



PARTIE 3

ÉTUDE DE DANGERS

SOMMAIRE

1	METHODOLOGIE DE L'ANALYSE – LES DIFFERENTES ETAPES.....	1
1.1	Processus de maîtrise des risques	1
1.2	Identification des dangers	2
1.3	Estimation du risque.....	2
1.3.1	La méthode AMDEC	2
1.3.2	Grille de criticité.....	3
1.3.3	Tableaux d'analyse de risques.....	5
1.4	Etude des scénarios d'accidents majeurs (résiduels).....	5
1.4.1	La méthode du Nœud Papillon	6
1.5	Evaluation des scénarios résiduels (AM du 29/09/2005).....	7
1.5.1	Détermination de la gravité de l'accident majeur :	8
1.5.2	Cinétique des phénomènes dangereux :	11
1.5.3	Grille de criticité.....	12
1.5.4	Critères d'exclusion du Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT).....	13
1.6	Déroulement de l'analyse des risques du site de Belle Assise.....	14
1.6.1	Principe de l'analyse des risques internes.....	14
1.6.2	Réalisation de l'analyse des risques internes	14
2	ACCIDENTOLOGIE.....	15
2.1	Données du BARPI – Accidentologie silos	15
2.2	Données du BARPI – Accidentologie engrais.....	16
2.3	Retour d'expérience interne Groupe NORIAP.....	17
2.4	Retour d'expérience interne Belle Assise	17
3	IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS :.....	18
3.1	Dangers externes :.....	18
3.1.1	Dangers liés à l'environnement naturel :	18
3.1.2	Dangers liés aux voies de communication :	20
3.1.3	Dangers liés à l'environnement humain :	21
3.2	Dangers liés aux produits.....	22
3.2.1	Grains :	22
3.2.2	Poussières.....	26
3.2.3	Engrais solides à base de nitrate d'ammonium	32
3.3	Dangers liés aux procédés utilisés	34
3.3.1	Dangers liés au stockage de grains :	34
3.4	Réduction des potentiels de dangers.....	55
3.4.1	Réduction des potentiels de dangers liés à l'activité de stockage de grains :	55
3.5	Intérêts à protéger.....	62
3.5.1	Habitats, lieux publics ou privés les plus proches.....	62
3.5.2	Points d'eau, captages.....	62
3.5.3	Zones naturelles protégées.....	63
3.5.4	Voies de communication	64
3.5.5	Conclusions sur les intérêts à protéger.....	64
3.6	Tableau de synthèse et conclusions de l'analyse des dangers.....	64
3.6.1	Dangers liés à l'environnement naturel et humain	64
3.6.2	Dangers liés aux activités	65
3.6.3	Événements redoutés	65
3.6.4	Cinétiques des évènements redoutés.....	65
4	ANALYSE DES RISQUES.....	67
4.1	Tableaux d'analyse des risques.....	67
4.1.1	Silo béton	67
4.1.2	Silo projeté :	70
4.2	Exploitation des tableaux d'analyse des risques	75
4.2.1	Analyse des risques liés aux installations :	75
5	EVALUATION DES CONSEQUENCES ET DES NIVEAUX DE PROBABILITE DES SCENARIOS MAJORANTS :.....	76
5.1	SC1 : Effondrement des cellules :	76
5.1.1	Description de l'événement redouté :	76
5.1.2	Hypothèses :	78
5.1.3	Conséquences : détermination des distances d'effets :	78
5.2	SC2 et SC3 : Explosion primaire dans un filtre et dans les élévateurs Zone ATEX 22 :	78
5.2.1	Description de l'événement redouté :	78
5.2.2	Hypothèses :	78

5.2.3	Conséquences : détermination des distances d'effets :	80
5.2.4	Evaluation des conséquences des effets de flamme.....	82
5.2.5	Evaluation des conséquences des projections :	82
6	CARACTERISATION ET CLASSEMENT DES DIFFERENTS PHENOMENES DANGEREUX :	83
6.1	Etude du scénario 1 :	83
6.1.1	Nœud de papillon et mesures de prévention / protection :	83
6.1.2	Conclusion.....	83
6.1.3	Synthèse des évaluations du risque résiduel du scénario 1 :	84
6.2	Etude du scénario 2 :	85
6.2.1	Nœud de papillon et mesures de prévention / protection :	85
6.2.2	Conclusion.....	85
6.2.3	Synthèse des évaluations du risque résiduel du scénario 2 :	86
6.3	Etude du scénario 3 :	87
6.3.1	Nœud de papillon et mesures de prévention / protection :	87
6.3.2	Conclusion.....	87
6.3.3	Synthèse des évaluations du risque résiduel du scénario 3 :	88
6.4	Evaluation des scénarios résiduels	89
7	MAITRISE DES RISQUES – MESURES DE PREVENTION ET DE PROTECTION	90
7.1	Mesures de prévention et de protection existantes	90
7.2	Barrières de prévention techniques	90
8	ORGANISATION GENERALE DE LA PREVENTION ET DES SECOURS	93
8.1	Moyens mobilisables propres à l'établissement.....	93
8.1.1	Moyens extérieurs mobilisables	94
8.1.2	Organisation de l'alerte et de l'intervention	97
8.2	Organisation du retour d'expérience	97
8.2.1	Généralités	97
8.2.2	Outils mis en place par l'établissement.....	98
9	CONFORMITE A L'ARRETE MINISTERIEL DU 29 MARS 2004 MODIFIE :	99

1 METHODOLOGIE DE L'ANALYSE – LES DIFFERENTES ETAPES

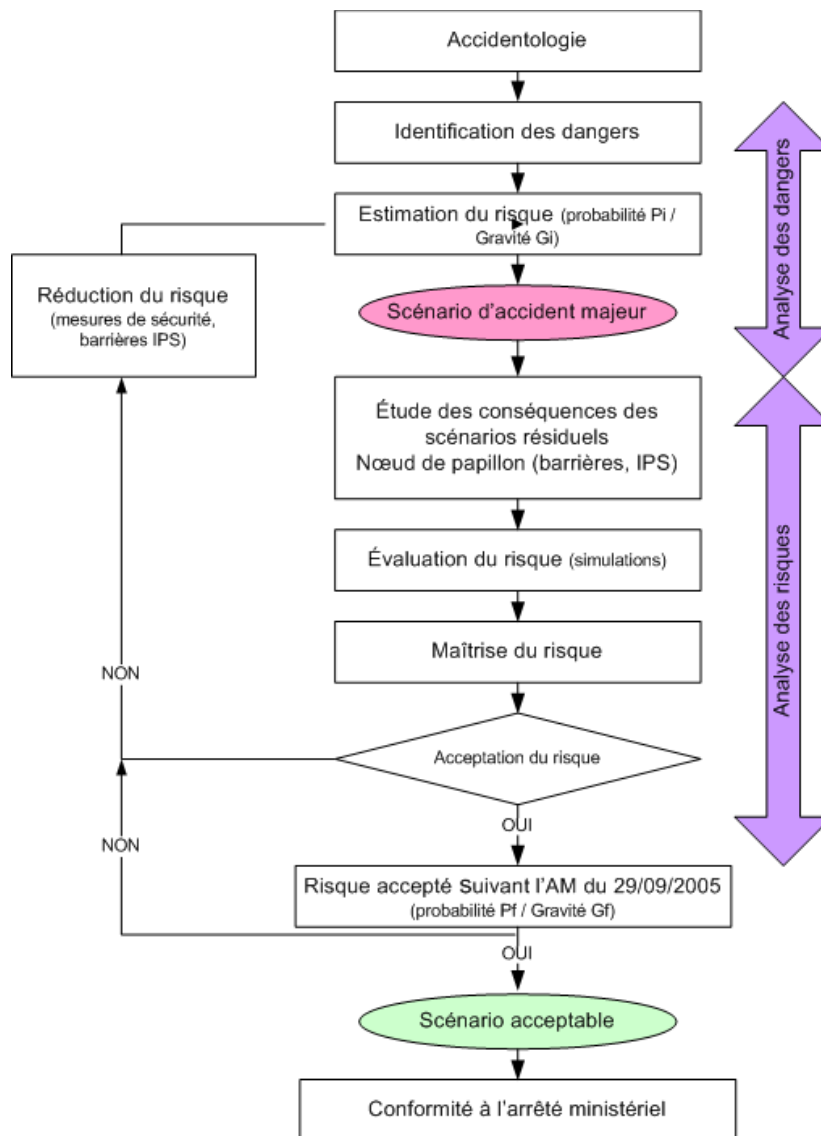
Ce paragraphe est la présentation complète de la méthode utilisée pour l'analyse des risques et dangers en détaillant les différentes étapes.

L'analyse préliminaire des dangers est composée en premier lieu d'informations générales puis des données spécifiques au site.

1.1 Processus de maîtrise des risques

La maîtrise des risques repose sur les étapes suivantes (voir figure suivante) développées dans les chapitres ci-dessous :

1. Identifier les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens ;
2. Estimer les risques en tenant compte des mesures de sécurité existantes ;
3. Comparer le niveau de risque estimé à un niveau jugé acceptable ;
4. Mettre en place de nouvelles mesures de manière à réduire le niveau de risque si celui-ci est jugé inacceptable.



1.2 Identification des dangers

L'identification des dangers est la première étape du processus de maîtrise des risques.

Un danger est défini comme un phénomène pouvant provoquer intrinsèquement des conséquences négatives (gravité).

Elle se déroule selon les étapes suivantes :

1. Analyse de l'accidentologie ;
2. Identification et caractérisation des potentiels de dangers (gravité) ;
3. Réduction des potentiels de dangers ;
4. Identification des événements redoutés majeurs

Cette identification exhaustive des dangers est obtenue par l'utilisation de la méthode déterministe d'analyse préliminaire des dangers.

L'ensemble des dangers suivants sont étudiés, identifiés, analysés et les conséquences définies :

- Dangers naturels liés à l'environnement ;
- Dangers liés aux produits (grains, poussières et produits phytosanitaires et produits combustibles)
- Dangers liés aux procédés (stockage grains, stockage de produits phytosanitaires, et activités annexes) suivants les différents modes de fonctionnements (normal, dégradé et accidentel)
- Effets dominos
- Intérêts à protéger
- Accidentologie

1.3 Estimation du risque

A partir des dangers identifiés, le groupe de travail identifie, analyse et évalue les risques à partir de l'AMDEC.

Les mesures de prévention existantes ou nécessaires pour maintenir ou rendre le risque acceptable sont identifiées (réduction du risque).

1.3.1 La méthode AMDEC

La méthode utilisée est de « type AMDEC » ;

L'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (annotée AMDEC) est une méthode inductive qui permet d'identifier tous les modes de défaillance ayant un effet sur la sécurité. Elle consiste à effectuer en premier lieu un recensement exhaustif des modes de défaillance des équipements d'un système puis à envisager leurs conséquences. Cette méthode aboutit à l'estimation semi-quantitative de la criticité des défaillances redoutées.

L'analyse s'effectue selon les étapes suivantes :

- Décrire et découper le système étudié : les différentes activités de l'établissement sont découpées en différents « équipements » (découplage fonctionnel) ;
- Identifier les modes de défaillance suivants les différents modes de fonctionnements (normal, dégradé et accidentel) de chaque équipement (panne, variation, phénomène dangereux, dysfonctionnements, ...) ;
- Identifier les causes possibles ;
- Identifier les conséquences ;
- Présenter les mesures existantes aptes à éviter l'apparition de la défaillance ou à en limiter les effets ;
- Mesurer le risque à partir d'une estimation initiale de la probabilité et de la gravité de la défaillance ;
- Repérer les événements critiques, qu'il convient de maîtriser en priorité.

L'évaluation quantitative des défaillances est réalisée en déterminant la criticité des défaillances.

Pour cela, chaque entreprise établit son référentiel déterminant les classes, ou les niveaux, de gravité de 1 (pas de conséquence) à 6 (conséquences les plus graves).

La criticité (C) d'une défaillance est appréciée par la combinaison des niveaux de gravité (G) et de fréquence (F).

Elle s'exprime par le couple G-F qui peut varier de 11 (criticité la plus faible : F=1 : peu fréquent, et G=1 : pas de conséquences) à 66 (criticité la plus forte : F=6 : très fréquent, G=6 : conséquences les plus graves).

1.3.2 Grille de criticité

Une estimation semi-quantitative des risques peut être réalisée à l'aide d'une grille de criticité. Cette grille permet d'estimer la probabilité et la gravité de la défaillance et de juger de l'acceptabilité du danger.

La grille de criticité adoptée par l'établissement est présentée à la page suivante :

- La probabilité est estimée sur une échelle de 1 (extrêmement rare) à 6 (très fréquent) ;
- La gravité est estimée sur une échelle de 1 (effet négligeable) à 6 (effet catastrophique) ;
- La criticité s'exprime par le couple probabilité-gravité et définit 3 zones :
 - o Une zone acceptable pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes ;
 - o Une zone critique pour laquelle des mesures renforcées sont à définir ;
 - o Une zone inacceptable.

Probabilité											
Très fréquent	Phénomène répétitif pouvant survenir plusieurs fois par an dans la vie de l'installation	6									
Assez fréquent	Phénomène occasionnel pouvant survenir une fois par an dans la vie de l'installation	5									Zone inacceptable
Peu fréquent	Phénomène pouvant survenir tous les 5 ans dans la vie de l'installation	4									Zone critique
Probable	Phénomène pouvant survenir au moins une fois dans la vie de l'installation	3									
Rare	Phénomène vraisemblable mais rarement rencontré	2									Zone acceptable
Extrêmement rare	Phénomène peu vraisemblable ou jamais rencontré	1									
Niveau de gravité			1	2	3	4	5	6			
Gravité			Effet négligeable	Effet mineur	Effet significatif	Effet sérieux	Effet majeur	Effet catastrophique			
Effet sur l'installation, la sécurité et l'environnement.			<p>Dommages négligeables pour l'installation. Pas de dommages pour les personnes. Les personnes visées sont l'ensemble des personnes présentes dans l'installation (travailleurs) ou ceux à proximité ou au voisinage de l'installation (tiers). Pas de dommages pour l'environnement</p>	<p>Dommages très faibles pour l'installation. Dommages négligeables pour les personnes. Les personnes visées sont l'ensemble des personnes présentes dans l'installation (travailleurs) ou ceux à proximité ou au voisinage de l'installation (tiers). Pas de dommage pour l'environnement</p>	<p>Dommages faibles pour l'installation. Dommages très faibles pour les personnes. Les personnes visées sont l'ensemble des personnes présentes dans l'installation (travailleurs) ou ceux à proximité ou au voisinage de l'installation (tiers). Pollution de l'air ou de l'eau ayant une incidence limitée</p>	<p>Dommages sérieux pour l'installation. Dommages réversibles pour les personnes. Les personnes visées sont l'ensemble des personnes présentes dans l'installation (travailleurs) ou ceux à proximité ou au voisinage de l'installation (tiers). Pollution de l'air ou de l'eau ayant une incidence étendue</p>	<p>Installation particulièrement hors service. Dommages irréversibles pour les personnes. Les personnes visées sont l'ensemble des personnes présentes dans l'installation (travailleurs) ou ceux à proximité ou au voisinage de l'installation (tiers). Pollution majeure du sol, de l'air ou de l'eau ayant une incidence importante</p>	<p>Installation détruite Effet létal</p>			

Grille de criticité

1.3.3 Tableaux d'analyse de risques

La démarche est synthétisée sous forme de tableau, dont les colonnes sont les suivantes :

- Une colonne « localisation » recense les équipements de l'installation.
- Une colonne « équipement avant » indique le ou les équipements de l'installation précédant l'équipement étudié ;
- Une colonne « équipement après » indique le ou les équipements de l'installation succédant à l'équipement étudié ;
- Une colonne « causes » recense les sources possibles pouvant mener à l'événement redouté pour l'équipement considéré.
- Une colonne « conséquences » présente les conséquences maximales estimées pour l'équipement considéré.
- Une colonne « mesures de prévention existantes » liste l'ensemble des mesures de prévention.
- Une colonne « mesures de protection existantes » liste l'ensemble des mesures de protection et de réaction.
- Une colonne « probabilité » notée P_i , donne la « note » de l'occurrence initiale estimée en groupe de travail à cet événement (voir grille de criticité) pour l'équipement considéré.
- Une colonne « gravité » notée G_i , donne la « note » de la gravité initiale des conséquences estimées en groupe de travail à cet événement (voir grille de criticité) pour l'équipement considéré.

La criticité des événements est définie à partir des notes du couple probabilité-gravité.

Les événements critiques sont repérés dans les colonnes « probabilité » et « gravité » à l'aide du code couleur défini par la grille de criticité :

- En rouge : les événements inacceptables. Des modifications substantielles doivent être définies et leurs impacts justifiés.
- En jaune : les événements critiques pour lesquels des mesures de sécurité doivent être renforcées, par la définition de barrière.
- En vert : les événements acceptables. Ces événements sont jugés acceptables au vu des mesures mises en place.

Une zone non confinée est une mesure de protection car cela correspond à l'absence d'un des 6 éléments nécessaire à l'obtention d'une explosion (confinement) donc avec cette suppression il n'y a pas d'explosion.

Une cellule fermée est une mesure de protection car le couvercle est un système de découplage (pression et poussières).

1.4 Etude des scénarios d'accidents majeurs (résiduels)

Au cours de l'analyse des risques, de nombreux scénarios peuvent être identifiés sans qu'ils concernent tous la problématique des accidents majeurs. L'estimation semi-quantitative effectuée à l'aide de la grille de criticité permet de distinguer les scénarios d'accidents majeurs, à savoir ceux qui font apparaître un ou plusieurs événements jugés inacceptables ou critiques.

Chaque événement non acceptable ou critique fait l'objet d'une étude approfondie de ses causes et de ses conséquences, définissant des scénarios d'accidents majeurs. Ces scénarios sont retranscrits sous la forme d'un nœud papillon. Les conséquences et effets majeurs peuvent ensuite être évalués au regard des mesures de sécurité en place ou prévues. L'ensemble de cette démarche permet de vérifier l'efficacité des mesures de sécurité par rapport aux scénarios envisagés.

Pour assurer durablement le niveau de sécurité global des installations, des barrières sont déterminées. La mise en place de ces barrières permet de passer d'un risque inacceptable ou critique à un risque acceptable. Sur les tableaux AMDEC, les probabilités ou gravités initiales (P_i et G_i) sont diminuées à un niveau acceptable final (P_f et G_f).

Ainsi, le processus de maîtrise des risques permet de passer de risques d'accidents majeurs à des risques dits « résiduels ».

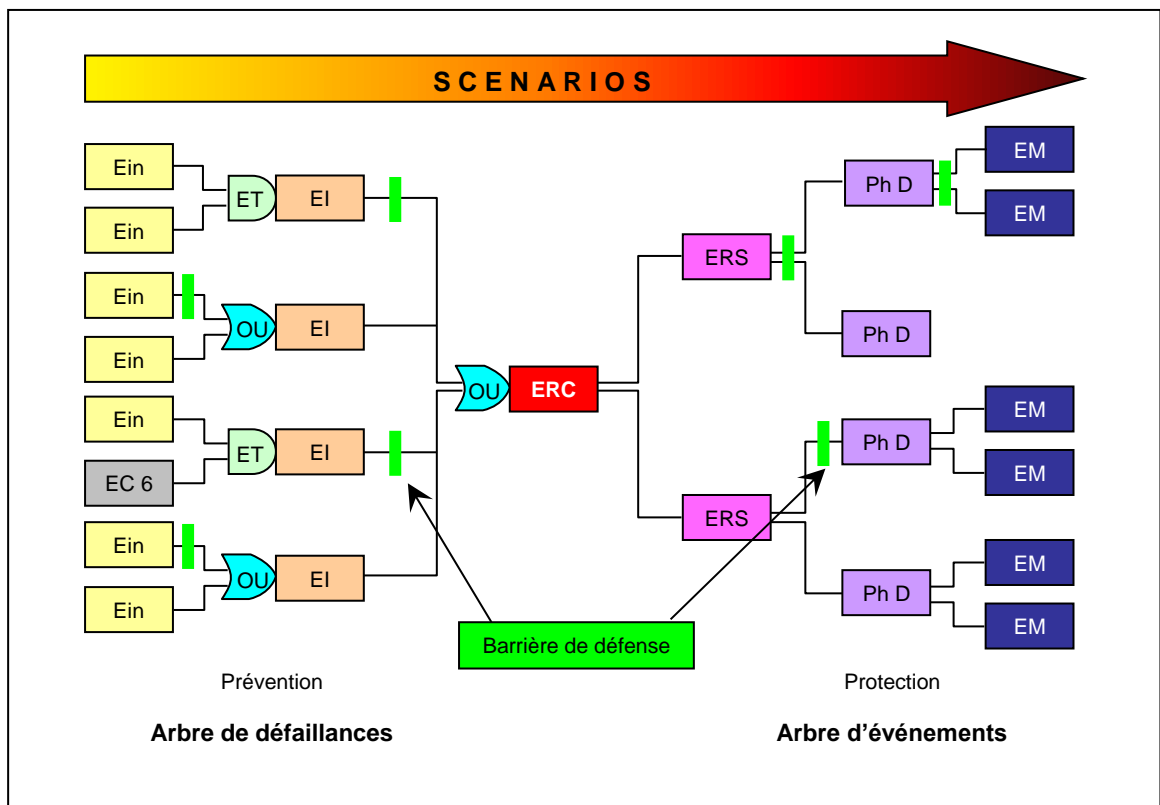
Enfin, l'ensemble des informations est reporté sur le nœud papillon :

- L'enchaînement des évènements ;
- Les mesures de sécurité existantes ;
- Les mesures de sécurité prévues ;
- Les barrières.

Le nœud papillon permet ainsi d'apporter une démonstration renforcée de la bonne maîtrise des risques en présentant clairement l'action des mesures de sécurité sur le déroulement du scénario envisagé. Il permet de sensibiliser efficacement les opérateurs sur la base d'un schéma détaillé mais compréhensible pour tous.

1.4.1 La méthode du Nœud Papillon

Le Nœud Papillon est un outil qui combine un arbre de défaillance et un arbre d'événements. Il est représenté sous la forme d'une double arborescence, comme le montre la figure suivante :



Modèle de nœud papillon

Source : Guide de l'état de l'art sur les silos pour l'application de l'arrêté ministériel relatif aux risques présents par les silos et les installations de stockage de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des sources inflammables – INERIS – Version 3 de 2008.

Les sigles employés sont explicités dans le tableau suivant :

Désignation	Signification	Définition
Ein	Evénement indésirable	Dérive ou défaillance sortant du cadre des conditions d'exploitation usuelles définies
EC	Evénement courant	Evénement admis survenant de façon récurrente dans la vie d'une installation
EI	Evénement initiateur	Cause directe d'une perte de confinement ou d'intégrité physique
ERC	Evénement redouté central	Perte de confinement sur un équipement dangereux ou perte d'intégrité physique d'une substance dangereuse
ERS	Evénement redouté secondaire	Conséquence directe de l'événement redouté central, l'événement redouté secondaire caractérise le terme source de l'accident
Ph D	Phénomène dangereux	Phénomène physique pouvant engendrer des dommages majeurs
EM	Effets majeurs	Dommages occasionnés au niveau des cibles (personnes, environnement ou biens) par les effets d'un phénomène dangereux
Barrières ou mesures de prévention		Barrières ou mesures visant à prévenir la perte de confinement ou d'intégrité physique
Barrières ou mesures de protection		Barrières ou mesures visant à limiter les conséquences de la perte de confinement ou d'intégrité physique

La partie gauche du Nœud Papillon correspond à un arbre de défaillances et permet d'identifier les causes de l'événement redouté central (ERC).

La partie droite du Nœud Papillon est un arbre d'événements et permet de déterminer les conséquences de l'ERC.

Dans cette représentation graphique, chaque chemin conduit d'une défaillance d'origine jusqu'à l'apparition d'effets majeurs désignant un scénario d'accident particulier pour un même événement redouté central.

1.5 Evaluation des scénarios résiduels (AM du 29/09/2005)

L'intensité des effets des phénomènes dangereux a été définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles d'un accident sur les personnes physiques, parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux, et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées à ces effets, en tenant compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et de la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'accident si la cinétique de l'accident le permet. Pour les effets toxiques, les personnes exposées se limitent aux personnes potentiellement présentes dans le panache de dispersion du toxique considéré. L'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident, à l'extérieur des installations, figure ci-après.

Relative aux échelles de probabilité

Classe de probabilité Type d'appréciation	E	D	C	B	A
Qualitative (les définitions entre guillemets ne sont valables que si le nombre d'installations et le retour d'expérience sont suffisants)	« Evènement possible mais extrêmement peu probable » <i>N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'installations.</i>	« Evènement très improbable » <i>S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité »</i>	« Evènement improbable » un évènement similaire déjà rencontré dans ce secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité	« Evènement probable » s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation	« Evènement courant » s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctives
Semi-quantitative	Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4de l'arrêté du 29/09/2005				
Quantitative (par unité et par an)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	

1.5.1 Détermination de la gravité de l'accident majeur :

Certains événements accidentels (fuite de substance dangereuse, incendie, explosion) peuvent produire des phénomènes dangereux (propagation d'un nuage toxique, d'une onde de surpression, d'un flux thermique).

L'Intensité des effets de ces phénomènes dangereux diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point d'origine : de fuite, d'explosion, ou des flammes de l'incendie.

A l'exception des ondes de surpression qui peuvent avoir des effets indirects sur les personnes (bris de vitres), la réglementation (arrêté ministériel du 29 septembre 2005), prévoit 3 niveaux d'intensité, par ordre d'intensité décroissante depuis le point d'origine :

- le seuil dit des effets létaux significatifs (SELS)
- le seuil dit des effets létaux (SEL)
- le seuil dit des effets irréversibles (SEI)

Pour les effets de surpression, qui peuvent être à l'origine de blessures indirectes par bris de vitres, un quatrième niveau d'intensité est fixé (SEII) : il correspond à une surpression faible (20 mbar), mais suffisante pour produire des bris de vitre.

Effets thermiques

Le rayonnement provoqué par les flammes d'un incendie peut provoquer des brûlures dont la gravité dépend de l'intensité de ce rayonnement exprimée en kW/m².

Effets sur les personnes	Flux thermique en kW/m ² suivant l'arrêté ministériel du 29/09/05
Seuil des effets irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine (SEI)	3
Seuil des effets létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine (SEL)	5
Seuil des effets létaux significatifs délimitant la zone des dangers très graves pour la vie humaine (SELS)	8

Effets toxiques

Les valeurs de référence pour les installations classées sont les suivantes:

	Seuils d'effets toxiques pour l'homme par inhalation		
	Type d'effets constatés	Concentration d'exposition	Référence
Exposition de 1 à 60 minutes	Létaux	SELS (CL 6%) Sel (CL 1%)	Seuils de toxicité aigue Emissions accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère. Ministère de 'écologie et du développement durable. Institut national de l'environnement industriel et des risques 2003 (et ses mises à jour ultérieures)
	Irréversibles	SEI	
	Réversibles	SER	

Les zones de dangers pour la vie humaine sont évaluées par rapport aux seuils de référence suivants:

- les seuils des effets irréversibles (SEI) délimitent la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » :
- les seuils des effets létaux (SEL) correspondant à une CL 1 % délimitent la «zone des dangers graves pour la vie humaine»;
- les seuils des effets létaux significatifs (SELS) correspondant à une CL 5 % délimitent la «zone des dangers très graves pour la vie humaine».

CL = concentration létale

Surpression

Les effets de surpression, résultant d'une explosion, peuvent provoquer des lésions aux tympans, aux poumons, la projection de personnes à terre ou sur un obstacle, l'effondrement des structures sur les personnes, des blessures indirectes, L'effet de projection (impact de projectile) est une conséquence directe de l'effet de surpression.

Effets sur les personnes	Onde de pression (hPa ou mbar) Suivant l'arrêté ministériel du 29/09/05
Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme	20
Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine (SEI)	50
Seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine (SEL)	140
Seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine (SELS)	200

Il s'agit de déterminer le nombre de personnes présentes dans les zones d'effets de chaque phénomène dangereux identifié comme pouvant mener à un accident majeur. Le nombre de personnes présentes dans les zones d'effets est déterminé selon la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles de détermination des équivalents-personnes en permanence.

Les règles suivantes ont été appliquées :

- Pour les habitations et les ERP :

On calcule un nombre équivalent de 2.5 personnes par habitation ainsi que le nombre spécifiques de personnes au niveau des ERP ou entreprises voisines en se basant sur une fréquentation en moyenne « haute » des établissements.

- Pour les voies de circulation automobiles :

On calcule un nombre équivalent de personnes exposées en considérant 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

- Pour les voies ferroviaires :

Train voyageur : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par km et par train, en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie).

- Pour les entreprises voisines et les sous-traitants :

Les sous-traitants intervenant dans l'établissement et pour le compte de l'exploitant ne sont pas considérés comme des tiers au sens du code de l'environnement.

Les conséquences sont évaluées selon les connaissances disponibles sur la fréquentation de ces établissements voisins.

Comme l'indique l'article 10 de l'arrêté du 29/09/2005, la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées à des effets thermiques ou de surpression doit tenir compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et de la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'accident si la cinétique de l'accident le permet.

- Pour les terrains non bâtis :

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Terrains aménagés mais peu fréquentés (jardins et zones horticoles, vignes, terrains de promenade, zones de pêche privée, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

La gravité est ensuite déduite de la grille de l'arrêté du 29 septembre 2005.

NIVEAU DE GRAVITE des conséquences	ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL des effets létaux significatifs	ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL des effets létaux	ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL des effets irréversibles sur la vie humaine
Désastreux	Plus de 10 personnes exposées (1).	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées.	Entre 10 et 100 personnes.	Entre 100 et 1 000 personnes exposées.
Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées.	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées.
Modéré	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne ».
(1) Personne exposée : en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.			

1.5.2 Cinétique des phénomènes dangereux :

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation précise les exigences en terme d'évaluation et de prise en compte de la cinétique des phénomènes dangereux et des accidents.

Les exigences sont notamment les suivantes :

- Justification de l'adéquation entre la cinétique de mise en oeuvre des mesures de sécurité mises en place ou prévues et la cinétique de chaque scénario pouvant mener à un accident. Cette adéquation est vérifiée périodiquement, notamment à travers des tests d'équipements, des procédures et des exercices des plans d'urgence internes.
- Prise en compte lors de l'évaluation des conséquences d'un accident, d'une part, de la cinétique d'apparition et d'évolution du phénomène dangereux correspondant et, d'autre part, celle de l'atteinte des intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement puis de la durée de leur exposition au niveau d'intensité des effets correspondants.

On distingue :

- la cinétique d'apparition et d'évolution du phénomène dangereux,
- la cinétique de l'atteinte des intérêts,
- la durée d'exposition au niveau des effets correspondants.

La finalité de la prise en compte de la cinétique est notamment de permettre la planification et le choix des éventuelles mesures à prendre à l'extérieur du site. Ces éléments permettent notamment la définition par l'Etat des mesures les plus adaptées passives (actions sur l'urbanisme) ou actives (plans d'urgence externes) pour la protection des populations et de l'environnement.

L'arrêté du 29/09/05 définit ce qu'est une cinétique lente et une cinétique rapide :

- La cinétique de déroulement d'un accident est qualifiée de lente, dans son contexte, si elle permet la mise en oeuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations objet du plan d'urgence avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux.
- Par opposition, une cinétique est qualifiée de rapide, dans son contexte, si elle ne permet pas la mise en oeuvre de mesures de sécurité suffisantes dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations objet du plan d'urgence avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux.

1.5.3 Grille de criticité

Pour chaque phénomène dangereux susceptible d'avoir des effets à l'extérieur de l'établissement, la probabilité d'occurrence ainsi que la gravité des conséquences ont été évalués.

Cela permet de positionner les scénarios d'accidents potentiels dans le tableau de l'annexe V de l'arrêté du 29 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 présentée ci-dessous :

Gravité des conséquences sur les personnes exposées	Probabilité (sens croissant de E à A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux	NON Rang 1 MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3	NON Rang 4
Catastrophique	MMR Rang 1	MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3
Important	MMR Rang 1	MMR Rang 1	MMR Rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2
Sérieux			MMR Rang 1	MMR Rang 1	NON Rang 1
Modéré					MMR Rang 1

MMR : Mesure de Maîtrise du Risque

La zone de risque **inacceptable** est figurée par le mot « NON ».

La zone de risque **intermédiaire** est figurée par le sigle « MMR ».

La zone de risque **acceptable** ne comporte ni « NON » ni « MMR ».

En fonction de la combinaison de probabilité d'occurrence et de la gravité des conséquences potentielles des accidents correspondant aux phénomènes dangereux des actions différentes seront envisagées graduées selon le risque.

Situation n° 1 : un ou plusieurs accidents ont un couple (probabilité - gravité) correspondant à une case comportant le mot « NON » dans le tableau.

Pour une installation existante, dûment autorisée : il convient de demander à l'exploitant des propositions de mise en place, dans un délai défini par arrêté préfectoral, de mesures de réduction complémentaires du risque à la source qui permettent de sortir de la zone comportant le mot «NON » de l'annexe II, assorties de mesures conservatoires prises à titre transitoire.

Si malgré les mesures complémentaires précitées, il reste au moins un accident dans une case comportant le mot « NON », le risque peut justifier, à l'appréciation du préfet, une fermeture de l'installation par décret en Conseil d'Etat, sauf si des mesures supplémentaires, prises dans un cadre réglementaire spécifique tel qu'un plan de prévention des risques technologiques, permettent de ramener, dans un délai défini, l'ensemble des accidents hors de la zone comportant le mot « NON » de l'annexe II.

Situation n° 2 : un ou plusieurs accidents ont un couple (probabilité - gravité) correspondant à une case « MMR » dans le tableau de l'annexe II, et aucun accident n'est situé dans une case «NON».

Il convient de vérifier que l'exploitant a analysé toutes les mesures de maîtrise du risque envisageables et mis en oeuvre celles dont le coût n'est pas disproportionné par rapport aux bénéfices attendus, soit en termes de sécurité globale de l'installation, soit en termes de sécurité pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement.

Situation n° 3 : aucun accident n'est situé dans une case comportant le mot « NON » ou le sigle «MMR».

Le risque résiduel, compte tenu des mesures de maîtrise du risque, est modéré et n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées.

En résumé, en cas d'accident majeur inacceptable, il convient de mettre en place des mesures supplémentaires de réduction du risque qui permettront de sortir de la zone inacceptable. Ces mesures supplémentaires seront automatiquement considérées comme MMR.

Si l'accident majeur est de type MMR, il convient de vérifier que l'exploitant a analysé toutes les mesures de maîtrise des risques envisageables et mis en oeuvre celles dont le coût n'est pas disproportionné par rapport aux bénéfices attendus. Si le nombre total d'accidents situés dans des cases MMR rang 2 est supérieur à 5, il faut considérer le risque global équivalent à un accident situé dans une case NON rang 1, et mettre en place des mesures supplémentaires de maîtrise du risque jusqu'à ce qu'il y ait au plus 5 accidents dans les cases MMR de rang 2.

Si l'accident majeur est acceptable, cela n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées.

1.5.4 Critères d'exclusion du Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT)

En application du Guide Méthodologique PPRT d'octobre 2005 relative à la mise en oeuvre des PPRT, les scénarios d'accidents majeurs dont la probabilité est rendue suffisamment faible peuvent être exclus du champ PPRT, en application de la règle suivante :

« Les phénomènes dangereux dont la classe de probabilité est E, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation, sont exclus du PPRT à la condition que :

- Cette classe de probabilité repose sur une mesure de sécurité passive vis à vis de chaque scénario identifié ;
- ou cette classe de probabilité repose sur au moins deux mesures techniques de sécurité pour chaque scénario identifié, et qu'elle soit maintenue en cas de défaillance d'une mesure de sécurité technique ou organisationnelle, en place ou prescrite. »

1.6 Déroulement de l'analyse des risques du site de Belle Assise

1.6.1 Principe de l'analyse des risques internes

L'analyse des risques internes se décompose en 3 phases :

- L'analyse fonctionnelle de l'installation :
 - Limites de l'installation considérée,
 - Recensement des différentes « entités »,
 - Fonctionnement et interactions prévus.
- L'identification des événements redoutés,
- L'analyse des risques en groupe de travail :
 - Sur les « entités » recensées,
 - Estimation de l'occurrence des événements redoutés,
 - Estimation de la gravité des événements redoutés,
 - En tenant compte des process (succession logique d'entités),
 - En tenant compte de la localisation géographique (proximité d'entités).

1.6.2 Réalisation de l'analyse des risques internes

Découpage fonctionnel

Les tableaux ci-après reprennent une par une les « entités » considérées correspondant à un découpage de l'installation en ses composants.

Nous retrouvons donc dans la colonne « entités » l'ensemble des équipements qui constituent l'installation.

Evénements redoutés

Les données exposées au § dangers des produits ainsi que l'accidentologie ont orienté le thème de l'analyse sur le risque de combustion de poussières, pouvant mener à une explosion en conditions particulières vues par ailleurs (notamment : concentration, suspension et confinement).

Groupe d'analyse

L'analyse a été effectuée en groupe de travail sur une journée.

