MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
Liberté
Égalité
Fraternité

Conseil général de l'environnement
et du développement durable
Bureau d'enquêtes et d'analyses
sur les risques industriels

BEA-RI
Risques industriels

Rapport d'enquête

Sur l'explosion d'un broyeur au sein du site industriel SOPREMA situé à Savigny-sur-Clairis (89) le 2 mars 2021

Bordereau documentaire

Organisme auteur : Bureau d'Enquêtes et d'analyses sur les risques industriels (BEA-RI)
Titre du document : Rapport d'enquête sur l'explosion d'un broyeur au sein du site industriel SOPREMA à Savigny sur Clairis (89)
N° :MTE-BEARI-2021-007
Date du rapport : 31/08/2021
Proposition de mots-clés : explosion, polystyrène, extrusion, isobutane, éthanol, moussage, broyage, rebuts de fabrication, isolation

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre de l'arrêté du 9 décembre 2020 portant création et organisation du bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents. Sans préjudice, le cas échéant, de l'enquête judiciaire qui peut être ouverte, elle consiste à collecter et analyser les informations utiles, à déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'évènement, de l'accident ou de l'incident et, s'il y a lieu, à établir des recommandations de sécurité. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Au titre de ce rapport on entend par :

- Cause de l'accident : toute action ou événement de nature technique ou organisationnelle, volontaire ou involontaire, active ou passive, ayant conduit à la survenance de l'accident. Elle peut être établie par les éléments collectés lors de l'enquête, ou supposée de manière indirecte. Dans ce cas le rapport d'enquête le précise explicitement.

- Facteur contributif : élément qui, sans être déterminant, a pu jouer un rôle dans la survenance ou dans l'aggravation de l'accident.

- Enseignement de sécurité : élément de retour d'expérience tiré de l'analyse de l'évènement. Il peut s'agir de pratiques à développer car de nature à éviter ou limiter les conséquences d'un accident, ou à éviter car pouvant favoriser la survenance de l'accident ou aggraver ses conséquences.

- Recommandation de sécurité : proposition d'amélioration de la sécurité formulée par le BEA-RI, sur la base des informations rassemblées dans le cadre de l'enquête de sécurité, en vue de prévenir des accidents ou des incidents. Cette recommandation est adressée, au moment de la parution du rapport définitif, à une personne physique ou morale qui dispose de deux mois à réception, pour faire part au BEA des suites qu'elle entend y donner. La réponse est publiée sur le site du BEARI.

Synthèse

Le 02 mars 2021 à 15h, une explosion se produit dans le broyeur de déchets de fabrication de l'usine SOPREMA de Savigny-sur-Clairis dans l'Yonne.

Ce jour-là, dans la matinée, des problèmes d'alimentation en dioxyde de carbone (CO_2) entrainent la fabrication d'une mousse de polystyrène ne contenant dans ses alvéoles que des gaz inflammables. Le produit ainsi moussé est ensuite extrudé en plaques, puis déclassé car n'étant plus conforme aux spécifications de tenue au feu et de non propagation de flamme. Compte-tenu d'impératifs techniques la production n'est pas interrompue et le produit non conforme est broyé pour être recyclé.

Après la reprise des injections de CO_2, le produit fabriqué continue, le temps de la vidange de l'extrudeuse, à ne contenir que des gaz inflammables. Il est alors vraisemblablement broyé à une température plus élevée que d'habitude. La sortie du broyeur s'obstrue et la mise en dépression de sa partie basse n'est plus effective. Le produit dans le broyeur subit une élévation de température et forme une pâte à l'intérieur de ce dernier. Cette élévation de température favorise le dégazage des gaz inflammables et conduit à créer une atmosphère explosive dans la partie basse du broyeur.

L'explosion retentit à 15 h, l'origine de l'énergie d'activation n'ayant pu être déterminée.

Les causes primaires identifiées sont donc l'absence de CO_2 dans le produit fabriqué et de sa capacité d'inertage du mélange et le broyage de plaques insuffisamment refroidies.

Outre des enseignements de sécurité relatifs au suivi de l'efficacité des mesures barrières et à la gestion des anomalies, le BEA-RI recommande à l'exploitant de :

- Stopper l'injection des agents moussants en cas d'absence d'injection de CO_2,
- Mettre en place des moyens de détection du bourrage du broyeur et de mesure de la mise en dépression de sa partie basse pour éviter toute accumulation de gaz inflammables,
- Mettre en place une procédure de broyage des plaques garantissant que la température atteinte lors de ce broyage limite le dégazage et la montée en température excessive du polystyrène.
- Procéder à une mise à jour de l'étude des dangers fournie lors de la demande initiale d'exploiter en étudiant le risque d'explosion de gaz et de poussières dans les circuits d'approvisionnement en matières premières (agents moussants, polystyrène, …) et de recyclage des déchets.

Sommaire

I. Rappel sur l'enquête de sécurité 6
II. Constats immédiats et engagement de l'enquête 6
II.1 Les circonstances de l'accident 6
II.2 Le bilan de l'accident 6
II.3 Les mesures prises après l'accident 6
II.4 L'engagement et l'organisation de l'enquête 7
III. Contexte 7
III.1 L'entreprise 7
III.2 Le site de Savigny-sur-Clairis 7
III.2.1 Le fonctionnement du site 7
III.2.2 Le broyeur de déchets et la chaine de traitement de l'aspiration 9
IV. Compte-rendu des investigations menées 11
IV.1 Reconnaissance de terrain 11
IV.2 Analyse de l'inspection des installations classées 11
IV.3 Analyse de l'Ineris 11
V. Déroulement de l'évènement 11
V.1 Déclenchement de l'évènement 11
V.2 Réaction à l'évènement 12
VI. Conclusions sur le scenario de l'événement 12
VI.1 Scénario 12
VI.2 Facteurs contributifs 14
VI.2.1 Le manque de CO_2 14
VI.2.2 Le broyage de plaques encore chaudes 14
VII. Enseignements de sécurité 15
VII.1 Enseignement en matière d'étude des dangers 15
VII.2 Enseignement en matière de gestion des anomalies 15
VIII. Recommandations de sécurité 15
IX. Annexes 16
Annexe 1 Fiche de donnée de sécurité de l'isobutane 17
Annexe 2 Fiche technique du broyeur 18
Annexe 3 Analyse de l'Ineris 19

Rapport d'enquête sur l'explosion d'un broyeur au sein du site industriel SOPREMA à Savigny-sur-Clairis (89)

I. Rappel sur l'enquête de sécurité

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre de l'arrêté du 9 décembre 2020 portant création et organisation du bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels. Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents. Sans préjudice, le cas échéant, de l'enquête judiciaire qui peut être ouverte, elle consiste à collecter et analyser les informations utiles, à déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'évènement, de l'accident ou de l'incident et, s'il y a lieu, à établir des recommandations de sécurité. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités. En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

II. Constats immédiats et engagement de l'enquête

II.1 Les circonstances de l'accident

Le 02 mars 2021 à 15h une explosion se produit dans le broyeur de déchets de fabrication de l'usine SOPREMA de Savigny-sur-Clairis dans l'Yonne. La personne affectée au broyage est blessée, atteinte notamment par les effets thermiques de l'explosion. Le personnel présent à proximité du broyeur et de l'opérateur alerte les secours, porte secours à la victime et, constatant un dégagement de fumées, noie le broyeur à l'aide d'un robinet d'incendie armé.

II.2 Le bilan de l'accident

L'opérateur affecté au broyage est victime de brûlures au visage et sur les mains. Sur le plan matériel peu de dégâts sont constatés sur les structures proches de l'installation.

II.3 Les mesures prises après l'accident

À la suite de l'accident, le broyeur a été consigné, nettoyé et mis en sécurité dans l'attente notamment d'inspections ultérieures nécessaires à sa remise en fonctionnement.

II.4 L'engagement et l'organisation de l'enquête

Au vu des circonstances et du contexte de l'accident, le directeur du bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels (BEA-RI) a décidé l'ouverture d'une enquête après en avoir informé le directeur général de la prévention des risques, le directeur régional de l'environnement, aménagement et du logement Bourgogne-Franche Comté et monsieur le préfet de l'Yonne.

Les enquêteurs techniques du BEA-RI se sont rendus sur place le jeudi 4 mars 2021. Ils ont rencontré les représentants de la DREAL, du SDIS, de la Gendarmerie ainsi que les représentants de l'entreprise. Une visioconférence avec l'inspection du travail et la DREAL a été organisée le 5 mars.

Ils ont recueilli les témoignages ou déclarations écrites des acteurs impliqués dans l'évènement et dans sa gestion. Ils ont eu, consécutivement à ces entretiens et aux réunions techniques organisées par la suite, communication des pièces et documents nécessaires à leur enquête.

III. Contexte

III.1 L'entreprise

Le groupe SOPREMA est un groupe spécialisé dans les produits d'étanchéité et d'isolation. Il rachète en 2014 TOPOX, et notamment l'usine de Savigny-sur-Clairis, autorisée la même année et construite sur le modèle des deux autres usines exploitées en Espagne. L'usine de Savigny démarre sa production en 2016.

TOPOX est spécialisé dans la production de panneaux en polystyrène moussé extrudé (XPS).

III.2 Le site de Savigny-sur-Clairis

III.2.1 Le fonctionnement du site

Le polystyrène extrudé fait partie de la famille des isolants en mousse de plastiques alvéolaires. Les panneaux d'isolation fabriqués sur le site sont constitués de mousse à cellules fermées, qui leur confèrent d'excellentes performances thermiques et mécaniques.

Le polystyrène extrudé offre de multiples possibilités d'isolation à l'intérieur comme à l'extérieur. Ces performances en matière de résistance à la compression répondent aux exigences les plus contraignantes pour des usages tels que :

- L'isolation sous dallage,
- L'isolation des parois enterrées,
- L'isolation inversée de toiture-terrasse,
- L'isolation des parkings

Le polystyrène extrudé peut également répondre à tous les besoins d'isolation, en neuf comme en rénovation : de murs, de sols et de toits plats.

Le site fabrique des panneaux en polystyrène moussé extrudé à partir de matières premières neuves ou recyclées. La matière première principale qui entre dans la fabrication du produit est le polystyrène sous forme de granulés issus :

- De la chimie du pétrole,
- Du recyclage externe,
- Ou du recyclage interne.

Sont ajoutés des additifs tel que des colorants ou des retardateurs de flamme.

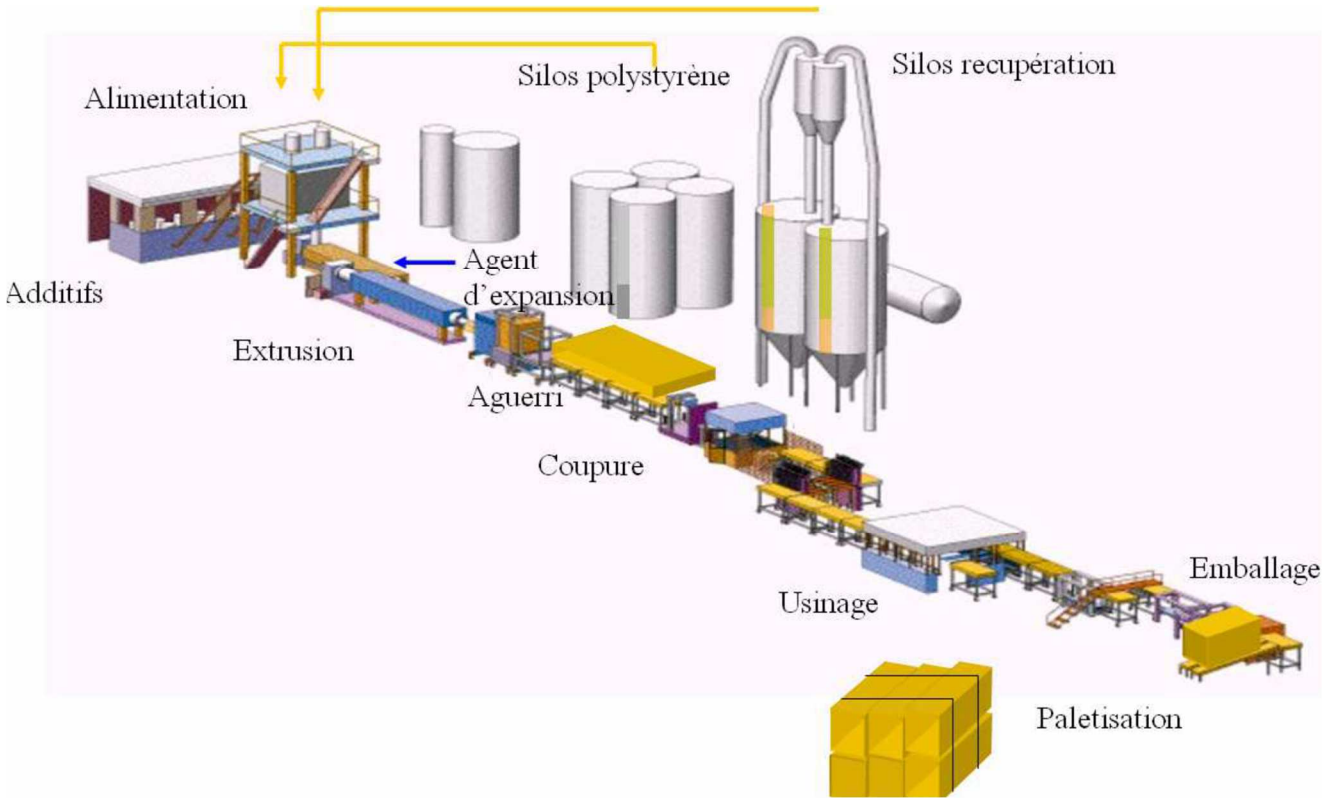


Figure 1 : schéma du fonctionnement du site (source SOPREMA)

L'ensemble de ces composants sont introduits dans une première extrudeuse dont la fonction est de fluidifier les composants.

En sortie de la première extrudeuse sont injectés les agents moussants. Ils sont ajoutés sous forme de fluide super critique[1]. Lors de l'évènement ces agents sont au nombre de trois :

- Du dioxyde de carbone (CO_2), inerte et non toxique,
- De l'éthanol ou alcool éthylique, liquide inflammable à très faible point éclair dont la température de vaporisation est de 78.4 °C,
- Et de l'isobutane (R600a).

Il est à noter que si le CO_2 est présent dans toutes les formulations, les deux autres agents moussants peuvent varier de nature en fonction des caractéristiques du produit à fabriquer.

Le CO_2 est alimenté par un prestataire dans un réservoir extérieur. Il est repris dans ce réservoir par une pompe et est envoyé dans un réservoir tampon. L'injection dans la chaine de production s'effectue via une vanne de régulation de débit (débit massique).

[1] Fluide supercritique : fluide chauffé au-delà de la température critique et comprimé au-dessus de la pression critique. Il présente alors un comportement intermédiaire entre l'état liquide et l'état gazeux, avec des propriétés particulières : une masse volumique élevée comme celle des liquides, un coefficient de diffusivité intermédiaire entre celui des liquides et des gaz, et une faible viscosité (comme celle des gaz).

