



(ID Modèle = 454913)

Ineris - 209207 - 2750870 - v1.0

01/12/2022

Appui à l'expertise de l'accident survenu dans une installation de silo à bois du groupe Cenergy

BEA-RI

PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : Direction Générale

Rédaction : OLLIER Yannick

Vérification : CHAUMETTE SYLVAIN; BINOTTO GHISLAIN; STOUVENEL MICKAEL

Approbation : Document approuvé le 01/12/2022 par BOUET REMY

Table des matières

Glossaire	5
Table des illustrations	6
1 Introduction.....	7
1.1 Déontologie.....	7
1.2 Contexte	7
2 Description de l'échantillon analysé	8
3 Méthode d'évaluation utilisée	10
3.1 Evaluation du niveau « Antistatique »	10
3.1.1 Matériels utilisés pour les essais électrostatique.....	10
3.1.2 Résultats de la mesure d'isolement.....	11
3.2 Evaluation du comportement au feu.....	12
3.2.1 Matériels utilisés pour les essais au feu	12
3.2.2 Résultats des essais au feu suivant NF EN ISO 340.	13
4 Conclusions	15
5 Annexes.....	17

Résumé

Ce rapport a pour objet de répondre à une sollicitation du BEA-RI faite à l'Ineris. Celui-ci concerne l'enquête relative à l'incendie d'un silo de stockage de bois de la société Cenergy, situé sur la commune de Saint-Ouen-L'aumône, survenu le 28 avril 2022.

L'objet de ce rapport consiste à répondre aux questions posées par le BEA-RI relatives à la mise en œuvre d'une bande transporteuse avec élévateur à godet pouvant être une source d'inflammation de par l'implication du phénomène électrostatique ou propagateur de flamme.

Pour citer ce document, utilisez le lien ci-après :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 209207 - v1.001/12/2022.

Mots-clés :

Bande transporteuse, élévateur à godet, électrostatique, silo, bois.

Glossaire

BEA-RI	Bureau d'enquêtes et d'analyses - Risques industriels
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques

Table des illustrations

Figure 1 : Photo bande transporteuse côté godet	8
Figure 2 : Bande transporteuse, vue côté soufflet.....	8
Figure 3 : Bande transporteuse, vue arrière côté rouleaux d'entraînement	9
Figure 4: Carton ayant contenu les échantillons pour analyse.....	9
Figure 5 : Tableau d'exigence des bandes transporteuses de la norme CEI/TS 60079-32-1.....	10
Figure 6 : Photos de l'échantillon avec l'emplacement des points de test.	11
Figure 7: Schéma de principe illustré dans la norme NF EN ISO 340	12
Figure 8: Prise de vue des différentes phases du test au feu suivant NF EN ISO 340.....	14
Figure 9 : Schématisation des différentes charges électrostatiques possibles sur une bande transporteuse et les zones de décharge associées	15

1 Introduction

1.1 Déontologie

L'Ineris n'a jamais réalisé d'études pour le groupe Cenergy et n'a réalisé aucune étude depuis plus de 5 ans pour le groupe CORIANCE dont il est la filiale.

1.2 Contexte

Le 28 avril 2022, un incendie s'est déclaré dans un silo de stockage de bois au sein de la société CENERGY, ICPE soumise à autorisation, située à Saint-Ouen-L'aumône (95)

Suite à l'accident, le BEA-RI a missionné l'Ineris par courrier en date du 13 mai 2022 afin de répondre à plusieurs questions. Le courrier de demande est présenté en annexe 1 de ce rapport.

Les questions posées sont :

- La bande transporteuse respecte-t-elle les exigences des normes usuelles (notamment le comportement au feu) ?
- L'ensemble des éléments composant la bande transporteuse sont-ils correctement assemblés et en adéquation avec les exigences « antistatiques » ?

Dans ce rapport, l'évaluation de la bande transporteuse a été menée suivant les NF EN ISO 340 pour le comportement au feu et IEC TS 60079-32-1 pour la partie en lien avec le phénomène électrostatique.