La constitution du groupe de travail est indiquée ci-après :

20/08/2015	Mme. Béatrice DUBAR (DIME) M. Laurent LETAILLEUR : Consultant 2LCA – Garant de la méthode.
11/04/2016	Mme. Béatrice DUBAR (DIME) M. Laurent LETAILLEUR : Consultant 2LCA – Garant de la méthode.

2 ACCIDENTOLOGIE

2.1 Données du BARPI – Accidentologie silos

L'accidentologie silos est étudiée en 2 étapes sur une période allant de 1977 à 2014 :

- Etude synthétique des accidents de 1977 à 1998
- Etude accident par accident significatif de 1997 à 2014 (voir tableaux aux pages suivantes)

Un nombre important de cas d'accidents ont été recensés sur des silos de céréales et équipements associés. Sur 57 accidents recensés entre 1977 et 1998 par le BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles).

- 15 explosions de poussières + 1 explosion de gaz (séchoir),
- 45 incendies dont 18 incendies de séchoirs,
- 2 effondrement/déformation de capacité,
- 26 accidents avec produits spécifiques (farine, manioc, luzerne, tournesol...),
- 8 accidents dont la cause serait due à des opérations de maintenance (soudure...),
- 4 accidents dont la cause serait due à l'échauffement d'une bande de transporteur,
- 4 accidents dont la cause serait due à la ventilation/aspiration,
- 10 accidents dont la cause serait due à un échauffement mécanique/électrique,
- 6 accidents dont la cause serait une fermentation du grain.

Cette liste doit toutefois être relativisée car : Seuls les accidents graves sont signalés ;
Le mode de vérification des causes des accidents n'est pas signalé,
Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive.

La nature des silos (béton/métal, vertical/à plat) est peu différenciée. Il est donc difficile d'identifier des accidents intervenus sur sites équivalents.

Il s'agit d'une liste indicative d'accidents mais qui ne peut être totalement prise en compte pour le site.

Les accidents mortels les plus graves sont survenus en France dans des silos béton (Metz et Blaye). Le produit stocké à Metz (malt) était différent des produits stockés sur site. Le cas de l'accident de Blaye, relativement récent et bien décrit, sera explicité.

Une explosion est survenue le 20/08/97 dans le silo vertical béton du site qui s'est effondré en partie centrale et en partie Nord. Le silo contenait du blé, de l'orge et du maïs. Il comptait 44 cellules (hauteur : 44 m) et 26 as de carreaux totalisant 47 240 m³, soit une capacité de stockage d'environ 35 400 t de grain. Les cellules étaient construites sur musoir avec salle sous cellules, dalles béton en partie haute surmontées d'une galerie béton. Le silo comprenait une tour béton accolée à chaque extrémité : une tour de manutention comprenant le système d'aspiration centralisé avec réserve à poussières ainsi qu'une tour comprenant deux nettoyeurs séparateurs et un calibreur. Le silo ne comprenait pas d'évents d'explosion.

L'hypothèse retenue comme cause de l'accident est un départ d'explosion dans le circuit de dépoussiérage. L'inflammation aurait pour origine soit des chocs ou frottements mécaniques au niveau du ventilateur du circuit centralisé de dépoussiérage, soit un début d'incendie par auto-échauffement dans la réserve à poussières.

Annexe 15 : Fiches accidentologie BARPI

Les conséquences de l'accident ont été les suivantes : 11 personnes ont péri ensevelies dans les locaux administratifs et techniques au pied du silo ou à proximité. 16 cellules en partie endommagées ont subsisté. Les tours et la galerie sur cellules ont été détruites. L'explosion s'est communiquée dans tout ou partie de ces volumes. Les séchoirs et silos plats à proximité ont été endommagés notamment par des projections. Les installations voisines de la SCREG ont été touchées par des projections. Des morceaux de dimensions métriques ont été retrouvés jusqu'à environ 50 m du silo, les morceaux de dimensions réduites ont été retrouvés jusqu'à environ 140 m. Les effets ont été atteints jusqu'à environ 500 m maximum avec notamment des bris de vitres.

D'autres listes d'accidents sont réalisées par des organismes tels que des organismes d'assurance (Groupama par exemple) ou des organismes professionnels (BIA).

Les rapports d'accident concernant des explosions de poussières sont collectés par le BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit) depuis plus de 25 ans et ont donné lieu à des études statistiques.

Les accidents répertoriés par sources d'allumage et par type d'appareils dans l'industrie agro alimentaire sont repris dans les tableaux ci-dessous (source : BIA report 11/97).

2.2 Données du BARPI – Accidentologie engrais

L'interrogation de la base ARIA du B.A.R.P.I. renvoie 68 accidents impliquant les engrais solides. Seuls 48 accidents ont pour origine des activités qui se rapprochent de celle qui sera exploitée sur le site : les accidents relatifs aux transports des engrais sont en particulier écartés. La répartition du type d'accident est la suivante :

Phénomène	Nombre	Pourcentage
Incendie	45	95%
Explosion	2	3%
Décomposition	1	1%
Dégradation	1	1%

Sur ces 48 accidents, les causes sont :

□□□□□	Nombre	Pourcentage
Inconnue	39	85%
Travaux de soudure	3	4%
□ Incendie extérieur	2	3%
Mélange de produits	2	3%
Installations électriques défectueuses	2	3%
Humidité	1	1%
Malveillance	1	1%

Sur ces 48 accidents, les conséquences sur les tiers sont :

□ conséquences	Nombre	Pourcentage
Evacuation ou confinement	30	62%
□ Intoxications	13	28%
Décès	3	7%
Blessés	2	4%

2.3 Retour d'expérience interne Groupe NORIAP

NORIAP exploite différents silos similaires dont l'activité est similaire à celle du site étudié. A ce jour, on recense au niveau Groupe plusieurs accidents concernant l'activité silo dont 6 départs de feu et 1 effondrement de cellule :

Quivières : Fiche BARPI 46045
Languevoisin : Fiche BARPI 40820
Tricot : Fiche BARPI 44932
Feuquières en Vimeu : Fiche BARPI 35187
Saleux : Fiche BARPI 35283
Saleux : Fiche BARPI 29886
Seux : Fiche BARPI 25819

L'analyse des accidents dans l'entreprise a permis au fil du temps d'améliorer la prévention des accidents, notamment par :

- Le renforcement des formations du personnel silo, particulièrement sur le permis de feu et le plan de prévention, les habilitations électriques
- La mise en place d'un plan de maintenance préventive sur les organes de manutention et équipements du process
- Le renforcement du plan de surveillance du vieillissement des capacités de stockage, particulièrement sur les cellules métalliques rondes avec une visite périodique à vide et à charge des cellules
- L'intervention de sociétés spécialisées en travaux sur corde pour le nettoyage des structures en accès difficile (charpentes)

2.4 Retour d'expérience interne Belle Assise

Le site en projet ne bénéficie pas d'un retour d'expérience dans la mesure où il n'est pas recensé d'événement.

A ce jour, aucun accident de type explosion majeure ou incident grave n'a eu lieu sur ce silo.

3 IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS :

3.1 Dangers externes :

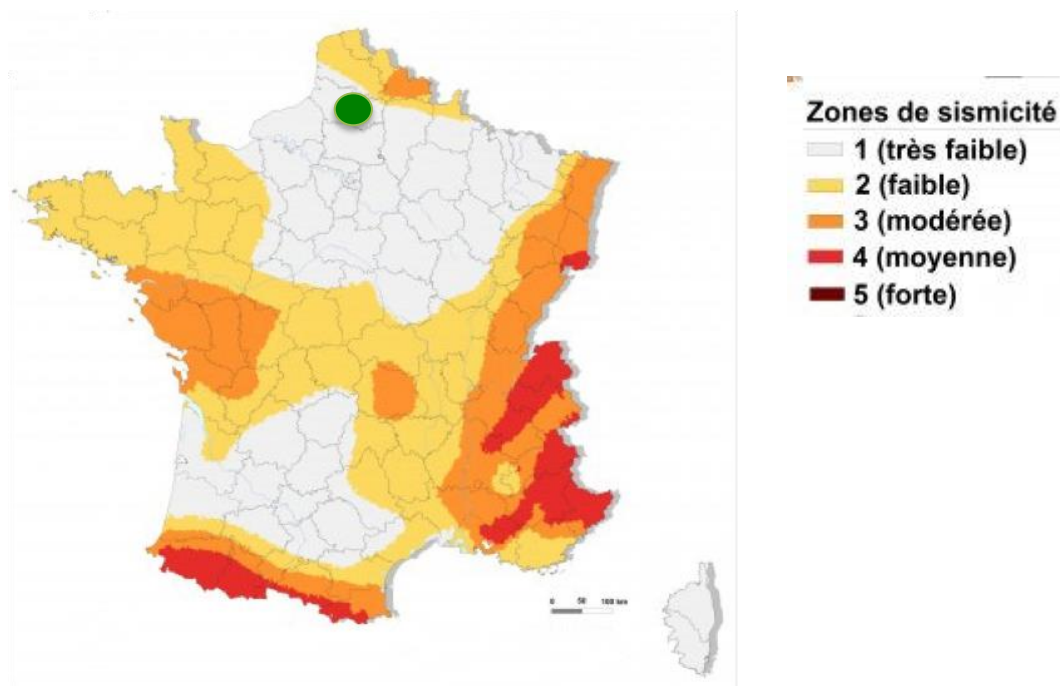
3.1.1 Dangers liés à l'environnement naturel :

3.1.1.1 Danger sismique

La France dispose d'un zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets no 2010-1254 du 22 octobre 2010 et no 2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'Arrêté du 22 octobre 2010) :

- Une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible),
- Quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

L'établissement de Belle Assise est zone 1 (très faible).



Ce danger ne constitue pas un potentiel de danger pour les intérêts à protéger, il n'est pas à prendre en compte dans l'analyse des risques.

3.1.1.2 Dangers provoqués par la foudre

Les effets peuvent être les suivants :

- Effets thermiques,
- Montée en potentiel et amorçages
- Effets d'induction
- Effets électrodynamiques
- Effets électrochimiques
- Effets acoustiques.

Pour étudier ce phénomène, la norme NF C 17-100 est le document de référence, en application de l'arrêté du 04 octobre 2010 modifié.

L'activité orageuse a longtemps été définie par le niveau kéraunique (Nk) c'est-à-dire "le nombre de jours par an où l'on a entendu gronder le tonnerre".

Météorage calcule une valeur équivalente au niveau kéraunique, le Nombre de jours d'orage, issu des mesures du réseau de détection foudre.

Pour chaque commune, ce nombre est calculé à partir de la Base de Données Foudre et représente une moyenne sur les 10 dernières années.

La valeur moyenne du nombre de jours d'orage, en France, est de 11,30.

Commune : Fontaine Sous Montdidier

Département : Somme

Densité d'arcs : 0,46 arcs par an et par Km².

Conformément à la réglementation et aux nouvelles normes issues de l'arrêté du 04/10/2010 modifié, une analyse du risque foudre a été réalisée sur l'ensemble du site.

Les conclusions : L'ensemble des installations est auto-protégé

Annexe 7 : ARF du site de Belle Assise

L'ensemble du site est correctement protégé contre les effets de la foudre

Ce danger constitue un potentiel de danger pour les intérêts à protéger, il est pris en compte dans l'analyse des risques.

3.1.1.3 Précipitations

En 2015, la moyenne annuelle des précipitations est de 700 mm (source Météo France) pour une moyenne nationale de 895 mm.

Les eaux pluviales de toiture sont collectées par des descentes d'eau (gouttières) et dirigées vers les réserves souple de 120 m³ chacune.

Les eaux pluviales de voirie sont collectées par grilles avaloirs puis dirigées vers un séparateur à hydrocarbures avant de rejoindre un bassin d'infiltration de 725 m³.

Le séparateur à hydrocarbure est équipé d'une vanne d'isolement.

Ce danger ne constitue pas un potentiel de danger pour les intérêts à protéger, il n'est pas à prendre en compte dans l'analyse des risques.

3.1.1.4 Températures

La température n'a pas d'influence directe sur les activités du site.

Cependant, de par les matériaux et le type de construction des bâtiments en général, et des locaux de stockage, en particulier, il n'y aura pas de phénomènes de focalisation des rayons lumineux sur les produits.

En effet, les stockages sont situés dans des locaux aveugles mais ventilés et non chauffés (maintien hors gel).

En conclusion, la température maximale pouvant être atteinte sous abri ne constitue pas un risque pour les produits stockés dans l'établissement.

Ce danger ne constitue pas un potentiel de danger pour les intérêts à protéger, il n'est pas à prendre en compte dans l'analyse des risques.

3.1.2 Dangers liés aux voies de communication :

3.1.2.1 Dangers liés aux chutes d'aéronefs

Il convient généralement pour étudier les risques liés à une chute d'avion, de diviser l'espace aérien en 3 zones :

La zone proche (dans un rayon de 5 km au-delà des pistes)	Probabilité forte
La zone des vols locaux (sur une distance comprise entre 5 et 20 km au-delà des pistes)	Probabilité faible
La zone hors aérodrome	Probabilité très faible

L'aérodrome le plus proche est celui de Montdidier situé à 7,5 km à vol d'oiseau au Nord-Est du site. Des statistiques ont permis d'établir que la majorité des chutes d'avion se produisait lors des phases d'atterrissage ou de décollage dans une zone allant jusqu'à 1 km de la piste. Le site de Belle Assise ne se situe pas dans l'axe de la piste de décollage / atterrissage. La probabilité d'une chute d'avion sur le site est donc très faible.

Ce danger ne constitue pas un potentiel de danger pour les intérêts à protéger, il n'est pas à prendre en compte dans l'analyse des risques.

3.1.2.2 Dangers liés au trafic routier

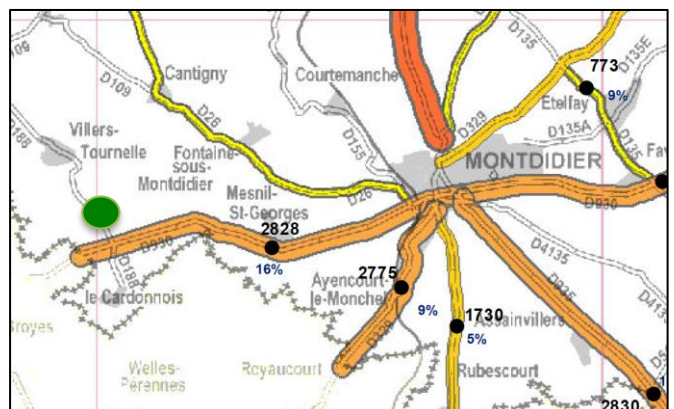
A proximité du site, le réseau routier est composé uniquement de la route départementale n°188 permettant l'accès au site.

Le Conseil Général de la Somme a effectué un comptage sur le réseau routier du département en 2014.

Aucun comptage n'a été réalisé sur la route départementale n°188 permettant l'accès au site.

En revanche, la route département n°930 permettant d'accéder à la RD 188 révèle un trafic de 2 828 véhicules/jour dont 16% de Poids Lourds.

L'accès au site s'effectue par un large portail. Un dégagement permet une bonne visibilité que se soit pour entrer ou sortir du site.



Ce danger ne constitue pas un potentiel de danger pour les intérêts à protéger, il n'est pas à prendre en compte dans l'analyse des risques.

3.1.2.3 Dangers liés au trafic ferroviaire

Il n'y a pas de ligne SNCF de toute nature (voyageurs, marchandises) à proximité du site étudié.

Ce danger ne constitue pas un potentiel de danger pour les intérêts à protéger, il n'est pas à prendre en compte dans l'analyse des risques.

3.1.2.4 Dangers liés au trafic fluvial

Il n'y a pas de voie fluviale permettant le transport de marchandise aux abords du site.

Ce danger ne constitue pas un potentiel de danger pour les intérêts à protéger, il n'est pas à prendre en compte dans l'analyse des risques.

3.1.3 Dangers liés à l'environnement humain :

3.1.3.1 Dangers liés à l'intrusion ou à la malveillance

Dans notre monde moderne, des actes malveillants sont régulièrement à déplorer. Si le plus souvent leur ampleur se limite à rendre désagréable l'usage des matériels publics qui sont visés, dans le cadre du site de Belle Assise les risques sont plus importants tant pour l'auteur de l'acte malveillant que pour l'environnement.

Les différents bâtiments sont fermés à clé, à accès réglementé et surveillé, (panneaux d'interdiction).

L'ensemble du site est clôturé.

Les mesures visant à limiter les effets d'actes malveillants sont les mêmes que celles destinées à lutter contre les sinistres et à réduire les effets, elles sont décrites dans chacun des chapitres correspondants.

Ce danger constitue un potentiel de danger pour les intérêts à protéger, il est pris en compte dans l'analyse des risques.

3.1.3.2 Dangers liés aux installations voisines et aux tiers :

Il n'y a pas de site industriel proche de NORIAP à Belle Assise.



Les habitations les plus proches du site se situent à 270 m de la cellule métallique existante pour la ferme et à 380 m de la même cellule pour une habitation. Les autres habitations sont à plusieurs kilomètres du site.

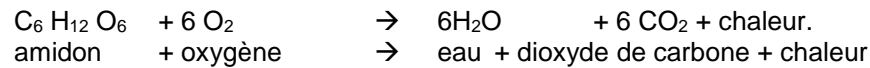
De plus, d'après la mairie, il n'est pas prévu de projet industriel ou commercial dans la zone d'implantation du site étudié.

3.2 Dangers liés aux produits

3.2.1 Grains :

L'activité biologique du grain stocké est conditionnée par l'état du milieu dans lequel il se trouve.

Dans un tas de grains (céréales), l'oxygène de l'air interstitiel va permettre la respiration selon la formule :



L'intensité de cette réaction est d'autant plus importante que la température, l'humidité et l'oxygène sont élevés. Or, la respiration produit de la chaleur et de l'humidité qui ont tendance à accélérer le processus et à ainsi créer une réaction en chaîne de plus en plus rapide. Elle s'accompagnera également d'un développement des moisissures qui provoquent elles-mêmes un échauffement.

Toutefois, cet auto-échauffement a des limites puisque l'oxygène devient très rapidement un facteur limitant. En l'absence d'oxygène, la respiration est remplacée par la fermentation qui se caractérise par un plus faible dégagement de chaleur.

Les conséquences directes de ce mécanisme sont l'échauffement de la masse de grain et une perte de la valeur nutritive du produit stocké.

Pour limiter ces effets qui peuvent engendrer d'importantes répercussions économiques, le grain est maintenu à l'état de « vie ralentie » en maîtrisant la température et l'humidité.

Dans les conditions normales de stockage, la vitesse d'échauffement d'une céréale est très lente.

Le grain récolté respire en absorbant de l'oxygène et en rejetant du gaz carbonique. Cette respiration est d'autant plus forte que le grain est humide et chaud. Or, cette respiration produit de la chaleur et de l'humidité favorables à son accélération; elle favorise également le développement des moisissures, levures, bactéries qui provoquent elles-mêmes un échauffement.

Les conséquences directes de ce mécanisme sont un échauffement naturel de la masse de grains et une perte de la valeur nutritive du produit stocké.

Cet échauffement limité et contrôlable n'est toutefois pas reconnu comme pouvant être à l'origine d'une combustion spontanée des céréales.

La vitesse d'échauffement d'une céréale ayant une teneur en eau normale (15 %) est très lente.

A titre d'exemple :

1 kg de blé à 15% d'humidité (taux commercial 15,5 %) et à une température de 14°C dégage par jour 0,012 W

De même une tonne de blé à 16 % d'humidité et à une température de 15°C produit 0,20 Kcal par heure par la respiration du grain.

Une étude, menée conjointement par l'Institut National de Recherche Agronomique et l'Institut Technique des Céréales et Fourrages a mis en évidence que la montée de la température d'une masse de grains, même chauffée artificiellement par une boule métallique maintenue (grâce à une résistance électrique) à 60 degrés, est extrêmement lente.

L'expérimentation a montré que le front chaud, en l'absence de ventilation, se déplace vers le haut à une vitesse de l'ordre de 3 à 4 cm par jour (37 jours pour qu'à 1,50 m la température de la masse passe de 7°C à 30 °C).

Une mesure périodique de la température est donc suffisante, d'autant que pour l'exploitant, ce n'est pas seulement le risque d'incendie qui est à redouter mais aussi une perte quantitative et qualitative qui aurait d'importantes répercussions sur la valeur marchande du produit.

Notons que, pour des récents essais effectués par ARVALIS sur des lots de céréales très humides, l'échauffement de la masse n'a pas dépassé une température de 55°C.

Dans une série d'études menées début 2000 pour le compte de Coop de France par l'INERIS, après caractérisation des différentes poussières et grains de céréales, oléagineux et protéagineux, l'INERIS a démontré que tous les produits stockés ne sont pas susceptibles de s'auto-échauffer dans les conditions normales de stockage (à la température ambiante, produit sec).

Les risques d'auto- inflammation d'un stockage de grains sont à considérer dans les deux situations suivantes :

- Un produit stocké trop chaud,
- Un produit stocké trop humide.

Il est à rappeler que les risques liés à un auto-échauffement sont l'élévation de température ainsi que le dégagement de gaz inflammables.

Concernant le taux d'humidité des produits, il convient de noter de manière très générale que c'est le paramètre déclencheur de la fermentation qui conduit à une montée de température qui généralement plafonne à 60-70°C.

Dans ces conditions et si la taille du stockage dépasse la taille critique pour le produit considéré, l'échauffement peut conduire par oxydation chimique (généré par la présence d'oxygène) à l'auto inflammation dès lors qu'aucun changement de phase (fusion, évaporation) n'entrave ce processus.

Le risque d'auto-échauffement se matérialise dès que la température du produit stocké (susceptible de conduire à un auto-échauffement) excède une valeur critique, fonction de la taille du stockage, du produit et de la teneur en oxygène.

Dans le cas de produits stockés trop chaud, si la taille du stockage dépasse la taille critique pour le produit considéré, l'oxydation chimique peut conduire aussi à l'auto-échauffement du stockage.

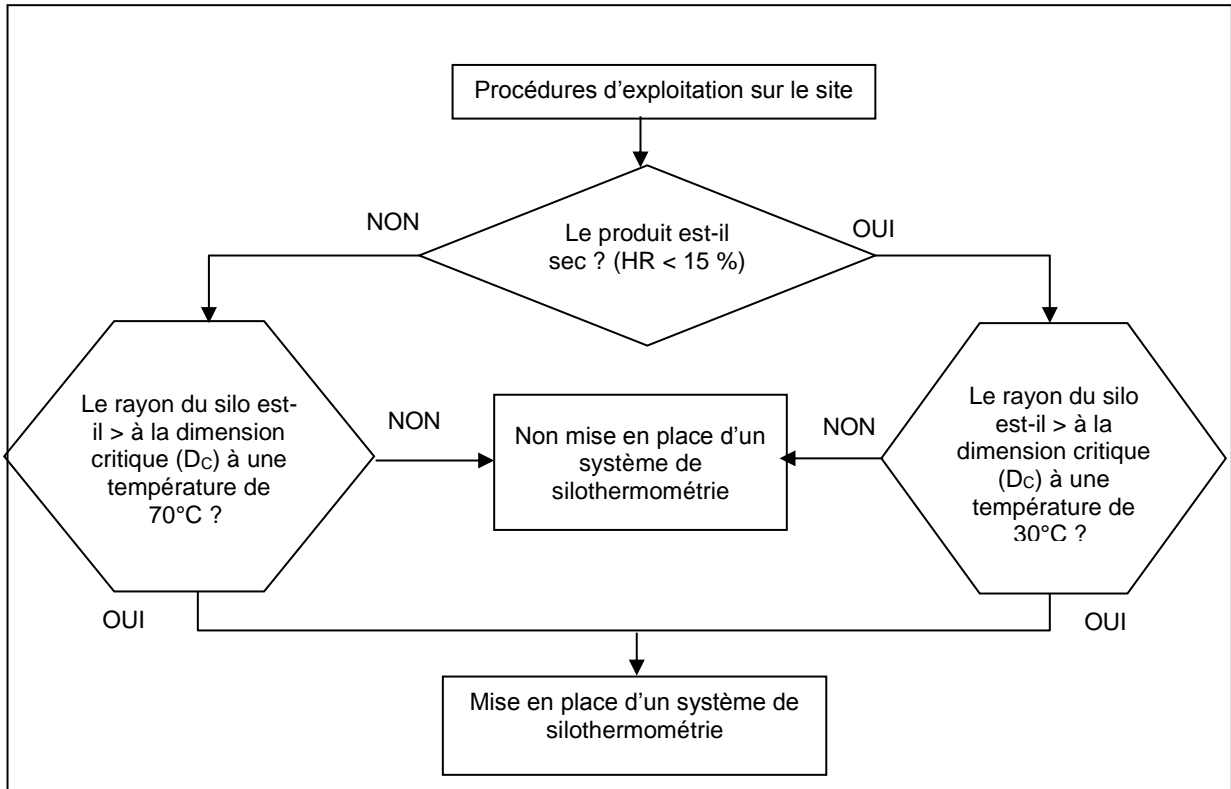
L'auto-échauffement est également fonction de la taille de stockage. La température n'augmente que si la chaleur produite est supérieure à la chaleur que l'on peut dégager. Or, alors que la chaleur générée est proportionnelle au volume de stockage, la chaleur dissipée est proportionnelle à la surface. Quand la dimension du stockage augmente, le volume augmente plus vite que la surface et le bilan thermique se déplace donc dans le sens d'une accumulation de chaleur.

On définit le paramètre DC, dimension critique, pour un produit à une température initiale donnée, comme la dimension la plus faible pour laquelle les phénomènes d'auto-échauffement conduisent à une inflammation du produit.

L'auto-échauffement peut également être initié par un point chaud. Dans le cadre d'un stockage en silo, il peut s'agir de l'emploi d'une lampe baladeuse ou de sonde de niveau non étanche.

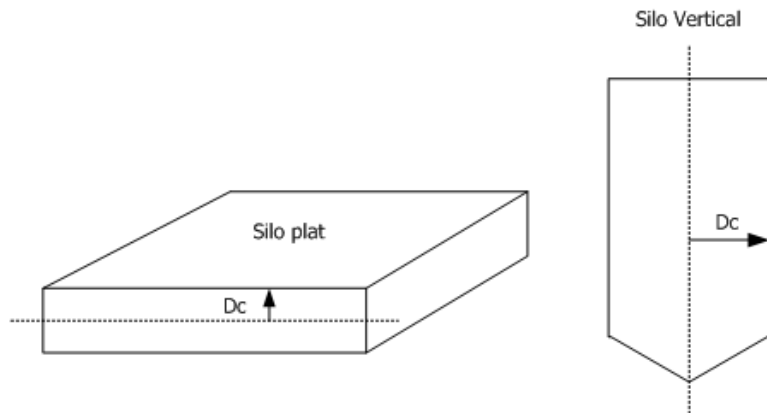
Pour chaque silo, la démarche décrite ci-après a été appliquée afin de déterminer la dimension critique Dc et donc le risque d'auto-échauffement.

1. *Définition des caractéristiques du produit : Produit / taux d'humidité*
2. *Définition des caractéristiques des cellules: Dimensions / Temps de stockage*
3. *Détermination de la dimension critique : Logigramme ci-dessous*



Logigramme utilisé pour la prise en compte des risques d'auto-échauffement

La figure ci-après indique en fonction de la forme de stockage retenue, la dimension critique associée.



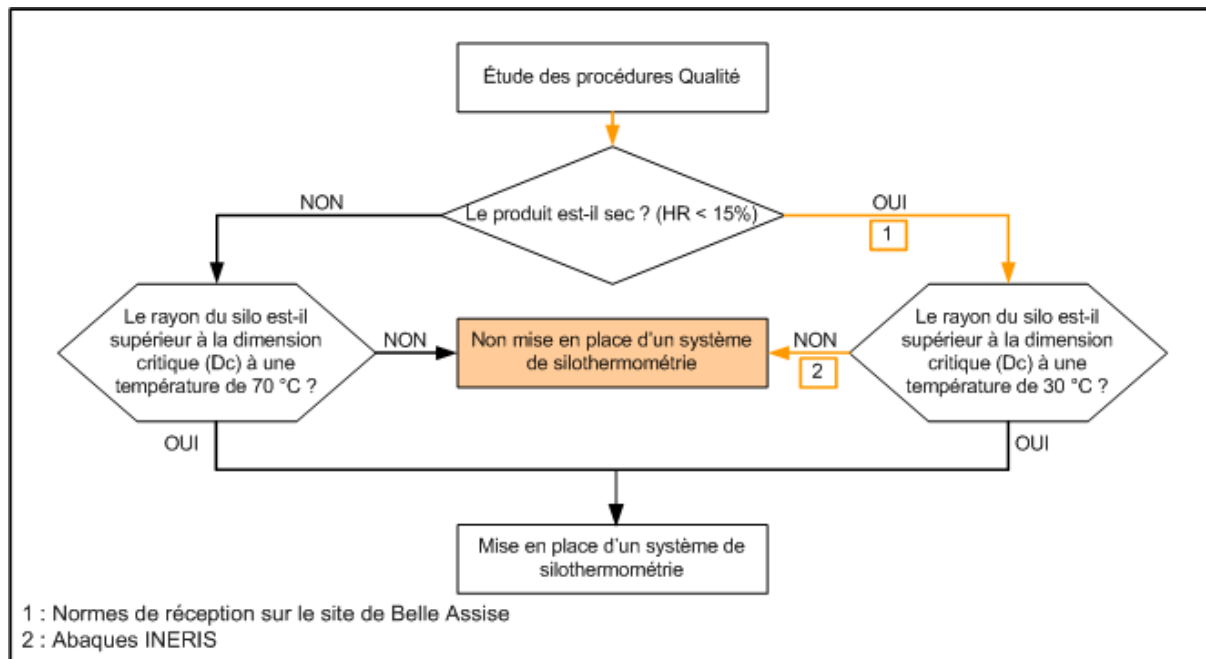
Définition de la dimension critique associée en fonction de la forme de stockage

S'agissant des tailles critiques en fonction des températures de stockages, des ordres de grandeurs sont disponibles pour les oléagineux et différentes céréales dans une étude de Services Coop réalisée par l'INERIS.

Ils sont repris le tableau ci-dessous.

Produit	Taille critique à une température de 30°C	Taille critique à une température de 70°C
Oléagineux (tournesol...)	15 m	3 m
Céréales (blé, orge, maïs...)	100 m	20 m
Céréales à pailles (luzerne, colza...)	Jugés plus réactifs que les céréales mais moins que les oléagineux	

Application au site de Belle Assise :



Méthodologie INERIS appliquée au site de Belle Assise (tracé orange)

L'INERIS a repris des ordres de grandeurs des tailles critiques en fonction des températures de stockage.

Nous rappelons que la taille critique correspond à la dimension de la moitié de la hauteur pour les silos plats et la moitié du diamètre pour les silos verticaux. Ce qui représente une hauteur de stockage de 40 m par exemple pour du blé à une température de 70°C.

	Diamètre ou hauteur cellule	Taille critique la plus défavorable	Risque d'auto-échauffement	Besoin de thermométrie
Cellules béton Silo 1	H = 17,00 m	40	Non	Non
As de carreaux Silo 1	H = 17,00 m	40	Non	Non
Cellule métallique	H = 13,50 m	40	Non	Non
Cellules projetées Silo 2	H = 27,70 m	40	Non	Non

De ce fait, même à une température de 70°C, la taille critique du risque d'auto-échauffement n'est pas atteinte sur le site de Belle Assise pour l'ensemble des produits stockés.

Compte tenu des dimensions des cellules des silos et sous réserve que les normes de réception des produits soient respectées, le risque d'auto échauffement peut être exclu.

Cependant, dans le cadre de la maîtrise de la qualité des produits et de l'amélioration continue du process et en second lieu par principe de précaution, il y a un système de ventilation, des sondes de température (fixes ou manuelles) sur la totalité des cellules de chaque silo.

Les critères de réception et la silothermométrie permettent de maîtriser le danger d'auto-échauffement.

3.2.2 Poussières

Caractéristiques de la poussière

ARVALIS et Services Coop ont déterminé les caractéristiques chimiques, physiques et granulométriques de 41 échantillons de poussières de diverses céréales. Il existe une forte variabilité entre les échantillons pour tous les critères mesurés.

Les caractéristiques sont résumées dans les tableaux suivants :

	Moyenne	Valeurs extrêmes
Teneur en eau (% mh)	8,9	3,6 – 13,0
Teneur en protéines (% ms)	12	5,2 – 40
Cellulose (% ms)	13,4	2,3 – 30,7
Amidon (% ms)	26,3	0,2 – 81,0
Cendres (% ms)	19,7	2,2 – 71,2

Composition des poussières des 41 échantillons - (mh : matière humide, ms : matière sèche)

Caractéristiques physiques des poussières

La masse volumique dépend de leur origine, elle est de 200 à 300 Kg/m³ pour les poussières de blé. La présence de poussières est une condition nécessaire au phénomène d'explosion mais la présence de poussières n'aura pas les mêmes conséquences selon :

- Sa facilité à se mettre en suspension
- Sa composition
- Sa quantité
- Son emplacement.

Des échantillons des poussières contenues dans différents silos identiques à celui de Belle Assise ont été constitués et analysés afin de déterminer leur "potentiel d'explosivité".

Ce sont bien entendu les poussières les plus fines et les plus sèches qui pourront facilement se disperser et resteront en suspension le plus longtemps.

Des caractéristiques physiques telles que la répartition granulométrique, la forme, la densité du produit joueront un rôle extrêmement important sur la dispersibilité et la stabilité du nuage.

On peut noter que la dispersibilité des poussières sera d'autant plus grande que leur densité est faible ; elle dépend aussi de la cohésion des poussières, qui est fonction de l'humidité, de la forme des particules et de leur aptitude à se charger électrostatiquement.

En ce qui concerne la stabilité du nuage, on sait que les poussières grossières et de densité élevée sédimenteront rapidement; elles ont donc peu de chances de rester longtemps en suspension. Pour des poussières sphériques, de densité 1, la vitesse limite de chute dans l'air peut être calculée à l'aide de la loi de Stokes.

Le tableau ci-après donne les valeurs de ces vitesses de chute à température ambiante.

Tableau Loi de Stokes

Dimension des grains (microns)	Vitesse limite de chute selon loi de Stokes (mm/sec)
1	0,03
10	3
100	300

Résultats d'analyses

La composition chimique et granulométrique des poussières, issues des différents produits manutentionnés (céréales et oléo-protéagineux), analysées sur des sites similaires est la suivante :
Sources : Coop de France Métiers du grains et ARVALIS

Analyse chimique :

Matière sèche en %	87,64
Matière azotée totale	11,83)
Cendres	12,83) exprimé en % de
Amidon	22,20) la matière sèche
Cellulose	17,34)

Analyse granulométrique :

Tamis en mm	1.00	0.63	0.40	0.25	0.20	0.16	0.10	0.063	0.040	Extrait	Poids Ech.	Récupération
Poids (en grammes)	15.13	0.63	0.94	1.92	1.51	2.28	10.34	12.74	22.88	5.39	75	73.76
%	20.5	0.9	1.3	2.6	2.0	3.1	14.0	17.3	31.0	7.3		

On notera le taux très important de cendres (12,83 %), taux que l'on comparera à celui de la farine (0,5%), produit sur lequel ont été effectués de nombreux essais d'explosion plus le taux de cendres est important, plus il est difficile de faire exploser les poussières.

On notera que le pourcentage de poussières supérieur à 100 microns est de 44,4 %, ce qui est conséquent mais plus faible que celui obtenu avec la seule poussière de blé (en moyenne 70 %).

En cas d'accident, les poussières, en raison de leur poids, ne vont pas rester longtemps en suspension, comme l'indique le tableau de Stockes précédent.

En conclusion, la conjonction d'un taux de cendres élevé (poussières non combustibles) et d'une granulométrie assez importante diminue sensiblement les risques d'une éventuelle explosion.

Inflammabilité et explosibilité des poussières en nuage

La puissance explosive des poussières de grains est grande. Heureusement les risques d'explosion dépendent de nombreux facteurs que l'on sait maîtriser.

Les deux facteurs indispensables pour obtenir une explosion primaire sont :

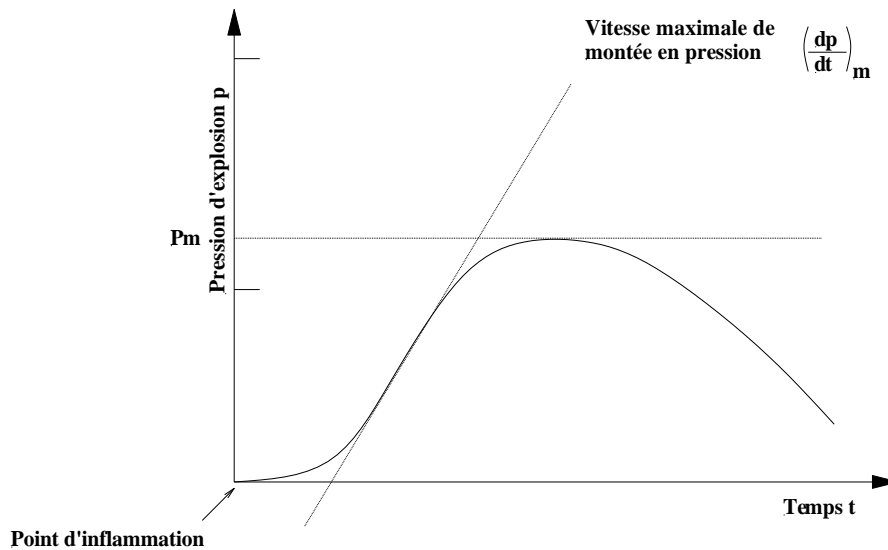
- Concentration
- Energie minimale.