Pris isolément l'isobutane présente une plage d'explosivité variant de 1.8 % à 8,4% dans l'air et il est sous forme gazeuse dans des conditions normales de température et de pression (Source fiche de données de sécurité en **annexe 1**).

L'éthanol, dont le point d'ébullition est d'environ 80°C, possède une plage d'explosibilité de 3.3% à suivant les sources de 19 à 27,7% en volume. Les vapeurs de ces deux produits ont tendance à se comporter comme un gaz lourd et donc à stagner en partie basse.

Les agents moussants sont injectés et homogénéisés avant passage dans la deuxième extrudeuse. Il s'en suit alors une deuxième phase d'extrusion suivie d'un refroidissement contrôlé et de la phase d'expansion du matériau. Le matériau est alors calibré en largeur et en épaisseur.

En sortie de cette phase de production, on retrouve une bande continue de 700 mm de largeur qui est découpée et subit un complément de refroidissement dans une grande roue.

À ce stade, le reste du traitement est mécanique pour obtenir notamment par fraisage les dimensions et les finitions commerciales attendues pour le produit final. L'ensemble des opérations d'usinage fait l'objet de récupération des matières enlevées et de leur recyclage via une collecte par système de convoyage pneumatique en dépression

Les planches ainsi fabriquées sont ensuite groupées et emballées puis mises sur stock.

III.2.2 Le broyeur de déchets et la chaine de traitement de l'aspiration

Le recyclage des rebuts de production s'effectue par simple broyage des plaques non conformes dans un broyeur de marque Mateu & Solé Mecanofil, gamme Standard 70/95, de puissance 55 kW (cf. fiche technique en **annexe 2**). Le broyeur est alimenté manuellement par un opérateur en fonction des quantités de rebuts de fabrication générés par la chaine de production.

Figures 2 et 3 : photos du broyeur et de la trappe d'introduction des rebuts dans le broyeur

Les rebuts sont essentiellement générés lors des démarrages et arrêts de la chaine ainsi que dans le cadre des changements de produits. En complément, des tests qualité sont régulièrement pratiqués et peuvent conduire également à des déclassements de produit.

La granulométrie en sortie de broyeur est du même ordre de grandeur que la matière neuve utilisée dans le process (plusieurs millimètres). Le broyeur est mis en dépression en partie basse. Le flux d'air ainsi

généré sert au transport des produits. Un cyclone puis un filtre à manche permettent le rejet à l'atmosphère de l'air, la matière étant reprise en silos.

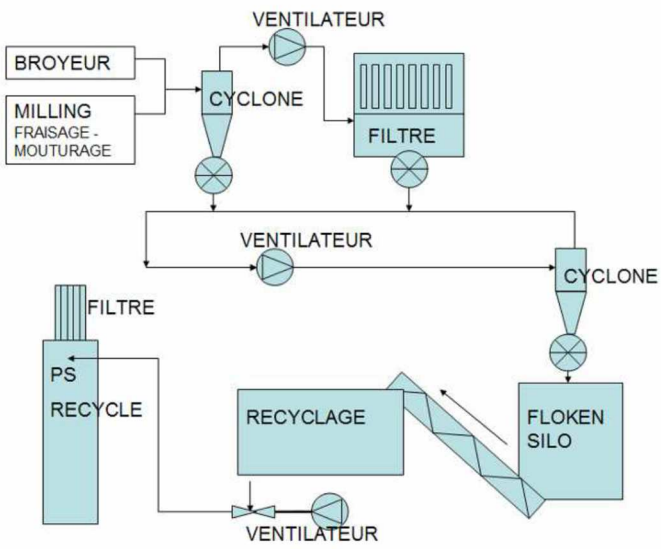


Figure 4 : schéma du système de recyclage

Le même circuit d'aspiration sert également à l'aspiration des machines de fraisage.

Figure 5 : photo du système de recyclage

IV. Compte-rendu des investigations menées

IV.1 Reconnaissance de terrain

Les enquêteurs du BEA-RI se sont déplacés sur site le 4 mars 2021 accompagnés du Service départemental d'incendie et de secours de l'Yonne et de la Gendarmerie Nationale. L'unité bi-départementale de la DREAL a été rencontrée en amont de la visite sur site

IV.2 Analyse de l'inspection des installations classées

L'inspection des installations classées a effectué avant le déplacement sur site du BEA-RI une visite d'inspection réactive dont les principaux constats ont été présentés aux enquêteurs.

IV.3 Analyse de l'Ineris

Le BEA-RI a sollicité l'appui de l'Ineris sur des points spécifiques de l'enquête. La contribution de l'Ineris est jointe en **annexe 3** du présent rapport.

V. Déroulement de l'évènement

V.1 Déclenchement de l'évènement

Le matin du **mardi 2 mars 2021**, la chaine de production fonctionne normalement. Les trois agents moussants sont introduits dans les proportions habituelles. Les tests de résistances au feu menés dans le cadre du contrôle qualité montrent des résultats conformes aux exigences.

À partir de **9h30**, la pression dans le réservoir tampon de CO_2 commence à baisser, signe d'une perte d'alimentation de ce réservoir.

À **11h02**, la vanne de régulation n'est plus correctement alimentée et ne peut plus réguler l'introduction de CO_2 dans le process. Elle s'ouvre complètement et le débit de CO_2 injecté tombe à zéro. L'aspect visuel des plaques produites conduit à un déclassement au titre de la qualité des plaques produites. Elles sont mises au broyage.

La consigne de production de la chaine commence lentement à ralentir.

L'exploitant fait procéder au changement de la pompe de reprise, changement qui sera terminé vers **11h40**, heure à partir de laquelle la pression dans le bac tampon recommence à monter, mais encore de manière insuffisante pour permettre la reprise de l'injection de CO2 et la régulation de cette injection.

Aux environs de **12h05**, un premier départ de feu se déclenche sur des produits en sortie de chaine entrainant l'arrêt de la chaine et l'évacuation du personnel. Le départ de feu est maitrisé sans l'intervention des secours extérieurs.

Vers **13h** un test de feu, à l'initiative de l'exploitant est conduit sur des plaques fabriquées durant l'absence d'injection de CO2. Ce dernier montre des résultats très largement en dehors des spécifications produits (forte hauteur de flamme, etc.…).

Toutes les plaques mises au rebut le matin sont broyées avant la reprise de la production.

La chaine de production est relancée à **14h20** avec une montée en cadence progressive. L'ensemble des plaques produites dans cette phase de montée en cadence sont également mises au rebut et broyées.

À **15h00**, une explosion est ressentie par les personnels présents. Cette explosion a eu lieu au sein du broyeur de déchets. L'opérateur qui effectuait les opérations de broyage est atteint par une projection de flammes et de débris entrainant des brûlures sérieuses.

V.2 Réaction à l'évènement

La victime est prise en charge par un sauveteur-secouriste du travail. Le personnel de l'usine constatant un dégagement de fumée provenant de l'intérieur du broyeur, ce dernier fait l'objet d'un noyage par l'intermédiaire d'un Robinet d'incendie armé (RIA).

Le SDIS alerté, arrive sur les lieux et procède avec l'appui du personnel de l'usine au secours à personne et à la sécurisation des lieux.

VI. Conclusions sur le scenario de l'événement

VI.1 Scénario

Le dysfonctionnement de l'alimentation en CO_2 aux alentours de **9h30** va conduire à partir de **11h02** à ne plus injecter dans le polystyrène que deux agents moussants (isobutane et éthanol) qui présentent des caractéristiques d'inflammabilité et de déflagration habituellement neutralisées par le CO_2. Les produits sortant à partir de **11h02** sont mis au rebus et broyés pour des problématiques notamment d'aspect.

Le départ de feu qui a lieu vers **12 h** correspond à des plaques n'ayant pas reçu d'injection de CO_2 et qui, n'étant pas complétement refroidies, voient le dégazage du mélange éthanol-isobutane facilité. Ce phénomène d'auto-inflammation ou du moins d'inflammation par le biais d'une faible énergie d'activation a déjà été observé sur le site. Néanmoins, le phénomène observé le 2 mars est suffisamment important pour déclencher l'évacuation de l'atelier et nécessiter l'utilisation d'un RIA.

L'ensemble des rebuts de fabrication du matin sont broyés avant le changement de poste.

À partir de **14h20,** la chaine de fabrication est relancée. La deuxième extrudeuse qui contient toujours de la matière mélangée le matin, qui ne renferme donc comme agent moussant que de l'isobutane et de l'éthanol, se vide petit à petit. Les injections de produits moussants démarrant simultanément, la matière extrudée en sortie ne redevient conforme aux spécifications qu'après utilisation de la matière contenue dans l'extrudeuse au redémarrage. Du fait des quantités de matières présentes, notamment dans la seconde extrudeuse, et de la montée en cadence de la chaine induite par le process, la matière comportant de nouveau les bonnes proportions des trois agents moussant ne sort de phase d'extrusion qu'au bout d'au moins 45 minutes après le redémarrage.

À **15h** le débit de la chaine de production est de l'ordre de 50% du débit nominal. L'ensemble des plaques produites entre **14h20** et **15h** sont mises au rebut et broyées dans la foulée.

Ces plaques, encore chaudes, présentent des caractéristiques différentes de ce qui est habituellement broyé, notamment la température qui induit à la fois une consistance différente (panneau « mou ») mais également un dégazage des produits moussants plus important.

Le broyeur est situé en contrebas de la ligne de production. L'accumulation de gaz lourds issu des produits moussant (notamment de l'isobutane) et l'absence de CO_2 (produit inertant) conduit à créer une atmosphère explosive dans le corps du broyeur.

L'énergie d'activation conduisant à l'explosion peut avoir deux origines :

- La présence d'un corps étranger métallique (instrument de mesure ou autre objet tombé malencontreusement). Ceci pourrait également expliquer les traces de choc relevées sur les couteaux.
- L'échauffement généré par le bourrage du produit dans le broyeur (cf. les déchets de polystyrène retrouvés et qui présentent des traces de montée en température).

Figure 6 : déchets retrouvés dans le broyeur

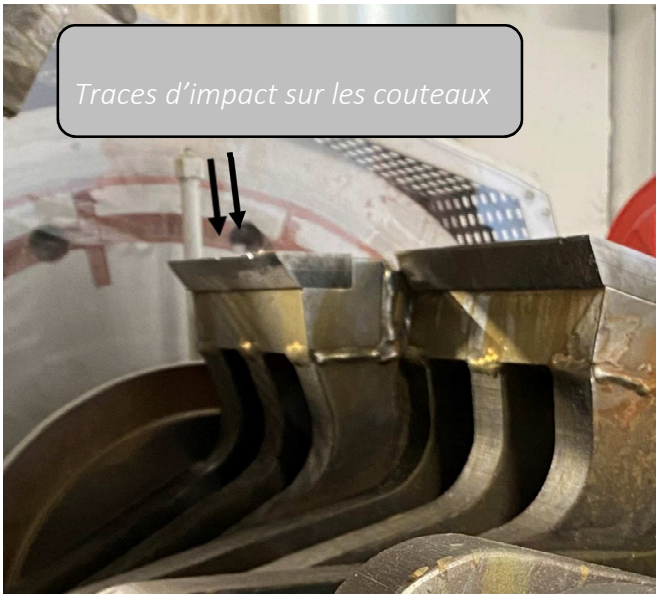


Figure 7 : couteaux du broyeur

L'explosion retentit à **15 h**. Elle est accompagnée d'un front de flamme et de projections de matières qui se propagent à la fois par l'entrée du broyeur en venant atteindre l'opérateur en train de charger les plaques et également via une grille de mise à l'air libre située en partie supérieure du broyeur. Ce deuxième point de sortie est confirmé par la présence de traces de suie relevées dans le local du broyeur.

Figure 8 : projections observées dans le local broyeur

VI.2 Facteurs contributifs

VI.2.1 Le manque de CO_2

Le CO_2 agit comme un agent inertant des deux autres composés servant à faire mousser le produit. Ainsi son absence conduit à la possibilité de dégazage d'un mélange éthanol et isobutane inflammable et explosif dans des plages larges en mélange dans l'air. Le départ du feu comme l'explosion montrent à la fois la réactivité du mélange mais aussi la réalité du dégazage du fait de l'arrêt d'injection de CO_2. Le volume réduit du corps du broyeur ne nécessite que très peu de masse de produits moussants (de l'ordre d'une centaine de gramme) pour rendre l'atmosphère explosible.

VI.2.2 Le broyage de plaques encore chaudes

Le broyeur sera retrouvé à l'issu de l'explosion à la fois rempli d'un mélange pâteux au niveau des couteaux mais également en situation de bourrage par des morceaux de polystyrène broyés au niveau de la canalisation de transport pneumatique.

L'examen de la masse pâteuse montre que le produit est monté en température ce qui a facilité le dégazage des produits moussants (cf. figure 9). L'examen de la canalisation de transport par mise en dépression du broyeur montre (figure 10) qu'au moment de l'explosion l'aspiration d'air devrait être très faible voire inexistante.

Figure 9 : produit monté en température

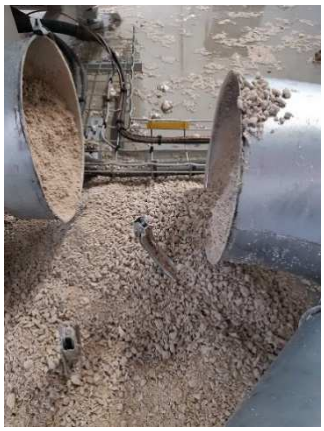


Figure 10 : canalisation de mise en dépression obstruée

Ces deux éléments sont liés au broyage de plaques à des température plus importantes que d'habitude.

Qui plus est, le broyage de plaques dans un état proche de l'état pâteux a généré peu de poussières par rapport à une situation de bourrage normale du broyeur et c'est généralement le dégagement de poussières qui alerte la personne affectée au broyage sur le bourrage du broyeur.

VII. Enseignements de sécurité

VII.1 Enseignement en matière d'étude des dangers

L'évènement survenu le 2 mars ne figurait pas dans la liste des risques identifiés dans l'étude des dangers. Seule l'explosion de poussières dans le broyeur était évoquée. L'accidentologie tant interne au groupe qu'externe ne fait pas référence à ce type d'accident.

La prévisibilité de ce type d'accident ne semblait pas possible au regard de l'expérience.

A contrario l'étude des dangers évoque l'explosion des poussières au sein du broyeur. Elle évoque deux barrières : l'aspiration du broyeur et le broyat à granulométrie importante. Lors de l'évènement, l'aspiration du broyeur n'était pas effective du fait du bourrage et cette situation n'avait pas été détectée.

Il est important que lorsqu'une mesure barrière est mise en place, son efficacité soit suivie dans le temps.

