

RAPPORT FINAL
N° 71838

05/06/2006

**Analyse des risques associés à l'industrie
papetière**

INERIS

Analyse des risques associés à l'industrie papetière

Client : DRIRE Lorraine

PREAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Agnès VALLEE	Régis FARRET	Didier GASTON
Qualité	Ingénieur Unité Évaluation des Risques Direction des Risques Accidentels	Responsable de l'Unité Évaluation des Risques Direction des Risques Accidentels	Directeur Adjoint Direction des Risques Accidentels
Visa	Signé	Signé	Signé

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION - CONTEXTE	9
1.1 Contexte de la prestation	9
1.2 Cadre contractuel.....	10
1.3 Organisation du document.....	11
2. L'INDUSTRIE PAPETIÈRE EN FRANCE	13
2.1 Les chiffres clés	13
2.2 Les installations et les procédés rencontrés dans une usine papetière	15
2.3 Les procédés de fabrication de pâtes à papier.....	17
2.3.1 Pâtes mécaniques	17
2.3.1.1 Les différents types de procédés.....	17
2.3.1.2 Blanchiment des pâtes mécaniques.....	20
2.3.2 Pâtes chimiques	20
2.3.2.1 Les différents types de procédés.....	21
2.3.2.2 Blanchiment des pâtes chimiques	24
2.3.3 Fibres recyclées.....	25
2.3.3.1 Traitement des fibres de récupération.....	26
2.3.3.2 Désencrage et blanchiment.....	26
2.4 La préparation des pâtes.....	27
2.4.1 Désintégration et mise en suspension	28
2.4.2 Raffinage	28
2.4.3 Additifs.....	28
2.4.4 Epuration	31
2.5 Machines à papier.....	31

2.6	Les produits utilisés et transformés	32
3.	CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE ET MÉTHODOLOGIE POUR LA RÉDACTION D'UNE ÉTUDE DE DANGERS.....	37
3.1	Obligations réglementaires.....	37
3.2	Méthode adoptée pour la réalisation de l'étude de dangers.....	39
3.2.1	Démarche proposée par le Groupe de Travail "Méthodologie"	39
3.2.2	Processus pour la réalisation d'une étude de dangers proposé par l'INERIS	39
3.2.3	Proposition de plan pour l'étude de dangers	42
4.	LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE L'ÉTUDE DE DANGERS.....	43
4.1	Contexte et champ de l'étude.....	43
4.2	Description de l'établissement, de son organisation et de son environnement	43
4.2.1	Description de l'environnement.....	43
4.2.2	Description de l'établissement et de son organisation	44
4.3	Description des procédés et des installations	45
4.4	Recensement des matières premières, produits finis, produits intermédiaires, déchets	46
4.5	Les étapes préalables à l'analyse de risques.....	47
4.5.1	Identification des cibles et enjeux	47
4.5.2	Identification des sources d'agressions externes.....	48
4.5.3	Identification et caractérisation des potentiels de dangers	49
4.5.3.1	Phase d'identification et de localisation	49
4.5.3.2	Justification et réduction des potentiels de dangers	51
4.5.3.3	Estimation des conséquences de la matérialisation des dangers	52
4.5.4	Analyse des accidents passés.....	53
4.5.4.1	Place des accidents relatifs à l'industrie papetière dans le bilan des accidents technologiques (1992 - 2004).....	54

4.5.4.2	Accidentologie de l'industrie du papier-carton	55
4.5.4.3	Accidents concernant les chaudières de récupération de liqueur noire 58	
4.5.4.4	Accidents relatifs à la mise en œuvre de dioxyde de chlore.....	59
4.5.4.5	Accidents relatifs à la mise en œuvre de chlorate de sodium.....	60
4.6	L'analyse des risques.....	61
4.6.1	Les principes de base.....	61
4.6.2	Méthode d'analyse des risques utilisée	62
4.6.2.1	Etape 1 : Choix des installations à étudier	62
4.6.2.2	Etape 2 : Découpage fonctionnel	62
4.6.2.3	Etape 3 : Choix de l'outil systématique d'analyse et des grilles de cotation.....	63
4.6.2.4	Etape 4 : Mise en œuvre d'un outil systématique d'analyse en groupe de travail.....	64
4.6.2.5	Etape 5 : Etude détaillée des risques	66
4.6.3	Performance des barrières de sécurité.....	68
4.6.4	Analyse des risques associés aux installations d'un site papetier	69
4.6.4.1	Risques associés aux stockages de bois, écorces et copeaux	69
4.6.4.2	Risques associés aux stockages de pâte à papier et de papiers / cartons	70
4.6.4.3	Risques associés à la chaudière de récupération et aux autres chaudières.....	72
4.6.4.4	Risques associés à la fabrication et au stockage de dioxyde de chlore 72	
4.6.4.5	Risques associés au stockage de chlorate de sodium	74
4.6.4.6	Risques associés au stockage de méthanol.....	75
4.6.4.7	Risques associés aux autres stockages.....	75
4.6.4.8	Risques associés aux activités annexes	77
4.7	Caractérisation des différents accidents majeurs potentiels.....	80

4.7.1	Caractérisation de l'intensité des effets des phénomènes dangereux.....	80
4.7.1.1	Hypothèses retenues pour la caractérisation de l'intensité des effets	80
4.7.1.2	Seuils d'effets sur l'homme et l'environnement	80
4.7.1.3	Phénomènes dangereux et outils de calcul	83
4.7.1.4	Modélisation des effets thermiques radiatifs induits par un incendie .	85
4.7.1.4.1	Hypothèses et outils de calculs	85
4.7.1.4.2	Résultats	86
4.7.1.5	Modélisation des effets d'une explosion de silo d'écorces de bois....	88
4.7.1.5.1	Hypothèses et outils de calculs	88
4.7.1.5.2	Résultats obtenus.....	89
4.7.1.6	Modélisation des effets d'une explosion d'un camion de chlorate de sodium.....	89
4.7.1.6.1	Hypothèses et outils de calculs	89
4.7.1.6.2	Résultats obtenus.....	90
4.7.1.7	Dispersion d'un nuage de dioxyde de chlore.....	90
4.7.1.7.1	Hypothèses et outils de calculs	90
4.7.1.7.2	Résultats obtenus.....	90
4.7.2	Caractérisation de la gravité des conséquences potentielles des accidents	91
4.7.3	Caractérisation de la probabilité	93
4.7.4	Estimation de la cinétique.....	95
4.7.5	Démonstration de la maîtrise des risques.....	95
4.8	Effets domino	97
4.9	Résumé non technique et cartographie.....	97
5.	QUELQUES BONNES PRATIQUES TECHNIQUES ET ORGANISATIONNELLES	99
5.1	Stockage de rondins, écorces, copeaux.....	99

5.2	Stockages de pâte à papier et de papiers / cartons	99
5.3	Fabrication et stockage de dioxyde de chlore	100
5.4	Stockage de chlorate de sodium	101
5.5	Prévention des sources d'inflammation.....	101
5.6	Limiter les déversements de produits.....	102
5.7	Prévention des risques d'incendie et d'explosion de poussières dans les installations	102
5.8	Dimensionnement des besoins en eau	103
5.9	Dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction incendie	104
6.	GLOSSAIRE.....	107
7.	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	109
8.	LISTE DES ANNEXES	113

1. INTRODUCTION - CONTEXTE

1.1 CONTEXTE DE LA PRESTATION

A l'initiative du Service de l'Environnement Industriel (SEI) du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD), des groupes de travail nationaux ont été mis en place en 2002 pour permettre une harmonisation en France des pratiques dans la réalisation des études de dangers et des expertises.

A ce jour, trois comités nationaux ont été mis en place :

- Le premier, rattaché au Conseil Supérieur des Installations Classées (désigné GT CSIC) s'intéresse principalement aux pratiques relatives aux études de dangers. Il est composé de personnalités reconnues pour leurs compétences en matière de risques industriels majeurs.
- Le deuxième, piloté par le SEI, s'intéresse principalement à proposer des démarches et approches pour intégrer l'analyse de risque au cœur des études de dangers (désigné GT Méthodologie). Il est composé de représentants de l'ensemble des syndicats professionnels, de représentants de l'Inspection des Installations Classées, et d'experts.
- Le troisième, piloté par le SEI, s'intéresse principalement à l'harmonisation des pratiques développées à ce jour dans le cadre des tierces expertises des études de dangers et qui seront mises en œuvre à l'avenir dans le cadre de l'expertise en général (désigné GT Tiers Experts). Il est composé de représentants des organismes ou sociétés réalisant des tierce-expertises.

D'autre part, dans son programme d'actions en matière de prévention des risques industriels et pour établir un bilan de l'application de la réglementation par secteur et définir des mesures techniques appropriées pour les installations visées (ammonitrates, GPL, chlore, liquides inflammables...), le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable a également mis en place des groupes de travail par secteur. Ces groupes de travail sectoriels regroupent les administrations, les industriels et les experts par type de risque ou d'activité. Des guides seront élaborés pour faciliter l'approche harmonisée de la maîtrise des risques au plan national.

En particulier, le Groupe de Travail "Industrie Papetière", piloté par la DRIRE Lorraine, a démarré en septembre 2005 et a engagé une réflexion sur les risques générés par les installations de l'industrie papetière, notamment les risques relatifs aux stockages de bois et de papiers, aux chaudières à liqueur noire, à la manipulation et au stockage de produits dangereux (dioxyde de chlore, chlorate de sodium, acides, soude, produits de blanchiment, adjuvants...).

Ainsi, cette étude d'évaluation des risques au sein de l'industrie papetière, réalisée par l'INERIS, servira comme aide au Groupe de Travail "Industrie papetière" :

- à la rédaction de nouveaux textes réglementaires encadrant la profession,
- à la rédaction d'un guide professionnel.

1.2 CADRE CONTRACTUEL

Pour mémoire, le présent rapport fait suite :

- à la proposition technique et commerciale, référencée DRA-COM-AVa/DPr-n°2475.doc/05, en date du 5 septembre 2005,
- à la réception de la commande de la DRIRE Lorraine le 27 septembre 2005,
- à l'accusé de réception de la commande, référencé DRA-COM-FVa/DPr-n°2780.doc/05, en date du 11 octobre 2005,
- aux réunions de travail et visites suivantes :
 - 19 septembre 2005 : réunion de lancement de la prestation,
 - 10 octobre, 7 novembre et 12 décembre 2005 : réunions de travail du sous groupe "Risques accidentels" du Groupe de Travail national "Industrie papetière",
 - 10 octobre, 7 novembre, 12 décembre 2005, 27 février, 10 avril et 22 mai 2006 : réunions plénières du Groupe de Travail national "Industrie papetière",
 - 18 octobre 2005 : visite des installations SMURFIT Papeterie de la Seine (Nanterre), avec Monsieur RENARD,
 - 18 octobre 2005 : rencontre avec les assureurs Monsieur PFEIFFER

(AXA) et Monsieur MERLIER (FFSA).

Par ailleurs, de nombreux échanges d'informations ont été effectués par téléphone, messages électroniques, fax ou courriers.

1.3 ORGANISATION DU DOCUMENT

Outre l'introduction (chapitre 1), le glossaire (chapitre 6) et la liste des références (chapitre 7), ce document est constitué des 4 chapitres principaux suivants :

- Le chapitre 2 a pour objet la description de l'industrie papetière en France, des installations et procédés rencontrés, des produits utilisés et transformés,
- Le chapitre 3 aborde le contexte réglementaire autour de l'étude de dangers et la méthodologie adoptée pour sa réalisation,
- Le chapitre 4 donne des éléments méthodologiques et techniques pour la rédaction des différentes parties de l'étude de dangers d'un site de l'industrie papetière,
- Le chapitre 5 fait un état des pratiques techniques et organisationnelles, qu'elles soient de l'ordre de la prévention, de la protection ou de l'intervention, contribuant à la maîtrise des risques sur un site papetier.

2. L'INDUSTRIE PAPETIERE EN FRANCE

Pour cette partie, l'INERIS s'est appuyé sur les informations fournies par les industriels et sur la littérature décrivant le secteur papetier [1] [2] [3] [4].

Le lecteur pourra noter qu'il existe une norme qui formalise le vocabulaire pour les papiers, cartons et pâtes (NF Q01-005) [5].

2.1 LES CHIFFRES CLES

Les chiffres clés en 2004 pour l'industrie papetière en France sont les suivants :

- 22 307 personnes,
- 105 entreprises, avec 129 usines et 208 machines à papier,
- 6 milliards d'euros de chiffre d'affaires,
- 600 millions d'euros d'investissements.

Les principaux flux engendrés par cette industrie sont explicités par le schéma suivant :

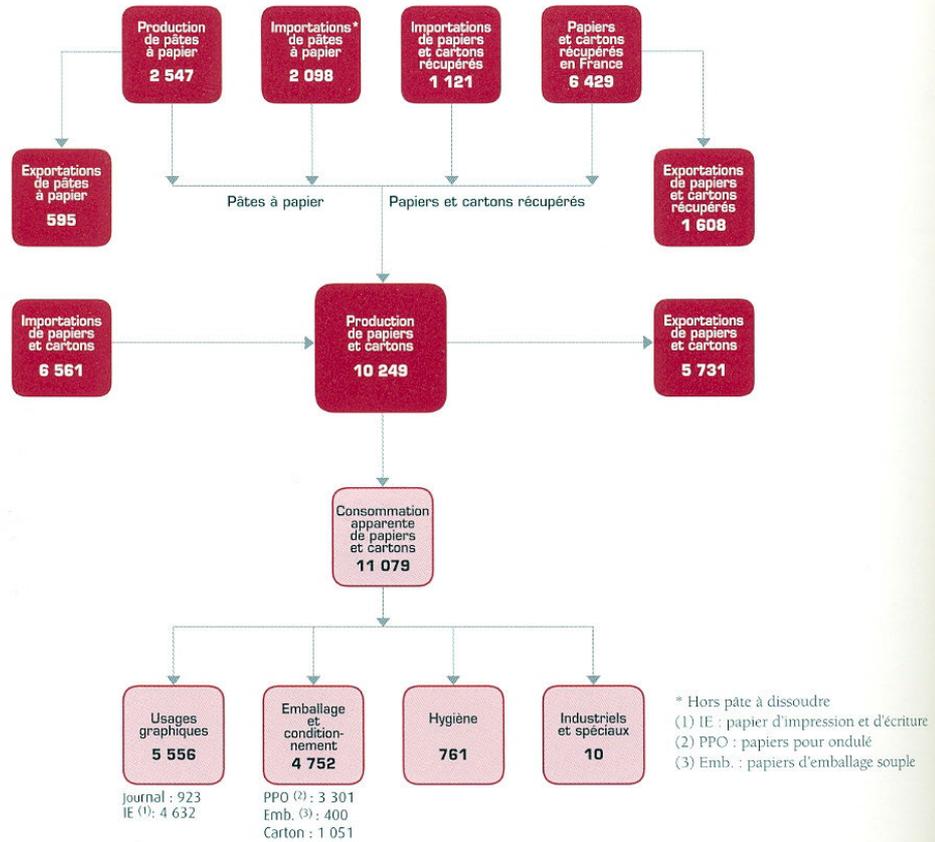


Figure 1 : Les principaux flux engendrés par l'industrie papetière en 2004

Il est important de noter que les établissements papetiers français se répartissent de la manière suivante :

- une vingtaine d'usines produisent de la pâte à papier (dont 3 ou 4 ne produisent que de la pâte),
- environ 120 usines produisent du papier et cartons.

