAPHIE DES FLUX THERMIQUES

Afin de prendre en considération les différents risques de propagation d'incendie et à la demande de la DREAL [3], une cartographie de flux thermiques à hauteur d'Homme (1,8 m) issue d'un incendie généralisé entre les stockages concernés est établie.

FLUMilog ne permet pas de réaliser des cartographies de flux thermiques pour des propagations entre plusieurs cellules (ou aires de stockage) éloignées les unes des autres. C'est pourquoi, de manière sécuritaire, les distances d'effets de flux thermiques obtenues sur les cartographies des cellules seules (cf. §6.1) à hauteur d'Homme, sont sommées.

La figure ci-dessous présente les distances d'effets de flux thermiques à hauteur d'Homme (1,8 m) dans le cas d'un incendie simultané de la cellule expédition Nord et de l'aire de stockage Nord :

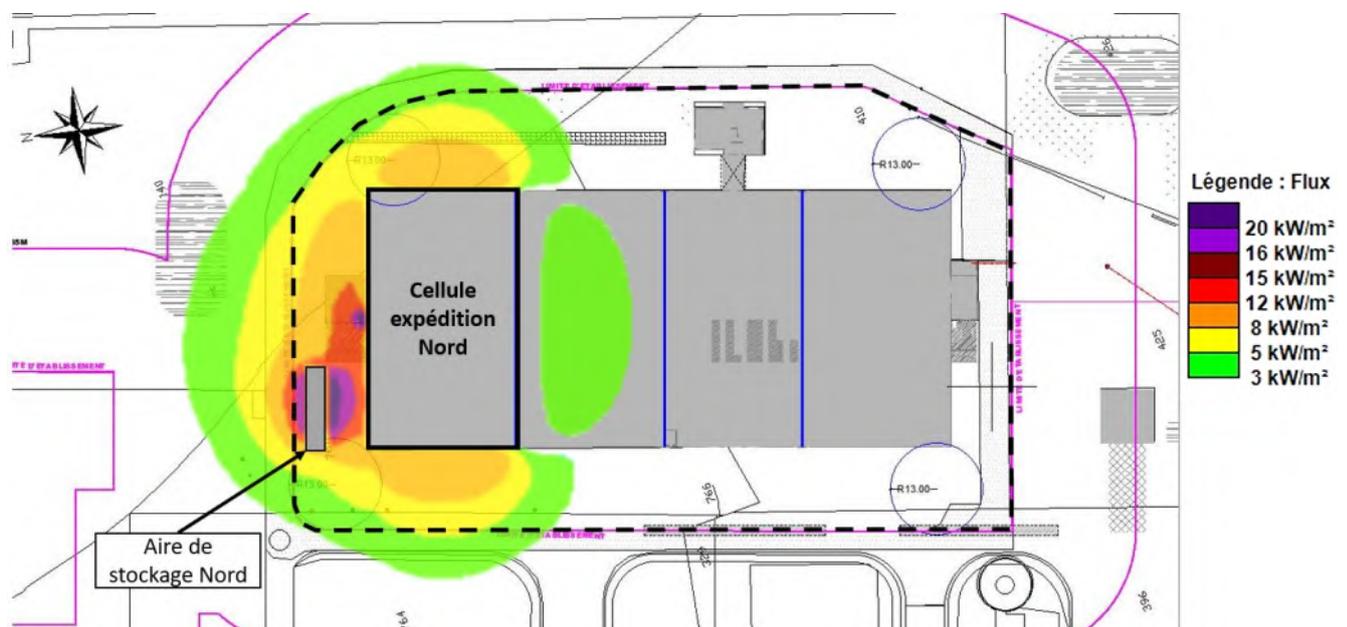


Figure 6-7 : Cartographie des distances d'effets de flux thermiques à hauteur d'Homme (1,8 m) pour un incendie simultané de la cellule expédition Nord et de l'aire de stockage Nord – limites de propriétés en pointillés noirs

Le tableau ci-dessous synthétise les distances d'effets de flux thermiques observés au-delà des limites de propriété :

Flux thermiques	Nord	Ouest
entre 5 et 8 kW/m ²	15 m	2 m
entre 8 et 12 kW/m ²	8 m	-
> 12 kW/m ²	3 m	-

Tableau 6-1: Distances des effets de flux thermiques

Des flux thermiques supérieurs à 5 kW/m² à hauteur d'Homme sortent des limites de propriétés au Nord et à l'Ouest, mais aucun flux thermique supérieur à 3 kW/m² n'atteint les bâtiments extérieurs aux limites de propriétés, à hauteur d'Homme.

De même, les figures ci-dessous présentent les distances d'effets de flux thermiques à hauteur d'Homme (1,8 m) (cf. Figure 6-8) et à hauteur de toiture du bâtiment HYPRED (7 m) (cf. Figure 6-9) dans le cas d'un incendie simultané de la cellule réception et des aires de stockage Ouest et Sud :

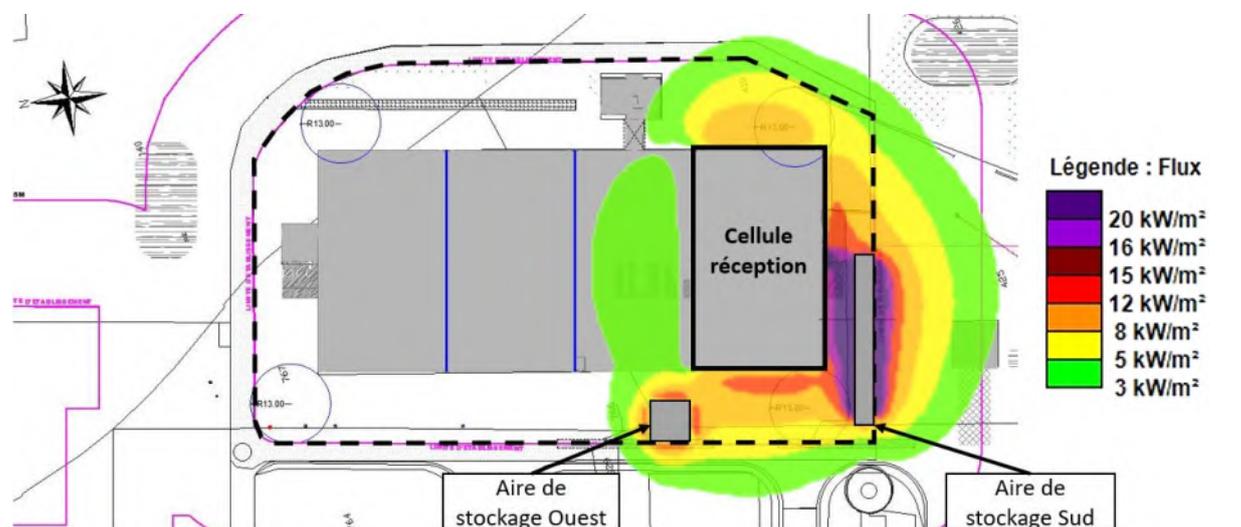


Figure 6-8 : Cartographie des distances d'effets de flux thermiques à hauteur d'Homme (1,8 m) pour un incendie simultané de la cellule réception et des aires de stockage Sud et Ouest – limites de propriétés en pointillés noirs

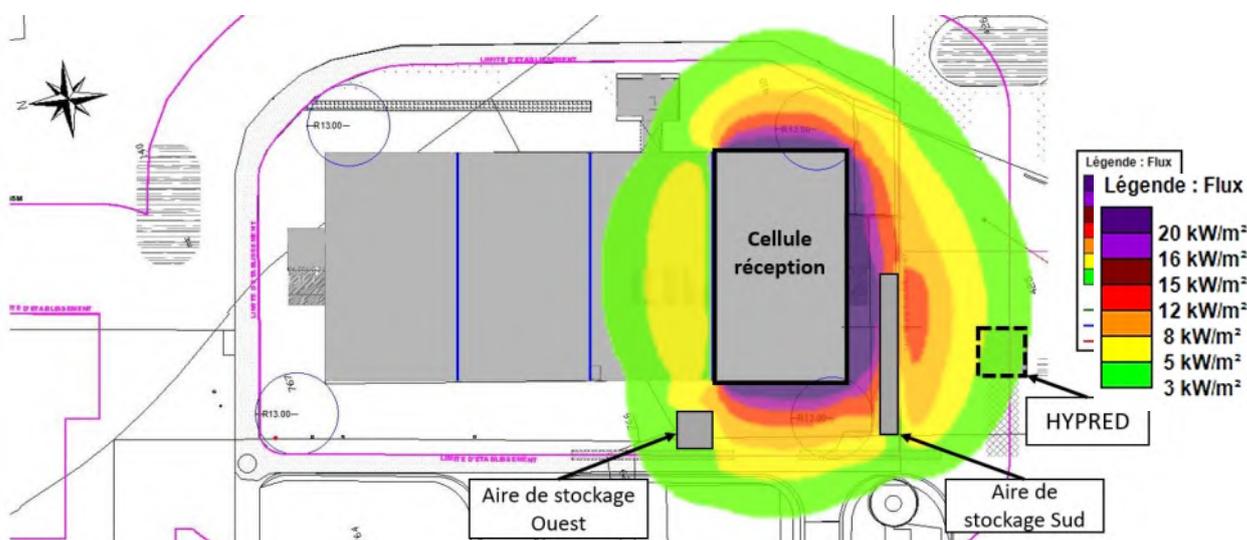


Figure 6-9 : Cartographie des distances d'effets de flux thermiques à hauteur d'Homme (7 m) pour un incendie simultané de la cellule réception et des aires de stockage Sud et Ouest – limites de propriétés en pointillés noirs

Le tableau ci-dessous synthétise les distances d'effets de flux thermiques observés au-delà des limites de propriété à hauteur d'Homme :

Flux thermiques	Sud	Ouest
entre 5 et 8 kW/m ²	25 m	10 m
entre 8 et 12 kW/m ²	15 m	4 m
> 12 kW/m ²	10 m	2 m

Tableau 6-2: Distances des effets de flux thermiques

Des flux thermiques supérieurs à 5 kW/m² à hauteur d'Homme sont observés au-delà des limites de propriétés au Sud et à l'Ouest, mais aucun flux thermique supérieur à 3 kW/m² n'atteint les bâtiments extérieurs aux limites de propriétés.

De plus, aucun flux thermique supérieur à 8 kW/m² à hauteur de toiture n'atteint le bâtiment HYPRED. Le risque de propagation est ainsi limité.

ANNEXE 9

**Mail EFECTIS FRANCE concernant les travaux de mise en conformité
prévus par FLORENDI**

De : WYZGOLIK Aurélie <aurelie.wyzgolik@efectis.com>
Envoyé : jeudi 8 décembre 2022 12:04
À : Fanny Moignard <Fanny.Moignard@roullier.com>
Cc : AL ALAM Cybelle <cybelle.alalam@efectis.com>
Objet : FLORENDI - DOSSIER ICPE - Synthèse

Bonjour Mme Moignard,

Veuillez trouver ci-dessous la synthèse demandée.

Les travaux prévus par FLORENDI, suite à la transmission de nos rapports «[22-000030c-CAA-NDB_Rapport_Florendi\(Aff-21-002425-NA\).pdf](#), [22-000051-MBL-Rapport flux thermiques-FLORENDI-\(Aff 21-002425-NA\).pdf](#) et [Rapport d'Expertise EFR-21-004603-rév. 2-FLORENDI.PDF](#)», permettent de lever les réserves émises par ces dits rapports :

Suite à nos échanges avec la société FLORENDI, nous confirmons que les risques de ruine en chaîne et d'effondrement vers l'extérieur seront maîtrisés au terme de travaux prévus par la société selon notre rapport d'étude de mode de ruine «[22-000030c-CAA-NDB_Rapport_Florendi\(Aff-21-002425-NA\).pdf](#) ».

1. Stabilité au feu

- **Maîtrise du risque de ruine en chaîne intra-cellule :** exigence satisfaite au terme des travaux prévus par Florendi consistant à l'ajout de 12 systèmes de contreventement supportant une valeur de 20% de la charge de vent qui leur est appliquée tel que présenté dans les figures suivantes :

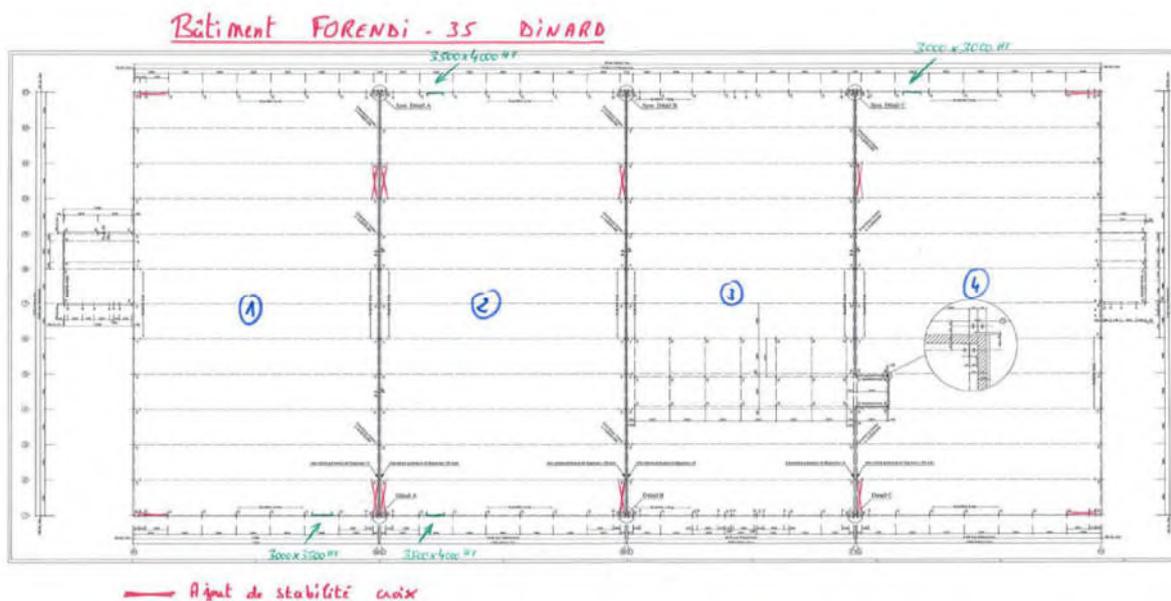


Schéma montrant les contreventement ajoutés en façades de la cellule 1 (expéditions) :

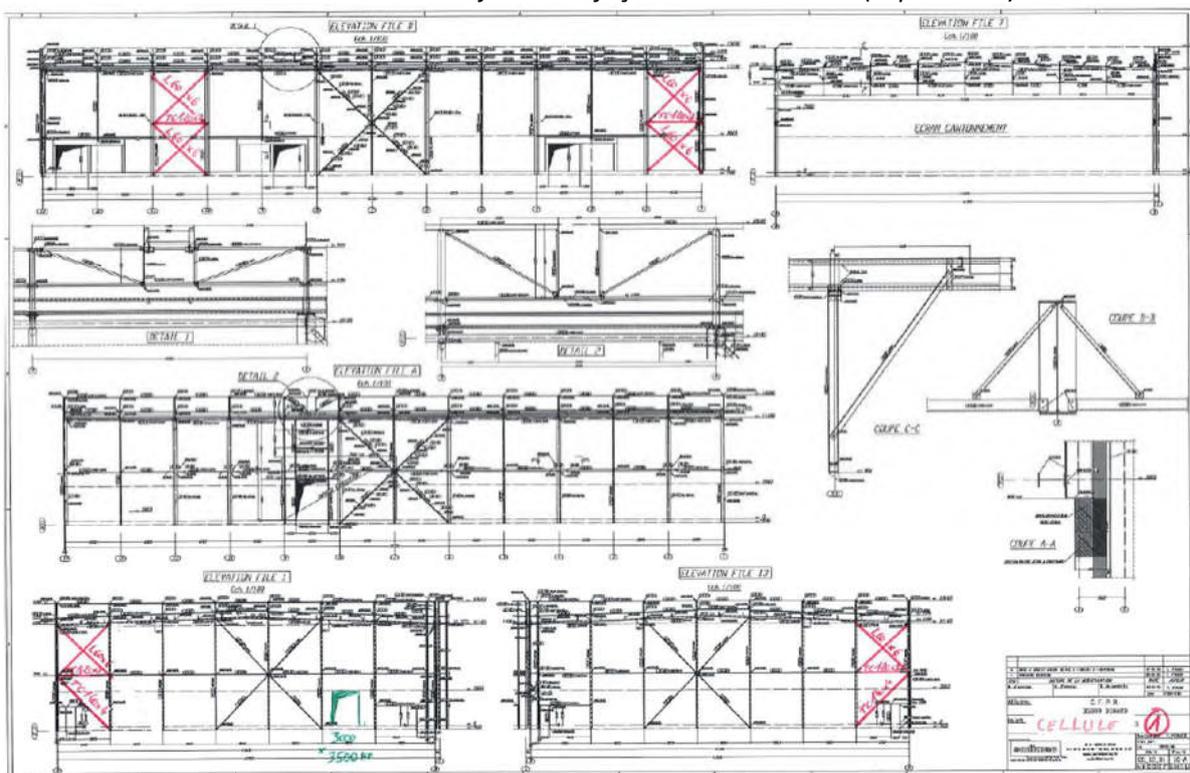


Schéma montrant les contreventement ajoutés en façades de la cellule 2 (expéditions) :

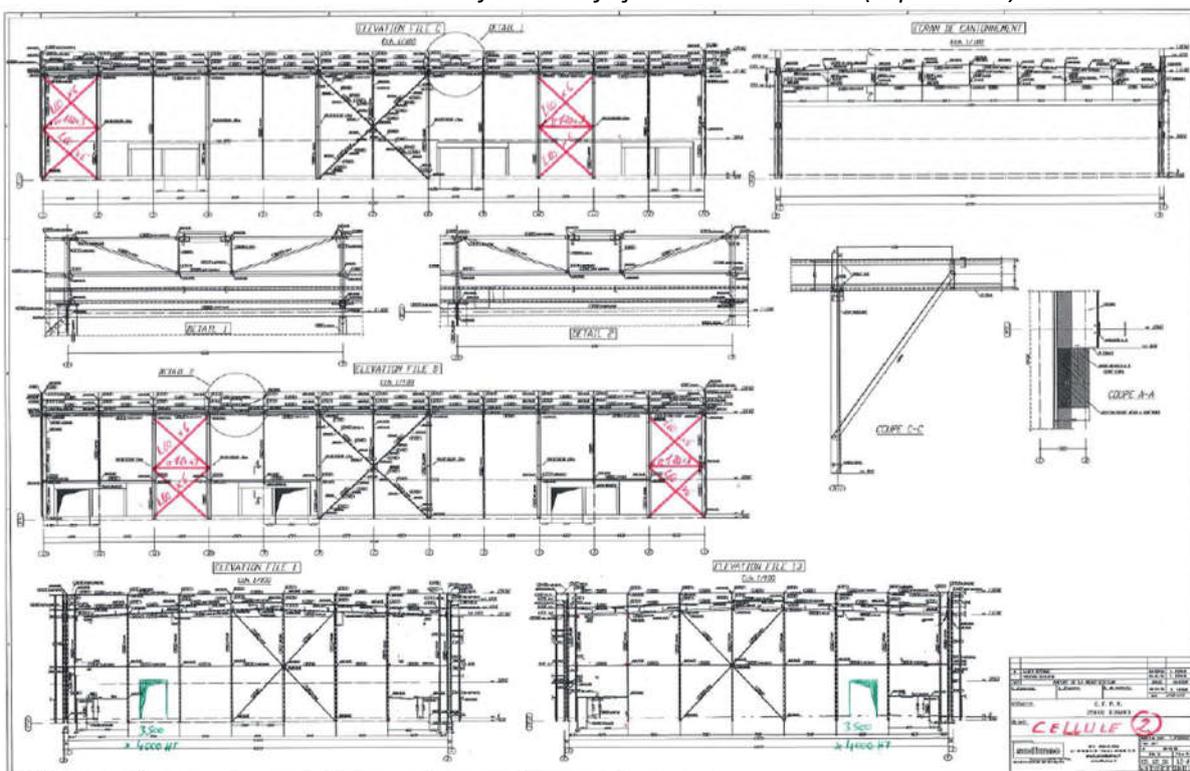
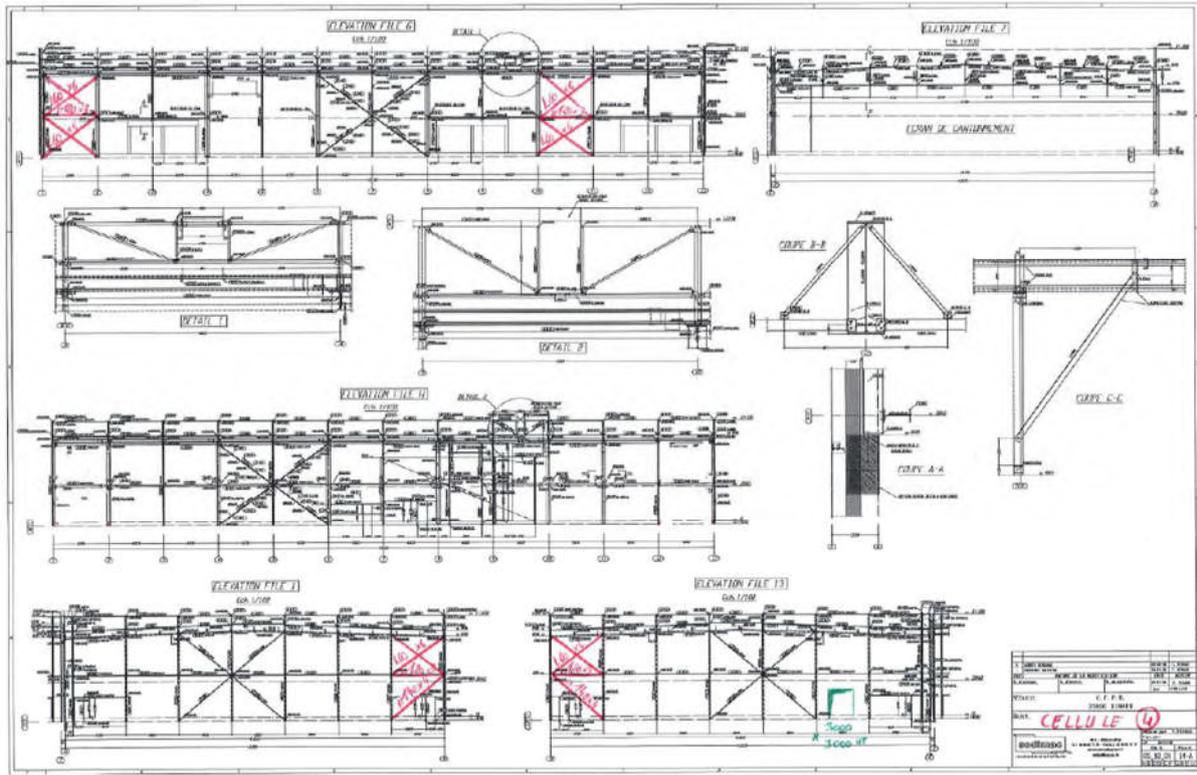


Schéma montrant les contreventement ajoutés en façades de la cellule 4 (réception) :



Ces systèmes permettent d'assurer la satisfaction de l'exigence de la non ruine en chaîne intra-cellule hors plan des portiques (c'est-à-dire dans le plan perpendiculaire aux portiques).