VII.2 Enseignement en matière de gestion des anomalies

L'organisation du retour d'expérience est à généraliser à tout évènement susceptible d'impacter la sécurité. Ainsi, le dégazage des plaques dans l'atelier a fait, à juste titre, l'objet d'une étude de l'ambiance au poste de travail. L'inflammation spontanée des plaques est un autre phénomène qui apparait régulièrement et, s'il est toujours resté maitrisable jusqu'à présent, ce type d'incident pourrait avoir des conséquences importantes en matière de sécurité et de protection des personnels et de l'outil de travail.

Ce type de phénomène devrait faire l'objet d'un retour d'expérience et d'une analyse pour en déterminer les causes.

VIII. Recommandations de sécurité

Outre les enseignements de sécurité formulés ci-dessus, le BEA-RI formule les recommandations de sécurité suivantes à destination de l'exploitant :

- Stopper l'injection des agents moussants en cas d'absence d'injection de CO_2 dans les proportions prévues par le process de fabrication. Ceci doit permettre d'éviter l'injection d'agents moussants uniquement constitués de gaz inflammables.
- Pour éviter toute accumulation de gaz inflammables, mettre en place des moyens de détection du bourrage du broyeur et de mesure de la mise en dépression de sa partie basse.
- Mettre en place une procédure de broyage des plaques garantissant que la température atteinte lors du broyage limite le dégazage et la montée en température excessive du polystyrène.
- Procéder à une mise à jour de l'étude des dangers fournie lors de la demande initiale d'exploiter en étudiant le risque d'explosion de gaz et de poussières dans les circuits d'approvisionnement en matières premières (agents moussants, polystyrène, …) et de recyclage des déchets.

IX. Annexes

Annexe 1 Fiche de donnée de sécurité de l'isobutane 17
Annexe 2 Fiche technique du broyeur 18
Annexe 3 Analyse de l'Ineris 19

Annexe 1 Fiche de donnée de sécurité de l'isobutane

050100400-fr.00001 - 12.0

Fiche de Données de Sécurité étendue

Isobutane

Mise-à-jour : 2018-04-14

Type de document	Titre	Mise-à-jour	Version	Page
Fiches de données de sécurité	Isobutane	2018-03-27	10.0	2
Scénario d'Exposition	Isobutane_Utilisation en tant que propulseur aérosol (Industriel).	2013-12-20	2.0	10
Scénario d'Exposition	Isobutane_Agent moussant dans les produits de soins personnels	2013-12-20	2.0	11
Scénario d'Exposition	Isobutane_Using of blowing agents in manufacture of plastic foam	2016-06-29	2.0	12

Isobutane
Fiche de données de sécurité
conforme au Règlement (CE) N° 1907/2006 (REACH) tel que modifié par le Règlement (UE) 2015/830
Date de révision: 27/03/2018 Remplace la fiche: 01/10/2014 Version: 10.0

RUBRIQUE 1: Identification de la substance/du mélange et de la société/l'entreprise

1.1. Identificateur de produit

Forme du produit	:	Substance
Nom	:	Isobutane
N° CE	:	200-857-2
N° CAS	:	75-28-5
Numéro d'enregistrement REACH	:	01-2119485395
Code du produit	:	050100400
Synonymes	:	Novexpans isobutane ; NovaSpray isobutane

1.2. Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées

1.2.1. Utilisations identifiées pertinentes

Utilisation de la substance/mélange : Agent d'expansion
Propulseur aérosol

1.2.2. Utilisations déconseillées

Pas d'informations complémentaires disponibles

1.3. Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité

Fournisseur
INVENTEC PERFORMANCE CHEMICALS SA
20 rue de Bourgogne
Boîte postale CS 10165
69800 SAINT-PRIEST - France
T +33 (0) 4 72 28 13 00 - F +33 (0) 4 72 28 13 41
ContactFDS@inventec.dehon.com

1.4. Numéro d'appel d'urgence

Numéro d'urgence : +33 (0) 1 72 11 00 03

Pays	Organisme/Société	Adresse	Numéro d'urgence	Commentaire
Belgique	Centre Anti-Poisons/Antigifcentrum c/o Hôpital Central de la Base - Reine Astrid	Rue Bruyn 1 1120 Bruxelles/Brussel	+32 70 245 245	Toutes les questions urgentes concernant une intoxication: 070 245 245 (gratuit, 24/24), si pas accessible 02 264 96 30 (tarif normal)
France	ORFILA		+33 1 45 42 59 59	
Suisse	Tox Info Suisse	Freiestrasse 16 8032 Zürich	145	(de l'étranger :+41 44 251 51 51) Cas non-urgents: +41 44 251 66 66

RUBRIQUE 2: Identification des dangers

2.1. Classification de la substance ou du mélange

Classification selon le règlement (CE) N° 1272/2008 [CLP]

Flam. Gas 1	H220
Press. Gas (Liq.)	H280

Texte complet des classes de danger et des phrases H : voir rubrique 16

Effets néfastes physicochimiques, pour la santé humaine et pour l'environnement

Pas d'informations complémentaires disponibles

2.2. Éléments d'étiquetage

Etiquetage selon le règlement (CE) N° 1272/2008 [CLP]

Pictogrammes de danger (CLP) :

GHS02

Mention d'avertissement (CLP) : Danger

Mentions de danger (CLP) : H220 - Gaz extrêmement inflammable.

Isobutane
Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) N° 1907/2006 (REACH) tel que modifié par le Règlement (UE) 2015/830

H280 - Contient un gaz sous pression; peut exploser sous l'effet de la chaleur.

Conseils de prudence (CLP) : P210 - Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et de toute autre source d'inflammation. Ne pas fumer.
P377 - Fuite de gaz enflammé: Ne pas éteindre si la fuite ne peut pas être arrêtée sans danger.
P381 - En cas de fuite, éliminer toutes les sources d'ignition.
P410+P403 - Protéger du rayonnement solaire. Stocker dans un endroit bien ventilé.

2.3. Autres dangers

Autres dangers qui n'entraînent pas la classification : Peut provoquer des asphyxies par réduction de la teneur en oxygène. Le contact avec le liquide peut causer des brûlures par le froid et des gelures.

RUBRIQUE 3: Composition/informations sur les composants

3.1. Substances

Nom : Isobutane

N° CAS : 75-28-5

N° CE : 200-857-2

Nom	Identificateur de produit	%	Classification selon le règlement (CE) N° 1272/2008 [CLP]
isobutane (contenant < 0.1 % 1,3-butadiène (203-450-8))	(N° CAS) 75-28-5 (N° CE) 200-857-2 (N° Index) 601-004-00-0 (N° REACH) 01-2119485395-27	> 95	Flam. Gas 1, H220 Press. Gas (Liq.), H280

Textes des phrases H: voir section 16.

3.2. Mélanges

Non applicable

RUBRIQUE 4: Premiers secours

4.1. Description des premiers secours

Premiers soins après inhalation : Transporter la personne à l'extérieur et la maintenir dans une position où elle peut confortablement respirer. Appeler un centre antipoison ou un médecin en cas de malaise.

Premiers soins après contact avec la peau : En cas de contact avec le liquide : traiter les gelures comme des brûlures. Laver abondamment la peau avec de l'eau savonneuse. Enlever immédiatement tous les vêtements contaminés. Si des brûlures cutanées apparaissent, appeler immédiatement un médecin.

Premiers soins après contact oculaire : Rinçage à l'eau immédiat et prolongé en maintenant les paupières bien écartées (15 minutes au moins).

Premiers soins après ingestion : Rincer la bouche à l'eau. NE PAS faire vomir. Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON/un médecin.

4.2. Principaux symptômes et effets, aigus et différés

Symptômes/effets après inhalation : Vertiges, maux de tête, nausées.

Symptômes/effets après contact avec la peau : Brûlures.

Symptômes/effets après contact oculaire : Picotements. Larmoiement. Rougeurs.

4.3. Indication des éventuels soins médicaux immédiats et traitements particuliers nécessaires

Pas d'informations complémentaires disponibles

RUBRIQUE 5: Mesures de lutte contre l'incendie

5.1. Moyens d'extinction

Moyens d'extinction appropriés : Eau pulvérisée. Dioxyde de carbone. Mousse. Poudre sèche.

Agents d'extinction non appropriés : Jet d'eau bâton.

5.2. Dangers particuliers résultant de la substance ou du mélange

Danger d'incendie : Gaz extrêmement inflammable. Risque d'éclatement sous l'action de la chaleur, par augmentation de la pression interne. Vapeurs plus denses que l'air; peuvent se déplacer au niveau du sol. Possibilité d'ignition à distance.

5.3. Conseils aux pompiers

Instructions de lutte contre l'incendie : Refroidir à l'eau pulvérisée les récipients exposés à la chaleur. Fermer la vanne si possible.

Protection en cas d'incendie : Bottes et équipement de protection étanche. Appareil de protection respiratoire autonome isolant.

Isobutane
Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) N° 1907/2006 (REACH) tel que modifié par le Règlement (UE) 2015/830

RUBRIQUE 6: Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle

6.1. Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence

Mesures générales : Arrêter la fuite. Faire évacuer la zone dangereuse. Eviter le contact avec la peau et les yeux. Ne pas respirer les vapeurs. Intervention limitée au personnel qualifié muni des protections appropriées. Supprimer toute source d'ignition.

6.1.1. Pour les non-secouristes

Pas d'informations complémentaires disponibles

6.1.2. Pour les secouristes

Equipement de protection : Ne pas intervenir sans un équipement de protection adapté. Fuite de gaz enflammé: Ne pas éteindre si la fuite ne peut pas être arrêtée sans danger. Éliminer toutes les sources d'ignition si cela est faisable sans danger. En cas de déversement important : Une évacuation locale est nécessaire (personnes proches du lieu d'épandage).

6.2. Précautions pour la protection de l'environnement

Pulvériser de l'eau pour abattre les vapeurs.

6.3. Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage

Pour la rétention : Ventiler la zone de déversement.

6.4. Référence à d'autres rubriques

Pour plus d'informations, se reporter à la section 8 : "Contrôle de l'exposition-protection individuelle".

RUBRIQUE 7: Manipulation et stockage

7.1. Précautions à prendre pour une manipulation sans danger

Précautions à prendre pour une manipulation sans danger : Assurer une bonne ventilation du poste de travail. Utiliser un outillage ne produisant pas d'étincelles. Mise à la terre des installations de transfert. Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et de toute autre source d'inflammation. Ne pas fumer. Porter un équipement de protection individuel. Eviter le contact avec la peau et les yeux.

Mesures d'hygiène : Se laver les mains après toute manipulation. Ne pas boire, manger ou fumer sur le lieu de travail.

7.2. Conditions d'un stockage sûr, y compris d'éventuelles incompatibilités

Conditions de stockage : Stocker dans un endroit bien ventilé. Tenir à l'écart de sources d'ignition. Conserver dans l'emballage d'origine.

Produits incompatibles : Matières oxydantes. Matières comburantes. Bases fortes.

Matériaux d'emballage : Acier ordinaire.

7.3. Utilisation(s) finale(s) particulière(s)

Pas d'informations complémentaires disponibles

RUBRIQUE 8: Contrôles de l'exposition/protection individuelle

8.1. Paramètres de contrôle

isobutane (contenant < 0.1 % 1,3-butadiène (203-450-8)) (75-28-5)		
Belgique	Nom local	Hydrocarbures aliphatiques sous forme gazeuse : (Alcanes C1-C4)
Belgique	Valeur seuil (ppm)	1000 ppm
Belgique	Référence réglementaire	Koninklijk besluit/Arrêté royal 11/03/2002
Finlande	Nom local	i-Butaani (2-Metyylipropaani)
Finlande	HTP-arvo (8h) (mg/m³)	1900 mg/m³
Finlande	HTP-arvo (8h) (ppm)	800 ppm
Finlande	HTP-arvo (15 min)	2400 mg/m³
Finlande	HTP-arvo (15 min) (ppm)	1000 ppm
Finlande	Huomautus (FI)	liite 4 (HAPPEA SYRJÄYTTÄMÄLLÄ TUKEHDUTTAVAT KAASUT)
Finlande	Référence réglementaire	HTP-ARVOT 2016 (Sosiaali- ja terveysministeriö)
Allemagne	Nom local	Isobutan
Allemagne	TRGS 900 Valeur limite au poste de travail (mg/m³)	2400 mg/m³
Allemagne	TRGS 900 Valeur limite au poste de travail (ppm)	1000 ppm
Allemagne	TRGS 900 Limitation de crête	4(II)
Allemagne	Remarque (TRGS 900)	DFG
Allemagne	Référence réglementaire (TRGS900)	TRGS900
Portugal	Nom local	Butano, todos os isómeros

Isobutane
Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) N° 1907/2006 (REACH) tel que modifié par le Règlement (UE) 2015/830

isobutane (contenant < 0.1 % 1,3-butadiène (203-450-8)) (75-28-5)		
Portugal	OEL STEL (ppm)	1000 ppm
Portugal	Référence réglementaire	Norma Portuguesa NP 1796:2014
Slovaquie	Nom local	bután s obsahom ≥ 0,1% butadiénu (n-bután) (izo-bután)
Slovaquie	NPHV (priemerná) (mg/m³)	2400 mg/m³
Slovaquie	NPHV (priemerná) (ppm)	1000 ppm
Slovaquie	Référence réglementaire	Nariadenie vlády č. 355/2006 Z. z. (Zmena: 83/2015 Z. z.)
Slovénie	Nom local	izobutan
Slovénie	OEL TWA (mg/m³)	2400 mg/m³
Slovénie	OEL TWA (ppm)	1000 ppm
Slovénie	OEL STEL (mg/m³)	9600 mg/m³
Slovénie	OEL STEL (ppm)	4000 ppm
Slovénie	KTV factor SL	4
Slovénie	Référence réglementaire	Uradni list RS, št. 102/2010 z dne 17.12.2010
Suisse	Nom local	iso-Butan
Suisse	VME (mg/m³)	1900 mg/m³
Suisse	VME (ppm)	800 ppm
Suisse	VLE(mg/m³)	7600 mg/m³
Suisse	VLE (ppm)	3200 ppm
Suisse	Remarque (CH)	ZNS KT
Suisse	Référence réglementaire	SUVA - Grenzwerte am Arbeitsplatz 2016
USA - ACGIH	Nom local	Butane, all isomers
USA - ACGIH	ACGIH STEL (ppm)	1000 ppm
USA - ACGIH	Remarque (ACGIH)	CNS impair
USA - ACGIH	Référence réglementaire	ACGIH 2017

8.2. Contrôles de l'exposition

Protection des mains:

Gants de protection en caoutchouc nitrile

Protection oculaire:

Lunettes de sécurité avec protections latérales

Protection de la peau et du corps:

Vêtements de protection ininflammables et résistant aux produits chimiques

Protection des voies respiratoires:

En cas de dépassement des limites d'exposition : Masque à gaz avec filtre type AX. En espace confiné : Appareil de protection respiratoire autonome isolant

RUBRIQUE 9: Propriétés physiques et chimiques

9.1. Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles

État physique	:	Gaz
Couleur	:	Incolore.
Odeur	:	D'hydrocarbure.
Seuil olfactif	:	Aucune donnée disponible
pH	:	Aucune donnée disponible
Vitesse d'évaporation relative (l'acétate butylique=1)	:	Aucune donnée disponible
Point de fusion	:	-160 °C
Point de congélation	:	Aucune donnée disponible
Point d'ébullition	:	-11,7 °C
Point d'éclair	:	-87 °C
Température d'auto-inflammation	:	460 °C
Température de décomposition	:	Aucune donnée disponible

Inflammabilité (solide, gaz)	:	Gaz extrêmement inflammable.
Pression de vapeur	:	3,2 bar (20 °C)
Pression de vapeur à 50 °C	:	6,8 bar (50 °C)
Densité relative de vapeur à 20 °C	:	2
Densité relative	:	Aucune donnée disponible
Masse volumique	:	0,56 g/cm³ (20 °C)
Solubilité	:	Insoluble dans l'eau.
Log Pow	:	Aucune donnée disponible
Viscosité, cinématique	:	Aucune donnée disponible
Viscosité, dynamique	:	Aucune donnée disponible
Propriétés explosives	:	Non explosif.
Propriétés comburantes	:	Non comburant.
Limite inférieure d'explosivité (LIE)	:	1,8 vol %
Limite supérieure d'explosivité (LSE)	:	8,4 vol %

9.2. Autres informations

Groupe de gaz : Press. Gas (Liq.)