2.2 LES INSTALLATIONS ET LES PROCÉDES RENCONTRES DANS UNE USINE PAPETIÈRE

De manière générale, une usine papetière peut être composée des différentes installations types suivantes :

- Stockage de bois en rondins
- Transformation des rondins de bois en copeaux et stockage des copeaux
- Stockages de papiers récupérés
- Fabrication de la pâte à papier (pâtes mécaniques, pâtes chimiques, fibres recyclées) : transformation des copeaux en pâte à papier humide blanchie
- Fabrication et stockage de produits chimiques utilisés pour la fabrication de la pâte à papier (fabrication du dioxyde de chlore par exemple)
- Régénération des produits chimiques utilisés en fabrication (régénération de la liqueur noire, caustification...)
- Presse pâte (séchage de la pâte à papier humide et stockage sous forme de feuilles)
- Préparation des pâtes (pâtes vierges, pâtes recyclées)
- Machine à papier (transformation de la pâte à papier en papier)
- Stockages de pâtes à papier
- Stockages de papier
- Stockage et traitement des déchets de bois (principalement constitués d'écorces)
- Traitement des effluents aqueux
- Traitement des effluents gazeux (incinération des gaz malodorants)
- Autres installations annexes : production d'énergie à partir de gaz naturel, électricité, fioul, charbon, biomasse...

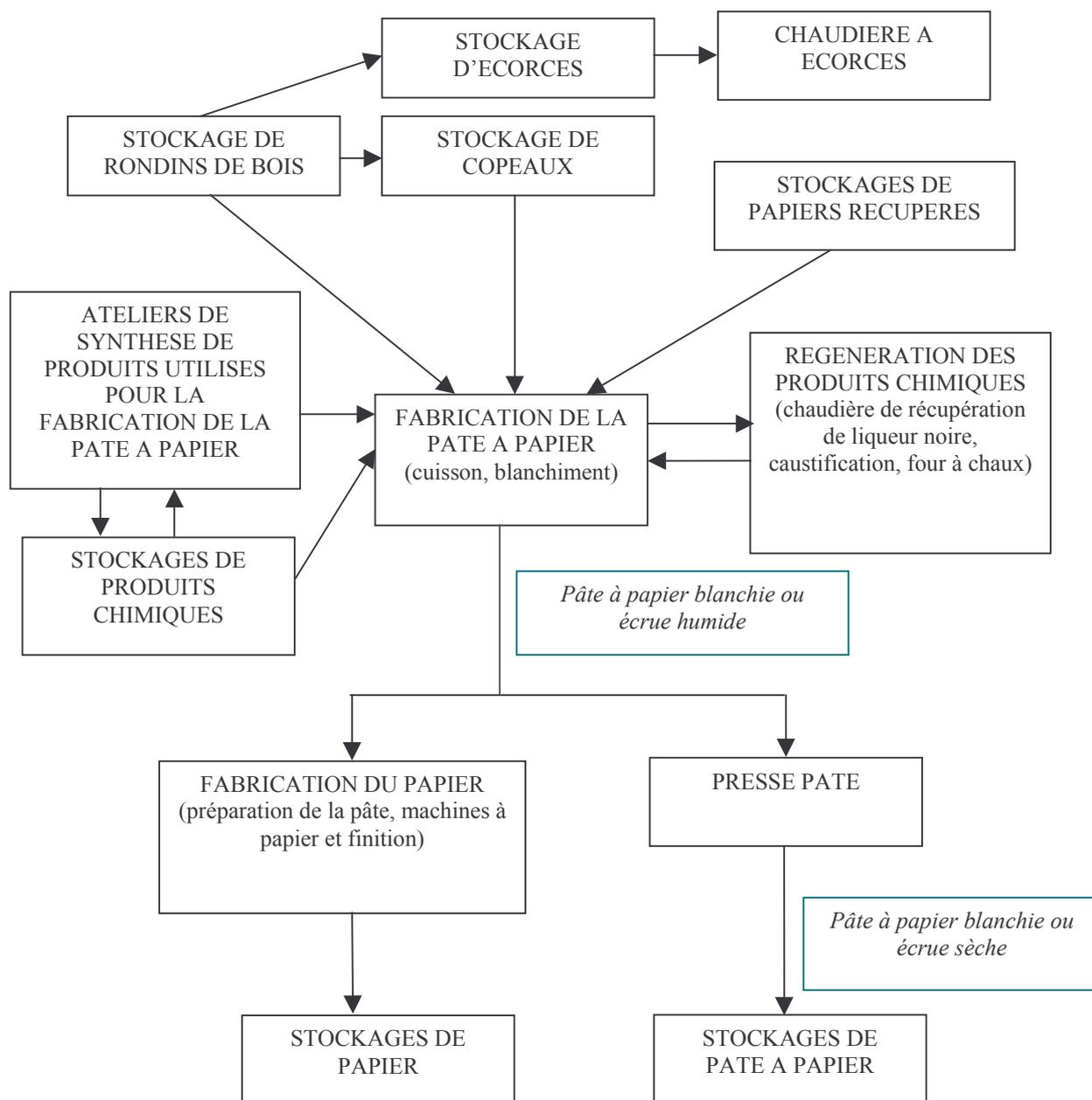


Figure 2 : Logigramme des interactions possibles entre les différentes installations dans une usine papetière (toutes ces étapes n'étant pas rencontrées systématiquement sur chaque établissement papetier)

2.3 LES PROCÉDES DE FABRICATION DE PÂTES A PAPIER

Pour la fabrication de pâtes à papier (15 % des usines en France), il existe 2 grands types de procédés, qui se distinguent par les technologies utilisées et par les fibres produites :

- les procédés mécaniques,
- les procédés chimiques.

L'objectif de ces procédés est de dissocier les agglomérats cellulosiques liés à la lignine, de façon à faire apparaître les fibres à l'état individuel.

2.3.1 Pâtes mécaniques

2.3.1.1 Les différents types de procédés

Le tableau suivant fait la synthèse des procédés rencontrés en industrie papetière en France pour la fabrication de pâtes mécaniques.

Il est important de noter que 6 % des usines françaises de fabrication de pâte à papier utilisent des procédés mécaniques, dont à 80 % le procédé thermomécanique (TMP).

Type de procédé	Descriptif	Produits utilisés	Pâtes mécaniques obtenues
Défibreurs à meule	<p>Les rondins de bois, préalablement écorcés, sont soumis à l'action d'une meule abrasive en rotation.</p> <p>La chaleur dégagée par le frottement meule/bois chauffe fortement la couche fibreuse, provoquant le ramollissement de la lignine (température pouvant aller jusqu'à 175°C environ).</p> <p>Les grains de meule arrachent des paquets de fibres qui sont recueillis dans les cavités de la meule, puis fibrillés.</p> <p>La meule est humidifiée : l'eau absorbe les calories, empêche le bois de brûler et lave la meule en entraînant la pâte.</p>	/	La pâte mécanique obtenue contient de nombreuses bûchettes (agrégats de fibres non séparées) et des fibres séparées mais plus ou moins coupées et des éléments très fins.
Défibreurs à meule sous pression	<p>La transformation des rondins de bois, préalablement écorcés, en fibres peut se faire également à l'aide d'un défibreur à meule sous pression (la pression pouvant aller jusqu'à 3 bar).</p> <p>Les rondins écorcés sont amenés dans une chambre d'alimentation (1) équipée d'une porte supérieure et d'une porte inférieure. La porte supérieure est fermée hermétiquement et la chambre est mise sous pression. La porte inférieure est ensuite ouverte et les rondins tombent dans le caisson (2) mis préalablement sous pression. Les rondins sont ensuite pressés contre la meule (3) par un système hydraulique (5) et défibrés. La mise sous pression est réalisée avec de l'air comprimé (4). La meule est arrosée par des rinceurs (6) (température de l'eau : 95 - 98°C).</p>	Des solutions de produits chimiques peuvent être introduites dans les défibreurs à meule sous pression (sulfite de sodium, peroxyde d'hydrogène en milieu alcalin) permettant d'accroître encore les caractéristiques mécaniques et optiques des pâtes et, dans certains cas, de réduire la consommation d'énergie.	Ce procédé permet d'augmenter le pourcentage de fibres longues dans les pâtes et d'améliorer leurs caractéristiques mécaniques par rapport au procédé de fabrication de pâte mécanique de meule sous pression atmosphérique.
Pâte mécanique de copeaux	Le procédé est basé sur l'emploi de défibreurs à disques (possédant des lames et des rainures particulières) en rotation pour séparer les fibres de la structure initiale. Les copeaux de bois, lors de leur passage sur les lames des disques, subissent des cycles répétés de compression et de détente. Ces cycles provoquent une absorption d'énergie qui entraîne la rupture mécanique des liaisons qui maintiennent les fibres ensemble.	/	Les traitements mécaniques de copeaux permettent d'obtenir des fibres plus longues et plus résistantes

Type de procédé	Descriptif	Produits utilisés	Pâtes mécaniques obtenues
<p>Procédés thermomécaniques (TMP)</p>	<p>Les propriétés mécaniques de la pâte mécanique de copeaux peuvent être améliorées en soumettant les copeaux, avant le défilage, à un traitement thermique à la vapeur à une température supérieure à 100°C (généralement comprise entre 110 et 130°C) et en effectuant le défilage, premier stade du procédé, dans les mêmes conditions, c'est-à-dire sous pression (2 à 3 bar).</p>	<p>/</p>	<p>La pâte est grossière, avec de nombreuses bûchettes et nécessite donc un deuxième traitement mécanique appelé raffinage, sous pression atmosphérique ou sous pression.</p>
<p>Procédé Bivis (1 % des usines)</p>	<p>Le procédé Bivis repose sur un traitement original des copeaux par une extrudeuse.</p> <p>La machine Bivis comporte deux vis identiques copénétrantes tournant dans le même sens et un fourreau enveloppant ces deux vis. Les deux vis sont composées de modules qui comprennent des éléments de convoyage (pas de rotation à droite) appelés filets et des éléments de défilage (pas de rotation à gauche) appelé contre-filets. Ces derniers sont munis de fentes qui assurent le traitement mécanique des copeaux. L'association d'un filet et d'un contre-filet favorise la formation d'un bouchon à l'avant du contre-filet car les copeaux ont tendance à remonter dans les vis. Les copeaux sont défibrés par malaxage du bouchon de matière et passent en force à travers les fentes du contre-filet. Le même travail se produit dans les modules suivants constitués de contre-filets à pas et fenêtres plus serrés permettant un défilage plus poussé. Il existe ainsi des zones alternatives de pression et de détente de la matière. De l'eau ou des solutions de produits chimiques peuvent être introduites dans les zones de détente.</p>	<p>/</p>	<p>Le procédé Bivis est très intéressant pour la production de pâtes à partir de plantes annuelles (linters de coton, paille de blé, sorgho, lin, chanvre...).</p> <p>Il est aussi utilisé pour la production de papiers fiduciaires.</p>

Tableau 1 : Synthèse des procédés rencontrés en industrie papetière pour la fabrication de pâtes mécaniques

D'autres procédés chimiothermomécaniques (CTMP) et chimicomécaniques (CMP), qui consistent en des combinaisons de traitements mécaniques, thermiques et chimiques, existent, mais ne sont pas utilisés en France.

2.3.1.2 Blanchiment des pâtes mécaniques

Les pâtes mécaniques sont soit blanchies, soit éclaircies, selon leur utilisation dans le produit final.

Etant donné que tous les composants du bois sont présents et que la cellulose est de couleur blanche, la couleur brune des pâtes mécaniques provient essentiellement de la lignine. De plus, les conditions de préparation sont propices à la coloration : températures élevées, oxydation atmosphérique, action mécanique...

Le but du blanchiment n'est pas d'extraire la lignine mais de modifier sa structure chimique en éliminant les groupements colorés ou chromophores présents dans les fibres.

Selon la blancheur souhaitée, dépendant du produit final, le mode de blanchiment peut alors être différent. Les produits chimiques couramment utilisés sont des agents oxydants ou réducteurs tels que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et l'hydrosulfite de sodium ($Na_2S_2O_4$).

Le traitement est généralement réalisé en un stade. Mais quand des blancheurs élevées sont nécessaires, des séquences de blanchiment en 2 ou 3 stades peuvent être réalisées, combinant les agents oxydants et réducteurs.

L'hydrosulfite de sodium n'est pas un produit stable à l'air. Il est généralement produit in situ en faisant réagir une solution alcaline de borohydrure de sodium ($NaBH_4$) avec de l'anhydride sulfureux (SO_2).

2.3.2 Pâtes chimiques

En France, 9 % des usines de fabrication de pâte à papier utilisent des procédés chimiques, dont 85 % par le procédé kraft. L'autre procédé de fabrication représentatif est le procédé au bisulfite.

Le but principal des procédés de fabrication de pâtes chimiques est de dissoudre et d'extraire la lignine des fibres et de produire ainsi des fibres parfaitement individualisées, sans dommage mécanique.

Il existe deux types de procédés de fabrication de pâtes chimiques :

- les procédés alcalins : procédé au sulfate ou procédé kraft, procédés soude-anthraquinone ou kraft-anthraquinone, cuisson alcaline prolongée,
- les procédés acides : procédés au bisulfite.

2.3.2.1 Les différents types de procédés

Le tableau suivant fait la synthèse des procédés rencontrés en industrie papetière pour la fabrication de pâtes chimiques :

Type de procédé	Descriptif	Produits utilisés	Pâtes chimiques obtenues
<p>Procédé au sulfate ou procédé kraft</p>	<p>La fabrication de pâte au sulfate blanche (ou procédé kraft) est basée sur l'utilisation de soude (NaOH) et de sulfure de sodium (Na₂S). Le traitement chimique des copeaux se fait à 170-175°C dépendant une durée de 2 à 5 h, dépendant de la matière première employée. La cuisson est réalisée dans un réacteur où les copeaux rencontrent les diverses liqueurs de cuisson. Le sulfure de sodium est préparé directement à partir du sulfate de sodium Na₂SO₄ par combustion. Lors de la cuisson, le sulfure de sodium est hydrolysé en soude, en NaHS et en H₂S. Les différents composés soufrés présents réagissent avec la lignine pour donner des thioglignines plus facilement solubles. La soude joue aussi un rôle de délignification qui s'associe à celui du sulfure et de ses dérivés.</p> <p>La liqueur appliquée aux copeaux (NaOH + Na₂S) est appelée liqueur blanche. La liqueur extraite du réacteur ou lessiveur contenant les composés éliminés est appelée liqueur noire.</p> <p>Le procédé se caractérise par un récupération de la plus grande quantité des produits chimiques dans les liqueurs noires. Ces dernières sont concentrées par évaporation et calcinées dans une chaudière appelée chaudière de régénération sous atmosphère réductrice pour transformer le sulfate en sulfure. Le salin récupéré est composé de carbonate de sodium et de sulfure de sodium. Il est dissout pour produire la liqueur verte. La soude est régénérée par ajout de chaux à cette liqueur. Après décantation, le carbonate de calcium est calciné dans un four à chaux pour régénérer la chaux.</p>	<p>Utilisation de liqueur blanche : soude (NaOH) + sulfure de sodium (Na₂S) (préparé à partir de sulfate de sodium Na₂SO₄ par combustion)</p>	<p>Le procédé au sulfate donne des pâtes écruées ayant des meilleures caractéristiques que les pâtes mécaniques, avec un rendement de l'ordre de 50 %.</p>
<p>Procédés soude-anthraquinone et kraft-anthraquinone</p>	<p>Les procédés soude-anthraquinone et kraft-anthraquinone utilisent un catalyseur tels que les composés quinoniques, dont fait partie l'anthraquinone.</p> <p>De ce fait, le temps de cuisson peut être réduit et le rendement en pâte augmenté.</p>	<p>Soude + anthraquinone</p>	<p>Les propriétés de ces pâtes sont comparables à celles des pâtes kraft.</p>

Type de procédé	Descriptif	Produits utilisés	Pâtes chimiques obtenues
Cuisson alcaline prolongée	<p>La cuisson est réalisée en 2 étapes entre lesquelles la liqueur initiale est remplacée dans le lessiveur par une liqueur à faible concentration en lignine contenant des produits chimiques frais.</p> <p>Ce procédé s'applique aux procédés discontinus et continus.</p>		<p>Ce procédé a pour objectif d'augmenter la cuisson afin de produire des pâtes ayant un indice de délignification plus faible, pour réduire les quantités de réactifs de blanchiment</p>
Procédés au bisulfite	<p>Le procédé acide ou au bisulfite est principalement utilisé pour les bois résineux.</p> <p>Il est basé sur la réaction sur la lignine du bisulfite de calcium, sodium, ammonium ou magnésium contenant de l'anhydride sulfureux libre.</p> <p>L'anhydride sulfureux est préparé par combustion à partir du soufre dans un excès d'air. Le bisulfite est directement obtenu par réaction de l'anhydride sulfureux.</p> <p>La température de cuisson est comprise entre 120 et 150 °C, pour des durées de 8 à 12 h.</p> <p>Les réactions chimiques se produisant pendant la cuisson entraînent une dissolution de la lignine et des hémicelluloses. La cellulose subit également une hydrolyse d'autant plus poussée que la teneur en anhydride sulfureux et la température sont plus élevées. La lignine est éliminée par sulfonation et hydrolyse des acides lignosulfoniques formés au cours de la cuisson.</p>		<p>La qualité de la pâte au bisulfite est aussi nettement supérieure à celle des pâtes mécaniques, mais reste inférieure à celle des pâtes chimiques au sulfate.</p>

Tableau 2 : Synthèse des procédés rencontrés en industrie papetière pour la fabrication de pâtes chimiques

2.3.2.2 Blanchiment des pâtes chimiques

Le blanchiment des pâtes chimiques concerne environ 7 % des usines.