Concentration explosive :

Comme pour les gaz, on peut définir pour une poussière une concentration minimale explosive au-dessous de laquelle l'explosion ne peut se propager dans un nuage préformé. Mais autant cette grandeur peut être mesurée avec assez de précision dans le cas des gaz, autant il est difficile expérimentalement de réaliser des suspensions homogènes de poussières, surtout si elles sont grossières.

Disons que les concentrations minimales explosives des poussières inférieures à 100 µm se situent couramment dans la fourchette 20 à 100 g/m³; ceci correspond déjà à des nuages de poussières relativement denses.

La concentration maximale explosive des poussières, elle est encore bien plus incertaine et se situe dans la gamme de 1 à 3 Kg/m³. Ce sont là des concentrations que l'on ne peut trouver qu'exceptionnellement dans certains appareils de traitement par exemple. La limite inférieure d'explosivité (LIE) de la poussière de blé est de 65 gr/m³.



La violence de l'explosion est fonction de la concentration du nuage de poussières. Elle est déterminée par 2 paramètres :

- La surpression maximale d'explosion (P_m)
- La vitesse maximale de montée en pression : $VMP = (dp/dt)_m$

L'indice d'explosion (K_{st}) ou (IC) en bar s-1m est une constante qui définit la vitesse maximale de montée en pression $(dp/dt)_m$ d'une explosion dans un volume V , et qui est donnée par la formule :

$$K_{st} = \left(\frac{dp}{dt}\right)_m V^{1/3}$$

Poussières	Température d'auto-inflammation en couche (en °C)	Température d'auto-inflammation nuage (en °C)	Energie minimale d'inflammation (mJ)	Concentration minimale d'explosion (g/m ³)	Pression maximale d'explosion (bar)	Vitesse maximale de montée en pression (bar/s)	K_{St} (bar.m/s)
Blé	220	500	60	50	7.3	140	96
Orge	300	400	125	>100	7.5	155	102

Caractéristiques et risques liés aux produits stockés (Source INERIS et CNPP)

Ces données nous permettent de définir la température maximale de surface qui doit être la température la plus faible des deux valeurs suivantes : 2/3 de la température d'auto-inflammation du nuage de poussières, soit 125°C pour l'ensemble du silo.

Caractéristiques d'explosivité et d'inflammabilité des poussières

Paramètres caractérisant l'explosivité et l'inflammabilité des poussières

Paramètre (Abréviation, Unité)	Définition	Incidence du paramètre sur le danger	Exploitation du paramètre (prévention du risque...)
Granulométrie (en μm)	Mesure des dimensions et détermination de la forme des particules ou des grains (AFNOR) Méthode de classements des produits pulvérulents selon la proportion des grains ou des particules de différentes tailles (Robert)	Pour qu'une explosion de poussière soit possible, il faut que le produit pulvérulent combustible soit en l'état suffisamment divisé (au moins une partie des particules de dimensions inférieures à 0,5 mm). Les poussières fines restent le plus longtemps en suspension, il y a donc là une raison supplémentaire pour qu'elles soient les plus dangereuses. En règle générale, la granulométrie d'une poussière explosive est inférieure à 300 μm^2 . Toute poussière présentant une fraction de particules inférieure ou égale à 500 μm est considérée comme poussière inflammable	
Taux d'Humidité (en %)	Teneur en humidité des poussières – Quantité d'eau contenu dans 100 g de produit et déterminé par séchage à l'étuve.	Un taux d'humidité trop important de produits stockés peut engendrer des phénomènes de fermentation aérobie ou anaérobie et dériver sur des risques d'auto-échauffement. A l'inverse, des poussières avec des taux d'humidité « faibles » accentuent le risque potentiel d'explosion.	
Limite inférieure d'explosivité (LIE) ou Concentration Inférieure d'Explosivité (CIE)	Concentration, la plus faible en combustible, capable de conduire à la propagation d'une flamme dans un nuage homogène poussière/air	En règle générale, la limite inférieure d'explosivité se situe autour de 50 g/m ³ et peut être déterminée expérimentalement pour une poussière donnée. Néanmoins, cette valeur dépend des conditions de l'inflammation (turbulence, énergie de la source d'inflammation, température, pression...)	Des indicateurs simples peuvent être mis en place, afin d'apprécier les quantités de poussières pouvant générer une atmosphère explosive
Vitesse maximale de montée en pression de l'explosion (dp/dt max. ou KSt, en bar.m.s-1)	Selon la norme NF EN 1127-1 : Dans des conditions d'essais spécifiées, valeur maximale de la montée en pression par unité de temps obtenue dans un récipient fermé, lors des explosions de toutes les atmosphères explosives dans le domaine d'explosivité de la substance combustible	Cf Figure ci après.	Elle caractérise la violence de l'explosion et permet de dimensionner les mesures de protection contre l'explosion (événement, suppresseur d'explosion).
La pression maximale d'explosion (Pmax, en bar)	Selon la norme NF EN 1127-1 : dans des conditions d'essais spécifiées, pression maximale obtenue dans un récipient fermé lors de l'explosion d'une atmosphère explosive	Cf Figure ci après.	Elle caractérise la violence de l'explosion et entre dans le calcul de surface d'événement
Energie minimale d'inflammation (EMI, en milliJoules)	Selon la norme NF EN 1127-1 : Plus faible énergie électrique stockée dans une capacité, dans des conditions d'essais spécifiées, qui, lors de la décharge, est juste suffisante pour obtenir l'inflammation de l'atmosphère la plus facilement inflammable	Cf Figure ci après.	Ce paramètre permet de lutter contre les dangers de l'électricité statique (étincelle de décharge entre la partie chargée et la terre) et les dangers d'étincelles électriques
Température minimale d'inflammation d'un nuage de poussières (TAI, en °C)	Selon la norme NF EN 1127-1 : Dans des conditions d'essais spécifiées, température la plus faible d'une surface chaude sur laquelle le mélange le plus inflammable de poussières avec l'air est enflammé	Cf Figure ci après.	Ce paramètre permet de définir les températures maximales admissibles de surfaces des corps chauffés ou de fonctionnement des procédés
Température minimale d'inflammation d'une couche de poussières (TAI, en °C)	Selon la norme NF EN 1127-1 : Dans des conditions d'essais spécifiées, température la plus faible d'une surface chaude pour laquelle l'inflammation se produit dans une couche de poussières		

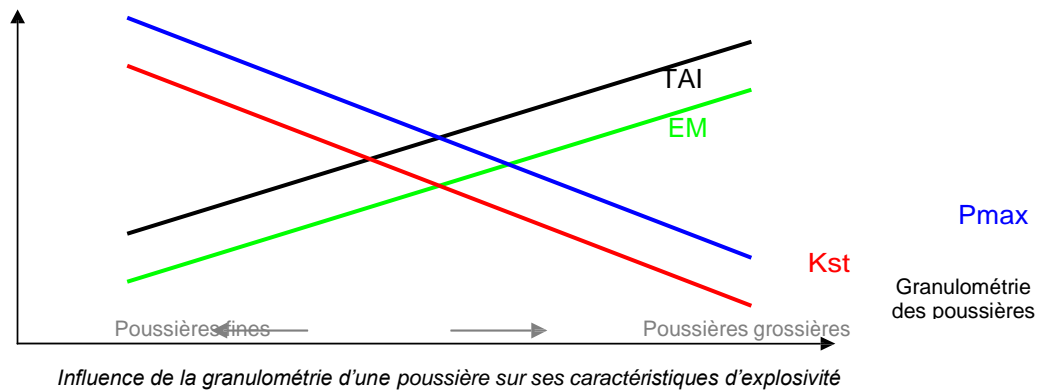
Tableau 1 : Paramètres caractérisant l'explosivité et l'inflammabilité des poussières

La Figure ci après présente l'influence de la granulométrie des poussières sur les caractéristiques d'explosivités. Ainsi, pour une poussière issue d'un même produit :

- plus sa granulométrie est fine plus cette poussière est réactive, c'est-à-dire plus l'explosion est violente (ou sévère) et plus la poussière est sensible à différentes sources d'amorçage,
- plus sa pression maximale et plus sa vitesse maximale de montée en pression de l'explosion sont élevées plus l'explosion est sévère,
- plus son énergie minimale d'inflammation et plus sa température minimale d'inflammation sont faibles plus cette poussière est sensible à différentes sources d'amorçage.

L'influence de l'humidité des poussières sur les caractéristiques d'explosion est proche de l'influence de la granulométrie.

Caractéristiques d'explosivité
(Kst, Pmax, EMI, TAI)



Valeurs de paramètres d'explosivité et d'inflammabilité de poussières rencontrées en nutrition animale :

Sur la base d'une étude bibliographique, le Tableau suivant présente des valeurs de paramètres d'explosivités et d'inflammabilités de poussières de produits utilisés.

Pour les matières premières énumérées dans le tableau, la variabilité des valeurs des paramètres s'explique par la variabilité des granulométries et des humidités des poussières caractérisées.

Il est à noter que les valeurs de Kst restent en général dans l'intervalle [0 ;200] qui correspond aux poussières de catégorie St1.

Produit	Granulométrie (d50 = diamètre médian en µm)	Pmax (bar)	Kst (bar·m/sec)	LIE (g/m ³)	EMI (mJ)	Température minimale d'inflammation (°C)	
						En nuage	En couche (5 mm)
Blé		[5 ; 9]	[20 ; 120]		[10 ; 160]	[350 ; 600]	[300 ; 450]
Farine de blé		[7 ; 9]	[30 ; 200]		[10 ; 300]	[400 ; 500]	330
Orge		[5 ; 9]	[10 ; 150]		[10 ; 150]	[400 ; 450]	[300 ; 450]
Maïs		[5 ; 9]	[10 ; 130]		[10 ; 300]	[400 ; 450]	[300 ; 450]
Graines Tournesol		[6 ; 8]	[20 ; 90]			[400 ; 500]	350
Poussières de céréales	d50 < 10					410	
Poussières de céréales	d50 = 50					520	300
Dépôt de poussières de céréales	d50 = 172	8,7	79	n.d		420	290
Poussières de céréales sur filtre d'aspiration	Diamètre < 37	9,2	131	125		510	300

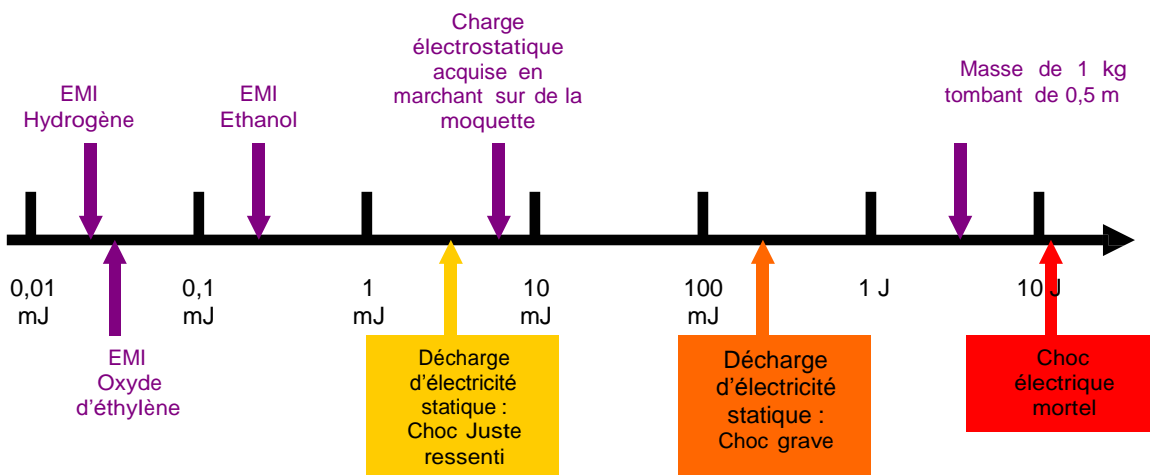
Comparaison des ordres de grandeurs des paramètres d'explosivité et d'inflammabilité

Les données mentionnées dans ce paragraphe permettent de situer les ordres de grandeurs des paramètres d'explosivité et d'inflammabilité établis dans le paragraphe précédemment :

- Limite Inférieure d'Explosivité :
 - o pour un nuage de poussières, si un observateur, bras tendu, ne voit pas son pouce, la concentration de poussières est de l'ordre de 50 g/m³.
 - o pour les dépôts de poussières, si cet observateur, en marchant sur un sol recouvert de poussières laisse des traces de pas, l'atmosphère pourra devenir explosive en cas de mise en suspension de ces poussières
- Température Minimale d'Inflammation :

Sources d'inflammation	Ordre de grandeur de températures
Surfaces chaudes : moteurs, coffrets d'alimentation électrique, câbles, paliers de machines, frottements de pièces	De l'ordre de 100 °C
Flammes : cigarettes, flammes produites lors de travaux (soudure, meulage)	> 600°C

- Energie Minimale d'Inflammation :
 - o Une valeur de 10 à 30 mJ signifie que les mélanges sont très sensibles à l'inflammation par des étincelles d'origine électrostatique.
 - o La Figure 8 donne des repères d'échelle d'énergie mise en jeu.



Le Tableau ci après présente différents types de décharges électrostatiques

Nature de la surface	Type de Décharge électrostatique	Origine	Ordre de grandeur	Cas dans l'industrie
Surfaces isolantes	Décharge en aigrette	Matériaux isolés fortement chargés	4 mJ	Bandes transporteuses isolantes ou manches filtrantes isolantes Silo en matière plastique
	Décharge "glissante" de surface	Surface d'une couche mince et isolante appliquée sur une surface d'un élément conducteur relié à la terre	1 à 2 J	Canalisation métallique peinte ou revêtue d'une couche isolante
	Décharge de talus	Concentration du champ électrique par effet de pointe au sommet du talus de poudre ou de pellets	> 100 mJ	Remplissage d'un silo par transporteur pneumatique Remplissage gravitaire des camions
Surfaces conductrices	Étincelle de décharge capacitive (décharge par étincelle)	Décharge entre deux conducteurs à des potentiels différents	>> 10 mJ	Tuyauteries conductrices non mises à la terre

3.2.3 Engrais solides à base de nitrate d'ammonium

Les engrais sont des matières fertilisantes dont l'emploi est destiné à la nutrition des végétaux ainsi que les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Les éléments apportés par les engrais sont principalement l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) ; et d'autres éléments fertilisants secondaires et/ou oligo-éléments.

La source principale de l'azote agricole est le nitrate d'ammonium. Le nitrate d'ammonium est un composé chimiquement stable à température ambiante et à pression atmosphérique. Cependant, le nitrate d'ammonium chauffé subit des réactions de décomposition thermique. Certaines de ces réactions de décomposition peuvent prendre une allure explosive mais le nitrate d'ammonium seul, même de qualité « technique » (pour la fabrication d'explosifs), n'est qu'un explosif faible et peu sensible. Ces réactions changent sous l'effet de catalyseurs (Cl,...) et en cas de confinement.

Dans le cas d'engrais NPK, l'énergie thermique externe au nitrate d'ammonium est générée au sein même du produit par réaction, catalysée par l'ion Cl⁻, susceptible de se développer à partir de 130°C et en présence d'une certaine acidité libre. Le catalyseur peut être fourni par le chlorure de potassium, utilisé généralement pour apporter l'élément fertilisant K dans la plupart des NPK.

Selon le comportement physique et la composition chimique du produit concerné, trois types de décompositions thermiques de NPK, aux caractéristiques très différentes, peuvent être observés.

- le produit fond à une température voisine de la température d'amorçage de la décomposition proprement dite (200°C) ; la fusion du produit froid absorbe une part importante de l'énergie libérée, ce qui stoppe toute possibilité d'évolution du produit chaud et fondu. Dès que cesse l'apport d'énergie thermique externe, la décomposition s'arrête.
- le produit ne fond pas ; la zone en contact direct avec le point chaud commence à se décomposer mais compte tenu des caractéristiques du produit, le transfert de chaleur à travers la masse poreuse de produit décomposé joint à l'énergie libérée n'est pas suffisant pour permettre la poursuite de la réaction et la décomposition s'arrête : on parle de décomposition non auto-entretenu.
- Le produit ne fond pas ; l'énergie libérée est suffisante pour permettre à la décomposition thermique de s'étendre progressivement dans la masse. Ce phénomène est désigné par le terme anglais « cigar-burning combustion » : on parle de décomposition auto-entretenu.

Il est rappelé que le phénomène de décomposition auto-entretenu est gouverné par deux manifestations principales :

- la convection : la décomposition engendre l'émission de fumées chaudes qui s'élèvent et préchauffent l'engrais non-décomposé. Ce phénomène n'intervient que verticalement vers le haut et induit une vitesse de propagation plus grande en verticale ascendante que la vitesse horizontale ou verticale descendante.
- la conduction : l'énergie dégagée par la décomposition en un point se transmet au voisinage de l'engrais proche. Ce transport de proche en proche se produit dans toutes les directions de l'espace.

Les engrais ammonitrates les plus commercialisés dosent de 33 à 34,5 % d'azote soit de 94 à 98,6 % de nitrate d'ammonium (ammonitrates à haut dosage). Le nitrate d'ammonium pur dose 35% d'azote. Les ammonitrates à moyen dosage contiennent de 20 à 27% d'azote, soit moins de 80% de nitrate d'ammonium.

La décomposition thermique des ammonitrates est uniquement liée à la décomposition du nitrate d'ammonium présent en grande quantité dans le produit. Les phénomènes sont similaires à ceux décrits pour le nitrate d'ammonium pur : ils peuvent subir des réactions de décomposition s'ils sont soumis à une source d'énergie externe importante.

Par ailleurs, les ammonitrates ou autres engrais simples à base de nitrates à plus de 80 % de nitrate d'ammonium concernés par la rubrique 4702 peuvent être classés selon leur conformité à la NF U 42-001. La conformité à cette norme, garantit entre autres l'absence de contamination intrinsèque à la fabrication, et constitue une précaution supplémentaire par rapport au risque lié à la forte teneur en nitrate d'ammonium.

Application au site de Belle Assise

Les engrais stockés et vendus par NORIAP respectent les normes de fabrication françaises ou européennes.

Les ammonitrates stockés en vrac sur le site seront des ammonitrates à moyen dosage (jusqu'à 27% d'azote). Une très faible quantité d'engrais à haut dosage (N 33%), exclusivement en big-bag (30 t maximum), peut ponctuellement être présent sur le site.

Ces engrais sont classés dans les rubriques 4702-II, III et IV de la nomenclature des I.C.P.E. En particulier, il est souligné que le classement dans la rubrique 4702-II et 4702-III s'applique à un engrais dont la teneur en azote due au nitrate d'ammonium est supérieure à 24,5 % en poids, et qui est conforme aux exigences de l'annexe III-2 du règlement européen. (essai de détonabilité décrit dans la section 3 et la section 4 de l'annexe III du règlement européen n°2003/2003.)

Cette conformité garantit un risque de détonation extrêmement faible.

Les engrais stockés restent fonction des saisons et des besoins des adhérents. Ci-dessous sont listés des exemples de références :

- Ammonitrate 27%
- Sulfan 24%(N) + 18 SO3
- Engrais ternaires NPK
- Chlorure de potassium
- Engrais binaires PK
- Superphosphate 35%

Les potentiels de dangers liés aux ammonitrates sont la décomposition du produit par apport continu d'une source de chaleur et la détonation lors d'une situation accidentelle (contamination, confinement,...). Le potentiel de danger lié aux engrais composés NPK (4702-IV) est la décomposition par apport continu d'une source de chaleur.

Au regard des dispositions prises dans la conception du magasin engrais et dans son mode d'exploitation, l'activité de stockage d'engrais ne peut être retenu comme générateur d'un événement initiateur sur l'activité silo

Le nouveau dépôt est conforme a l'ensemble des dispositions de l'arrêté type déclaration de la 4702 du 08 juillet 2006, notamment les distances d'éloignement.

3.3 Dangers liés aux procédés utilisés

3.3.1 Dangers liés au stockage de grains :

Le procédé utilisé sur le site de Belle Assise est le stockage de grains.

Les installations de stockage et traitement de céréales, de conception classique peuvent présenter 2 formes de dangers :

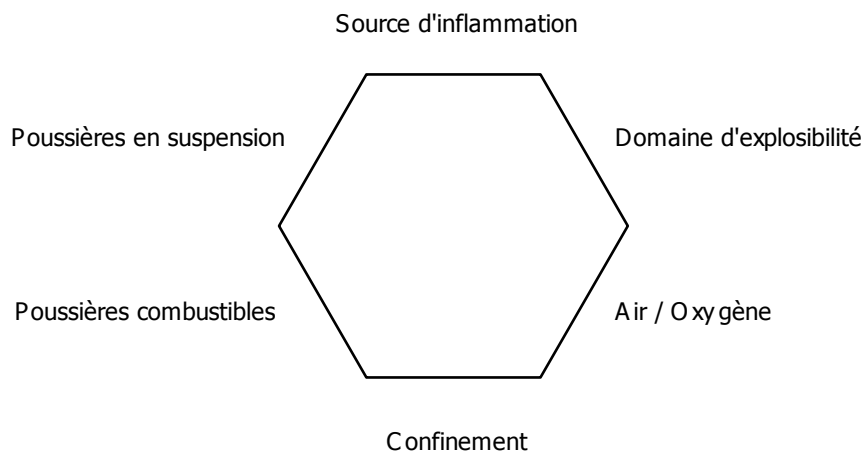
- L'incendie
- L'explosion.

L'incendie résulte concrètement de la présence simultanée de :

- Produits combustibles (poussières)
- Présence d'oxygène (air)
- Présence d'une source d'ignition.

On rencontre également des incendies résiduels suite à une explosion, mais ceux-ci sont généralement de faible importance.

Conditions d'explosion (hexagone de l'explosion)



Ces 6 conditions sont nécessaires et obligatoires pour obtenir une explosion.

3.3.1.1 Ensevelissement

Les cellules de stockage peuvent s'effondrer sous la pression du tas de grain pour différentes raisons :

- Conception défectueuse de la cellule ;
- Vieillesse et usure de la structure ;
- Déformation de la structure sous l'effet de la chaleur (suite à un incendie) ;
- Dislocation de la cellule sous l'effet de la pression d'une explosion de poussières à l'intérieur de la cellule.

Suite à l'effondrement, les grains s'écoulent pour former un tas et peuvent emporter, sous l'effet de la pression, ou ensevelir les biens et personnes sur leur passage.

3.3.1.2 Auto-échauffement

Le risque d'auto-échauffement n'est pas le même selon les conditions de stockage, sa durée et la taille des installations de stockage.

Comme cité précédemment, les céréales sont susceptibles de s'échauffer suivant certaines conditions de stockage (température, humidité, oxygène). Dans le cadre de stockage en silo, les outils mis en place pour éviter ce risque sont les suivants :

- Suivi thermométrique à l'aide de sonde,
- Ventilation.

Ils sont utiles dans le cadre de stockage de longue durée.

L'auto-échauffement est également fonction de la taille de stockage. La température n'augmente que si la chaleur produite est supérieure à la chaleur que l'on peut dégager. Or, alors que la chaleur générée est proportionnelle au volume de stockage, la chaleur dissipée est proportionnelle à la surface. Quand la dimension du stockage augmente, le volume augmente plus vite que la surface et le bilan thermique se déplace donc dans le sens d'une accumulation de chaleur.

On définit le paramètre DC, dimension critique, pour un produit à une température initiale donnée, comme la dimension la plus faible pour laquelle les phénomènes d'auto-échauffement conduisent à une inflammation du produit.

Pour mémoire, les caractéristiques des cellules de Belle Assise sont inférieures aux dimensions critiques pour la totalité des produits.

3.3.1.3 Incendie

Origine des incendies

Les incendies peuvent avoir des origines très variées, que l'on peut classer en origines mécaniques, origines électriques et origines diverses. Le chapitre précédent a démontré que l'auto-inflammation des produits stockés à Belle Assise était exclue.

Origines mécaniques :

Les origines mécaniques interviennent selon 3 types de processus :

- La friction (pouvant entraîner des échauffements, des inflammations ou des étincelles) ;
- Le choc ;
- L'électricité statique, induite par frottements et qui provoque des étincelles.

Origines électriques :

Les explosions et les incendies d'origine électrique ont principalement pour causes la défaillance du matériel électrique, son mauvais entretien ou sa mauvaise installation.

- Eclairage : un dispositif d'éclairage fixe et non protégé, sans réflecteur ni globe, peut provoquer un début d'incendie en enflammant la poussière sur l'ampoule.
- Appareillage électrique : un câblage électrique mal dimensionné ou en mauvais état risque de chauffer et d'entraîner un incendie. Des prises de courant non protégées peuvent provoquer un incendie ou des étincelles si des poussières y pénètrent.
- Moteurs électriques : un moteur électrique risque de chauffer anormalement s'il subit une surcharge importante et s'il n'est pas protégé.

Origines diverses :

- Flammes nues et points chauds : les flammes nues de briquets, allumettes, cigarettes, représentent également un grand danger. La température à l'intérieur d'une cigarette en combustion est de 656°C, quand de l'air y est aspiré, elle passe à 740° C. Ces valeurs sont énormes en comparaison des températures d'inflammation des nuages de poussières. La cigarette que l'on fume paraît donc plus dangereuse qu'un mégot non éteint jeté à terre. Celui-ci risque cependant d'enflammer d'éventuelles poussières en dépôt.
- Travaux : les opérations de soudage, de meulage... peuvent également amorcer un incendie.

L'accidentologie relève de nombreux incendies liés aux séchoirs, notamment d'oléagineux. Ces accidents seraient dus à une transmission de source d'énergie aux grains en présence d'oxygène :

- Escarbilles enflammées,
- Gaz non brûlés très chauds,
- Surséchage de récolte.

Il faut envisager 2 cas pour le risque d'incendie : l'incendie interne à une cellule de stockage, et l'incendie externe à celle-ci.

Les cellules de stockage se caractérisent par :

- Une grande quantité de combustibles (grains ou céréales)
- Une faible ventilation

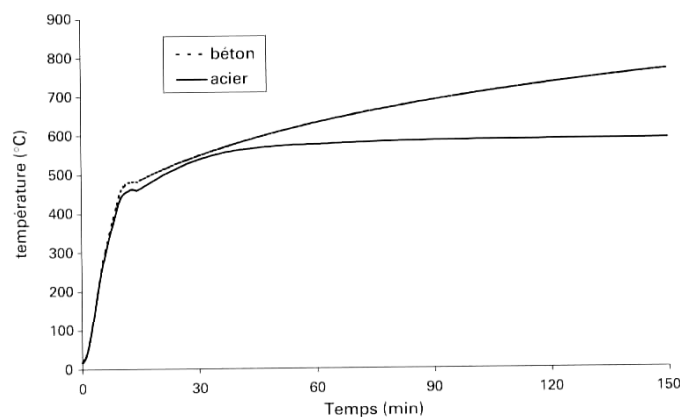
Ainsi, le mode de combustion et de propagation de l'incendie est très différent de celui représenté par la courbe d'incendie conventionnel. En particulier, le développement de l'incendie est très lent. Le feu dans une cellule de stockage est souvent représenté par un feu couvant en surface de stockage.

D'une manière générale, et comme le démontrent les calculs, la conséquence d'un tel incendie est la perte de matière, mais non la rupture des structures de la cellule.

En effet, avec un calcul simplifié, on obtient une température stationnaire d'environ 580°C au bout d'une heure. Les réponses des structures acier et béton sont représentées ci-dessous.

A noter également que la réponse thermique d'une paroi en acier et en béton est différente. Le béton est un matériau ayant une très faible conductivité, ce qui se traduit par une montée lente de la température interne.

La couche constituant l'enrobage du côté exposé au feu peut monter en température et se dégrader assez rapidement. L'acier est conducteur (conductivité thermique 40 fois supérieure à celle du béton), il monte en température de façon homogène. Dès qu'il atteint des températures de l'ordre de 400 °C, la résistance chute de plus de 30%. Ces élévations de températures créent aussi des dilatations thermiques et souvent des contraintes thermo-mécaniques.



Réponse thermique d'une paroi de silo soumise à un incendie interne

Pour des ouvrages convenablement dimensionnés, comme ceux de Belle Assise, une telle réduction n'est pas de nature à créer un risque particulier pour la stabilité de l'ensemble.

Associé à un échauffement maîtrisé et limité des produits stockés, le risque d'incendie est faible avec des conséquences très faibles à l'extérieur du silo et nulles en dehors de l'enceinte de l'établissement.

Feu dans un stockage de grains

Dans un stockage de céréales, on peut observer deux grandes familles d'incendie :

- Feu de surface à combustion visible : l'apport en comburant (O₂ dans l'air) est suffisant pour assurer le développement du feu. Il est en général la conséquence de la transmission d'une source de chaleur (ex : travaux par point chaud, échauffement et incendie d'un matériel de manutention).
- Feu à cœur (ou couvant à combustion lente), qui engendre généralement : fumées, odeur, un dégagement important de CO mais pas de flammes. Il a la plupart du temps pour origine soit un point chaud dans la masse du produit soit un auto-échauffement des grains ou des produits stockés. Le feu à cœur est un feu qui se situe en profondeur, c'est pourquoi la combustion est lente. En effet, l'apport de comburant est limité.

Feu dans un matériel de manutention ou de traitement du grain

Les conséquences des feux de ce type d'équipement sont généralement limitées à l'équipement. Les phénomènes d'incendie relatif à ce type de matériel sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Equipement	Origines des incendies	Facteurs à retenir
Transporteur à bande	Blocage des rouleaux ; Patinage de la bande ; Travaux par point chaud ; Déport de bande.	Effet « four » Effet « tunnel »
Transporteur à chaînes	Travaux par point chaud Casse mécanique ; Bourrage avec échauffement ;	Effet « four » Effet « tunnel »
Elévateur	Frottement de la sangle sur la carcasse ; Casse mécanique ; Bourrage avec échauffement ; Travaux par point chaud.	Risque d'explosion
Nettoyeur / calibreur / tamiseur/ refroidisseur/ broyeur	Travaux par point chaud ; Décharge électrique (électricité statique) ; Problème mécanique avec échauffement.	Risque d'explosion
Système de dépoussiérage	Travaux par point chaud ; Transmission de particules chaudes du reste de la manutention ; Décharge électrique (électricité statique).	Risque d'explosion

Risque de propagation et d'évolution

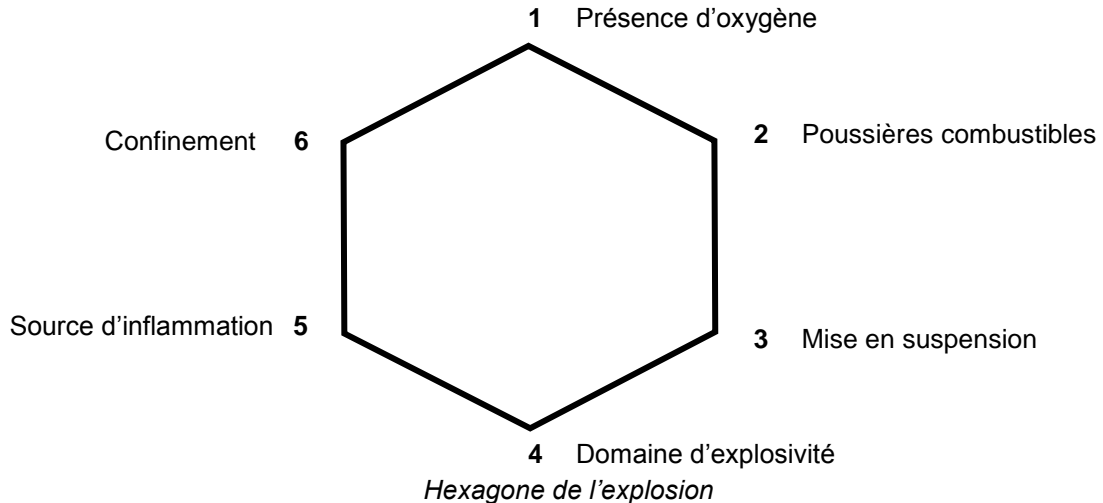
En cas d'accident, la propagation de l'évènement ne peut pas être exclue.

3.3.1.4 Explosion

L'incendie consécutif à cette combustion peut induire une explosion si trois autres conditions sont réunies simultanément :

- le combustible doit être en suspension ;
- la concentration de poussières dans l'air doit atteindre un seuil minimum d'explosibilité (L.I.E. : Limite Inférieure d'Explosibilité) ;
- le volume doit être confiné ou partiellement confiné.

Ces 6 conditions réunies constituent l'hexagone de l'explosion.



Une explosion est la transformation rapide d'un système s'accompagnant d'une libération brutale d'énergie se traduisant par une expansion de gaz. Elle est caractérisée par les effets suivants :

- Bruit intense
- Souffle (onde de pression)
- Destruction
- Projection de débris
- Rayonnement thermique

C'est l'expansion de gaz qui induit ces effets.

L'explosion de suspensions air / particules inflammables (« explosion de poussières ») est une **réaction de combustion exothermique**.

- **Déroulement d'une explosion de poussières**

Le déroulement d'une explosion est le suivant pour le cas des « enceintes » ; le cas des « canalisations » étant quelque peu différent :

a) Allumage :

Il est nécessaire d'avoir un échauffement des particules, soit par un point chaud en contact avec le nuage de poussières, soit par rayonnement à partir d'une source éloignée. Les particules soumises à l'échauffement s'enflamment et brûlent en libérant une grande quantité d'énergie (20 kJ/g).

Les sources d'inflammation en fonctionnement normal ou lors d'un dysfonctionnement peuvent être les suivantes (J.P. PINEAU, INERIS, EUROFORUM 1998) :

- Surfaces chaudes
- Flammes et gaz chauds
- Etincelles d'origine mécanique
- Matériel électrique
- Electricité statique
- Ondes électromagnétiques radiofréquence (rf) de 104 hz à 3.1012 hz
- Ondes électromagnétiques de 3.1011 hz à 3.1015 hz
- Rayonnements ionisants
- Ultrasons
- Compression adiabatique et ondes de choc
- Foudre
- Réactions exothermiques comprenant l'auto-inflammation des poussières

b) Propagation :

Ces particules en combustion (de 1 000 à 2 000°C) servent à leur tour de « source d'inflammation » pour les particules proches, de sorte que la flamme (la zone de combustion) se propage de proche en proche. Sur son passage, la flamme transforme le milieu « froid » en produits de combustion « chauds ». Le volume concerné passe de 20°C à 1000-2000°C en peu de temps. Ce volume subit donc une expansion thermique très importante (d'un facteur de l'ordre de 5 à 10).

c) Explosion :

Dans le cas des explosions de poussière, si l'expansion thermique se réalise dans une enceinte close, la pression interne augmente. Lorsque l'équipement soumis à la surpression est suffisamment résistant, celle-ci peut atteindre des valeurs de l'ordre de 100 bars (conditions particulières).

Lorsque le seuil de résistance mécanique est atteint, la structure éclate : c'est l'effondrement de la structure, conséquence grave des effets de surpression.

On peut également citer, comme incident lié aux poussières, l'incendie de poussières en couche. En effet, ces fines particules sont susceptibles de brûler, créant un feu couvant et dégageant peu de calories. Le principal danger lié à un incendie de poussière en couche est donc la création et l'inflammation d'un nuage de poussières pouvant provoquer une explosion.

Les différents incidents liés aux poussières et leurs enchaînements sont présentés dans l'organigramme suivant.