2 Description de l'échantillon analysé

L'échantillon de bande transporteuse (Réf. Ineris : 22AT182) a été fourni par la société CENERGY à la demande du BEA-RI et réceptionné le 05/07/2022 dans le laboratoire des phénomènes électrostatiques de l'Ineris. Il a été référencé de la façon suivante :

- Bande transporteuse à godet (Référéncé Ineris 22AT182), matière principale en caoutchouc. Elle est usagée et recouverte de poussières de bois.

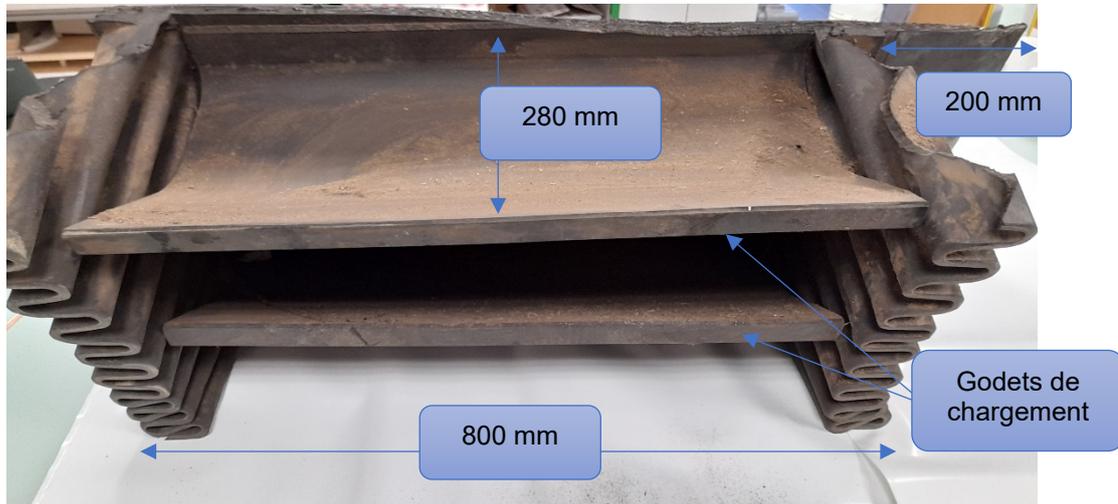


Figure 1 : Photo bande transporteuse côté godet

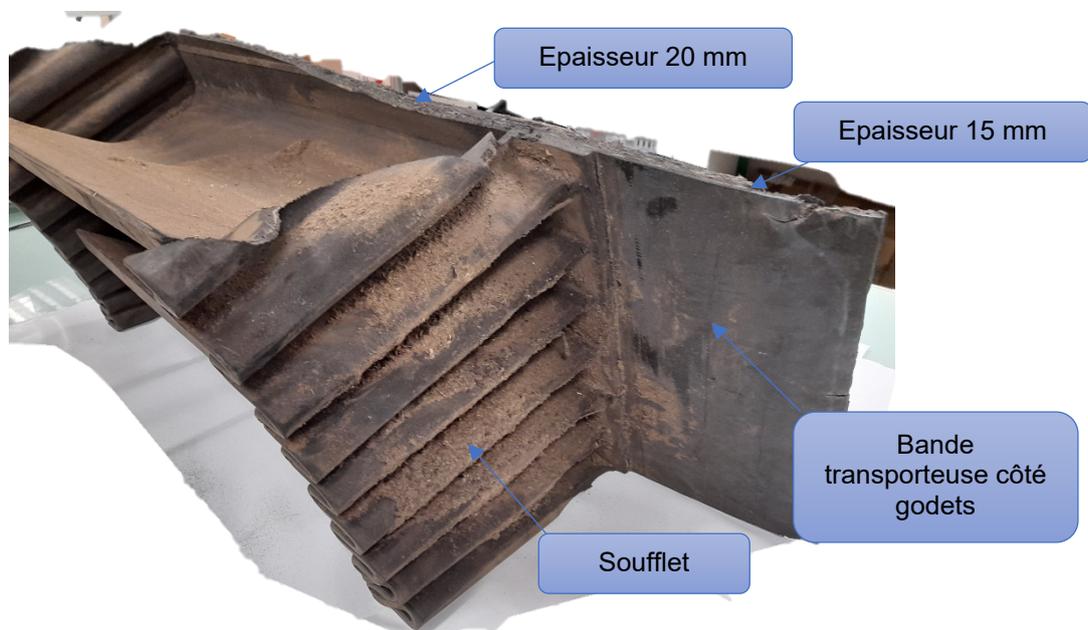


Figure 2 : Bande transporteuse, vue côté soufflet



Figure 3 : Bande transporteuse, vue arrière côté rouleaux d'entraînement



Figure 4: Carton ayant contenu les échantillons pour analyse

3 Méthode d'évaluation utilisée

3.1 Evaluation du niveau « Antistatique »

L'objectif de cette l'évaluation est de vérifier l'aptitude de l'échantillon testé à dissiper les charges électrostatiques, en tenant compte de l'assemblage des différentes pièces qui le compose.

La méthode mise en œuvre pour une bande transporteuse est définie dans la norme IEC TS 60079-32-1 (Electrostatic Hazard, Guidance). Ainsi dans cette norme § 6.4 (Conveyor belts and transmission belts), une bande transporteuse est considérée comme dissipatrice si :

- La résistance de surface sur les deux faces de la bande doit être inférieure à 300 MOhm lorsque la mesure est faite selon la norme ISO284 et EN14973 ou ;
- **La résistance de surface sur les deux faces de la bande doit être inférieure à 75 MOhm lorsque la mesure est faite selon la méthode décrite dans la norme IEC 60079-0, ou ;**
- Dans le cas où la bande est constituée de différentes couches de matériaux, la bande transporteuse est considérée comme dissipatrice de charges électrostatiques si la résistance transversale entre les deux faces opposées de la bande est inférieure à 1 GOhm.

Les exigences pour les bandes transporteuses en fonction des conditions d'utilisation sont résumées dans le tableau suivant :

Belt Speed	Zone 0	Zone 1		Zone 2	Zone 20		Zone 21	Zone 22
		IIC	IIA & IIB		MIE <10 mJ	MIE >10 mJ		