Les pâtes chimiques écrues peuvent être utilisées dans certaines catégories de papiers ou de carton tels que les sacs d'emballage, mais en grande partie, il est nécessaire de les blanchir pour une introduction dans les papiers de qualité supérieure comme les papiers impression et écriture. On peut noter que les pâtes au bisulfite se blanchissent plus facilement que les pâtes au sulfate.

Les pâtes écrues contiennent encore une quantité de lignine. Le blanchiment de ces pâtes consiste à retirer la lignine résiduelle totalement, en essayant de limiter la dégradation des polysaccharides. Cette opération se déroule en plusieurs étapes, constituant une séquence de blanchiment.

Une séquence de blanchiment consiste en l'alternance de stades d'oxydation de la lignine et de stades d'extraction alcalins. Chaque stade de blanchiment est suivi d'un stade de lavage pour retirer les matières dissoutes par l'action des agents de blanchiment sur la pâte et éviter que les matières ne consomment des réactifs chimiques dans le stade ultérieur.

L'agent oxydant le plus sélectif (c'est-à-dire capable de réagir sur la lignine sans affecter la cellulose) est le chlore.

Jusqu'à dans les années 80, les séquences de blanchiment étaient de types C E D E D (C : chloration, E : extraction alcaline, D : oxydation par le dioxyde de chlore).

Le dioxyde de chlore est maintenant utilisé en remplacement du chlore, pour des raisons environnementales, ce qui a conduit à la mise au point de nouvelles séquences de blanchiment :

- Séquences ECF (Elemental Chlorine Free) n'utilisant pas de chlore gazeux

Il existe 2 types de séquences ECF :

- les séquences utilisant principalement du dioxyde de chlore, du type D E D E D ou D E D D (D : oxydation par le dioxyde de chlore, E : extraction alcaline)
- les séquences combinant le dioxyde de chlore et des agents de blanchiment oxygénés comme l'oxygène O₂ (O), le peroxyde d'hydrogène H₂O₂ (P) ou l'ozone O₃ (Z) : par exemple, O D E D D ou O Q P D E D ou O Z E D D (Q : chélation des cations métalliques)

L'efficacité des blanchiments par l'oxygène, le peroxyde d'hydrogène ou l'ozone peut être affectée par la présence de cations métalliques (fer, cuivre ou manganèse présents dans la pâte. Il est ainsi souvent nécessaire d'appliquer un stade de chélation (Q) de ces cations afin de retirer ces derniers de la pâte.

Les conditions opératoires des stades utilisés dans les séquences de blanchiment ECF sont données dans le tableau suivant :

Stade	D	O	E	P	Z	Q
Température (°C)	50 à 80	90 à 110	60 à 80	70 à 110	30 à 60	50 à 80
Durée	45 min à 3 h	30 à 60 min	45 à 60 min	1 à 4 h	quelques minutes	30 à 60 min
oH	acide	alcalin	alcalin	alcalin	acide	neutre
Consistance en pâte (%)	3 à 12	10 à 12	10 à 12	10 à 20	10 à 35	3 à 12
Réactifs chimiques (% / pâte anhydre)	ClO ₂ 0,5 à 4 %	O ₂ 3 à 5 bar NaOH 1 à 3 %	NaOH 1 à 3 %	H ₂ O ₂ 0,5 à 5 % NaOH 1 à 3 %	O ₃ 0,1 à 0,7 %	EDTA < 0,5 %
Consistance en pâte = rapport de la masse de pâte anhydre à la masse de pâte humide						

Tableau 3 : Conditions opératoires des stades utilisés dans les séquences de blanchiment ECF

- Séquences TCF (Totally Chlorine Free) n'utilisant aucun agent de blanchiment chloré

Ces séquences utilisent des réactifs de blanchiment suivants : oxygène (O), ozone (Z), peroxyde d'hydrogène (P) et peracides (Pa) (acide peracétique, acide permonosulfurique). Elles sont du type : O Q P P ou O Q P Z Q P ou O Q P Pa P.

2.3.3 Fibres recyclées

L'industrie papetière (65 % des usines françaises) recycle une part importante de papiers récupérés (caisses en carton ondulé, journaux, magazines...), qui constituent une source de matières fibreuses.

Les papiers recyclés sont collectés et mis en balles pour être manipulés, transportés, puis stockés sur un site papetier.

2.3.3.1 Traitement des fibres de récupération

Le traitement des papiers recyclés a pour fonction principale la mise en suspension des fibres et l'élimination des contaminants présents (encres, particules...).

Le principe est basé sur la séparation des contaminants de la suspension par des opérations de décontamination et d'épuration poussées afin de ne recueillir que les fibres cellulosiques et les charges dans certains cas.

La désintégration dans l'eau des papiers recyclés s'effectue dans un pulpeur qui est une cuve cylindrique dans laquelle un rotor spécialement conçu crée de fortes turbulences, de manière à bien désagréger les papiers tout en évitant la fragmentation des contaminants.

Cette trituration se fait à des concentrations en fibres dans l'eau comprises entre 5 et 15 %. Une première élimination de certains contaminants est alors effectuée par des systèmes tels qu'un toron, un sas de décontamination ou une poire à pulpeur

A la sortie du pulpeur, une préépuration permet d'éliminer les impuretés grossières grâce à des tamis vibrants, des classeurs à fentes et à trous et des épurateurs centrifuges. Les contaminants résiduels sont de nouveau éliminés dans des systèmes densitométriques ou dans des classeurs à trous ou fentes calibrés plus efficaces.

Dans certaines qualités de papiers récupérés, certains contaminants sont thermofusibles tels que les paraffines et les colles. Après élimination maximale, ces contaminants résiduels doivent être traités par une trituration à chaud afin qu'ils nuisent le moins possible dans la phase ultérieure du procédé.

2.3.3.2 Désencrage et blanchiment

Le désencrage concerne une dizaine d'usines de récupération des fibres recyclées.

La trituration et l'épuration des papiers imprimés ne permet pas d'obtenir une pâte de fibres cellulosiques blanches. Du fait de la présence d'encre, la pâte ainsi préparée est d'apparence grise et son emploi dans la fabrication de certaines qualité de papiers pour impression ou de papiers sanitaires et domestiques blancs ne sera possible qu'en éliminant l'encre résiduelle décrochée ou encore accrochée aux fibres.

Pour cette opération, il est nécessaire d'optimiser le décrochage des particules d'encre en agissant sur différents paramètres : la quantité et la nature des produits chimiques ajoutés dans le pulpeur (silicate, soude, savon, peroxyde d'hydrogène...), le pH, la température, le temps de contact...

La principale technique utilisée est le procédé par flottation qui est basé sur les différences physiques et physico-chimiques superficielles des fibres et des particules d'encre pour obtenir leur séparation. La suspension fibreuse traitée par les différents agents chimiques facilitant le collectage des particules d'encre et le moussage est envoyée dans une série de cellules de flottation, où des bulles d'air sont injectées à la base. En montant à la surface, les bulles accrochent et entraînent les particules d'encre qui se concentrent sous forme de mousses à la surface des cellules. Ces mousses sont éliminées par débordement, aspirées et évacuées vers une installation de traitement des boues de l'usine.

La nécessité de produire, à partir de produits de récupération, des pâtes de haut niveau de blancheur peut exiger, après le désencrage, l'installation d'un traitement de blanchiment. Celui-ci est généralement effectué au peroxyde d'hydrogène dans des conditions et avec des technologies voisines de celles utilisées pour les pâtes mécaniques. Il est également possible d'effectuer, en remplacement ou en complément, un blanchiment réducteur à l'hydrosulfite de sodium.

Dans tous les cas, les gains de blancheur obtenus avec les pâtes recyclées restent inférieurs à ce qui est obtenu avec les pâtes neuves.

2.4 LA PREPARATION DES PATES

La pâte à papier, qu'elle soit issue de procédés mécaniques ou chimiques ou qu'elle provienne de fibres de récupération, nécessite une phase de préparation, avant d'être envoyée à la machine à papier. Elle doit être adaptée au cahier des charges du papier souhaité, c'est-à-dire bien dispersée, propre, décontaminée et complétée, si nécessaire, avec des additifs appropriés.

Les étapes principales de cette préparation sont les suivantes :

- désintégration et mise en suspension,
- raffinage,
- introduction d'additifs divers,
- épuration,
- dilution à la concentration souhaitée.

2.4.1 Désintégration et mise en suspension

L'objectif de la phase de désintégration est de séparer les fibres les unes des autres, de manière à obtenir une suspension fibreuse homogène.

Lorsque la pâte est fabriquée dans l'usine même, cette phase de mise en suspension n'est pas nécessaire. Si la matière première est achetée à l'extérieur, la pâte à papier arrive le plus souvent sous forme de balles, composées de feuilles de pâte à une humidité d'environ 10 %. Une désintégration de ces feuilles et une mise en suspension dans l'eau est indispensable.

Cette opération s'effectue généralement dans des récipients cylindriques (pulpeurs) équipés de rotors à dents ou à lames, capables de créer une agitation violente de la pâte dans l'eau.

2.4.2 Raffinage

L'objectif de l'étape fondamentale de raffinage pour la préparation de la pâte est de modifier par une action mécanique l'état physique des fibres afin d'obtenir les qualités requises pour la mise en œuvre et l'utilisation du papier fabriqué.

Les appareils utilisés actuellement pour le raffinage, fonctionnant en continu ou en discontinu, sont les raffineurs à disques ou coniques.

2.4.3 Additifs

Divers additifs peuvent être ajoutés à la pâte une fois raffinée.

Ces additifs ont pour rôle soit d'améliorer certaines propriétés physiques et optiques (charges, colorants et produits de collage), soit d'optimiser les étapes de fabrication (produits de rétention, additifs divers). On distingue :

- les charges dans la masse,
- les produits de collage,
- les agents de rétention,
- les additifs divers,

- les colorants et agents de fluorescence.

Les charges dans la masse utilisées (amélioration de l'aptitude à l'impression et des propriétés optiques des papiers impression-écriture) sont essentiellement le kaolin et le carbonate de calcium, et en plus faibles quantités, le dioxyde de titane, le talc, le sulfate de calcium.

Le principe du collage repose sur l'adjonction d'un produit à caractère hydrophobe, susceptible de se fixer sur les fibres de cellulose de manière à les enrober le mieux possible. On distingue 2 grands types de collage dans la masse :

- le collage en milieu acide : utilisation de résines d'origines naturelles (comme par exemple les résines de colophane) sous forme de savons et d'émulsions, en mélange avec du sulfate d'ammonium,
- le collage en milieu neutre : utilisation de résines de synthèse (alkyl ketène dimère AKD avec de l'amidon cationique comme stabilisateur d'émulsion, des anhydrides d'acides gras et des anhydrides substitués, de structures moléculaires très proches de celle de la AKD)

Les produits les plus utilisés pour améliorer la rétention des particules solides (fibres, morceaux de fibres, éléments fins, charges, additifs divers) sur la toile de formation sont des polymères organiques synthétiques comme les polyacrylamides modifiés (PAM) cationiques ou anioniques, les polymères cationiques (polyéthylèneimines), mais aussi des produits organiques naturels comme l'amidon cationique et des produits minéraux, notamment des sels d'aluminium comme le sulfate d'alumine et le polychlorure d'aluminium (PAC) et des silicates anioniques à microparticules.

Les autres additifs utilisés à ce stade de la fabrication peuvent se classer ainsi :

- les produits améliorant la résistance à l'humidité du papier

Les produits utilisés sont à base de polymères améliorant les liaisons entre les fibres, tels que les résines urée formol (UF) et mélamine formol (MF) pour le milieu acide et la résine polyamideamine-épichloridrine (PAA-E), pour le milieu neutre. Les quantités introduites peuvent aller jusqu'à 5 % en masse, suivant les applications.

- les produits améliorant les propriétés mécaniques du papier

Il s'agit le plus souvent d'amidon (pomme de terre, maïs ou blé) à l'état natif ou d'amidon cationique, déjà mentionnés comme agents de rétention.

- les produits anti-mousses

Ces produits sont utilisés pour prévenir les risques de développement de mousses dans les circuits et aussi pour faire disparaître la mousse déjà formée (l'air contenu dans la pâte étant à l'origine de ces mousses). Ces produits, en très petite quantité, sont principalement des composés organiques, des huiles minérales et végétales ou des acides gras.

- les agents biocides

Les slimes sont des dépôts biologiques, qui peuvent se former dans les eaux des circuits de la machine à papier et se déposer dans les cuviers, les conduites, sur les toiles et habillages de la machine.

La prolifération de ces slimes peut être freinée par des traitements à base de biocides, qui agissent sur les micro-organismes, présents dans les eaux de fabrication, à l'origine de ces dépôts. Les produits utilisés sont des agents antiseptiques (bactéricides ou fongicides) à base de composés chimiques organiques (sulfo-organique, bromo-organique ou organo-nitrique).

- les flocculants et agents de fixation

Certains dépôts non biologiques gênent également la fabrication du papier, notamment pour les sortes à base de fibres recyclées (stickies secondaires), pour les papiers à base fibres vierges (poix - "pitch") et pour les papiers couchés ("white pitch").