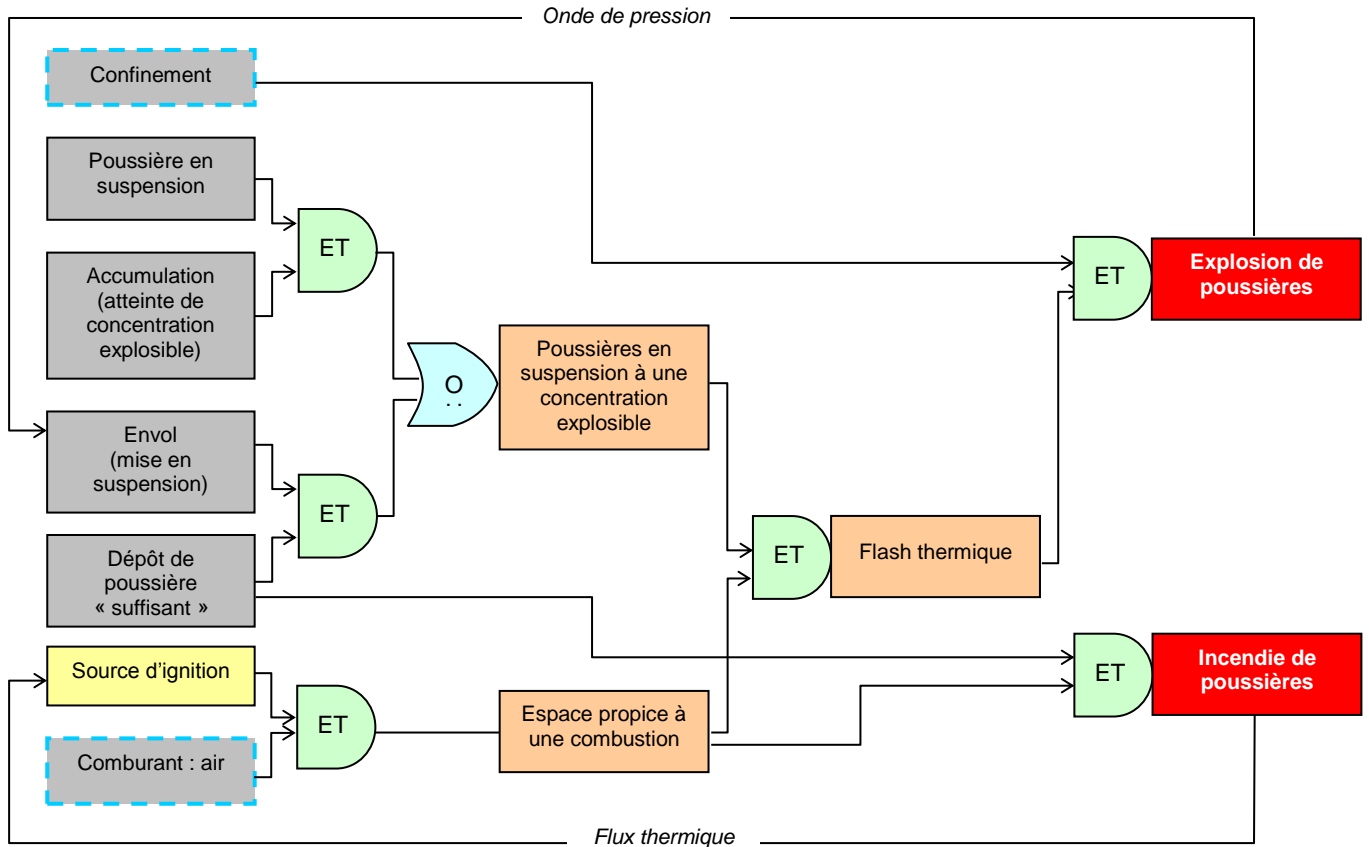


Diagramme des incidents et accidents liés aux poussières

• **Conditions nécessaires**

Nous allons aborder chacune des six conditions à réunir décrites ci-dessous :

1 Présence d'oxygène

La quantité d'oxygène présente dans l'atmosphère où se déroule la combustion doit être suffisante pour permettre cette combustion. Il a été constaté que lorsque la teneur en oxygène dans le nuage est inférieure à une valeur critique (8-10% pour la plupart des organiques), l'explosion ne peut pas se développer.

2 Poussières combustibles

Une importante fraction de la poussière est combustible, l'autre partie étant constituée de matières minérales (sons, terre).

3 Mise en suspension :

Les particules doivent pouvoir être mises en suspension et s'y maintenir un temps suffisant pour que l'explosion puisse se développer.

La taille des particules est importante car au-delà d'un diamètre moyen de 300-400 µm, la vitesse de sédimentation après mise en suspension est au moins égale à la vitesse de propagation de la combustion dans sa phase initiale, le nuage s'effondre et l'explosion « étouffe » d'elle-même.

4 **Domaine d'explosivité**

La quantité de particules en suspension doit permettre la propagation de l'explosion d'une particule à l'autre. Lorsque le mélange est trop « dense », l'oxygène n'est pas présent en quantité suffisante dans le mélange air / particules en suspension pour assurer la propagation de la combustion. Lorsque le mélange est trop « dilué », les particules sont trop éloignées les unes des autres pour favoriser une propagation rapide et le développement de la combustion.

5 **Source d'inflammation**

Une source d'inflammation suffisante peut permettre l'allumage du nuage explosible (suspension de particules inflammables dans l'air à une concentration permettant la propagation de la combustion). Divers phénomènes sont susceptibles de provoquer une inflammation. L'aptitude de ces phénomènes à induire une inflammation dépend des particules combustibles. Cette aptitude est donnée par la température d'auto-inflammation (TAI).

6 **Confinement :**

La présence d'un confinement est nécessaire pour que puissent se manifester les effets de l'explosion de poussières.

Un volume partiellement clos peut parfois suffire au déroulement d'une explosion, dans des cas particuliers de dimensions ($H/D > 2$).

L'explosion est un phénomène pouvant entraîner un éclatement de structure suite à une augmentation de pression dans une enceinte close.

Pour que l'explosion se produise et que ses conséquences soient importantes, il est nécessaire que la surpression interne d'une enceinte atteigne la valeur de destruction des structures.

Deux types d'explosions de poussières sont à distinguer :

- L'explosion primaire : il s'agit de l'explosion initiale à la suite de l'inflammation d'un nuage de poussières
- L'explosion secondaire : cette (ou ces) explosion(s) se déclenche(nt) par la propagation du front de flamme, dans une atmosphère explosive créée par la mise en suspension du dépôt de poussières, par l'action de l'onde de pression provenant de l'explosion précédente.

• **Déroulement d'une explosion de poussières secondaire**

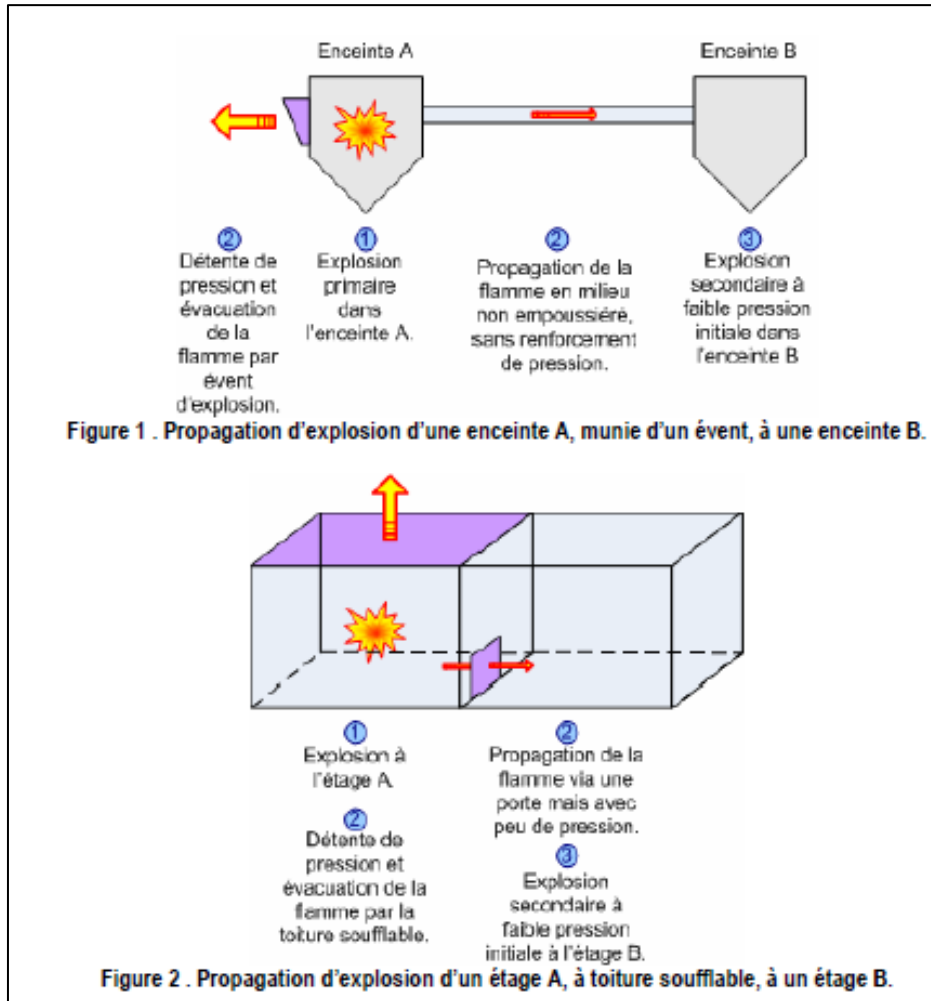
Une explosion est dite primaire lorsqu'elle prend naissance dans l'équipement considéré.

L'explosion peut se propager dans des équipements dans lesquels de la poussière est présente sous la forme d'un nuage explosible. On parle ainsi d'explosion secondaire lorsqu'une explosion, dans une enceinte B, est provoquée par une explosion primaire dans une enceinte A.

Une explosion secondaire peut être beaucoup plus violente que l'explosion primaire qui l'a provoquée. En effet, l'explosion primaire génère de fortes turbulences et des conditions de pression initiales beaucoup plus élevées dans l'enceinte qui sera le siège de l'explosion secondaire.

Une explosion peut également se propager par mise en suspension de dépôts de poussière. Si le dépôt de poussière est peu important, l'explosion se propage sans renforcement de la pression ; cette propagation prend la forme « Flash Fire ». Si le dépôt de poussière est suffisamment important pour créer un nuage explosible dans tout le volume de l'enceinte, une explosion secondaire a lieu.

Sous certaines conditions, il est possible de considérer qu'il n'y a pas d'augmentation de la violence d'une explosion secondaire. Par exemple, si une enceinte est dotée d'un évent en hauteur et d'une petite surface fragile sur ses parois, l'explosion sera déchargée en hauteur, ce qui permettra une détente de pression, mais une flamme peut tout de même se transmettre à une enceinte voisine par la surface fragile longitudinale. Plusieurs cas sont ainsi illustrés sur la figure en page suivante.



- **Conséquences d'une explosion**

Les explosions sont souvent suivies d'incidents dus aux ondes de pression et de conséquences secondaires comme l'émission de projectiles qui peuvent présenter des effets dévastateurs et meurtriers.

Une fois la paroi détruite, les fragments sont expulsés dans l'environnement. Toutefois, il est difficile de prédire les effets dus à cette émission de projectiles. La fragmentation étant un phénomène à caractère statistique. Un calcul d'énergie absorbée par l'émission de projectiles est difficile et nécessite des hypothèses simplificatrices et surtout des vérifications expérimentales qui font actuellement défaut.

3.3.1.5 Estimation des effets de la libération des potentiels de dangers :

Détermination des effets de pression

La physique associée au phénomène d'explosion de poussières ainsi que le retour d'expérience indiquent que les effets d'une explosion se renforcent lorsque le front de flamme parvient à se propager d'un volume à un autre par les interconnexions au sein d'une même installation.

Afin de déterminer les effets de pression, deux cas seront étudiés pour une installation :

- Une explosion dans un volume, explosion dite « primaire » ;
- Ou une explosion dans un volume faisant suite à une propagation. On parle d' « explosion secondaire » lorsque l'explosion primaire qui se propage rencontre un nuage ou un dépôt de poussières, et enflamme ceux-ci, créant ainsi une nouvelle explosion (dite « secondaire »).

Pour déterminer si pour un volume, on doit étudier le scénario d'explosion primaire et le scénario de propagation d'explosion, il convient d'étudier :

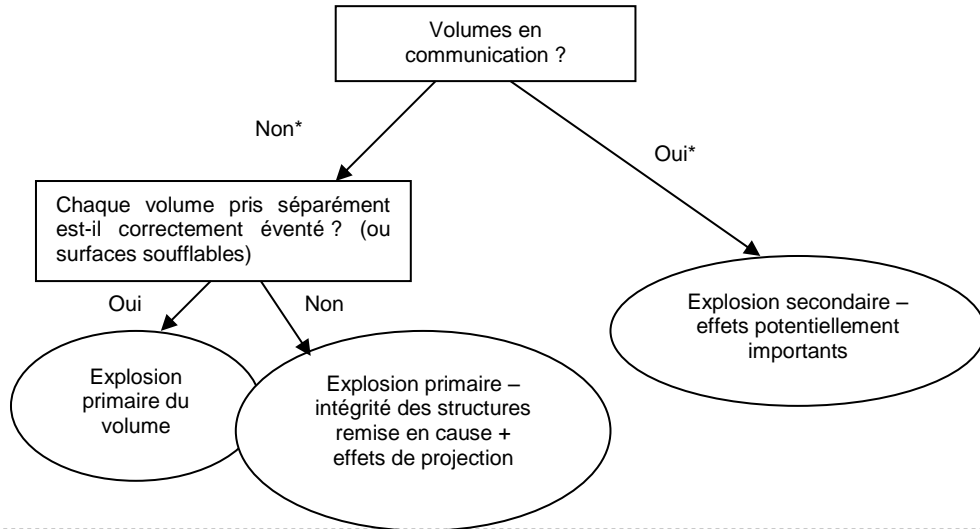
- Les interconnexions dans les installations : ce sont les communications entre espaces dans lesquels est susceptible de se propager une explosion de poussières.
- La protection des différents volumes contre les risques d'explosion qui nécessite que les espaces soient découplés les uns des autres, par une séparation physique par exemple, et que chaque volume découplé ait une surface soufflable ou éventable suffisante. Ces notions sont développées dans les chapitres suivants.

La protection d'un volume par des événements ou des surfaces soufflables consiste en l'aménagement, sur les parois de ce volume, de surfaces plus fragiles que la structure du volume ; en cas d'explosion, ces surfaces se rompent prioritairement sous l'effet de la surpression, permettant à celle-ci de s'évacuer vers l'extérieur et évitant ainsi la destruction du volume.

On distingue :

- **Les événements** : surfaces normalisées, de pression de rupture en cas d'explosion connue (le matériau et la surface de l'événement sont fixés par le constructeur, selon des normes de dimensionnement et des normes de construction, pour conduire à une certaine pression de rupture ; ce type de surface est souvent rencontré sur les filtres à poussières par exemple).
L'événement doit rester solidaire des parois sur lesquelles il est attaché et ne pas se fragmenter.
- **Les surfaces soufflables**, qui peuvent être des éléments du volume plus fragiles que la structure de celui-ci et de pression de rupture relativement faible (vitres, bardages...).

Le logigramme ci-dessous permet de visualiser de façon simplifiée et générale les différents cas possibles d'explosion ou de propagation d'explosion, compte-tenu de la présence ou de l'absence de découplages et/ou de surfaces soufflables (ou d'événements), et de différencier l'explosion primaire de l'explosion secondaire :



Mesures compensatoires à proposer selon les résultats de l'analyse des risques et les effets sur l'environnement

* Le « Oui » ou le « non » s'apprécie au regard de la présence de découplage de la justification de l'efficacité de ce découplage (Source Guide silo INERIS Version 3 de 2008)

Il convient de souligner qu'un bon découplage résulte de la combinaison d'une cloison de séparation assez résistante pour permettre d'isoler le volume et d'une surface soufflable (ou d'un événement) suffisamment importante pour évacuer le souffle d'une explosion se produisant dans ce volume. Ce découplage doit résister à la surpression d'explosion induite par l'explosion primaire considérée. Il est donc à dimensionner en conséquence. Dans le cas contraire, il y a lieu d'envisager une explosion secondaire dans le volume adjacent.

Suivant le Guide Silo de l'INERIS Version 3 de 2008, on étudiera les conséquences d'une explosion primaire :

- Dans le cas d'un volume correctement protégé et découplé contre les risques d'explosion ;
- Ou lors de la première phase d'une succession d'explosions.

L'étude des conséquences d'une explosion « secondaire » s'effectuera sur la base de l'étude des interconnexions dans les installations.

Etape 1 : Détermination de l'énergie de l'explosion de poussières

La détermination de l'énergie de l'explosion de poussières s'effectue à partir de l'équation de Brode simplifiée (en Joules) :

$$- E = 3 * V * (P_{ex} - P_{atmosphérique})$$

Avec :

- V : volume de l'enceinte considérée en m³

- P_{ex} – P_{atmosphérique} = Pression relative de l'explosion en Pa,

- P_{ex} : pression absolue de l'explosion.

Dans une approche dimensionnante, on retiendra comme pression relative P_{ex} – P_{atm} de l'explosion :

Dans le cas d'une explosion primaire :

Si le volume est correctement éventé : P_{ex} - P_{atm} = P_{redmax} (la pression d'explosion réduite utilisée pour calculer la surface d'évent).

Si le volume est non éventé : P_{ex} - P_{atm} = 2 * P_{rupture} (où P_{rupture} est la pression statique de rupture de l'enceinte).

5 bars dans le cas d'une explosion secondaire. Cette valeur est prise sur la base du retour d'expérience.

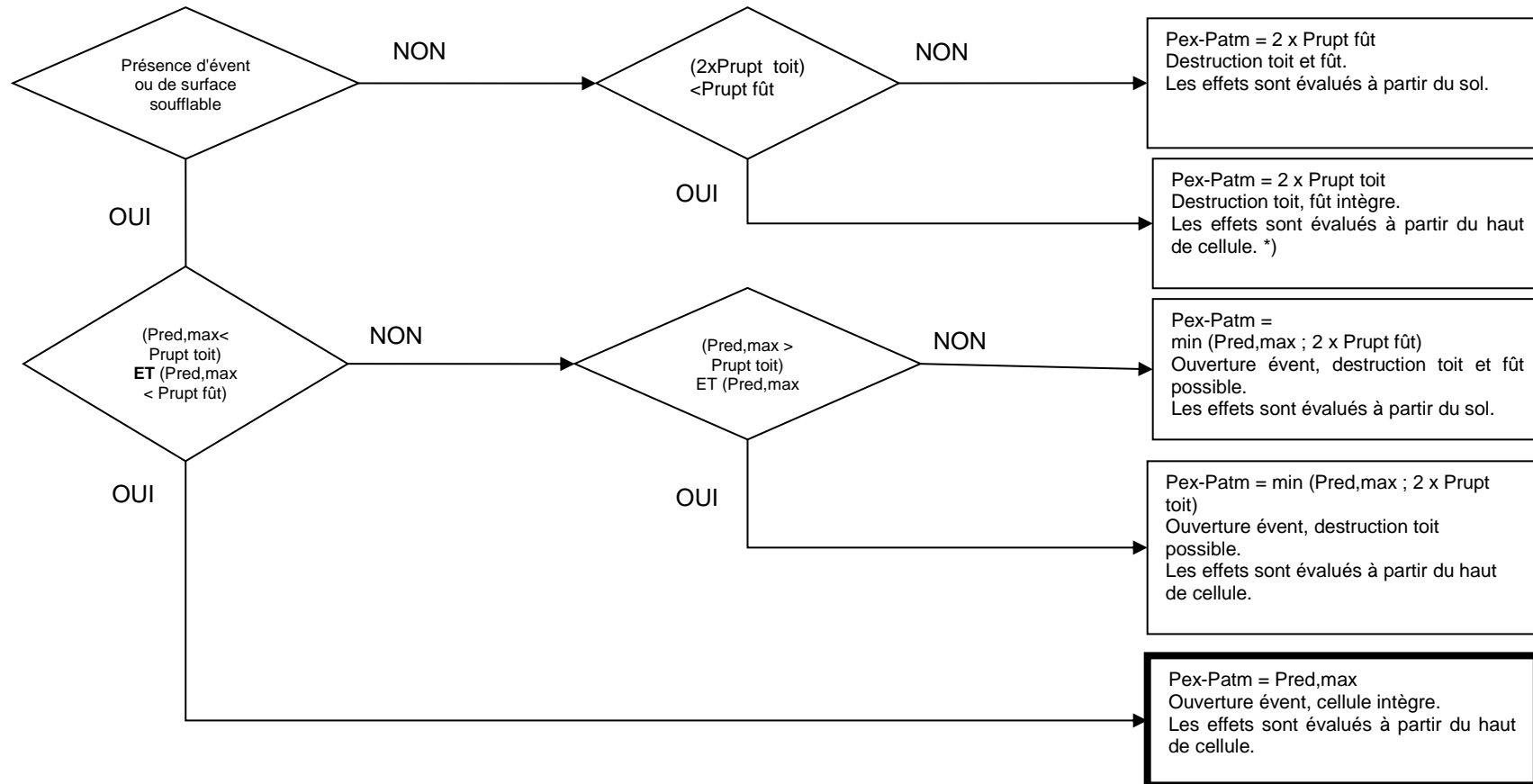
Afin de déterminer P_{ex}, on fournit dans le tableau ci-dessous des ordres de grandeurs de la résistance des éléments en fonction de leur constitution.

Nature de la paroi	Surpression de ruine (statique)
Tour de manutention en béton	100 à 300 mbar
Tour de manutention en bardage métallique	15 à 100 mbar
Tour de manutention en palplanches (tôles résistantes, type profils Omega)	300 à 1000 mbar
Cellules en béton : parois	150 à 1000 mbar
Cellules en béton : toits	100 à 400 mbar
Cellule métalliques : parois	300 à 1000 mbar
Cellules métalliques : toits	100 à 200 mbar
Galeries sur cellules en béton	100 mbar
Briques	100 à 300 mbar
Tuiles	5 mbar
Verre simple/armé	3 à 25 mbar
Plaque polyester transparent (fixations crochets)	10 mbar
Plaque amiante-ciment (fixations crochets)	10 à 100 mbar

Le tableau précédent a été réalisé à partir d'une synthèse des informations reportées dans plusieurs références (Lannoy, 1984, Clancy, 1972, INRS, 1994, BIT, 1993), dans le document « Etude du comportement d'éléments de silos à grains soumis à une onde de pression interne » réalisé par GIAT Industries (décembre 2004) et dans diverses analyses d'accidents (Lechaudel et al., 1995, Michaélis et al., 1995).

Principes à retenir pour l'évaluation des distances d'effets :

Lors de l'évaluation des zones d'effets d'une explosion primaire en cellule béton, il convient de regarder dans un premier temps si le fût de la cellule va résister à la surpression :



Etape 2 : Détermination des distances des effets de surpression

L'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à « l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation » définit les valeurs de référence suivantes relatives aux seuils d'effets de surpression :

- 300 mbar : seuil des dégâts très graves sur les structures ;
- 200 mbar : seuil des effets létaux significatifs délimitant la zone des dangers très graves pour la vie humaine et seuil des effets dominos sur les structures ;
- 140 mbar : seuil des effets létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine et seuil des dégâts graves sur les structures ;
- 50 mbar : seuil des effets irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine et seuil des dégâts légers sur les structures ;
- 20 mbar : seuil des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitres sur l'homme et seuil des destructions significatives de vitres.

La détermination des distances des effets de surpression s'effectue en appliquant la méthode multiénergie indice 10, qui peut être majorante dans certains cas. Cette formule, respectant la physique du phénomène, donne les surpressions d'une onde de choc résultant d'un éclatement, en fonction de l'énergie d'explosion définie à l'étape 1.

La détermination des distances des effets de surpression s'effectue en appliquant la méthode multi énergie indice 10. Cette formule, respectant la physique du phénomène, donne les surpressions d'une onde de choc résultant d'un éclatement.

Le tableau suivant donne les formules associées aux effets de surpression :

Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression	Distance des effets de surpression suivant la méthode multi énergie indice 10.
300 mbar	$0,028 E^{1/3}$
200 mbar	$0,032 E^{1/3}$
140 mbar	$0,05 E^{1/3}$
50 mbar	$0,11 E^{1/3}$

Distance des effets de surpression suivant la méthode multi énergie indice 10

Comme indiqué par l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005, compte-tenu des dispersions de modélisations pour les faibles surpressions, la distance correspondant au seuil à 20 mbar peut être prise comme égale au double de la distance à 50 mbar.

Les éléments donnés ci-avant sur le calcul des effets d'une explosion de poussières ne constituent tout au plus que des ordres de grandeur. Cependant, ils peuvent être suffisants dans bon nombre de cas.

Détermination des effets de projection :

Les explosions sont souvent suivies d'incidents dus aux ondes de pression et de conséquences secondaires comme l'émission de projectiles qui peuvent présenter des effets dévastateurs et meurtriers.

Une fois la paroi détruite, les fragments sont expulsés dans l'environnement. Toutefois, il est difficile de prédire les effets dus à cette émission de projectiles. La fragmentation étant un phénomène à caractère statistique. Un calcul d'énergie absorbée par l'émission de projectiles est difficile et nécessite des hypothèses simplificatrices et surtout des vérifications expérimentales qui font actuellement défaut.

Résultats des calculs :

Des calculs effectués par l'INERIS ont porté sur des silos (verticaux et horizontaux) et des tours de manutention.

Les paramètres examinés dans les calculs sont les structures des bâtiments (massive, légère) et les surfaces de décharge (absence ou existence).

Les résistances des éléments de structure (béton armé, béton léger, bardage métallique, bardage PVC,...) retenues pour les calculs sont celles habituellement rencontrées pour les sites de stockages existants déjà étudiés.

Les calculs ont été effectués en considérant une explosion qui prenait naissance à l'intérieur des installations et des bâtiments.

(Source : *Guide pour la conception et l'exploitation de silos de stockage de produits agroalimentaires vis à vis de l'explosion* - INERIS – P. Roux – Mars 1997 – Tableau p. 192).

Type de bâtiment ou d'installation	Nature des parois	Nature du toit	Surface de décharge (m ²)	P max(mbar)	Distance de projection (m)	Cas n°
Cellules verticales : ø 6 m H = 30 m	Voile de béton armé	Voile de Béton armé	Non	230	25	1
			oui (6,25 m ²)	30	0	2
		Pré dalle béton léger	Non	180	30	3
			oui (6,25 m ²)	30	0	4
Cellule horizontale L = 140 m l = 40 m H = 20 m	Voile de béton armé	Plaques fibrociment et PVC (15%)	Non	200	10	5
	Briques + verre Armé (30%) Bardage Métallique	tuiles	Non	130	< 1	6
		Plaques fibrociment et PVC (15%)	Non	210	10	7
Tour de manutention Section = 4 m x 5 m H = 40 m	Voile de béton armé	Voile de béton armé	35 m ² (ouverture vitrée)	1	0	8
		Pré dalle béton léger	35 m ² (ouverture vitrée)	1	0	9
	Bardage métallique et PVC	Bardage métallique	Non	620	40	10

Application aux silos du site de Belle Assise :

L'évaluation des surpressions pour une explosion primaire dans les cellules a été réalisée suivant le calcul de Brode et Multiénergie préconisé par l'INERIS dans son Guide silos détaillé ci-avant.

Les hypothèses sont donc déterministes et maximalistes et ont comme objet l'estimation des libérations des potentiels de dangers sans intégrer à ce stade de l'étude la possibilité ou non de retenir le scénario, selon l'analyse de risque.

Localisation		Dimensions en m		Volume en m ³	Pex-Pa	Surpression en m		
		Hauteur en m	L x l ou diamètre en m			20 mbar	50 mbar	140 mbar
Silo béton	Cellules	17	10,2	1 330	0.1	67	33,5	Non atteint
	Cellules	27,7	5,82 x 14,31	1 992	0.1	65,8	32,9	Non atteint
Silo projeté	Cellules	27,7	14,3 x 14,31	4 790	0,1	101	50,5	Non atteint

L'onde de pression externe résultant de l'explosion dans un volume est estimée en appliquant les méthodes assurant un calcul de Brode pour l'énergie et un indice multi-énergie pour les effets de pression (Guide silo INERIS). Pour tous les cas $P_{ex} - P_{atmosphérique}$ est la pression relative de l'explosion correspondant à la pression d'explosion réduite utilisée pour calculer la surface d'évent (P_{redmax}) ou la P_{red} réelle si la surface d'évent présente est importante.

Pour l'évaluation des zones d'effet d'une explosion primaire en cellule, le logigramme du Guide silo Version 3 de 2008 de l'INERIS est utilisé.

Les distances sont données par rapport aux parois à la hauteur désignée. La distance est représentée au niveau de l'enveloppe de l'enceinte (mur).

Etant donné les mesures de prévention et de protection mises en place (découplage, événements, ...) le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine ne sortirait pas du site ou resterait dans des zones non sensibles.

De plus, de par la conception des cellules des silos (cellules ouvertes) et les mesures de protection et de prévention mises en place, le scénario d'explosion dans les cellules n'est pas retenu.

De plus, dans le cadre d'une approche purement déterministe et majorante, l'application des hypothèses de l'INERIS pour l'évaluation du danger d'explosion aux silos de Belle Assise donne les résultats synthétisés dans le tableau ci-après :

Caractéristiques des silos de Belle Assise	Numéro du cas INERIS	Distance de projection
Silo béton : Cellules verticales métalliques	7	10 m
Silo projeté : Cellules métalliques de 1 992 m ²	7	10 m
Silo projeté : Cellules métalliques de 4 790 m ²	7	10 m

3.3.1.6 Définition des zones d'atmosphères explosives (ATEX) :

Différents textes divisent les installations dans lesquelles une atmosphère explosive est susceptible d'apparaître, notamment en raison de la nature des substances solides (poussières de céréales dans notre cas) en 3 zones de dangers potentiels :

- Zone 20 :** Emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence ou pendant de longues périodes ou fréquemment.
- Zone 21 :** Emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles peut occasionnellement se former dans l'air en fonctionnement normal.
- Zone 22 :** Emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se former dans l'air en fonctionnement normal, ou bien, si une telle formation se produit néanmoins, n'est que de courte durée.

On ne peut faire circuler des grains sans produire de la poussière. Le moindre transport provoque le frottement des grains les uns contre les autres et leurs enveloppes abrasives détachent la poussière collée à leur surface (résultats des précédents contacts) et en même temps les mouvements des grains engendrent par usure, brisure, cassure, une nouvelle poussière.

La concentration en poussières varie considérablement dans les lieux de travail :

Près des points de chargement	< 5 g/m ³
A l'intérieur des élévateurs	10 à 60 g/m ³
A l'intérieur des transporteurs à chaîne	< 10 g/m ³
Chute des grains	< 30 g/m ³

La taille moyenne des particules se situe entre 15 et 1 200 microns.

Les poussières sont produites par les diverses manutentions du grain. Elles sont inévitables. Elles sont libérées au niveau des chutes de grains et sont donc importantes à l'extrémité des tuyaux, dans les cellules de stockage, aux jonctions entre appareils, en tête des élévateurs, aux postes de réception et d'expédition.

Elles varient selon le type de silo, la capacité, le débit horaire de manutention, la hauteur de stockage, le nombre de rotations.

La mise en suspension des poussières est favorisée par leur faible densité et leur cohésion qui dépend elle-même de la forme des particules et de l'humidité (voir chapitre sur la poussière).

La démarche à suivre pour analyser les risques d'explosion sur le site et définir les zones ATEX est la suivante :

- Identifier les endroits où une explosion peut avoir lieu.
- Enrayer la possibilité du déroulement d'une explosion en faisant en sorte qu'elle ne puisse avoir lieu.
- Là où ce n'est pas possible autrement, prendre des mesures correctives afin d'en limiter les effets.

La première étape consiste donc à identifier les parties du processus où une explosion de poussières est possible en distinguant les risques d'explosion primaire et secondaire.

Pour ce faire, nous distinguons les risques d'explosion primaire et secondaire et considérons qu'une concentration de poussières inférieure à 75 % de la Concentration Inférieure d'Explosibilité (CIE) écarte tout risque d'explosion.

Risques d'explosion primaire :

- Les élévateurs
- Les appareils de nettoyage (nettoyeur-séparateur)
- Le système d'aspiration de poussières (cyclone, tuyauterie, filtre)

Les autres matériels présents à l'intérieur des installations (transporteurs à chaîne ...) ne renferment pas ou ne mettent pas suffisamment de poussières combustibles en suspension pour permettre une explosion primaire.

Des mesures de concentration de poussières en suspension à l'intérieur de cellules en phase de remplissage (blé nettoyé et brut, orge et maïs), réalisées par des Bureaux spécialisés, ont également permis de montrer que les concentrations atteintes restent très inférieures à la CIE.

Le risque d'explosion primaire dans les cellules peut donc être écarté. Par contre, une explosion secondaire est possible car cette même étude a conclu que les dépôts de poussières sèches (non agglomérées) sur les parois peuvent conduire dans certains cas à des concentrations supérieures à la CIE en cas de remise en suspension pour les cellules verticales en béton fermées. Ces dernières ne sont pas présentes à Belle Assise.

Pour éviter les explosions primaires, il faut éliminer les possibilités de situations dangereuses en supprimant un ou plusieurs sommets de l'hexagone d'explosion.

Les élévateurs :

Les élévateurs sont les principales sources de sinistres.

Les risques d'atteindre la CIE sont directement liés au débit des élévateurs et à l'efficacité de leur système d'aspiration de poussières.

Les mesures visant à réduire les risques de source d'ignition (maintenance, déport de sangle...) seront alors déterminées en fonction des risques d'atteindre la CIE.

Les systèmes d'aspiration des poussières

Cyclones - filtres

Compte tenu du volume d'air en cause, les concentrations en poussières dans ce type d'appareil sont largement inférieures à 75 % de la CIE. Cependant la CIE peut être atteinte dans un filtre lors de la phase de décolmatage.

Réseau d'aspiration

L'appréciation de l'efficacité d'un circuit d'aspiration est aisée ; il faut d'abord contrôler que les tuyaux ne soient pas pleins, et ensuite, si nécessaire, mesurer les débits d'air.

Il faut donc veiller à l'efficacité du système d'aspiration en se focalisant sur l'aérodynamique (vitesse, débit, géométrie de l'aspiration, équilibrage du réseau).

Risques d'explosion secondaire :

La propagation d'une explosion primaire en explosion secondaire peut avoir lieu si le sol ou les bardages sont suffisamment empoussiérés pour remettre en suspension, par l'action de l'onde de pression qui se déplace en avant du front de flamme, les quantités de poussières suffisantes.

Il faut également être vigilant aux changements de forme géométrique (galeries sur ou sous cellules) qui peuvent induire des déroulements de l'explosion différents et parfois violents.

- Transmission d'une explosion de la tour vers les cellules à travers la galerie.
- Transmission par un transporteur communiquant entre deux bâtiments

Les mesures pour éviter la propagation des explosions sont de 2 ordres :

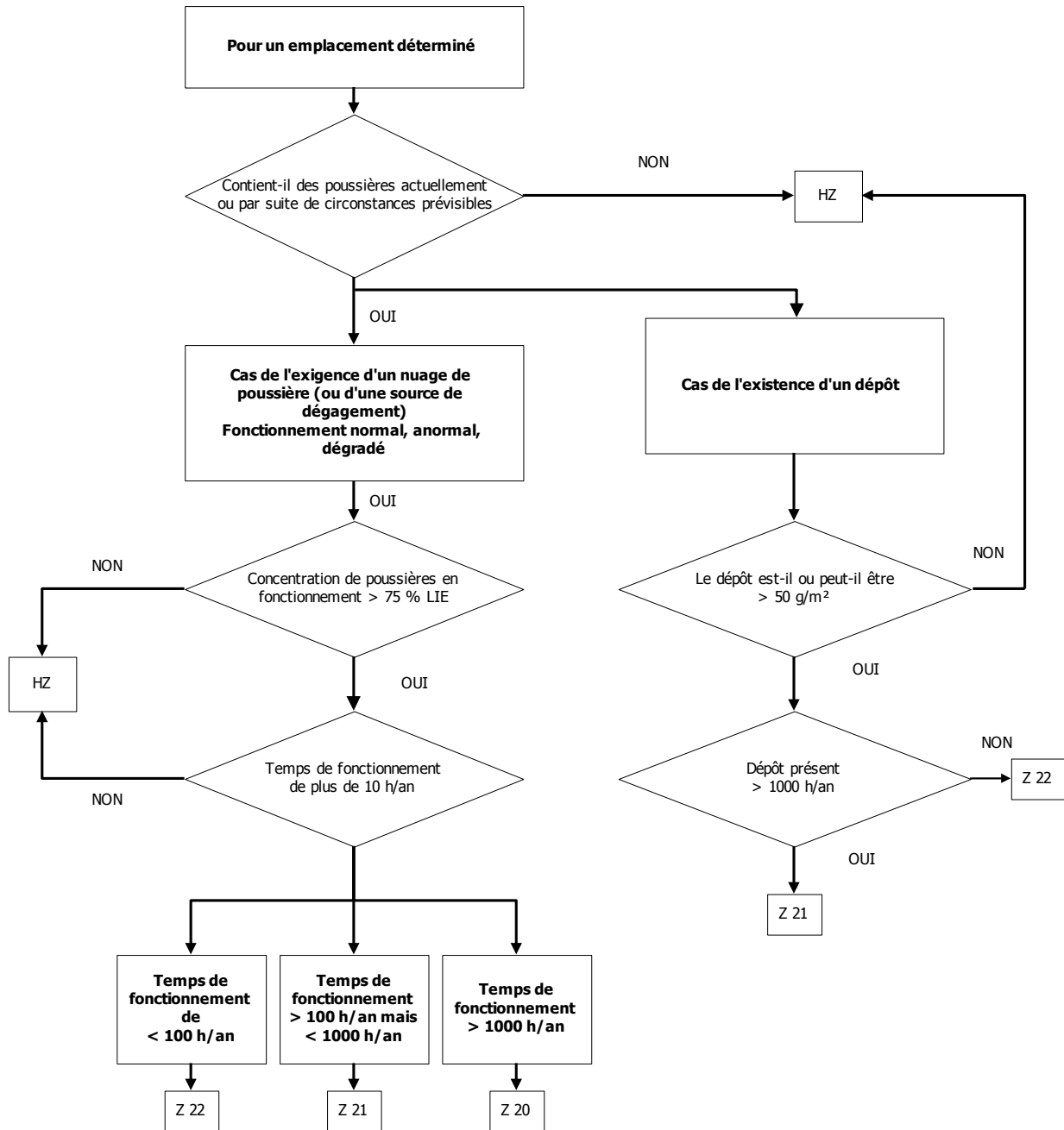
- Éviter la formation de dépôts de poussières (surveillance, nettoyage)
- Réaliser un découplage entre les différentes enceintes

En synthèse, les sources de dangers pour le risque d'explosion sont illustrées dans le tableau ci-après, de façon générale sans tenir compte des spécificités de chaque installation.