- Maîtrise du risque de ruine en chaîne inter-cellule et du risque de ruine vers l'extérieur :**
 exigence satisfaite au terme des travaux prévus par Florendi consistant à la mise en place un protection R 60 au niveau des poteaux (3 faces) et jusqu'à la troisième panne (toutes les faces) au niveau des arbalétriers des cellules 1 et 2 et la deuxième panne de la cellule 4 selon les figures ci-dessous :

Schéma montrant la position de la protection R 60 (cellules 1 et 2) :

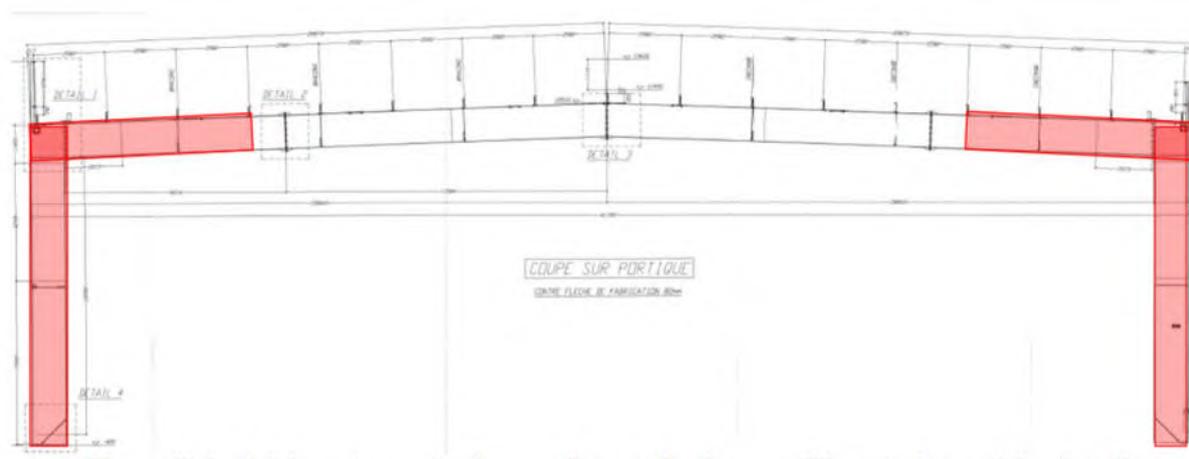
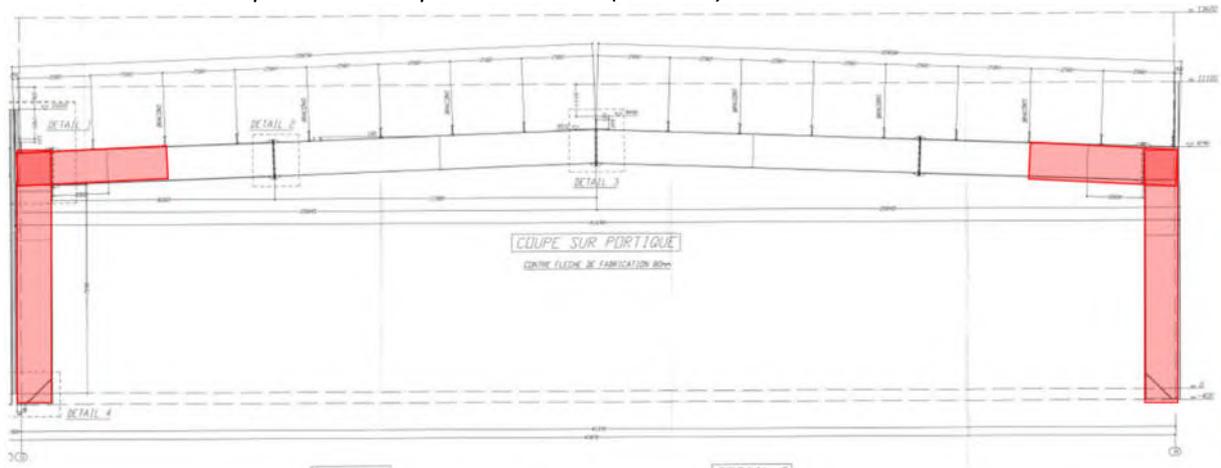
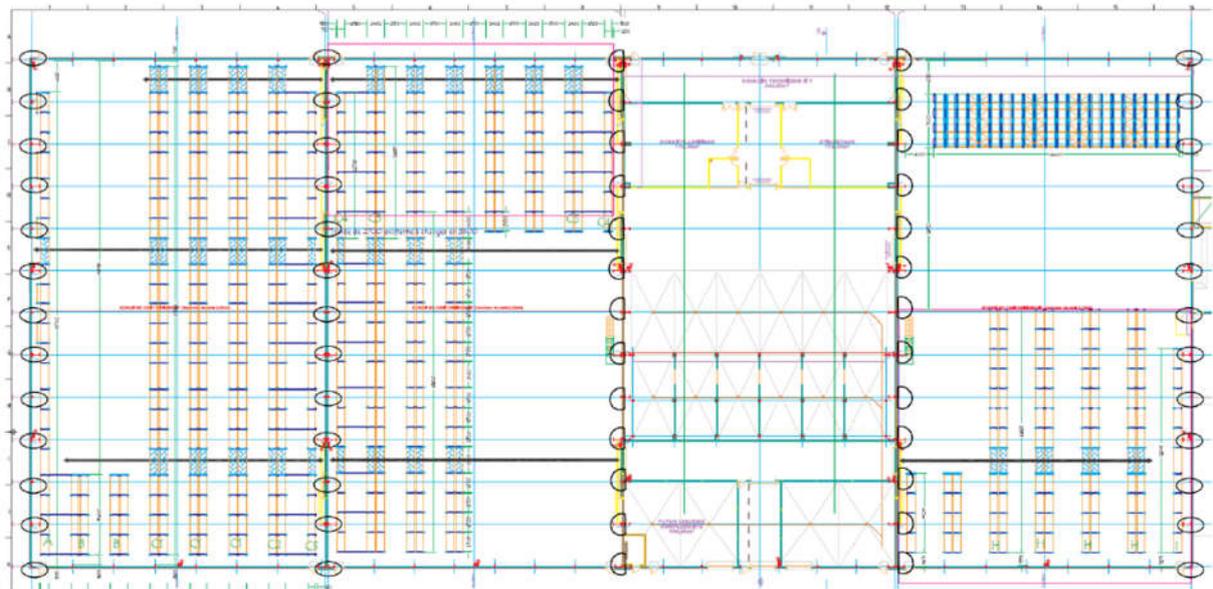


Schéma montrant la position de la protection R 60 (cellule 4) :



Vue en plan montrant les poteaux à protéger par une protection R 60 :



- **Maîtrise du risque de propagation à la cellule voisine (effet domino) :** exigence satisfaite au terme des travaux prévus par Florendi, comprenant la mise en conformité des 3 murs coupes-feu (rajout et déplacement des fusibles, bouchage des trous par matériau coupe-feu)

2. Flux thermiques :

- L'étude de flux thermiques « [22-000051-MBL-Rapport flux thermiques-FLORENDI-\(Aff 21-002425-NA\).pdf](#) » a été réalisée en prenant en compte une étanchéité/isolation 15 minutes pour le bardage du bâtiment, même s'il s'agit de bardage simple peau E10, les résultats ne sont pas remis en cause.

Cordialement,

Aurélié WYZGOLIK
Directrice de projets
Délégation Nord-Atlantique
Efectis France

Tel : +33 (0)2 28 27 62 05

Mob: +33 (0)6 84 02 43 33



ANNEXE 10

Simulation d'un incendie de big-bags de matières premières sur l'aire extérieure Nord

FLUMilog

Interface graphique v.5.5.0.0

Outil de calculV5.52

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	PT
Société :	GES
Nom du Projet :	TARMAC_40x40
Cellule :	TARMAC 40x40
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	11/01/2022 à 14:46:52 avec l'interface graphique v. 5.5.0.0
Date de création du fichier de résultats :	11/1/22

I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

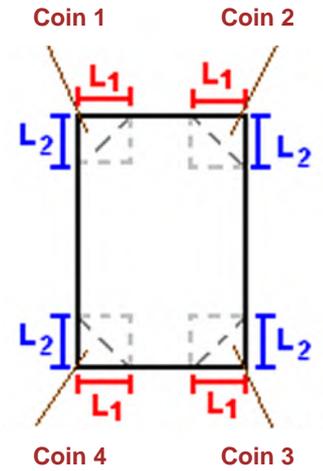
Hauteur de la cible : **1,8** m

Stockage à l'air libre

Oui

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1			
Longueur maximum de la zone de stockage(m)	40,0		
Largeur maximum de la zone de stockage (m)	40,0		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0



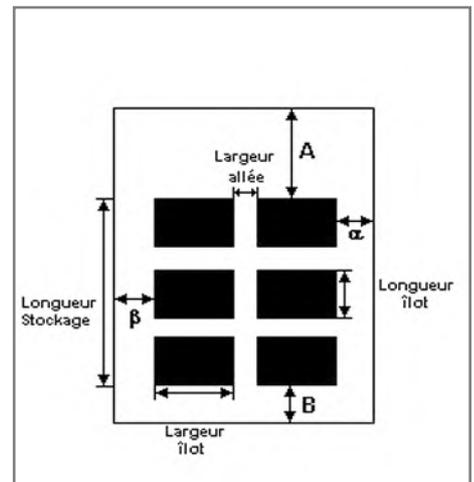
Stockage de la cellule : Cellule n°1

Mode de stockage

Masse

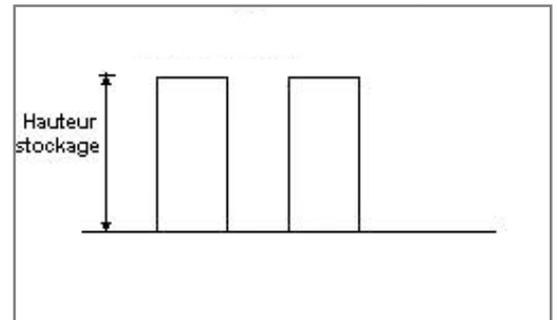
Dimensions

Longueur de préparation A	5,0 m
Longueur de préparation B	5,0 m
Déport latéral a	5,0 m
Déport latéral b	5,0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	1
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
Largeur des îlots	30,0 m
Longueur des îlots	30,0 m
Hauteur des îlots	2,4 m
Largeur des allées entre îlots	0,0 m



Palette type de la cellule Cellule n°1

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Nom de la palette :	Palette type 1510

Poids total de la palette : Par défaut

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC						
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : 45,0 min

Puissance dégagée par la palette : Adaptée aux dimensions de la palette

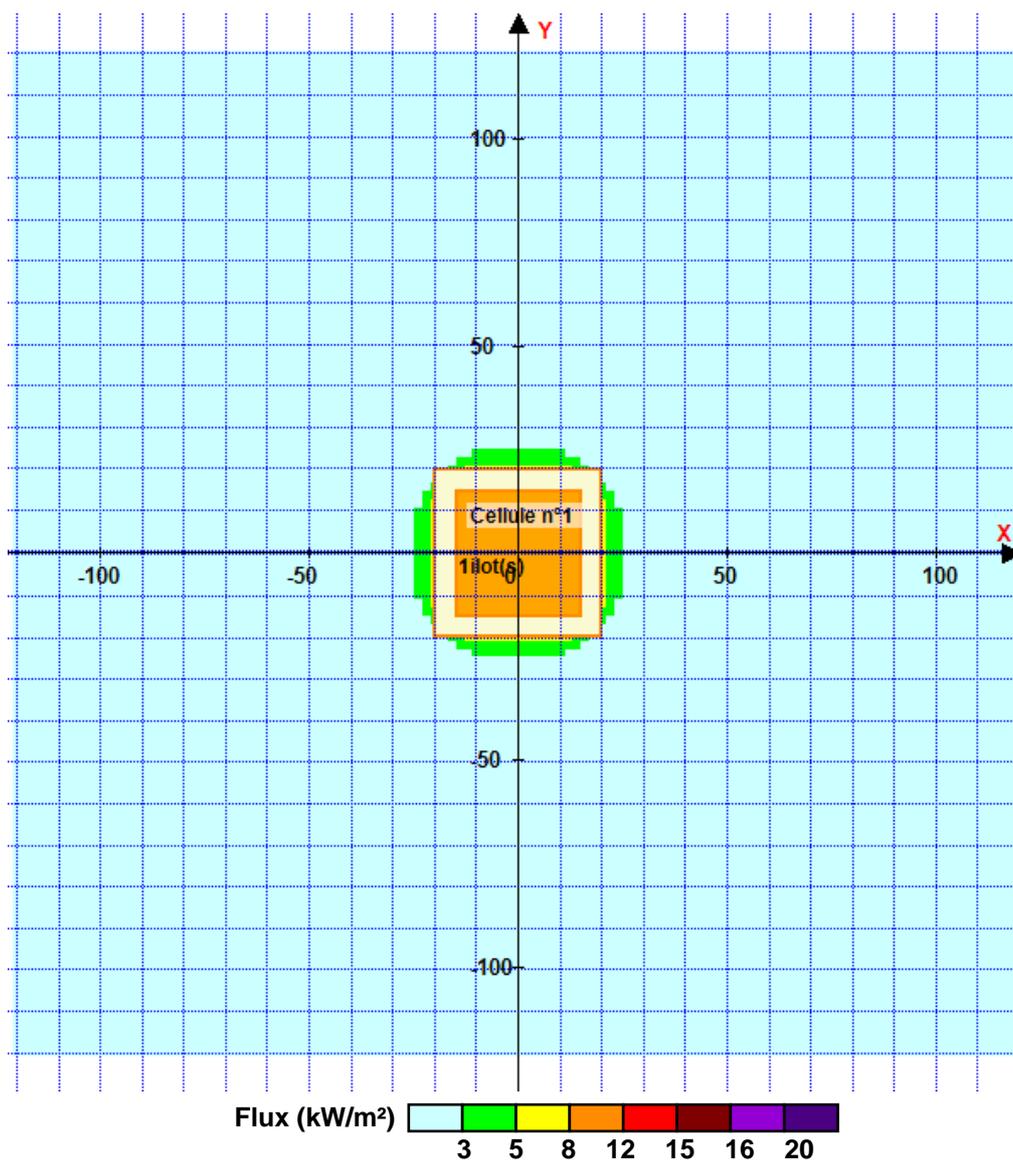
Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1510 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1525,0 kW

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **66,0** min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

Annexe 11

Déclaration de la conformité Détection incendie - Armoire électrique de la production

Domaine 7	Détection automatique d'incendie SDI et CMSI
DECLARATION DE CONFORMITE OU D'INSTALLATION AU REFERENTIEL APSAD R7	

Cette installation est enregistrée sous le numéro _____ par le titulaire de la certification APSAD.

<p>Titulaire de la certification</p> <p>Nous, soussignés, entreprise titulaire de la certification APSAD de service* d'installation de systèmes de détection automatique d'incendie et de centralisateurs de mise en sécurité incendie sous le n° _____</p> <p>Nom (ou raison sociale) _____</p> <p style="text-align: center;">✉</p> <p>Représentée par _____</p>

NE RENSEIGNER QU'UNE SEULE DES DECLARATIONS CI-DESSOUS (N7 OU DC7 OU DECLARATION D'INSTALLATION)

	DÉCLARATION DE CONFORMITÉ AU REFERENTIEL APSAD R7 AVEC SURVEILLANCE TOTALE	N7
<p>Déclarons sur l'honneur que l'installation de détection automatique d'incendie décrite ci-après, mise en service le _____ et réceptionnée le _____</p> <p>a été réalisée modifiée validée par nous-mêmes (selon conditions définies dans le référentiel de certification I7) conformément au référentiel APSAD R7, édition _____</p> <p>Offre n° _____ en date du _____</p> <p>A _____, le _____ Signature et cachet de l'entreprise : _____</p>		

	DÉCLARATION DE CONFORMITÉ AU REFERENTIEL APSAD R7 AVEC SURVEILLANCE PARTIELLE OU LOCALE	DC7
<p>Déclarons sur l'honneur que l'installation de détection automatique d'incendie décrite ci-après, mise en service le _____ et réceptionnée le _____</p> <p>a été réalisée modifiée validée par nous-mêmes (selon conditions définies dans le référentiel de certification I7) conformément au référentiel APSAD R7, édition _____</p> <p>Surveillance partielle locale</p> <p>Offre n° _____ en date du _____</p> <p>A _____, le _____ Signature et cachet de l'entreprise : _____</p> <div style="text-align: right; font-size: 0.8em; margin-top: 10px;">  <p>IVCO INTEGRATED FIRE & SECURITY FRANCE 1, Rue Henri Giffard Menigny le Bratonneux 78067 Saint Quentin en Yvelines Cedex Tél. 01 30 30 73 00 SAS au capital de 10 719 040,00 euros R 559 800 750 RCS Nanterre SIRET 559 800 750 0005 N° TVA Intra. FR 97 559 800 750 Cofin NAF 2814 Z</p> </div>		

DÉCLARATION D'INSTALLATION
Cette installation présente des écarts au référentiel APSAD R7 (écarts listés ci-dessous)
<p>Déclarons sur l'honneur que l'installation de détection automatique d'incendie décrite ci-après, mise en service le _____ et réceptionnée le _____</p> <p>a été réalisée modifiée validée par nous-mêmes (selon conditions définies dans le référentiel de certification I7) conformément au référentiel APSAD R7, édition _____ avec les écarts décrits ci-dessous</p> <p>Surveillance totale partielle locale</p> <p>Offre n° _____ en date du _____</p> <p>A _____, le _____ Signature et cachet de l'entreprise : _____</p>
<p>Écarts observés par rapport au référentiel APSAD R7 (cadre réservé à une déclaration d'installation)</p> <p>La description des écarts est formalisée en annexe au présent document (référence _____ nombre de pages _____)</p>
<i>Suite ci-après</i>

Établissement objet de l'installation

Installation réalisée dans l'établissement suivant :

Nom (ou raison sociale)

Caractéristiques de l'installation de détection automatique d'incendie

Nature de l'activité principale

Description de la surveillance

Principaux constituants ayant fait l'objet de l'installation :

SDI alarme évacuation CMSI

Autres constituants existants (pour information) :

télésurveillance extinction automatique

L'installation a fait l'objet d'une vérification du niveau de performance : oui non

Les opérations suivantes ont été sous-traitées

Nous assurons qu'un dossier technique complet (référence indice) dont le contenu est
indiqué dans le référentiel APSAD R7 a été remis à notre client.

La visite de vérification de conformité a été effectuée par

en présence du client représenté par : le

Cette déclaration doit être dûment signée par l'entreprise titulaire de la certification APSAD de service d'installation de systèmes de détection automatique d'incendie et de centralisateurs de mise en sécurité incendie et établie en 4 exemplaires :

- 1 exemplaire conservé par l'entreprise titulaire de la certification APSAD de service
- 1 exemplaire transmis au secrétariat de la certification APSAD de service
- 2 exemplaires transmis au client dont 1 transmis par lui à l'assureur.

ANNEXE 12

Déclaration de la conformité Détection incendie – Local TGBT

Domaine 7	Détection automatique d'incendie SDI et CMSI
DECLARATION DE CONFORMITE OU D'INSTALLATION AU REFERENTIEL APSAD R7	

Cette installation est enregistrée sous le numéro _____ par le titulaire de la certification APSAD.