Divers produits sont introduits lors de la préparation de la pâte, pour tenter d'éviter la formation de ces dépôts, avec plus ou moins de succès. Ce sont essentiellement des agents absorbants (talc, bentonite), des agents de fixation coagulants (sulfate d'aluminium, polymères cationique à bas poids moléculaire (exemple : PolyDADMAC, PEI) et des agents flocculants (polymères cationiques à haut poids moléculaire).

La coloration d'un papier peut être obtenue par coloration dans la masse. Les colorants (colorants organiques cationiques, neutres et anioniques), les pigments (minéraux ou organiques) et les agents de fluorescence sont soit préparés en discontinu (batch), soit introduits en continu (pompes doseuses).

2.4.4 Epuration

L'objectif de cette phase d'épuration est de débarrasser la pâte qui va être envoyée vers la machine à papier de ses impuretés résiduelles : bûchettes, incuits, pastilles, plastiques, encres, sables...

Deux types d'épurateurs sont utilisés : les épurateurs tourbillonnaires (hydrocyclones ou "cleaners") (systèmes basés sur la force centrifuge) et les classeurs sous pression ("screens").

2.5 MACHINES A PAPIER

La machine à papier va servir, à partir d'une pâte préparée à cet effet, à fabriquer en continu une feuille de papier ou de carton, d'une largeur donnée et correspondant à un cahier des charges bien défini (grammage, épaisseur, propriétés physiques et optiques données).

La machine à papier est composée de trois parties principales :

- la partie humide, constituée de la caisse de tête et de la table de fabrication ; c'est dans cette partie que la feuille est formée puis égouttée, d'abord par gravité puis par dépression,
- la section des presses, où la feuille va être essorée le plus possible, par voie mécanique,
- la sécherie où l'eau restante est éliminée par voie thermique (évaporation)

A la sortie de la sécherie, la feuille est stockée en bobines grâce à une enrouleuse. Avant cette ultime étape, qui constitue la fin de la machine à papier, la feuille peut subir un certain nombre de traitements supplémentaires en ligne : enduction, couchage, lissage, calandrage... Toutes ces opérations qui apportent en général une valeur ajoutée au papier peuvent bien sûr s'effectuer hors machine, sur des installations spéciales : coucheuses, calandres, supercalandres.

2.6 LES PRODUITS UTILISES ET TRANSFORMES

Les principaux produits qui peuvent être présents sur un site papetier sont les suivants :

- Bois (feuillus ou résineux) en rondins
- Ecorces de bois
- Copeaux de bois
- Sciures de bois

- Sulfite de sodium, soude, peroxyde d'hydrogène en milieu alcalin (pâtes CTMP et CMP)

- Pour le procédé kraft :
 - liqueur blanche (solution contenant de la soude NaOH et du sulfure de sodium Na₂S, issue de la régénération de la liqueur noire)
 - liqueur noire (issue de la cuisson du bois avec la liqueur blanche)
 - liqueur verte (dissolution du salin)
 - chaux (caustification : régénération de la soude, solution de liqueur blanche avec du carbonate de calcium)
 - carbonate de calcium (recueilli lors de l'opération de caustification et transformé en chaux vive utilisée pour cette même opération)

- Soude, anthraquinone (procédé soude-anthraquinone)

- Bisulfite d'ammonium, sulfite de sodium (procédés de fabrication acides)

- Produits de blanchiment des pâtes à papier :
 - hydrosulfite de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) (produit en faisant réagir une solution alcaline de borohydrure de sodium NaBH_4 avec de l'anhydride sulfureux SO_2)
 - chlore (Cl_2)

Le chlore est exceptionnellement utilisé pour le blanchiment de pâtes spéciales (1 à 2 sites de faible capacité de production sont concernés).
 - oxygène (O_2)
 - ozone (O_3)
 - peroxyde d'hydrogène 50 % (H_2O_2)
 - dioxyde de chlore (ClO_2)
 - peracides

- Fabrication de dioxyde de chlore (ClO_2)
 - solution de chlorate de sodium + acide sulfurique + injection de dioxyde de soufre gazeux en mélange avec de l'air
 - mélange de solutions de chlorate de sodium, d'acide sulfurique et de méthanol (sous-produit de la réaction : sesquisulfate de sodium)

Le dioxyde de soufre, utilisé dans la fabrication du dioxyde de chlore, est peu à peu remplacé par du méthanol pur. Le dioxyde de soufre n'est pas stocké sur les sites, mais peut être présent dans les circuits.

Le chlorate de sodium est livré soit sous forme solide (la mise en solution est réalisée directement dans le camion ou le wagon de livraison), soit sous forme liquide (entre 650 et 800 g/l). Ce produit est stocké sur les sites de blanchiment de pâtes (environ 100 tonnes répartis dans divers récipients).

Du fait de son instabilité, le dioxyde de chlore, utilisé comme matière première pour l'opération de blanchiment, est produit sur place, dans les industries papetières. Ce produit est stocké en solution (entre 8 et 10 g/l de ClO_2) dans des réservoirs. Une capacité de 20 tonnes est généralement présente sur les sites.

- Gaz malodorants : mélange de H₂S, de mercaptans, de térébenthine et de méthanol

L'hydrogène sulfuré et les mercaptans sont générés lors de l'évaporation de liqueur noire dans les industries de fabrication de pâte (procédé kraft) et est incinéré en ligne.

L'essence de térébenthine est générée lors de la cuisson de bois résineux dans les usines de fabrication de pâtes (procédé kraft). Ce produit est stocké sur site avant d'être vendu. Pour une usine qui n'utilise que du bois résineux, la production est de 200 à 300 tonne par an. Pour une usine utilisant tous types de bois, ce chiffre est de l'ordre de 50 tonnes par an. Le stockage est évalué à 70 m³.

- Divers additifs : charges dans la masse (kaolin, carbonate de calcium), colles, résines, agents de rétention, produits anti-mousse, agents biocides, flocculants et agents de fixation, colorants dans la masse...
- Pâte à papier écrue (en sortie du lessiveur)
- Pâte à papier blanchie humide
- Pâte à papier blanchie sèche (en balles, palettisées)
- Papiers recyclés
- Papiers (bobines, ramettes)
- Emballages plastiques, palettes neuves
- Produits utilisés pour le traitement des eaux : apport de phosphore (acide phosphorique) et d'azote (ammoniac, urée) dans le cas d'un traitement biologique

Quelques sites papetiers sont approvisionnés en ammoniac gazeux par wagons. Après dépotage, l'ammoniac est mise en solution et est stocké afin d'être utilisé pour le traitement des effluents. L'ammoniaque est cependant de plus en plus fréquemment remplacé par l'urée.

Le chlore peut être également être utilisé pour le traitement des eaux.

On peut noter que du méthane peut être produit généré dans les stations de traitement d'eau (procédé anaérobie).

- Combustibles fossiles :
 - Gaz naturel
 - Fioul lourd
 - Tall oil
 - Fioul domestique
 - Charbon

3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET METHODOLOGIE POUR LA REDACTION D'UNE ETUDE DE DANGERS

3.1 OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES

Le présent chapitre rappelle succinctement le cadre réglementaire de l'étude de dangers, en mettant notamment en évidence les points essentiels des nouveaux textes.

Les textes et documents applicables pour les études de dangers des installations à autorisation sont donnés sur le schéma suivant :

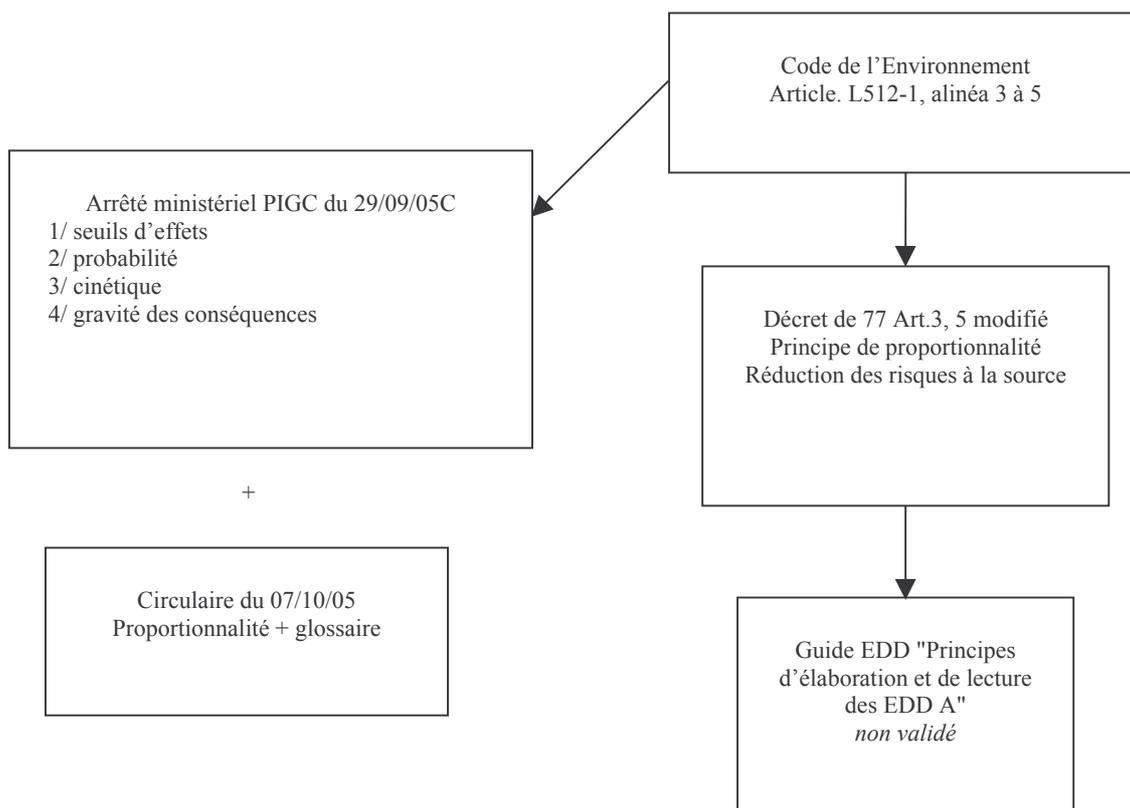


Figure 3 : Textes et documents applicables pour les études de dangers des installations à autorisation (source : MEDD)

Les textes et documents applicables pour les études de dangers des installations AS et SEVESO sont donnés sur le schéma suivant :

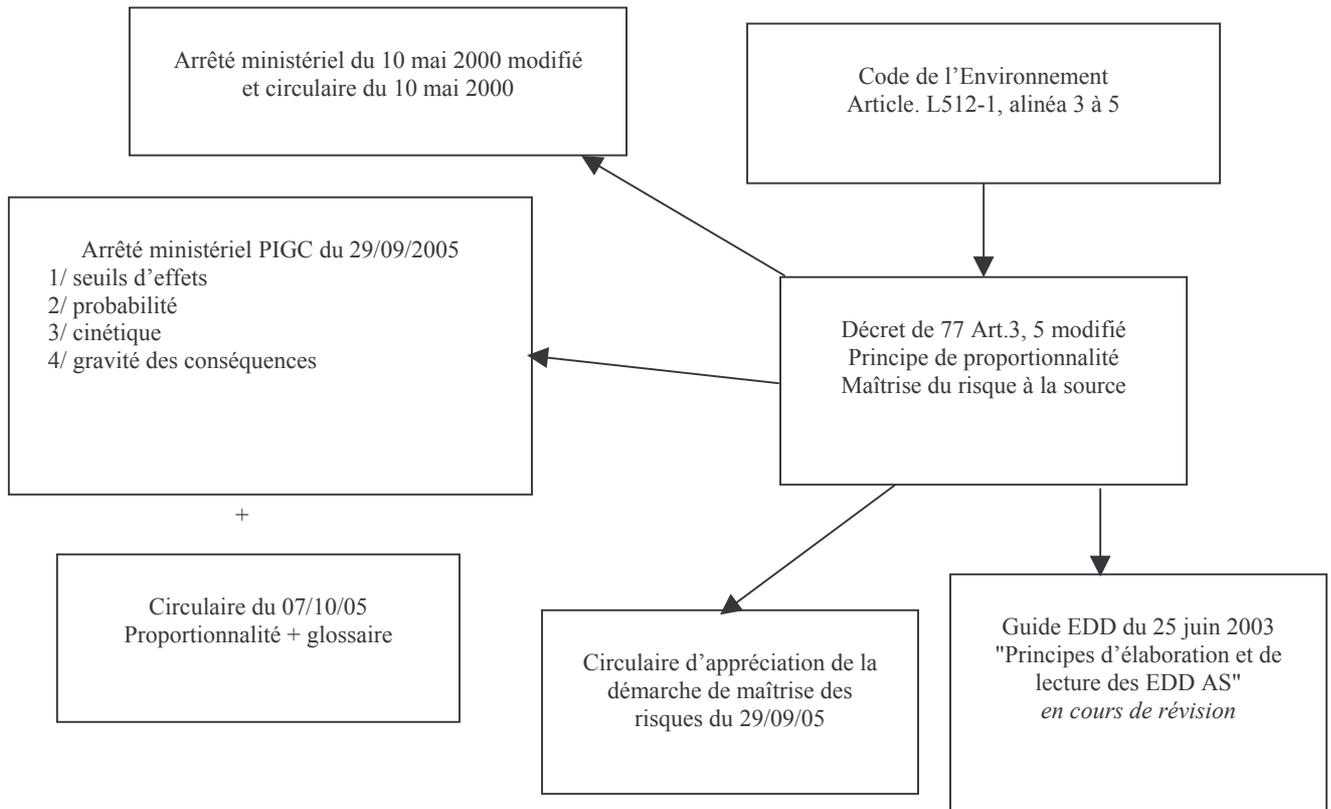


Figure 4 : Textes et documents applicables pour les études de dangers des installations AS et SEVESO (source : MEDD)

L'appréciation du risque en fonction du régime de classement est la suivante :

	Etude de dangers	Autres
Autorisation	- Cotation des phénomènes P, I, C, G (cartographie des zones d'effets)	
Seveso seuil bas	- Cotation des phénomènes P, I, C, G (cartographie des zones d'effets) - Positionnement dans la grille P*G - Grille d'appréciation de la démarche de maîtrise des risques	PPAM
Autorisation avec servitudes ou Seveso seuil haut	- Cotation des phénomènes P, I, C, G (cartographie des zones d'effets) - Positionnement dans la grille P*G - Grille d'appréciation de la démarche de maîtrise des risques	PPAM SGS PPRT

Tableau 4 : Appréciation du risque en fonction du régime

3.2 METHODE ADOPTEE POUR LA REALISATION DE L'ETUDE DE DANGERS

3.2.1 Démarche proposée par le Groupe de Travail "Méthodologie"

Le Groupe de Travail "Méthodologie des études de dangers", mis en place par le Ministère de l'Ecologie et du Développement durable (MEDD) en 2002, a établi des guides d'élaboration des études de dangers pour les installations classées à autorisation (A) et à autorisation avec servitudes (AS).

Des logigrammes, associés à ces guides, explicitent la méthode à suivre. Cette illustration permet d'explicitier clairement les attentes ou produits de sortie d'une étude de dangers, et fait apparaître le caractère à la fois séquentiels et itératif de l'étude de dangers.

Il est important de noter que ces logigrammes sont en cours de révision, pour être adaptés à la nouvelle approche Etude de dangers, suite à l'apparition des derniers textes.