Type de condition	Condition réunie			
	OUI			NON
	En permanence	Occasionnellement	Rarement	
Présence d'oxygène	Partout en fonctionnement normal			
Poussières combustibles	Partout dans le circuit grain, en fonctionnement normal			
Mise en suspension	Fonctionnement normal (cyclones, nettoyage, élévateurs, fosses de réception, filtres, cellules)	Cellules en remplissage		
Domaine d'explosivité (quantité)		Certains équipements : élévateurs, zones confinées avec présence de bandes transporteuses sans aspiration, cyclones, filtres en fonction de leurs caractéristiques	Certains équipements : élévateurs, zones confinées avec présence de bandes transporteuses avec aspiration, cyclones, filtres en fonction de leurs caractéristiques et d'un mode de fonctionnement anormal et/ou dégradé Accidentellement Espaces sous-toitures Cellules	Certains équipements : élévateurs, zones avec présence de bandes transporteuses sans aspiration, (cyclones, filtres) en fonction de leurs caractéristiques
Source d'inflammation			Accidentellement (court-circuit...) ou volontairement (mais avec un permis de feu)	Fonctionnement normal
Confinement	Fonctionnement normal (élévateurs, tours, galeries inférieures, espace sous-toitures, fosses de pied d'élévateurs, filtres, cellule fermées)			Fosses de réception

Conditions générales nécessaires à une explosion et leur occurrence

Logigramme ATEX (source SAGESS Coop de France)



Le zonage mis en place est synthétisé ci-après :

SILOS GRAINS		
Equipements	Classement de zone	Observations
Intérieur des cyclones	Zone 20 ou Zone 21	Milieu confiné dont l'important débit d'air entraîne une concentration de poussières inférieure à la CIE
Moto ventilateur cyclone	Hors Zone ou Zone 21	Hors Zone si le moto ventilateur est sur air propre Zone 21 si il est sur air poussiéreux
Intérieur des canalisations d'air poussiéreux du système d'aspiration	Zone 21	Milieu confiné Possibilité de concentration de poussières supérieure à la CIE
Intérieur des appareils de nettoyage du grain : nettoyeur séparateur calibreur	Zone 22 ou Hors zone	Milieu peu confiné mais concentration de poussières pouvant être supérieure à la CIE si défaut d'aspiration
Moteurs des appareils de nettoyage du grain placés à l'extérieur des appareils	Hors Zone	Milieu non confiné Concentration de poussières inférieure à la CIE
Intérieur des appareils de manutention capotés horizontaux (transporteur, vis)	Hors Zone	Concentration de poussières inférieure à la CIE
Intérieur des appareils de manutention capotés verticaux (élévateurs)	Zone 22 ou Hors Zone	Milieu confiné Possibilité de concentration de poussières supérieure à la CIE suivant les débits. On admet une possibilité d'atteinte à la CIE pour les débits > à 150 ou 200 t/h
Chutes de transporteurs et chariot déversoir	Hors Zone	Milieu non confiné et concentration de poussières inférieure à la CIE
Fosses de réception	Hors Zone	Milieu non confiné Peu d'empoussièremment, et procédure de nettoyage
Gros œuvre	Classement de Zone	Observations
Tous les niveaux (sous sol, galeries inférieure et supérieure, étages)	Hors Zone ou Zone 22	Peu d'empoussièremment et procédure de nettoyage sauf cas particulier où l'empoussièremment est un peu plus important (dans ce cas Zone 22)
Cellules ouvertes béton	Hors zone	Milieu confiné Concentration de poussières < à la CIE et dépôt de poussières sur parois limité (< 50 g/m ²)
Cellules fermées métalliques et projetée	Hors zone	Milieu confiné Concentration de poussières < à la CIE et dépôt de poussières sur parois limité (< 50 g/m ²)
Boisseaux d'expédition en cours de remplissage	Hors Zone ou Zone 22	Concentration de poussières inférieure à la CIE
Case à issues	Zone 21	Milieu confiné Concentration de poussières supérieure à la CIE en fonctionnement

Application au site de Belle Assise

La désignation de la zone ATEX pour chaque équipement est reprise dans les tableaux AMDEC annexés.

Ces zones de dangers sont affichées dans les silos

3.4 Réduction des potentiels de dangers

Le site dispose de procédures d'exploitation (rondes, nettoyage,...) mises à jour régulièrement.

Il est interdit de fumer dans l'ensemble des bâtiments et aux abords des fosses de réception.

Toutes les opérations par point chaud font l'objet d'un permis de feu.

3.4.1 Réduction des potentiels de dangers liés à l'activité de stockage de grains :

Suppression ou substitution des produits dangereux

Les seuls produits dangereux sont les poussières de grains et les céréales stockées sur le site et qui résultent du process (manutention, nettoyage). Il n'est pas envisageable de supprimer ou de substituer ces produits au risque de remettre en cause l'activité exercée sur le site.

Suppression ou substitution des procédés dangereux

Cellules et boisseaux

Les cellules et as de carreaux bétons sont ouvertes en partie supérieure sans possibilité d'avoir la quantité minimum de poussière nécessaire (LIE) séparés et découplés de la tour.

La grande cellule métallique existante, les cellules métalliques projetées et les boisseaux sont fermées en partie supérieure sans possibilité d'avoir la quantité minimum de poussière nécessaire (LIE) et séparées de la tour.

Manutention et nettoyage

Les équipements de manutention et de stockage sont sommaires et équipés de prises d'aspiration de poussières afin d'assurer la récupération et le stockage des poussières émises.

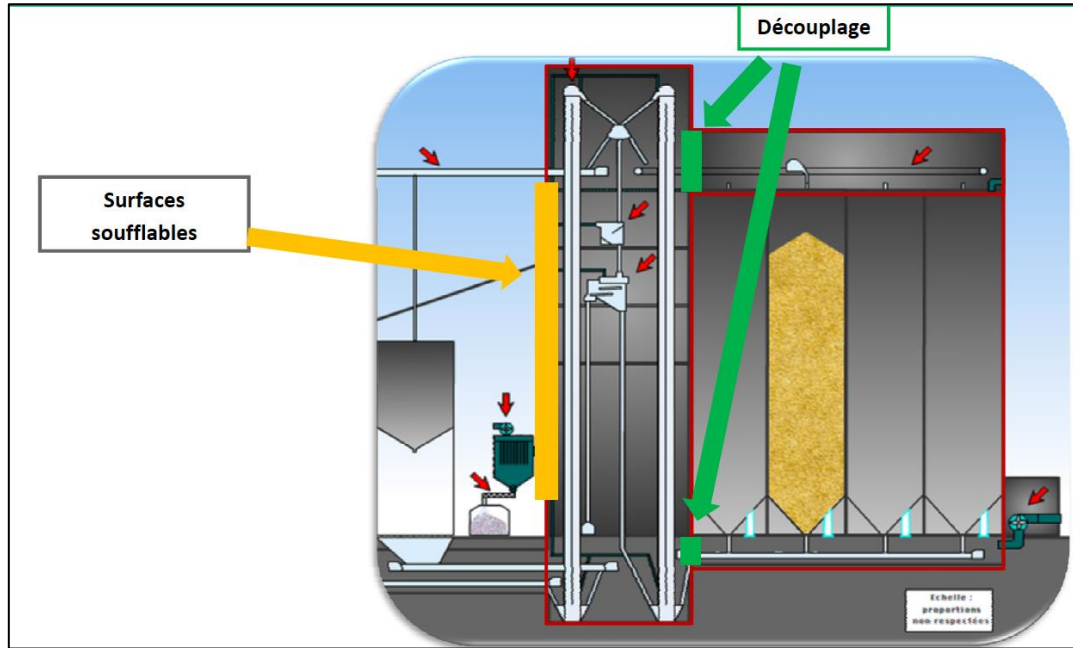
Les vitesses des appareils de manutentions sont limitées afin d'éviter la création de poussière. Tous les transporteurs à chaînes, les élévateurs et les appareils de nettoyage sont capotés afin d'empêcher la propagation de la poussière dans les aires de passage.

La mise en place d'une aspiration (centralisée ou aspirateurs) limite la formation de poussières.

A noter qu'en l'état actuel des données et mesures réalisées sur la concentration de poussières dans des équipements capotés et notamment les élévateurs, il est possible de les classer Hors Zone.

NORIAP a classé ses filtres et ses réseaux de poussières en Zone 20 ou 21 et les élévateurs > 150 t/h en Zone 22.

Suppression ou réduction des effets des potentiels de dangers.



Descriptif et dimensions des surfaces d'événets et/ou surfaces soufflables dans les différents sous-ensembles étudiés :

Les différents calculs et éléments justificatifs sont issus du dossier CCTP (**Cahiers des Clauses Techniques Particulières**) : Extrait du paragraphe 3.8 : Découplage et surfaces soufflables.

Annexe 16 : Extrait dossier CCTP § 3.8

Localisation	Surface nécessaire minimum suffisante ^{*1)}	Nature des surfaces des évènements ou surface soufflable	Pstat	Surface suffisante ?
Tour de manutention silo béton	> 25 % de la surface de la tour	Bâtiment à structure squelettique métallique avec bardage entièrement soufflable. L'ensemble de la surface de la tour est donc soufflable	< 0.1 bar	Oui
Boisseaux d'expéditions	Surface des cellules	Cellules recouvertes par une toiture entièrement soufflable	< 0.1 bar	Oui
Cellules béton	Surface des cellules	Cellules ouvertes et recouvertes par une toiture entièrement soufflable	< 0.1 bar	Oui
As de carreaux	Surface des cellules	volumes ouverts et recouverts par une toiture entièrement soufflable	< 0.1 bar	Oui
Case à poussières	Surface du toit et porte	L'ensemble du toit et de la porte est entièrement soufflable	< 0,1 bar	Oui
Cellules projetées	Surface des cellules	Cellules recouvertes par une toiture entièrement soufflable	< 0.1 bar	Oui
Tour de manutention silo projeté	> 25 % de la surface de la tour soit la surface totale de la tour de 1 100 m ² soit 275 m ²	Bâtiment à structure métallique avec surface en translucide de 600 m ² sur toute la hauteur avec couverture soufflable	< 0.1 bar	Oui
Filtre de dépoussiérage projeté	Calculé par le fabricant	Les filtres sont munis d'événets conformes dirigés vers l'extérieur dans des zones non sensibles	< 0.1 bar	Oui
Local à issues	14,8 m ²	Porte de 18 m ²	< 0.1 bar	Oui
Boisseaux B2 et B3	6,3 m ²	Surface de 10 m ²	< 0.1 bar	Oui
BT1	15,34 m ²	Fermé avec une surface de 16 m ² de surface soufflable dirigée vers l'extérieur	< 0.1 bar	Oui
BT2	2,9 m ²	Surface de 3 m ²	< 0.1 bar	Oui
BT3	1,48 m ²	Surface de 1,5 m ²	< 0.1 bar	Oui

*1) La détermination des surfaces d'événets ou soufflables a été réalisée suivant les règles de l'Art et/ou la VDI 3673-002.

L'article 10 de l'arrêté du 29/03/2004 modifié définit des mesures de protection contre l'explosion à mettre en place adaptées aux silos et aux risques, ce qui est normalement fait sur les silos existants. Comme précisé :

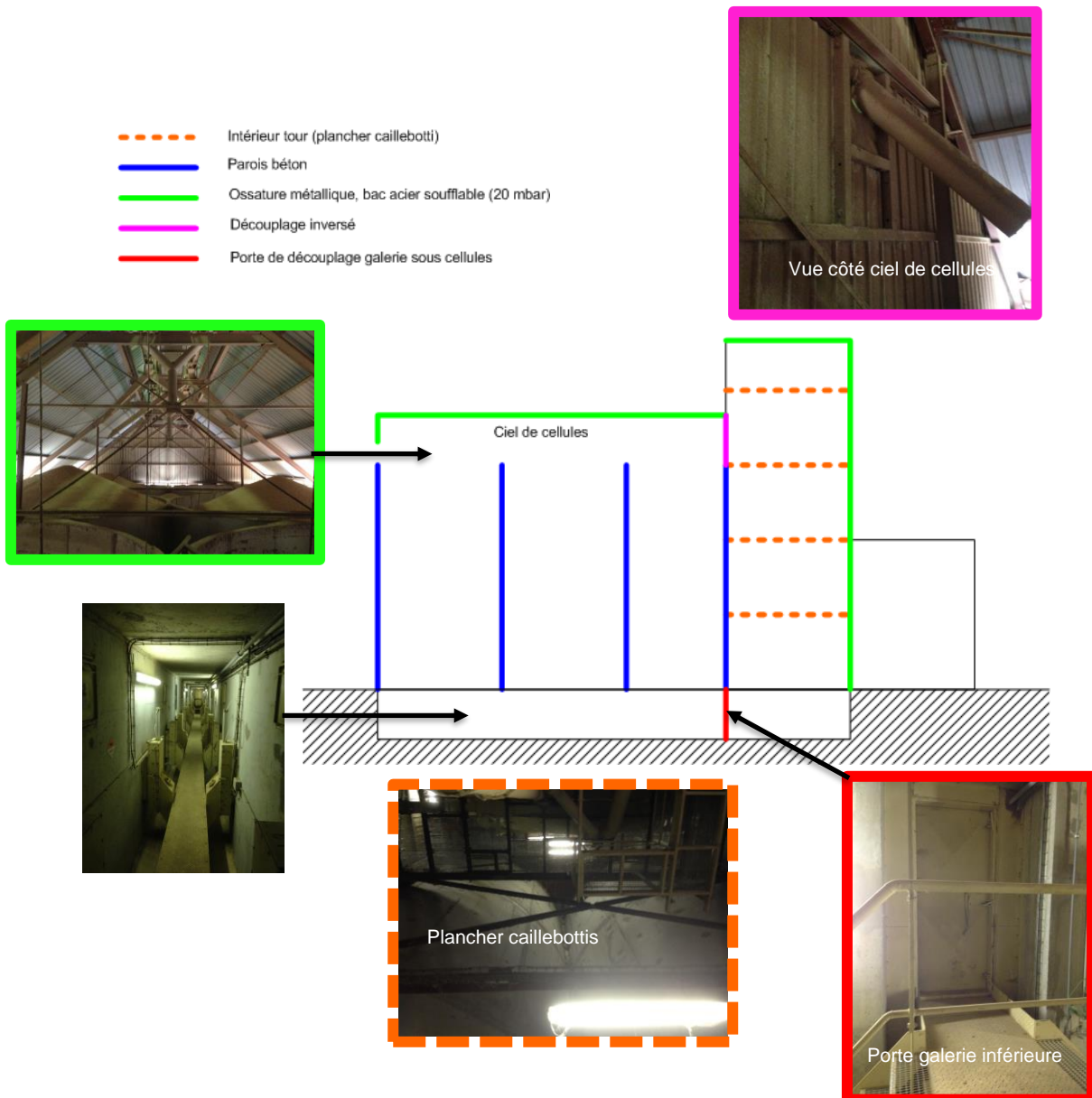
- La tour est « complètement soufflable » ainsi que le ciel de cellules (résistant 20 mbar)
- La tour ne constitue qu'un seul volume (plancher caillebotis)
- La galerie béton souterraine est munie d'un transporteur à chaîne avec aspiration ce qui induit qu'il n'y a pas de poussières dans ce volume (Cf.photos).
- Cette galerie est également découpée par une porte résistante au minimum à 50 mbar.

Pour mémoire, la pression de résistance du découplage présent est déterminée à partir de la Pstat réelle des événements présents dans le volume et doit être au minimum de 2 fois la Prupture ou Pstat de la surface fragile réelle avec un minimum de 50 mbar.

Il est précisé à l'article 4 de la circulaire du 13/03/2007 que : « *dans le cas d'un environnement vulnérable, il est nécessaire de disposer de mesures physiques connues et éprouvées tels les événements et le découplage et en cas d'environnement sensible dans les zones d'éloignements forfaitaires, ..., un découplage pression bâtimentaire doit être réalisé au moyen de porte et de parois résistantes au moins équivalents à celle des volumes attenants (parois soufflables).* »

Les distances d'éloignements forfaitaires du silo sont quasiment circonscrites sur le site de Belle Assise et n'impactent pas d'environnement sensible (habitations, tiers) et/ou urbanisme opposable aux tiers car tous les terrains sont non constructibles.

De plus, la pression de résistance de la porte mise en place (50 mbar) est supérieure aux parois de la tour complètement soufflable (20 mbar).



La Norme NFU 54 540 précise que : « s'il n'est pas possible d'avoir une structure « squelette » ou une structure avec ossature acier résistante et bardage léger soufflable, il est au moins nécessaire pour une tour en béton qu'un quart de la surface des parois puisse faire office de surfaces de décharges réparties sur toute la hauteur ».

Pour mémoire, nous rappelons que ces différents volumes sont classés Hors Zone ATEX avec absence d'explosion primaire retenue. De plus, les filtres à dé poussière sont munis d'événements normalisés.

La surface soufflable est considérée suffisante sans calculs spécifiques car les surfaces présentes utiles sont très importantes

L'ensemble des volumes est muni de surfaces soufflables ou d'événements suffisants.

Protection - Découplage :

Conformément aux dispositions de l'article 10 de l'arrêté silo modifié, il convient d'être particulièrement vigilant sur la mise en place des mesures de protection permettant de limiter les effets d'une explosion et d'en empêcher sa propagation. Ces mesures de protection consistent en :

- Des dispositifs de découplage concernant la tour de manutention et les communications avec les espaces sur cellules ou sous cellules, ainsi que les communications entre les espaces et les cellules de stockage ;
- Moyens techniques permettant de limiter la pression liée à l'explosion (tour, galerie) tels que les événements ou parois soufflables.

Principes généraux à mettre en œuvre pour protéger un silo contre les effets d'une explosion.

(Source : Guide de l'Art Silo, INERIS, Version 3 de 2008)

« ... Les informations données ci-après ne préjugent en aucun cas de l'obligation de mettre en place des moyens de découplage ou de surfaces soufflables et éventables sur les silos. Le choix doit s'effectuer sur la base de l'analyse des risques. L'objet de ce chapitre est de dresser l'état de l'art sur les mesures de protection à mettre en œuvre.

Il faut donc s'intéresser à la protection de la tour de manutention et de la galerie supérieure en exigeant qu'elles soient à structure légère (effet de découplage).

La physique associée au phénomène d'explosion de poussières ainsi que le retour d'expérience indiquent que les effets d'une explosion peuvent se renforcer lorsque le front de flamme parvient à se propager d'un volume à un autre, ceci d'autant plus que les volumes sont de forme allongée (par exemple, géométries associées à des galeries sous cellules ou à des boisseaux intercalaires). En effet, ce type de situation conduit à renforcer les apports de poussières dans les cellules et le niveau d'agitation interne de telle manière que la violence de l'explosion s'en trouve renforcée.

Dans le cadre de la définition de mesures de protection pour limiter les effets d'une explosion de poussières, une mesure envisageable est la réduction des effets de pression dans les volumes par la pose de surface « éventable » ou « soufflable ».

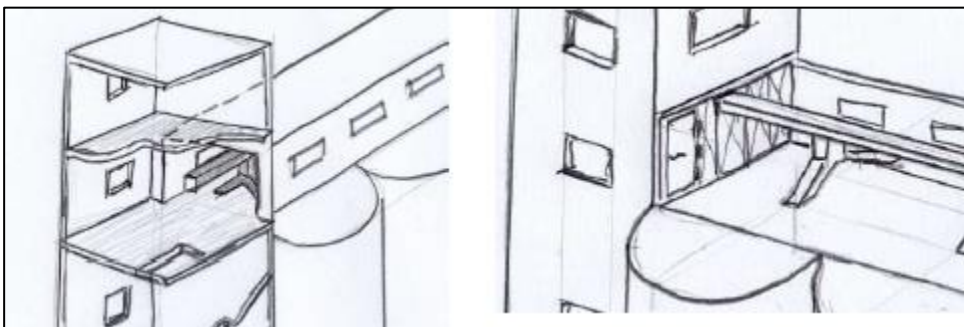
Cependant, les types d'explosion considérés dans les méthodes de dimensionnement de surface d'évent des cellules (NFU 54-540, VDI 36 73, NFPA 68, Pr EN 14491) excluent les scénarios de transmission/renforcement de l'explosion en provenance d'un autre volume (« jet de flamme à très grande vitesse »).

Dans ces conditions, l'installation de surfaces éventables ou soufflables nécessite de limiter au maximum le renforcement de l'explosion lors de sa transmission entre les volumes à protéger.

Des communications entre les différents bâtiments sont souvent nécessaires pour assurer le passage des matériels de maintenances. Dans ce contexte, on a recours à des moyens de découplage qui en général consistent à limiter les communications entre espaces au strict minimum.

Le découplage peut être réalisé au moyen de parois (en réduisant au maximum les passages de bandes) et de portes au moins de résistance équivalente à celle des volumes attenants (hors parties soufflables bien évidemment). Les portes doivent rester fermées au moyen de dispositifs adaptés...

Le schéma ci-après montre la mise en place d'un découplage entre une tour de manutention et une galerie sur cellules.



Mise en place d'un découplage entre une tour de manutention et une galerie sur cellules

La protection des volumes ainsi découplés peut dès lors être envisagée par l'installation de surfaces soufflables »

Ce découplage permet notamment et essentiellement la réduction de l'empoussièrement des différents volumes.

Etude du découplage des volumes du site de Belle Assise :

De par l'analyse des risques, nous rappelons que l'ensemble des volumes est classé HORS ZONE ATEX car leurs caractéristiques, et, l'ensemble des mesures prises permettent d'exclure la présence de la Limite Inférieure d'Explosivité des poussières.

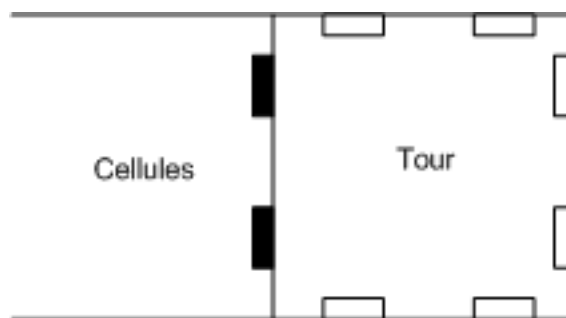
Malgré les éléments ci-dessus relatifs aux risques, lorsque la technique le permet, les sous-ensembles ont été isolés par l'intermédiaire de dispositifs de découplage. Ces dispositifs sont dimensionnés de manière à résister à une explosion primaire débutant dans l'un des volumes adjacents et essentiellement de réduire l'empoussiérement dans les différents volumes, afin de maintenir une quantité de poussière au sol < à la LIE et de rejeter la possibilité d'une explosion primaire donc le maintien du classement HORS ZONE ATEX.

Les communications entre volumes sont limitées car toutes les installations sont non connexes les unes par rapport aux autres. Les ouvertures pratiquées dans les parois intérieures pour le passage des transporteurs, canalisations, etc., sont aussi réduites que possible.

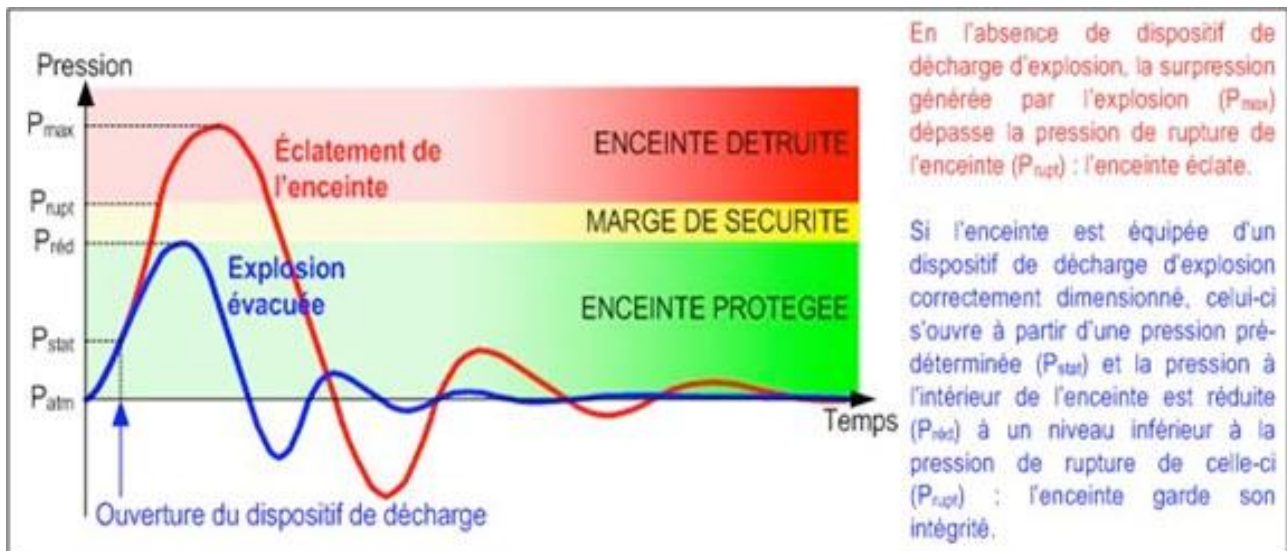
Volume A.	Volume B	Caractéristiques du découplage et/ou % de communication (ouverture par rapport au volume)	Suffisant Oui/Non ?
Silo béton - cellules	Silo béton - Tour (ensemble)	Découplage par parois et porte	Oui
Silo béton – Galerie sous cellules	Silo béton – Tour (ensemble)	Communication < 1 % Découplage par plancher béton	Oui
Silo béton – Tour	Silo béton – Fosses	Aucune communication permanente Découplage par mur (structure tour métallique), porte, et, fosses en extérieures.	Oui
Cellules silo projeté	Cellules silo projeté	Découplage par parois métalliques palplanche	Oui
Cellules silo projeté	Galerie sur cellules	Découplage par parois métalliques palplanche	Oui
Cellules silo projeté	Tour silo projeté	Découplage par parois métalliques palplanche	Oui

Découplage inversé :

Le découplage « inversé » signifie que le bardage est du côté opposé de la tour donc plus résistant.



Les portes de découplages entre les galeries et les tours restitueront selon les données constructeur au minimum 100 mbar, ce qui est suffisant dans la mesure où il n'y aura pas d'explosion secondaire dans la tour, qui de surplus est équipé de surface d'évents suffisante dont la Pred obtenue sera inférieure à la pression de rupture des volumes considérés.



Le découplage consiste à détruire le couplage pression/combustion de l'explosion en éliminant l'un ou l'autre des facteurs.

Ces systèmes doivent permettre de bloquer l'explosion primaire dans la tour et ainsi éviter la propagation aux galeries puis aux cellules.

Dans le cas des galeries inférieures, et tenant compte du sens reconnu pour ces développements d'explosions, il convient d'avoir une cloison ou "porte lourde" bloquant l'accès aux galeries inférieures. On peut noter qu'aucun phénomène inverse n'est à redouter.

De même, dans la tour, le découplage niveau par niveau paraît moins favorable qu'un découplage de l'ensemble de la tour. Les ouvertures pratiquées entre chaque niveau limitent au contraire la concentration en poussière.

Les mesures réduisant le risque d'explosion porteront alors sur le cloisonnement de la tour (séparation physique avec la galerie inférieure), sur l'efficacité du dispositif d'aspiration des poussières au niveau des équipements de manutention et de nettoyage du produit.

L'ensemble des tours ont été conçu pour supporter tous les niveaux de planchers recevant les appareils, ces planchers sont construits en profil du commerce galvanisés et le platelage a été réalisé en caillebotis pour ne pas retenir la poussière. ces derniers sont accessibles par des escaliers du haut en bas pour l'entretien.

3.5 Intérêts à protéger

3.5.1 Habitats, lieux publics ou privés les plus proches

Il est implanté à 3 km de la commune en sortie Est sur un terrain d'environ 3 hectares.

Dans son environnement immédiat, le site étudié est entouré :

- Au Nord : par des terres agricoles
- A l'Est : par des terres agricoles
- Au Sud : par des terres agricoles puis une ferme et une habitation
- A l'Ouest : par des terres agricoles



Les habitations les plus proches du site se situent à 270 m de la cellule métallique existante pour la ferme et à 380 m de la même cellule pour une habitation.

Les autres habitations sont à plusieurs kilomètres du site.

Il n'y a pas d'habitation du type immeuble à proximité du site de Belle Assise.

Aucun établissement recevant du public n'est présent à proximité immédiate du site étudié.

3.5.2 Points d'eau, captages

Le site n'est actuellement pas alimenté en eau potable. Il est prévu un raccordement au réseau de distribution public de la ville de Fontaine sous Montdidier.

Les activités du site n'utilisent pas d'eau. Une réserve d'eau sert pour les usages du personnel en particulier au niveau des sanitaires du site, dont les bureaux.

3.5.3 Zones naturelles protégées

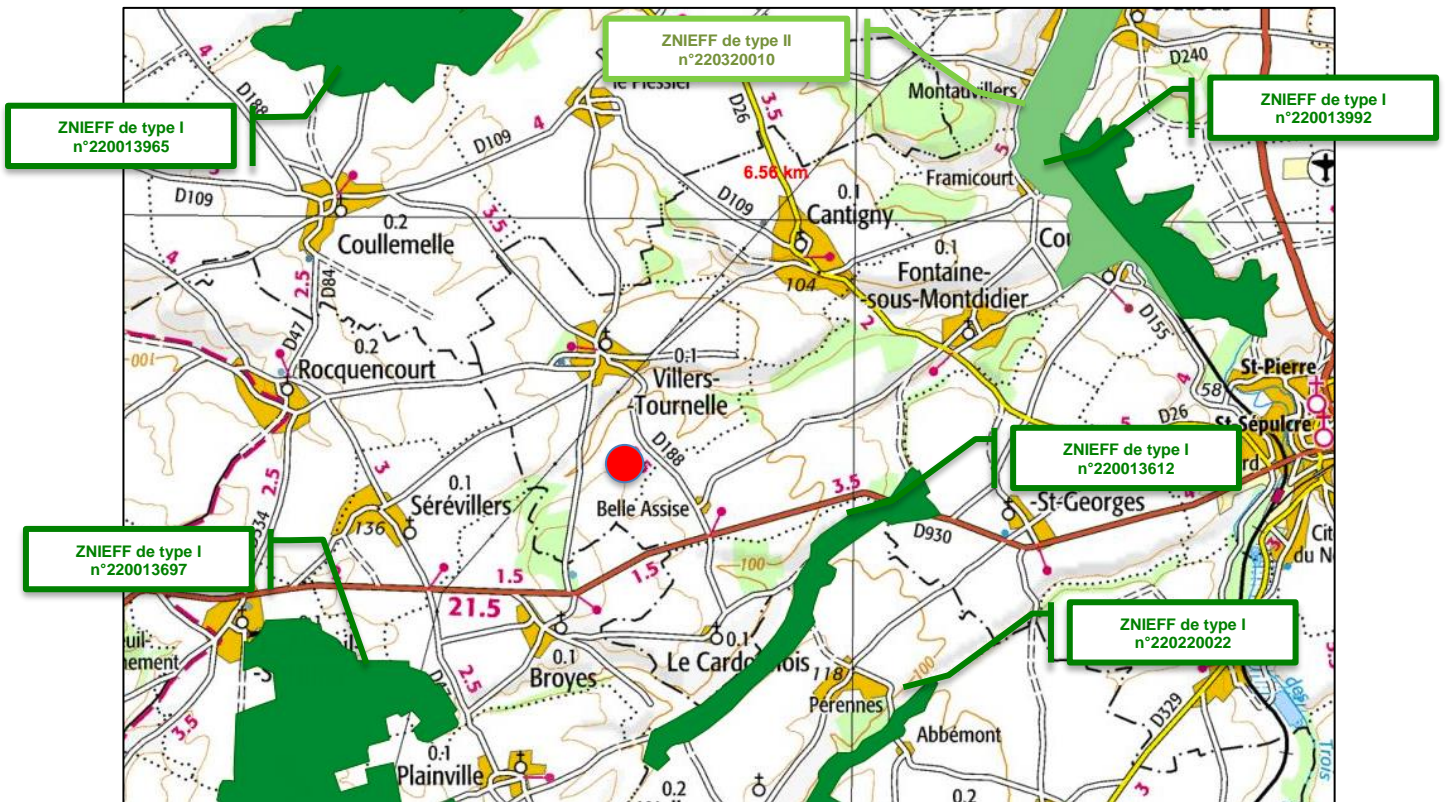
La commune de Fontaine sous Montdidier est concernée par plusieurs ZNIEFF de type I et II (Zone Naturelle d'Intérêt Faunistique et Floristique).

En effet, dans un rayon de 10 km, on trouve :

Type de zone et référence	Nom de la zone	Distance et orientation
ZNIEFF de type I n°220013612	Larris de la Vallée du Cardonnais	1,6 km au Sud du site
ZNIEFF de type I n°220013597	Massif forestier de la Hérelle et de la Morlière	3,3 km à l'Ouest du site
ZNIEFF de type I n° 220220022	Larris des Menteries à Welles – Perennes et Royaucourt	3,8 km au Sud du site
ZNIEFF de type I n°220013965	Larris de la Vallée de Languéron à Grivesnes, bois de Coulemelle et bois fermé	4,7 km au Nord-Ouest du site
ZNIEFF de type I n°220013992	Coteaux et Marais de la Vallée des 3 Doms de Montdidier à Gratibus	5,5 km au Nord-Est du site
ZNIEFF de type II n°220320010	Vallée de l'Avre, des 3 Doms et confluence avec la Noye	4,5 km au Nord-Est du site

La zone Natura 2000 la plus proche est à plus de 10 km (12 km) du site étudié. Il s'agit de la zone n° FR2200359 : Tourbières et marais de l'Avre.

Conclusion sur les zones naturelles :



Localisation des zones naturelles

Le site étudié se situe à proximité de 5 ZNIEFF Type I et 1 ZNIEFF Type II.

L'ensemble de ces zones est composé de bois, forêts et marais. Les facteurs pouvant influencer l'évolution des zones est principalement le travail des sols, la mise en culture avec fertilisation et pesticides, les rejets d'eaux potentiellement pollués.

Le site de NORIAP à Belle Assise n'est pas à l'origine de ces facteurs. Rappelons que le site n'est pas raccordé au réseau de distribution d'eau et qu'il n'y a pas d'eau dans le process utilisé (simple stockage de céréales).

Les activités du site de NORIAP à Belle Assise n'ont pas d'incidence sur les zones naturelles protégées.

3.5.4 Voies de communication

A proximité du site, le réseau routier est composé uniquement de la route départementale n°188 permettant l'accès au site.

Aucun comptage récent n'a été réalisé sur route départementale n°96 permettant l'accès au site. Cependant le dernier comptage date d'octobre 2008. Il révélait un flux de 304 véhicules par jour dont 7,2 % de poids lourds.

L'accès au site s'effectuera après travaux par un large portail de 9 m de largeur. Un dégagement permet une bonne visibilité que se soit pour entrer ou sortir du site.

Il n'y a pas de ligne SNCF aux abords du site, ni de voie fluviale permettant le transport de marchandise aux abords du site.

Il existe un aérodrome situé à environ 7,5 km au Nord-Est du site de Belle Assise. Il s'agit de l'aérodrome de Montdidier.

3.5.5 Conclusions sur les intérêts à protéger

Nous constatons que l'environnement et le voisinage sont peu sensibles, à noter l

- Les habitations les plus proches,
- La route départementale n°188 qui longe le site.

3.6 Tableau de synthèse et conclusions de l'analyse des dangers

3.6.1 Dangers liés à l'environnement naturel et humain

Risques naturels	Risques redoutés	Dangers pour les installations
	Effets/Conséquences	
Sismiques	Destruction	Non
Foudre	Point chaud, incendie	Oui
Malveillance	Point chaud, incendie	Oui
Chutes d'aéronef	Néant	Non
Trafic ferroviaire	Dégâts, destruction	Non
Climat	Néant	Non

3.6.2 Dangers liés aux activités

Installations Procédés	Produits	Risques Redoutés Effets	Conséquences	Impact possible Sur site Et environnement	Risques de propagation ou danger pour les silos
Silo/stockage Manutention De grains	Grain	Echauffement grains	Point chaud Dégradation qualité produit	Nul	Etudié
	Poussières	Explosion	Onde de pression Projection d'éléments Incendie résiduel	Blessure mortelle sur l'homme Ensevelissement Destruction des structures et équipements	
Engrais Solides	Produits Stockés en vrac	Décomposition thermique	Pollution eau Pollution air	Accident/intoxication sur l'homme et l'environnement Fumées nocives	Ecarté
	Produits Stockés en big bag	Détonation ammo 33.5	Effets de pression	Destruction bâtiments	Ecarté

3.6.3 Événements redoutés

L'analyse des dangers a mis en évidence que les événements redoutés majeurs du site, au regard des activités et des quantités stockées des différentes activités :

- Explosion et incendie de poussières dans les zones et dans certains équipements ou volumes en phase dégradée ou autres.
- Effondrement des capacités de stockage (rupture des parois)

Ces 2 événements seront donc étudiés dans l'analyse des risques.