<p>Titulaire de la certification</p> <p>Nous, soussignés, entreprise titulaire de la certification APSAD de service* d'installation de systèmes de détection automatique d'incendie et de centralisateurs de mise en sécurité incendie sous le n° _____</p> <p>Nom (ou raison sociale) _____</p> <p style="text-align: center;">✉</p> <p>Représentée par _____</p>

NE RENSEIGNER QU'UNE SEULE DES DECLARATIONS CI-DESSOUS (N7 OU DC7 OU DECLARATION D'INSTALLATION)

	DÉCLARATION DE CONFORMITÉ AU REFERENTIEL APSAD R7 AVEC SURVEILLANCE TOTALE	N7
<p>Déclarons sur l'honneur que l'installation de détection automatique d'incendie décrite ci-après, mise en service le _____ et réceptionnée le _____</p> <p>a été réalisée modifiée validée par nous-mêmes (selon conditions définies dans le référentiel de certification I7) conformément au référentiel APSAD R7, édition _____</p> <p>Offre n° _____ en date du _____</p> <p>A _____, le _____ Signature et cachet de l'entreprise : _____</p>		

	DÉCLARATION DE CONFORMITÉ AU REFERENTIEL APSAD R7 AVEC SURVEILLANCE PARTIELLE OU LOCALE	DC7
<p>Déclarons sur l'honneur que l'installation de détection automatique d'incendie décrite ci-après, mise en service le _____ et réceptionnée le _____</p> <p>a été réalisée modifiée validée par nous-mêmes (selon conditions définies dans le référentiel de certification I7) conformément au référentiel APSAD R7, édition _____</p> <p>Surveillance partielle locale</p> <p>Offre n° _____ en date du _____</p> <p>A _____, le _____ Signature et cachet de l'entreprise : _____</p>		

IVC INTEGRATED FIRE & SECURITY FRANCE
 1, Rue Henri Giffard
 78067 Saint Quentin en Yvelines Cedex
 Tél. 01 39 30 73 00
 SAS au capital de 10 719 040,00 euros
 S 559 800 750 RCS Versailles
 SIRET 559 800 750 00205
 TVA-Intra, FR 27 559 800 750
 Code NAF : 2614 Z

DÉCLARATION D'INSTALLATION
Cette installation présente des écarts au référentiel APSAD R7 (écarts listés ci-dessous)

<p>Déclarons sur l'honneur que l'installation de détection automatique d'incendie décrite ci-après, mise en service le _____ et réceptionnée le _____</p> <p>a été réalisée modifiée validée par nous-mêmes (selon conditions définies dans le référentiel de certification I7) conformément au référentiel APSAD R7, édition _____ avec les écarts décrits ci-dessous</p> <p>Surveillance totale partielle locale</p> <p>Offre n° _____ en date du _____</p> <p>A _____, le _____ Signature et cachet de l'entreprise : _____</p>
--

<p>Écarts observés par rapport au référentiel APSAD R7 (cadre réservé à une déclaration d'installation)</p> <p>La description des écarts est formalisée en annexe au présent document (référence _____ nombre de pages _____)</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Suite ci-après</p>
--



Établissement objet de l'installation

Installation réalisée dans l'établissement suivant :

Nom (ou raison sociale)

Caractéristiques de l'installation de détection automatique d'incendie

Nature de l'activité principale

Description de la surveillance

Principaux constituants ayant fait l'objet de l'installation :

SDI alarme évacuation CMSI

Autres constituants existants (pour information) :

télésurveillance extinction automatique

L'installation a fait l'objet d'une vérification du niveau de performance : oui non

Les opérations suivantes ont été sous-traitées

Nous assurons qu'un dossier technique complet (référence indice) dont le contenu est
indiqué dans le référentiel APSAD R7 a été remis à notre client.

La visite de vérification de conformité a été effectuée par

en présence du client représenté par : le

Cette déclaration doit être dûment signée par l'entreprise titulaire de la certification APSAD de service d'installation de systèmes de détection automatique d'incendie et de centralisateurs de mise en sécurité incendie et établie en 4 exemplaires :

- 1 exemplaire conservé par l'entreprise titulaire de la certification APSAD de service
- 1 exemplaire transmis au secrétariat de la certification APSAD de service
- 2 exemplaires transmis au client dont 1 transmis par lui à l'assureur.

ANNEXE 13

Déclaration de la conformité Extinction automatique - Armoire électrique de la production

Caractéristiques de l'installation	
Nature de l'activité principale :	Conditionnement et vente de produits de jardin
Nature de l'activité protégée :	ARMOIRE ELECTRIQUE DE PRODUCTION
Nature et volume du(des) risque(s) protégé(s) :	Armoire électrique de 0,6m3
L'installation est de type :	<input checked="" type="checkbox"/> modulaire <input type="checkbox"/> centralisée <input type="checkbox"/> à noyage total <input type="checkbox"/> protection ponctuelle <input checked="" type="checkbox"/> protection d'armoires avec / sans faux-planchers <i>(rayer la mention inutile)</i>
Concentration réelle d'extinction :	100%
Pression de service (bar) :	300

Écarts observés par rapport au référentiel APSAD R13 (cadre réservé à une déclaration d'installation) <i>Les écarts doivent indiquer clairement les non-conformités</i>
• Écarts relatifs au(x) risque(s) protégé(s) :
• Écarts relatifs à l'installation d'extinction automatique (y compris la détection d'incendie) :
• Autres écarts :

A : Montigny-le-Bretonneux Le : 25/01/2022	 <p>tyco / Fire & Integrated Solutions France SAS Etablissement de Montigny 1, Rue Henri Giffard MONTIGNY-LE-BRETONNEUX 78087 SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES Tél. 01 39 30 73 00 - Fax 01 39 30 73 20</p>
Signature et cachet de l'entreprise :	

<p>Nous assurons qu'un dossier technique complet n° J407194 indice 0 dont le contenu est indiqué dans le référentiel d'installation a été remis à notre client. La vérification de conformité a été effectuée par : Monsieur AOUNALLAH Le : 20/10/2021 En présence du client, représenté par : Madame MOIGNARD</p>

L'exploitant <input checked="" type="checkbox"/> a souscrit <input type="checkbox"/> n'a pas souscrit le contrat de maintenance que nous lui avons proposé le : 23/11/2020
--

Cette déclaration doit être dûment signée par l'entreprise titulaire de la certification APSAD de service pour l'installation et la maintenance de systèmes d'extinction automatique à gaz et établie en 3 exemplaires : 1 exemplaire conservé par l'entreprise titulaire de la certification APSAD de service pour l'installation et la maintenance de systèmes d'extinction automatique à, 2 exemplaires transmis au client dont 1 transmis par lui à l'assureur. A l'issue de la 10^e année sans modification, il est préconisé de réaliser un audit de conformité de l'installation avec le référentiel APSAD R13 en vigueur à la date de l'audit.

ANNEXE 14

Déclaration de la conformité Extinction automatique – Local TGBT

DOMAINE 13	EXTINCTION AUTOMATIQUE A GAZ <input type="checkbox"/> CO2 <input type="checkbox"/> Gaz inhibiteur <input checked="" type="checkbox"/> Gaz inerte	2020
DECLARATION DE CONFORMITE OU D'INSTALLATION		

Cette déclaration est enregistrée sous le numéro : 2022-002-A par le titulaire de la certification APSAD

Titulaire de la certification
Nous, soussigné, entreprise titulaire de la certification APSAD de service* de maintenance de systèmes d'extinction automatique à gaz sous le n° 004/02/13 Nom (ou raison sociale) : TYCO INTEGRATED FIRE & SECURITY - FRANCE SAS Adresse : 1, Rue Henri Giffard - Montigny-Le-Bretonneux - 78067 Saint Quentin en Yvelines Cedex Représentée par : Olivier BOULET

Etablissement objet de l'installation
Installation réalisée dans l'établissement suivant : Nom (ou raison sociale) : FLORENDI Adresse : 55 BOULEVARD JULES VERGER - 35800 DINARD Nature de l'activité principale : Conditionnement et vente de produits de jardin

NE RENSEIGNER QU'UNE SEULE DES DÉCLARATIONS CI-DESSOUS

	Déclaration de conformité au référentiel APSAD R13	N13
Déclarons sur l'honneur que l'installation d'extinction automatique à gaz (Preciser l'appellation commerciale du gaz) : Mise en service le : A été <input type="checkbox"/> réalisée <input type="checkbox"/> modifiée Par nous-mêmes en tant que : <input type="checkbox"/> Titulaire de la commande <input type="checkbox"/> Sous-traitant de la société : Conformément au référentiel APSAD R13, édition :		

Déclaration d'installation <i>Cette déclaration présente des écarts au référentiel APSAD R13</i>
Déclarons sur l'honneur que l'installation d'extinction automatique à gaz (Preciser l'appellation commerciale du gaz) : INERGEN (IG541) Mise en service le : 20/10/2021 A été <input checked="" type="checkbox"/> réalisée <input type="checkbox"/> modifiée Par nous-mêmes en tant que : <input checked="" type="checkbox"/> Titulaire de la commande <input type="checkbox"/> Sous-traitant de la société : Conformément au référentiel APSAD R13, édition : Octobre 2019 avec les écarts décrits ci-contre

Caractéristiques de l'installation	
Nature de l'activité principale :	Conditionnement et vente de produits de jardin
Nature de l'activité protégée :	LOCAL TGBT
Nature et volume du(des) risque(s) protégé(s) :	Local TGBT de 34,3m3
L'installation est de type :	<input checked="" type="checkbox"/> modulaire <input type="checkbox"/> centralisée <input checked="" type="checkbox"/> à noyage total <input type="checkbox"/> protection ponctuelle <input type="checkbox"/> protection d'armoires avec / sans faux-planchers <i>(rayer la mention inutile)</i>
Concentration réelle d'extinction :	51.7%
Pression de service (bar) :	300

Écarts observés par rapport au référentiel APSAD R13 (cadre réservé à une déclaration d'installation) <i>Les écarts doivent indiquer clairement les non-conformités</i>
• Écarts relatifs au(x) risque(s) protégé(s) : Absence de PV de résistance au feu des murs, des portes et du plafond du local protégé.
• Écarts relatifs à l'installation d'extinction automatique (y compris la détection d'incendie) :
• Autres écarts :

A : Montigny-le-Bretonneux	Le : 25/01/2022	 <p>tyco / Fire & Integrated Solutions France SAS Etablissement de Montigny 1, Rue Henri Giffard MONTIGNY-LE-BRETONNEUX 78087 SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES Tél. 01 39 30 73 00 - Fax 01 39 30 73 20</p>
Signature et cachet de l'entreprise :		

Nous assurons qu'un dossier technique complet n° J407194 indice 0 dont le contenu est indiqué dans le référentiel d'installation a été remis à notre client. La vérification de conformité a été effectuée par : Monsieur AOUNALLAH En présence du client, représenté par : Madame MOIGNARD	Le : 20/10/2021
---	-----------------

L'exploitant <input checked="" type="checkbox"/> a souscrit <input type="checkbox"/> n'a pas souscrit le contrat de maintenance que nous lui avons proposé le : 23/11/2020
--

Cette déclaration doit être dûment signée par l'entreprise titulaire de la certification APSAD de service pour l'installation et la maintenance de systèmes d'extinction automatique à gaz et établie en 3 exemplaires : 1 exemplaire conservé par l'entreprise titulaire de la certification APSAD de service pour l'installation et la maintenance de systèmes d'extinction automatique à, 2 exemplaires transmis au client dont 1 transmis par lui à l'assureur. A l'issue de la 10^e année sans modification, il est préconisé de réaliser un audit de conformité de l'installation avec le référentiel APSAD R13 en vigueur à la date de l'audit.

ANNEXE 15

BUREAU VERITAS – Audit de sécurité incendie limité au comportement au feu d'un bâtiment de stockage



**BUREAU
VERITAS**

SOLUTIONS

Bureau Veritas Solutions

6 Rue de la Carrière
35 510 Cesson-Sévigné
Tél : 02 35 65 93 45 / 06 73 61 19 49

FLORENDI

Madame Fanny MOIGNARD

55 Boulevard Jules Verger

35 800 Dinard

Tel : 06 16 61 85 89

Mail : fanny.moignard@roullier.com

N° d'affaire : 15972226-1

N° rapport : 15972226-1 / 01 Rev.1

Rapport établi le : 28/11/2022

Audit de sécurité incendie limité au comportement au feu d'un bâtiment de stockage - ICPE

Florendi
55 Boulevard Jules Verger
35 800 Dinard



LUSSOT Anthony
Chargé d'affaires
Service Bâtiments & Infrastructures

Ce rapport comporte 32 pages

BUREAU VERITAS SOLUTIONS

Siège social : 4/6 rue de Langevin - ZAC des Garennes - 78130 LES MUREAUX
Société par Actions Simplifiée au capital de 76 500 € - 392 417 689 R.C.S Versailles

Toute reproduction interdite © Bureau Veritas Solutions

bureauveritas-solutions.fr

SOMMAIRE

A.	LIMINAIRE.....	3
B.	DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'OUVRAGE.....	4
C.	DOCUMENTS EXAMINES	5
D.	DOCUMENTS DE REFERENCES APPLICABLES	6
E.	ELEMENTS OBSERVES.....	7
F.	CONCLUSION	12
G.	ANNEXES.....	13

A. LIMINAIRE

Le client a confié à Bureau Veritas Solutions la réalisation d'un audit de sécurité incendie limité au comportement au feu d'un bâtiment de stockage déclaré au titre des ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

Notre prestation porte exclusivement sur le comportement au feu de l'enveloppe du bâtiment (couverture et façades) et plus particulièrement sur les points suivants (provenant l'annexe II de l'Arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510) :

- *Les murs extérieurs sont construits en matériaux de classe A2 s1 d0,*
- *Les éléments de support de couverture sont réalisés en matériaux A2 s1 d0,*
- *Le ou les isolants thermiques utilisés en couverture sont de classe A2 s1 d0,*
- *Les matériaux utilisés pour l'éclairage naturel satisfont à la classe d0,*
- *Le système de couverture de toiture satisfait la classe BROOF (t3). »*

En effet, dans le cadre de l'exploitation de son établissement le client doit, à la demande de la DREAL, justifier les éléments cités ci-dessus.

Afin de mener à bien notre mission le client met à notre disposition les DOE, courrier des entreprises, plans et croquis.

Notre mission comprend :

- Examen des documents mis à disposition par le client,
- Examen visuel, exclusivement, des ouvrages concernés accessibles et visibles,
- Analyse de leurs caractéristiques par rapport aux référentiels applicables, et mise en évidence des écarts,
- Synthèse de l'audit.

Pour cela nous sommes intervenus sur site le 20 septembre 2022 pour procéder à notre examen visuel permettant d'estimer le comportement au feu du bâtiment.

Nota :

- *Cette consultation technique a été réalisée via un examen visuel des éléments visibles et accessibles concernés, sans essai, calculs, mesures, analyses particulières, sondage destructif ou radiographie.*
- *Les avis émis dans le cadre de cette mission ne peuvent être considérés comme une expertise au sens juridique du terme, ni utilisés comme point de départ de toute action contentieuse, ni directement employés pour la consultation des entreprises en vue d'éventuels travaux, sauf à être joints à titre d'information en annexe du document principal élaboré par un concepteur.*

B. DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'OUVRAGE

Le présent rapport concerne le bâtiment de stockage suivant :

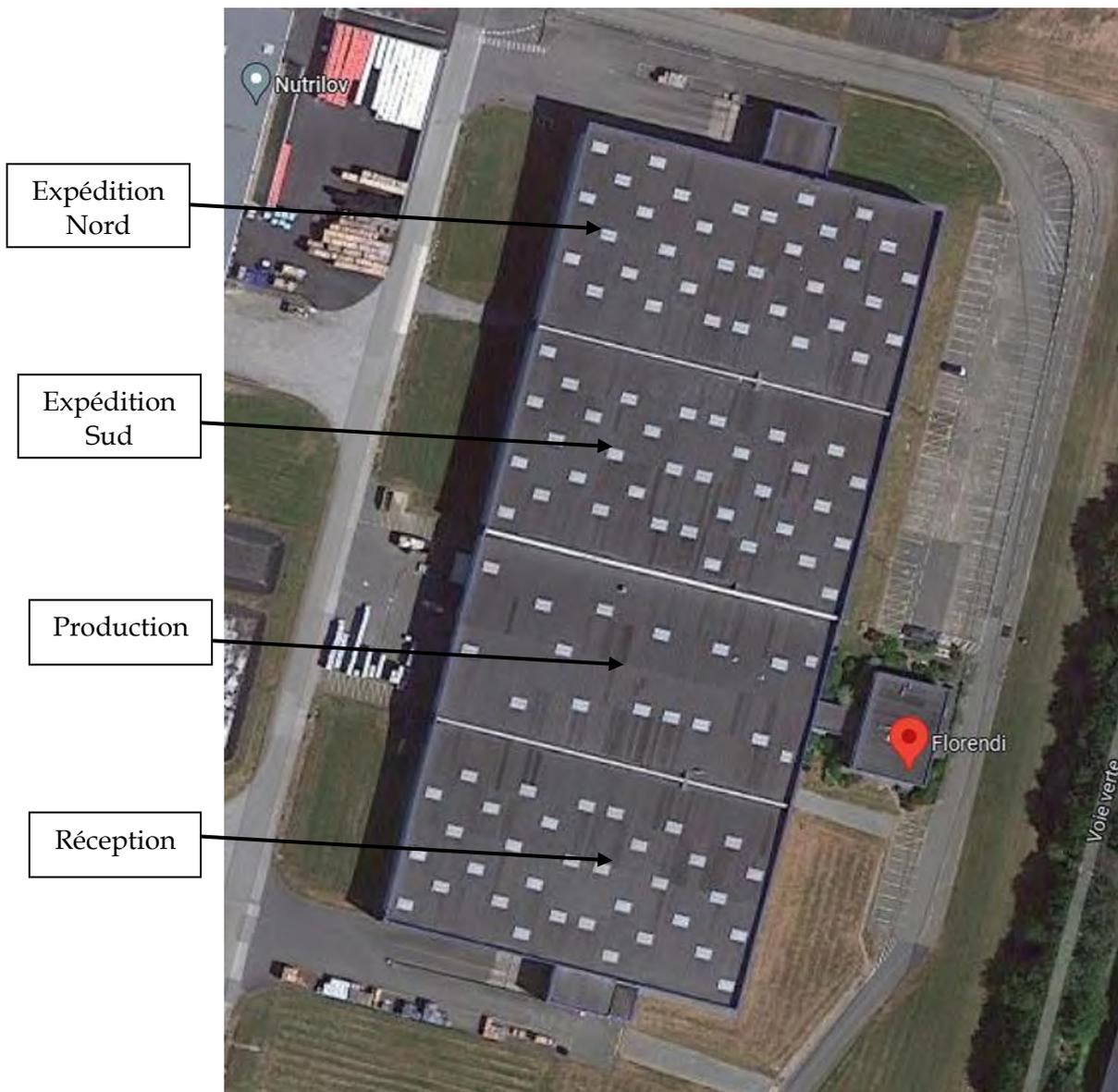


Image 1 : Vue d'ensemble du bâtiment

Il s'agit d'un bâtiment construit en 2006.

D'après le chef d'agence de l'entreprise d'étanchéité CIBETANCHE, la composition de la toiture est composée de la manière suivante par ordre de superposition :

- Support d'étanchéité NERSUP C32S
- Laine de roche COBERLAN N50
- Etanchéité TOPFIX
- Etanchéité HYRENE TS

C. DOCUMENTS EXAMINES

Le DOE a été mis à notre disposition. Les documents consultés et présents en annexes sont :

- Avis technique 2/01-830 – Bardage industriel à base de panneaux sandwiches Promplan – CSTB – daté du 5 novembre 2001,
- Fiche produit - Nerba 8.25.1030 bardage – datée de décembre 2001,
- Fiche produit - Nerba 6.25.1085 bardage – datée de juillet 2002,
- Fiche produit - Nerba 10.10.1100 bardage,
- Fiche produit – Nersup C 32 S support d'étanchéité plein et perforé – datée de juillet 2002,
- Fiche produit – Nerpla 70.400 plateau de bardage plein et perforé,
- Fiche produit – Nerpla 90.400 plateau de bardage plein et perforé – datée de juillet 2002,
- Plan n° 11-051153/01 – Ensemble couverture bat 1 et 2 – daté du 15/02/06,
- Plan n° 11-051153/02 – Ensemble couverture bat 3 et 4 – daté du 15/02/06,
- Plan n° 11-051153/03 – Ensemble bardage pignons / mur coupe-feu – daté du 14/03/06,
- Plan n° 11-051153/04 – Ensemble bardage longpan – daté du 06/03/06,
- Fiche technique SIH – lanterneau éclairage naturel en toiture avec étanchéité,
- Fiche technique SIH – lanterneau désenfumage naturel en toiture avec étanchéité,
- Procès-verbal de classement de réaction au feu n° 147/2002 – Plaques alvéolaires en polycarbonate double paroi – daté du 29/04/2002,
- Fiche produit – ISOVER feutre en laine de verre Telstar,
- Rapport de réaction au feu selon la norme européenne NF EN 13501-1 – laine minérale constituée de fibres de verre liées par une résine thermodurcissable – CSTB – daté du 26/3/2003,
- Document d'application référence Avis technique 5/04-1765*01 Mod – panneaux isolants non porteurs en laine minérale support d'étanchéité – COBERLAN N 50 – CSTB – daté du 1/7/2005,
- Avis technique 5/04-1754 – revêtement d'étanchéité bicouche en bitume SBS fixé mécaniquement à l'élément porteur – TOPFIX – CSTB – daté du 22/6/2004,
- Avis technique 5/01-1559 – revêtement d'étanchéité bicouche apparent utilisant une feuille manufacturée en bitume SBS armée – HYRENE TS – CSTB – daté du 15/3/2002.

D. DOCUMENTS DE REFERENCES APPLICABLES

- Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement.
- Annexe 3 de l'Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement « CLASSEMENTS CONVENTIONNELS ».
- Annexe 2 de l'Arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510.

La prestation s'achève à la remise du rapport, et ne suppose aucune assistance plus en aval de la conception du projet, ou durant l'exécution des travaux.

Le rapport remis ne constitue en aucun cas un document de conception.

Il ne constitue pas non plus un rapport de contrôle technique dans le cadre d'une mission de contrôle technique au sens de la loi Spinetta du 4 janvier 1978. A ce titre, elle ne comprend pas notamment l'établissement des rapports de contrôle technique en phase conception sur les différents dossiers (APS, APD, DCE...).

E. ELEMENTS OBSERVES

Lors de notre visite sur site nous avons constaté la présence d'une charpente métallique et de murs séparatifs entre chacune des 2 cellules. Ces murs sont réalisés en béton cellulaire et dépassent en toiture sur 1 mètre de hauteur. Chaque cellule est indépendante d'un point de vue structurel (absence de risque d'effondrement en chaîne).

La couverture de ce bâtiment est en bon état apparent.