≤0,5 m/s	Dissipative ^a belt and conductive pulleys, no belt connectors		Dissipative ^a belt and conductive pulleys, belt connectors permitted	No requirements beyond those outlined in 6.4.1 unless experience shows that incendive discharges occur frequently	Dissipative ^a belt and conductive pulleys, belt connectors permitted			No requirements beyond those outlined in 6.4.1 unless experience shows that incendive discharges occur frequently
0,5 – 5 m/s	Not permitted		Dissipative ^a belt and conductive pulleys, no belt connectors		Not permitted	Dissipative ^a belt and conductive pulleys, no belt connectors		
5 – 30 m/s								

^a dissipative according to the definition of 6.4.2

NOTE No information is available for belt velocities >30 m/s.

Figure 5 : Tableau d'exigence des bandes transporteuses de la norme CEI/TS 60079-32-1

La norme CEI/TS 60079-32-1 donnant le choix des méthodes de tests, et, compte tenu de la forme ainsi que du niveau de dégradation de l'échantillon testé (zone déchirée, brûlée, etc...), l'utilisation des électrodes décrites dans la norme IEC 60079-0 a été choisie.

Cette norme permet de mettre en œuvre des électrodes de petite taille (10 cm de long par 1 cm de large) alors que la norme ISO 284 nécessite la mise en place d'électrodes circulaires rigides, de 15 cm de diamètre.

3.1.1 Matériels utilisés pour les essais électrostatique

Les matériels utilisés pour les essais sont reportés dans le tableau ci-après (**Tableau 1**).

Type	Fournisseur	Référence INERIS
Alimentation	KEITHLEY	M-AB-4160
Electromètre	KEITHLEY	M-AB-4190
Thermohygromètre	Testo	M-AB-4199

Tableau 1 : Liste des équipements de contrôle et de mesure utilisés pour les essais.

3.1.2 Résultats de la mesure d'isolement

Différentes mesures d'isolement ont été effectuées sur l'échantillon de bande transporteuse à godet, afin de déterminer le niveau antistatique des différentes parties qui la compose (**Tableau 2**).

Pour ces tests, les conditions d'essais et de conditionnement ont été les suivantes :

$$20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C} \text{ et } 50 \% \text{ HR} \pm 5 \%$$

Trois mesures par électrode et par partie de la bande ont été effectuées sur l'ensemble de la bande transporteuse. Les zones de test ont été dépoussiérées et nettoyées avec de l'alcool isopropylique avant de placer les électrodes de mesures.