RUBRIQUE 10: Stabilité et réactivité

10.1. Réactivité

Aucune donnée disponible.

10.2. Stabilité chimique

Stable à température ambiante et dans les conditions normales d'emploi.

10.3. Possibilité de réactions dangereuses

Pas de données disponibles.

10.4. Conditions à éviter

Peut exploser ou s'enflammer : au contact des matières incompatibles.

10.5. Matières incompatibles

Matières oxydantes. Matières combustibles. Bases fortes.

10.6. Produits de décomposition dangereux

Par décomposition thermique (pyrolyse), libère : Oxydes de carbone (CO, CO2).

RUBRIQUE 11: Informations toxicologiques

11.1. Informations sur les effets toxicologiques

Toxicité aiguë (orale)	:	Non classé
Toxicité aiguë (cutanée)	:	Non classé
Toxicité aiguë (inhalation)	:	Non classé
Indications complémentaires	:	Asphyxiant

isobutane (contenant < 0.1 % 1,3-butadiène (203-450-8)) (75-28-5)	
CL50 inhalation rat (mg/l)	658 mg/l/4h

Corrosion cutanée/irritation cutanée	:	Non classé
Indications complémentaires	:	Le contact avec le liquide peut causer des brûlures par le froid et des gelures
Lésions oculaires graves/irritation oculaire	:	Non classé
Indications complémentaires	:	Le contact avec le gaz liquéfié peut provoquer de graves lésions oculaires
Sensibilisation respiratoire ou cutanée	:	Aucun effet de sensibilisation connu
Mutagénicité sur les cellules germinales	:	Non classé
Cancérogénicité	:	Non classé
Toxicité pour la reproduction	:	Non classé
Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition unique)	:	Non classé
Toxicité spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée)	:	Non classé
Danger par aspiration	:	Non classé

Isobutane
Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) N° 1907/2006 (REACH) tel que modifié par le Règlement (UE) 2015/830

RUBRIQUE 12: Informations écologiques

12.1. Toxicité

Toxicité aquatique aiguë : Non classé

Toxicité chronique pour le milieu aquatique : Non classé

12.2. Persistance et dégradabilité

isobutane (contenant < 0.1 % 1,3-butadiène (203-450-8)) (75-28-5)	
Persistance et dégradabilité	< 60 % de biodégradation après 28 jours.

12.3. Potentiel de bioaccumulation

Pas d'informations complémentaires disponibles

12.4. Mobilité dans le sol

Pas d'informations complémentaires disponibles

12.5. Résultats des évaluations PBT et vPvB

Composant	
isobutane (contenant < 0.1 % 1,3-butadiène (203-450-8)) (75-28-5)	Cette substance/mélange ne remplit pas les critères PBT du règlement REACH annexe XIII Cette substance/mélange ne remplit pas les critères vPvB du règlement REACH annexe XIII

12.6. Autres effets néfastes

Autres effets néfastes : ODP (R-11=1)=0.

RUBRIQUE 13: Considérations relatives à l'élimination

13.1. Méthodes de traitement des déchets

Méthodes de traitement des déchets : Consulter le fabricant ou le fournisseur pour des informations relatives à la récupération ou au recyclage.

Indications complémentaires : L'attention de l'utilisateur est attirée sur la possible existence de dispositions législatives, réglementaires et administratives spécifiques, communautaires, nationales ou locales, relatives à l'élimination, le concernant.

RUBRIQUE 14: Informations relatives au transport

Conformément aux exigences de ADR / RID / IMDG / IATA / ADN

ADR	IMDG	IATA	RID
14.1. Numéro ONU			
1969	1969	1969	1969
14.2. Désignation officielle de transport de l'ONU			
ISOBUTANE	ISOBUTANE	Isobutane	ISOBUTANE
Description document de transport			
UN 1969 ISOBUTANE, 2.1, (B/D)	UN 1969 ISOBUTANE, 2.1	UN 1969 Isobutane, 2.1	UN 1969 ISOBUTANE, 2.1
14.3. Classe(s) de danger pour le transport			
2.1	2.1	2.1	2.1
14.4. Groupe d'emballage			
Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non applicable
14.5. Dangers pour l'environnement			
Dangereux pour l'environnement : Non	Dangereux pour l'environnement : Non Polluant marin : Non	Dangereux pour l'environnement : Non	Dangereux pour l'environnement : Non
Pas d'informations supplémentaires disponibles			

14.6. Précautions particulières à prendre par l'utilisateur

- Transport par voie terrestre

Code de classification (ADR) : 2F

Dispositions spéciales (ADR) : 657, 660, 662

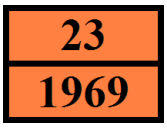
Quantités limitées (ADR) : 0

Code-citerne (ADR) : PxBN(M)

Catégorie de transport (ADR) : 2

Isobutane
Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) N° 1907/2006 (REACH) tel que modifié par le Règlement (UE) 2015/830

Danger n° (code Kemler)	:	23
Panneaux oranges	:	
Code de restriction concernant les tunnels (ADR)	:	B/D
Code EAC	:	2YE

- Transport maritime

N° FS (Feu)	:	F-D
N° FS (Déversement)	:	S-U

- Transport aérien

Quantités limitées avion passagers et cargo (IATA)	:	Interdit
Quantité nette max. pour quantité limitée avion passagers et cargo (IATA)	:	Interdit
Instructions d'emballage avion passagers et cargo (IATA)	:	Interdit
Quantité nette max. pour avion passagers et cargo (IATA)	:	Interdit
Instructions d'emballage avion cargo seulement (IATA)	:	200
Quantité max. nette avion cargo seulement (IATA)	:	150kg
Dispositions spéciales (IATA)	:	A1

- Transport ferroviaire

Dispositions spéciales (RID)	:	657, 660, 662
Quantités limitées (RID)	:	0
Catégorie de transport (RID)	:	2
Colis express (RID)	:	CE3
Numéro d'identification du danger (RID)	:	23

14.7. Transport en vrac conformément à l'annexe II de la convention Marpol et au recueil IBC

Non applicable

RUBRIQUE 15: Informations relatives à la réglementation

15.1. Réglementations/législation particulières à la substance ou au mélange en matière de sécurité, de santé et d'environnement

15.1.1. Réglementations UE

Pas de restrictions selon l'annexe XVII de REACH

Isobutane n'est pas sur la liste Candidate REACH

Isobutane n'est pas listé à l'Annexe XIV de REACH

15.1.2. Directives nationales

Allemagne

AwSV, référence de l'annexe	:	Classe de danger pour l'eau (WGK) nwg, sans danger pour l'eau (Classification selon la AwSV; N° ID 562)
12e ordonnance de mise en application de la Loi fédérale allemande sur les contrôles d'immission - 12.BImSchV	:	Non assujetti au 12ème BImSchV (décret de protection contre les émissions) (Règlement sur les accidents majeurs)

Pays-Bas

SZW-lijst van kankerverwekkende stoffen	:	La substance n'est pas listée
SZW-lijst van mutagene stoffen	:	La substance n'est pas listée
NIET-limitatieve lijst van voor de voortplanting giftige stoffen – Borstvoeding	:	La substance n'est pas listée
NIET-limitatieve lijst van voor de voortplanting giftige stoffen – Vruchtbaarheid	:	La substance n'est pas listée
NIET-limitatieve lijst van voor de voortplanting giftige stoffen – Ontwikkeling	:	La substance n'est pas listée

Isobutane
Fiche de données de sécurité

conforme au Règlement (CE) N° 1907/2006 (REACH) tel que modifié par le Règlement (UE) 2015/830

15.2. Évaluation de la sécurité chimique

Pas d'informations complémentaires disponibles

RUBRIQUE 16: Autres informations

Indications de changement:

Rubrique	Élément modifié	Modification	Remarques
1	Nom du produit	Modifié	

Texte intégral des phrases H et EUH:

Flam. Gas 1	Gaz inflammables, Catégorie 1
Press. Gas (Liq.)	Gaz sous pression : Gaz liquéfié
H220	Gaz extrêmement inflammable.
H280	Contient un gaz sous pression; peut exploser sous l'effet de la chaleur.

FDS UE (Annexe II REACH)

Ces informations sont basées sur nos connaissances actuelles et décrivent le produit pour les seuls besoins de la santé, de la sécurité et de l'environnement. Elles ne devraient donc pas être interprétées comme garantissant une quelconque propriété spécifique du produit

ISOBUTANE

Utilisation en tant que propulseur aérosol (Industriel)

LISTE DES USAGES IDENTIFIÉS

Titre :
Utilisation en tant que propulseur aérosol (Industriel).

Liste de tous les descripteurs d'utilisation liés à la phase du cycle de vie :

Secteurs d'utilisation (SU):
SU3 : Utilisations industrielles: Utilisations de substances en tant que telles ou en préparations sur sites industriels.
SU10 : Formulation [mélange] de préparations et/ou reconditionnement (sauf alliages).
SU21 : Utilisations par des consommateurs: Ménages privés (= grand public = consommateurs).
SU22 : Utilisations professionnelles: Domaine public (administration, éducation, spectacle, services, artisans).

Catégories de produit chimique (PC) :
PC0 : Autres (utilisation des codes UCN: voir la dernière ligne).
PC3 : Produits d'assainissement de l'air.
PC8 : Produits biocides (p. ex. désinfectants, insecticides).
PC9a : Revêtements et peintures, solvants, diluants.
PC9b : Charges, mastics, enduits, pâte à modeler.
PC24 : Lubrifiants, graisses et agents de décoffrage.
PC34 : Colorants pour textiles, produits de finition et d'imprégnation y compris agents de blanchiment et autres adjuvants de fabrication.
PC35 : Produits de lavage et de nettoyage (y compris produits à base de solvants).
PC29 : Produits pharmaceutiques.
PC39 : Cosmétiques, produits de soins personnels

Catégories de processus (PROC):
PROC2 : Utilisation dans des processus fermés continus avec exposition momentanée maîtrisée.
PROC5 : Utilisation dans des processus fermés par lots (synthèse ou formulation).
PROC7 : Pulvérisation dans des installations industrielles.
PROC9 : Transfert de substance ou préparation dans de petits conteneurs (chaîne de remplissage spécialisée, y compris pesage).
PROC11 : Pulvérisation en dehors d'installations industrielles.

Catégories de rejet dans l'environnement (ERC):
ERC2 : Formulation de préparations.
ERC8a : Utilisation intérieure à grande dispersion d'adjuvants de fabrication en systèmes ouverts.

Processus, tâches, activités couverts
Utilisations variées.

Ce Scénario d'Exposition est réalisé sur la base des informations fournies par nos fournisseurs, à la date de mise à jour.
Ces informations et les recommandations sont mises, pour prise en compte et examen, à la disposition de l'utilisateur.
Les mises en garde et les procédures pour manipuler en toute sécurité doivent être fournies aux utilisateurs et manipulateurs.

Fin du document

INVENTEC PERFORMANCE CHEMICALS SA
20 rue de Bourgogne BP 211 69802 SAINT-PRIEST Cedex France
Tel : 04 72 28 13 00
Fax : 04 72 28 13 41

ISOBUTANE

Agent moussant dans les produits de soins personnels

LISTE DES USAGES IDENTIFIÉS

Titre :
Agent moussant dans les produits de soins personnels

Liste de tous les descripteurs d'utilisation liés à la phase du cycle de vie :

Secteurs d'utilisation (SU):
SU21 : Utilisations par des consommateurs: Ménages privés (= grand public = consommateurs).

Catégories de produit chimique (PC) :
PC39 : Cosmétiques, produits de soins personnels

Catégories de processus (PROC):
PROC12 : Utilisation d'agents de soufflage dans la fabrication de mousse

Catégories de rejet dans l'environnement (ERC):
Système ouvert

Processus, tâches, activités couverts
Système fermé

Ce Scénario d'Exposition est réalisé sur la base des informations fournies par nos fournisseurs, à la date de mise à jour.
Ces informations et les recommandations sont mises, pour prise en compte et examen, à la disposition de l'utilisateur. Les mises en garde et les procédures pour manipuler en toute sécurité doivent être fournies aux utilisateurs et manipulateurs.

Fin du document

INVENTEC PERFORMANCE CHEMICALS SA
20 rue de Bourgogne BP 211 69802 SAINT-PRIEST Cedex France
Tel : 04 72 28 13 00
Fax : 04 72 28 13 41

INVENTEC PERFORMANCE CHEMICALS	ANNEX TO THE MATERIAL SAFETY DATA SHEET: EXPOSURE SCENARIO	Page : 1/1 Version : 2.0 Date : 28/06/2016 Supersedes : - 75-28-5-ES3

ISOBUTANE

Using of blowing agents in manufacture of plastic foam (industrial)

LIST OF IDENTIFIED USES

Title :
Using of blowing agents in manufacture of plastic foam (industrial)

List of all use descriptors related to the life cycle stage :

Sector of use (SU):
SU12 : Manufacture of plastics products, including compounding and conversion

Chemical Product Category (PC) :
PC32 : Polymer preparations and compounds

Process category (PROC):
PROC12 : Use of blowing agents in manufacture of foam

Environmental release category (ERC):
ERC3 : Formulation in materials

Processes, tasks, activities covered
Close system.