Seront étudiés également dans l'AMDEC, mais non développés, les 2 événements secondaires suivants :

- Echauffement des produits stockés générant des particules incandescentes
- Incendie de poussières

L'activité stockage d'engrais est écarté car le stockage est simplement soumis à déclaration, et comme précisé ne peut pas être source de danger pour le silo (pas d'effet domino).

3.6.4 Cinétiques des événements redoutés

3.6.4.1 Cinétique des scénarios d'accidents :

La cinétique est l'un des éléments nécessaire pour hiérarchiser les scénarios d'accident.

La cinétique se caractérise par deux phases :

- La cinétique pré-accidentelle qui correspond à la durée nécessaire pour aboutir à l'évènement redouté central ou encore la phase antérieure à la libération du potentiel de danger.
- La cinétique post-accidentelle (la plus importante) qui est déterminée par la dynamique du phénomène dangereux et l'exposition des cibles. Elle est caractérisée par différents délais :
 - o Le délai d'occurrence
 - o Le délai nécessaire à la montée en puissance du phénomène jusqu'à son état stationnaire
 - o Le délai nécessaire à l'atteinte d'un effet physique sur la cible
 - o La durée d'exposition des cibles

Outre les phénomènes accidentologiques, il est nécessaire de mettre en parallèle les capacités d'intervention des services publics

3.6.4.2 *Cinétique des évènements majeurs retenus par le groupe de travail*

Phénomènes dangereux	Dynamique pré-accidentelle	Dynamique post-accidentelle	Capacité d'intervention	Terminologie du scénario
Explosion de poussières dans équipement (filtre, broyeurs)	Milliseconde (très rapide)	Très rapide	< 20 minutes	Très rapide
Incendie de poussières dans équipement (filtre)	Minute (rapide)	Rapide	< 20 minutes	Rapide
Echauffement, incendie (grains, poussières)	Heures	Très lent	< 20 minutes	Long
Effondrement cellules	Minute (Rapide)	Nul	< 20 minutes	Très rapide

4 ANALYSE DES RISQUES

L'identification des potentiels de dangers conduit à considérer dans l'analyse des risques les installations de stockage et de manutention des grains.
La signification des abréviations est :

Abréviation	Désignation	Abréviation	Désignation
E	Elévateur à godets	B	Boisseau
TR	Transporteur de reprise (transporteur à chaîne)	GC	Grains Cassés
TC	Transporteur à Chaîne	D	Déchets (de grains)
Exp	Expédition	BT	Boisseau de travail
NS	Nettoyeur Séparateur	C	Cellule numérotée

4.1 Tableaux d'analyse des risques

4.1.1 Silo béton

Localisation	Equipement avant	Equipement après	Causes	Conséquences	Mesures de prévention existantes	Mesures de protection existantes	PI	GI	Mesures de prévention envisagées	Mesures de protection envisagées	PF	GF
Flux matière première												
Réception												
Fosse vrac 1	Camion	TR1	<ul style="list-style-type: none"> - Corps étranger métallique - Particules incandescentes (cigarettes, points chauds) - Malveillance - Erreur humaine 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission du corps étranger métallique et du point incandescent à l'équipement(s) d'après 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone - Protocole de sécurité pour le chargement / déchargement - Grille à barreaux (écart moyen < 5 cm) à 100% de la surface - Interdiction de fumer par affichage - Permis de feu - Nettoyage de la fosse régulier - Consignation des installations en cas de travaux - Plan de prévention entreprise extérieure - Procédures de travail - Formation du personnel - Site clôturé - Silo fermé 	<ul style="list-style-type: none"> - Zone non confinée - Extincteurs à proximité 	5	1				
Fosse vrac 2	Camion	TR2	<ul style="list-style-type: none"> - Emission de poussières - Défaut mécanique des véhicules - Travaux à proximité 	<ul style="list-style-type: none"> - Etincelle - Incendie résiduel de poussières 								
TR1	Fosse vrac 1	E2 E3	<ul style="list-style-type: none"> - Etincelle mécanique - Défaut d'entretien - Usure du matériel - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après - Casse matériel 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone - Vitesse limitée - Maintenance préventive - Permis de feu - Liaison équipotentielle - Equipement capoté - Procédures de travail - Formation du personnel - Relais thermiques sur moteur - Capteur de bourrage 	<ul style="list-style-type: none"> - Capot soufflable - Extincteur à proximité 	4	1				
TR2	Fosse vrac 2	E1 E2	<ul style="list-style-type: none"> - Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant - Rupture chaînes - Frottement chaînes / bâtis - Travaux par points chauds 	<ul style="list-style-type: none"> - Incendie résiduel de poussières - Etincelle 								

Localisation	Equipement avant	Equipement après	Causes	Conséquences	Mesures de prévention existantes	Mesures de protection existantes	PI	GI	Mesures de prévention envisagées	Mesures de protection envisagées	PF	GF
E1 (150 t/h)	TR2 TR3 Cellule 2	TCE1 TCLiaison Cellule 2 NS TCExp	<ul style="list-style-type: none"> - Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant - Etincelle mécanique (godet décroché) - Echauffement des flancs par frottement de la sangle - Echauffement de la sangle sur le tambour par patinage (tension) 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission du corps étranger au l'équipement(s) d'après 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX 22 - Permis de feu - Aspiration de poussières tête et/ou pied - Sangles et courroies anti-statiques et difficilement propagatrices de la flamme - Contrôleur de rotation - Déport de sangle - Liaisons équipotentielles - Maintenance préventive - Equipements capotés - Fonctionnement asservi à l'aspiration - Anti retour en tête - Procédures de travail - Formation du personnel 	<ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs à proximité 	2	4		Tête soufflable	2	4
E2 (150 t/h)	TR1 TR2 TR3	TCE1 TCE2 TCLiaison NS	<ul style="list-style-type: none"> - Travaux par point chaud - Rupture sangle - Electricité statique - Usure du matériel - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Combustion sangle - Rupture de roulement - Echauffement mécanique 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission particules incandescentes au l'équipement(s) d'après - Incendie poussières - Etincelle - Bourrage 								
E3 (150 t/h)	TR1 TR3 NS Cellule 1	TCE2 Cellule 1 TCExp TC Liaison										
Travail du grain												
Nettoyage												
NS	E1 E2 Filtres	E2 E3 TCD Filtres TCExp	<ul style="list-style-type: none"> - Front de flamme depuis équipement(s) avant - Mauvais serrage des grilles - Usure du matériel - Défaut d'entretien - Frottements mécaniques - Travaux par point chaud - Corps étrangers métalliques depuis- équipement(s) avant - Electricité statique - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Travaux par points chauds - Fuite 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission du corps étranger au l'équipement(s) d'après - Transmission particules incandescentes au l'équipement(s) d'après - Etincelle - Emission de poussières - Propagation front de flamme aux l'équipement(s) d'après - Incendie résiduel de poussières 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone - Asservissement à l'aspiration centrale - Maintenance préventive - Procédure de travail - Liaison équipotentielle - Formation du personnel 	<ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs à proximité 	3	2				
TC Déchets	NS	Local à déchets	<ul style="list-style-type: none"> - Etincelle mécanique - Défaut d'entretien - Usure du matériel - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant - Rupture chaînes - Frottement chaînes / bâtis - Travaux par points chauds 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après - Casse matériel - Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après - Incendie résiduel de poussières - Etincelle 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone - Vitesse limitée - Maintenance préventive - Permis de feu - Liaison équipotentielle - Equipement capoté - Procédures de travail - Formation du personnel - Relais thermiques sur moteur 	<ul style="list-style-type: none"> - Capot soufflable - Extincteur à proximité 	4	1				
Filtres	Manutention NS	Local à déchets	<ul style="list-style-type: none"> - Propagation particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Propagation du front de flammes depuis le - Travaux par point chaud - Electricité statique - poussières 	<ul style="list-style-type: none"> - Explosion à l'intérieur du filtre - Incendie de poussières - Propagation front de flamme et pression aux équipements 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Zone 20 (côté air sale) - Permis de feu - Liaison équipotentielle - Procédures de travail - Formation du personnel 	<ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs à proximité - Event sur caisson - Equipement à l'extérieur - Ecluse - Clapet anti retour 	2	3				
Local à déchets	TC Déchets Filtre	Camion Chargeur	<ul style="list-style-type: none"> - Propagation de front de flamme et pression du filtre - Mauvaise qualité du produit stocké (T°C, H2O) - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Malveillance - Défaut matériel (chouleurs) 	<ul style="list-style-type: none"> - Explosion de poussières à l'intérieur de la chambre - Combustion de la poussière - Echauffement de la poussière 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Zone 21 - Permis de feu - Surveillance - Procédure de travail - Formation du personnel - Temps de séjour faible 	<ul style="list-style-type: none"> - Local extérieur - Découplage - Extincteur à proximité - Surface soufflable 	2	4				

Localisation	Equipement avant	Equipement après	Causes	Conséquences	Mesures de prévention existantes	Mesures de protection existantes	PI	GI	Mesures de prévention envisagées	Mesures de protection envisagées	PF	GF
Ensilage (remplissage)												
TCE1	E1 E2	Toutes les cellules As de carreaux	- Etincelle mécanique - Défaut d'entretien - Usure du matériel - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant	- Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après - Casse matériel	- Classement ATEX Hors zone - Vitesse limitée - Maintenance préventive - Permis de feu - Liaison équipotentielle	- Capot soufflable - Extincteur à proximité	4	1				
TCE2	E2 E3	Toutes les cellules As de carreaux	- Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant - Rupture chaînes - Frottement chaînes / bâtis - Travaux par points chauds	- Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après - Incendie résiduel de poussières - Etincelle	- Procédure de travail - Formation du personnel - Relais thermiques sur moteur - Capteur de bourrage							
Cellules Paires	E1 TCE1 TCE2	TR3	- Mauvaise condition de stockage - Mauvaise qualité du grain stocké (T°C, H2O)	- Combustion du grain - Echauffement du grain - Propagation particules incandescentes depuis l'équipement(s) d'après	- Classement ATEX Hors zone - Sonde température fixe - Procédure de stockage (maîtrise qualité) - Transilage	- Cellules ouvertes - Découplage partie supérieure cellule et tour	4	1				
Cellules impaires	E3 TCE1 TCE2	TR3	- Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Détérioration et usure des parois (fragilisation)	- Incendie résiduel de poussières	- Surveillance - Procédure de travail - Formation du personnel							
As de carreaux	TCE2	TR3	- Travaux par points chauds	- Effondrement - Rupture cellule			1	4				
Reprise												
TR3	Toutes les cellules et as de carreaux	E1 E2 E3	- Etincelle mécanique - Défaut d'entretien - Usure du matériel - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant - Rupture chaînes - Frottement chaînes / bâtis - Travaux par points chauds	- Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après - Casse matériel - Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après - Incendie résiduel de poussières - Etincelle	- Classement ATEX Hors zone - Vitesse limitée - Maintenance préventive - Permis de feu - Liaison équipotentielle - Equipement capoté - Procédures de travail - Formation du personnel - Relais thermiques sur moteur - Capteur de bourrage - Contrôleur de rotation	- Capot soufflable - Extincteur à proximité	4	1				
Expédition												
TCExp	E1 E3 NS	Boisseau B1 Vrac camion	- Etincelle mécanique - Défaut d'entretien - Usure du matériel - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) après - Rupture chaînes - Frottement chaînes / bâtis - Travaux par points chauds	- Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après - Casse matériel - Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après - Incendie résiduel de poussières - Etincelle	- Classement ATEX Hors zone - Vitesse limitée - Maintenance préventive - Permis de feu - Liaison équipotentielle - Equipement capoté - Procédures de travail - Formation du personnel - Relais thermiques sur moteur - Capteur de bourrage	- Capot soufflable - Extincteur à proximité	4	1				
B1	TCExp	Camion	- Mauvaise condition de stockage - Mauvaise qualité du grain stocké (T°C, H2O) - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Détérioration et usure des parois (fragilisation) - Travaux par points chauds	- Combustion du grain - Echauffement du grain - Propagation particules incandescentes depuis l'équipement(s) d'après - Incendie résiduel de poussières - Effondrement - Rupture paroi	- Classement ATEX Hors zone - Procédure de stockage (maîtrise qualité) - Transilage - Surveillance - Procédure de travail - Formation du personnel - Temps de séjour faible	- Surface soufflable	4	1				
							1	4				

Localisation	Equipement avant	Equipement après	Causes	Conséquences	Mesures de prévention existantes	Mesures de protection existantes	PI	GI	Mesures de prévention envisagées	Mesures de protection envisagées	PF	GF
Gros œuvre												
Tour												
Tous les étages			<ul style="list-style-type: none"> - Echauffement électrique - Travaux par points chauds - Erreur humaine - Malveillance - Echauffement mécanique - Dépôts de poussières - Particules incandescentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Emission de poussières - Incendie poussière résiduelle - Incendie équipement 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors Zone - Nettoyage des locaux (procédure) - Electricité conforme ATEX et contrôlée annuellement par un organisme compétent - Colonne de nettoyage par aspiration - Silo fermé hors temps de travail - Site clôturé - Personnel en permanence dans le silo - Maintenance préventive (procédure) - Plan de prévention entreprise extérieure - Permis de feu - Procédure de travail - Interdiction de fumer affichée - Formation du personnel 	<ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs à proximité - Surface soufflable - Découplage partie supérieure cellule et tour - Découplage partie inférieure galerie et tour 	2	2				
Autre												
Poste Traitement insecticide grain			<ul style="list-style-type: none"> - Court-circuit - Rongeurs - Echauffement électrique - Particules incandescentes - Travaux par points chauds 	<ul style="list-style-type: none"> - Incendie du liquide de traitement - Propagation du front de flamme au l'équipement(s) d'après - Point chaud au niveau du RDC 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone (en gaz et poussières) - Conformité équipement électrique - Fût sous rétentio - Un seul fût utilisé à la fois - Interdiction de fumer affichée - Permis de feu - Formation du personnel 	<ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs à proximité 	2	2				
Local air comprimé			<ul style="list-style-type: none"> - Court-circuit - Echauffement électrique - Echauffement mécanique - Rupture équipement - Erreur humaine - Malveillance 	<ul style="list-style-type: none"> - Incendie équipement - Explosion équipement 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone - Equipement conforme et contrôlé - Faible puissance - surveillance 	<ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs à proximité 	2	2				

4.1.2 Silo projeté :

Localisation	Equipement avant	Equipement après	Causes	Conséquences	Mesures de prévention existantes	Mesures de protection existantes	PI	GI	Mesures de prévention envisagées	Mesures de protection envisagées	PF	GF
Flux matière première												
Réception												
Fosse vrac 3	Camion B2	TR5	<ul style="list-style-type: none"> - Corps étranger métallique - Particules incandescentes (cigarettes, points chauds) - Malveillance - Erreur humaine - Emission de poussières - Défaut mécanique des véhicules - Travaux à proximité 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission du corps étranger métallique et du point incandescent à l'équipement(s) d'après - Etincelle - Incendie résiduel de poussières 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone - Protocole de sécurité pour le chargement / déchargement - Grille à barreaux (écart moyen < 5 cm) à 100% de la surface - Interdiction de fumer par affichage - Permis de feu - Nettoyage de la fosse régulier - Consignation des installations en cas de travaux - Plan de prévention entreprise extérieure - Procédures de travail - Formation du personnel - Site clôturé - Silo fermé 	<ul style="list-style-type: none"> - Zone non confinée - Extincteurs à proximité 	5	1				
Fosse vrac 4	Camion B3	TR4	<ul style="list-style-type: none"> - Etincelle mécanique - Défaut d'entretien - Usure du matériel - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant - Rupture chaînes - Frottement chaînes / bâtis - Travaux par points chauds 	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après - Casse matériel - Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après - Incendie résiduel de poussières - Etincelle 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone - Vitesse limitée - Maintenance préventive - Permis de feu - Liaison équipotentielle - Equipement capoté - Procédures de travail - Formation du personnel - Relais thermiques sur moteur - Capteur de bourrage 	<ul style="list-style-type: none"> - Capot soufflable - Extincteur à proximité 	4	1				
TR4	Fosse vrac 4	E4 E5										
TR5	Fosse vrac 3	E5 E6										

Localisation	Equipement avant	Equipement après	Causes	Conséquences	Mesures de prévention existantes	Mesures de protection existantes	PI	GI	Mesures de prévention envisagées	Mesures de protection envisagées	PF	GF
E4 (200 t/h)	TR4 TR6	Epurateur NS TCE3 TCE4	- Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant - Etincelle mécanique (godet décroché) - Echauffement des flancs par frottement de la sangle - Echauffement de la sangle sur le tambour par patinage (tension)	- Transmission du corps étranger au l'équipement(s) d'après	- Classement ATEX 22 - Permis de feu - Aspiration de poussières tête et/ou pied - Sangles et courroies anti-statiques et difficilement propagatrices de la flamme - Contrôleur de rotation - Déport de sangle - Liaisons équipotentiellees - Maintenance préventive - Equipements capotés - Fonctionnement asservi à l'aspiration - Anti retour en tête - Procédures de travail - Formation du personnel	- Extincteurs à proximité - Tête soufflable	2	4				
E5 (200 t/h)	TR4 TR5 TR6 TC7	TCE3 TCE4 TCex 2 TCLiaison (futur)	- Travaux par point chaud - Rupture sangle - Electricité statique - Usure du matériel	- Transmission particules incandescentes au l'équipement(s) d'après - Incendie poussières - Etincelle - Bourrage								
E6 (200 t/h)	TR5 TR6 TC7	BT1 BT2 BT3 TCE3 TCE4	- Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Combustion sangle - Rupture de roulement - Echauffement mécanique									
Travail du grain												
Nettoyage												
Epurateur NS	E4	TCEx2 TC Liaison (future) E5 E6 TCGC TCD2	- Front de flamme depuis équipement(s) avant - Mauvais serrage des grilles - Usure du matériel - Défaut d'entretien - Frottements mécaniques - Travaux par point chaud - Corps étrangers métalliques depuis- équipement(s) avant - Electricité statique - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Travaux par points chauds - Fuite	- Transmission du corps étranger au l'équipement(s) d'après - Transmission particules incandescentes au l'équipement(s) d'après - Etincelle - Emission de poussières - Propagation front de flamme aux l'équipement(s) d'après - Incendie résiduel de poussières	- Classement ATEX Hors zone - Asservisement à l'aspiration centrale - Maintenance préventive - Procédure de travail - Liaison équipotentielle - Formation du personnel	- Extincteurs à proximité	3	2				
Table densimétrique	BT1	TCGC BT2	- Front de flamme depuis équipement(s) avant - Mauvais serrage des grilles - Usure du matériel - Défaut d'entretien - Frottements mécaniques - Travaux par point chaud - Corps étrangers métalliques depuis- équipement(s) avant - Electricité statique - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Travaux par points chauds - Fuite	- Transmission du corps étranger au l'équipement(s) d'après - Transmission particules incandescentes au l'équipement(s) d'après - Etincelle - Emission de poussières - Propagation front de flamme aux l'équipement(s) d'après - Incendie résiduel de poussières	- Classement ATEX Hors zone - Asservisement à l'aspiration centrale - Maintenance préventive - Procédure de travail - Liaison équipotentielle - Formation du personnel	- Extincteurs à proximité	3	2				
TCGC	Table densimétrique NS	BT2 BT3	- Etincelle mécanique - Défaut d'entretien - Usure du matériel - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant - Rupture chaînes - Frottement chaînes / bâtis - Travaux par points chauds	- Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après - Casse matériel - Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après - Incendie résiduel de poussières - Etincelle	- Classement ATEX Hors zone - Vitesse limitée - Maintenance préventive - Permis de feu - Liaison équipotentielle - Equipement capoté - Procédures de travail - Formation du personnel - Relais thermiques sur moteur - Capteur de bourrage	- Capot soufflable - Extincteur à proximité	4	1				
Filtres	Epurateur NS Ecluse Manutention	TCD2	- Propagation particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Propagation du front de flammes depuis le - Travaux par point chaud - Electricité statique - poussières	- Explosion à l'intérieur du filtre - Incendie de poussières - Propagation front de flamme et pression aux équipements	- Classement ATEX Zone 20 (sur air sale) - Permis de feu - Liaison équipotentielle - Procédures de travail - Formation du personnel	- Extincteurs à proximité - Event sur caisson - Equipement à l'extérieur ecluse	2	3				

Localisation	Equipement avant	Equipement après	Causes	Conséquences	Mesures de prévention existantes	Mesures de protection existantes	PI	GI	Mesures de prévention envisagées	Mesures de protection envisagées	PF	GF			
BT1	E6	Table densimétrique	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise condition de stockage Mauvaise qualité du grain stocké (T°C, H2O) Particules incandescentes depuis équipement(s) avant Détérioration et usure des parois (fragilisation) Travaux par points chauds 	<ul style="list-style-type: none"> Combustion du grain Echauffement du grain Propagation particules incandescentes depuis l'équipement(s) d'après Incendie résiduel de poussières 	<ul style="list-style-type: none"> Classement ATEX Hors zone Procédure de stockage (maîtrise qualité) Transilage Surveillance Procédure de travail Formation du personnel Temps de séjour faible 	<ul style="list-style-type: none"> Couvercles soufflables Découplage partie supérieure avec la tour 	4	1							
BT2	TD TCGC	TC7													
BT3	E6 TCGC	TC7						<ul style="list-style-type: none"> Effondrement Rupture paroi 			1	4			
TCD2	Filtres aspiration Epurateur	Local issues	<ul style="list-style-type: none"> Etincelle mécanique Défaut d'entretien Usure du matériel Particules incandescentes depuis équipement(s) avant Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant Rupture chaînes Frottement chaînes / bâtis Travaux par points chauds 	<ul style="list-style-type: none"> Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après Casse matériel Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après Incendie résiduel de poussières Etincelle 	<ul style="list-style-type: none"> Classement ATEX Hors zone Vitesse limitée Maintenance préventive Permis de feu Liaison équipotentielle Equipement capoté Procédures de travail Formation du personnel Relais thermiques sur moteur Capteur de bourrage 	<ul style="list-style-type: none"> Capot soufflable Extincteur à proximité 	4	1							
Local à issues	TCD2	Camion Chargeur	<ul style="list-style-type: none"> Propagation de front de flamme et pression du filtre Mauvaise qualité du produit stocké (T°C, H2O) Particules incandescentes depuis équipement(s) avant Malveillance Défaut matériel (chouleurs) 	<ul style="list-style-type: none"> Explosion de poussières à l'intérieur de la chambre Combustion de la poussière Echauffement de la poussière 	<ul style="list-style-type: none"> Classement ATEX Zone 21 Permis de feu Surveillance Procédure de travail Formation du personnel Temps de séjour faible 	<ul style="list-style-type: none"> Local extérieur Découplage Extincteur à proximité Surface soufflable 	2	4							
Ensilage (remplissage)															
TCE3	E4 E5 E6	De C7 à C18 TCE5	<ul style="list-style-type: none"> Etincelle mécanique Défaut d'entretien Usure du matériel Particules incandescentes depuis équipement(s) avant Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant Rupture chaînes Frottement chaînes / bâtis Travaux par points chauds 	<ul style="list-style-type: none"> Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après Casse matériel Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après Incendie résiduel de poussières Etincelle 	<ul style="list-style-type: none"> Classement ATEX Hors zone Vitesse limitée Maintenance préventive Permis de feu Liaison équipotentielle Equipement capoté Procédures de travail Formation du personnel Relais thermiques sur moteur Capteur de bourrage 	<ul style="list-style-type: none"> Capot soufflable Extincteur à proximité 	4	1							
TCE4	E4 E5 E6	De C7 à C18 TCE6													
TCE5	TCE3	De C19 à C24	<ul style="list-style-type: none"> Etincelle mécanique Défaut d'entretien Usure du matériel Particules incandescentes depuis équipement(s) avant Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant Rupture chaînes Frottement chaînes / bâtis Travaux par points chauds 	<ul style="list-style-type: none"> Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après Casse matériel Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après Incendie résiduel de poussières Etincelle 	<ul style="list-style-type: none"> Classement ATEX Hors zone Vitesse limitée Maintenance préventive Permis de feu Liaison équipotentielle Equipement capoté Procédures de travail Formation du personnel Relais thermiques sur moteur Capteur de bourrage 	<ul style="list-style-type: none"> Capot soufflable Extincteur à proximité 	4	1							
TCE6	TCE4	De C19 à C24													

Localisation	Equipement avant	Equipement après	Causes	Conséquences	Mesures de prévention existantes	Mesures de protection existantes	PI	GI	Mesures de prévention envisagées	Mesures de protection envisagées	PF	GF
De C7 à C18	TCE3 TCE4	TR6	- Mauvaise condition de stockage - Mauvaise qualité du grain stocké (T°C, H2O) - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant	- Combustion du grain - Echauffement du grain - Propagation particules incandescentes depuis l'équipement(s) d'après - Incendie résiduel de poussières	- Classement ATEX Hors zone - Sonde température fixe - Procédure de stockage (maîtrise qualité) - Transilage - Surveillance - Procédure de travail - Formation du personnel - Temps de séjour faible	- Couvercle soufflable - Découplage galerie supérieure cellule et tour	4	1				
De C19 à C24	TCE5 TCE6	TR6	- Détérioration et usure des parois (fragilisation) - Travaux par points chauds	- Effondrement - Rupture cellule			1	4				
Reprise												
TR6	Toutes les cellules	E4 E5 E6	- Etincelle mécanique - Défaut d'entretien - Usure du matériel - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant	- Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après - Casse matériel - Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après	- Classement ATEX Hors zone - Vitesse limitée - Maintenance préventive - Permis de feu - Liaison équipotentielle - Equipement capoté - Procédures de travail - Formation du personnel - Relais thermiques sur moteur - Capteur de bourrage	- Capot soufflable - Extincteur à proximité	4	1				
TC7	BT2 BT3	E5 E6	- Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant - Rupture chaînes - Frottement chaînes / bâtis - Travaux par points chauds	- Incendie résiduel de poussières - Etincelle								
Expédition												
TCEx2	Epurateur NS E5	B2 B3	- Etincelle mécanique - Défaut d'entretien - Usure du matériel - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant - Corps étrangers métalliques depuis équipement(s) avant - Rupture chaînes - Frottement chaînes / bâtis - Travaux par points chauds	- Transmission du corps étranger à l'équipement(s) d'après - Casse matériel - Transmission particules incandescentes depuis équipement(s) après - Incendie résiduel de poussières - Etincelle	- Classement ATEX Hors zone - Vitesse limitée - Maintenance préventive - Permis de feu - Liaison équipotentielle - Equipement capoté - Procédures de travail - Formation du personnel - Relais thermiques sur moteur - Capteur de bourrage	- Capot soufflable - Extincteur à proximité	4	1				
B2	TCEx2	Camion	- Mauvaise condition de stockage - Mauvaise qualité du grain stocké (T°C, H2O) - Particules incandescentes depuis équipement(s) avant	- Combustion du grain - Echauffement du grain - Propagation particules incandescentes depuis l'équipement(s) d'après - Incendie résiduel de poussières	- Classement ATEX Hors zone - Sonde température manuelle - Procédure de stockage (maîtrise qualité) - Transilage - Surveillance - Procédure de travail - Formation du personnel - Temps de séjour faible - Aimant	- Couvercle soufflable - Découplage avec la tour	4	1				
B3	TCEx2	Camion	- Détérioration et usure des parois (fragilisation) - Travaux par points chauds	- Effondrement - Rupture paroi			1	4				
Gros œuvre												
Tour												
Tous les étages			- Echauffement électrique - Travaux par points chauds - Erreur humaine - Malveillance - Echauffement mécanique - Dépôts de poussières - Particules incandescentes	- Emission de poussières - Incendie poussière résiduelle - Incendie équipement	- Classement ATEX Hors Zone - Nettoyage des locaux (procédure) - Electricité conforme ATEX et contrôlée annuellement par un organisme compétent - Colonne de nettoyage par aspiration - Silo fermé hors temps de travail - Site clôturé - Personnel en permanence dans le silo - Maintenance préventive (procédure) - Plan de prévention entreprise extérieure - Permis de feu - Procédure de travail - Interdiction de fumer affichée - Formation du personnel	- Extincteurs à proximité - Surface soufflable - Découplage galerie supérieure et cellule - Découplage galerie inférieure, cellule et tour	2	2				

Localisation	Equipement avant	Equipement après	Causes	Conséquences	Mesures de prévention existantes	Mesures de protection existantes	PI	GI	Mesures de prévention envisagées	Mesures de protection envisagées	PF	GF
Autre												
Poste Traitement insecticide grain			<ul style="list-style-type: none"> - Court-circuit - Rongeurs - Echauffement électrique - Particules incandescentes - Travaux par points chauds 	<ul style="list-style-type: none"> - Incendie du liquide de traitement - Propagation du front de flamme au l'équipement(s) d'après - Point chaud au niveau du RDC 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone (en gaz et poussières) - Conformité équipement électrique - Fût sous rétention - Un seul fût utilisé à la fois - Interdiction de fumer affichée - Permis de feu - Formation du personnel 	<ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs à proximité 	2	2				
Local électrique			<ul style="list-style-type: none"> - Court-circuit - Rongeurs - Défaut d'isolement - Echauffement électrique - Travaux par points chauds - Particules incandescentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Incendie du local électrique - Propagation du front de flamme au RDC 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone - Fermeture étanche du local électrique - Porte coupe feu - Equipement conforme et contrôlé annuellement - Armoire étanche - Formation du personnel 	<ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs à proximité - Local découplé 	2	2				
Local air comprimé			<ul style="list-style-type: none"> - Court-circuit - Echauffement électrique - Echauffement mécanique - Rupture équipement - Erreur humaine - Malveillance 	<ul style="list-style-type: none"> - Incendie équipement - Explosion équipement 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement ATEX Hors zone - Equipement conforme et contrôlé - Faible puissance - surveillance 	<ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs à proximité 	2	2				

4.2 Exploitation des tableaux d'analyse des risques

4.2.1 Analyse des risques liés aux installations :

L'incendie n'est pas envisagé au niveau des stockages de grains, granulation et poussières

Plusieurs installations dédiées au stockage sont présentes. Leurs caractéristiques sont détaillées en chapitre 1 (Notice de renseignements).

Comme nous l'avons vu précédemment, trois dangers principaux sont liés aux installations de stockage :

- Combustion des produits
- Incendie, explosion de poussières dans des enceintes closes
- Effondrement des structures de stockage et ensevelissement

Le premier danger offre peu de risques en terme d'effets externes à l'entreprise. En effet, les risques sont liés à la perte de la marchandise (combustion) voire à la fragilisation de certaines structures en fonction des températures de combustion pouvant amener au pire à l'effondrement des structures (3^{ème} cas) ou à l'explosion de poussières qui nous ramène au second cas.

Compte tenu de l'analyse de dangers effectuée, des mesures de maîtrise en place, les scénarios relatifs aux installations retenus sont les suivants :

- SC1 : Effondrement des cellules et cases
- SC2 : Explosion dans un filtre
- SC3 : Explosion de l'élévateur dans la tour

Les autres risques sont étudiés et l'ensemble des mesures de prévention, protection mise en œuvre sont décrit dans les tableaux AMDEC. A noter que tous ces risques sont maîtrisés (zones vertes).

Ces 3 scénarios sont développés dans plus loin.

5 EVALUATION DES CONSEQUENCES ET DES NIVEAUX DE PROBABILITE DES SCENARIOS MAJORANTS :

5.1 SC1 : Effondrement des cellules :

5.1.1 Description de l'événement redouté :

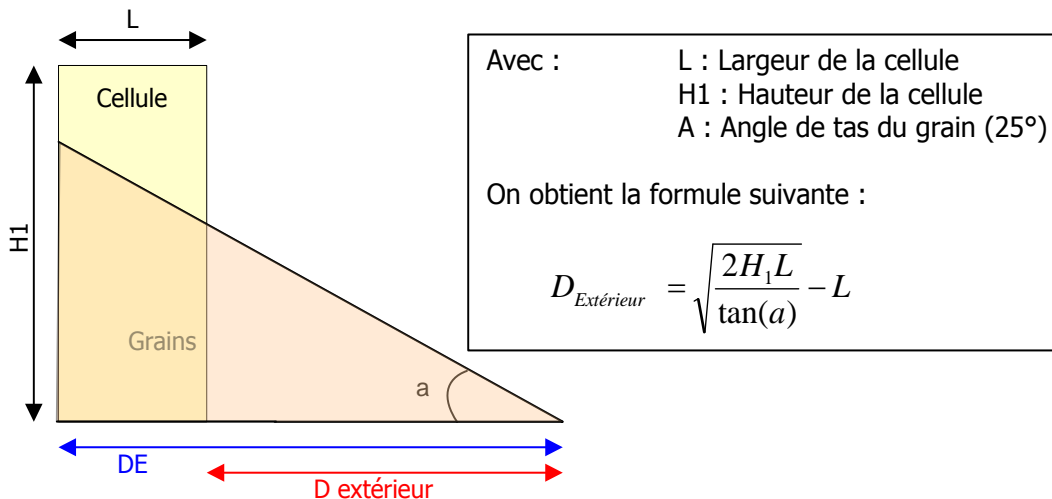
Les méthodes de calcul des distances d'ensevelissement sont présentées ci-dessous.

5.1.1.1 Cas général :

Les recommandations du guide de l'état de l'art sur les silos peuvent être utilisées en première approche ; selon les spécificités des capacités de stockage et de l'environnement, celles-ci peuvent être affinées. Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- le problème posé est mono-directionnel, c'est-à-dire que l'on assimile la paroi longitudinale du silo au plan debout tangent extérieurement à l'ensemble des cylindres alignés qui forment les cellules ;
- les cellules sont supposées pleines à ras bord de grain ;
- en cas d'explosion, les quantités de grain qui pourrait être éparpillées dans l'atmosphère sont négligées.

Dans ces conditions, il y a lieu de tenir compte de l'angle de talutage naturel du grain, et le problème se ramène à calculer la distance DE qui est le pied d'un triangle rectangle dont la section est égale à celle du maître-couple de la cellule, conformément au schéma suivant.



Le tableau suivant donne les différentes valeurs d'angle de talutage retenues dans la littérature.

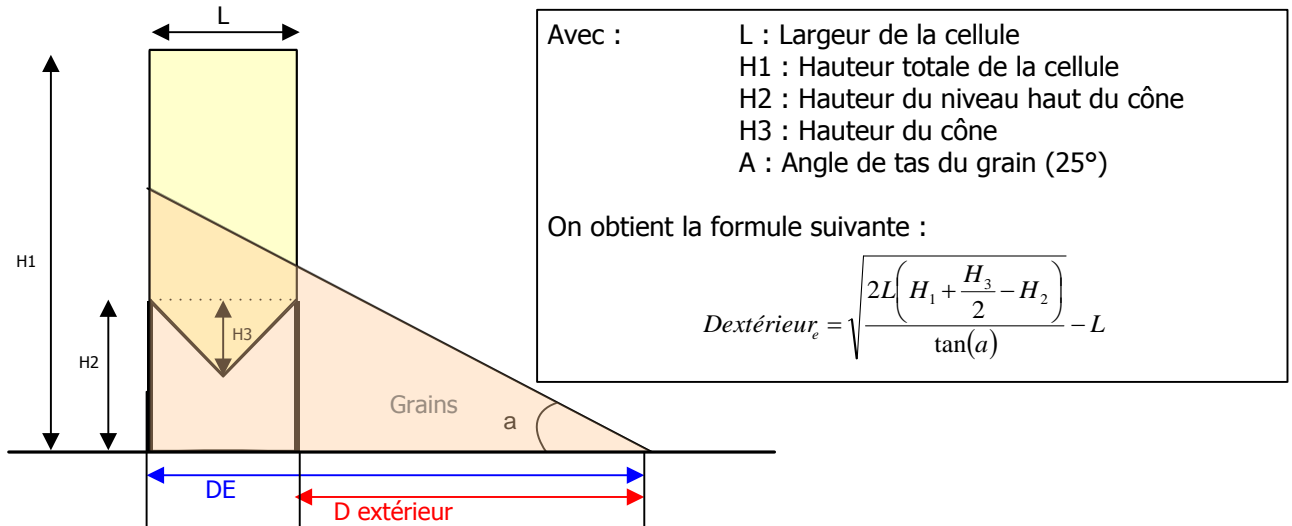
Dans la mesure où les silos peuvent stocker différents types de grains (céréales, oléagineux...), un angle de 25° peut être retenu.