Parties testées	Résistance moyenne (Ohm)
1 - Sur le godet	5,82 E+06
2 - Sur le soufflet	18,63 E+06
3 - Bande côté godet	4,4 E+06
4 - Bande côté rouleaux d'entraînement	1,83 E+09
5 - Résistance transversale (continuité) entre le godet et la bande côté soufflet	104 E+06
6 - Résistance transversale (continuité) entre le godet et la bande côté rouleaux d'entraînement	1,39 E+09

Tableau 2 : Résultats des mesures d'isolement.

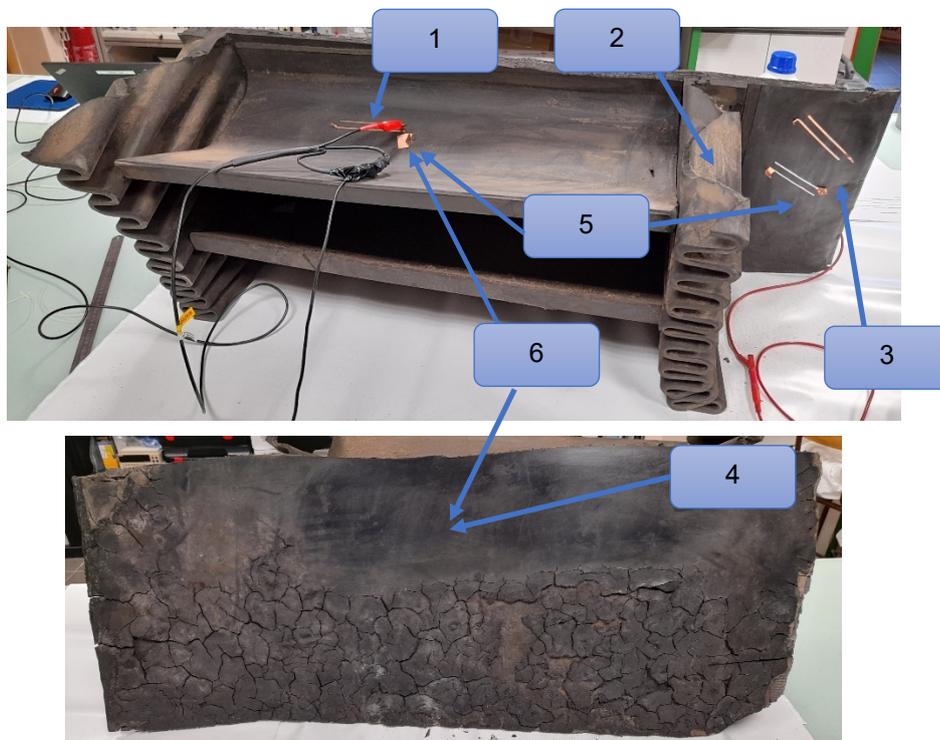


Figure 6 : Photos de l'échantillon avec l'emplacement des points de test.

3.2 Evaluation du comportement au feu.

L'objectif de cette l'évaluation est de vérifier le comportement au feu des matériaux composants la bande transporteuse.

La méthode d'évaluation mise en œuvre pour les bandes transporteuses est définie dans la norme NF EN ISO 340, norme identifiée par le BEA-RI pour l'évaluation du comportement au feu de la bande.

Cette norme indique qu'une bande transporteuse est considérée comme ayant un comportement au feu non-propagateur de flamme si :

- **La durée de la flamme résiduelle (après retrait du brûleur) ne dépasse pas 15 s par échantillon et doit être inférieure à 45 s pour la somme des durées de chaque série de 6 essais.**
- **Aucune réapparition de la flamme ne doit être visualisée après application d'un courant d'air de 1,5 m/s sur l'échantillon.**

Les essais de la norme NF EN ISO 340, consiste à découper une éprouvette dans une courroie transporteuse qui est suspendue verticalement au-dessus de la flamme d'un brûleur pendant 45 s, à l'issue de laquelle la flamme du brûleur est retirée. La durée de la flamme résiduelle est mesurée, puis l'éprouvette est ensuite soumise à un courant d'air, toute réapparition de flamme est alors notée.