This exposure scenario is made based on information provided by our suppliers, at the time of publication. The information and recommendations are offered for the user's consideration and examination. Appropriate warnings and safe-handling procedures should be provided to handlers and users

End of document

INVENTEC PERFORMANCE CHEMICALS SA
20 rue de Bourgogne BP 211 69802 SAINT-PRIEST Cedex France
Tel : 04 72 28 13 00
Fax : 04 72 28 13 41

Annexe 2 Fiche technique du broyeur

Mateu & Solé

MOLINOS SERIE ESTANDAR

MODELO 19/25, 25/40, 28/45, 70/95

Molino 25/40

Molino 70/95

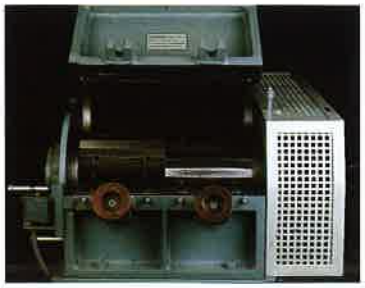
Descripción general

Molinos compactos y de construcción robusta especialmente diseñado para la recuperación de materiales termoplásticos, como de piezas procedentes de inyección, soplado, termoconformados extrusión y film.

- Fácil de limpiar.
- Contracuchillas graduables.
- La forma del rotor y del tamiz aseguran un granulado regular.
- Los discos de protección laterales del rotor disminuyen la temperatura, no degradando el material a triturar.
- Transmisión de potencia por correas al volante de inercia del rotor.
- Rotor de corte escalonado.
- La alimentación se realiza manualmente.
- Seguridad electromecánica según normas internacionales.
- Acceso rápido al cambio de cuchillas y del tamiz.
- Motores protegidos por dispositivo de seguridad electrónica actuando sobre el giro del rotor.
- Cuadro eléctrico de arranque en estrella triángulo.
- Cumple con las normativas de la CEE.

Opcional

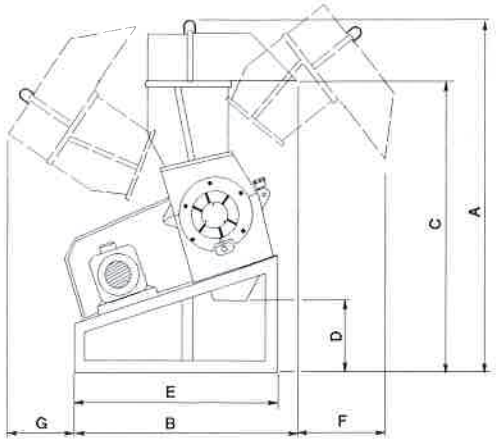
- Insonorizado: su valor de nivel acústico es muy inferior al permitido en Europa.
- Tamices especiales según necesidad.
- Transporte neumático o mecánico del material recuperado.
- Cinta de alimentación.
- Cabinas insonorizadas.
- Tolvas especiales de alimentación.
- Bancadas especiales.



25/40
Rotor desplazado en el corte y discos laterales unidos a él.

Datos técnicos		19/25 M3 M4 M5,5	25/40 M5 M7,5 M10	28/45 M10 M15 M20	70/95 M60 M75 M100
Capacidad de admisión	mm	190 x 250	250 x 400	280 x 450	700 x 950
Ø de corte	mm	166	225	260	650
Cuchillas fijas	n°	2 x 2	2 x 2	2 x 2	4 x 2
Cuchillas rotor	n°	2 x 3	2 x 3	2 x 3	4 x 3
Área tamiz	cm^2	570	1320	1700	9200
Ø tamiz	mm	6	7	7	10
Motor	kW (CV)	2,2(3)-3(4)-4(5,5)	3,7(5)-5,5(7,5)-7,5(10)	7,5(10)-11(15)-15(20)	45(60)-55(75)-75(100)
Producción	Kg/h	60 - 120	100 - 200	130 - 300	800 - 1600
Peso molino estandar	Kg	210	420-440-440	630-660-680	3600-3750-3900
Peso molino insonorizado	Kg	310	560-580-580	770-800-820	-

Molino 19/25, 25/40, 28/45, 70/95 Estandar e Insonorizado



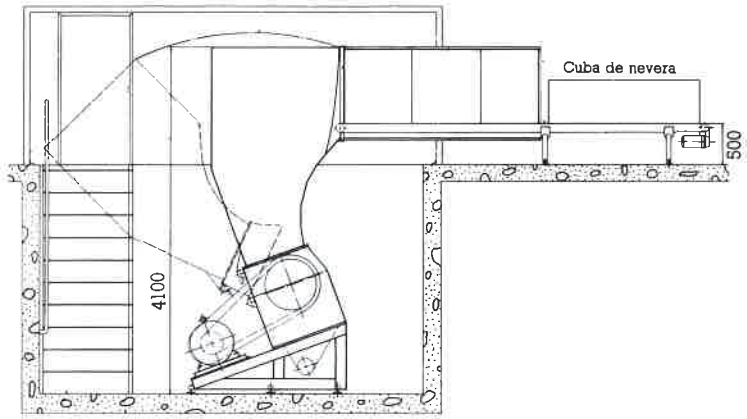
ESTANDAR

Modelo	A	B	C	D	E	F	G	Ancho
19/25	1400	900	1130	400	750	480	-	500
25/40	1730	980	1400	390	880	-	500	720
28/45	1880	1120	1520	390	980	-	500	870
70/95	3800	2530	2960	275	1775	-	1270	1460

INSONORIZADOS (BR)

Modelo	A	B	C	D	E	F	G	Ancho
19/25 BR	1520	1240	1240	280	750	390	-	590
25/40 BR	1955	1410	1625	290	885	-	580	850
28/45 BR	2115	1620	1770	300	980	-	555	950
70/95 BR	-	-	-	-	-	-	-	-

Molino 70/95 con cinta de alimentación cabina insonorizada



NOTA: Todos los datos técnicos y parámetros presentados en este folleto pueden ser modificados sin previo aviso.

Mateu & Solé
Fabricantes de maquinaria para termoplásticos

Mecanofil, S.A.

Santander, 63 - 08020 Barcelona. Spain
Tel. 93 305 36 55 - Fax 93 313 36 95
Apartado de Correos 13111 - 08080
e-Mail: mateusole@mateusole.com
internet address: http://www.mateusole.com

2 DATOS TECNICOS

2.1 CARACTERISTICAS TECNICAS

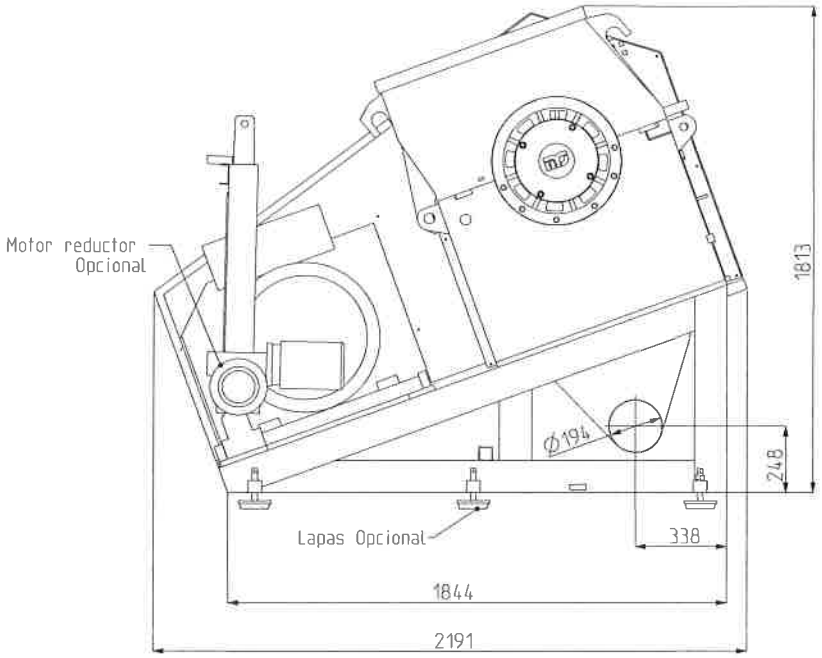
En la siguiente tabla figuran los datos técnicos del molino 70/95 estándar

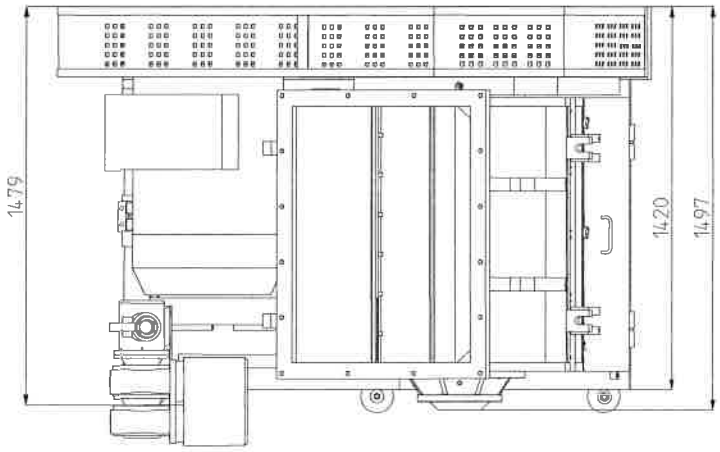
DATOS TECNICOS		MODELO 70/95 ESTANDAR
Boca de admisión	mm	700 x 950
Diámetro de corte	mm	650
Cuchillas graduables	nº	4 x 2
Cuchillas rotor	nº	4 x 3 (2x5 Rodete en V)
Diámetro del tamiz	mm	12
Motor	CV	60- 75- 100-125
Producción	Kg/h	700-1400 *
Peso molino	Kg	3600-3750-3900-3900
Peso molino Insonorizado	Kg	Insonorización con cabina

* La producción del molino oscilará entre los parámetros indicados en la tabla según sea el material a utilizar y la temperatura que tenga.