Le bâtiment est composé :

- d'un dallage béton à l'intérieur du bâtiment,
- d'un bardage métallique en façade,
 - o bardage laqué de couleur bleu au droit de la séparation des cellules,
- d'une couverture en bac acier,
- d'un revêtement d'étanchéité bitumineux en toiture,
- de lanterneaux d'éclairage et de désenfumage en toiture,



Image 2 : vue dur façade



Image 3 : vue intérieure



Image 4 : vue intérieure



Image 5 : vue intérieure



Image 6 : couverture



Image 7 : lanterneau de désenfumage



Image 8 : lanterneau d'éclairage



Image 9 : couverture

➤ **Comportement au feu :**

Examen visuel sur situation existante	Photo
<p><u>Structure :</u></p> <p>La structure du bâtiment est composée d'une charpente poteaux / poutres métallique.</p> <p>Ce type de structure est réputé, par nature, A2s1d0 (ou M0).</p>	
<p><u>Toiture :</u></p> <p>La toiture du bâtiment est composée des éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Support d'étanchéité NERSUP C32S - Laine de roche COBERLAN N50 - Etanchéité TOPFIX - Etanchéité HYRENE TS - Lanterneaux de désenfumage et d'éclairage en polycarbonate. <p>Les bac-acier « NERSUP C32S » sont considérés comme répondant au classement de réaction au feu A1 (d'après les classements conventionnels de l'annexe 3 de l'arrêté du 21 novembre 2002).</p> <p>La Laine de roche est considérée comme répondant au classement de réaction au feu A2s1d0 (ou M0) (d'après les classements conventionnels de l'annexe 3 de l'arrêté du 21 novembre 2002).</p> <p>L'étanchéité TOPFIX répond au classement T 30/1 d'après le « PV CSTB 92-34734 extension n°99/6 : T 30/1 ».</p> <p>L'étanchéité HYRENE TS répondant au classement T 30/1</p>	

d'après le « PV CSTB RS 92-174 extension n°00/2 : T 30/1 ».

Les revêtements d'étanchéité sont classés selon l'ancien classement français.

La classe de la couverture, représentée par T, indique le temps de passage du feu à travers l'élément. L'indice de propagation du feu indique le temps de propagation du feu en surface de la couverture.

« T30 » correspond à un temps de passage supérieur à 30 minutes et l'Indice « 1 » correspond à un temps de propagation supérieur à 30 minutes.

Selon le nouveau classement européen, le classement B_{Roof} (t3) correspond à un Classe de résistance au feu (définition de l'arrêté du 14/02/2003) pour les toitures garantissant un temps de passage du feu au travers de la toiture et une durée de la propagation du feu à la surface de la toiture supérieure à trente minutes.

Le nouveau classement « B_{Roof} (t3) » est donc l'équivalent de l'ancien classement « T30/1 » donc satisfaisant à ICPE 1510.

Les lanterneaux sont composés d'éclairants en plaques de polycarbonate alvéolaire répondant au classement de réaction au feu M1 (d'après le « Procès-verbal de classement de réaction au feu n° 147/2002 – Plaques alvéolaires en polycarbonate double paroi – daté du 29/04/2002 » transmis par le client).

CLASSEMENT EUROPÉEN		ANCIEN CLASSEMENT FRANÇAIS	
TEMPS DE PASSAGE DU FEU AU TRAVERS DE LA TOITURE		CLASSE DE PÉNÉTRATION (RÉSISTANCE À LA TRAVERSÉE DU FEU AU TRAVERS DE LA TOITURE)	
B _{roof} (t3)	Pour un temps de passage du feu > à 30 min	T30	Temps de passage du feu > à 30 min
C _{roof} (t3)	Pour un temps de passage du feu entre 15 et 30 min	T15	Temps de passage du feu compris entre 15 et 30 min
D _{roof} (t3)	Pour un temps de passage du feu entre 5 et 15 min	T5	Temps de passage du feu compris entre 5 et 15 min
PROPAGATION DU FEU À LA SURFACE DE LA TOITURE		INDICE DE PROPAGATION (PROPAGATION À LA SURFACE DE LA TOITURE)	
B _{roof} (t3)	Pour une durée de propagation du feu > à 30 min	Indice 1	Durée de propagation du feu > à 30 min
C _{roof} (t3)	Pour une durée de propagation du feu comprise entre 10 et 30 min	Indice 2	Durée de propagation du feu comprise entre 10 et 30 min
D _{roof} (t3)	Pour une durée de propagation du feu < à 10 min	Indice 3	Durée de propagation du feu < à 10 min

Parois :

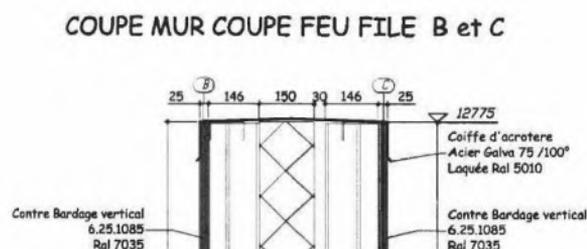
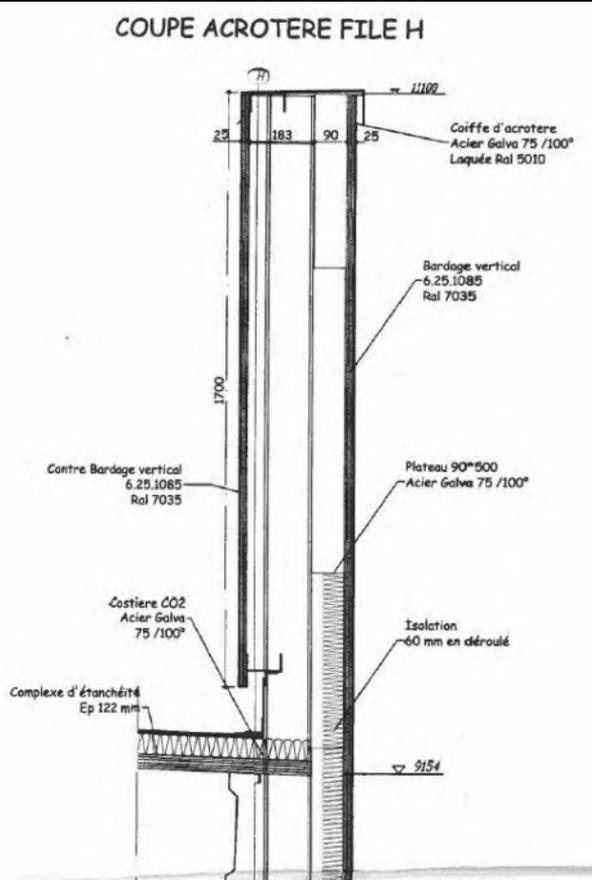
Les façades sont composées de :

- Bacs Nerba 6.25.1085
- Bacs Nerba 8.25.1030
- Laine de verre A2S1D0

Le « bac Nerba 6.25.1085 » (bac acier) est considérée comme répondant au classement de réaction au feu A2s1d0 (ou M0) (d'après les classements conventionnels de l'annexe 3 de l'arrêté du 21 novembre 2002).

Le « bac Nerba 8.25.1085 » (bac acier) est considérée comme répondant au classement de réaction au feu A2s1d0 (ou M0) (d'après les classements conventionnels de l'annexe 3 de l'arrêté du 21 novembre 2002).

La Laine de verre est considérée comme répondant au classement de réaction au feu A2s1d0 (ou M0) (d'après les classements conventionnels de l'annexe 3 de l'arrêté du 21 novembre 2002).



F. CONCLUSION

Concernant la réaction au feu des matériaux :

La réaction au feu du bardage métallique extérieur est réputée A2s1d0, exigence satisfaite.

La réaction au feu des matériaux utilisés pour l'éclairage naturel est M1 (cf. Annexe 2 : « Procès-verbal n°147/2002 Akyver Sun type 2P »). L'entreprise SIH, fabricant des plaques alvéolaires en polycarbonate présentes, n'existe plus aujourd'hui, mais à été racheté par la société Bluetek. Cette société Bluetek fabrique des plaques de polycarbonate alvéolaire avec protection UV par coextrusion d'épaisseur variant entre 4 et 40 mm. Le Procès-verbal de réaction au feu relatif à ces plaques fabriquées par Bluetek indique un classement de réaction au feu B-s1,d0. Par conséquent, on suppose que les plaques alvéolaires en polycarbonate SIH sont bien d0.

Concernant le classement des durées de non-propagation et de non-pénétration au feu des matériaux Broof (t3) :

Exigences satisfaites pour la couverture du bâtiment.

G. Annexes

- a. Annexe 1 : « Avis technique 5/01-1559 – revêtement d'étanchéité bicouche apparent utilisant une feuille manufacturée en bitume SBS armée – HYRENE TS – CSTB – daté du 15/3/2002 ».

D.O.E.

Avis Technique 5/01-1559

Annule et remplace l'avis technique 5/94-1062

*Revêtement d'étanchéité bicouche apparent utilisant une feuille manu-
facturée en bitume SBS armée.*

*Revêtement d'étanchéité de
toitures*

Hyrene TS

Titulaire : Société AXTER
Chemin de halage
F-60460 Précy-sur-Oise
Tél : 03 44 27 07 00
Fax : 03 44 27 07 70
Internet : www.axter.fr
E-mail : info@axter.fr

Usines : Précy-sur-Oise (60)
Courchelettes (59)

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n°5
Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 15 mars 2002

Pour le CSTB : J.-D. Merlet, Directeur Technique

Le Groupe spécialisé n° 5 "Toitures, couvertures, étanchéités" a examiné, le 29 octobre 2001, le revêtement d'étanchéité de toitures HYRENE TS fabriqué et distribué par la Société AXTER. Il a formulé, sur cet emploi, l'Avis Technique ci-après qui se substitue à l'Avis Technique n° 5/94-1062.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Revêtement bicouche à base de feuilles manufacturées en bitume modifié par SBS.

Le procédé HYRENE TS est un revêtement d'étanchéité bicouche homogène en bitume modifié par élastomère SBS, mises en œuvre par soudage en apparent, sous protection lourde rapportée, ou sous isolation inversée.

Il est utilisable pour les toitures plates ou inclinées, en climat de plaine et de montagne.

Le procédé s'emploie sur :

- Toitures inaccessibles ou toitures techniques,
- Toitures accessibles aux piétons ou aux véhicules,
- Toitures accessibles aux piétons avec protection par dalles sur plots.

1.2 Identification

Les rouleaux reçoivent les étiquettes, de couleurs différentes selon les produits, où figurent :

- le fabricant et le code usine,
- le nom commercial de la feuille,
- les dimensions,
- les conditions de stockage,
- le n° de fabrication.

Les accessoires sont étiquetés conformément aux normes européennes de sécurité

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le Dossier technique.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Sécurité au feu

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur.

On peut estimer que les toitures sous protection lourde sont susceptibles d'un classement M.O.

Le système constitué des feuilles HYRENE TS FMP grésé + HYRENE 40 FP soudé sur laine minérale, est classé T 30/1, sans limitations de pente suivant PV CSTB RS97-174 et son extension 00/2.

Le système constitué des feuilles HYRENE TS CPV (ou PY) FMP grésé + HYRENE 40 FP soudé sur laine minérale, est classé T 30/1, sans limitations de pente suivant PV CSTB RS01-016

Le classement des Dalles TERABOIS en protection sur plots n'est pas connu.

prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

Elle peut être normalement assurée.

isolation thermique

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation applicable aux bâtiments neufs. Il ne limite pas la résistance thermique des isolants supports plus que leur propre Avis Technique. En réfection, le procédé peut comporter une réhabilitation thermique.

accessibilité de la toiture

L'emploi des revêtements autoprotégés doit être réservé aux toitures non accessibles, et aux toitures techniques.

La feuille CAMINAXTER en renfort permet de traiter les chemins de circulation en apparent, en respectant les dispositions prévues par le Dossier Technique, paragraphe 7.5.

L'emploi en toitures accessibles est subordonné à la mise en place d'une protection lourde dure selon DTU 43.1;

Certains revêtements peuvent être utilisés comme support direct de dalles sur plots, la pression admise est indiquée sur le tableau 6 du Dossier Technique. L'isolant support peut imposer une limite plus basse.

2.2.2 Durabilité-entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du revêtement d'étanchéité HYRENE TS peut être appréciée comme satisfaisante.

Entretien : Cf. normes DTU série 43

Réparation : Ce revêtement peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle.

2.2.3 Fabrication et contrôle

Effectuée en usine, la fabrication relève des techniques classiques de la transformation des bitumes modifiés. Comprend l'autocontrôle nécessaire, elle ne comporte pas de risque particulier touchant la constance de qualité. Les fixations sont définies par leurs fiches techniques et leurs fabricants attestent la conformité des fournitures à ces fiches.

2.2.4 Mise en œuvre

La mise en œuvre est faite par les entreprises d'étanchéité qualifiées. Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté. La Société AXTER apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

2.2.5 Classement FIT

Le classement performantiel FIT est donné par le tableau 1 de cet Avis

2.3 Cahier des prescriptions techniques

Dans le cas d'une réfection sur toiles d'acier nervurées, compte tenu de la modification de la NF P 84-206 (DTU 43.3) édition 1995, il appartient au Maître d'Ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la NF P 84-206 (DTU 43.3) édition 1995 vis à vis des risques d'accumulation d'eau, notamment compte tenu des dispositions existantes concernant les pentes des versants, les pentes des noues et aux évacuations pluviales.

L'emploi des Dalles TERABOIS est limité à une exposition au vent équivalente à une pression de 4091 Pa (pression en angle de toiture pour un bâtiment fermé de hauteur < 20 m en zone 3 site normal selon le modificatif n°2 de décembre 1999 aux règles NV 65

Conclusions

Appréciation globale
L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (voir 52.1) est appréciée favorablement.

Validité
Jusqu'au 31 octobre 2005.

Pour le Groupe Spécialisé n°5
Le Président
Claude DUCHESNE

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Dans le cas d'une réfection sur support bois on appliquera des dispositions analogues à celles décrites au chapitre 2.3 du présent Avis.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°5
Christian LYONNET

Tableau 1 : Classement FIT

Première couche	Deuxième couche												
	HYRENE									FORCE 4000			
	S	25/25 TS	TS CPV FMP / grésé	TS PV FMP / grésé	TS 180 PY	40 / FP	40 PY / FP	250 N	350 N	TRAFC SP	TRAFC NT	S	
HYRENE 25/25 TS											F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
HYRENE TS FMP / grésé			F5 I3 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F4 I2* T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
HYRENE TS CPV FMP / grésé (FM)	F5 I3 T4	F5 I3 T4	F5 I3 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I3 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
HYRENE TS PY FMP / grésé (FM)	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
HYRENE TS 180 PY	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4				F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
HYRENE 35 PY	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4				F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
HYRENE 350 PY	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4				F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
FORCE 4000 DALLE	F5 I3 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
MATFLEX CPV FMP	F5 I3 T4	F5 I3 T4	F5 I3 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I3 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
MATFLEX PY FMP	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4

Dossier Technique établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Le procédé HYRENE TS est un revêtement bicouche homogène thermosoudable en bitume modifié par élastomère SBS apparent pour toitures-terrasses et toitures inclinées, sous protection lourde rapportée, ou sous isolation inversée.

Les feuilles HYRENE TS de première couche comportent une finition de surface en film thermofusible macroperforé présentant un caractère antidérapant, ou un grésage. Leur épaisseur est supérieure à 2,5 mm.

Les feuilles de la couche supérieure comportent soit un grésage ou un film sur les deux faces, soit un grésage ou un film en sous-face avec une autoprotection en surface.

L'interface entre les deux couches comporte obligatoirement un film thermofusible.

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée par les entreprises d'étanchéité qualifiées.

Une assistance technique peut être demandée à la Société AXTER.

Entretien

L'entretien des toitures est celui prescrit par la série des normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU série 43).

2. Destination et Domaine d'Emploi

2.1 Généralités

Les règles et clauses des normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU série 43) sont applicables, ainsi que les "Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé" (cahier du CSTB n° 2192 oct. 1987). Les "Règles Professionnelles pour la réfection complète des revêtements d'étanchéité de toitures" (doc. CSNE, septembre 1987) s'appliquent en réfection. Les "Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des toitures-terrasses destinées à la retenue des eaux pluviales" (doc. CSNE oct. 1992) sont utilisables.

Les tableaux 1 à 6 résument les conditions d'utilisation. Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux panneaux isolants qui pourront affecter le domaine d'utilisation.

2.2 Composition des revêtements de base

Les normes NF P 84-206 (DTU 43-3) 84-207 (DTU 43-4) définissent la constitution des revêtements bicouches en bitume modifié par élastomère SBS, dont notamment les systèmes soudés, dénommés (S1), (S2), (S3), (S4), (S5), (S6), (S7). Ces dénominations sont portées dans les tableaux 1 à 5 qui définissent les systèmes.

2.3 Cadre d'utilisation

2.31 Revêtements apparents pour toitures inaccessibles : voir tableau 1

Tableau 1

Elément porteur pente : cf ⁽¹⁾	Support direct d'étanchéité	Toitures inaccessibles ⁽²⁾								
		Semi-indépendant					Adhérent			
		Type G ⁽³⁾	Type H ⁽⁴⁾	Type J ⁽⁵⁾	Type K ^(6/7)	Type K' ^(6/8)	Type L	Type M	Type N	Type O
		F4 I2* T4 ⁽⁹⁾	F4 I2* T2	F5 I3 T2	F5 I3 T2	F4 I2* T4	F5 I3 T4	F4 I2* T2	F4 I3 T2	
Maçonnerie	Béton		EIF+H	J			EIF+L ⁽¹⁰⁾	EIF+M ⁽¹⁰⁾		
	Liège							M ⁽¹¹⁾		O
	Perlite fibrée				K	K'		M ⁽¹¹⁾		O
	PU à parements admis sous revêtement apparent							M ⁽¹¹⁾		O
Béton cellulaire	Verre cellulaire							M ⁽¹¹⁾		O
	Laine minérale							M ⁽¹¹⁾		O
	Ancien revêtement (cf. § 3.6)		EIF+H ⁽¹²⁾	J ⁽¹³⁾			L ⁽¹⁴⁾	M ⁽¹⁵⁾	N ⁽¹⁶⁾	O ⁽¹⁷⁾
Bois et panneaux dérivés du bois	Béton cellulaire		EIF+H	J						
	Liège							M ⁽¹¹⁾		O
	Perlite fibrée				K	K'		M ⁽¹¹⁾		O
	PU à parements admis sous revêtement apparent							M ⁽¹¹⁾		O
Bois	Verre cellulaire							M ⁽¹¹⁾		O
	Laine minérale Rth ≤ 2m ² C/W						L ⁽¹⁸⁾	M ⁽¹¹⁾	N	O
	Laine minérale Rth > 2m ² C/W						L ⁽¹⁸⁾	M ⁽¹¹⁾	N	O
	Ancien revêtement (cf. § 3.6)	G ⁽⁴⁾	EIF+H ⁽¹²⁾	J ⁽¹³⁾			L ⁽¹⁴⁾	M ⁽¹⁵⁾	N ⁽¹⁶⁾	O ⁽¹⁷⁾
Tôles d'acier nervurées	Panneaux dérivés du bois	G		J			Pontage + EIF + L	Pontage + EIF + M	Pontage + EIF + N	Pontage + EIF + O
	Bois	G								
	Liège						L ⁽¹⁸⁾	M ⁽¹¹⁾	N	O
	Perlite fibrée				K	K'	L ⁽¹⁸⁾	M ⁽¹¹⁾	N	O
Tôles d'acier non nervurées	PU à parements admis sous revêtement apparent							M ⁽¹¹⁾		O
	Verre cellulaire						L ⁽¹⁸⁾	M ⁽¹¹⁾	N	O
	Laine minérale Rth ≤ 2m ² C/W						L ⁽¹⁸⁾	M ⁽¹¹⁾	N	O
	Laine minérale Rth > 2m ² C/W							M ⁽¹¹⁾		O
	Ancien revêtement (cf. § 3.6)		EIF+H ⁽¹²⁾	J ⁽¹³⁾			L ⁽¹⁴⁾	M ⁽¹⁵⁾	N ⁽¹⁶⁾	O ⁽¹⁷⁾

Revêtement semi-indépendants :

G : Sous-couche clouée + HYRENE TS FMP grésé + HYRENE 40 (S5)

H : THERMECRAN + HYRENE TS FMP grésé + HYRENE 40 (S5)

J : Plots de MASTIC HYRENE + HYRENE TS FMP grésé + HYRENE 40 (S5) / pente ≤ 20%

K : MAT 50 + plots d'EAC + HYRENE TS CPV FMP grésé + HYRENE 40 (S6) / pente ≤ 5%

K' : PLANVENT + EAC + HYRENE TS CPV FMP grésé + HYRENE 40 (S6)

Revêtements adhérents :

L : HYRENE TS FMP grésé + HYRENE 40 (S5)

M : HYRENE TS CPV FMP grésé + HYRENE 40 (S6)

N : EAC + HYRENE TS FMP grésé + HYRENE 40 (S5)

O : EAC + HYRENE TS CPV FMP grésé + HYRENE 40 (S6)

(1) La pente minimale est celle des normes NF P 84-204 à 84-207 (DTU série 43) ou des « conditions d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé ».

(2) Les chemins et aires de circulation sont admis avec feuille complémentaire CAMINAXTER soudée sur pentes au plus égales à 50 % (cf § 7.5).

(3) Une sous-couche clouée en chape de bitume oxydé confère un classement T2 au lieu de T4.

(4) Sur anciens revêtements hors asphalte.

(5) Sers EIF sur revêtement bitumineux avec autoprotection métallique détartrée.

(6) Sur panneaux isolants aptes à recevoir des revêtements soudés ; à défaut, panneaux courants surfacés par EAC avant soudage. Ce surfacage confère le classement T2 au lieu de T4 et il implique des fixations en tête des lés au-delà de 20 % de ponts.

(7) Sur anciens revêtements avec autoprotection métallique détartrée, ou anciens revêtements asphalte sans protection imprégnés d'EIF.

(8) Sur maçonnerie de type A uniquement et pour des surfaces limitées à 20 m².

(9) L'Avia Technique de l'isolant définit les éléments porteurs et les revêtements admissibles K et/ou K'.

(10) Emploi limité aux dépressions au plus égales à la zone 4, site exposé, bâtiment fermé, hauteur ≤ 20 m.

(11) Emploi limité aux dépressions au plus égales à la zone 4, site normal, bâtiment fermé, hauteur ≤ 20 m.