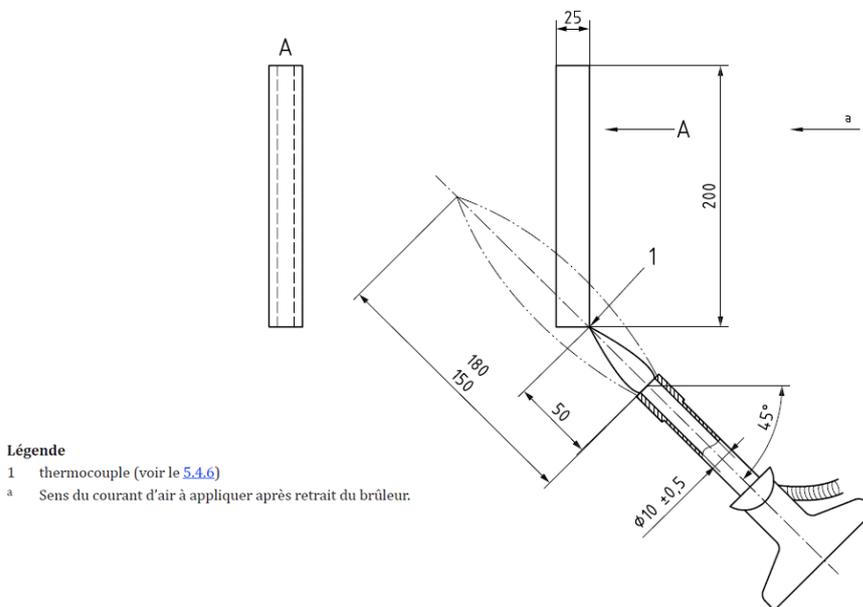


Figure 7: Schéma de principe illustré dans la norme NF EN ISO 340

3.2.1 Matériels utilisés pour les essais au feu

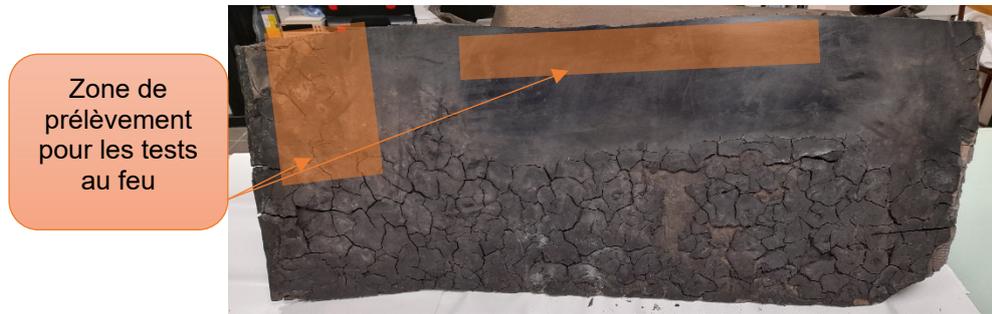
Les matériels utilisés pour les essais sont reportés dans le tableau ci-après (**Tableau 3**).

Type	Fournisseur	Référence INERIS
Thermomètre/Thermocouple	FLUKE	M-AB-5197 M-A2-9920
Chronomètre	Chronograph	M-A2-9058
Thermohygromètre	Testo	M-AB-4199
Baromètre	Testo	M-A2-9673
Anémomètre	Testo	M-AB-5184

Tableau 3 : Liste des équipements de contrôle et de mesure utilisés pour les essais au feu.

3.2.2 Résultats des essais au feu suivant NF EN ISO 340.

Les essais ont été effectués sur six échantillons découpés dans l'échantillon de bande transporteuse référencé Ineris 22AT182 (voir figure 6) conformément aux prescriptions du paragraphe 5.3.2.2 pour les bandes transporteuses à carcasse textile et revêtement intact.