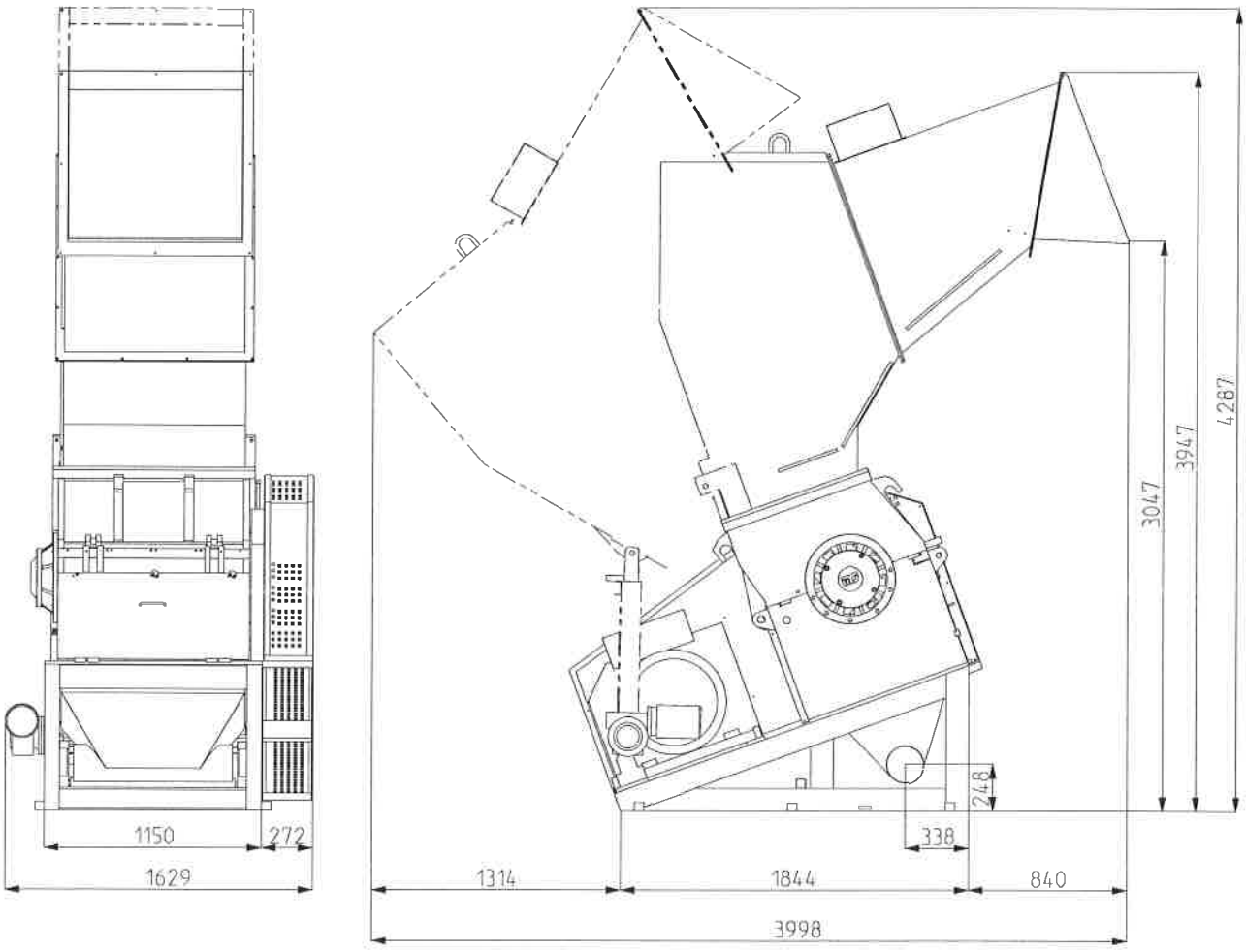
2.2 DIMENSIONES

Medidas generales standart

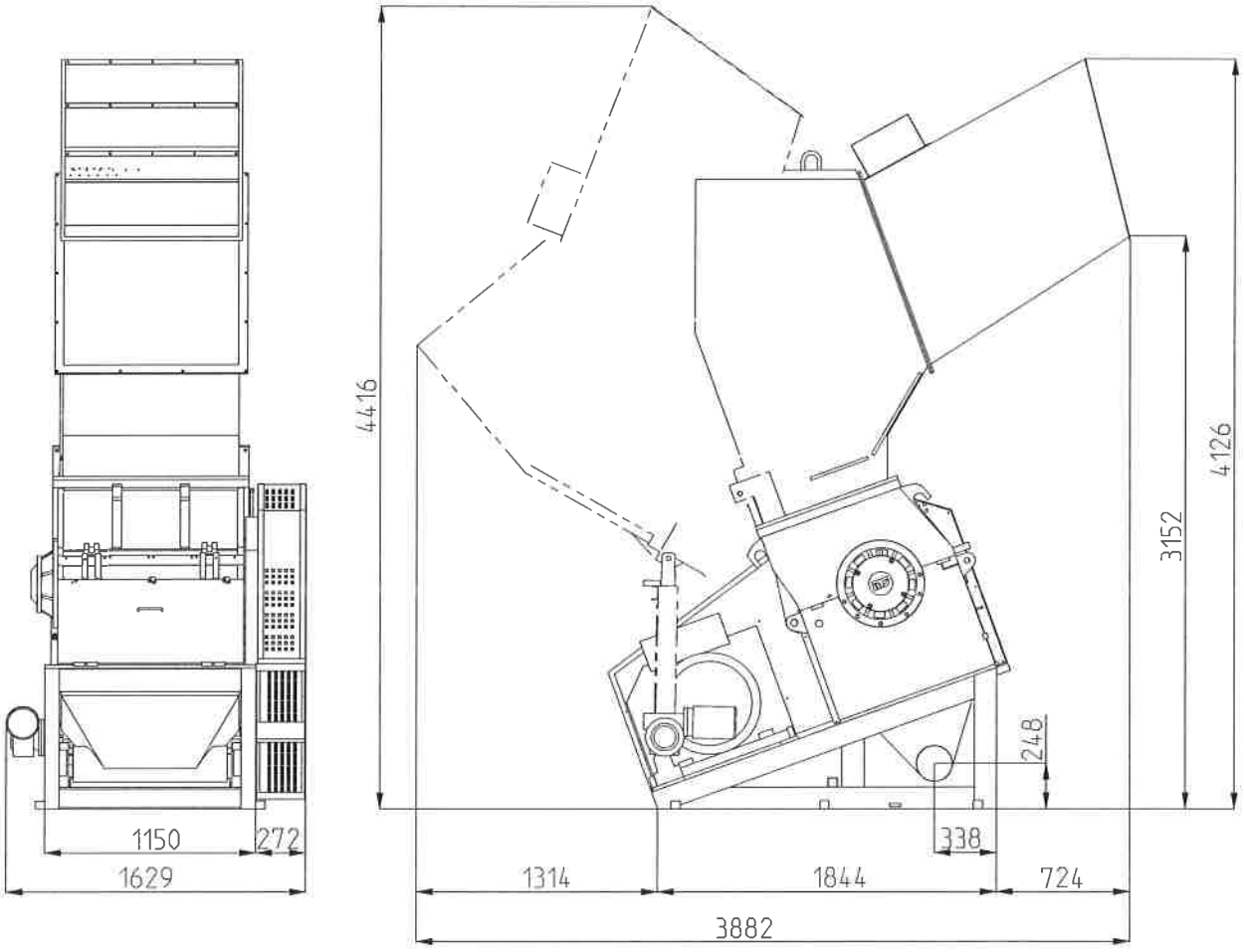




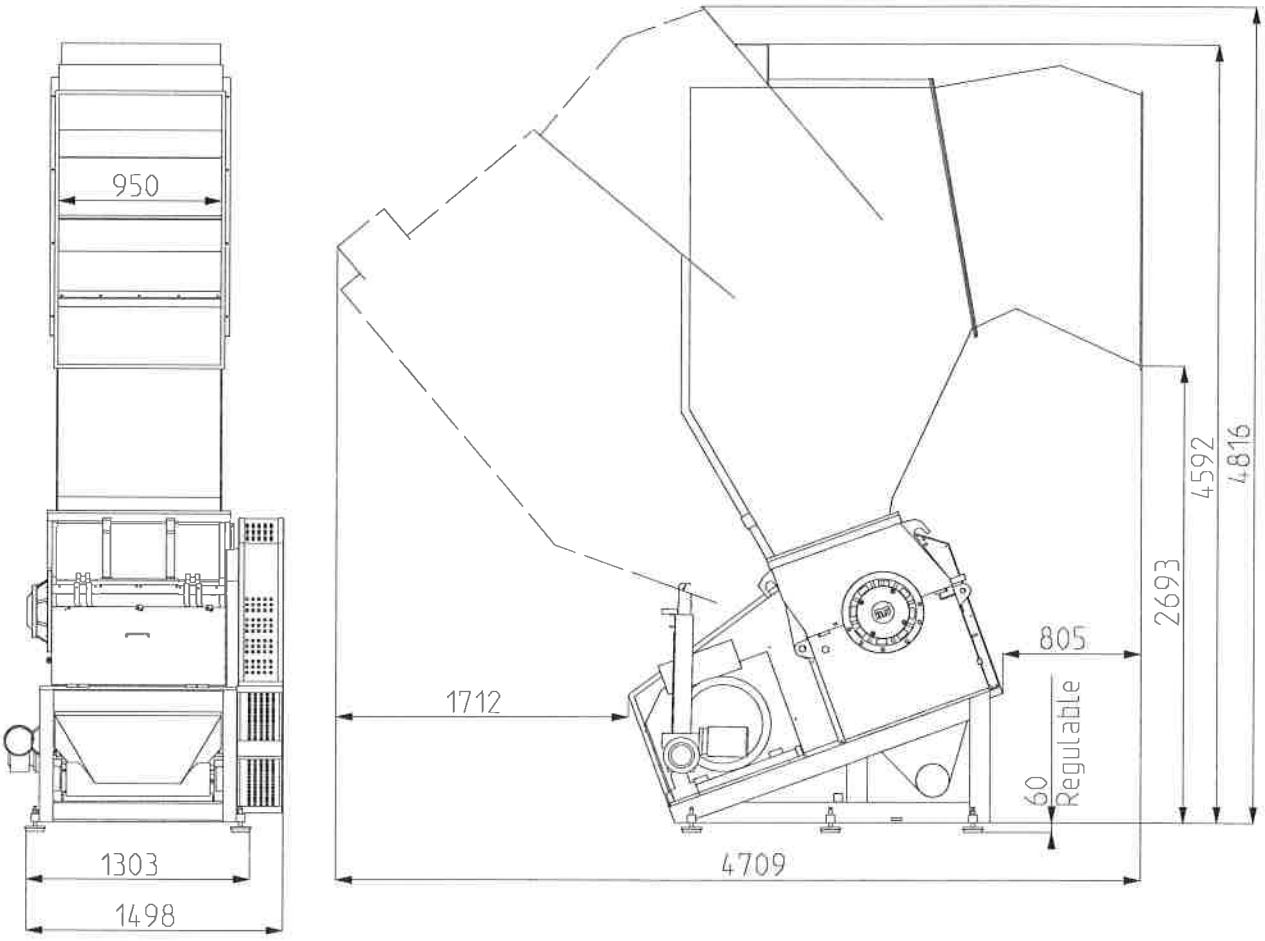
Medidas generales 75/90 St con tolva standart y suplemento entrada manual



Medidas generales 70/95 St con tolva standart y suplemento entrada material para cinta



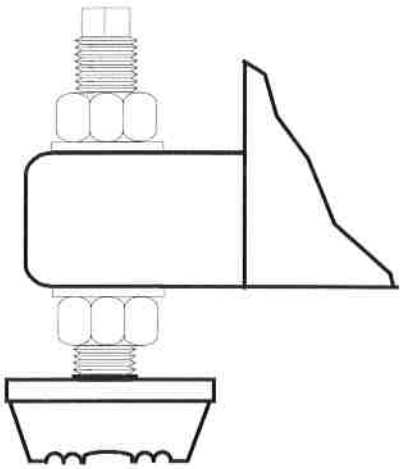
Medidas generales 70/95 St E con tolva para perfiles hata 2000x600 y suplemento entrada material para cabina insonorizada



3.2 MONTAJE

Los molinos de la serie estándar de Mecanofil, ., no precisan de ningún tipo de fijación, dado que los desequilibrios dinámicos y fenómenos vibratorios que se producen, no son suficientes para provocar su desplazamiento.

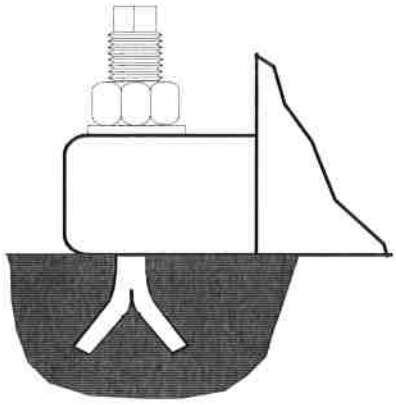
Dado que en casos especiales para poder compensar las irregularidades del pavimento de algunas naves y posteriormente efectuar un correcto nivelado, el molino 70/95 de la serie estándar consta de cuatro soportes para poder instalar sistemas de anclaje por tornillos, por lapas, o por clavillas.

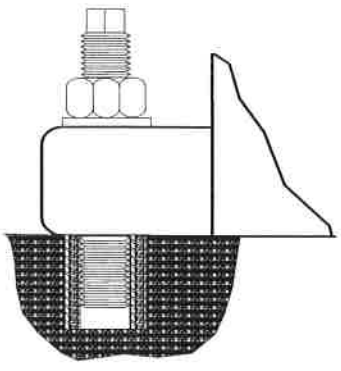


LAPAS: Evita la trasmisión de las vibraciones producidas en el exterior, por el paso de vehículos pesados o por el funcionamiento de otras máquinas. Aconsejamos lapas de poliuretano o caucho con campana protectora de acero resistentes al agua, abrasión, aceite y choque.

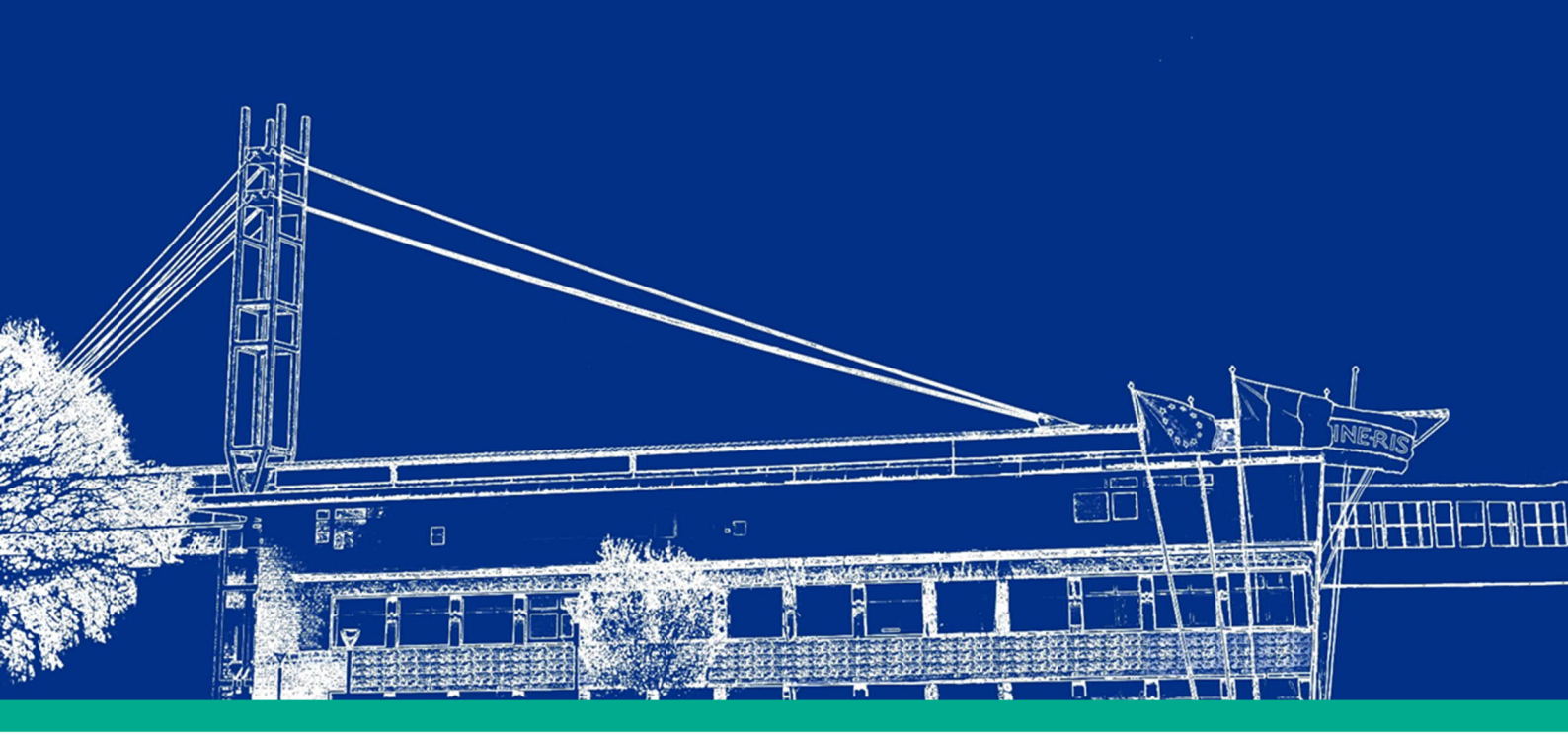
Con este sistema el molino se puede trasladar de lugar fácilmente.

LAVILLAS o TORNILLOS: Estos sistemas de anclaje se utilizan normalmente para dejar indefinidamente el molino en un lugar concreto. La fijación se realiza directamente al pavimento





Annexe 3 Analyse de l'Ineris



Ineris - 205604 - 2712466 – v3.0

25/08/2021

Appui à l'expertise de l'accident survenu sur une installation de broyage le 2 mars 2021 à Savigny-sur-Clairis (Yonne)

BEA-RI

INERIS
maîtriser le risque
pour un développement durable

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 équivalent 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 Incendie, Dispersion, Explosion

Rédaction : LEPRETTE EMMANUEL - MARLAIR GUY

Vérification : CHAUMETTE SYLVAIN

Approbation : Document approuvé le 25/08/2021 par BOUET REMY

Liste des personnes ayant participé à l'étude : -

Table des matières

1 Glossaire....5
2 Introduction....6
2.1 Déontologie....6
2.2 Contexte....6
2.3 Documents de référence, visite et réunions d'échanges....6
3 Présentation de l'installation objet de l'événement et informations sur l'événement....7
3.1 Description générale du site....7
3.2 Description de l'installation et du procédé....7
3.3 Description du broyeur....8
3.4 Description succincte de l'événement....9
3.4.1 Chronologie....9
3.4.2 Relevé des dégâts....10
3.4.3 Causes possibles de l'explosion....12
4 Réponses aux questions posées par le BEA-RI....13
4.1 Nature de l'atmosphère explosive....13
4.1.1 Question du BEA-RI....13
4.1.2 Réponse de l'Ineris....13
4.2 Effets observés....14
4.2.1 Question du BEA-RI....14
4.2.2 Réponse de l'Ineris....14
4.3 Risque d'explosion de poussières....15
4.3.1 Question du BEA-RI....15
4.3.2 Réponse de l'Ineris....15
5 Conclusion....17
6 Annexes....18

Résumé

Ce rapport a pour objet de répondre à une sollicitation du BEA-RI faite à l'Ineris. Celui-ci concerne l'enquête sur l'explosion d'un broyeur de la société SOPREMA situé sur la commune de Savigny-sur-Clairis (Yonne), survenu le 2 mars 2021.

L'objet de ce rapport consiste à répondre à trois questions posées par le BEA-RI visant à :

- Déterminer la nature de l'atmosphère explosive mise en jeu ;
- Evaluer la cohérence des effets observés avec le scénario privilégié par le BEA-RI ;
- Donner un avis sur le risque d'explosion de poussières.

1 Glossaire

ATEX	Atmosphère explosive
BEA-RI	Bureau d'enquêtes et d'analyses - Risques industriels
CO_2	Dioxyde de carbone
Ineris	Institut national de l'environnement industriel et des risques
LIE	Limite inférieure d'explosivité
LSE	Limite supérieure d'explosivité

2 Introduction

2.1 Déontologie

L'Ineris n'a jamais réalisé d'études pour le site SOPREMA de Savigny-sur-Clairis, ni sur le procédé d'extrusion de polystyrène développé par TOPOX, ni sur les broyeurs du constructeur Mateu & Solé.