2.32 Revêtements apparents pour toitures techniques (ou zones techniques) : voir tableau 2

Tableau 2

Élément porteur pente : cf ⁽¹⁾	Support direct d'étanchéité	Toitures techniques (ou zones techniques) ⁽²⁾						
		Semi-indépendant				Adhérent		
		Type GT ⁽³⁾	Type HT ⁽⁴⁾	Type JT ⁽⁵⁾	Type KT ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾	Type KT ⁽⁶⁾ ⁽⁸⁾	Type LT	Type NT
		F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T2	F5 I5 T2	F5 I5 T2	F5 I5 T4	F5 I5 T2
Maçonnerie	Béton		EIF+HT ⁽⁹⁾	JT			EIF+LT ⁽¹⁰⁾	EIF+NT ⁽¹⁰⁾
	Liège						LT ⁽¹¹⁾	NT
	Perlite fibrée						LT ⁽¹¹⁾	NT
	PU à parements admis sous revêtement apparent				KT	KT		
	Verre cellulaire						LT ⁽¹²⁾	NT ⁽¹²⁾
Laine minérale						LT ⁽¹²⁾	NT ⁽¹²⁾	
	Ancienne étanchéité (cf. § 3.6)		EIF+HT ⁽⁹⁾	JT ⁽⁵⁾			LT ⁽¹¹⁾	NT ⁽¹¹⁾
Béton cellulaire	Béton cellulaire		EIF+HT	JT				
	Liège						LT ⁽¹¹⁾	NT
	Perlite fibrée						LT ⁽¹¹⁾	NT
	PU à parements admis sous revêtement apparent				KT	KT		
	Verre cellulaire						LT ⁽¹²⁾	NT ⁽¹²⁾
Laine minérale						LT ⁽¹²⁾	NT ⁽¹²⁾	
	Ancienne étanchéité (cf. § 3.6)		EIF+HT ⁽⁹⁾	JT ⁽⁵⁾			LT ⁽¹¹⁾	NT ⁽¹¹⁾
Bois et dérivés du bois	Panneaux dérivés du bois	GT		JT			Portage + LT	Portage + NT
	Bois	GT						
	Liège						LT ⁽¹¹⁾	NT
	Perlite fibrée						LT ⁽¹¹⁾	NT
	PU à parements admis sous revêtement apparent				KT	KT		
	Verre cellulaire						LT ⁽¹²⁾	NT
Laine minérale Rth ≤ 2m ² CW						LT ⁽¹²⁾	NT	
Laine minérale Rth > 2m ² CW						LT ⁽¹²⁾	NT	
	Ancienne étanchéité (cf. § 3.6)	GT ⁽¹⁴⁾	EIF+HT ⁽⁹⁾	JT ⁽⁵⁾			LT ⁽¹¹⁾	NT
Tôles d'acier nervurées	Perlite fibrée						LT ⁽¹¹⁾	NT
	Verre cellulaire						LT ⁽¹¹⁾	NT
	Laine minérale Rth ≤ 2m ² CW						LT ⁽¹²⁾	NT
	Laine minérale Rth > 2m ² CW						LT ⁽¹²⁾	NT
		Ancienne étanchéité (cf. § 3.6)		EIF+HT ⁽⁹⁾	JT ⁽⁵⁾			LT ⁽¹¹⁾

Revêtements semi-indépendants :

- GT : BA 40 cloué + HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE 40 (S7)
 HT : THERMECRAN + HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE 40 (S7)
 JT : Plots de MASTIC HYRENE + HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE 40 / pente ≤ 20 % (S7)
 KT : MAT 50 + plots d'EAC + HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE 40 / pente ≤ 5 % (S7)
 KT : PLANIVENT + EAC + HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE 40 (S7)

Revêtements adhérents :

LT : HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE 40 (S7)

NT : EAC + HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE 40 (S7)

⁽¹⁾ La pente minimale est celle des normes NF P 84-204 à 84-207 (DTU aérie 43) ou des « conditions d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autodéjà armé », la pente maximale est 5 %.

⁽²⁾ Les zones techniques peuvent également être traitées de la même façon que les toitures (inaccessibles apparentes avec feuille CAMINAXTER ou HYRENE 40 PY ou FORCE 4000 S complémentaire. L'autoprotection de la feuille complémentaire doit être de couleur différente de celle de partie courante.

⁽³⁾ Une sous-couche clouée en chape de bitume oxydé confère un classement T2 au lieu de T4.

⁽⁴⁾ Sur anciens revêtements hors asphalte.

⁽⁵⁾ Sans EIF sur revêtement bitumineux avec autoprotection métallique, après débardage de la feuille métallique.

⁽⁶⁾ Sur panneaux isolants aptes à recevoir des revêtements soudés ; à défaut, panneaux courants surfacés par EAC avant soudage. Ce surfacage confère le classement T2 au lieu de T4 et il implique des fixations en tête des lés au-delà de 20 % de pente.

⁽⁷⁾ Sur anciens revêtements avec autoprotection métallique débardée, ou anciens revêtements asphalte sans protection imprégnés d'EIF.

⁽⁸⁾ Sur maçonnerie de type A uniquement et pour des surfaces limitées à 20 m².

⁽⁹⁾ L'avis Technique de l'isolant définit les éléments porteurs et les revêtements admissibles KT ou K'T.

⁽¹⁰⁾ Emploi limité aux dépressions au plus égales à la zone 4, site exposé, bâtiment fermé, hauteur < 20 m.

⁽¹¹⁾ Emploi limité aux dépressions au plus égales à la zone 4, site normal, bâtiment fermé, hauteur < 20 m.

⁽¹²⁾ Si l'avis Technique de l'isolant admet cet emploi en zone technique

2.33 Revêtement sous protection meuble : voir tableau 3

Tableau 3

Elément porteur pente : cf (1)	Support direct d'étanchéité	Toitures inaccessibles			Toitures ou zones techniques		
		Indépendant		Adhérent	Indépendant		Adhérent
		Type A1 (2)	Type A2	Type B	Type C1 (2)	Type C2	Type D
		F5 I3 T4	F5 I3 T4	F5 I3 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
Béton	Béton	A1	A2		C1	C2	EIF + D (11) EIF + D (11)
	Béton+isolation inversée (12)	A1	A2		A1	C2	
	Liège	A1	A2	B (6)	C1	C2	D (6)
	Perlite fibrée	A1	A2	B (6)	C1	C2	D (6)
	Verre cellulaire	EAC refroidi + A1	EAC refroidi + A2	B (6)	EAC refroidi + C1	EAC refroidi + C2	D (6)
	Polyuréthane Polystyrène expansé	A1 36 S kraft+C1 (3)	A2 C2		C1 36 S kraft+C1 (3)	C2 C2	
Laine minérale	A1 ou C1 (4)	A2 ou C2 (4)	B ou D (4) (6)	C1 (6)	C2 (6)	D (6) (6)	
Ancien revêtement (cf § 3.6)	A1 (5)	A2 (12)	B (6)	C1 (5)	C2 (12)	D (6)	
Béton cellulaire	Béton cellulaire	A1	A2		C1	C2	
	Liège	A1	A2	B (6)	C1	C2	D (6)
	Perlite fibrée	A1	A2	B (6)	C1	C2	D (6)
	Verre cellulaire	EAC refroidi + A1	EAC refroidi + A2	B (6)	EAC refroidi + C1	EAC refroidi + C2	D (6)
	Polyuréthane Polystyrène expansé	A1 36 S kraft+C1 (3)	A2 C2		C1 36 S kraft+C1 (3)	C2 C2	
	Laine minérale	A1 ou C1 (4)	A2 ou C2 (4)	B ou D (4) (6)	C1 (6)	C2 (6)	D (6) (6)
Ancien revêtement (cf § 3.6)	A1 (5)	A2 (12)	B (6)	C1 (5)	C2 (12)	D (6)	
Bois ou panneaux dérivés du bois	Bois	A1	A2	Sous-couche clouée + B (7)	C1	C2	sous-couche clouée + D (7)
	Panneaux dérivés du bois	A1	A2	sous couche clouée ou pontage + B (7)	C1	C2	sous couche clouée ou pontage + D (7)
	Perlite fibrée	A1	A2	B (6)	C1	C2	D (6)
	Verre cellulaire	EAC refroidi + A1	EAC refroidi + A2	B (6)	EAC refroidi + C1	EAC refroidi + C2	D (6)
	Polyuréthane Polystyrène expansé	A1 36 S kraft+C1 (3)	A2 C2		C1 36 S kraft+C1 (3)	C2 C2	
	Laine minérale	A1	A2	B (6)	C1	C2	D (6)
Ancien revêtement (cf § 3.6)	A1 (5)	A2 (12)	B (6)	C1 (5)	C2 (12)	D (6)	
TAN	Perlite fibrée	A1	A2	B (6)	C1	C2	D (6)
	Verre cellulaire	EAC refroidi + A1	EAC refroidi + A2	B (6)	EAC refroidi + C1	EAC refroidi + C2	D (6)
	Mousse RESOL	A1	A2		C1	C2	
	Laine minérale	A1	A2	B (6)	C1	C2	D (6)
Ancien revêtement (cf § 3.6)	A1 (5)	A2 (12)	B (6)	C1 (5)	C2 (12)	D (6)	

Revêtements :

A1 : MAT 100 + HYRENE TS CPV FMP grésé + HYRENE S (S1)

A2 : MATFLEX CPV FMP + HYRENE S (S1)

B : HYRENE TS CPV FMP grésé + HYRENE S (S3)

C1 : MAT 100 + HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE S (S2)

C2 : MATFLEX PY FMP + HYRENE S (S2)

D : HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE S (S4)

(1) La pente minimale est celle des normes NF P 84-204 à 84-207 (DTU série 43) ou des « conditions d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé ». La pente maximale est 5 %.

(2) Les Avis Techniques de certains isolants peuvent ne pas rendre obligatoire la mise en œuvre de l'écran d'indépendance MAT 100.

(3) Le 36 S kraft se pose entre l'écran d'indépendance MAT 100 et la couche inférieure. Le 36 S kraft peut être remplacé par HYRENE 30 ou HYRENE 40 (face ardoisée dessous).

(4) Revêtements indépendants ou adhérents définis selon les exigences de l'Avis Technique de l'isolant.

(5) L'écran MAT 100 doit être remplacé selon les dispositions prévues par les règles professionnelles pour la réfection complète des revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses ou inclinées.

(6) Panneaux isolants aptes à recevoir des revêtements soudés ; à défaut, panneaux courants surfacés par EAC avant soudage. Ce surfacage confère un classement T2.

(7) Une sous-couche clouée en bitume oxydé confère un classement T2 au lieu de T4.

(8) Uniquement sur ancien revêtement bitumineux avec autoprotection métallique délaquée.

(9) Si l'Avis Technique de l'isolant admet cet emploi en zone technique.

(10) Les protections admises par l'isolant font l'objet de son Avis Technique particulier.

(11) Sur maçonnerie de type A et uniquement dans le cas d'ouvrages particuliers (cf § 4.3.3).

(12) La double indépendance est réalisée en complétant le système d'un MAT 100, ou d'un papier kraft libre, selon les dispositions prévues par les Règles Professionnelles pour la réfection complète des revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses ou inclinées.

2.34 Revêtements sous protection dure pour toitures accessibles : voir tableau 4

Tableau 4

Elément porteur pente de 1 à 5 %	Support direct d'étanchéité	Toitures accessibles ⁽¹⁾				
		Aux piétons			Aux véhicules ⁽⁶⁾	
		Indépendant		Adhérent	Indépendant	Adhérent
		Type C1 ⁽⁷⁾	Type C2	Type D	Type C1 ⁽⁷⁾	Type D
		F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
Béton	Béton	C1	C2	EIF + D ⁽⁸⁾	C1	EIF + D ⁽⁸⁾
	Béton + isolation inversée (2)	A1 ou A2	C2	EIF + D ⁽⁸⁾		
	Liège	C1	C2	D ⁽⁶⁾	C1 EAC refroidi+C1	D ⁽⁶⁾ D
	Perlite fibrée	C1	C2	D ⁽⁶⁾		
	Verre cellulaire	EAC refroidi+C1	EAC refroidi+C2	D		
Polyuréthane	C1	C2	D ⁽⁹⁾	C1	D ⁽⁹⁾	
Polystyrène expansé	36 S kraft+C1 (3)	C2				
Ancien revêtement (cf § 3.6)	C1	C2				

Revêtements :
 C1 : MAT 100 + HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE S (S2)
 C2 : MATFLEX PY FMP + HYRENE S (S2)
 D : HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE S (S4)

⁽¹⁾ Accessibles aux piétons, séjour et véhicules avec les protections dures prescrites par la norme NF P 84-204 (DTU 43.1).
⁽²⁾ Les protections admises par l'isolant font l'objet de son Avis Technique particulier.
⁽³⁾ Le 36 S kraft se place entre l'écran d'indépendance MAT 100 et la couche inférieure. Le 36 S kraft peut être remplacé par HYRENE 30 ou HYRENE 40 (face ardoisée dessous).
⁽⁴⁾ Sur maçonnerie de type A et uniquement dans le cas d'ouvrages particuliers (cf § 4.33).
⁽⁵⁾ Panneaux isolants aptes à recevoir des revêtements soudés ; à défaut, panneaux courants surfacés par EAC avant soudage. Ce surfacage confère un classement T2.
⁽⁶⁾ Uniquement sur ancien revêtement bitumineux avec autoprotection métallique détartrée.
⁽⁷⁾ Les Avis Techniques de certains isolants peuvent ne pas rendre obligatoire la mise en œuvre de l'écran d'indépendance MAT 100.
⁽⁸⁾ Voir § 7.6 pour les rampes d'accès.

2.35 Revêtements sous protection par dalles sur plots : voir tableaux 5 et 6

Tableau 5 : revêtements sous protection par dalles sur plots pour toitures accessibles aux piétons

Elément porteur pente de 0 à 5 %	Support direct d'étanchéité	Toitures accessibles aux piétons et séjour avec protection par dalles sur plots		
		Indépendant		Adhérent
		Type C1 ⁽⁶⁾	Type C2	Type D
		F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
Béton	Béton	C1	C2	EIF + D ⁽⁸⁾
	Béton + isolation inversée ⁽¹⁾	C1	C2	EIF + D ⁽⁸⁾
	Perlite fibrée	C1	C2	D ⁽⁴⁾
	Verre cellulaire	EAC refroidi + C1		D
	Polyuréthane	C1	C2	D ⁽⁹⁾
Polystyrène expansé	36 S kraft + C1 ⁽²⁾			
Ancien revêtement (cf § 3.6)	C1			

Revêtements :
 C1 : MAT 100 + HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE S
 C2 : MATFLEX PY FMP + HYRENE S
 D : HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE S

⁽¹⁾ Les protections admises par l'isolant font l'objet de son Avis Technique particulier. La dalle TERABOIS n'est pas admise.
⁽²⁾ Le 36 S kraft se place entre l'écran d'indépendance MAT 100, et la couche inférieure. Le 36 S kraft peut être remplacé par HYRENE 30 ou HYRENE 40 (face ardoisée dessous).
⁽³⁾ Sur maçonnerie de type A et uniquement dans le cas d'ouvrages particuliers (cf § 4.33).
⁽⁴⁾ Panneaux isolants aptes à recevoir des revêtements soudés uniquement.
⁽⁵⁾ Sur ancien revêtement bitumineux avec autoprotection métallique détartrée uniquement.
⁽⁶⁾ Les Avis Techniques de certains isolants peuvent ne pas rendre obligatoire la mise en œuvre de l'écran d'indépendance.

Tableau 6 : Conditions d'emploi sous dalles sur plots (pression en N/cm^2 pour des plots de \varnothing 200 mm)

Type de terrasse	Charges d'exploitation (kg/m^2) et types de terrasse concernée				
	150	250	350	400	600
	- Loggias de logements et d'hôpitaux - Toitures-terrasses techniques et accessibles à usage privé	- Espaces publics de surface < 50 m^2 - Expositions, cafés, restaurants, cantines, < 100 personnes	- Loggias de cantines et bureaux - Balcons	- Halles publiques (gares) - Lieux de spectacle assis - Halles et coursives d'hôpitaux - Usage scolaire	- Lieux de spectacle debout - Balcons d'ERP - Coursives intérieures de logements
Dalles en béton 50 x 50 x 5 cm	2,0	2,9	3,6	4,0	5,6
Dalles en béton 40 x 40 x 4 cm	1,3	1,8	2,3	2,5	3,5
Dalles en bois TERABOIS 50 x 50 x 4,4 cm	1,3	2,1			

Notes :

- Isolants utilisables : ceux bénéficiant d'un Avis Technique visant favorable l'emploi sous dalles sur plots, dans la limite de pression admise par le dit Avis.
- Sous climat de montagne : on tiendra compte des charges de neige. La contrainte maximale au niveau du revêtement ne dépassera pas 6 N/cm^2 ou celle admise par l'isolant.

3. Prescriptions relatives au support

3.1 Généralités

Les éléments porteurs et les supports sont conformes aux prescriptions des normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU série 43) ou des Avis Techniques les concernant.

Les supports destinés à recevoir les revêtements d'étanchéité doivent être stables et plans, présenter une surface propre, libre de tout corps étranger et sans souillure d'huile, plâtre, hydrocarbures, etc ...

3.2 Supports en maçonnerie

Sont admis les éléments porteurs et supports en maçonnerie conformes à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12) et non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique favorable pour cet emploi.

La préparation des supports et le pontage des joints sont effectués conformément aux prescriptions des normes NF P 84-204 et NF P 84-205 (DTU 43.1 et 43.2) et des Avis Techniques ; les pontages peuvent être réalisés avec une bande de largeur 20 cm en feutre 36 S sous-facé kraft ou HYRENE 30 ou HYRENE 40 (face kraft ou ardoisée vers le support).

Imprégnation d'un EIF pour les revêtements d'étanchéité adhérents.

3.3 Supports en dalles armées de béton cellulaire autoclavé armé

Sont admises les dalles armées bénéficiant d'un Avis Technique favorable.

Le support est mis en œuvre conformément aux "Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé" (Cahier du CSTB n° 2192 octobre 1987). On se reportera à ce document notamment pour le traitement des joints et la constitution des pare-vapeur en cas d'isolation thermique complémentaire.

3.4 Supports bois et panneaux dérivés du bois

Sont admis les supports en bois massif et panneaux dérivés du bois conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-207 (DTU 43.4). Sont également admis les supports non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique favorable.

Préparation des supports :

- pour les revêtements indépendants : aucune préparation
- pour les revêtements adhérents sur sous-couche clouée (revêtements type B et D) et les revêtements semi-indépendants (revêtements type G et GT), la préparation comporte le clouage d'une sous-couche choisie au § 9.35.

Les recouvrements entre lés sont de 10 cm s'ils ne sont pas soudés et de 6 cm lorsqu'ils sont soudés.

Le clouage utilise des clous à large tête, \varnothing 10 mm au moins, à raison d'un clou tous les 33 cm, disposés en quinconce sur toute la surface et d'un tous les 15 cm en bordure des feuilles. Dans le cas d'une sous-couche à recouvrements soudés, les fixations quinconçées suffisent.

- pour les revêtements adhérents soudés sur panneaux dérivés du bois (certains pare-vapeur et revêtements type L, M, LT), la préparation comporte le pontage des joints de panneaux en 36S Kraft ou HYRENE 30 ou HYRENE 40 de 20 cm de largeur sur les joints, la face kraft ou ardoisée sur le support.

L'application d'un EIF peut se faire, elle n'est pas obligatoire.

- pour les revêtements adhérents, collés sur panneaux dérivés du bois (revêtements type N, O, NT), la préparation comporte le pontage des joints de panneaux en 36S Kraft ou en HYRENE 30 ou en HYRENE 40, de 20 cm de largeur, disposé sur les joints, la face kraft ou ardoisée sur le support.

L'application d'un EIF est nécessaire.

3.5 Supports isolants non porteurs

Les revêtements d'étanchéité n'apportent pas de limite à la résistance thermique des panneaux isolants.

Sont admis les panneaux isolants mentionnés dans les tableaux 1 à 5, le liège dans les conditions des normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU Série 43) et les autres isolants dans les conditions de leur Avis Technique particulier pour l'emploi considéré.

3.51 Mise en œuvre du pare-vapeur

Le tableau 7 page suivante s'applique au choix et au principe de mise en œuvre de l'écran pare-vapeur.

Tableau 7

Élément Porteur	Hygrométrie et chauffage locaux	Pare-vapeur avec EAC	Pare-vapeur sans EAC sous protection lourde (R14)	Pare-vapeur sans EAC revêtement apparent (R)
Maçonnerie (1)	Cas courant	EIF + EAC + 36S (ou HYRENE 25/25) + EAC	• EIF + PAXISOVERRE 40 (ou HYRENE 25/25) soudé • EIF + STICKFLEX VV 50 (6)	• EIF + PAXISOVERRE 40 (ou HYRENE 25/25) soudé • EIF + STICKFLEX VV 50 (6) (7)
	Planchers chauffants n'assurant qu'une partie du chauffage ou cas courant en climat de montagne	EIF + EAC + ANTIVAP + EAC	EIF + BA 40 Alu (ou ARMALU) (8) soudé	EIF + ALPHARDOISE soudé
	Locaux à forte hygrométrie et planchers chauffants assurant la totalité du chauffage	EIF + PLANIVENT (9) + EAC + ANTIVAP + EAC	EIF + THERMECRAN (10) + BA 40 Alu (ou ARMALU) (8) soudé	EIF + THERMECRAN (10) + ALPHARDOISE soudé
Béton cellulaire (11)		Se reporter aux Avis Techniques et aux "conditions générales"	EIF + THERMECRAN (10) + PAXISOVERRE 40 (ou HYRENE 25/25) soudé	EIF + THERMECRAN (10) + BA 40 (ou HYRENE 25/25) soudé
Bois et panneaux dérivés (12)		36 S cloué (13) + EAC (cf. NF P 84-207, DTU 43.4)	• PAXISOVERRE 40 (ou HYRENE 25/25) cloué (14), joints soudés • PAXISOVERRE 40 (ou HYRENE 25/25) soudée (15) • EIF + STICKFLEX VV 50 (6) (16)	• BA 40 (ou HYRENE 25/25) cloué (17), joints soudés • BA 40 (ou HYRENE 25/25) soudé (18) • EIF + STICKFLEX VV 50 (6) (19)
Tôles d'acier nervurées		Se reporter à la NF P 84-206 (DTU 43.3)	Se reporter à la NF P 84-206 (DTU 43.3)	Se reporter à la NF P 84-206 (DTU 43.3)

(1) Pontage des joints : cf § 3.2, 3.3 et 3.4.
 (2) L'écran perforé est déroulé bord à bord ou à recouvrement de 5 à 10 cm.
 (3) Sous protection lourde, le pare-vapeur sans EAC peut être posé soit soudé, collé ou cloué selon le tableau 7, soit en indépendance (avec les mêmes feuilles, sans EIF ni THERMECRAN) à joints soudés. La surface maximale de fourrage unitaire entre reliefs périphériques est celle prescrite par l'Avis Technique de l'isolant utilisé. En périphérie de la toiture et autour des émergences, le pare-vapeur est soudé sur EIF sur 30 cm au moins.
 (4) Les pare-vapeur sont jointoyés soudés sur 5 cm au moins.
 (5) Le pare-vapeur STICKFLEX VV 50 est mis en œuvre sur support béton présentant un très bon fini de surface, correspondant à « l'aspect régulier » des bétons surfacés selon la norme NF P 10-103 (DTU 20.12) et sur panneaux dérivés du bois conformes à la norme NF P 84-207 (DTU 43.4). Après enduction EIF (VERNIS ANTAC), STICKFLEX VV 50 est déroulé en retirant le film siliconé de sous-face ; les recouvrements sur 5 cm sont jointoyés en retirant la bande siliconée pelable et en marquant soigneusement.
 (6) Si les panneaux isolants sont collés, l'ARMALU est remplacé par l'ALPHARDOISE.
 (7) Le clouage utilise des clous à tête large, à raison d'un clou tous les 33 cm en quinconce sur toute la surface.
 (8) L'emploi du pare-vapeur STICKFLEX VV 50 impose la fixation mécanique du panneau isolant : cf § 3.52.
 (9) Sur panneaux dérivés du bois uniquement, avec pontage des joints.