Produit	Angle de talutage en °
Blé	22 – 26
Maïs	21 -24
Orge	27
Farine	20
Sucre	30 - 33

Angle de talutage pour différents produits.
 (Sources : INTBTP, 1975 ; Lumbroso, 1970 ; Reimbert, 1959)

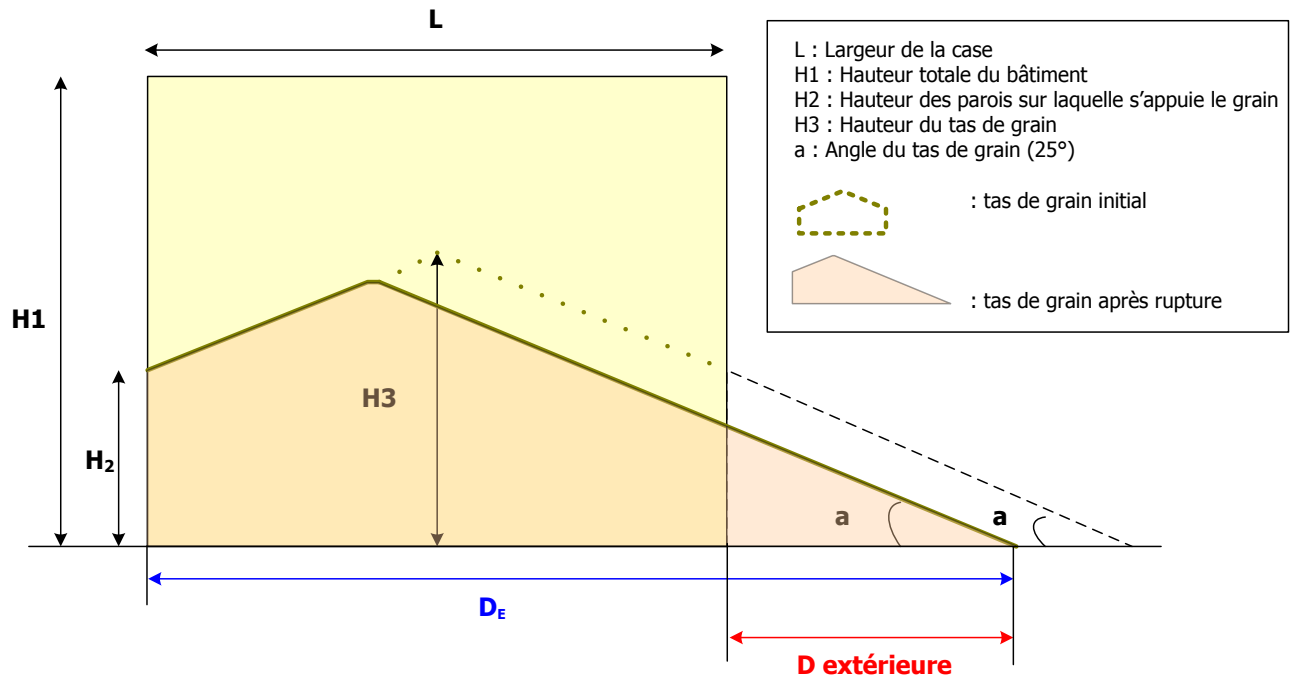
5.1.1.2 Cas particulier des cellules surélevées :

Le schéma d'une cellule surélevée et la formule de calcul à appliquer pour le calcul de la distance d'ensevelissement sont présentés à la figure suivante



5.1.1.3 Cas particulier des cellules de stockage à plat

Le schéma d'un stockage à plat est présenté à la figure suivante :



En appliquant la même méthode que celle de l'INERIS, on obtient la formule suivante pour le calcul de la distance d'ensevelissement :

$$D_{\text{Extérieur}} = \frac{\sqrt{2H_2^2 + L^2 \tan^2(a) + 4HL_2 \tan(a)} - H_2 - L \tan(a)}{\tan(a)}$$

5.1.2 Hypothèses :

Les scénarios à étudier ont été déterminés lors d'une analyse des risques effectuée par l'exploitant dans le cadre de l'étude de dangers.

Le scénario de rupture de paroi d'une capacité de stockage est retenu comme probable (B) pour toutes les capacités de stockage de grain de l'établissement.

5.1.3 Conséquences : détermination des distances d'effets :

Les résultats de calculs figurent au tableau suivant :

Installations	Enceintes	Hauteur totale H1 (m)	Hauteur niveau haut cône H2 (m)	Hauteur cône H3 (m)	Diamètre ou largeur (m)	angle de talutage (degré)	D extérieure (m)
Cellules béton	Cellules	17,00	/	/	D = 10,2	25	17,07
Cellules métalliques projetées	Les + grandes cellules	27,70	/	/	14,30 x 14,31	25	26,92

Comme le montre l'Annexe 11, les distances d'ensevelissement restent dans les limites de propriété du site ou dans des zones non sensibles.

Le bâtiment engrais n'est pas impacté par l'effondrement des cellules béton

Annexe 11 : Cartographie des conséquences des scénarios majorants

5.2 SC2 et SC3 : Explosion primaire dans un filtre et dans les élévateurs Zone ATEX 22 :

5.2.1 Description de l'événement redouté :

Le principal risque lié à l'activité est le risque d'explosion du filtre et des élévateurs classés ATEX Zone 22

5.2.2 Hypothèses :

Rappel du phénomène de l'explosion de poussières

L'explosion d'une suspension de poussières dans l'air est la manifestation de la libération brutale de l'énergie chimique du système (combustion), amorcée par une source d'inflammation et caractérisée par une émission importante de gaz portés à haute température.

Pour qu'il y ait explosion, les poussières doivent nécessairement être mélangées avec de l'air qui sera le comburant de la réaction. Dans notre cas, nous considérons que le mélange air – poussières est homogène.

Dans certaines proportions (domaine d'explosivité), ce mélange forme une atmosphère explosive. La limite inférieure d'explosivité est de 50 g/m³.

Il faut ensuite l'intervention d'une source d'inflammation pour amorcer la réaction de combustion pouvant aller jusqu'à l'inflammation. La flamme se propage alors de proche en proche dans le mélange provoquant l'expansion thermique.

Lors d'une explosion de poussières, les paramètres suivants jouent un rôle important sur le déroulement de l'explosion :

- Nature des poussières
- Homogénéité du mélange air-poussières (ou mise en suspension)
- Concentration des poussières (ou domaine d'explosivité)
- Humidité du mélange air-poussières en suspension
- Nature du comburant
- Source d'inflammation
- Confinement
- Autres paramètres : température, pression etc.

Définition et Paramètres

L'influence de la géométrie de l'enceinte permet de différencier deux cas :

- 1) Si l'enceinte est de forme ramassée ($H/D < 5$), on sera en régime de déflagration et la pression maximale sera de 7 à 10 bars.
- 2) Si l'enceinte est de forme allongée ($H/D \geq 5$), l'expansion des gaz brûlés et la présence d'obstacles provoquent une augmentation de la vitesse du front de flamme qui peut atteindre des valeurs supérieures à 1000 m/s et une surpression de plusieurs dizaines de bars : on peut parfois atteindre un régime de détonation.

avec H = longueur de la cellule
 D = diamètre dans le cas de cellules cylindriques
 ou diamètre équivalent D_E définit tel que

$$D_E = 2 \sqrt{\frac{A^*}{\pi}} \text{ avec } A^* = \text{surface de cellules d'une forme autre que cylindrique}$$

La présence d'un évent convenablement calculé permet de concevoir et de mettre en œuvre des enceintes plus légères capables de résister aux effets de la pression d'explosion réduite.

Ainsi, la protection d'un volume par évent est une technique permettant d'obtenir la décharge de gaz non brûlés et de gaz d'explosion lors du développement d'une explosion de poussières combustibles en suspension dans l'air et d'éviter ainsi une pression trop élevée à l'intérieur du volume concerné. Cette décharge se produit après ouverture de dispositifs d'obturation des événements. Cependant, la décharge n'empêche pas l'explosion proprement dite mais ses conséquences dangereuses.

Lors du phénomène d'explosion de poussières, on distingue les données suivantes :

- P_{max} la pression maximale d'explosion (valeur maximale de la surpression) en bar
- P_{red} la pression d'explosion réduite (pression maximale à prévoir en cas d'explosion dans une installation équipé de dispositifs de décharge de pression) en bar
- P_{stat} la pression d'ouverture (pression qui s'exerce effectivement sur le dispositif obturant l'évent au moment de l'ouverture ou de la rupture) en bar
- $(dP/dt)_{max}$ la vitesse maximale de montée en pression en bar.s-1 (VMP)
- KST l'indice d'explosion (constante qui définit la vitesse de montée en pression d'une explosion dans un volume donné) en bar.m.s-1
 $(dP/dt)_{max} \cdot V^{1/3} = \text{const} = K_{ST}$

La surpression maximale P_{max} et le KST varient suivant le type de céréales stockées. Des expériences réalisées par l'INERIS sur trois échantillons de poussières ont donné les résultats suivants :

	Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C
V(m³)	0,02	0,02	0,02
P_{max} (bar)	7,3	7,6	7,1
VMP (bar.s ⁻¹)	300	350	280
Kst (bar.m.s ⁻¹)	81	95	76

- Echantillon A : prélevé à l'intérieur d'une chambre à poussières
- Echantillon B : prélevé à différents endroits d'un silo portuaire
- Echantillon C : prélevé en haut de cellules à proximité d'un calibre d'orge de brasserie

La surpression maximale (Pmax) et la vitesse de montée en pression (VMP) varient également en fonction de la concentration du nuage en poussières.

Référence des échantillons	Concentration du nuage de poussières (g/m ³)	125	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
A	Pmax (bar)	2.3	4.1	6.8	7.3	7.1	6.9	6.4	6.3	6.2
	VMP (bar/s)	40	70	245	285	300	275	240	230	205
B	Pmax (bar)	2.6	4.9	6.9	7.5	7.6	7.6	7.3	7.2	6.9
	VMP (bar/s)	80	160	265	300	350	350	330	320	310
C	Pmax (bar)	1.4	4.0	5.6	6.8	6.9	7.1	6.9	6.4	5.9
	VMP (bar/s)	25	70	105	205	210	280	280	210	170

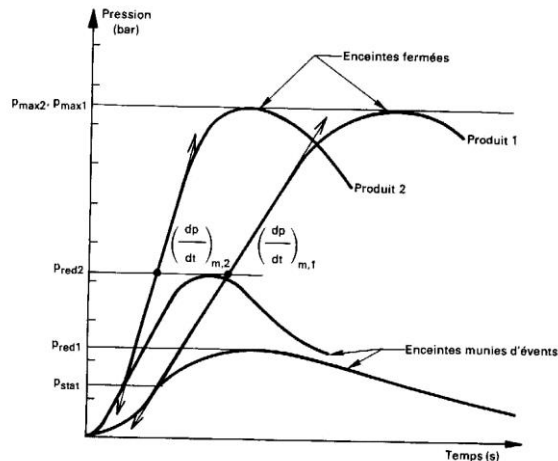
Violence de l'explosion en chambre fermée de 20 litres

C'est pour la concentration du nuage de poussières en g/m³ qui donne la valeur la plus élevée de VMP, exprimée en bar.s⁻¹ qu'on détermine la valeur de la constante K_{max} ou K_{st} exprimée en bar.m.s⁻¹, rapportée au volume de 1 m³. Pour cela, on admet la validité de la loi cubique :

$$K_{st} = VMP \times V^{1/3} \text{ avec } V = 0.020 \text{ m}^3$$

En se basant sur ces résultats, la présente étude suppose que la poussière de céréales est caractérisée par un **K_{st} de 112 bars.m.s⁻¹** et une **P_{max} de 9.3 bars**.

Le schéma suivant montre l'allure d'une explosion en enceinte fermée et en enceinte munie d'évents.



5.2.3 Conséquences : détermination des distances d'effets :

Gravité du phénomène dangereux

L'analyse des risques a montré qu'il existait un risque d'explosion primaire uniquement dans le filtre et les élévateurs classés zone ATEX 22.

Les mesures de prévention en place permettent de rendre acceptable ce risque, à noter que des réflexions et études sont en cours pour modifier ces installations.

Les filtres sont dans la tour et sont munis d'un évent dirigé vers l'extérieur ainsi que d'un clapet anti retour.

Il n'y aura donc pas de propagation à la tour, ni de projection à l'extérieur.

Les élévateurs sont intérieurs à la tour qui est classée entièrement Hors Zone ATEX, découplés des cellules et des cases et ils sont munis d'une tête soufflable.

L'explosion primaire des élévateurs s'étoufferait dans la tour, sans effet extérieur.

Résultats des simulations dimensionnantes des explosions (filtre et élévateurs)

Unité considérée	EVENTS				CONSEQUENCES					Commentaires
					Effets de surpression Distance (m) au sol pour les seuils			Projections		
	Surface événements présents (m ²)	Surface événements nécessaires (VDI) en m ²	Pstat événements présents (bars)	Pred obtenue (Bars)	140 mbars	50 mbars	20 mbars	Nature du projectile	Distance (m) au sol	
Filtres	Conforme avec événements		< 0,1	< 0,1	0	0	< 10	Négligeable		Events normalisés
Élévateur	Ensemble de la tête		< 0,1	< 0,1	0	0	0	Négligeable		Tête soufflable (boulons plastics)
Chambre à poussière silo existant	Porte et couverture soufflables		< 0,1	< 0,1	0	12,4	26,8	Couverture	10	Ensemble de la porte et couverture soufflable
Chambre à poussière silo projeté	Porte		< 0,1	< 0,1	0	26	52	Couverture	10	Ensemble de la porte et couverture soufflable

La Pred obtenue est égale à P_{stat} de l'événement car la surface d'événement présente est nettement supérieure à celle nécessaire et la P_{stat} réelle des surfaces soufflables est inférieure à 0.1 bar.

La poussière est caractérisée par un KST de 112 bar.m.s⁻¹ et une Pmax de 9.6 bar.

L'explosion d'un élévateur s'étoufferait dans la tour qui est classé hors zone ATEX. Il n'y aurait aucun effet à l'extérieur.

Pour les filtres munis d'événements normalisés, les effets seront canalisés vers l'extérieur dans des zones non dangereuses (hors zone de circulation et en hauteur > 3 m).

Les effets extérieurs seront très faible, estimés à moins de 10 m pour 20 mbar.

La gravité de ce phénomène dangereux est considérée modéré.

A noter que l'explosion de poussières dans les galeries inférieures et sous sol de la tour peut être exclue étant donné que l'équipement de reprise des cellules est un transporteur à chaîne capoté et étanche. Le niveau d'empoussièremment est de ce fait très faible. De plus, ces volumes sont nettoyés très régulièrement (pas de poussière) et les élévateurs sont munis d'une aspiration et d'une tête soufflable

Probabilité du phénomène dangereux :

Sur la base de son retour d'expérience sur des installations similaires, NORIAP classe, toutes causes confondues, une explosion du filtre et des élévateurs Zone ATEX 22 en catégorie C, selon les termes de l'arrêté du 29 septembre 2005.

Cette classe correspond à une probabilité d'occurrence annuelle comprise entre 10⁻³ et 10⁻² par installation ou à la définition suivante sur le plan qualitatif:

« Événement improbable » : un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité.

Cinétique du phénomène dangereux :

Le phénomène dangereux est de cinétique très rapide.

Effets domino

Le risque est l'endommagement des structures voisines sous l'effet de surpression ou de l'impact des projectiles et/ou l'effondrement des cellules.

L'ensemble des mesures de prévention et de protection mise en place montre que les effets sont limités. Il n'y aura que des endommagements sur les équipements et bâtiments voisins sans remettre en cause leur stabilité.

La propagation d'un point chaud est étudiée dans l'AMDEC.
Aucun équipement ou installation n'est atteint par les seuils d'effets domino.

5.2.4 Evaluation des conséquences des effets de flamme

Le flux thermique dégagé par une explosion de poussières est intense. Malgré une vitesse de propagation de la flamme élevée (cf. chapitre précédent) et donc un temps d'exposition réduit, les effets sont susceptibles d'entraîner la mort des personnes qui se trouvent sur le trajet de la flamme (la position des événements doit donc être optimisée par rapport aux trajets de déplacements du personnel).

5.2.5 Evaluation des conséquences des projections :

D'après l'INERIS (Guide de l'Art Silos, Version 3 de 2008) « en ce qui concerne les projectiles » ; la prédiction de leur taille et de leur poids est difficile et nécessite des calculs sophistiqués.

Le tableau de la fin du chapitre de l'analyse préliminaire des dangers fournit des informations suffisantes sur les conséquences majorantes d'une explosion de poussières.

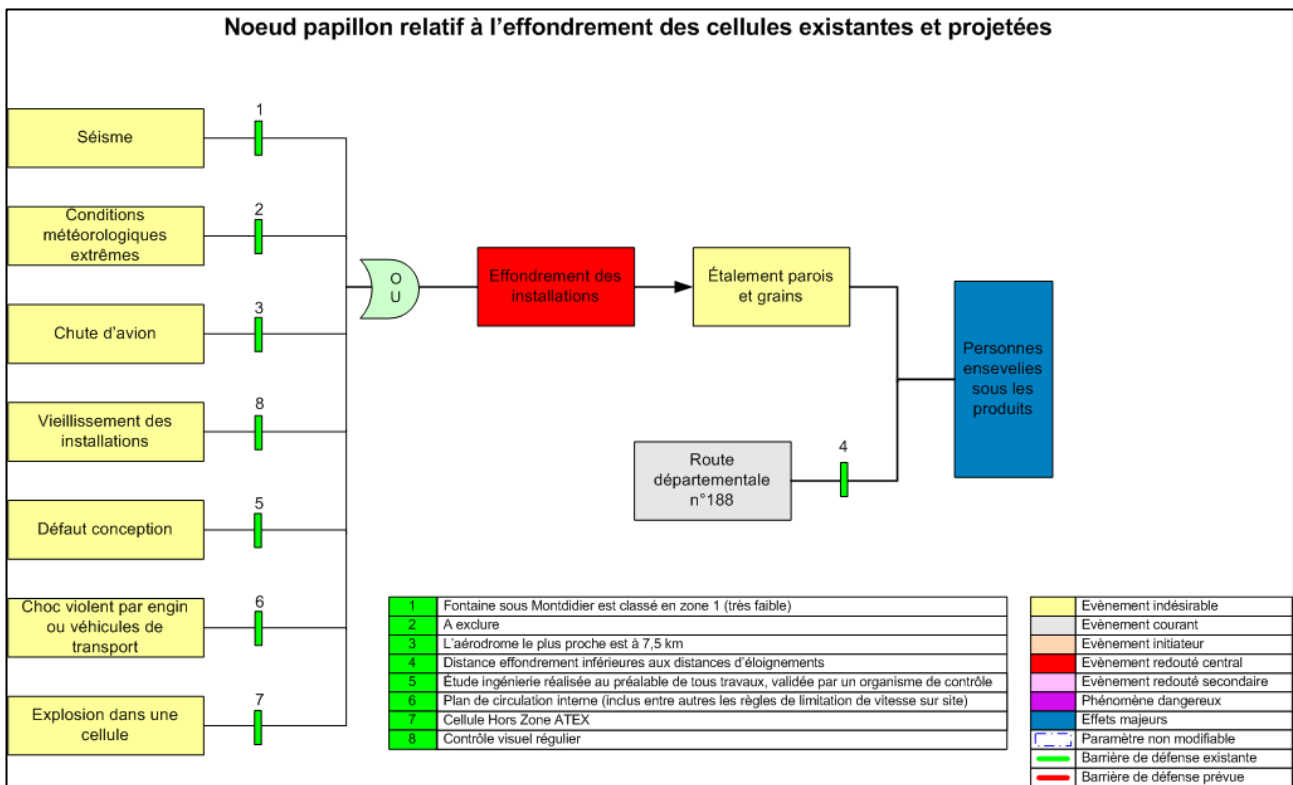
6 CARACTERISATION ET CLASSEMENT DES DIFFERENTS PHENOMENES DANGEREUX :

6.1 Etude du scénario 1 :

Il s'agit de l'effondrement des cellules existantes et projetées.

6.1.1 Nœud de papillon et mesures de prévention / protection :

Le nœud de papillon est représenté ci dessous avec les barrières.



Les mesures existantes sont représentées en vert, les mesures prévues en rouge.

6.1.2 Conclusion

Le respect scrupuleux des mesures de sécurité existantes limite les probabilités et gravités du scénario et le rend acceptable.

6.1.3 Synthèse des évaluations du risque résiduel du scénario 1 :

Les scénarios de risque résiduel sont estimés en probabilité et gravité et la maîtrise des risques est évaluée suivant la grille dite « MMR » de l'arrêté du 29/09/2005.

Si un effondrement se produisait dans les cellules de stockage avec la configuration actuelle, les effets seront assez importants.

L'évaluation des conséquences serait la suivante :

- La route départementale n°188 ne serait pas impactée.
- La maison et la ferme ne seraient pas impactées.

La probabilité et la gravité des scénarios résiduels sont évaluées, conformément à l'arrêté du 29/09/2005 relatif à l'évaluation et la prise en compte de la probabilité d'occurrence de la cinétique et l'intensité des effets et la gravité des conséquences des accidents potentiels.

Annexe 11 : Cartographie des conséquences des scénarios majorants

Cotation en gravité :

Aucun effet extérieur

Soit aucune personne concernée, le niveau de gravité est donc Modéré.

Cotation en probabilité :

Le scénario d'effondrement des cellules est un évènement probable (B) :

		Niveau de probabilité				
		E	D	C	B	A
Niveau de Gravité	Désastreux	NON/MMR	NON	NON	NON	NON
	Catastrophique	MMR	MMR	NON	NON	NON
	Important	MMR	MMR	MMR	NON	NON
	Sérieux			MMR	MMR	NON
	Modéré				X	MMR

NON	Risque majeur non maîtrisé
MMR	Risque majeur maîtrisé
	Risque non majeur

Aucun accident n'est situé dans une case comportant le mot « NON » ou le sigle « MMR ».

Compte tenu des mesures de maîtrise des risques existants et préconisées le scénario résiduel d'explosion de la cellule dans sa configuration actuelle est modéré et n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées.

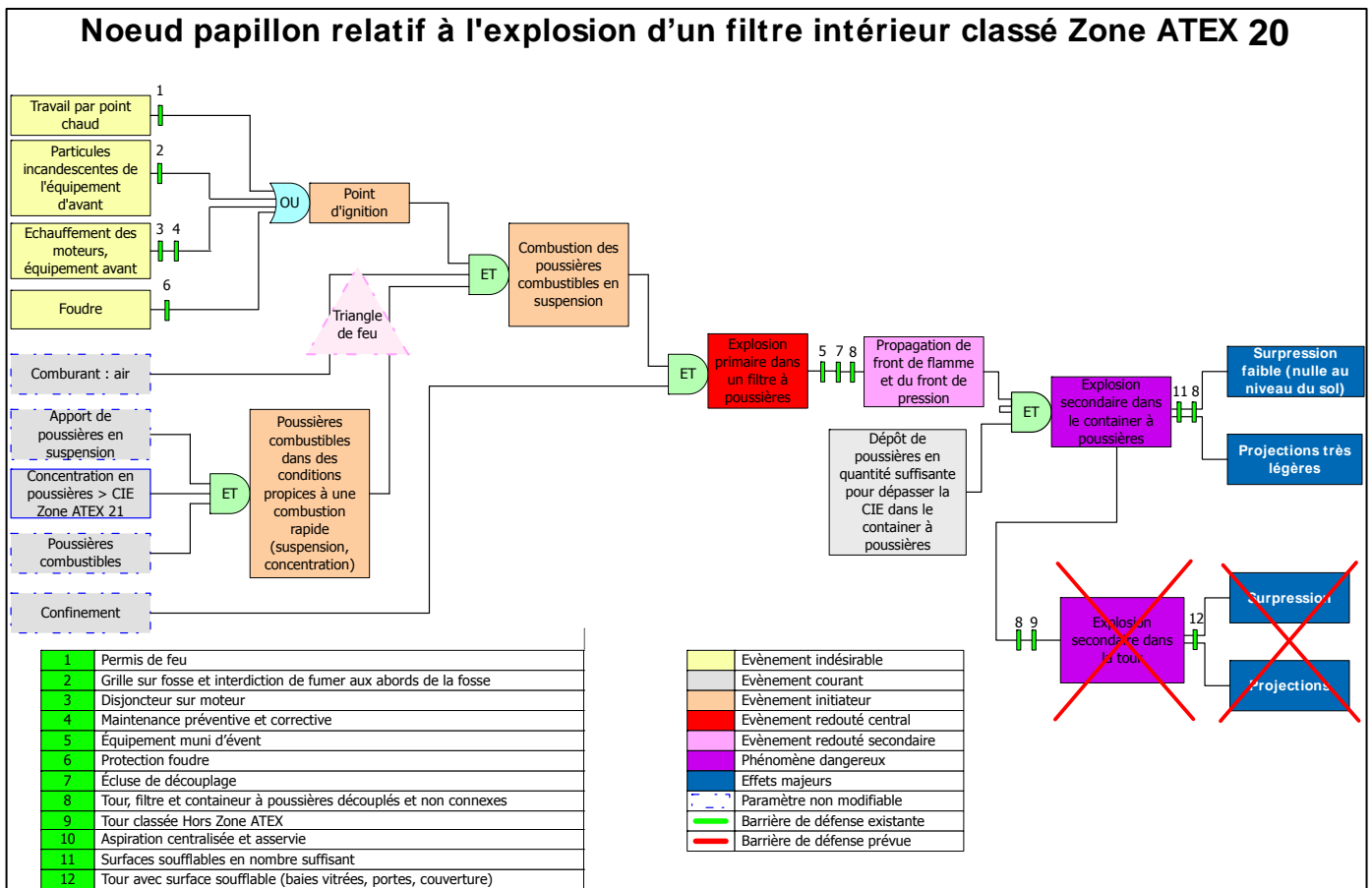
6.2 Etude du scénario 2 :

Il s'agit de l'explosion dans un filtre intérieur classé en Zone ATEX 20.

La mise en place de nouvelles mesures de sécurité, l'amélioration continue des mesures existantes et l'évaluation des conséquences permettent de définir des probabilités et gravités finales du scénario résiduel (voir paragraphes suivants).

6.2.1 Nœud de papillon et mesures de prévention / protection :

Le nœud de papillon est représenté ci dessous avec les barrières.



Les mesures existantes sont représentées en vert, les mesures prévues en rouge.

6.2.2 Conclusion

Le respect scrupuleux des mesures de sécurité existantes limite les probabilités et gravités du scénario et le rend acceptable.

6.2.3 Synthèse des évaluations du risque résiduel du scénario 2 :

Les scénarios de risque résiduel sont estimés en probabilité et gravité et la maîtrise des risques est évaluée suivant la grille dite « MMR » de l'arrêté du 29/09/2005.

Si une explosion se produisait dans un équipement classé ATEX avec la configuration actuelle, les effets seront assez importants (montée en pression, effet à l'extérieur non négligeable) il n'y aura pas qu'une propagation éventuelle dans le container à poussière (local déchets).

L'évaluation des conséquences serait la suivante :

- La route départementale n°188 ne serait pas impactée.
- La maison et la ferme ne seraient pas impactées.

La probabilité et la gravité des scénarios résiduels sont évaluées, conformément à l'arrêté du 29/09/2005 relatif à l'évaluation et la prise en compte de la probabilité d'occurrence de la cinétique et l'intensité des effets et la gravité des conséquences des accidents potentiels.

Annexe 11 : Cartographie des conséquences des scénarios majorants

Cotation en gravité :

Aucun effet extérieur

Soit aucune personne concernée, le niveau de gravité est donc Modéré.

Cotation en probabilité :

Le scénario d'explosion primaire dans un équipement classé ATEX est un évènement improbable (C) :

		Niveau de probabilité				
		E	D	C	B	A
Niveau de Gravité	Désastreux	NON/MMR	NON	NON	NON	NON
	Catastrophique	MMR	MMR	NON	NON	NON
	Important	MMR	MMR	MMR	NON	NON
	Sérieux			MMR	MMR	NON
	Modéré			X		MMR

NON	Risque majeur non maîtrisé
MMR	Risque majeur maîtrisé
	Risque non majeur

Aucun accident n'est situé dans une case comportant le mot « NON » ou le sigle « MMR ».

Compte tenu des mesures de maîtrise des risques existants et préconisées le scénario résiduel d'explosion de la cellule dans sa configuration actuelle est modéré et n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées.

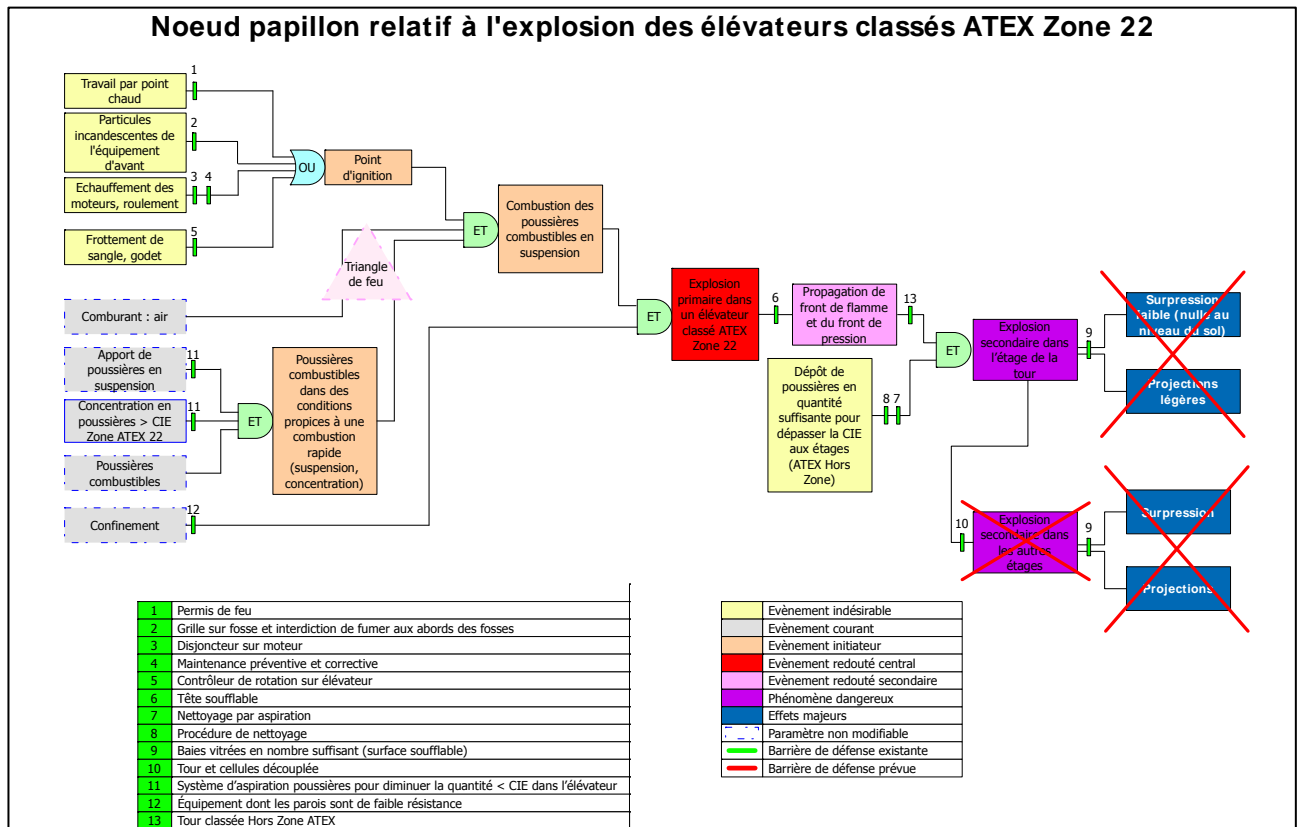
6.3 Etude du scénario 3 :

Il s'agit de l'explosion dans l'élévateur dans la tour.

La mise en place de nouvelles mesures de sécurité, l'amélioration continue des mesures existantes et l'évaluation des conséquences permettent de définir des probabilités et gravités finales du scénario résiduel (voir paragraphes suivants).

6.3.1 Nœud de papillon et mesures de prévention / protection :

Le nœud de papillon est représenté ci dessous avec les barrières.



Les mesures existantes sont représentées en vert, les mesures prévues en rouge.

6.3.2 Conclusion

Le respect scrupuleux des mesures de sécurité existantes limite les probabilités et gravités du scénario et le rend acceptable.

6.3.3 Synthèse des évaluations du risque résiduel du scénario 3 :

Les scénarios de risque résiduel sont estimés en probabilité et gravité et la maîtrise des risques est évaluée suivant la grille dite « MMR » de l'arrêté du 29/09/2005.

Si une explosion se produisait dans les élévateurs classés ATEX avec la configuration actuelle, les effets seront assez importants (montée en pression, effet à l'extérieur non négligeable) mais il n'y aura pas de propagation.

L'évaluation des conséquences serait la suivante :

- La route départementale n°188 ne serait pas impactée.
- La maison et la ferme ne serait pas impactée .

La probabilité et la gravité des scénarios résiduels sont évalués, conformément à l'arrêté du 29/09/2005 relatif à l'évaluation et la prise en compte de la probabilité d'occurrence de la cinétique et l'intensité des effets et la gravité des conséquences des accidents potentiels.

Annexe 11 : Cartographie des conséquences des scénarios majorants

Cotation en gravité :

Aucun effet extérieur

Soit aucune personne concernée, le niveau de gravité est donc Modéré.

Cotation en probabilité :

Le scénario d'explosion primaire dans un équipement classé ATEX est un évènement improbable (C) :

		Niveau de probabilité				
		E	D	C	B	A
Niveau de Gravité	Désastreux	NON/MMR	NON	NON	NON	NON
	Catastrophique	MMR	MMR	NON	NON	NON
	Important	MMR	MMR	MMR	NON	NON
	Sérieux			MMR	MMR	NON
	Modéré			X		MMR

NON	Risque majeur non maîtrisé
MMR	Risque majeur maîtrisé
	Risque non majeur

Aucun accident n'est situé dans une case comportant le mot « NON » ou le sigle « MMR ».

Compte tenu des mesures de maîtrise des risques existants et préconisées le scénario résiduel d'explosion de la cellule dans sa configuration actuelle est modéré et n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées.

6.4 Evaluation des scénarios résiduels

Conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005, l'intensité des effets des phénomènes dangereux a été définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles d'un accident sur les personnes physiques, parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux, et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées à ces effets, en tenant compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et de la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'accident si la cinétique de l'accident le permet.

Pour les effets toxiques, les personnes exposées se limitent aux personnes potentiellement présentes dans le panache de dispersion du toxique considéré.

L'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident, à l'extérieur des installations a également été définie.

Il n'y a pas d'accident avec effets irréversibles au sol et pas de gravité car les personnes externes au site sont non concernées pour les effets au sol.

Pour mémoire, la matrice présentée au chapitre 2.1 permet au final de qualifier un risque comme maîtrisé ou non et de procéder aux itérations nécessaires si le risque est jugé inacceptable : ceci constitue le processus d'évaluation du risque.

L'évaluation des scénarios résiduels de l'analyse des risques de NORIAP pour son site de Belle Assise est définie ci après :

Scénario	Scénario résiduel	P	G
SC1	Effondrement des cellules et des cases	B	Modéré (G1)
SC2	Explosion primaire dans un filtre classé ATEX Zone 20	C	Modéré (G1)
SC3	Explosion dans les élévateurs classés ATEX Zone 22	C	Modéré (G1)

		Niveau de probabilité				
		E	D	C	B	A
Niveau de Gravité	V	NON/MMR	NON	NON	NON	NON
	IV	MMR	MMR	NON	NON	NON
	III	MMR	MMR	MMR	NON	NON
	II			MMR	MMR	NON
	I			SC2 et SC3	SC1	MMR

Exemple de matrice d'acceptabilité

NON	Risque majeur non maîtrisé
MMR	Risque majeur maîtrisé
	Risque non majeur

Aucun phénomène dangereux n'est situé en zone de risque importante.

L'ensemble des scénarios des risques résiduels sont à un niveau acceptable, car ils ont tous des probabilités très faibles et des conséquences limitées aux limites de propriétés ou dans des zones non sensibles.

Suivant la grille de criticité de l'annexe 2 de la circulaire du 29/05/2005 (dit démarche MMR), l'évaluation des scénarios est située dans une case ne comportant pas le mot « NON » ou le signe « MMR ».

7 MAITRISE DES RISQUES – MESURES DE PREVENTION ET DE PROTECTION

7.1 Mesures de prévention et de protection existantes

L'arrêté du 29 mars 2004 modifié relatif à la prévention des risques présentés par les silos de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables et du 18 février 2010 relatif à la prévention des risques accidentels présentés par les ICPE soumises à autorisation sous la rubrique n°2160 sont pris en compte dans ce chapitre.

Les mesures de prévention et de protection existantes sur le site de Belle Assise concernant les activités de stockage et de manutention sont détaillées ci-après.

7.2 Barrières de prévention techniques

Dispositifs de sécurité des équipements de manutention

Afin de préserver les produits, les vitesses des équipements de manutention (élévateurs, transporteurs horizontaux, vis à déchets) sont faibles. Les frottements en sont fortement réduits.

Les élévateurs qui alimentent toutes les cellules et cases possèdent chacun un contrôle de déport de sangle ainsi qu'un contrôleur de rotation.

Les transporteurs à chaînes sont capotés.

Dispositifs d'aspiration des poussières

Les équipements de manutention et de stockage sont sommaires et équipés de prises d'aspiration de poussières afin d'assurer la récupération et le stockage des poussières émises.

Ces dispositifs permettent d'enlever les poussières introduites dans les circuits de manutention et les cellules de stockage.

Les événements donnent vers l'extérieur dans des zones non sensibles (environnement des travailleurs) et les poussières filtrées sont collectées dans des sacs.

Les aspirations des poussières disposent d'un double asservissement :

- Un premier asservissement lié au démarrage de l'installation,
- Un deuxième qui arrête l'installation en cas de panne du système d'aspiration.

Dispositifs de sécurité des équipements :

Les équipements de traitement des matières premières (nettoyeur, doseur, presses, broyeur) sont des équipements spécifiques à la profession.

L'ensemble de ces équipements de ce site sont neufs et conformes.

Ils sont munis des équipements de sécurité obligatoires et adaptés listés dans les différents tableaux de l'analyse des risques.