Pour ces tests, les conditions d'essais et de conditionnement ont été les suivantes :

1004 hPa ; 21,3°C ± 2°C et 48 % HR ± 5 %

La température de la flamme pour l'ensemble des tests était de 998°C ± 2°C, vérification faite avant essais à l'aide d'un thermocouple. Les essais ont été effectués dans une sorbonne ayant une ventilation inférieure à 0,2 m/s à l'arrêt et 1,5 m/s à sa mise en route lors de l'application du courant d'air comme préconisé dans la norme.

N° échantillon	Phase du test	Résultats /observations
1	Bruleur pendant 45 s	Pas de flamme résiduelle, incandescence visible pendant 18 s après arrêt du bruleur
	Application du courant d'air (1,5 m/s)	Incandescence visible pendant 1 min 15 s
2	Bruleur pendant 45 s	Pas de flamme résiduelle, incandescence visible pendant 45 s après arrêt du bruleur
	Application du courant d'air (1,5 m/s)	Incandescence visible pendant 1 min 40 s
3	Bruleur pendant 45 s	Pas de flamme résiduelle, incandescence visible après arrêt du bruleur
	Application du courant d'air (1,5 m/s)	Incandescence visible pendant 3 min 10 s
4	Bruleur pendant 45 s	Pas de flamme résiduelle, incandescence visible après arrêt du bruleur
	Application du courant d'air (1,5 m/s)	Incandescence visible pendant 2 min 16 s
5	Bruleur pendant 45 s	Pas de flamme résiduelle, incandescence visible après arrêt du bruleur
	Application du courant d'air (1,5 m/s)	Incandescence visible pendant 3 min 52 s

6	Bruleur pendant 45 s	Pas de flamme résiduelle, incandescence visible après arrêt du bruleur
	Application du courant d'air (1,5 m/s)	Incandescence visible pendant 3 min 45 s

Tableau 4: Résultats des tests au feu.