3.52 Mise en œuvre de l'isolant

Les panneaux isolants sont mis en œuvre selon l'une des techniques suivantes :

- Soit collés par EAC, ou fixés mécaniquement selon les normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU série 43). Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé (Cahier du CSTB n° 2192 d'octobre 1987) et Avis Techniques particuliers.
- Soit jusqu'à 20 % de pente et en un seul lit, collés à froid avec MASTIC HYRENE par plots (10 plots/m²) ou bandes (3 bandes/mètre) - (consommation 500 g/m²). Chaque angle de panneau doit être collé.
- Soit libres et en un seul lit pour les surfaces autorisées par l'Avis technique particulier à l'isolant, (à l'exclusion des toitures en tôles d'acier nervurées), sous protection lourde rapportée.

- Soit, sous protection lourde rapportée, en autocollabilité sur pare-vapeur STICKFLEX VV 50.
- Soit par toute autre technique visée favorablement par l'Avis Technique de l'isolant.

Le tableau 8 ci-dessous, s'applique pour le choix des isolants et du principe de leur mise en œuvre, à condition que l'Avis Technique de l'isolant vise favorablement cette technique.

- Les prescriptions de pose libre et collée à froid sont précisées par l'Avis Technique particulier de l'isolant.
- Les isolants polystyrène (PSE) et polyuréthane (PU) sont toujours en un seul lit et panneaux.

Tableau 8

Nature	Mise en œuvre de l'isolant	
	Étanchéité autoprotégée	Étanchéité sous protection
PSE		- EAC refroidi - MASTIC HYRENE (*) - fibre (*) - Colle polyuréthane (*) - autoadhésif sur STICKFLEX VV 50 (*)
Polyuréthane avec parement papier		- EAC - MASTIC HYRENE (*)
Polyuréthane avec parement minéral		- EAC - MASTIC HYRENE (*) - fibre (*) - autoadhésif sur STICKFLEX VV 50 (*)
Polyuréthane admis sous revêtement d'étanchéité autoprotégée	- EAC - Fixations mécaniques	- EAC - MASTIC HYRENE (*) - fibre (*) - autoadhésif sur STICKFLEX VV 50 (*)
Liège	Se reporter aux normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU série 43)	- se reporter aux normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU série 43) - MASTIC HYRENE (*) - autoadhésif sur STICKFLEX VV 50 (*)
Perlite fibrée	- EAC - Fixations mécaniques	- EAC - Fixations mécaniques - MASTIC HYRENE (*) - fibre (*) - Colle polyuréthane (*) - autoadhésif sur STICKFLEX VV 50 (*)
Verre cellulaire	EAC	EAC
Laine minérale	- EAC - Fixations mécaniques - Colle polyuréthane (*) - Colle à base de liant hydraulique (*)	- EAC - Fixations mécaniques - MASTIC HYRENE (*) - fibre (*) - Colle polyuréthane (*) - autoadhésif sur STICKFLEX VV 50 (*)
Mousse RESOL (sur tôles d'acier nervurées)	- Fixations mécaniques particulières à l'isolant	- Fixations mécaniques particulières à l'isolant.

(*) Les Avis Techniques d'isolants peuvent être réservés sur ce mode de collage, ou ne pas le retenir.

3.53 Cas particulier du polystyrène expansé

Une protection de la tranche du panneau au droit des relevés ou émergences est prescrite par l'Avis Technique particulier à l'isolant.

En variante 1 : une bande autoadhésive à froid, STICKFLEX VV 50, développée 50 cm, rabattue d'au moins 20 cm sur l'isolant peut être utilisée.

En variante 2 : une bande autoadhésive à froid, STICKFLEX VV 50, développée 10 cm, est appliquée en fond de gorge, ailes sensiblement égales.

Le recouvrement entre bandes est de 10 cm.

3.6 Supports constitués par d'anciennes étanchéités

Ce sont d'anciennes étanchéités type asphalte, multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié pouvant être sur différents supports (bois, maçonnerie, béton cellulaire, isolants sur les 3 éléments porteurs préclés et acier)

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans les "Règles professionnelles pour la réfection complète des revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses ou inclinées" (document CSNE de septembre 87).

Les critères de conservation et de préparation des autres éléments de la toiture (éléments porteurs, pare-vapeur, isolant thermique, protection) respectent également ces règles.

4. Prescriptions relatives aux revêtements

4.1 Règles de substitution

Dans les revêtements de base décrits dans les tableaux 1 à 5, chaque feuille indiquée peut être substituée par l'une des feuilles de la gamme AXTER mentionnées aux chapitres 9.2 et 9.31 du chapitre Matériaux, à condition de respecter les conditions suivantes :

- le classement FIT du revêtement qui en résulte doit être au moins égal à celui du revêtement de base (voir le tableau de classement FIT au § 2.25 de l'Avis),
- pour les revêtements collés par plots de MASTIC HYRENE (revêtements type J et JT), la sous-face de la première couche doit être sablée,
- à l'interface entre les deux couches, il doit toujours y avoir au moins un parement avec un film thermofusible,
- sous protection rapportée et sous isolation inversée, la deuxième couche peut comporter des granulats d'autoprotection en surface.
- Pour les revêtements collés à l'EAC les feuilles doivent être sablées sur la face collée.

4.2 Règles d'inversion

L'inversion des couches des revêtements n'est pas admise.

4.3 Composition et Mise en Oeuvre des revêtements en partie courante

4.31 Dispositions générales

La composition est indiquée tableaux 1 à 5, paragraphe 2.2.

La première couche est appliquée selon le système, comme décrit ci-dessous. Au droit des pontages, le revêtement n'est pas soudé.

La seconde couche est soudée, joints à recouvrements d'au moins 6 cm décalés d'au moins 10 cm par rapport à ceux de la première couche, ou croisés.

Des fixations sont obligatoires en tête des lés de la couche autoprotégée (4 fixations par mètre linéaire) pour les pentes supérieures ou égales à 40 %, et 20 % sur isolant surface par EAC ou lorsque la 1^{ère} couche du revêtement d'étanchéité est collée à l'EAC.

Dans le cas des pentes supérieures à 100 % et quel que soit le support, soit le revêtement comporte une armature polyester, soit la longueur des lés de la couche autoprotégée est limitée à 5 m.

4.32 Système indépendant sous protection rapportée

4.321 Avec écran d'indépendance rapporté (systèmes A1 et C1)

4.3211 Cas général

L'écran Voile de Verre est déroulé à sec, joints à recouvrements de 10 cm libres.

La première couche est déroulée à sec, joints à recouvrements d'au moins 6 cm soudés.

4.3212 Cas particulier du polystyrène expansé

L'écran Voile de Verre est déroulé à sec, joints à recouvrement de 10 cm libres.

Le feutre 36S kraft ou HYRENE 30 ou HYRENE 40 est déroulé à sec, joints à recouvrement de 10 cm libres.

La première couche est déroulée à sec, joints à recouvrement de 6 cm au moins, soudés.

4.322 Avec écran d'indépendance intégré à la première couche d'étanchéité (systèmes A2 et C2)

La première couche MATFLEX CPV FMP (ou MATFLEX PY FMP) est déroulée à sec, joints à recouvrements longitudinaux de 6 cm auto-adhésifs par pelage des deux films siliconés de protection des lés et marouflage, lors du déroulage des lés.

MATFLEX CPV FMP (ou MATFLEX PY FMP) se met en oeuvre à des températures supérieures à 5°C. Par temps froid, l'adhésivité des joints longitudinaux est réactivée par soudure à l'avancement de la deuxième couche.

Les joints d'about de lés et les découpes sont soudés au chalumeau en prenant les précautions maximales afin d'éviter le contact direct de la flamme avec l'isolant selon le mode opératoire suivant :

- sur PSE, protéger l'isolant de la flamme (écran pare-flamme ou recouvrement de 20 cm mini).
- faire disparaître à la flamme les finitions des deux lés (non-tissé synthétique en sous-face du lés supérieur et film macroperforé en surface du lés inférieur) sur 10 cm environ.
- rabattre le lés supérieur sur le lés inférieur et maroufler en écartant la flamme du chalumeau.

La deuxième couche HYRENE S est soudée pleine feuille sur la première couche, joints à recouvrements de 6 cm minimum décalés d'au moins 10 cm par rapport à ceux de la première couche, ou croisés.

4.33 Système adhérent sous protection rapportée (systèmes B et D)

Un EIF est appliqué sur le support lorsqu'il est prévu dans les tableaux 3 et 4.

La première couche du revêtement est soudée sur isolant apte à cet usage, ou soudée sur EAC (ou collée à l'EAC lorsque la sous-face est grésée) à recouvrement de 6 cm au moins.

Elle est soudée sur maçonnerie de type A selon la norme NF P 10-203 (DTU 20.12) et, dans le cas d'ouvrages particulièrement difficiles ou sollicités, tels qu'à titre d'exemple, les pénétrations près des seuils, le voisinage des locaux techniques, les protections cornelées de luxe, les aménagements différenciés, les bassins et les rampes.

Elle est soudée sur sous-couche clouée sur bois et panneaux dérivés ou soudée directement sur panneaux dérivés du bois, après pontage (cf § 3.4).

4.34 Système adhérent autoprotégé (systèmes L, M, N, O, LT, NT)

La première couche du revêtement a des recouvrements de 6 cm au moins. Elle est soudée sur isolant apte à cet usage ou rendu apte par surfacage à l'EAC avant soudage (ou collée à l'EAC avec une feuille dont la sous-face est grésée et la surface grésée ou avec film macroperforé).

Soit soudée sur maçonnerie de type A (béton monolithique) imprégné d'EIF, sur des ouvrages dont la surface est limitée à 20 m².

• Soit soudée (ou collée à l'EAC avec une feuille dont la sous-face est grésée) sur panneaux dérivés du bois après pontage des joints de panneaux et préparation du support par EIF.

• Soit soudée (ou collée à l'EAC avec une feuille dont la sous-face est grésée) sur ancien revêtement autoprotégé métallique déladé ou asphalte sans protection, imprégné d'EIF.

La deuxième couche, à recouvrements de 6 cm minimum, est soudée en plein sur la première couche.

4.35 Système semi-indépendant autoprotégé

4.351 Cas de la sous-couche clouée (systèmes G et GT)

La première couche est soudée sur la sous-couche conforme au § 9.35. La sous-couche est clouée selon le § 3.4 ; les recouvrements sont de 6 cm minimum.

4.352 Cas de l'écran perforé (systèmes H et HT)

L'écran perforé est déroulé à sec, le recouvrement est facultatif. Le revêtement est rendu adhérent au support sur 30 à 50 cm en périphérie des ouvrages et autour des émergences. L'écran est alors supprimé.

La première couche du revêtement est soudée en plein, à recouvrements de 6 cm.

4.353 Cas du collage partiel par colle à froid (systèmes J et JT, pente ≤ 20 %)

L'emploi est limité aux dépressions au plus égales à la zone 4, site normal, bâtiment fermé à versants plans, élément porteur béton, hauteur inférieure ou égale à 20 m.

Sur le support non imprégné et sec, on dispose en évitant les joints de dalle :

- soit un plot de colle de 50 g environ tous les 33 cm environ en quinconce, consommation 500 g/m²,
- soit des bandes de colle, largeur 4 cm environ, à raison de 3/m, consommation 500 g/m².

En périphérie et au pourtour des émergences, le doublement des plots de colle doit être prévu sur 0,50 m de large.

La première couche est obligatoirement grésée en sous-face, elle est déroulée sur les plots de colle à froid, joints à recouvrements de 6 cm au moins, soudés.

4.354 Cas du collage partiel par plots d'EAC sur voile de verre (systèmes K et KT, pente ≤ 5 %)

L'emploi est limité aux dépressions au plus égales à la zone 4, site normal, bâtiment fermé à versants plans, élément porteur béton, hauteur inférieure ou égale à 20 m.

Ces systèmes sont utilisables sur supports en panneaux de polyuréthane avec parement bitume VV ou composite dans les limites d'emploi prescrites par l'Avis Technique de l'isolant :

- l'écran voile de verre MAT 50 est déroulé à sec, recouvrements d'au moins 10 cm libres,
- les plots d'EAC, de diamètre d'environ 20 cm, sont disposés au centre de chaque panneau.

La première couche du revêtement, obligatoirement grésée en sous-face, est soit grésée, soit de finition avec film macroperforé en surface. Elle est déroulée sur ces plots, à recouvrements de 6 cm au moins, collés par EAC.

4.355 Cas du collage partiel à l'EAC sur écran perforé (systèmes K' et K'T, pente $\leq 5\%$)

L'emploi est limité aux dépressions au plus égales à la zone 4, site exposé, bâtiment fermé à versants plans, hauteur inférieure ou égale à 20 m.

Ces systèmes sont utilisables sur supports en panneaux de polyuréthane avec parement bitume VV ou composite dans les limites d'emploi prescrites par l'Avis Technique de l'isolant :

- l'écran perforé PLANIVENT est déroulé à sec, le recouvrement est facultatif,
- la première couche de revêtement, obligatoirement grésée en sous-face, est soit grésée, soit de finition avec film macroporeux en surface. Elles est collée en plein à l'EAC sur l'écran perforé.

4.4 Mise hors d'eau en fin de journée

En fin de journée, ou en cas d'arrêt inopiné pour cause d'intempéries, l'ouvrage et la couche isolante sont mis hors d'eau comme suit :

Une bande de première couche est soudée sur le pare-vapeur ou sur l'élément porteur (en cas d'absence de pare-vapeur ou en cas de pare-vapeur non adhérent à l'élément porteur) et sur le revêtement de partie courante, les étréques de renfort sont soudées en périphérie sur la couche de revêtement en place.

5 Protection des parties courantes

5.1 Protection meuble

La protection meuble est réalisée conformément aux dispositions de la norme concernée (norme NF P 84-204 à NF P 84-207 - DTU série 43) ; l'épaisseur est de 4 cm minimum, quelle que soit la résistance thermique du support isolant.

5.2 Protection dure

La protection est réalisée conformément aux dispositions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1).

5.3 Isolation inversée

Sont admis les panneaux isolants qui bénéficient d'un Avis Technique en isolation inversée. L'Avis Technique précise :

- la nature de la couche de désolidarisation éventuelle entre le revêtement et l'isolant ; est admis l'écran MAT P. Cette couche n'est pas nécessaire si la couche de surface du revêtement est autoprotégée,
- les caractéristiques de la protection,
- la pression admise au niveau de l'isolant.

5.4 Protection par dalles sur plots

5.41 Principe

La mise en œuvre du dallage sur plots s'effectue directement sur le revêtement selon le tableau 5, en respectant les prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) ou sur l'isolation inversée en respectant les indications de l'Avis Technique de l'isolant, notamment pour ce qui concerne les dimensions. Elle relève des travaux d'étanchéité, et doit être réalisée dans le délai le plus court possible, afin d'éviter qu'une circulation ne vienne endommager le revêtement avant la pose de la protection.

Si, pour différentes raisons, il n'est pas possible de réaliser tout ou partie de la protection dalles sur plots, d'autres dispositions doivent être prises, par exemple protection provisoire.

5.42 Pose de plots

On utilise des plots de base \varnothing 20 cm au moins. Ils sont posés et réglés directement sur le revêtement, à raison de 4 u/m^2 avec des dalles 50 x 50 cm (consommation moyenne 5 u/m^2) ou de 6,5 u/m^2 avec des dalles 40 x 40 cm (consommation moyenne 7 u/m^2). Un système de vis permet le réglage en hauteur, entre 50 et 150 mm.

Le long des reliefs, les dalles sont posées en léger débord sur des plots entiers (ce qui oblige à supprimer deux ailettes de réglage d'écartement en rive, quatre en angle). Le porte-à-faux ne doit pas excéder 12 cm (dalle 50 x 50) ou 10 cm (dalle 40 x 40) par rapport à l'axe du plot.

5.43 Pose de caillebotis

Le caillebotis peut être prescrit par les Documents Particuliers du Marché. Le caillebotis peut être fourni.

Sous le caillebotis, le relevé est nécessairement réalisé avec autoprotection aluminium. Le talon dépasse le caillebotis d'au moins 10 cm.

5.44 Pose des dalles

5.441 Dalles béton

Les dalles préfabriquées sont posées sur les têtes de plots. Elles doivent :

- être calepinées avant exécution, en tenant compte d'une ouverture de joints (réglée par les ailettes des plots) au moins 2 mm et au plus 6 mm. Les coupes en rives ne peuvent pas être faites à moins de 20 cm. Les coupes blaises doivent être étudiées spécialement. Elles sont réalisées à la scie à disque.
- être ajustées le long des acrotères et des seuils, avec une ouverture de joint entre 6 et 10 mm.
- être repérées et facilement amovibles au droit des entrées pluviales.

5.442 Dalles TERABOIS

Elles sont mises en œuvre conformément aux dispositions du paragraphe 5.441. Leur emploi est limité aux zones d'exposition au vent équivalentes à celle de la zone 3, site normal, hauteur ≤ 20 m. Elles sont obligatoirement solidarisées entre elles par les clavettes TERABOIS.

6. Relevés

6.1 Etanchéité des relevés

6.11 Généralités

Les relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux dispositions de la norme (NF P 84-204 à NF P 84-207 - DTU série 43) concernée.

Les feuilles utilisées en relevés sont posées à joints décalés, avec talon de 10 cm mini pour l'équerre de renfort et 15 cm mini pour la feuille de relevé, décalé d'au moins 5 cm.

Les reliefs en maçonnerie ou acier non isolés sont imprégnés d'EIF.

Les revêtements des relevés d'étanchéité sont :

- soit constitués conformément aux dispositions des normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU série 43),
- soit particuliers ; ils ont alors la composition décrite ci-dessous :

6.12 Composition et mise en œuvre

- Terrasses inaccessibles, techniques ou accessibles avec protection par dalles sur plots (niveau fini des dalles au-dessus du niveau des relevés)

- EIF (sur maçonnerie ou costière métallique).
- Equerre de renfort en BANDE D'EQUERRE 35 PY soudée développée 0,25 m avec talon de 10 cm mini sur la première couche de partie courante.
- Relevés en ARMA CPV (ARMALU, ARMALU CPV, ALPHARDOISE, ALPHARDOISE CPV ou FORCE 4000 S) soudée, avec talon de 15 cm mini débordant d'au moins 5 cm le talon de l'équerre, sur la deuxième couche de partie courante.

ou selon l'Avis Technique ALPAL.

- Terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots (niveau fini des dalles au-dessous du niveau des relevés) et autres terrasses accessibles

- EIF (sur maçonnerie).
- 1 couche de HYRENE 35 PY soudée.
- 1 couche ARMA CPV (ARMALU, ARMALU CPV, ALPHARDOISE, ALPHARDOISE CPV ou FORCE 4000 S) soudée.

Les relevés reçoivent une protection en dure conforme à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1).

6.2 Protection des relevés d'étanchéité

Les protections sont réalisées conformément aux dispositions de la norme (NF P 84-204 à NF P 84-207 - DTU série 43) concernée.

7. Ouvrages particuliers

7.1 Noues

Elles sont réalisées de manière identique aux parties courantes, quels que soient le type de toiture et la pente de la noue.

7.2 Chéneaux et caniveaux

Le revêtement d'étanchéité est réalisé conformément à la norme (NF P 84-204, NF P 84-205 et NF P 84-207 DTU 43.1, 43.2 et 43.4) concernée avec les matériaux suivants, en fond et parois :

Première couche :

- élément porteur en béton, imprégné d'EIF : HYRENE 35 PY soudée,
- élément porteur en bois ou panneaux dérivés du bois :
 - une sous-couche choisie au § 9.34 est clouée conformément au § 3.4
 - HYRENE 35 PY soudée.

Deuxième couche :

ARMALU, ARMALU CPV, ALPHARDOISE ou ALPHARDOISE CPV.

7.3 Evacuations des eaux pluviales, pénétrations

Ces ouvrages sont réalisés conformément aux dispositions de la norme (NF P 84-204 à NF P 84-207 - DTU série 43) concernée avec une pièce de renfort en HYRENE 25/25 TS, sous la platine.

7.4 Joint de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés conformément aux dispositions de la norme (NF P 84-204 à NF P 84-207 - DTU série 43) concernée ou de l'avis Technique EXCELJOINT.

7.5 Chemins de circulation et zones techniques

7.51 Revêtements apparents

- Chemins de circulation
 - réchauffage au chalumeau pour noyer le surfacage minéral dans le revêtement,
 - soudure d'une chape CAMINAXTER. Le renforcement s'effectue sur 1 m environ dans les zones de circulation
- Zones techniques
le revêtement de partie courante est décrit au tableau 2 du § 2.22.