3.2.2 Processus pour la réalisation d'une étude de dangers proposé par l'INERIS

Une illustration du processus sous la forme d'un logigramme est proposée ci-après. Elle concerne l'étude de dangers d'un établissement classé AS, pour lequel les exigences réglementaires requises sont les plus importantes. La même démarche peut être appliquée à une installation classée soumise à autorisation, hormis les spécificités dues au classement AS (notion d'EIPS remplacée par "barrières prépondérantes pour la sécurité", plus de notion de PPRT...).

Il est important de noter que le contenu de l'étude de dangers reste du ressort de l'industriel et sous sa responsabilité. Par conséquent, les méthodes mises en œuvre présentées ici sont données à titre d'exemples et sont à adapter aux besoins spécifiques à chaque étude de dangers et aux pratiques des exploitants concernés, ce qui peut engendrer des variantes d'une étude à l'autre.

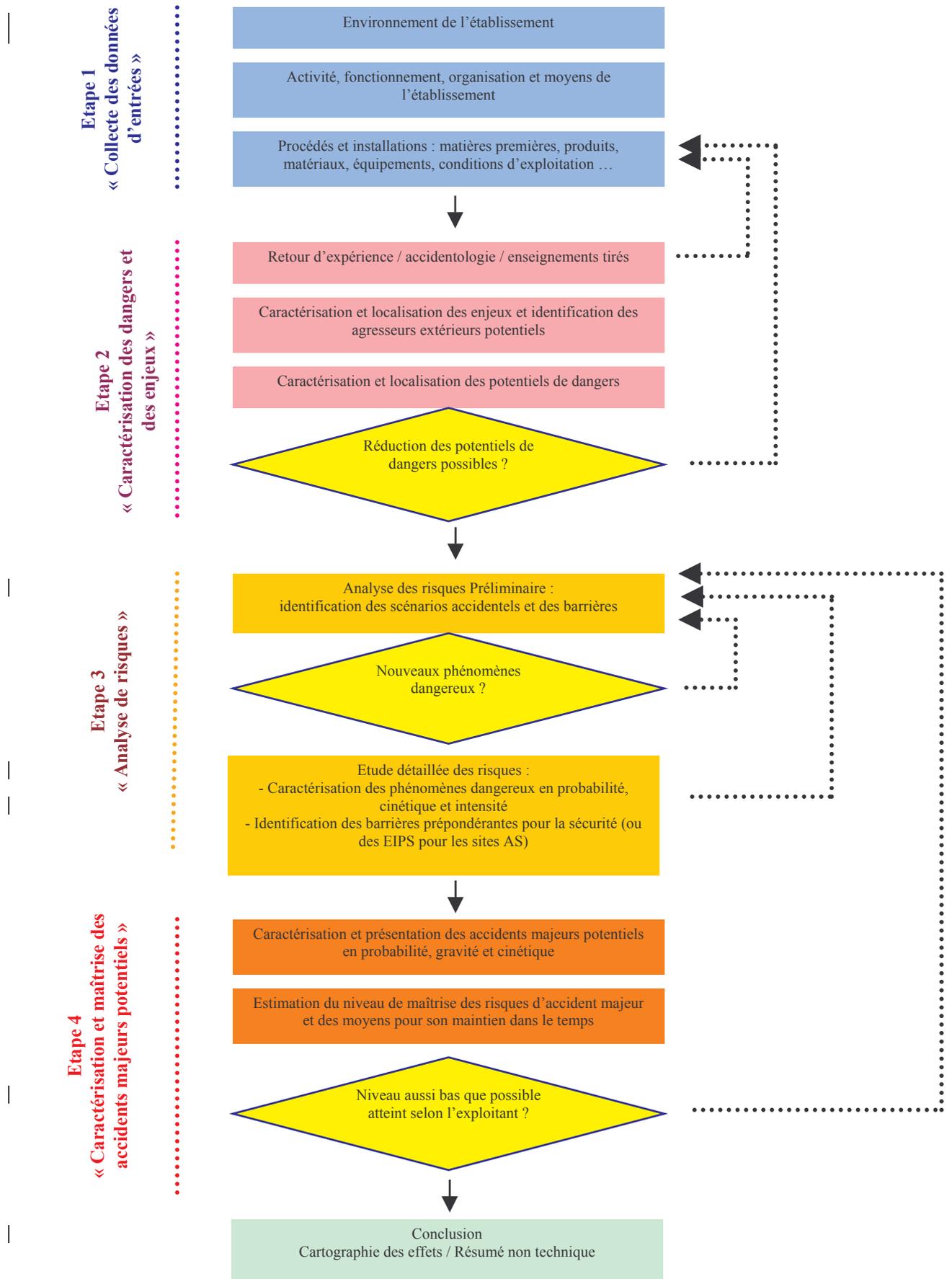


Figure 5 : Logigramme présentant le processus de réalisation d'une étude de dangers, proposé par l'INERIS

3.2.3 Proposition de plan pour l'étude de dangers

Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation. "

Sur la base des guides d'élaboration d'une étude de dangers et des logigrammes associés, établis par le Groupe de Travail "Méthodologie des études de dangers", le plan suivant est proposé pour la rédaction de l'étude de dangers d'un site papetier :

RESUME NON TECHNIQUE ET CARTOGRAPHIE

1. CONTEXTE ET CHAMP DE L'ETUDE
2. DESCRIPTION DE L'ETABLISSEMENT, DE SON ORGANISATION ET DE SON ENVIRONNEMENT
3. DESCRIPTION DES PROCEDES ET DES INSTALLATIONS
4. RECENSEMENT DES PRODUITS
5. LES ETAPES PREALABLES A L'ANALYSE DES RISQUES
6. L'ANALYSE DES RISQUES
7. CARACTERISATION DES DIFFERENTS ACCIDENTS POTENTIELS
8. EFFETS DOMINO

Figure 6 : Proposition de plan type pour l'étude de dangers d'un site papetier

Le chapitre 4 suivant décrit en détail le contenu de chacune des différentes parties de ce plan.

4. LES DIFFERENTES ETAPES DE L'ETUDE DE DANGERS

Ce chapitre donne des éléments méthodologiques et techniques pour la rédaction des différentes parties de l'étude de dangers d'un site de l'industrie papetière (selon le plan proposé au paragraphe 3.2.3).

4.1 CONTEXTE ET CHAMP DE L'ETUDE

En introduction à l'étude de dangers, il est nécessaire d'exposer le contexte de réalisation de cette étude et d'évoquer ainsi par exemple :

- le champ de l'étude, surtout lorsqu'il s'agit d'une étude de dangers concernant une partie de l'établissement,
- le pourquoi de sa réalisation : renouvellement, nouveau projet, complément à une étude de dangers existante, modifications majeures dans l'exploitation...
- les modalités de réalisation : personnes et compétences impliquées, méthodes mises en œuvre, moyens et temps consacrés, documents de référence utiles...

Cette partie est à adapter au site papetier étudié.

4.2 DESCRIPTION DE L'ETABLISSEMENT, DE SON ORGANISATION ET DE SON ENVIRONNEMENT

4.2.1 Description de l'environnement

La description de l'environnement d'un site papetier est importante à deux titres :

- les éléments présents dans l'environnement du site constituent des **cibles** ou enjeux à protéger (zones d'habitation par exemple) vis-à-vis des accidents majeurs pouvant survenir,
- les éléments extérieurs de l'environnement constituent des potentiels d'**agressions** pouvant être à l'origine d'un accident majeur sur le site étudié (cas de la foudre par exemple).

En matière de description de l'environnement, il convient de distinguer :

- **l'environnement naturel**. Il s'agit notamment, et si nécessaire, de :
 - réunir des données topographiques, géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques,
 - collecter des données météorologiques (températures, précipitations, vent...) relatives à la zone étudiée,
 - repérer les sites naturels à proximité de l'établissement étudié,
 - caractériser l'aléa naturel (inondation, séisme...).
- **l'environnement lié à l'activité humaine** autour de l'établissement pour lequel il convient entre autres de :
 - recenser les zones d'habitations ou Etablissement Recevant du Public (ERP) dans le voisinage de l'établissement,
 - repérer la présence d'autres établissements industriels à proximité,
 - indiquer la présence de voies de communication (routes, fer...) ou de réseaux publics proches.

Cette partie est à adapter au site papetier étudié. Elle doit être constituée de manière à préparer le travail d'identification des cibles (paragraphe 4.5.1) et des sources d'agressions externes (paragraphe 4.5.2).

4.2.2 Description de l'établissement et de son organisation

Les points suivants pourront être développés dans cette partie :

- les éléments pertinents relatifs à l'évolution du site étudié, lorsqu'ils présentent un intérêt pour l'étude de dangers (par exemple, les modifications dans le procédé, les extensions...),
- les principales activités et productions, les flux de produits entrants et sortants,
- un bilan relatif à la nomenclature des Installations Classées, sous forme de tableau indiquant le numéro de la rubrique, la désignation de la rubrique, la justification du classement (quantités stockées, activités...), le classement et le rayon d'affichage),
- l'organisation du site pour l'exploitation, la sécurité, la maintenance, la gestion du retour d'expérience...
- les moyens de prévention, d'alerte, d'intervention et de protection disponibles sur le site et hors site.

Pour les établissements soumis à l'arrêté du 10 mai 2000, il s'agit de présenter la Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM) mise en œuvre, et le cas échéant, le Système de Gestion de la Sécurité.

Cette partie est à adapter au site papetier étudié.

4.3 DESCRIPTION DES PROCÉDES ET DES INSTALLATIONS

L'objectif de cette étape est de disposer d'une description suffisante des installations à risques pour les différentes phases d'exploitation (phases dégradées, maintenance, démarrage, arrêt), et de comprendre leur articulation.

Cette description peut contenir :

- les explications concernant les grandes fonctions constituant le procédé, à partir de schémas de principe ou schémas de procédés : installations de stockage, de procédé ou de transfert,
- la localisation des différentes installations sur un plan actualisé, et le descriptif des flux de matières ou fluides entre ces installations,
- l'explication des différentes opérations à risques réalisées au sein de ces installations,
- l'identification des installations annexes générant des risques spécifiques (utilités...),
- l'identification des installations sensibles, c'est-à-dire abritant des équipements de sécurité dits "critiques", au sens où ils sont indispensables pour maintenir le niveau de sécurité des installations ou permettent la fourniture d'utilités importantes pour assurer la sécurité des installations (réseau incendie, réseau torche, fourniture air instrument, réseau électricité...)

Cette partie est à adapter au site papetier étudié. Elle doit être constituée de manière à préparer le travail d'identification des potentiels de dangers (paragraphe 4.5.3)

4.4 RECENSEMENT DES MATIERES PREMIERES, PRODUITS FINIS, PRODUITS INTERMEDIAIRES, DECHETS

Ce point peut être abordé conjointement avec la description des installations.

On fera, dans ce cas, pour chaque installation, un inventaire exhaustif des matières premières (produits et substances), éventuels catalyseurs, produits finis, produits intermédiaires, produits de décomposition et déchets.

Cette partie est à adapter au site papetier étudié.

Une liste des principaux produits rencontrés sur un site papetier a été établie au paragraphe 2.6 du présent document.

4.5 LES ETAPES PREALABLES A L'ANALYSE DE RISQUES

Les étapes préalables à l'analyse de risques, pièce centrale de l'étude de dangers, sont les suivantes :

- identification des cibles et enjeux
- identification des sources d'agressions externes,
- identification et caractérisation des potentiels de dangers,
- analyse des accidents passés.

4.5.1 Identification des cibles et enjeux

Cette étape consiste à identifier les cibles ou enjeux présents tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des installations étudiées.

Il convient donc, à partir des informations collectées et rapportées dans la partie descriptive de l'étude de dangers, de récapituler et de localiser les enjeux présents sur le site papetier et dans la zone influencée et influençant les installations étudiées.

Il est nécessaire de distinguer les cibles et enjeux suivants :

- les **personnes**, c'est-à-dire les populations résidant dans la zone géographique susceptible d'être endommagées par les effets d'un accident majeur,
- les **biens** ou **bâtiments voisins** des installations,
- les **structures industrielles proches**, susceptibles d'être endommagées par effets dominos,
- **l'environnement naturel** (nappes phréatiques, cours d'eau, sols...),
- les **équipements dangereux** internes et externes au site, c'est-à-dire les installations et équipements industriels pouvant générer des sur-accidents s'ils sont atteints,
- des **équipements de sécurité** pris en compte pour la maîtrise des accidents considérés, tant internes qu'externes (par exemple la salle de contrôle, pomperie incendie, réseau torche, caserne pompiers...)

Cette partie est à adapter au site papetier étudié.

4.5.2 Identification des sources d'agressions externes

La description des sources d'agressions externes aux installations dangereuses du site est essentielle au processus d'analyse des risques, qui identifie les risques associés aux installations, que leurs causes soient d'origine interne ou externe. A ce stade, il s'agit de lister les sources d'agressions présentes dans l'environnement en distinguant :

- les agressions liées aux éléments naturels (conditions météorologiques extrêmes, mouvements de terrain et séismes, inondation, foudre...)
- les agressions liées à l'activité humaine autour du site (voies de communication routières, ferroviaires, fluviales, maritimes, navigation aérienne, installations industrielles, malveillance...).

A noter que l'arrêté du 29 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 modifié précise que certains événements externes pouvant provoquer des accidents majeurs peuvent ne pas être pris en compte dans l'étude de dangers et notamment, en l'absence de règles ou instructions spécifiques, les événements suivants :

- chute de météorite,
- séismes d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation , applicable aux installations classées considérées,
- crues d'amplitude supérieur à la crue de référence, selon les règles en vigueur,
- événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur,
- chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome,
- rupture de barrage visé par la circulaire 70-15 du 14 août 1970 relative aux barrages intéressant la sécurité publique,
- actes de malveillance

Cette partie est à adapter au site papetier étudié.

Pour plus de précisions concernant l'évaluation des risques dus à la foudre, le lecteur pourra se reporter au document de l'INERIS intitulé " Ω -3 : Le Risque Foudre et les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement" [6].

Pour plus de précisions concernant la prise en compte du risque inondation sur un site industriel, le lecteur pourra se reporter au document de l'INERIS intitulé "Guide pour la prise en compte du risque inondation" (2004) [7]. Un guide pour la prise en compte du risque sismique est actuellement en cours de rédaction.

4.5.3 Identification et caractérisation des potentiels de dangers

Les guides d'élaboration des études de dangers propose que la réflexion sur les potentiels de dangers comprenne :

- une phase d'identification des potentiels de dangers,
- une phase de réflexion sur la réduction de ces potentiels, ou la justification de leur existence,
- une estimation des conséquences de la matérialisation des dangers.

4.5.3.1 Phase d'identification et de localisation

L'identification doit être aussi exhaustive que possible, permettant de mettre en évidence les différents types de phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur une installation papetière.

L'identification des potentiels de dangers doit comprendre :

- les **dangers associés aux substances ou préparations** : il s'agit de qualifier les dangers (inflammabilité, toxicité, incompatibilités...) présentés par les produits ou substances présents ou susceptibles d'être présents sur le site en quantité significative.,
- les **dangers liés à la mise en œuvre de réactions physico-chimiques ou liés à des procédés à risques** (par exemple, réactions présentant des risques d'emballement),
- les **caractéristiques des équipements dangereux**, par exemple les équipements avec des pièces tournant à des vitesses significatives,
- les **conditions opératoires** (température, pression...). Il convient par exemple de repérer les installations fonctionnant à des pressions ou températures élevées.