Classement et matériel ATEX

L'inventaire relatif à la classification des emplacements ou des atmosphères explosives dangereuses réalisé sur l'ensemble du site est regroupé dans les tableaux d'analyses des risques annexés.

Liaisons équipotentielles

Les liaisons équipotentielles sont vérifiées annuellement dans le cadre du rapport de vérification des installations électriques.

7.2.1.1 *Barrières de prévention organisationnelles*

Formation du personnel

Le personnel est informé des consignes relatives aux procédures de permis de feu et permis de travail ainsi que des consignes à suivre en cas d'incendie.

L'ensemble du personnel est formé à la manipulation des extincteurs.

Le responsable du site a suivi une formation sur la prévention des risques d'incendie et d'explosion de poussières en silos.

Le personnel d'exploitation a suivi une formation sur la sécurité et sur les risques incendie et explosion et est formé à la réglementation silo (arrêté 2160 Autorisation, réglementation ATEX) ainsi qu'à la définition des zones à risques explosion. Cette formation sera renouvelée régulièrement.

Nettoyage des installations

Un nettoyage des équipements et des postes de travail est effectué à chaque changement de variété à l'aide d'une aspiration centralisée reliée à tout le site. Le nettoyage est effectué par le personnel en poste. Un enregistrement au poste permet la vérification du respect de cette consigne.

Plan de maintenance préventive et entretien du matériel

Les opérations de première maintenance sont réalisées en interne.

Une procédure de maintenance des équipements existe et liste les opérations à réaliser ainsi que leur fréquence.

Les travaux de maintenance importants sont sous traités à des entreprises extérieures.

Annuellement tout le site est contrôlé. Les contrôles effectués sont fonction du type d'équipement, des heures de fonctionnement et des pannes durant la campagne précédente.

De plus, les équipements mécaniques font l'objet d'une vérification préventive annuelle par une société extérieure (la prédictive) qui réalise sur tout appareil un contrôle visuelle, acoustique et thermique avec rapport détaillé et suivi des équipements (roulements, moteurs, réducteurs, paliers,).

Contrôle du vieillissement des structures

Les structures sont examinées périodiquement afin de détecter d'éventuels signes de vieillissement comme des éclatements, l'apparition de jours ou de lézardes.

Consignes et procédures de sécurité

Au niveau des installations de stockage et de manutention des céréales, il existe des consignes et des procédures d'exploitation. Elles concernent les domaines suivants :

- Le process,
- Le suivi du taux d'humidité des céréales,
- Les permis de feu,
- Les permis de travail,
- Les plans de prévention.

Ces consignes sont conçues sur la base de messages clairs et précis, agrémentés de pictogrammes de façon à être compris et appliqués par tous. Elles ont pour but d'informer les travailleurs, de rappeler l'existence de risques qui n'ont pu être totalement ou partiellement éliminés par une mesure technique ou d'organisation du travail. Les consignes de sécurité sont présentes sur les instructions du poste de travail.

Signalisation

L'interdiction de fumer est matérialisée par des pictogrammes à l'entrée des bâtiments avec rappel à l'intérieur.

Permis de feu

Un permis de feu est établi pour les opérations nécessitant une flamme nue, pour les opérations de travail par point chaud, dans un but de prévention des risques d'incendie et d'explosion.

Au niveau de l'activité de stockage et séchage de grains, aucun travail de ce type ne doit être entrepris sans l'accord préalable du contremaître formé.

Un registre de sécurité est disponible sur le site. L'interdiction de fumer est en vigueur sur tout le site.

Plan de prévention

Pour éviter tout incident ou accident lors de travaux d'entretien ou de maintenance effectués par une entreprise extérieure, il est établi un plan de prévention fixant les règles de sécurité à appliquer pendant les travaux et distribué une feuille d'information sur les règles de sécurité à respecter par toute personne étrangère à la société.

Quelle que soit l'origine de l'intervenant (entreprise extérieure ou personnel interne) et avant tous travaux d'entretien ou travaux neufs, il est exigé l'établissement d'un permis de travail et selon les cas d'un « permis de feu ». Il est à noter que pour les travaux réalisés en interne, seul un permis de feu est délivré.

Supervision de l'exploitation

L'exploitation des silos de stockage est supervisée. Les paramètres notamment enregistrés au niveau du système de supervision sont :

- Le temps de fonctionnement par équipement,
- Les dysfonctionnements observés.

7.2.1.2 Barrières de protection

Distances d'éloignement

Les bureaux administratifs, dans lesquels travaille le personnel n'intervenant pas directement dans l'exploitation des silos, sont implantés à plus de 25 mètres des installations de stockage, ce qui a pour effet de réduire de façon notable les conséquences d'un éventuel accident majeur.

Events ou parois soufflables

Les cellules de stockage sont ouvertes en partie supérieure.
L'ensemble de la tour de fabrication sont en bardage soufflable.

Pour mémoire, les filtres à dépoussiérage sont munis d'évent normalisé et diriger vers l'extérieur dans des zones non sensibles et/ou dangereuses.

8 ORGANISATION GENERALE DE LA PREVENTION ET DES SECOURS

Les moyens internes en hommes et en équipements sont adaptés à la taille et aux activités de l'établissement. Le site dispose de moyens adaptés à chaque activité mais ne possède pas de « service » de secours interne.

Les consignes de sécurité internes indiquent la marche à suivre lors de sinistres :

- Le témoin d'un incident doit estimer l'ampleur de celui-ci,
- Alerter le responsable sécurité de l'établissement et les secours,
- Réagir avec les moyens adaptés dans la limite de ses compétences.

8.1 Moyens mobilisables propres à l'établissement

Extincteurs

Les équipements prévus de lutte contre l'incendie comprennent un ensemble d'extincteurs répartis dans les différents bâtiments. Leur répartition a été fixée conformément aux règles de l'Art. Ces équipements sont régulièrement contrôlés, ceux qui se révèlent être périmés sont remplacés.

Moyens médicaux

Une trousse de premiers secours est présente dans le bureau.

Moyens humains

L'effectif présent sur le site est composé de 1 personne permanente attachée à des tâches d'exploitation du site.

A ce jour, les formations planifiées ou déjà réalisées sont les suivantes :

Formation	Personnes ayant suivi cette formation	Date de la dernière formation
Sensibilisation à la sécurité (risques incendie et explosion)	Saisonnier	< moissons 2016
Rappel des risques (risques incendie et explosion)	Personnel d'exploitation	< moissons 2016

Liste des formations réalisées par le personnel

Moyens spécifiques à l'activité engrais

Détection incendie

Conformément aux prescriptions applicables au stockage engrais à déclaration, les cases de stockage engrais sont équipés de détecteurs incendie, de type détection fumée ou chaleur. La détection entraîne le déclenchement d'une alarme sur site.

Désenfumage

Conformément aux prescriptions applicables au stockage engrais à déclaration, la façade et le tiers supérieur du bâtiment disposent de ventelles assurant un équipement de désenfumage passif permanent.

8.1.1 Moyens extérieurs mobilisables

Il n'y a pas d'établissements importants susceptibles de présenter une aide matérielle dans le voisinage du site (matériels...).

Il n'y a pas dans le voisinage proche de l'établissement de moyens extérieurs privés susceptibles de présenter une aide matérielle conséquente.

A noter que la nature des risques ne justifient pas des moyens importants ou alors le délai d'intervention n'est pas essentiel (exemple : effondrement de cellule entraînant l'épandage de grains). Les Secours Publics disposent de véhicules spécifiques.

L'étude de danger et l'analyse des risques réalisés suivant les dispositions légales et les règles de l'Art (INERIS et profession) n'ont pas retenus de scénario lié à un incendie généralisé ou même à un incendie classique de type entrepôt de combustible. Les incendies retenus pour le site de Belle Assise sont des incendies résiduels de poussières. Ces scénarios secondaires ne nécessitent pas de moyen particulier en eau.

Ces moyens sont appropriés aux faibles risques.

Détermination des besoins en eau du site de Belle Assise :

Rappel des activités du site :

1. Stockage de céréales : +/- 54 300 m³
2. Stockage vrac et big-bag d'engrais solide à base de nitrate

Cette évaluation des besoins en eau est réalisée suivant le document technique de défense extérieure contre l'incendie D9 (guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau) et les dispositions légales spécifiques et les règles de l'Art.

Risque

Le classement des principales activités du site suivant l'annexe 1 du fascicule 1-01, sont les suivantes :

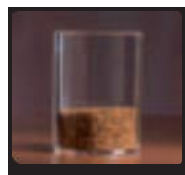
Activité du site	Fascicule activité	Intitulé risque	Catégorie	
			Activité	Stockage
Silo	B (industrie agro alimentaire)	43 : stockage silo	SO	RS

Etudes spécifiques

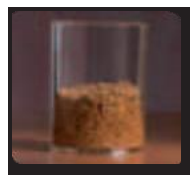
Pour les grains :

Lors d'un sinistre incendie « classique », l'eau se révèle généralement être l'agent d'extinction le plus adéquat.

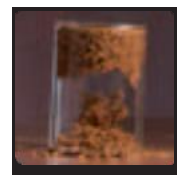
Or, au regard du risque spécifique que présente l'activité de stockage de grains (notamment en cellules), cette eau pourra, en cas d'utilisation excessive, représenter une problématique majeure voire irréversible (augmentation du poids en cellules et risque d'éclatement du silo, manutention difficile, effet collant du grain mouillé).



Grains secs



Augmentation du volume après contact de l'eau



Effet « collant » du grain après contact de l'eau

Dans le cas d'un sinistre en cellule de stockage, l'eau peut être utilisée durant l'intervention notamment pour :

- Coller les poussières et éviter leur mise en suspension,
- Protéger les structures voisines,
- Protéger les équipements menacés (manutention)
- Protéger la structure porteuse,
- Maitriser l'incendie : dans ce cas, l'utilisation de l'eau ne devra être envisagée que dans le cadre de l'extinction d'un feu directement accessible sur le grain. Dans ce cas précis, l'eau ne devra être utilisée qu'en très faible quantité par jet diffusé sur le grain. En revanche, lors d'un feu au cœur, l'eau sera à proscrire pour l'extinction.

L'ensemble de ces risques est à traiter en risques spécifiques (RS).

La D9 ne permet donc pas déterminer les besoins en eaux par risques de Belle Assise.

Des études spécifiques sont donc nécessaires suivant les règles de l'Art

Le référentiel est essentiellement le Guide de l'art de l'INERIS.

L'échauffement du grain ne nécessite pas beaucoup d'eau.

Les besoins en eau en cas d'incendie varient en fonction du type de produit stocké. Néanmoins, à minima, il est recommandé de disposer d'une ressource globale de 60 m³/h pendant 2h soit 120 m³.

Stockage engrais solide vrac et big-bag :

La D9 classe le stockage d'engrais solide à base de nitrate en risques spécifiques.

Il convient d'appliquer au minimum les dispositions réglementaires et les règles de l'Art.

L'arrêté ministériel du 13/04/2010 modifié définit à son article 11 les grandes lignes des résultats à atteindre en matière de lutte contre l'incendie et notamment l'article 11.2.1.

Les appareils d'incendie et le débit d'eau qui doit être d'un ou plusieurs appareils permettant de fournir un débit minimal de 60 m³/h pendant au moins 2 heures.

Le Guide « Connaître et faire face aux risques des organismes stockeurs de la filière agricole – Tome 2 » précise à son chapitre VI sur le stockage d'engrais, que la décomposition d'engrais, l'intervention des secours doit se focaliser sur le sinistre à l'origine de la décomposition soit, dans notre cas un feu d'engin de manutention mobile.

En effet, dans ce cas, lorsque l'apport thermique est interrompu, la décomposition s'arrête.

L'activité de stockage en quantités limitées de différents combustibles et produits phytosanitaires n'est pas non plus spécifiquement défini dans la D9, c'est donc un risque spécifique.

Les besoins en eaux sont donc adaptés à la situation et les besoins en rétention est au minimum de 120 m³.

Synthèse :

Les besoins en eau sont estimés à 120 m³ (60 m³/h pendant 2 h) pour l'activité grains.

L'activité engrais nécessite également 120 m³ d'eau.

Le site dispose donc d'un total de disponible suffisant pour l'ensemble des activités du site (stockage, granulation, séchage des produits et entrepôt couvert stockant des combustibles).

Les réserves en eaux sont donc adaptées, suffisantes, réparties sur le site et disponibles en permanence.

Rétention :

Les eaux d'extinction en cas d'incendie du stockage doivent être recueillies.

Dispositifs :

- Isoler le réseau d'eaux pluviales (vannes, obturateurs, bouches d'égouts)
- Déporter les eaux vers un bac de rétention ou cuvette imperméable (cour)

Le volume de la rétention des eaux d'extinction doit correspondre au minimum aux besoins en eau présentés et aux volumes des liquides impactés par un sinistre.

Type de rétention en place :

- Caniveaux avec grilles et en périphérie interne du site, reliés par canalisation à un bassin déporté étanche.
- Vanne permettant d'isoler le bassin d'infiltration d'eau pluviale du site.

Le besoin en rétention est donc au minimum de 240 m³ (besoin en eau théorique pour le grain ou pour les engrais).

Cependant, étant donné qu'il n'y a pas de scénario d'effet dominos grains, / autres installations, le volume de 120 m³ est retenu.

Soit un total de 120 m³ de besoin en rétention.

La rétention est assurée par un bassin spécifique de 240 m³, en condamnant par un système de vanne guillotine, le réseau vers le bassin d'infiltration.

Le volume est donc suffisant.

8.1.2 Organisation de l'alerte et de l'intervention

Le centre de secours amené à être alerté en premier lieu est celui de Montdidier. La couverture des risques peut être assurée dans un délai moyen théorique de 10 min, la caserne étant située à 4 km du site.

Ils pourront alerter d'autres centres capables de répondre aux besoins.

Il n'y a pas d'obstacle particulier pour rejoindre le bureau central depuis tout point du site voisin.

L'appel des moyens de secours externes (pompiers) se fait par le témoin d'un incident ou d'un accident s'il le juge nécessaire.

L'alerte interne est définie par une procédure écrite et affichée.

Les manœuvres ne nécessitant pas l'intervention des secours externes sont organisées suivant des consignes internes.

Le personnel est et continue d'être sensibilisé à l'utilisation des moyens de secours présents sur le site (extincteurs).

8.2 Organisation du retour d'expérience

8.2.1 Généralités

Malgré les mesures de prévention prises, il peut arriver que des événements ou des enchaînements d'événements amènent des situations présentant un danger pour les employés, les appareils, les installations ou les tiers.

Lorsque ces situations se présentent, les dispositions sont prises :

- D'une part immédiatement pour assurer la sécurité des hommes et des matériels,
- D'autre part pour réaliser une étude spécifique sur la situation lorsque celle-ci n'a pas fait l'objet d'une étude préalable ou lorsque la situation résulte d'une situation déjà connue et donc imparfaitement traitée.

Les événements relevant d'une problématique sécurité sont analysés par le service sécurité de l'établissement d'une part, et par le CHSCT et les personnes, sociétés ou organismes concernés ou impliqués par l'événement (fournisseur, architecte, médecin...) d'autre part.

Dans le cas où certains paramètres nécessiteraient l'intervention d'organismes extérieurs (assurances, experts...), ceux-ci seraient contactés et invités à participer à l'analyse de la situation « anormale ».

L'analyse doit chercher à déterminer les causes de l'événement et à trouver des solutions afin que celui-ci ne se produise plus ou que son occurrence soit moindre et ses conséquences maîtrisables.

Les incidents ou accidents survenus du fait du fonctionnement de l'installation qui sont de nature à porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L 511-1 du Code de l'Environnement, seront déclarés à l'inspection des installations classées.

Lorsqu'une modification doit être opérée sur le matériel, les équipements, les comportements, les modes opératoires..., une surveillance renforcée est opérée sur cette modification durant une période déterminée en fonction des paramètres impliqués.

Lorsque l'événement n'est pas propre au site et qu'il est susceptible de se présenter sur des installations similaires, des mesures spécifiques sont prises afin de diffuser l'information (inter profession...) De même, lorsque des modifications sont validées comme étant plus sûres et capables de contrer l'événement indésirable, celles-ci suivent les mêmes chemins de diffusion d'information.

8.2.2 Outils mis en place par l'établissement

En matière de sécurité, les outils mis en place au sein de l'établissement s'articulent sur les équipements et l'organisation interne de l'entreprise :

- Permis de feu
- Maintien des installations propres
- Contrôle de vieillissement des structures
- Maintenance correctives et préventives, des équipements du travail du grain (manutention, filtres et réseaux).

L'exploitant a mis en place une organisation visant à assurer la pérennité des barrières. Cette organisation, se rapprochant d'une démarche qualité, met en œuvre des actions planifiées et systématiques fondées sur des procédures écrites et sur un système de documentation.

Le retour d'expérience et les dysfonctionnements sur le site de Belle Assise sont enregistrés et analysés.

Aucun incident majeur n'a pour l'instant été enregistré.

9 CONFORMITE A L'ARRETE MINISTERIEL DU 29 MARS 2004 MODIFIE :

Ce chapitre évalue la conformité du site par rapport à l'arrêté du 29 mars 2004 modifié.

Titre I : Domaine d'application

Article 1er

Le présent arrêté est applicable aux silos de céréales, de grains, de produits alimentaires et de tous autres produits organiques dégageant des poussières inflammables soumis à autorisation de la rubrique 2160 de la nomenclature des installations classées.

Au sens du présent arrêté, le terme « silo » désigne l'ensemble :

- Des capacités de stockage type vrac quelle que soit leur conception ;
- Des tours de manutention ;
- Des fosses de réception, des galeries de manutention, des dispositifs de transport (élévateurs, transporteur à chaîne, transporteur à bande, transporteur pneumatique) et de distribution des produits (en galerie ou en fosse), des équipements auxiliaires (épierreurs, tarares, dépoussiéreurs, tamiseurs, séparateurs magnétiques ou tout autre dispositif permettant l'élimination de corps étrangers) ;
- Des trémies de vidange et de stockage des poussières.

On désigne par « silo plat », un silo dont les capacités de stockage ont une hauteur des parois latérales retenant les produits, inférieure ou égale à 10 mètres au-dessus du sol.

On désigne par «silo vertical», un silo dont les capacités de stockage ont une hauteur des parois latérales retenant les produits, supérieure à 10 mètres au-dessus du sol.

On désigne par boisseau de chargement ou boisseau de reprise la capacité de stockage située au-dessus d'un poste de chargement dont le volume est inférieur à 150 m³.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
Le site est constitué de cellules ayant des hauteurs de parois supérieures à 10 m. Les boisseaux ont un volume < à 150 m ³ .	Silo vertical

Titre II : Dispositions générales

Article 2

L'exploitant doit disposer d'une étude de dangers au sens des articles L 512-1 du code de l'environnement et 3 du décret du 21 septembre 1977 susvisé. Cette étude doit préciser les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

« Cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique, l'intensité des effets et la gravité des conséquences des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite. »

Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents. En particulier, toutes les mesures prises pour l'application des dispositions prévues par les articles 6 à 15 inclus du présent arrêté, doivent être justifiées dans l'étude de dangers.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
Le présent chapitre correspond à cette étude de dangers.	Conforme

Article 3

L'exploitation doit se faire sous la surveillance d'une personne nommément désignée par l'exploitant et spécialement formée aux caractéristiques du silo et aux questions de sécurité.

Le personnel doit recevoir une formation spécifique aux risques particuliers liés à l'activité de l'établissement. Cette formation doit faire l'objet d'un plan formalisé. Elle doit être mise à jour et renouvelée régulièrement.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
Le chef de secteur (Mr Martial ROBILLARD) du site et les magasiniers sont des personnes expérimentées ayant reçu les formations adéquates.	Conforme

Article 4

Les consignes de sécurité et les procédures d'exploitation de l'ensemble des installations comportent explicitement la liste détaillée des contrôles à effectuer en marche normale, à la suite d'un arrêt pour travaux de modification ou d'entretien des installations et à la remise en service de celles-ci en cas d'incident grave ou d'accident. Les consignes de sécurité sont tenues à jour et affichées dans les lieux fréquentés par le personnel. Les procédures d'exploitation sont tenues à jour et mises à la disposition de l'inspection des installations classées.

Dans les zones où il existe un risque d'incendie ou d'explosion, il est interdit de fumer. La réalisation de travaux susceptibles de créer des points chauds dans ces zones doit faire l'objet d'un permis de feu, délivré et dûment signé par l'exploitant ou par la personne qu'il aura nommément désignée et par le personnel devant exécuter les travaux.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
<p>Les consignes suivantes sont établies :</p> <p>Consignes d'exploitation stockage de grains Liste des contrôles à effectuer en marche normale, à la suite d'arrêt pour travaux ou entretien, pour la remise en service après arrêt en cas d'incident ou d'accident</p> <p>Consigne de nettoyage Fréquence et modalités du nettoyage des installations, mise en place et suivi des témoins d'empoussièrement</p> <p>Procédure de surveillance de la température du grain Modalités et fréquence de surveillance des températures avec renvoi à la procédure de sécurité en cas de dépassement de seuil de température</p> <p>Consignes générales de sécurité Mise en sécurité et redémarrage de l'installation Consigne d'intervention dans les cellules Permis de feu Obligation de permis de feu pour les travaux de soudure ou lors de présence de point chaud lors d'intervention interne ou externe</p> <p>Consigne « Intervention d'entreprises extérieures » et Plan de prévention Signalisation Tout panneau, affiche, ... réalisés selon les normes et/ou la réglementation en vigueur lorsqu'elles existent (interdiction de fumer, circulation sur le site, contrôle d'accès, zones de dangers,)</p> <p>Consignes d'évacuation en cas d'incendie ou d'accident Consignes incident, accident, défaillance Nécessité d'informer la DREAL lors d'accidents, procédure de fiche d'anomalies/progrès</p> <p>Plans d'évacuation Interdiction de fumer sur l'ensemble du site</p>	Conforme

Article 5 (pour mémoire)

L'exploitant d'un silo est tenu de déclarer dans les meilleurs délais à l'inspection des installations classées les accidents ou incidents (incendies, explosions...) survenus du fait du fonctionnement de cette installation, qui sont de nature à porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement.

Tout événement susceptible de constituer un précurseur d'explosion, d'incendie doit notamment être signalé dans un registre tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

« L'exploitant réalise annuellement une analyse des causes possibles de ces événements afin de prévenir l'apparition de tels accidents. Cette analyse est tenue à la disposition de l'inspection des installations classées. »

Titre III : Implantation et aménagement général**Article 6**

Pour les nouvelles installations, la délivrance de l'autorisation d'exploiter est subordonnée à l'éloignement des capacités de stockage (à l'exception des boisseaux visés à l'article 1er du présent arrêté) et des tours de manutention :

- Par rapport aux habitations, aux immeubles occupés par des tiers, aux immeubles de grande hauteur, aux établissements recevant du public, aux voies de communication dont le débit est supérieur à 2000 véhicules par jour, aux voies ferrées sur lesquelles circulent plus de 30 trains de voyageurs par jour, ainsi qu'aux zones destinées à l'habitation par des documents d'urbanisme opposables aux tiers. Cette distance est alors au moins égale à 1,5 fois la hauteur des capacités de stockage et des tours de manutention sans être inférieure à une distance minimale. Cette distance minimale est de 25 m pour les silos plats et de 50 m pour les silos verticaux.
- Par rapport aux voies ferrées sur lesquelles circulent moins de 30 trains de voyageurs par jour et aux voies de communication dont le débit est inférieur à 2 000 véhicules par jour (sauf les voies de desserte de l'établissement). Cette distance est au moins égale à 10 m pour les silos plats et à 25 m pour silos verticaux.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
L'éloignement forfaitaire des capacités des silos par rapport à l'Article 6 est circonscrit dans les limites de propriété ou dans des zones non sensibles ne contenant pas de tiers. <i>Annexe 8 : Représentation graphique des éloignements forfaitaires</i>	Conforme

Article 7

Tout local administratif doit être éloigné des capacités de stockage et des tours de manutention. Cette distance est d'au moins 10 m pour les silos plats et 25 m pour silos verticaux.

On entend par local administratif, un local où travaille du personnel ne participant pas à la conduite directe de l'installation (secrétaire, commerciaux...).

Les locaux utilisés spécifiquement par le personnel de conduite de l'installation (vestiaires, sanitaires, salles des commandes, poste de conduite, d'agrèage et de pesage...) ne sont pas concernés par le respect des distances minimales fixées au 1er alinéa du présent article.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
Une armoire de commande est située dans la tour du silo béton et n'est accessible que par le chef de silo et les magasiniers. Il est projeté un bâtiment destiné à un personnel ne participant pas à la conduite directe du silo. Ce bâtiment sera situé à plus de 10 m de toutes les installations (existantes et projetées). <i>Annexe 8 : Représentation graphique des éloignements forfaitaires</i>	Conforme

Article 8

Sans préjudice de réglementations spécifiques, toutes dispositions doivent être prises afin que les personnes non autorisées ou en dehors de toute surveillance ne puissent pas avoir accès aux installations (clôture, panneaux d'interdiction de pénétrer, etc.).

Les dispositifs doivent permettre l'intervention des services d'incendie et de secours et l'évacuation rapide du personnel.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
L'ensemble des accès site est protégé (clôtures, fossés, portail), les bâtiments sont fermés à clés et une signalétique ad hoc limite et maîtrise l'accès aux seules personnes autorisées. L'accès et la circulation sont facilités pour les services de secours (Pompiers)	Conforme

Titre IV : Prévention des risques d'explosion et d'incendie et mesures de protection

Article 9

L'exploitant met en place les mesures de prévention adaptées aux silos et aux produits, permettant de limiter la probabilité d'occurrence d'une explosion ou d'un incendie, sans préjudice des dispositions du code du travail. Il assure le maintien dans le temps de leurs performances.

Dans les locaux de l'établissement susceptibles d'être à l'origine d'incendies, notamment lorsqu'ils ont été identifiés dans l'étude de dangers, les installations électriques, y compris les canalisations, doivent être conformes aux prescriptions de l'article 422 de la norme NF C 15-100 relative aux locaux à risque d'incendie.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
La définition des zones de dangers ATEX est étudiée et définie dans l'ED. De par les caractéristiques des appareils, la séparation des volumes, le faible taux de rotation, la majorité des volumes, enceintes et équipements sont Hors zone. Les élévateurs sont en zone 22 et les filtres en zone 20. Ces zones sont et seront affichées et indiquées.	Conforme

Le silo est efficacement protégé contre les risques liés aux effets de l'électricité statique, des courants vagabonds et de la foudre.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
Les silos sont mis à la terre, il y a une liaison équipotentielle des appareils. Une étude foudre est effectuée et a démontré que les installations étaient auto-protégées.	Conforme

Les appareils et systèmes de protection susceptibles d'être à l'origine d'explosions, notamment lorsqu'ils ont été identifiés dans l'étude de dangers, doivent au minimum :

- appartenir aux catégories 1D, 2D ou 3D pour le groupe d'appareils II (la lettre "D" concernant les atmosphères explosives dues à la présence de poussières) telles que définies dans le décret n° 96-1010 du 19 novembre 1996 relatif aux appareils et aux systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosible ;
- ou disposer d'une étanchéité correspondant à un indice de protection IP 5X minimum (enveloppes "protégées contre les poussières dans le cas de poussières isolantes, norme NF 60-529), et posséder une température de surface au plus égale au minimum des deux tiers de la température d'inflammation en nuage et de la température d'inflammation en couche de 5 mm diminuée de 75 °C.

L'exploitant doit tenir à la disposition de l'inspection des installations classées un rapport annuel. Ce rapport est constitué des pièces suivantes :

- l'avis d'un organisme compétent sur les mesures prises pour prévenir les risques liés aux effets de l'électricité statique et des courants vagabonds ;
- l'avis d'un organisme compétent sur la conformité des installations électriques et du matériel utilisé aux dispositions du présent arrêté.

Un suivi formalisé de la prise en compte des conclusions du rapport doit être tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

Le silo ne doit pas disposer de relais, d'antenne d'émission ou de réception collective sous ses toits, excepté si une étude technique justifie que les équipements mis en place ne sont pas source d'amorçage d'incendie ou de risque d'explosion de poussières. Les conclusions de cette étude doivent être prises en compte dans l'étude préalable relative à la protection contre la foudre. »

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
Il n'y a aucune antenne sur les bâtiments du site.	Conforme

Article 10

L'exploitant met en place les mesures de protection adaptées aux silos et aux produits permettant de limiter les effets d'une explosion et d'en empêcher sa propagation, sans préjudice des dispositions du code du travail. Il assure le maintien dans le temps de leurs performances.

Dans le cas de présence de tiers tels que définis dans le premier alinéa de l'article 6 du présent arrêté, soit dans les distances d'éloignement forfaitairement définies à l'article 6 précité, soit dans les zones des effets létaux et irréversibles mises en évidence par l'étude de dangers, et dans le cas des silos portuaires, ces mesures de protection consistent :

- en des dispositifs de découplage qui doivent concerner la tour de manutention et les communications avec les espaces sur-cellules ou sous-cellules, ainsi que les communications entre ces espaces et les cellules de stockage ;
- et des moyens techniques permettant de limiter la pression liée à l'explosion dans les volumes découplés (dans la tour de manutention, les espaces sur-cellules et sous-cellules si la galerie est non enterrée) tels que des événements de décharge ou des parois soufflables, dimensionnés selon les normes en vigueur.

Si la configuration du site ne permet pas de mettre en œuvre ce découplage, un dispositif technique de protection d'efficacité équivalente permettant d'éviter la propagation des explosions doit être mis en place.

Dans les silos existants, en cas d'impossibilité technique de mise en place des surfaces soufflables ou des événements dans des espaces sous-cellules et des tours de manutention en béton, les équipements présents dans les volumes non éventés (élévateurs, transporteurs, dépoussiéreurs, nettoyeurs, émotteurs, séparateurs, broyeurs, filtres, etc.) doivent au minimum :

- être rendus aussi étanches que possible et être équipés d'une aspiration (excepté pour les filtres), afin de limiter les émissions de poussières inflammables,
- et (excepté pour les transporteurs) :
- posséder des surfaces éventables ou être dimensionnés de façon à résister à l'explosion, ou être équipés d'un dispositif de suppression de l'explosion ;
- et/ou disposer d'un découplage permettant d'éviter que l'explosion ne se propage dans une canalisation ou par une alimentation ou disposer d'un dispositif d'isolation de l'explosion.

Pour les silos dont le dossier de demande d'autorisation est déposé après le 1er juillet 2007, ces mesures de protection consistent également en des dispositifs de découplage entre cellules.

Dans le cas de l'absence de tiers ou présence de voies de communication moins fréquentées (moins de 2 000 véhicules par jour ou 30 trains de voyageurs par jour), dans les zones définies ci-dessus, l'exploitant doit avoir fait la démonstration d'une maîtrise suffisante des risques d'explosion et doit mettre en place les mesures appropriées à ces risques.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
<p>L'étude de dangers a défini les barrières et les éléments de protection mises en place. Elle valide l'acceptabilité des risques. Les barrières présentes sont :</p> <p>Silo béton :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tour entièrement soufflable - Cellules ouvertes en partie supérieure - Tour et cellules découplées <p>Silo palplanche projeté :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tour entièrement soufflable (bac acier) - Cellules découplées entre elles - Tour et cellules découplées 	Conforme

Article 11

L'établissement doit être pourvu en moyens de lutte contre l'incendie adaptés aux risques encourus, en nombre suffisant et correctement répartis sur la superficie à protéger.

Les installations de protection contre l'incendie doivent être correctement entretenues et maintenues en bon état de marche. Elles doivent faire l'objet de vérifications périodiques.

Les cellules de stockage des silos béton fermées doivent être conçues et construites afin de permettre l'inertage par gaz en cas d'incendie. Cette disposition ne s'applique pas aux cellules de stockage contenant du sucre.

Des procédures d'intervention pour la gestion des situations d'urgence sont rédigées par l'exploitant et communiquées aux services de secours. Elles doivent notamment comporter :

- le plan des installations avec indication ;
- des phénomènes dangereux (incendie, explosion, etc.) susceptibles d'apparaître ;
- les mesures de protection définies à l'article 10 ;
- les moyens de lutte contre l'incendie ;
- les dispositifs destinés à faciliter l'intervention des services d'incendie et de secours ;
- les stratégies d'intervention en cas de sinistre ;

et le cas échéant :

- la procédure d'inertage ;
- la procédure d'intervention en cas d'auto-échauffement.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
Le site est muni d'extincteurs en nombre nécessaire. Les extincteurs sont contrôlés annuellement par un organisme extérieur compétent. Il n'y a pas de cellules en béton fermées sur le site de Belle Assise. Les seules cellules en béton sont ouvertes en partie supérieure.	Conforme

Article 12

Les aires de chargement et de déchargement des produits sont situées en dehors des capacités de stockage.

Cette disposition ne s'applique pas aux aires de chargement et de déchargement situées à l'intérieur de silos plats ne disposant pas de dispositifs de transport et de distribution de produits.

Des grilles sont mises en place sur les fosses de réception. La maille est déterminée de manière à retenir au mieux les corps étrangers.

Les aires de chargement et de déchargement sont :

- soit suffisamment ventilées de manière à éviter une concentration de poussières de 50 g/m³ (cette solution ne peut être adoptée que si elle ne crée pas de gêne pour le voisinage ou de nuisance pour les milieux sensibles);
- soit munies de systèmes de captage de poussières, de dépoussiérage et de filtration.

Ces aires doivent être régulièrement nettoyées.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
Les fosses sont munies de grille pour retenir les corps étrangers, et, nettoyées régulièrement (Cf. Procédure de nettoyage). Chaque fosse est équipée d'un rideau métallique fermé lorsqu'il n'y a pas de livraison ou d'expédition.	Conforme

Article 13

Tous les silos ainsi que les bâtiments ou locaux occupés par du personnel sont débarrassés régulièrement des poussières recouvrant le sol, les parois, les chemins de câbles, les gaines, les canalisations, les appareils et les équipements et toutes les surfaces susceptibles d'en accumuler.

La fréquence des nettoyages est fixée sous la responsabilité de l'exploitant et précisée dans les procédures d'exploitation. Les dates de nettoyage doivent être indiquées sur un registre tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

Le recours à d'autres dispositifs de nettoyage tels que l'utilisation de balais ou d'air comprimé doit être exceptionnel et doit faire l'objet de consignes particulières.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
<p>La définition des zones de dangers ATEX est étudiée et définie dans l'ED. De par les caractéristiques des appareils, la séparation des volumes, le faible taux de rotation, la majorité des volumes, enceintes et équipements sont Hors zone.</p> <p>A noter que les appareils de nettoyage et certains équipements de manutention sont munis d'une aspiration poussière. Comme précisé à l'article 4, une procédure de nettoyage est mise en place avec utilisation d'un aspirateur pour nettoyer. Un registre de nettoyage est mis à jour régulièrement.</p>	Conforme

Article 14

L'exploitant doit s'assurer périodiquement que les conditions d'ensilage des produits (durée de stockage, taux d'humidité, température, etc.) n'entraînent pas des dégagements de gaz inflammables et des risques d'auto échauffement.

La température des produits stockés susceptibles de fermenter est contrôlée par des systèmes de surveillance appropriés et adaptés aux silos. Les relevés de température donnent lieu à un enregistrement.

Des procédures d'intervention de l'exploitant en cas de phénomènes d'auto échauffement sont rédigées et communiquées aux services de secours.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
<p>L'étude de dangers démontre que les produits stockés, les caractéristiques des cellules et le mode de stockage ne génèrent pas de risque d'auto échauffement. Cependant dans le cadre de l'amélioration du fonctionnement, de la maîtrise de la qualité, les cellules sont munies d'un système de ventilation des produits et pour l'essentiel de contrôle des températures par sondes fixes.</p> <p>Des procédures de maîtrise du processus sont définies.</p> <p>Une procédure d'intervention en cas d'auto échauffement est en place.</p>	Conforme

Article 15

Les filtres à manche sont protégés par des événements (sauf impossibilité technique), qui, dans la mesure du possible, débouchent sur l'extérieur.

Les systèmes de dépoussiérage et de transport des produits sont conçus de manière à limiter les émissions de poussières. Ils sont équipés de dispositifs permettant la détection immédiate d'un incident de fonctionnement et l'arrêt de l'installation.

Les installations de manutention sont asservies au système d'aspiration avec un double asservissement : elles ne démarrent que si le système d'aspiration est en fonctionnement, et, en cas d'arrêt du système d'aspiration, le circuit doit immédiatement passer en phase de vidange et s'arrêter une fois la vidange terminée, ou s'arrêter en cas d'arrêt du système d'aspiration, après une éventuelle temporisation adaptée à l'exploitation.

Les transporteurs à bandes sont équipés de bandes non propagatrices de la flamme.

Evaluation de la situation du site de Belle Assise	
<p><u>Les différents équipements sont munis au minimum de :</u></p> <p>Elévateurs Contrôleur de rotation et d'intensité Déport de sangles Sangle anti feu antistatique</p> <p>Transporteurs à chaîne Etanche avec détecteur de bourrage asservi</p> <p>Système d'aspiration Cyclo filtre avec événement dirigé vers l'extérieur</p> <p>Nettoyeur séparateur Aspiration de poussières</p>	Conforme

Le site de Belle Assise est évalué conforme à l'arrêté du 29 mars 2004 modifié.