7.52 Revêtement avec protection rapportée lourde meuble

Le revêtement de partie courante est décrit au tableau 3 du § 2.23.

La protection est réalisée conformément aux dispositions de la norme (NF P 84-204 à NF P 84-207 - DTU série 43) concernée ou de l'avis Technique de l'isolation Inversée.

7.6 Rampes d'accès aux parcs à véhicules

Le revêtement d'étanchéité HYRENE TS PY FMP grésé + HYRENE TS PY FMP grésé est soudé en plein sur EIF.

Les protections sont celles décrites dans la norme NF P 84-204 (DTU 43.1).

8. Dispositions particulières

8.1 Au climat de montagne

On se reportera au « guide des toitures en climat de montagne » (Cahier du CSTB n° 2267 - septembre 1988) et aux dispositions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1).

- Sous protection lourde

Le revêtement de partie courante est le suivant : HYRENE TS CPV FMP grésé + HYRENE TS PY FMP grésé soudé.

La protection est :

- soit des dalles sur plots de classe G2 conformes à la norme XP P 98-307. La hauteur des plots est de 100 mm au moins,
- soit une couche de gravillons, d'épaisseur 6 cm,
- soit une couche de gravillons, d'épaisseur 4 cm + porte neige,
- soit une autre protection définie dans le § 9 de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1), ou dans le « guide des toitures en climat de montagne ».

- Avec étanchéité apparente

L'emploi d'un porte neige est retenu suivant le « guide des toitures en climat de montagne ».

Le revêtement de partie courante est le suivant : HYRENE TS CPV FMP grésé + HYRENE 40 PY soudé.

- Relevés

Le revêtement des relevés est le bicouche décrit au § 6.12.

8.2 Aux terrasses destinées à la rétention temporaire des eaux pluviales

On se reportera aux "Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses destinées à la retenue temporaire des eaux pluviales" (document CSNE-Octobre 1992.) Le revêtement de partie courante est de type C1, C2 ou D sous protection meuble.

Les relevés présentent une hauteur d'au moins 25 cm au-dessus du niveau fini des gravillons, et comprennent :

- 1 couche de HYRENE 35 PY soudé
- 1 couche en ARMA CPV, ARMALU, ARMALU CPV, ALPHARDOISE, ALPHARDOISE CPV ou FORCE 4000S soudée.

8.3 Entretien particulier aux terrasses protégées par dalles sur plots

L'utilisateur est tenu de :

- nettoyer 1 à 2 fois par an la terrasse : enlever les mousses et végétations pouvant obstruer les joints de dalles ; vérifier le bon écoulement des entrées pluviales, en déposant les dalles amovibles placées au droit des entrées et elles seules. Si nécessaire, dégager les entrées pluviales et les trop plein. Eviter ce faisant qu'un nettoyage au jet d'eau ne projette au-dessus des relevés.

Il est interdit à l'utilisateur de :

- déposer lui-même le dallage ; recourir pour cela à un spécialiste.
- installer des jardinières ou apporter tout autre aménagement à la terrasse (qui modifierait les surcharges, les seuils, les joints) sans en informer au préalable le syndic ou l'architecte, qui précisera les dispositions à prendre pour ce faire.
- allumer un feu directement sur le dallage. Les barbecues sur pied avec tôle de recueil des braises sont à utiliser.
- ne déverser aucun produit agressif, tels que solvants, huiles, essence ..., ni sur la terrasse ni dans les entrées pluviales.

9. Matériaux

9.1 Liants

9.11 HYRENE MM, HYRENE RFE 2 et HYRENE RFE 3 en bitume élastomère SBS

Il s'agit de mélanges conformes à la Directive UEAtc, en bitume SBS filtrisé à 35 % au plus. Les liants HYRENE RFE 2 et HYRENE RFE 3 comportent une charge minérale spéciale neutre vis à vis des caractéristiques d'indensation et de vieillissement (dénominations respectives des produits FE ou FM).

Caractéristique	Valeur spécifiée à l'état initial	Valeur spécifiée après 6 mois à + 70 °C	Normes
Ramollissement TBA (°C)	≥ 110	≥ 100	NF EN 1427
Pénétration à + 25 °C (facultatif) dmm	≥ 40		NF EN 1428
Contrainte maximale en traction (N/cm²)	30		épaisseur 2 mm
Allongement de rupture à 23°C(%)	> 1500		épaisseur 2 mm
Température limite de plage à froid (°C)	≤ - 20	≤ - 5	épaisseur 2 mm
Retour élastique après élongation	Après déformation de 200%, rémanences ≤ 10%	Après déformation de 25%, rémanences ≤ 10%	NF XP P 84360

9.12 - Liant élastomérique pour chapes ARMA (ARMALU)

Il s'agit d'un mélange en bitume SBS filtrisé à 40 % au plus (utilisé pour la fabrication des feuilles ARMA CPV, ARMALU, ARMALU CPV, ALPHARDOISE).

Caractéristique	Valeur spécifiée à l'état initial	Valeur spécifiée après 3 mois à + 70 °C	Normes
ramollissement TBA °C	≥ 105	≥ 105	NF EN 1427
température limite de pliage à froid °C	≤ - 10	≤ - 0	épaisseur 2 mm
allongement de rupture à 23 °C %	≥ 1000	≥ 100	épaisseur 2 mm

9.13 Liant PSB d'imprégnation

Mélange du bitume direct (du liant HYRENE MM) et de copolymère d'éthylène, de performances spécifiées :

- TBA ≥ 80 °C
- Viscosité Brookfield ≤ 5 poises (T = 180 °C ; 58 s⁻¹)

9.2 Feuilles manufacturées principales

9.2.1 Composition et présentation des feuilles

La composition et la présentation des différentes feuilles intervenant dans le procédé sont indiquées dans les tableaux 9 et 10.

Tableau 9

Caractéristiques	Appellations Commerciales												
	HYRENE						MATFLEX						
	S	25/25 TS	TS FMP grésé ⁽¹⁾	TS CPV FMP grésé ⁽¹⁾⁽⁴⁾	TS PY FMP grésé ⁽¹⁾⁽⁴⁾	TS 180 PY	CPV FMP	PY FMP					
Appellations codifiées	24 VV 50	25 VV 50	26 VV 50	27 CPV 129	28 PY 113	29 CPV 170	30 PY 180	31 CPV 170	32 PY 180	33 CPV 129	34 PY 110	35 CPV 170	36 PY 180
Armature voile de verre (g/m ²)	50	50	50										
Armature polyester (g/m ²)				120 ⁽⁷⁾	110	170 ⁽⁷⁾	180	170 ⁽⁷⁾	180	120 ⁽⁷⁾	110	170 ⁽⁷⁾	180
Liant d'imprégnation PSB (g/m ²) ⁽²⁾					250 ± 60		350 ± 60		350 ± 60		250 ± 60		350 ± 60
Liant HYRENE MM (g/m ²) (ou RFE 3) ⁽³⁾	2580	2760	2750	2580	2300	2300	2000	2950	2600	2900	2600	2650	2300
Grésage (g/m)	Surface	300	300	80	80	80	80	300	300	80	80	80	80
	Sous-face			300	300	300							
Film (g/m ²)	Surface ^(*)			10	10	10				10	10		
	Sous-face	10	10				10						
Non tissé synthétique (g/m ²) (sous face)										100	100		
Lisière de recouvrement (mm)										60 (autoadhésif)	60 (autoadhésif)		
Épaisseur nominale (mm) (NF EN 1849-1)	2,5 (± 5 %)	2,65 (± 5 %)	2,8 (± 5 %)	2,8 (± 5 %)	2,8 (± 5 %)	2,8 (± 5 %)	3,15 (± 5 %)	2,8 (± 5 %)	2,8 (± 5 %)	2,8 (± 5 %)	2,8 (± 5 %)	2,8 (± 5 %)	2,8 (± 5 %)
Dimensions des rouleaux (m x m) ⁽⁵⁾	15 x 1 m	10 x 1 m	10 x 1 m	10 x 1 m	10 x 1 m	15 x 1 m	10 x 1 m	10 x 1 m	10 x 1 m	10 x 1 m	10 x 1 m	10 x 1 m	10 x 1 m
Poids des rouleaux (indicatif)	44	32	32	31,5	31,5	43,5	35	35	35	34	34	30	30

(1) Sous façage en film thermofusible au lieu de grésage, appellations HYRENE TS FMP, HYRENE TS CPV FMP, HYRENE TS PY FMP : interdit la pose collée.
 (2) ou liant MM non filtré.
 (3) Produits avec liant HYRENE RFE 3 : HYRENE TS CPV FMP grésé FM, HYRENE TS CPV FMP FM, HYRENE TS PY FMP grésé FM, HYRENE TS PY FMP FM.
 (4) Surface en film thermofusible en plein au lieu de film macroperforé possible : appellations HYRENE TS FP grésé, HYRENE TS CPV FP grésé, HYRENE TS PY FP grésé.
 (5) En pose libre et pour une première couche, les feuilles HYRENE 25/25 TS et les différentes feuilles HYRENE TS peuvent être fournies en largeur 2m.
 (7) NT Polyester stabilisé (code CPV).
 (*) Film macroperforé.

Tableau 10

Caractéristiques	Appellations Commerciales						
	HYRENE			FORCE			
	40 ⁽¹⁾	40 PY ⁽¹⁾		4000 Traffic SP	4000 Traffic NT	4000 S	
Appellations codifiées	24 VV 50 A	30 CPV 170 A	30 PY 180 A	35 CPV 170 A	40 PY 250 A	40 CPV 170 A	40 PY 180 A
Armature voile de verre (g/m ²)	50						
Armature polyester (g/m ²)		170 ^(*)	180	170 ^(*)	250	170 ^(*)	180
Liant d'imprégnation PSB (g/m ²)		350 ± 60 ⁽²⁾	350 ± 90	350 ± 60 ⁽²⁾		350 ± 60 ⁽²⁾	350 ± 60
Liant HYRENE MM (g/m ²) (ou RFE 2 ou RFE 3) ⁽³⁾	2200	2400	2400	3390	4250	4100	4100
Grésage (g/m ²) en sous-face	300	300					
Film (g/m ²) en sous-face				10	10		10
Granulats (g/m ²)	1300	1300		1100	1100	1100	
Ardoisage (g/m ²)	800	800				900	
Lisière de recouvrement (mm)	60	60		100	100	80	
Épaisseur nominale (mm) (tolérances %)	2,5 (± 5 %)	3,0 (± 5 %)		3,5 (± 5 %)	4,0 (± 5 %)	4,0 (± 5 %)	
Dimensions des rouleaux (m x m)	10 x 1 m	10 x 1 m		8 x 1 m	8 x 1 m	8 x 1 m / 7 x 1 m	
Poids des rouleaux (indicatif)	34/38	38/43		40	44	44 / 40	

(1) Sous façade en film thermofusible de 10 g/m² au lieu de grésage, appellations HYRENE 40 FP, HYRENE 40 PY FP.
 (2) ou liant MM non filérisé.
 (3) Produits avec liant HYRENE RFE 2 : FORCE 4000 S FE.
 Produits avec liant HYRENE RFE 3 : HYRENE 40 PY FM, FORCE 4000 S FM.
 (*) NT Polyester stabilisé (code CPV).

9.22 Caractéristiques des feuilles et complexe HYRENE TS

Les caractéristiques sont indiquées dans les tableaux 11 et 12.

Tableau 11

	HYRENE												MATFLEX				
	S		25/25 TS		TS FMP grésé		TS CPV FMP grésé		TS PY FMP grésé		TS 180 PY		CPV FMP		PY FMP		
	Valeur normale	Valeur spéciale	Valeur normale	Valeur spéciale	Valeur normale	Valeur spéciale	Valeur normale	Valeur spéciale	Valeur normale	Valeur spéciale	Valeur normale	Valeur spéciale	Valeur normale	Valeur spéciale	Valeur normale	Valeur spéciale	
Contrainte de rupture en traction L x T (NF EN 12311-1) (N/50 mm) du VV du PY	200/150	200/120	200/120	200/120	200/150	200/120	400/150	200/120	200/120	200/120	200/120	200/120	200/120	200/120	200/120	200/120	
Allongement à la rupture (NF EN 12311-1) (en %) du VV du PY	3 x 3	2 x 2	3 x 3	2 x 2	3 x 3	2 x 2	15x15	10x10	35x35	25x25	35x35	25x25	15x15	10x10	35x35	25x25	
Température limite de pliage à froid sur mandrin Ø 20 mm (UEAtc) (passe - °C)	- 20	- 15	- 20	- 15	- 20	- 15	- 20	- 15	- 20	- 15	- 20	- 15	- 20	- 15	- 20	- 15	
Tenue à la chaleur (°C)		100		100		100		100		100		100		100		100	
Retrait fibre maximal à 80 °C (NF EN 1107-1) (en %)		0,1		0,1		0,1	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	
Déclivure au clou L/T (N) (UEAtc)	60		60		60		150 x 150		200 x 250		200 x 250		180 x 150		200 x 250		
Résistance au poinçonnement statique du système (NF P 84-352 et FIT) avec 2 ^{ème} couche VV 50 Classe I.							L1		L3		L4		L4		L3		L4
Résistance au poinçonnement dynamique du système (NF P 84-353 et FIT) avec 2 ^{ème} couche VV50 Classe D							D2		D2		D3		D3		D2		D3
Classement de tenue au feu avec 2 ^{ème} couche HYRENE 40 FP sur support isolant non combustible							T 30/1 toute pente ⁽¹⁾		T 30/1 toute pente ⁽²⁾								

(1) PV CSTB RS 97-174 extension 0002.
 (2) PV CSTB RS 01-016
 Ces PV sont valables pour les systèmes d'étanchéité respectifs sur isolant homogène en laine minérale, ou conformément à l'annexe I § 2du « protocole d'application de l'arrêté du 10/06/1970 » cahier du CSTB n°2463 : la perte expansée fibrée ou la verre cellulaire.

Tableau 12

	HYRENE				FORCE					
	40 et 40 FP		40 PY		4000 Traffic NT		4000 Traffic SP		4000 S	
	Valeur nominale	Valeur spécifiée	Valeur nominale	Valeur spécifiée	Valeur nominale	Valeur spécifiée	Valeur nominale	Valeur spécifiée	Valeur nominale	Valeur spécifiée
Contrainte de rupture en traction (NF EN 12311-1) L x T (N50 min) . du VV . du PY	250x150	200x120	750x750	500x500	900x900	800x800	750x750	500x500	600x600	500x500
Allongement à la rupture (NF EN 12311-1) (en %) . du VV . du PY	3 x 3	2 x 2	35 x 35	25 x 25	45 x 45	40 x 40	35 x 35	25 x 25	35 x 35	25 x 25
Température limite de piége à froid sur mandrin Ø 20 mm (UEA/c) (passe - °C)	-20	-15	-20	-15	-20	-15	-20	-15	-20	-15
Tenue à la chaleur (°C)		100		100		100		100		100
Retrait libre maximal à 80 °C (NF EN 1107-1) (en %) (UEA/c)		0,1	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5
Déchirure au clou L x T (N) (UEA/c)	80		250		200				200 x 250 *	180 x 230 *
Résistance au poinçonnement statique du système (NF P 84-352 et FIT) avec 1 ^{ère} couche HYRENE TS FMP grésé (VV 50) Classe L		L1		L4		L4		L4		L4
Résistance au poinçonnement dynamique du système (NF P 84-353 et FIT) avec 1 ^{ère} couche HYRENE TS FMP grésé (VV 50) Classe D		D2		D3		D3		D3		D3
Classement de tenue au feu sur support isolant non combustible	Voir le tableau 11									

* Clou à 3 cm du bord du lé.

9.3 Autres matériaux

9.31 Autres matériaux en feuilles à base de liant SBS

- HYRENE 25/25, HYRENE 35 PY, HYRENE 350 PY, HYRENE 30, HYRENE 250 Ar, HYRENE 350 Ar : cf. Avis Technique HYRENE.
- FORCE 4000 DALLE : cf. Avis Technique FORCE DALLE.

9.32 Élément constitutif pour aires et chemins de circulation :

CAMINAXTER : Rouleaux de 8 x 1 m sans lisière, poids 37 kg, épaisseur hors granulats 3,0 mm (- 5 %), armature PY stabilisée 170 g/m², liant HYRENE MM : 3050 g/m², granulats minéraux 1350 g/m², sous-face filmée, résistance au poinçonnement statique classe L₄.

9.33 Feuilles soudables pour relevés :

- BANDE D'EQUERRE 35 PY sous-face filmée - épaisseur minimale 3,5 mm, pour équerre de renfort conforme à NF P 84-204 à 207 (DTU série 43).
- bitume armé 50 TV alu, conforme à NF P 84-316, sous-face filmée, épaisseur minimale 3,5 mm (PAXALPHA 50 TS).
- ARMALU : chape autoprotégée alu 8/100 - armature TV 60 g/m² - liant élastomérique - sous-façage film - épaisseur en lisière 3,5 (-0) mm - lisière largeur 8 cm.
- ARMALU CPV : chape autoprotégée alu 8/100 - armature polyester 120 g/m² - liant élastomérique - sous-façage film - épaisseur en lisière 3,5 (-0) mm - lisière largeur 8 cm.
- ALPHARDOISE : même chape que ARMALU avec finition de surface par plaquettes d'ardoise ou granulés minéraux.
- ALPHARDOISE CPV : même chape que ALPHARDOISE, avec armature polyester 120 g/m².
- ARMA CPV : même chape que ARMALU CPV, armature polyester 120, g/m² et autoprotégée par ardoisage.

9.34 Matériaux pour écrans pare-vapeur :

- feutre bitumé 36 S ou chape 40, NF P 84-302, -303, -307, -313, -314, -316
- barrière à la vapeur aluminium-bitume, NF P 84-310
- feutre perforé sous-facé défini par la norme NF P 84-204 (DTU 43.1)
- THERECRAN : 36S VV H.R. perforé, sous-face film, épaisseur minimale 1mm
- VAP : voile de verre aluminium (cf au CC2)

- STICKFLEX VV 50 autoadhésif : bitume élastomère adjuvanté épaisseur 1.8 mm armé VV 50 - film siliconé pelable deux faces - joint 5 cm protégé par film siliconé pelable. Rouleaux 15 x 1 m, 25 kg stockage debout. Perméance à la vapeur d'eau 0,001 g/m²hmmHg

- ANTIVAP : aluminium bitumé conforme à NF P 84-310, mis en œuvre, sur supports en tôles d'acier nervurées, sur platelage au-dessus de locaux à très forte hygrométrie.

- HYRENE 25/25 : cf. Avis technique HYRENE.

9.35 Sous-couches clouées pour préparation des supports en bois et panneaux dérivés du bois

- chape armée BA 40 TV ou BA 50 TV, NF P 84-303
- chape armée BA 40 VV, NF P 84-314
- PAXISOVERRE 40 CPV : rouleau de 10 x 1 m, poids 38 kg, armature polyester 120 g/m², liant bitume oxydé : 3050 g/m², sous-face grésée, surface grésée.
- HYRENE 25/25 : cf. Avis Technique HYRENE
- HYRENE 25/25 TS et feuilles HYRENE TS FMP (CPV, PY) : cf. Tableau 10
- TOPFIX FMP grésé et TOPFLAM FMP grésé : cf. Avis Technique TOPFLAM

9.36 Autres matériaux en feuille ou en bande :

- feutre bitumé 36 S, NF P 84-313, chape armée BA 40 TV, NF P 84-303 et 40 VV, NF P 84-314, pour préparation des supports en bois et dérivés
- MAT 50 : voile de verre 50 g/m²
- MAT 100 : voile de verre 100 g/m²
- MAT P : non tissé polypropylène 100 g/m² utilisé en isolation inversée
- écran perforé de semi-indépendance PLANIVENT défini par la norme NF P 84-205
- écran perforé THERMECRAN - 36 S VV HR perforé sous-face film.

9.37 Autres matériaux en vrac

- Bitume oxydé EAC : 100/40 - 110/30.
- EIF :
 - VERNIS ANTAC : Vernis bitumineux d'imprégnation à froid à base de bitume en solution dans un solvant aromatique conforme aux normes NF P 204 à 207 (DTU série 43).
 - VERNIS ANTAC GC : Vernis bitumineux à hautes performances à base de bitume élastomère et de dope adhésive en solution dans un solvant aromatique à séchage rapide conforme aux normes NF P 204 à 207 (DTU série 43).

- Colle à froid MASTIC HYRENE :
 - composition : bitume + charges minérales : 75 %, solvant white spirit : 25 %
 - densité : 1,15
 - temps de prise à 20°C : 12 heures.

- dimensions 50 x 50 cm,
- poids 4 kg.

- clavettes TERABOIS : clavette rectangulaire en polyamide ; dimensions 67 mm x 67 mm x 3 mm.

9.38 Plots et dalles

- plots : plots AXTER conformes aux spécifications de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) ; embase de diamètre 200 mm
- dalles : dallettes en béton marquées NF répondant aux spécifications - classe D2 ou D3R - de la norme XP P 98-307.
- calibrotis AXTER : dimensions 500 x 190 x 25 mm
- dalles TERABOIS :
 - dallette en bois constituée de lames en pin, traitée autoclave classe IV (selon NF B 50-100),
 - clouage par pointes crantées 2,3 x 38 mm, le traitement anti-corrosion devant être conforme au § 5.3.2 de la norme NF P 65-210, DTU 41.2,
 - résistance mécanique : ≥ 700 daN suivant NF P 18-413,

10 - Fabrication et contrôles de fabrication - étiquetage - stockage

Les feuilles sont produites par la Société AXTER dans ses usines de Précy(Oise) (50) et de Courchelettes (59).

Le liant préparé en usine est maintenu à 200 °C et dirigé vers les machines d'enduction. L'imprégnation des armatures polyester non tissé et stabilisées s'effectue au liant PSB ou au liant HYRENE MM non filérisé, puis les armatures sont enduites entre deux cylindres de réglage d'épaisseur. La feuille est ensuite refroidie, puis enroulée à dimensions (cf. tableaux 13 et 14).