Les potentiels de dangers ainsi identifiés et localisés sur un plan de masse serviront de points d'entrée pour l'analyse des risques. La localisation sur un plan des potentiels de dangers, si elle est mise en face de la localisation des cibles, présente l'avantage de mettre en lumière la proximité éventuelle de certaines sources d'agressions potentielles ou potentiels de dangers et de cibles.

Les dangers liés à certains produits présents sur un site papetier ont été examinés.

Les produits ont été classés de la manière suivante :

Produits toxiques	- Dioxyde de chlore - Chlore - Ammoniac - Hydrogène sulfuré - Dioxyde de soufre
Produits inflammables	- Mercaptans - Méthane - Méthanol - Essence de térébenthine - Fioul lourd, Tall oil et fioul domestique
Produits solides combustibles	- Bois (rondins) - Papiers / cartons (produits à recycler ou produits finis) - Pâtes à papiers - Palettes - Emballages plastiques - Matières combustibles à l'état divisé (écorces et copeaux de bois, charbon de bois, amidon...)
Produits comburants	- Chlorate de sodium - Oxygène - Peroxyde d'hydrogène en solution ($\geq 50\%$)
Produits corrosifs	- Acide sulfurique - Acide phosphorique - Soude caustique - Chaux vive - Sulfure de sodium (anhydre)
Autres produits	- Liqueurs (blanche, noire et verte) - Sulfite de sodium - Bisulfite de sodium 38 % - Dithionite de sodium - Bisulfite d'ammonium - Carbonate de calcium - Kaolin - Anthraquinone - Urée

Tableau 5 : Principaux produits utilisés et transformés dans l'industrie papetière

Des fiches, données en annexe A du présent rapport (dans la plupart des cas pour les produits purs), établies sur la base de données du NIOSH, de l'INRS ou de renseignements fournis par la profession, synthétisent les informations suivantes, selon le produit étudié :

- Formule brute
- Nombre CAS
- Masse molaire
- Etat physique
- Densité relative par rapport à l'eau, par rapport à l'air

- Solubilité dans l'eau
- Points de fusion, d'ébullition, point critique, point éclair, température d'auto-inflammation
- Tension de vapeur
- Limites inférieures et supérieures d'inflammabilité
- Chaleur de combustion
- Seuils d'apparition des effets toxiques irréversibles et létaux
- Phrases de risque (qui permettent notamment le classement des substances ou préparations dangereuses sous les rubriques de la nomenclature des installations classées [8])
- Etiquetage
- Dangers chimiques et incompatibilités
- Rubrique ICPE

De plus, un tableau des réactions dangereuses entre produits manipulés et stockés a été établi. Il est donné en annexe A du présent rapport.

Ces documents peuvent être utilisés comme aide pour la réalisation de l'étude de dangers d'un site papetier. Néanmoins, ils ne doivent pas se substituer à l'analyse des Fiches de Données de Sécurité existantes associées aux produits du site étudié.

4.5.3.2 Justification et réduction des potentiels de dangers

Au cours de cette étape, un examen, s'appuyant si nécessaire sur une étude technico-économique, doit justifier que les potentiels de dangers identifiés (voir paragraphe 4.5.3.1 précédent) ne peuvent pas être réduits ou supprimés.

Les guides d'élaboration des études de dangers pour les installations classées A et AS proposent :

- de supprimer ou substituer aux procédés et aux produits dangereux, à l'origine de ces dangers potentiels, des procédés ou produits présentant des risques moindres,
- de réduire autant qu'il est possible les quantités de matières en cause.

Pour ce faire, il est possible de raisonner suivant les 4 principes suivants :

- Principe de substitution : substituer les produits dangereux utilisés par des produits aux propriétés identiques mais moins dangereux,
- Principe d'intensification : intensifier l'exploitation en minimisant les quantités de substances dangereuses mises en œuvre (par exemple, réduire le volume des équipements au sein desquels le potentiel de danger est important),
- Principe d'atténuation : définir des conditions opératoires ou de stockage (température et pression par exemple) moins dangereuses
- Principe de limitation des effets : concevoir l'installation de telle façon à réduire les impacts d'une éventuelle perte de confinement ou d'un événement accidentel, par exemple en minimisant la surface d'évaporation d'un déversement liquide.

Il est à noter qu'un document de référence sur les meilleures techniques disponibles dans l'industrie papetière existe. A titre d'exemple de réduction des potentiels de dangers, la plupart des industriels ont remplacé le chlore par du dioxyde de chlore ou autre produit de blanchiment moins toxique.

4.5.3.3 Estimation des conséquences de la matérialisation des dangers

Conformément aux attentes exprimées dans le projet de guide du 24 mars 2004, les conséquences de la libération des potentiels de dangers doivent être évaluées.

Cette estimation est réalisée sans prendre en considération les moyens de prévention et de protection disponibles, et avant toute analyse de risques. Elle vise à permettre l'élaboration des plans de secours de l'établissement, à mesurer en fin d'étude de dangers la réduction du risque mise en œuvre. A ce stade, les événements envisagés sont très « alarmistes » et ne doivent pas servir de base aux autres approches (maîtrise de l'urbanisation...).

Un calcul approximatif (par exemple, en utilisant des modèles ou formules simples, ou abaques, lorsqu'ils existent), sur la base d'hypothèses pénalisantes, peut alors être réalisé afin d'estimer les conséquences de la matérialisation de ces dangers sur l'environnement.

Cette partie est à adapter au site papetier étudié.

4.5.4 Analyse des accidents passés

L'analyse des accidents passés joue un rôle fondamental dans l'analyse des risques à de nombreux titres.

Elle permet d'identifier a priori des scénarios d'accidents susceptibles de se produire à partir :

- des incidents et accidents survenus sur le site papetier étudié,
- des accidents survenus sur installations mettant en œuvre des installations, des produits et des procédés comparables.

Elle met en lumière les causes les plus fréquentes d'accidents et donne des renseignements précieux concernant la performances de certaines barrières de sécurité.

Elle constitue une base de travail intéressante pour l'analyse des risques, en aidant à identifier les différents scénarios d'accidents, ainsi que leur fréquence d'occurrence.

Dans le cadre de cette étude, sont donnés :

- des éléments concernant la place des accidents relatifs à l'industrie papetière dans le bilan des accidents technologiques (1992 - 2004), réalisé par le BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles, Service de l'Environnement Industriel, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable) (juin 2005) [9],
- les principales conclusions de l'analyse de l'accidentologie, issue de la base ARIA, pour l'industrie du papier-carton (septembre 1954 - décembre 2004), réalisée par le BARPI (juin 2005) [10],
- les résultats de recherches d'accidents effectuées en interrogeant la base ARIA du BARPI, pour les thèmes suivants :
 - accidents concernant les chaudières de récupération de liqueur noire,
 - accidents relatifs à la mise en œuvre de dioxyde de chlore,
 - accidents relatifs à la mise en œuvre de chlorate de sodium.

4.5.4.1 Place des accidents relatifs à l'industrie papetière dans le bilan des accidents technologiques (1992 - 2004)

La répartition des accidents en pourcentage des 17 166 accidents français pour lesquels l'activité économique est connue (soit 88 % des accidents enregistrés entre 1992 et 2004) est la suivante :

Activités concernées	%	Occurrence
01 Agriculture	15	9,3
60 Transport mat. dangereuses	9,8	-
24 Industrie chimique	7,8	28
15 Industrie alimentaire	5,9	1,6
20 Travail du bois	5	12
90 Assainissement, déchets	4,3	22
63 Services aux. de transport	4,2	3,4
50 Commerce réparation auto	3,6	0,9
51 Commerce de gros	3,6	0,5
52 Commerce de détail	3,5	0,2
40 Prod. distrib. élec. gaz	4,4	-
28 Travail des métaux	2,5	1,6
37 Récupération	2,2	12
27 Métallurgie	1,9	24
17 Industrie textile	1,7	5,9
45 Construction	1,6	0,1
23 Raffinage, Ind. nucléaire	1,4	158
25 Ind. caoutchouc plastique	1,6	4,7
26 Minéraux non métalliques	1,5	3
21 Industrie papier carton	1,3	12

Tableau 6 : Répartition des accidents technologiques suivant les activités concernées

Les éléments chiffrés dans la deuxième colonne du tableau ne prennent pas en compte le nombre d'installations concernées dans chaque branche d'activité.

Une estimation d'occurrence annuelle d'accidents pour 1 000 établissements est avancée dans la troisième colonne du tableau pour certaines activités bien identifiées. Cette estimation se réfère pour chaque activité d'une part au nombre d'accidents enregistrés et d'autre part au nombre d'établissements d'au moins un salarié (données Insee 2003). Elle ne tient pas compte des capacités de production de ces établissements.

Ainsi, les accidents relatifs à l'industrie du papier carton représentent 1,3 % des accidents technologiques recensés entre 1992 et 2004.

4.5.4.2 Accidentologie de l'industrie du papier-carton

La base ARIA du BARPI recense 321 accidents survenus entre septembre 1954 et décembre 2004, dont 287 en France. Le lecteur trouvera en annexe B les résumés de ces accidents.

L'échantillon étudié concerne toute l'industrie du papier et du carton : fabrication de pâte à papier, de papier et de carton ainsi que la fabrication d'articles en papier ou carton à l'exclusion des stockages de papiers ou cartons d'autres industries (édition et imprimerie, commerces de gros ou de détail, gestion des déchets).

La répartition des accidents selon le type de phénomène dangereux est donnée dans le tableau suivant (en nombre d'accidents et en % du nombre total des accidents recensés en France) :

<i>Phénomènes dangereux¹</i>	<i>Nb. d'accidents en France</i>	<i>% du total (287 accidents)</i>
Incendie	160	56 %
Rejets dangereux	121	42 %
Explosion	14	4,9 %
Effet domino	12	4,2 %
Projection / chute d'équipements	7	2,4 %
Pollution chronique aggravée	4	1,4 %
BLEVE (bouteilles de gaz sur chariots élévateurs)	2	0,7 %

Tableau 7 : Typologie des phénomènes dangereux engendrés par les accidents

L'examen des 287 accidents révèle des proportions importantes d'incendies et de rejets de substances dangereuses, dans certains cas, l'un et l'autre pouvant être liés.

¹ Un même accident peut être classifié sous plusieurs types. Par exemple, un incendie peut provoquer un rejet de matières dangereuses ou polluantes, ou être suivi ou précédé d'une explosion.

Concernant la problématique incendie, il apparaît les éléments suivants :

- Importance de la prévention des sources d'inflammations (interdiction de fumer, précautions lors des travaux par points chauds...)
- Importance de la précocité de la détection du feu, de l'activation d'alarmes et des dispositifs d'extinction automatique
- Expansion rapide des incendies, en raison d'envols de particules incandescentes et du haut pouvoir calorifique de la cellulose

Si elle est généralement vive, la combustion du papier peut également être latente (sans flamme mais avec des braises incandescentes) dans le cas des bobines, de par leur nature compacte.

L'extinction de tels feux couvants oblige les secours à des interventions de très longue durée, combinant déblaiement et extinction, et qui nécessitent des volumes d'eaux d'extinction très importants.

- Importance de la mise en place de mesures (murs et portes coupe-feu, compartimentage des stockages en îlots, compartimentage des stockages en cellules...) qui permettent de limiter la propagation de l'incendie
- Douze incendies ont été suivis d'effets domino par propagation de flammes ou d'effets thermiques à des installations voisines ou même à l'extérieur de l'établissement. Les principales raisons sont l'insuffisance des ressources en eau et l'absence d'éléments coupe-feu.
- Les incendies peuvent générer des fumées toxiques.

Concernant les rejets de substances dangereuses dans l'eau, l'air ou sur le sol, les produits impliqués, qui peuvent se révéler toxiques ou polluants, sont les suivants : produits alcalins ou acides, produits de blanchiment (chlore gazeux, eau oxygénée, eau de javel, dioxyde de chlore, peroxyde ou hydrosulfite de sodium), charges minérales de couchage du papier (kaolin, talc, dioxyde de titane, carbonate de calcium) ou adjuvants (latex, anti-mousses, agents de rétention, colorants, colles, azurants optiques).

Il a été constaté que la présence de dispositifs de rétention et de bassins de confinement des eaux d'extinction des eaux d'extinction incendie correctement dimensionnés peut permettre de limiter, voire d'empêcher les pollutions accidentelles des eaux superficielles ou souterraines.

Des rejets atmosphériques (29 cas) peuvent être issus de réactions physico-chimiques non contrôlées en fabrication, de fuites de canalisations ou encore de vannes mal fermées. Il s'agit de rejets toxiques de produits chlorés, soufrés ou ammoniacaux.

Les 14 explosions recensées se sont produites sur des générateurs de bioxyde de chlore, des chaudières à charbon, des incinérateurs de liqueurs noires, ou par inflammation d'un nuage de poussières ou de nuages de vapeurs de solvants.

Les causes des accidents sont établies ou des hypothèses probables sont disponibles dans 126 cas sur les 287 accidents recensés.

Elles se répartissent de la manière suivante :

<i>Causes connues²</i>	<i>Nb. d'accidents en France</i>	<i>% du total (126 accidents)</i>
Défaillance matérielle	58	46 %
Défaillance humaine	31	25 %
Anomalie d'organisation	19	15 %
Malveillance ou attentat	15	12 %
Défaut de maîtrise du procédé	12	9,5 %
Agressions d'origines naturelles	8	6,3 %
Intervention insuffisante ou inadaptée	4	3,2 %
Abandon produit / équipement dangereux	3	2,4 %
Accident extérieur à l'établissement	2	1,6 %

Tableau 8 : Typologie des causes des accidents

Dans la plupart des cas, les conséquences des accidents sont des dommages matériels ou des atteintes de l'environnement (pollution de l'air, de l'eau ou du sol). Plusieurs accidents impliquant des procédés ou des stockages de l'industrie papetière ont aussi entraîné des victimes (personnes décédées ou blessées).

Dans la majorité des cas recensés, les conséquences des accidents sont restées cantonnées dans l'enceinte de l'établissement sinistré, mais elles ont parfois nécessité la mise en œuvre de mesures visant à prévenir les conséquences pour les riverains : mise en place de périmètres de sécurité, évacuation ou confinement du voisinage, , interruption de circulation des voies routières ou ferrées situées à proximité...

² Un même accident peut avoir plusieurs types de causes.

4.5.4.3 Accidents concernant les chaudières de récupération de liqueur noire

Dans le but d'évaluer le risque présenté par les chaudières de récupération de liqueur noire, un certain nombre de documents américains³ ont été examinés. Les données américaines ont été retenues car le nombre de chaudières de récupération est trop faible en France pour disposer d'un retour d'expérience significatif.

L'accident majeur redouté dans les chaudières de récupération est l'explosion. Une analyse des accidents s'étant produits entre 1958 et 1980 montre que deux types d'explosions peuvent se produire :

- L'explosion liée au combustible d'appoint ou aux gaz de pyrolyse (27% des cas),
- L'explosion liée au contact d'eau avec le char (73% des cas).

Toutefois, une étude plus récente montre que les explosions liées au combustible d'appoint sont devenues extrêmement rares (1 cas entre 1986 et 1992) en particulier grâce aux moyens automatiques permettant de s'assurer du bon fonctionnement des brûleurs. Il en va de même pour l'explosion des gaz de pyrolyse. En effet, la détection de la combustion dans la chambre, associée à une mesure du taux de monoxyde de carbone et complétée par des balayages de la chambre de combustion avant remise en marche d'une chaudière arrêtée intempestivement, permet en général de réduire significativement les risques d'explosion de ces gaz.