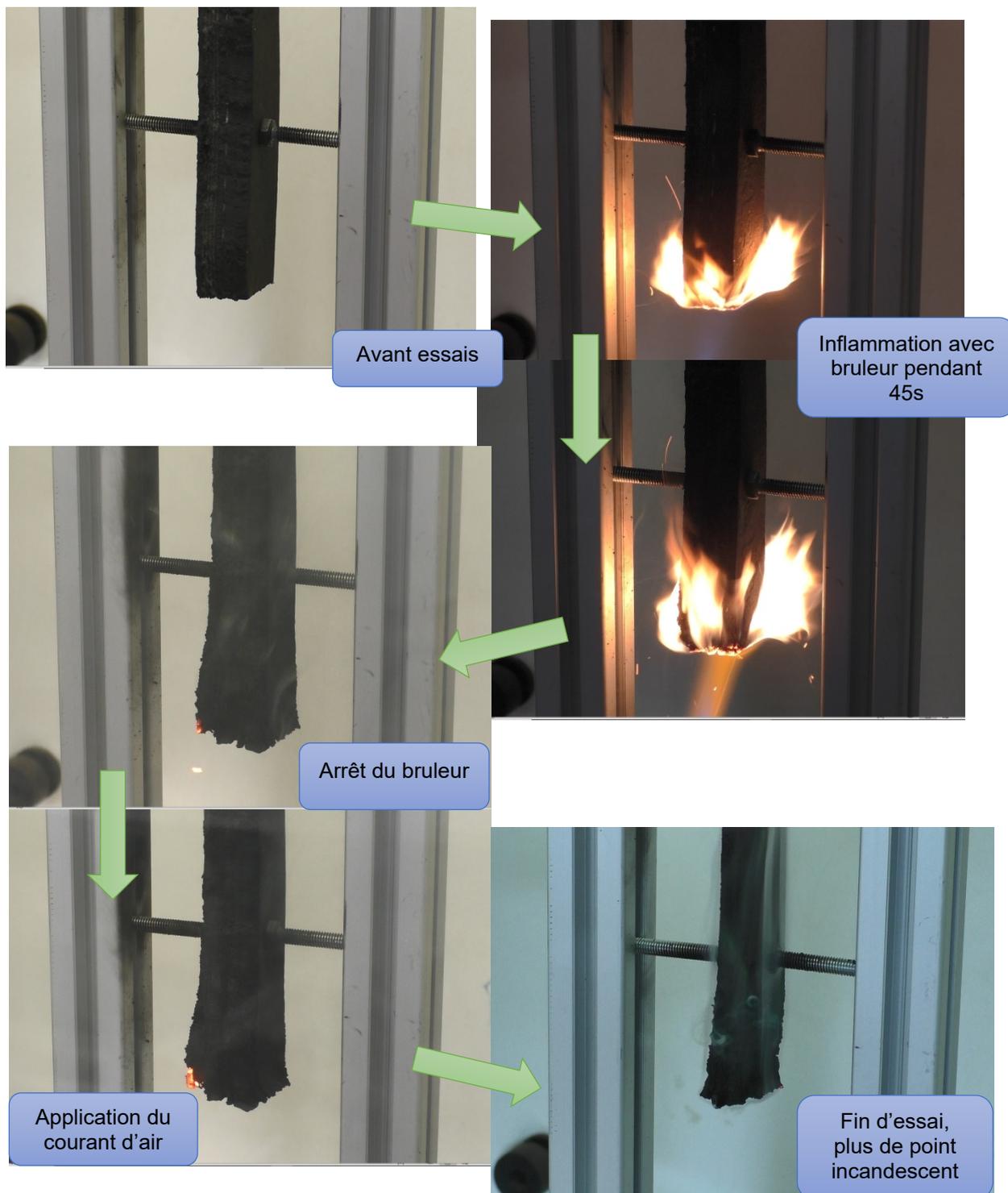


Figure 8: Prise de vue des différentes phases du test au feu suivant NF EN ISO 340

4 Conclusions

A la demande du BEA-RI, l'Ineris a effectué l'évaluation du comportement au feu et l'analyse du niveau « antistatique » de la bande transporteuse à godets provenant de l'expertise d'accident survenu le 28 avril 2022 au sein du site Cenergy de Saint-Ouen-L'aumône.

Cette analyse, a démontré dans un premier temps avec les tests au feu suivant la norme NF EN ISO 340 que les échantillons testés **n'étaient pas propagateurs de flamme** en n'ayant aucune flamme résiduelle conformément aux exigences de la norme. **Aucune réapparition de la flamme** n'a aussi été constatée à la mise en place d'un courant d'air.

Dans un deuxième temps, l'analyse du caractère « antistatique » de la bande transporteuse a été effectuée au moyen de différentes mesures de résistance d'isolement, en démontrant que **la bande transporteuse à godets** référencée Ineris 22AT182 **est composée de différentes parties (pièces) ayant des valeurs de résistance d'isolement non homogènes**.

En effet, le godet, le soufflet ainsi que la bande transporteuse côté godets ont une résistance d'isolement inférieure aux exigences de la norme IEC/TS 60079-32-1, avec des valeurs inférieures à 75 MOhm.

Alors que cette même bande transporteuse côté rouleaux d'entraînement a une résistance d'isolement moyenne de 1,83 Gohm, valeur supérieure aux exigences de la norme définissant une bande transporteuse dissipatrice de charges électrostatiques.

Cette différence de résistance d'isolement entre les parties côté godets et la face de la bande transporteuse côté rouleaux d'entraînement, ne permet pas une dissipation des charges électrostatiques du produit contenu dans les godets vers les points de mise à la terre du système. La résistance transversale entre les deux faces de la bande transporteuse étant trop importante et supérieure aux exigences de la normes (> 1 Gohm).

Cette résistance d'isolement élevée induit une isolation complète de l'ensemble de la bande transporteuse côté produit, formant un « conducteur isolé » pouvant se décharger rapidement en une seule fois créant ainsi, par exemple, une étincelle/arc très énergétique à l'approche d'une pièce métallique reliée à la terre (1).

D'autre part, si la face de la bande transporteuse côté rouleaux d'entraînement est isolante, le contact entre la bande et le rouleau va entraîner un chargement électrostatique de la bande pouvant générer des arcs/étincelles entre les deux parties en mouvement (2).

A ces différentes résistances dans le circuit de dissipation des charges électrostatiques de la bande transporteuse, il faut ajouter la résistance d'isolement du caoutchouc entourant le rouleau d'entraînement. Cette dernière résistance va accentuer le phénomène de charges électrostatiques de la bande transporteuse en fonctionnement.