2.2 Contexte

Le 2 mars 2021 vers 15h, une explosion s'est produite dans un broyeur sur le site SOPREMA de Savigny-sur-Clairis (Yonne). Ce site fabrique des panneaux de polystyrène extrudé pour l'isolation thermique des bâtiments. Il n'est pas classé Seveso. Le broyeur incriminé a pour fonction de broyer des panneaux de polystyrène non conformes afin de recycler les résidus dans le procédé de fabrication.
L'explosion a blessé au 2ème degré l'opérateur chargé d'introduire les panneaux dans le broyeur. Les effets de pression sont restés modérés et principalement localisés au local de broyage.

Suite à l'accident, le BEA-RI a missionné l'Ineris par courriel en date du 10 mars 2021 pour répondre à trois questions. Le courriel de demande est présenté en Annexe 1 de ce rapport. Les questions portent sur :

- La nature de l'atmosphère explosive ;
- La cohérence des dégâts observés avec le principal scénario envisagé ;
- Le risque d'explosion de poussières.

2.3 Documents de référence, visite et réunions d'échanges

Les éléments ayant permis de rédiger ce rapport sont listés en Annexe 2. Ils ont été transmis par le BEA-RI à la suite d'une réunion téléphonique Ineris-BEA le 10 mars 2021. Pour cette analyse l'Ineris n'a pas réalisé de visite de site, et n'a pas eu de contact avec SOPREMA.

3 Présentation de l'installation objet de l'événement et informations sur l'événement

3.1 Description générale du site

Les informations qui suivent sont tirées, pour l'essentiel, du Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter du site.

L'usine SOPREMA de Savigny-sur-Clairis produit des panneaux de polystyrène extrudé (mousse XPS) pour l'isolation thermique des bâtiments. Le site est soumis à autorisation au titre des rubriques 2661 (Extrusion de polystyrène) et 1185 (stockage et mise en œuvre de HFC) mais n'est pas classé Seveso.

Le site est d'implantation récente (2015). Il met en œuvre un procédé développé par la société espagnole TOPOX, qui exploite d'autres sites de production du même type en Espagne. Ce procédé breveté est assez complexe dans sa mise en œuvre et nécessite une régulation précise pour garantir la qualité des produits finis.

Outre la ligne de production des panneaux de polystyrène, le site comprend des silos de stockage de matières premières (silos de billes de polystyrène, cuves de CO_2, d'éthanol, d'isobutane et autres additifs), des silos de récupération des matières recyclées, et une unité d'emballage et de palettisation des produits finis.

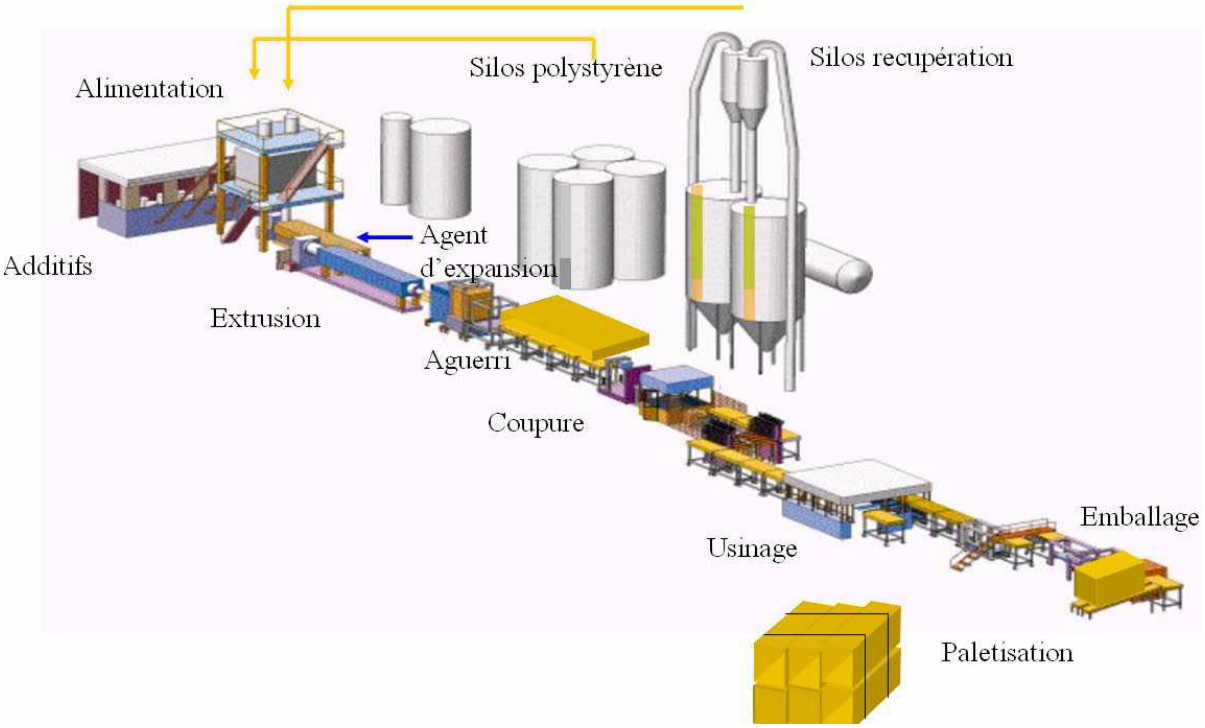


Figure 1 : Schéma de principe de la ligne de production

3.2 Description de l'installation et du procédé

Les matières premières sont, d'une part, des granules de polystyrène, et d'autre part, des agents moussants (CO_2 liquide, isobutane), un adjuvant (éthanol) et des additifs (colorants, retardateurs de flamme, etc., …).

Les additifs sont pré-mélangés et introduits avec le polystyrène dans une première extrudeuse, où ils sont mélangés et fluidifiés par chauffage. L'agent moussant bi-composant (CO_2, isobutane) à l'état liquide est introduit dans l'extrudeuse, puis le mélange est homogénéisé avant de passer dans une seconde extrudeuse.

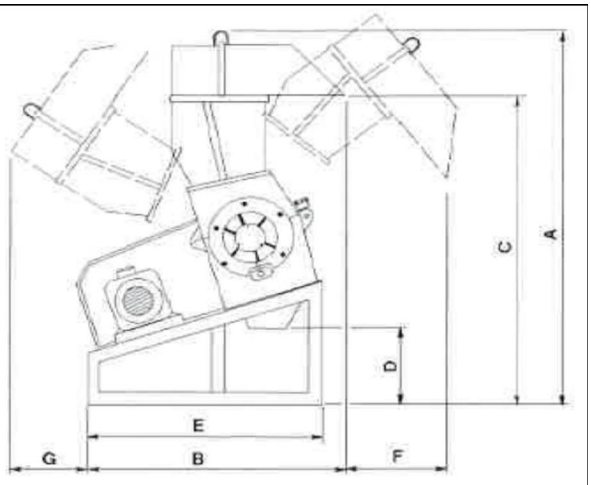
Dans la seconde extrudeuse, la masse continue de se mélanger et la température est régulée pour atteindre la température optimale d'expansion (de l'ordre de 170°C). A la fin du processus de la seconde extrudeuse, le mélange passe par un mélangeur statique pour atteindre l'homogénéité, la température et la viscosité optimales.

A la sortie du mélangeur statique, le produit passe entre deux plaques métalliques parallèles dont l'espacement détermine l'épaisseur des panneaux de mousse XPS finis. L'expansion se poursuit en même temps que le produit se refroidit. En fin de ligne, le produit froid est découpé aux dimensions voulues avant conditionnement.

A chaque changement de fabrication ou chaque redémarrage de la ligne, une à deux heures sont nécessaires pour stabiliser le procédé et la qualité du produit. Les panneaux non conformes produits pendant ces phases transitoires sont broyés, traités via un système de filtration puis stockés en vue d'être recyclés dans le procédé. L'installation de broyage fonctionne donc quotidiennement, plusieurs heures par jour.

3.3 Description du broyeur

L'appareil est un broyeur à couteaux Mateu & Solé M70/95, mis en service en mars 2016. Un plan du broyeur est présenté sur la figure suivante.



A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	G (mm)
3800	2530	2960	275	1775-	1270

Figure 2 : Plan et dimensions du broyeur Mateu & Solé M70/95

La résistance du broyeur à la pression interne n'est pas connue. Cependant, les broyeurs sont réputés résister à des niveaux de surpression interne relativement élevés (0,5 bar à 1 bar), car ils sont soumis à des sollicitations mécaniques importantes du fait de la présence de pièces tournantes massives, de vibrations, des chocs internes, etc…

Le volume interne du broyeur est de l'ordre de 1,5 m^3, en incluant la trémie.

Les panneaux à broyer sont introduits dans une bouche d'alimentation par une ouverture de dimensions 700 mm x 950 mm. Le volume de cette bouche d'alimentation est estimé à 2 m^3. Sa résistance mécanique n'est pas connue, mais en faisant l'hypothèse qu'elle est constituée de tôles d'acier assemblées de 2 ou 3 mm d'épaisseur, les déformations plastiques devraient apparaître pour une surpression interne de l'ordre de 50 à 100 mbar.

Les panneaux doivent normalement avoir refroidi avant d'être broyés, afin d'éviter un échauffement trop important du broyeur.

La trémie en partie basse du broyeur, où sont récoltés les résidus de broyage, est connectée à un cyclone et à un dépoussiéreur qui récupèrent toutes les particules en vue de leur recyclage. L'ensemble est maintenu sous un débit d'aspiration continu, si bien que le broyeur est normalement en dépression.

Le broyeur est situé dans un local séparé du bâtiment principal où se situe la ligne de production. Une porte coulissante permet d'accéder à la bouche d'introduction du broyeur. Les panneaux non conformes sont introduits manuellement dans le broyeur par ce passage (Figure 3).

Figure 3 : Porte coulissante donnant accès à la bouche d'introduction des panneaux dans le broyeur

3.4 Description succincte de l'événement

3.4.1 Chronologie

Une description précise de l'événement a été réalisée par le BEA-RI. Ce paragraphe se contente de faire ressortir les points importants de l'événement afin de mieux comprendre les réponses apportées aux 3 questions posées.

Les instants clés de l'événement sont les suivants :

11h00 : Perte de l'injection de CO_2 dans le procédé d'extrusion du polystyrène, poursuite de la production jusqu'à 12h00 avec injection d'éthanol et d'isobutane seuls.

12h00 : Des flammes vives sont observées en sortie de l'extrudeuse et entraînent un départ de feu sur la chaîne, rapidement maîtrisé. Un diagnostic est effectué, la ligne de fabrication est arrêtée pour réparation (remplacement de la pompe d'alimentation en CO_2).

14h15 : Changement d'équipe et redémarrage de la ligne. Vidange des produits encore présents dans l'extrudeuse avant l'arrêt de la machine, et début du broyage des produits non conformes. Contrairement à la pratique habituelle, les panneaux broyés étaient encore chauds alors qu'ils doivent normalement être complètement refroidis avant d'être introduits dans le broyeur.

15h00 : Explosion dans le broyeur.

15h00 : Secours à la personne, appel des secours, contrôle du risque incendie dans les installations annexes.

15h30 : Arrivée des secours et de la gendarmerie.

3.4.2 Relevé des dégâts

Une boule de feu s'est développée à contre-flux du sens normal de parcours des fluides, au niveau de l'entrée du broyeur. Elle a brûlé au visage et aux mains l'opérateur en charge d'introduire les panneaux dans le broyeur.

Il n'y a pas eu d'effets de pression visible dans le local de production, seulement des projections de broyats à quelques mètres de la bouche du broyeur (Figure 3). Le niveau de pression n'a vraisemblablement pas dépassé quelques dizaines de millibars.

Dans le local broyeur, des traces de combustion sont visibles sur les murs, au droit d'un petit évent (0,1 m x 1 m) situé sur le dessus de la bouche d'introduction des panneaux.

Figure 4 : Vue des traces de combustion dans le local broyeur

Figure 5 : Importantes traces de combustion dans le local broyeur, au niveau de la canalisation de sortie vers le cyclone

Il n'y a pas de déformation plastique visible sur les tôles du broyeur et de la bouche d'entrée, ce qui suggère que la pression d'explosion est restée inférieure à une centaine de mbar. Le broyeur semble avoir légèrement glissé sur le sol, de quelques centimètres.

Il n'y a pas de dégâts à l'intérieur du broyeur (Figure 6). L'examen du broyeur a révélé que celui-ci était complètement bouché par une matière très pâteuse, dénotant un effet de température[1]. Par conséquent, l'aspiration n'était plus fonctionnelle et le broyeur n'était plus en dépression. Cette perte de dépression n'a pas été détectée. L'intérieur du broyeur ne montre pas de dépôts de poussières importants.

Figure 6 : Vue de l'intérieur du broyeur

[1] Selon le document INRS ED 638, Matières Plastiques & adjuvants hygiène et sécurité (2006), « Le polystyrène commence à se déformer sous l'action de la chaleur entre 70 et 90°C. Il se présente sous forme de fluide visqueux vers 140 – 180°C ».

Il n'y a pas de dégât visible en aval de la trémie du broyeur, ni dans la canalisation de sortie vers le cyclone, ni dans le cyclone lui-même. L'explosion ne s'est pas propagée vers le cyclone et le dépoussiéreur.

Figure 7 : Sortie de la trémie du broyeur

En conclusion, les effets de l'explosion se résument à :

- **Une boule de feu à l'entrée du broyeur ;**
- **Une surpression à l'extérieur du broyeur de l'ordre de quelques dizaines de millibar au maximum ;**
- **Une surpression à l'intérieur du broyeur et dans la bouche d'entrée de l'ordre de 50 à 100 mbar au maximum.**

3.4.3 Causes possibles de l'explosion

Les scénarios envisagés par le BEA-RI sont a priori :

- Une explosion de vapeurs induites par le dégazage des panneaux non conformes dans le broyeur. Ces vapeurs inflammables seraient constituées notamment d'isobutane et d'éthanol, qui sont introduits dans l'extrudeuse et dont les panneaux sont imprégnés. Plusieurs facteurs auraient favorisé ce dégazage et permis d'atteindre la formation d'une atmosphère explosive dans le broyeur :
    - Le broyage de produits encore chauds ;
    - L'absence de CO_2, qui en situation normale favoriserait l'inertage ;
    - Le bourrage du broyeur, qui a empêché l'aspiration des vapeurs dégazées, et donc favorisé leur accumulation dans le broyeur.

- Une explosion de poussières de polystyrène issues du broyage.

Ces deux scénarios, et notamment leur cohérence avec les effets observés, sont discutés à travers les réponses aux trois questions posées par le BEA-RI.

4 Réponses aux questions posées par le BEA-RI

4.1 Nature de l'atmosphère explosive

4.1.1 Question du BEA-RI

Les caractéristiques de l'éthanol et de l'isobutane permettent-elles la constitution d'une atmosphère ATEX au sein du broyeur, si oui quelles en seraient les caractéristiques (masse, composition et rendement d'explosion) ?