Il en résulte ainsi que l'explosion la plus fréquente est liée à une vaporisation violente d'eau mise accidentellement au contact du char.

³-Energetics of Smelt/Water Explosions – Institute of Paper Chemistry – NUREG/DR - 4745 R4 – October 1986
-Recovery Boiler Explosion Experience-International Chemical Recovery Conference – pp 25-31 – 1992
-Recovery Boiler Explosions-Tappi Journal - pp 167-168 - june 1986
-Black Liquor Recovery Boiler Explosion List - Black Liquor Recovery Boiler Advisor Committee (BLRBAC) Explosion List.xls - 10/30/2001

L'eau introduite accidentellement dans la chambre de combustion a trois origines principales :

- La liqueur noire elle-même,
- Une fuite provenant d'un tube sous pression,
- Une fuite provenant d'autres tubes ou alimentations.

Une liqueur noire non suffisamment concentrée (problème d'évaporation ou de concentration, dilution trop importante, fuite des garnitures...) peut amener assez d'eau pour causer une explosion. Ainsi, une attention particulière à la mesure du taux de siccité de la liqueur noire avant injection est primordiale.

Concernant les conséquences des explosions, il apparaît clairement que les fuites d'eau issues des tubes sous pression et atteignant directement le cœur du char provoquent les explosions les plus puissantes. Toutefois, une étude de la puissance dégagée par ces explosions montre que les rendements des explosions sont très faibles.

A propos du temps écoulé entre une fuite constatée et une explosion, que la vidange rapide ait été initiée ou non, deux remarques sont à faire. La première est que ce temps peut varier de quelques secondes à plus de douze heures avec une moyenne autour de 20 à 30 minutes. La seconde remarque est que ce temps écoulé ne semble pas corrélé avec la violence de l'explosion.

Une étude basée sur une période allant de 1958 à 1980 établit une probabilité d'explosion d'une chaudière de récupération inférieure à une fois sur cent ans de fonctionnement (aux USA). D'autre part, une étude plus récente montre que le nombre d'explosions de chaudières aux USA a diminué de 50 % des années 70 aux années 80. Enfin, il est à souligner qu'en cas d'explosion seuls 29 % d'entre elles induisent plus de deux mois de travaux pour la remise en état de la zone (données du BLRBAC 1970-1997).

Tous les éléments énoncés dans ce paragraphe concernant l'industrie papetière américaine et peut être extrapolable aux installations françaises.

4.5.4.4 Accidents relatifs à la mise en œuvre de dioxyde de chlore

Une recherche d'accidents a été effectuée dans la base de données ARIA du BARPI. Cette recherche à fin octobre 2005 a porté essentiellement sur des accidents impliquant du dioxyde de chlore. Les comptes-rendus des 17 accidents (période 1985-2004, tous secteurs industriels confondus) issus de cette recherche sont reportés en annexe B.

L'analyse de ces accidents met en évidence les aspects suivants :

- Les rejets de dioxyde de chlore recensés ont été causés de façon générale par des brèches sur les tuyauteries (liées au gel, à un raccord fuyard ou défectueux, colmatage par des cristaux ...) ;
- Dans deux cas, l'explosion d'un générateur de dioxyde de chlore a été observée ;
- Dans un cas, la mise en contact entre du chlorate de sodium et un solvant (méthanol) a provoqué un dégagement intempestif de dioxyde de chlore, suivi de plusieurs explosions ;
- Ces rejets se sont traduits de façon générale par des intoxications plus ou moins graves d'employés des sites concernés. Les explosions ont quant à elles provoqué des dégâts matériels uniquement.

4.5.4.5 Accidents relatifs à la mise en œuvre de chlorate de sodium

Une recherche d'accidents a été effectuée dans la base de données ARIA du BARPI. Cette recherche à fin octobre 2005 a porté essentiellement sur des accidents impliquant du chlorate de sodium. Les comptes-rendus des 12 accidents (période 1979-2004, tous secteurs industriels confondus) issus de cette recherche sont reportés en annexe B.

L'analyse de ces accidents met en évidence les aspects suivants :

- Les explosions de chlorate de sodium sont le plus souvent consécutives à un incendie, lui-même pouvant être initié par une explosion ;
- Dans un cas, l'explosion est liée à un contact entre le chlorate de sodium et un produit combustible (carburant de camion) ;
- De façon classique, les dégâts observés suite à ces explosions se sont traduits d'une part par une onde de surpression (bâtiments endommagés, vitres brisées ...), et d'autre part par l'émission plus ou moins violente de projectiles.

4.6 L'ANALYSE DES RISQUES

4.6.1 Les principes de base

L'analyse des risques est le cœur de l'étude de dangers.

Par l'identification et la caractérisation exhaustive des scénarios d'accidents, elle doit permettre d'estimer les risques et de démontrer leur maîtrise, de proposer des mesures d'amélioration le cas échéant, et de sélectionner les phénomènes dangereux à modéliser ou à cartographier.

Les scénarios et les phénomènes dangereux identifiés en analyse de risques doivent être, a minima, estimés selon les 3 critères clefs :

- la probabilité
- l'intensité ou la gravité,
- la cinétique.

Outre la phase préliminaire présentée au paragraphe 4.5, l'analyse de risques comprend deux grandes étapes, telles que représentées sur le logigramme présenté au paragraphe 3.2.2 du présent rapport , soit :

- l'analyse préliminaire des risques

Cette étape conduit notamment à l'identification et la caractérisation de l'ensemble des événements redoutés et des scénarios d'accidents, ainsi qu'à la sélection des scénarios critiques.

- l'étude détaillée des risques

Cette étape consiste en un examen approfondi des scénarios critiques et notamment des mesures de maîtrise des risques, de leur performance et de leur impact sur le système.

Un processus complet, permettant de répondre à ces deux étapes, est présenté plus en détail au paragraphe 4.6.2.

L'analyse des risques associés aux installations étudiées doit être réalisée selon une méthode globale explicite, adaptée à l'installation et proportionnée aux enjeux. Ce point est appuyé largement par les derniers textes réglementaires, mais aussi par le guide du 25 juin 2003.

Pour autant, le contenu de l'étude de dangers reste du ressort de l'industriel et sous sa responsabilité. Par conséquent, les méthodes mises en œuvre présentées ici sont présentées à titre d'exemples et sont à adapter aux besoins spécifiques à chaque étude de dangers et aux pratiques des exploitants concernés, ce qui peut engendrer des variantes d'une étude à l'autre.

4.6.2 Méthode d'analyse des risques utilisée

4.6.2.1 Etape 1 : Choix des installations à étudier

Le choix des installations à étudier est lié à l'identification des potentiels de dangers et des cibles. L'objectif est de passer en revue l'ensemble des installations dangereuses susceptibles d'être à l'origine d'un accident majeur et nécessitant le plus grand niveau de maîtrise.

4.6.2.2 Etape 2 : Découpage fonctionnel

Après avoir déterminé les installations à étudier, et avoir défini les limites de chacun des systèmes, il s'agit d'en faire le découpage fonctionnel, c'est-à-dire :

- identifier les fonctions du système (A quoi sert-il ?...),
- caractériser la structure du système (capacités, organes de transfert, dispositifs de mesure, de sécurité...),
- caractériser les états de fonctionnement (normal, arrêt, démarrage, maintenance, approvisionnement...),
- connaître les conditions d'exploitation (consignes, procédures...).

4.6.2.3 Etape 3 : Choix de l'outil systématique d'analyse et des grilles de cotation

Afin de conférer le plus d'exhaustivité possible à l'analyse des risques, il est nécessaire d'utiliser des outils systématiques d'analyse.

Il existe de nombreux outils qui, une fois adaptés au contexte des accidents majeurs, peuvent guider de façon systématique la réflexion du groupe de travail. Quelques-uns des outils les plus fréquemment utilisés sont :

- l'Analyse Préliminaire de Risques (APR),
- l'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC),
- l'analyse des risques sur schémas de type HAZOP ou "What if ?"
- l'analyse par arbre des défaillances,
- l'analyse par arbre d'évènements,
- le Nœud Papillon (combinaison d'un arbre de défaillances et d'un arbre d'évènements)

Même si les méthodes suivent des canevas différents, le cheminement est similaire, à savoir : identifier une dérive ou une défaillance d'origine, en identifier l'ensemble des causes puis des conséquences, effectuer une cotation et identifier les barrières de sécurité existantes ou devant être proposées pour limiter les risques d'incidents ou d'accidents.

D'une manière générale, le choix de l'outil d'analyse de risques à utiliser s'effectue à partir de son domaine d'application et de ses caractéristiques.

Pour plus de détails sur les outils, il est possible de se reporter au rapport "Outils d'analyse des risques générés par une installation industrielle", réalisé par l'INERIS en mai 2003 [11].

On peut noter que :

- l'APR et/ou l'HAZOP sont plutôt adaptés à l'analyse préliminaire des risques (voir paragraphe 4.6.1, 1^{ère} étape de l'analyse des risques),
- le Nœud Papillon est plutôt adapté à l'étude détaillée des risques (voir paragraphe 4.6.1, 2^{ème} étape de l'analyse des risques).

Il s'agit également, à cette étape, de déterminer les échelles de cotation en intensité ou en gravité et en probabilité, ainsi que la grille de criticité, qui seront utilisées en analyse de risque. Ces échelles et cette grille peuvent être choisies librement par l'exploitant, il n'y a aucune contrainte réglementaire à ce sujet. Il est juste nécessaire qu'il soit possible de passer des échelles de gravité et de probabilité de l'industriel aux échelles de gravité et de probabilité des accidents majeurs données dans l'arrêté du 29 septembre 2005.

4.6.2.4 Etape 4 : Mise en œuvre d'un outil systématique d'analyse en groupe de travail

Afin d'assurer à la phase d'analyse de risques la qualité souhaitée, il est nécessaire de mener cette analyse au sein d'un groupe de travail pluridisciplinaire, réunissant des personnes spécialistes et expérimentées des installations (sécurité, production, conception, maintenance, instrumentation...) et un animateur, garant de la méthode employée.

Selon la pratique actuelle de l'INERIS, l'identification des scénarios d'accidents et des phénomènes dangereux est un processus itératif qui peut se faire de la manière suivante :

- Identifier dans un premier temps, de la façon la plus exhaustive possible, les événements pouvant conduire à la libération des potentiels de dangers, c'est-à-dire la libération d'une substance dangereuse (exemples : fuite, rupture de capacité...) ou d'une énergie (exemple : rupture mécanique...).
- Dans un deuxième temps, et pour chaque événement identifié, il s'agit de déterminer, de la façon la plus exhaustive possible, l'ensemble des causes (causes internes et externes) puis des conséquences associées
- Dans un troisième temps, les fréquences des événements initiateurs peuvent être estimées, selon une échelle choisie par l'exploitant. Pour chaque scénario d'accident majeur identifié, la fréquence d'occurrence sans tenir compte des barrières de sécurité existantes sur le site peut être appréciée. Cette cotation doit tenir compte, d'une part, de la fréquence de l'événement initiateur (défaillance matérielle, agression externe, dérive dans le procédé...) et d'autre part de la probabilité que cet événement initiateur donne lieu à un accident majeur, ce qui induit des notions de probabilités conditionnelles (par exemple, la prise en compte de la fréquence d'inflammation sachant la fuite de liquide inflammable réalisée).

Cette estimation peut se faire sur la base du retour d'expérience du groupe de travail (expérience propre du site étudié et/ou du secteur industriel concerné).

- Dans un quatrième temps, une cotation en intensité des phénomènes dangereux ou en gravité des accidents potentiels peut être réalisée.
- Dans un cinquième temps, il s'agit d'identifier les barrières de sécurité techniques, humaines et organisationnelles existantes qui agissent sur les causes ou sur les conséquences, de les caractériser selon les 4 critères (indépendance, efficacité, temps de réponse et niveau de confiance), et ainsi de déterminer les niveaux de confiance des barrières (voir paragraphe 4.6.3) qui ont une influence sur les différents scénarios conduisant aux phénomènes dangereux. Il est possible à ce stade de faire des propositions d'amélioration pour améliorer la sécurité.
- Dans un sixième temps, si l'analyse montre de nouveaux phénomènes dangereux induits par le fonctionnement, voire le dysfonctionnement de certaines barrières de sécurité (ex : soupapes), une nouvelle ligne est créée dans le tableau traduisant un nouveau scénario d'accident.

Cause	Pc	Evènement Redouté Central	Phénomène dangereux	I	G	Barrières existantes		Propositions d'amélioration	
						Intitulé	NC	Intitulé	NC
...									

Tableau 9 : Exemple de tableau d'analyse de risques

L'INERIS, dans le cadre de ses études de dangers, met en œuvre une approche semi-quantitative en définissant des classes de fréquences. L'estimation du niveau de fréquence des évènements initiateurs est réalisée en groupe de travail à partir des informations disponibles suivantes :

- dans les bases de données éventuellement constituées au niveau mondial, national ou local et éventuellement propre à l'activité, en l'adaptant au contexte particulier des installations étudiées,
- sur la base du retour d'expérience du groupe de travail.

En outre, pour la cotation, il faut veiller à prendre en compte de manière implicite le nombre d'opérations sur l'équipement (par exemple fonctionne tous les jours ou n'est sollicité qu'une fois par mois) ou le nombre d'équipements du même type (par exemple, faire la distinction entre une canalisation et un réseau complet de plusieurs centaines de mètres sur un établissement).

Il est à noter que, pour la cotation en fréquence, des valeurs génériques pour les fréquences d'occurrence d'évènements initiateurs et les défaillances des barrières sont disponibles dans la littérature. Le lecteur en trouvera des exemples en annexe C du présent rapport.

Ces données correspondent à des moyennes d'installations en l'absence de précisions sur l'état de l'art des installations et la politique de sécurité des sites. Leur utilisation doit se faire avec beaucoup de précautions, leur validité pour le site étudié étant souvent difficile à démontrer.

4.6.2.5 Etape 5 : Etude détaillée des risques

L'étude détaillée des risques consiste en un examen approfondi des scénarios associées aux phénomènes dangereux susceptibles de conduire à un accident majeur, identifiés à l'issue de l'analyse préliminaire des risques (étape 4) et de conclure sur le niveau de risques sur le site.

Pour cette étape, l'utilisation de méthodes arborescentes, comme les arbres des défaillances et/ou les arbres d'évènements, et ainsi le "nœud papillon", peuvent permettre de mieux décrire et de comprendre les scénarios et les phénomènes dangereux associés mais aussi d'apporter des éléments de démonstration précieux concernant la maîtrise des risques.

La figure ci-après donne un modèle simplifié du "nœud papillon" utilisé à l'INERIS.