L'autocontrôle de production fait partie de l'ensemble d'un Système Qualité conforme aux prescriptions de la norme ISO 9002 certifié par l'AFNOR.

Tableau 13 : Contrôles spécifiques de l'imprégnation au liant PSB :

Nature du contrôle	Fréquence
TBA - pénétration à 25°C	1/lot
Prise d'imprégnation (g/m²)	1/lot

Tableau 14 : Nomenclature de l'autocontrôle

Sur matières premières	Fréquence
Bitume de base : TBA - pénétration à 25°C	1 certificat/ livraison
Fines : granulométrie	1 certificat/ livraison
Granulats : granulométrie - coloris	1 certificat/ livraison
Films métalliques : poids	chaque livraison
SBS : analyse GPC	1/semaine
Armatures : poids - traction	1 certificat/ livraison
Sur bitume modifié	Fréquence
TBA - pénétration à 25°C	Chaque mélange
Image microscope	Chaque mélange
Pilabilité	Chaque mélange
Taux de fines	1/mois/produit
Sur produits finis	Fréquence
Epaisseur - longueur - largeur - lisières - poids	Permanent
Tenue à la chaleur	1/mois/produit
Pilage à froid	1/mois/produit
Retrait libre	1/mois/produit
Résistance au poinçonnement statique	1/mois/produit
Traction - Allongement	1/mois/produit
Déchirure au clou	1/lot/produit fixé mécaniquement
Composition	1/mois/produit
Tenue des granulats	1/lot
Vieillessement	2/en

Etiquetage et stockage

Tous les produits sont emballés en rouleaux et étiquetés avec la mention de : -appellation commerciale - finition et coloris - type d'armature - dimensions des rouleaux - conditions de stockage - code usine (P pour Précy - C pour Courchelettes) - code repère de production. Le stockage se fait debout.

B – Résultats expérimentaux

Les justifications expérimentales ont été établies par les laboratoires du CSTB, du Bureau VERITAS et du demandeur selon les procédures des Guides UEAtc et des Guides Techniques du Groupe Spécialisé n° 5. Les rapports d'essais sont les suivants :

- Rapport d'essais IEX3B970234F par le laboratoire du Bureau VERITAS : résistance au poinçonnement statique.
- Essais internes, au Laboratoire Central d'AXTER : poinçonnement dynamique, stabilité dimensionnelle, essai de vérification de non-adhérence du non tissé de sous-face sur isolant, essai de pelage sur joint d'about de lè du MATFLEX SI A à l'état neuf et à l'état vieilli.
- Essais internes, au Laboratoire Central d'AXTER, de tenue à la température.
- Essais internes, au Laboratoire Central d'AXTER, de pelage sur joints avec finitions film macroperforé en surface, grès en sous-face lorsque collage du joint à PEAC.

- Essais internes, au Laboratoire Central d'AXTER, de vieillissement des lants.
- Rapport d'essais GEN1I990058X05 par le laboratoire du Bureau VERITAS : essai de vieillissement sous l'effet de la chaleur.
- Rapport d'essais n° 1099-022 du CSTB : détermination de la résistance au glissement des revêtements avec finition de surface par film thermofusible macroperforé grésé selon la méthode dite du plan incliné, pieds chaussés, supports secs et humides.
- PV CSTB RS 97-174 extension n° 00/2 : T 30/1 toute pente pour HYRENE TS FMP + HYRENE 40 FP.
- PV CSTB RS 01-016 : T 30/1 toute pente pour HYRENE TS PY FMP + HYRENE 40 FP.

C - Références

Le système HYRENE TS est utilisé depuis 1987 et a fait globalement l'objet de plusieurs dizaines de millions de m² d'applications dont plus de 6 millions depuis 1999 (version FMP).

b. Annexe 2 : « Procès-verbal n°147/2002 Akyver Sun type 2P ».

Fax émis par : 0387979083
Fax reçu de : 33389471856

SIH

11/02/04 15:02 Pg: 1/1
09/10/02 11:01 Pg: 1

PP
PRÉFECTURE DE POLICE
CABINET DU PRÉFET

D.O.E.

LABORATOIRE CENTRAL
39 bis, rue de Dantzig - 75015 PARIS
Tél : 01 55 76 20 00 - Fax : 01 55 76 27 05
Mail : prefpol.dic@interieur.gouv.fr

PROCÈS-VERBAL DE CLASSEMENT DE RÉACTION AU FEU D'UN MATÉRIAU

établi conformément à l'article 83 de l'arrêté du Ministre de l'Intérieur du 30 juin 1953
(J.O. du 1er décembre 1953) modifié par arrêté du 28 août 1991 (J.O. du 19 novembre 1991)

Valable 5 ans à partir de la date de délivrance

PROCÈS-VERBAL N° 147/2002

et annexes de 8 pages

MATÉRIAU présenté par : KAYSERSBERG PACKAGING
DÉPARTEMENT PLASTIQUES
BP 27
68740 KAYSERSBERG

MARQUE COMMERCIALE : AKYVER SUN TYPE 2P

DESCRIPTION SOMMAIRE : Plaques alvéolaires en polycarbonate double paroi
Masse au mètre carré variant de 1,3 kg à 1,7 kg enviro.
Épaisseur variant de 6 à 10 mm
Coloris opale

RAPPORT D'ESSAI N° 147/2002 du 29 avril 2002

NATURE DES ESSAIS : ESSAIS PAR RAYONNEMENT ET ESSAIS POUR MATÉRIEAUX FUSIBLES

CLASSEMENT **M1** Valable de 6 à 10 mm d'épaisseur

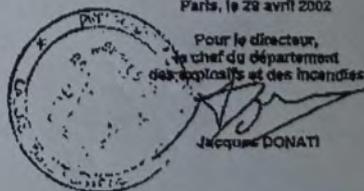
DURABILITÉ du classement (Annexe 22) : Non limitée a priori

Compte tenu des critères résultant des essais décrits dans le rapport d'essai annexé.

Le classement indiqué ne préjuge pas de la conformité des matériaux commercialisés aux échantillons soumis aux essais et ne saurait en aucun cas être considéré comme un certificat de qualification tel que défini par la loi du 10 janvier 1978. Cette conformité peut être attestée par les certificats de qualification reconnus par le ministère chargé de l'industrie, et notamment par la marque NF-Résistance au feu.

Le responsable de l'essai

Jean-Claude LABARTHE



Paris, le 29 avril 2002

Pour le directeur,
le chef du département
des appareils et des incendies

Jacques DONATI

NOTA : Sont strictement autorisées les reproductions intégrales et par photocopie du présent procès-verbal de classement ou de l'ensemble procès-verbal de classement et rapport d'essai annexé.

VISITEZ
NOTRE NOUVEAU SITE INTERNET
www.sih.fr

c. Annexe 3 : « Procès-verbal P149770 Akyver »



Le progrès, une passion à partager

LABORATOIRE DE TRAPPES
29 avenue Roger Hennequin - 78197 Trappes Cedex
Tél : 01 30 69 10 00 - Fax : 01 30 69 12 34

Dossier P149770 - Document DE/2 - Page 1/10

File P149770 - Document DE/2 - Page 1/10

CLASSEMENT DE LA REACTION AU FEU CONFORMEMENT A LA NF EN 13501-1+A1 : 2013

CLASSIFICATION OF REACTION TO FIRE
IN ACCORDANCE WITH NF EN 13501-1+A1 : 2013

Commanditaire <i>Sponsor</i>	DS SMITH PLASTICS FRANCE 75 route de Lapoutroie 68240 KAYSERSBERG France
Elaboré par <i>Prepared by</i>	Laboratoire national de métrologie et d'essais Laboratoire de Trappes 29 avenue Roger Hennequin 78197 TRAPPES CEDEX France
N° de l'organisme notifié <i>Notified Body No</i>	Notification par l'Etat Français auprès de la Commission Européenne sous le N° 0071
Nom du produit <i>Product name</i>	AKYVER
N° de rapport de classement <i>Classification report No</i>	P149770
Numéro d'émission <i>Issue number</i>	DE/2
Date d'émission <i>Date of issue</i>	07/12/2015 2015/12/07



Ce rapport de classement comprend 10 pages et ne peut être utilisé ou reproduit que dans son intégralité.

This classification report consists of 10 pages and may only be used or reproduced in its entirety.

Laboratoire national de métrologie et d'essais

Établissement public à caractère industriel et commercial • Siège social : 1, rue Gaston Boissier - 75724 Paris Cedex 15 • Tél. : 01 40 43 37 00
Fax : 01 40 43 37 37 • E-mail : info@lne.fr • Internet : www.lne.fr • Siret : 313 320 244 00012 • NAF : 743 B • TVA : FR 92 313 320 244
Barclays Paris Centrale IBAN : FR76 3058 8600 0149 7267 4010 170 IBC ; BARCFRPP

Dossier P149770 - Document DE/2 - Page 2/10
File P149770 - Document DE/2 - Page 2/10

1. INTRODUCTION
INTRODUCTION

Le présent rapport de classement définit le classement attribué à AKYVER conformément aux modes opératoires donnés dans la NF EN 13501-1+A1 : 2013.
This classification report defines the classification assigned to AKYVER in accordance with the procedures given in NF EN 13501-1+A1: 2013.

2. DETAILS DU PRODUIT CLASSE
DETAILS OF CLASSIFIED PRODUCT

2.1. GENERALITES
GENERAL

Le produit, AKYVER, est défini comme (EN 16153 - Plaques d'éclairage multiparois et planes en polycarbonate (PC) pour usage intérieur dans les toitures, bardages et plafonds - Exigences et méthodes d'essai).
The product, AKYVER, is defined as a (EN 16153 - Light transmitting flat multiwall polycarbonate (PC) sheets for internal and external use in roofs, walls and ceilings - Requirements and tests methods).

2.2. DESCRIPTION DU PRODUIT
PRODUCT DESCRIPTION

Le produit, AKYVER, est décrit ci-dessous ou dans les rapports d'essai fournis en appui du classement détaillé en 3.1.
The product, AKYVER, is described below or is described in the test reports provided in support of classification listed in 3.1.

Suite du rapport page suivante
Report to be followed on next page

Dossier P149770 - Document DE/2 - Page 3/10
File P149770 - Document DE/2 - Page 3/10

Nom et adresse du demandeur : <i>(Sponsor name and address)</i>	DS SMITH PLASTICS FRANCE 75 route de Lapoutroie 68240 KAYSERSBERG France
Référence commerciale : <i>(Commercial designation - trade mark)</i>	AKYVER
Composition sommaire : <i>(Summary composition)</i>	Plaque de polycarbonate alvéolaire avec protection UV par coextrusion. <i>Multi wall polycarbonate sheet with UV protection by co-extrusion.</i>
Masse surfacique : <i>(Mass per unit square meter)</i>	800 g/m ² à/à 4000 g/m ²
Épaisseur testée : <i>(Thickness tested)</i>	4 mm à/à 40 mm
Couleur : <i>(Colour)</i>	Divers <i>Various</i>
Ignifugation (oui ou non) : <i>(Fireproofing - yes or no)</i>	Non <i>No</i>
Condition finale d'utilisation : <i>(End use condition)</i>	Bâtiment toiture et bardage <i>Building Roof and wall</i>

Informations transmises par le demandeur.
Information given by the sponsor.

Suite du rapport page suivante
Report to be followed on next page

Dossier P149770 - Document DE/2 - Page 4/10
File P149770 - Document DE/2 - Page 4/10

3. RAPPORTS D'ESSAI & RESULTATS D'ESSAI EN APPUI DE CE CLASSEMENT
TEST REPORTS & TEST RESULTS IN SUPPORT OF CLASSIFICATION

3.1. RAPPORTS D'ESSAI
TEST REPORTS

Nom du laboratoire <i>Laboratory name</i>	Nom du commanditaire <i>Sponsor name</i>	N° du rapport <i>Test report N°</i>	Méthode d'essai et date/règles du domaine d'application et date <i>Test method and date/rules of scope and date</i>
LNE	DS SMITH PLASTICS FRANCE 75 route de Lapoutroie 68240 KAYSERSBERG France	M070038- DE/1 M020221- DE/1	NF EN ISO 11925-2
LNE	DS SMITH PLASTICS FRANCE 75 route de Lapoutroie 68240 KAYSERSBERG France	M070038- DE/3 M070038- DE/4 M020221- DE/2 M020221- DE/3 M020221- DE/4	NF EN 13823
LNE	DS SMITH PLASTICS FRANCE 75 route de Lapoutroie 68240 KAYSERSBERG France	P137132 – DE/1	NF EN ISO 11925-2 (2013)
LNE	DS SMITH PLASTICS FRANCE 75 route de Lapoutroie 68240 KAYSERSBERG France	P137132 – DE/2	NF EN 13823 (2013)
LNE	DS SMITH PLASTICS FRANCE 75 route de Lapoutroie 68240 KAYSERSBERG France	P149770 – DE/1	NF EN 13823 (2015)

Suite du rapport page suivante
Report to be followed on next page

Dossier P149770 - Document DE/2 - Page 5/10
 File P149770 - Document DE/2 - Page 5/10

 3.2. RESULTATS D'ESSAI
 TEST RESULTS

Méthode d'essai Test method	Produit (usine) Product (factory)	Nombre d'épreuves Number of tests	Paramètres Parameters	Résultats / Results	
				Paramètre continu Moyenne (m) Continuous parameter Average (m)	Paramètres conformité Conformity parameters
NF EN ISO 11925-2	AKYVER	12	Temps d'exposition du brûleur 15 s Flame application time 15 s Fs <= 150 mm	-	Oui / Yes
			Temps d'exposition du brûleur 30 s Flame application time 30 s Fs <= 150 mm	-	Oui / Yes
			Gouttelette/particules enflammées Inflammation du papier filtre Flaming droplets Ignition of the filter paper	-	Pas de chute de goutte / No droplets
NF EN 13823	AKYVER 6 mm	1	FIGRA 0,2MJ (W/s)	0	-
			FIGRA 0,4MJ (W/s)	0	-
			LFS	-	Oui / Yes
			THR 600s (MJ)	0.9	-
			SMOGRA (m ² /s ²)	0	-
			TSP 600s (m ²)	13	-
			FDP <= 10 s	-	Non / No
			FDP > 10 s	-	Non / No
NF EN 13823	AKYVER 25 mm	1	FIGRA 0,2MJ (W/s)	16	-
			FIGRA 0,4MJ (W/s)	16	-
			LFS	-	Oui / Yes
			THR 600s (MJ)	1.1	-
			SMOGRA (m ² /s ²)	4	-
			TSP 600s (m ²)	28	-
			FDP <= 10 s	-	Non / No
			FDP > 10 s	-	Non / No

Dossier P149770 - Document DE/2 - Page 6/10
 File P149770 - Document DE/2 - Page 6/10

NF EN 13823	AKYVER 32 mm	1	FIGRA 0,2MJ (W/s)	0	-
			FIGRA 0,4MJ (W/s)	0	-
			LFS	-	Oui / Yes
			THR 600s (MJ)	0.4	-
			SMOGRA (m ² /s ²)	5	-
			TSP 600s (m ²)	14	-
			FDP <= 10 s	-	Non / No
			FDP > 10 s	-	Non / No
NF EN 13823	AKYVER 40 mm (3 parois)	1	FIGRA 0,2MJ (W/s)	14	-
			FIGRA 0,4MJ (W/s)	14	-
			LFS	-	Oui / Yes
			THR 600s (MJ)	0.8	-
			SMOGRA (m ² /s ²)	4	-
			TSP 600s (m ²)	22	-
			FDP <= 10 s	-	Non / No
			FDP > 10 s	-	Non / No
NF EN 13823	AKYVER 40 mm (8 parois)	1	FIGRA 0,2MJ (W/s)	9	-
			FIGRA 0,4MJ (W/s)	9	-
			LFS	-	Oui / Yes
			THR 600s (MJ)	0.3	-
			SMOGRA (m ² /s ²)	4	-
			TSP 600s (m ²)	21	-
			FDP <= 10 s	-	Non / No
			FDP > 10 s	-	Non / No

Suite du rapport page suivante
 Report to be followed on next page

Dossier P149770 - Document DE/2 - Page 7/10
 File P149770 - Document DE/2 - Page 7/10

Méthode d'essai <i>Test method</i>	Produit (usine) <i>Product (factory)</i>	Nombre d'épreuves <i>Number of tests</i>	Paramètres <i>Parameters</i>	Résultats / Results	
				Paramètre continu Moyenne (m) <i>Continuous parameter Average (m)</i>	Paramètres conformité <i>Conformity parameters</i>
NF EN ISO 11925-2	Akyver 4 mm (2 parois)	6	Temps d'exposition du brûleur 15 s <i>Flame application time 15 s</i> $F_c \leq 150 \text{ mm}$	-	-
			Temps d'exposition du brûleur 30 s <i>Flame application time 30 s</i> $F_c \leq 150 \text{ mm}$	-	Oui <i>Yes</i>
			Gouttelette/particules enflammées Inflammation du papier filtre <i>Flaming droplets Ignition of the filter paper</i>	-	Oui <i>Yes</i>
NF EN 13823	Akyver 4 mm (2 parois)	3	FIGRA 0,2MJ (W/s)	1	-
			FIGRA 0,4MJ (W/s)	1	-
			LFS	-	Oui <i>Yes</i>
			THR 600s (MJ)	0.5	-
			SMOGRA (m ² /s ²)	1	-
			TSP 600s (m ²)	15	-
			FDP $\leq 10 \text{ s}$	-	Non <i>No</i>
			FDP $> 10 \text{ s}$	-	Non <i>No</i>

 (-) signifie : non applicable
 means : no applicable

Dossier P149770 - Document DE/2 - Page 8/10
 File P149770 - Document DE/2 - Page 8/10

Méthode d'essai Test method	Produit (usine) Product (factory)	Nombre d'épreuves Number of tests	Paramètres Parameters	Résultats / Results	
				Paramètre continu Moyenne (m) Continuous parameter Average (m)	Paramètres conformité Conformity parameters
NF EN 13823	Akyver 40 mm (transparent) P149770 – DE/1	1	FIGRA 0,2MJ (W/s)	0	-
			FIGRA 0,4MJ (W/s)	0	-
			LFS	-	Oui Yes
			THR 600s (MJ)	0.4	-
			SMOGRA (m ² /s ²)	2	-
			TSP 600s (m ²)	44	-
			FDP <= 10 s	-	Non No
			FDP > 10 s	-	Non No
NF EN 13823	6 mm (noir) P149770 – DE/1Akyver	1	FIGRA 0,2MJ (W/s)	3	-
			FIGRA 0,4MJ (W/s)	3	-
			LFS	-	Oui Yes
			THR 600s (MJ)	1.3	-
			SMOGRA (m ² /s ²)	2	-
			TSP 600s (m ²)	49	-
			FDP <= 10 s	-	Non No
			FDP > 10 s	-	Non No
NF EN 13823	P149770 – DE/1 Akyver 6 mm (opal)	1	FIGRA 0,2MJ (W/s)	0	-
			FIGRA 0,4MJ (W/s)	0	-
			LFS	-	Oui Yes
			THR 600s (MJ)	0.5	-
			SMOGRA (m ² /s ²)	0	-
			TSP 600s (m ²)	24	-
			FDP <= 10 s	-	Non No
			FDP > 10 s	-	Non No

 (-) signifie : non applicable
 means : no applicable

Dossier P149770 - Document DE/2 - Page 9/10
File P149770 - Document DE/2 - Page 9/10

4. CLASSEMENT ET DOMAINE D'APPLICATION CLASSIFICATION AND FIELD OF APPLICATION

4.1. REFERENCE DE CLASSEMENT REFERENCE OF CLASSIFICATION

Le présent classement a été effectué conformément à la NF EN 13501-1+A1 : 2013.
This classification has been carried out in accordance with NF EN 13501-1+A1: 2013.

4.2. CLASSEMENT CLASSIFICATION

Le produit, AKYVER, a été classé en fonction de son comportement au feu :
The product, AKYVER, in relation to its reaction to fire behaviour is classified:

B

Le classement supplémentaire en relation avec la production de fumée est :
The additional classification in relation to smoke production is:

s1

Le classement supplémentaire en relation avec les gouttelettes/particules enflammées est :
The additional classification in relation to flaming droplets particles is:

d0

Le format du classement de réaction au feu pour les produits de construction, à l'exception des revêtements de sol et des produits d'isolation thermique pour conduites linéaires est :
The format of the reaction to fire classification for construction products excluding flooring and linear pipe thermal insulation products is :

Comportement au feu <i>Fire behaviour</i>	Production de fumées <i>Smoke production</i>	Gouttes enflammées <i>Flaming droplets</i>
B	s1	d0

C'est-à-dire, B-s1,d0

i.e.

Classement de réaction au feu : <i>Reaction to fire Classification :</i>	B-s1,d0
--	----------------

Pour déclarer le classement, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.
To state the classification, the uncertainty associated with the result has not been explicitly taken into account.

Dossier P149770 - Document DE/2 - Page 10/10
File P149770 - Document DE/2 - Page 10/10

4.3. **DOMAINE D'APPLICATION**
FIELD OF APPLICATION

Le présent classement est valable pour les paramètres suivants liés au produit :
This classification is valid for the following product parameters:

- le classement est valable pour les produits cités en § 2.2 ou formulés de manière strictement identique dans le site de production cité.
- *the classification is valid for the products mentioned in § 2.2 or strictly stipulated in the quoted production site.*

Le classement est valable pour les conditions d'utilisation finales suivantes :
The classification is valid for the following end use conditions:

- sans substrat,
- *without substrate,*
- ou avec substrat classé A1 ou A2 et une lame d'air de 200 mm minimum,
- *or with substrate classified A1 or A2 and a minimum airgap of 200 mm,*
- avec protection des chants et finition avec euroclasses A2 ou mieux.
- *with protection of the edges with edge finishing of euroclass A2 or better.*

5. **LIMITATIONS**
LIMITATIONS

Le présent document de classement n'est pas une approbation, ni une certification de type produit.
This classification document does not represent type approval or certification of the product.

Trappes, le 07 décembre 2015
Trappes, 07th of December, 2015

Le Responsable de l'essai
The Responsible for test



Guillaume LE GOFF

*
* *

FIN DU RAPPORT