4.1.2 Réponse de l'Ineris

Le mélange d'agents moussants et d'adjuvants introduit dans le procédé le matin de l'accident était composé de CO_2, isobutane et éthanol.

Mais, en raison de la rupture d'alimentation en CO_2 du procédé, un mélange composé uniquement d'isobutane et d'éthanol a été injecté pendant environ 1 heure avant l'arrêt de la machine. Cette absence de CO_2 a entraîné la production de panneaux non conformes, dont le broyage est à l'origine de l'explosion. C'est donc ce mélange qui est considéré dans la suite de l'étude[2].

Les propriétés d'inflammabilité de l'isobutane et de l'éthanol sont résumées dans le tableau 1, ainsi que les limites d'inflammabilité calculée pour le mélange injecté dans le procédé. Ces valeurs sont issues des fiches de données de sécurité fournies par SOPREMA. L'éthanol est en réalité un alcool éthylique dénaturé composé à plus de 90% d'éthanol. L'isobutane est pur à plus de 95%.

Propriété	Isobutane	Ethanol	Mélange isobutane + éthanol
LIE	1,8%	2%	1,9%
Stœchiométrie	4%	5,5%	4,9 %
LSE	8,4%	15%	11,9%
Point d'éclair	-87°C	13°C (en coupelle fermée) 22°C (en coupelle ouverte)	
Point d'ébullition	-11,7°C	78-82°C	
Température d'auto-inflammation	460°C	>363°C	
Vitesse fondamentale de combustion laminaire (m/s)	0,36	0,44	

Tableau 1 : Propriétés inflammables de l'éthanol et de l'isobutane

[2] La participation d'autres gaz ou vapeurs inflammables (vapeurs de styrène par dépolymérisation sous l'effet de la chaleur) à l'analyse des données de décomposition thermique du PS (document INRS ED 638) semble pouvoir être exclue

L'évaporation de l'isobutane et de l'éthanol produit des vapeurs plus lourdes que l'air. Cependant les mouvements des couteaux favorisent le mélange avec l'air ambiant et la formation d'une atmosphère explosive homogène. A titre indicatif, nous avons estimé les quantités de vapeur nécessaires pour créer une ATEX homogène, à la LIE et la stœchiométrie, pour remplir le broyeur et la trémie seuls (1,5 m^3), ou bien le broyeur, la trémie, et la bouche d'accès (3,5 m^3).

		Broyeur + trémie	**Broyeur + trémie + bouche**
LIE	Volume de vapeur	30 litres	70 litres
	Masse de vapeur	65 g	150 g
Stœchiométrie	Volume de vapeur	75 litres	175 litres
	Masse de vapeur	150 g	350g

Tableau 2 : Quantités de vapeurs estimées pour former une atmosphère explosive dans le broyeur

Le débit de dégazage des panneaux dans le broyeur n'est pas connu. Plusieurs facteurs laissent toutefois penser que les conditions étaient réunies pour favoriser un dégazage important :

- Les panneaux introduits dans le broyeur étaient anormalement[3] chauds ;
- La température dans le broyeur était de l'ordre de 100°C (pour mémoire, température de déformation du PS dès 70 à 90°C) ;
- La perte de l'aspiration empêchait la circulation d'air et favorisait l'échauffement.

De plus, connaissant la capacité de production de l'extrudeuse (environ 1300 kg/h de produit fini) la capacité de broyage (entre 800 et 1600 kg/h d'après les données constructeur), la densité des panneaux fabriqués (35 kg/m^3) et la consommation d'éthanol (0,76 kg/m^3 de produit fini dans des conditions de fonctionnement normal), et si l'on considère que l'explosion s'est produite environ une demi-heure après le début du broyage des panneaux non conformes, on peut estimer que la quantité de matière broyée avant l'explosion contenait environ 8 à 16 kg d'éthanol et la moitié, en masse, d'isobutane. Même si l'on ne connaît pas précisément la quantité d'éthanol et d'isobutane réellement piégée dans les panneaux pendant la phase d'extrusion, et la quantité susceptible d'être dégazée, il semble qu'il y avait largement assez d'éthanol et d'isobutane, dans les panneaux introduits dans le broyeur, pour produire par dégazage les quantités indiquées dans le tableau 2. La formation d'une atmosphère explosive essentiellement constituée d'un mélange de vapeurs d'éthanol et d'isobutane et d'air paraît donc très probable.

4.2 Effets observés

4.2.1 Question du BEA-RI

Si l'on retient la composition d'une atmosphère explosive dans le broyeur, les dégâts observés sont-ils cohérents avec la masse de gaz calculée ?

4.2.2 Réponse de l'Ineris

La pression d'explosion dans le broyeur dépend du volume, de la composition et de la richesse de l'atmosphère explosive présente dans le broyeur au moment de l'inflammation, ainsi que de la turbulence. Nous avons vu que la composition de l'atmosphère explosive ne peut être déterminée précisément, car le débit de dégazage des vapeurs inflammables lors du broyage est inconnu.

[3] Le protocole standard de retraitement des produits non conformes prévoit une période de refroidissement non respectée lors de la survenue de l'incident analysé.

Toutefois, le calcul présenté à la question précédente montre que les conditions étaient réunies pour remplir le broyeur à la LIE, et même à la stœchiométrie.

La turbulence est produite par le mouvement des couteaux. On suppose une vitesse de rotation de 60 tour/minute, ce qui induit une vitesse de rotation des couteaux de l'ordre de 2,5 m/s. En considérant une intensité de turbulence de l'ordre de 20% de la vitesse moyenne de rotation et en appliquant la corrélation de Gülder avec l'hypothèse d'une ATEX stœchiométrique, on estime la vitesse de combustion turbulente dans le broyeur à 3,5 m/s.

Un calcul d'explosion a été réalisé avec le logiciel EFFEX de l'Ineris, développé pour le calcul des effets des explosions internes de gaz et de poussières[4]. On suppose que le broyeur, la trémie et la bouche d'introduction sont entièrement remplie d'une ATEX stœchiométrique, soit un volume de 3,5 m^3, avec l'intensité de turbulence calculée ci-dessus. Dans ces conditions, la surpression maximale d'explosion atteinte dans le broyeur serait de 40 mbar. Ce niveau de pression est assez faible car le broyeur est largement ouvert sur l'extérieur. Il est cohérent avec les effets observés. Une boule de feu de diamètre égal à environ deux fois la dimension caractéristique de la bouche d'introduction des panneaux, soit environ 1,5 m, est produite dans le local de production devant l'entrée du broyeur.

Si le broyeur était rempli d'une atmosphère explosive de concentration plus proche de la LIE ou de la LSE, le niveau de pression calculé serait plus faible. Le calcul semble donc appuyer l'hypothèse d'une atmosphère explosive proche de la stœchiométrie, remplissant assez largement le broyeur. Il s'agit aussi de la situation où l'ATEX est le plus facilement inflammable.

4.3 Risque d'explosion de poussières

4.3.1 Question du BEA-RI

S'agissant de l'étude d'explosion des poussières, pourriez-vous nous donner un avis technique sur le document qui doit nous être fourni par Soprema notamment au vu des granulométries de broyage ?

4.3.2 Réponse de l'Ineris

SOPREMA a transmis un rapport d'essais d'explosivité des poussières issues du broyage. Ces essais ont été réalisés par le laboratoire espagnol LOM, en janvier 2021, sur des échantillons récoltés en novembre 2020.

Le rapport d'essais ne précise pas l'origine exacte des poussières analysées, ni même si elles proviennent bien de l'usine de Savigny. Celles-ci ont pu être récoltées directement dans le broyeur, ou bien dans le cyclone. La poudre réceptionnée par le LOM a d'abord été tamisée à 500 µm pour éliminer les plus grosses particules, puis les fines ont fait l'objet d'une granulométrie par diffraction laser en voie sèche, dont les résultats sont les suivants :

d(0,1) (µm)	20
d(0,5) (µm)	115
d(0,9) (µm)	391

Tableau 3 : Granulométrie de la poussière testée au LOM

Le diamètre médian d(0,5) est supérieur à 100 µm, ce qui classe cette poussière parmi les « grosses particules » à l'exemple de la farine de blé. La poudre testée était sèche (humidité résiduelle 0,8%).

[4] *Prévoir les effets des explosions de poussières : EFFEX, un outil de simulation*, rapport Ineris téléchargeable sur www.ineris.fr

Les résultats des essais normalisés réalisés par le LOM sont rappelés ci-après :

Température minimale d'inflammation en nuage	440°C
Limite inférieure d'explosivité	30 g/m^3
Energie minimale d'inflammation	2,1 mJ
Pression maximale d'explosion P_{max}	6,9 bar
Vitesse maximale de montée en pression K_{st}	139 bar.m/s

Tableau 4 : Propriétés explosives de la poussière de polystyrène

Cette poussière est donc clairement explosive lorsqu'elle est mise en suspension dans l'air. Il s'agit d'une poussière de classe ST1 (K_{st} < 200 bar.m/s). Son énergie d'inflammation est particulièrement basse pour une poussière, probablement à cause de la présence des gaz dont elle est imprégnée (isobutane et éthanol). Elle est donc facilement inflammable par les sources d'inflammation d'origine mécanique (frottements), électriques et les étincelles électrostatiques.

En fonctionnement normal, le broyeur est en aspiration continue, il est donc peu probable que des accumulations de poussière importantes se forment sur les parois du broyeur. Notons toutefois que l'on retient généralement qu'un dépôt de 1 mm d'épaisseur suffit, une fois mis en suspension, à produire une atmosphère explosive de quelques dizaines de g/m^3.

Le jour de l'accident, le broyeur était colmaté par une matière pâteuse très collante, si bien que l'aspiration n'était pas fonctionnelle. Le broyage, perdant dans ces conditions dégradées de fonctionnement une grande partie de son efficacité, le broyeur n'était donc pas susceptible de produire beaucoup de poussières. L'examen du broyeur après l'accident semble confirmer ce point. Il paraît donc peu probable qu'un nuage de poussières en suspension était présent dans le broyeur au moment de l'explosion. Cependant, on ne peut exclure totalement que quelques dépôts de poussières préexistants sur les parois du broyeur aient pu contribuer à l'explosion.

A titre indicatif, un calcul d'explosion de poussières a été réalisé avec le logiciel EFFEX pour estimer la pression d'explosion réduite dans le broyeur.

Dans le cas le plus pénalisant, on suppose que la totalité du broyeur et de la bouche d'entrée, soit un volume de 3,5 m^3, est remplie d'une atmosphère explosive. La bouche d'entrée est considérée ouverte. La poussière est soumise à la turbulence créée par le mouvement des couteaux.

Dans ces conditions, on calcule une pression réduite d'explosion inférieure à 20 mbar, et une boule de feu de l'ordre de 1,5 m de diamètre à l'extérieur. Ces résultats sont compatibles avec l'absence de dégâts observés sur le broyeur.

5 Conclusion

A la demande du BEA-RI, l'Ineris a répondu à trois questions en appui à l'analyse de l'accident survenu sur un broyeur de panneaux de polystyrène extrudés sur le site de SOPREMA à Savigny-sur-Clairis, le 2 mars 2021. Ces questions portent sur :

- La nature de l''atmosphère explosive ;
- La cohérence des dégâts observés avec le principal scénario envisagé ;
- Le risque d'explosion de poussières.

Il ressort de l'expertise de l'Ineris que le scénario privilégié par le BEA-RI, à savoir la formation et l'inflammation d'une atmosphère explosive constituée de vapeurs d'éthanol et d'isobutane en mélange avec de l'air dans le broyeur est très probable. Les quantités d'éthanol et d'isobutane en présence étaient largement suffisantes et les conditions étaient réunies pour favoriser le dégazage et la formation d'une ATEX : produit chaud, absence de CO_2, perte de l'aspiration dans le broyeur. Le calcul montre que les effets de pression observés sont compatibles avec l'hypothèse d'une ATEX stœchiométrique remplissant assez largement le broyeur. Enfin, l'occurrence d'une explosion de poussières, théoriquement possible, ne semble pas devoir être considérée dans le contexte de cet accident.

6 Annexes

Liste des annexes :

Annexe 1 : Courriel de demande du BEA-RI – 10 mars 2021

Annexe 2 : Liste des documents utilisés pour la réalisation de l'expertise

Annexe 1 : Courriel de demande du BEA-RI – 10 mars 2021

Soprema à Savigny sur Clairis(89)

[redacted]

Répondre à tous | Transférer | ...

mer. 10/03/2021 16:02

Instructions de téléchargement (fr).html
2 KB

Bonjour
comme suite à notre échange voici les questions que nous nous posons :
- les caractéristiques de l'éthanol et de l'isobutane permettent-elles la constitution d'une atmosphère ATEX au sein du broyeur, si oui quel en serait les caractéristiques (masse, composition et rendement d'explosion) ?
- Si on retient la composition d'une atmosphère explosive dans le broyeur les dégâts observés sont ils cohérents avec la masse de gaz calculée ?
- S'agissant de l'étude d'explosion des poussières, pourriez-vous nous donner un avis technique sur le document qui doit nous être fourni par Soprema notamment au vue des granulométries de broyage ?
Bien cordialement

[redacted]

Annexe 2 : Liste des documents utilisés pour la réalisation de l'expertise

Dossier de Demande d'Autorisation d'exploiter au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, Création d'une unité de fabrication de produits isolants en polystyrène extrudé, 2013

Documentation broyeur :

MATEU & SOLE – Manuel d'instructions broyeur 70/95 série standard

MATEU & SOLE – Molinos Serie Estandar Modelo 19/25, 25/40, 28/45, 70/95

Procédures :

OPL broyeur version A

OPL broyeur version B

Produits :

Rapport d'essais d'explosivité de poussières de broyage, Laboratorio Oficial J.M. Madariaga, rapport LOM 21.036Q, 2021

FDS Alcool éthyl 96 Agri Ren Dénaturé eurodénaturant vrac (2019)

FDS Isobutane Inventec

Mesures de l'exposition aux composés chimiques dans l'air – campagne postes fixes – février 2020, rapport COELYS, mars 2020

Tests feu laboratoire Savigny du 2 mars 2021

Stabilité thermique du polystyrène : document INRS ED 638 édition 2006

Rapports d'incident :

Rapport accident environnemental SOPREMA, 2 mars 2021

Liste des fonctions présentes sur site le 2 mars 2021

Dossier photos constitué lors de la visite du site par le BEA-RI le 4 mars 2021

Institut national de l'environnement industriel et des risques
Parc technologique Alata • BP 2 • F-60550 Verneuil-en-Halatte
03 44 55 66 77 • ineris@ineris.fr • www.ineris.fr

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

Liberté
Égalité
Fraternité

Bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels

MTE / CGEDD / BEA-RI
Tour Séquoïa
92055 La Défense Cedex

+33 1 40 81 21 22
bea-ri.cgedd@developpement-durable.gouv.fr

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