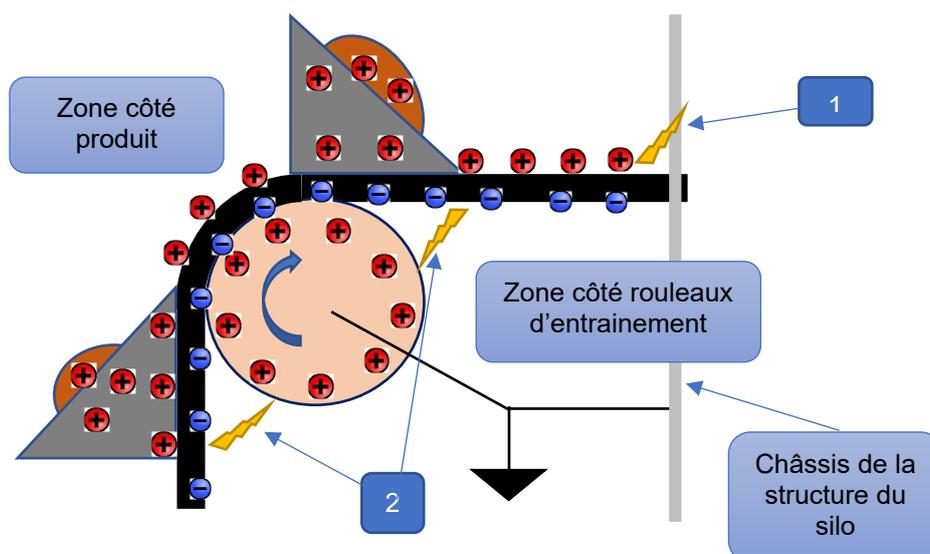


Figure 9 : Schématisation des différentes charges électrostatiques possibles sur une bande transporteuse et les zones de décharge associées

Ces différentes décharges électrostatiques peuvent être produites, dans le cas d'une bande transporteuse non dissipatrice de charge, et être susceptibles de former des étincelles incendiaires lorsqu'elles sont en contact de poussières sous forme de couche ou en nuage (cas présent).

Leurs énergies de décharge sont dépendantes de la vitesse de déplacement de la bande transporteuse, de sa taille mais aussi des caractéristiques du produit transporté. Ces étincelles peuvent aussi générer des points incandescents qui peuvent être transportés par la bande en fonctionnement dans différents points du système de transport.

5 Annexes

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Sollicitation du BEA-RI en date du 13 mai 2022 – 1 page.



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Inspection générale de
l'environnement et du développement
durable**

**Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
sur les risques industriels**



Mission conjointe BEA-RI - Ineris

Le BEA-RI a décidé le 02/05/2022 d'ouvrir une enquête sur l'évènement survenu le 28/04/2022 au sein de l'entreprise CENERGY, site sous autorisation et situé à Saint-Ouen-L'Aumône (95).

Deux enquêteurs du BEA-RI se sont rendus sur site et ont fait expédier dans vos laboratoires un échantillon de la bande à bords.

Dans la continuité des constats dressés lors des différentes visites sur site, nous souhaiterions mobiliser l'expertise de l'Ineris, dans le cadre de sa coopération avec le BEA-RI, pour confirmer par des analyses les éléments suivants :

- La bande transporteuse respecte-t-elle les exigences des normes usuelles (notamment comportement au feu) ?
- L'ensemble des éléments composant la bande transporteuse sont-ils correctement assemblés et en adéquation avec les exigences « antistatique »

Cette expertise pourra autant que de besoins s'appuyer sur des essais en laboratoire selon des protocoles qui seront présentés aux enquêteurs.

Ces essais seront réalisés à partir des échantillons qui auront été récupérés par l'INERIS auprès de l'industriel propriétaire des installations.

Nous souhaiterions pouvoir disposer de vos conclusions au travers d'un rapport (au format pdf) selon un calendrier qui sera défini entre vos équipes et les enquêteurs en charge de l'affaire.

Fait à la Défense, le 13 mai 2022

Henri KALTEMBACHER

Mél : bea-ri@developpement-durable.gouv.fr

Tour Sequoia

1, place Carpeaux ,La

Défense 6 92055 LA

DÉFENSE CEDEX

<http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/bea-ri-r549.html>