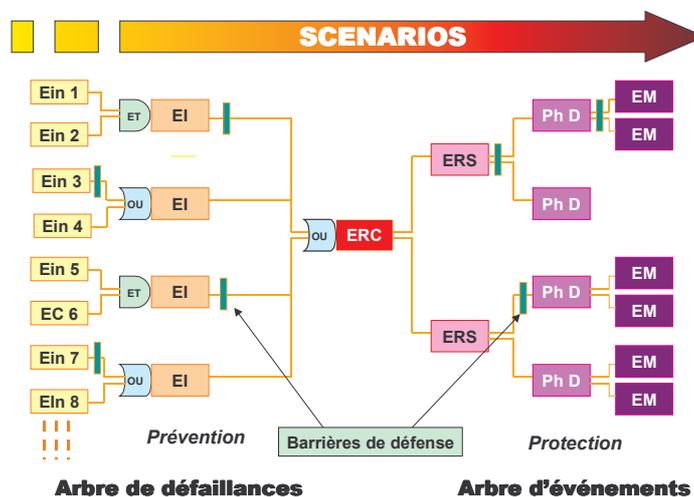


Figure 7 : Représentation de scénarios d'accident selon le modèle du "nœud papillon"

Désignation	Signification	Définition	Exemples
Ein	Evènement Indésirable	Dérive ou défaillance sortant du cadre des conditions d'exploitation usuelles définies.	Le surremplissage ou un départ d'incendie à proximité d'un équipement dangereux peuvent être des évènements indésirables

Désignation	Signification	Définition	Exemples
<i>EC</i>	<i>Evènement Courant</i>	<i>Evènement admis survenant de façon récurrente dans la vie d'une installation.</i>	<i>Les actions de test, de maintenance ou la fatigue d'équipements sont généralement des évènements courants.</i>
<i>EI</i>	<i>Evènement Initiateur</i>	<i>Cause directe d'une perte de confinement ou d'intégrité physique.</i>	<i>La corrosion, l'érosion, les agressions mécaniques, une montée en pression sont généralement des évènements initiateurs</i>
<i>ERC</i>	<i>Evènement Redouté Central</i>	<i>Perte de confinement sur un équipement dangereux ou perte d'intégrité physique d'une substance dangereuse</i>	<i>Rupture, Brèche, Ruine ou Décomposition d'une substance dangereuse dans le cas d'une perte d'intégrité physique</i>
<i>ERS</i>	<i>Evènement Redouté Secondaire</i>	<i>Conséquence directe de l'évènement redouté central, l'évènement redouté secondaire caractérise le terme source de l'accident</i>	<i>Formation d'une flaque ou d'un nuage lors d'un rejet d'une substance diphasique</i>
<i>Ph D</i>	<i>Phénomène Dangereux</i>	<i>Phénomène physique pouvant engendrer des dommages majeurs</i>	<i>Incendie, Explosion, Dispersion d'un nuage toxique</i>
<i>EM</i>	<i>Effets Majeurs</i>	<i>Dommages occasionnés au niveau des cibles (personnes, environnement ou biens) par les effets d'un phénomène dangereux</i>	<i>Effets létaux ou irréversibles sur la population Synergies d'accident</i>
<i>Barrières ou Mesures de Prévention</i>		<i>Barrières ou mesures visant à prévenir la perte de confinement ou d'intégrité physique</i>	<i>Peinture anti-corrosion, Coupure automatique des opérations de dépotage sur détection d'un niveau très haut...</i>
<i>Barrières ou Mesures de Protection</i>		<i>Barrières ou mesures visant à limite les conséquences de la perte de confinement ou d'intégrité physique</i>	<i>Vannes de sectionnement automatiques asservies à une détection (gaz, pression, débit), Moyens d'intervention...</i>

Tableau 10 : Légende des évènements figurant sur le modèle de "nœud papillon"

Un exemple de nœud papillon pour l'inflammation d'un stockage de papier est donné ci-dessous :

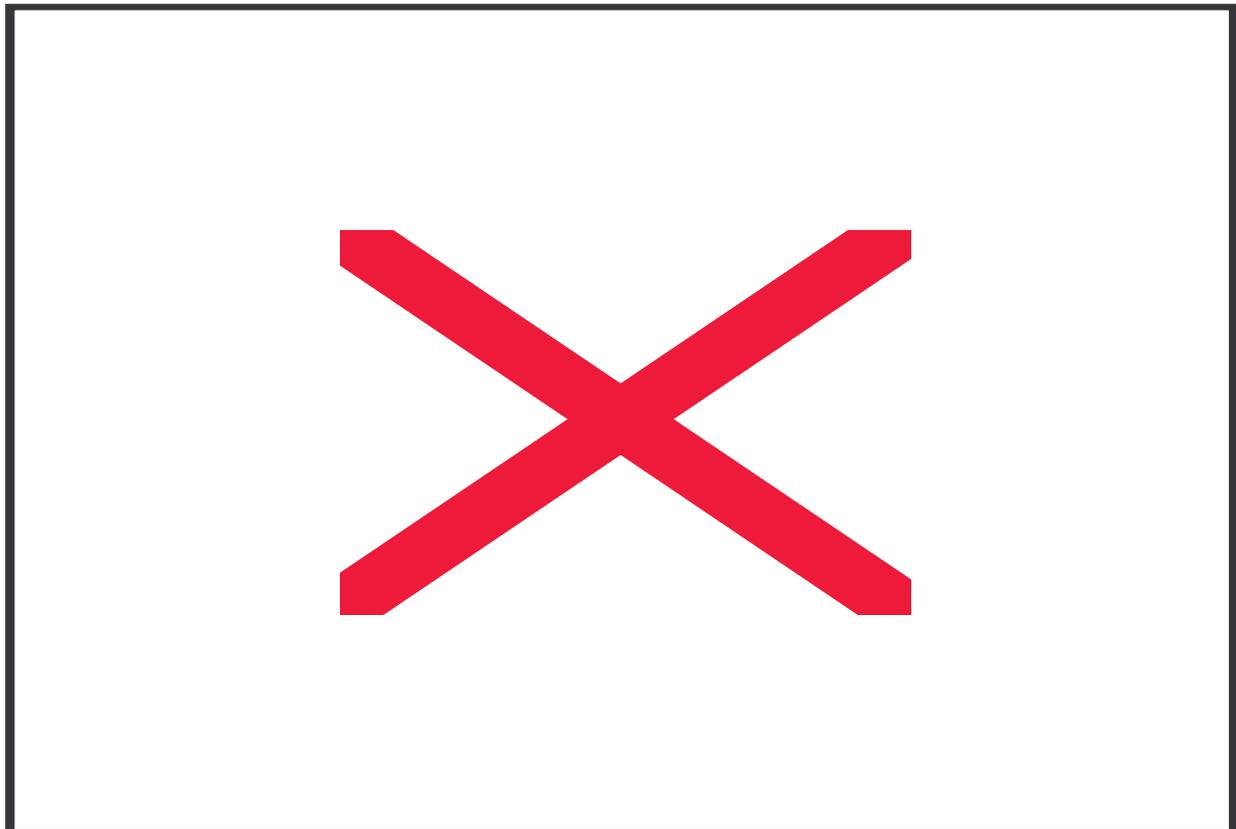


Figure 8 : Exemple de nœud papillon pour l'inflammation d'un stockage de papier

Cette représentation en nœud papillon va permettre notamment de réaliser l'agrégation des différents scénarios conduisant au même phénomène dangereux, pour en évaluer la fréquence d'occurrence.

4.6.3 Performance des barrières de sécurité

La méthode INERIS pour l'évaluation de la performance des barrières de sécurité techniques, humaines et organisationnelles (approche semi-quantitative pour la caractérisation de la probabilité des scénarios, et ainsi des phénomènes dangereux) est explicitée en détail en annexe D du présent rapport.

Le lecteur pourra également se reporter aux rapports INERIS sur l'évaluation des barrières de sécurité techniques [12] et [13].

La méthode consiste en :

- l'évaluation de la performance des fonctions de sécurité,
- l'évaluation de la performance des barrières techniques et organisationnelles, selon les quatre critères suivants :
 - l'indépendance par rapport à la cause et par rapport aux autres barrières,
 - l'efficacité (ou capacité de réalisation),
 - le temps de réponse,
 - le niveau de confiance (NC).

Un exemple d'évaluation du niveau de confiance d'un système de sprinklage conventionnel équipant un bâtiment de stockage est donné en annexe D.

4.6.4 Analyse des risques associés aux installations d'un site papetier

Pour le site papetier, les principaux ensembles d'installations à analyser sont donnés au paragraphe 2.2 du présent rapport.

L'analyse des risques associés aux installations d'un site papetier, présentée dans ce paragraphe, a été établie sur la base d'études de dangers déjà réalisées par l'INERIS et n'a pas fait l'objet d'une mise en œuvre d'un outil systématique d'analyse de risques en groupe de travail.

Des nœuds papillons ont été établis par l'INERIS sur la base de son expérience et des études de dangers papeterie déjà réalisées. Ils n'ont pas fait l'objet d'une réflexion approfondie en groupe de travail avec la profession. Ils ne peuvent donc pas être considérés comme exhaustifs et applicables à toutes les installations. Ces nœuds papillons donnent notamment des barrières de sécurité possibles, mais l'intérêt de leur mise en place doit être évalué au cas par cas.

Néanmoins, ils peuvent être une aide pour l'exploitant papetier qui réalise une étude de dangers, et permettent surtout d'illustrer la démarche Étude de dangers proposée par l'INERIS.

4.6.4.1 Risques associés aux stockages de bois, écorces et copeaux

Le risque principal identifié est le risque d'incendie dans les stockages de rondins de bois, d'écorces et de copeaux.

Les bandes transporteuses peuvent être également le siège d'incendie, ainsi que les wagons et/ou camions de transport de bois.

Les causes d'un tel incendie peuvent être les suivantes :

- travaux par point chaud,
- engin de manutention,
- corps chaud (écorces ou copeaux encore chauds...),
- mélange avec des produits incompatibles (ex : comburants),
- agressions externes (foudre, rayonnement thermique par effet domino...),

- auto-échauffement (pour les stockages d'écorces et copeaux) (voir plus de détail sur le mécanisme en annexe A du rapport)
- malveillance...

Les incendies de bois en rondins sont considérés comme des feux de bois bien ventilés. Néanmoins, la taille des rondins ne favorise pas une combustion rapide et ce d'autant plus que le taux d'humidité (environ 50 %) est généralement important pour ces stockages. Les incendies d'écorces et de copeaux sont des feux couvants, avec braises incandescentes. Des données concernant cette problématique incendie du bois sont regroupées en annexe F du présent rapport.

Les écorces et les copeaux sont généralement assez gros pour ne pas former de nuage explosible. Toutefois, on peut observer de fines poussières qui peuvent s'accumuler par terre, autour des stockages extérieurs ou dans les stockages en silos.

La mise en suspension, suivie d'une inflammation de ces poussières conduirait à un flash sans effet de pression pour les stockages extérieurs (pas de confinement) ou à une explosion pour les stockages en silos.

La fermentation aérobie des copeaux et écorces est également possible dans le cas où ces derniers ne sont pas déplacés pendant plusieurs semaines.

Des informations plus précises concernant le comportement des poussières de bois vis-à-vis des phénomènes d'explosion, d'auto-échauffement et de fermentation sont données en annexe A du présent rapport. Pour plus de détails sur le phénomène d'auto-échauffement, il est possible également de se reporter au rapport "Connaissance des phénomènes d'auto-échauffement des solides combustibles" (Ω -11) , rédigé par l'INERIS en février 2005. [14].

Le lecteur pourra se reporter à l'annexe E du présent rapport, où des nœuds-papillons ont été réalisés pour les événements redoutés suivants :

- Inflammation du stockage de rondins de bois,
- Inflammation du stockage de copeaux ou d'écorces,
- Inflammation d'un nuage de poussières de bois.

4.6.4.2 Risques associés aux stockages de pâte à papier et de papiers / cartons

Le risque principal associé à ces stockages est l'incendie.

Les principales sources d'inflammation possibles sont les suivantes :

- cigarette
- travail par point chaud
- engin de manutention
- matériel électrique
- mélange avec des produits incompatibles (ex : combustibles)
- fermentation
- agressions externes (foudre, rayonnement thermique par effet domino)

Les caractéristiques des incendies des stockages de pâte à papier, de papiers / cartons, de papiers à recycler, stockés en balles ou bobines, en intérieur ou en extérieur, sont données en annexe F du présent rapport.

Le risque d'incendie est également à considérer pour :

- la machine à papier (partie sécherie),
- les poussières de papier en fabrication,
- les stockages d'emballages en plastiques,
- les stockages de palettes en bois.

Le lecteur pourra se reporter en annexe E du présent rapport pour les nœuds papillons relatifs à l'inflammation du stockage de papier :

- intérieur, bobines, papiers légers ou tissue,
- intérieur, bobines, autres papiers,
- extérieur, balles, papier à recycler.

4.6.4.3 Risques associés à la chaudière de récupération et aux autres chaudières

La régénération de liqueur noire présente :

- un risque d'explosion consécutif à la mise en contact d'eau avec le salin ou d'une poche de CO dans la chambre,
- un risque de pollution atmosphérique par les gaz malodorants qui y sont acheminés pour y être incinérés.

Le lecteur pourra se reporter à l'annexe E du présent rapport pour le nœud papillon associé à l'explosion de la chaudière de récupération.

Les risques associés aux autres chaudières sont liés :

- à l'utilisation de gaz inflammable tel que le gaz naturel par exemple : rupture de canalisation ou fuite formant une atmosphère explosible, explosion dans la chambre de combustion,
- au risque de dénoyage de chaudière, pouvant provoquer une explosion.

4.6.4.4 Risques associés à la fabrication et au stockage de dioxyde de chlore

Les principaux évènements redoutés sur la fabrication et le stockage de dioxyde de chlore sont les suivants :

- ruine du réacteur de fabrication de dioxyde de chlore
- ruine du réservoir de stockage de dioxyde de chlore
- fuite sur les tuyauteries de transfert de dioxyde de chlore (alimentation des bacs de stockage à partir de la fabrication, utilisation à l'opération de blanchiment)

Le lecteur pourra se reporter à l'annexe E du présent rapport pour les nœuds papillons des 2 premiers évènements redoutés précédemment cités.

Les causes possibles pour la perte de confinement du réacteur de fabrication de dioxyde de chlore sont les suivantes :

- érosion / corrosion
- vibrations
- équipement défectueux
- surpression interne
 - surremplissage (erreur opératoire, défaut de régulation de niveau)
 - surpression en amont, à l'introduction des réactifs
 - expansion thermique
 - emballement de réaction
- agression externe
 - choc (travaux à proximité...)
 - effets domino (surpression, missiles)

On peut noter également que des explosions peuvent avoir lieu lors de la vidange d'un réacteur de dioxyde de chlore et de l'opération de rinçage des conduites (voir l'accident n°19261 du 20/11/200 à Tarascon, détails en annexe B). Dans ce cas précis, du méthanol poussé dans le réacteur est entré en contact avec un reliquat de chlorate de sodium. Le dioxyde de chlore formé s'est décomposé de façon exothermique en donnant lieu à une augmentation importante et quasi-instantanée du volume gazeux à l'origine des explosions.

Les causes possibles pour la perte de confinement du réservoir de stockage ou des tuyauteries sont les suivantes :

- érosion / corrosion
- vibrations
- équipement défectueux
- surpression interne
 - surremplissage
 - surpression en amont à la fabrication
 - décomposition du dioxyde de chlore (exposition aux UV ou couple température / concentration trop élevé)
- agression externe

- choc (véhicule, travaux à proximité...)
- effets domino (surpression, missiles)

Les conséquences sont un déversement liquide, suivi de l'évaporation de la flaque formée et de la dispersion d'un nuage de dioxyde de chlore. La ruine des équipements peut s'accompagner également de projections de fragments.

4.6.4.5 Risques associés au stockage de chlorate de sodium

Le chlorate de sodium est stocké exclusivement en solution, ce qui permet de limiter les risques par rapport au chlorate de sodium pur en cristaux.

Le danger existe lorsque :

- le chlorate est mélangé intimement à des combustibles,
- des impuretés sont présentes (acides, sulfures, rouille...),
- le chlorate est exposé à un important échauffement (incendie par exemple).

C'est au moment du dépotage où le risque est le plus important, avant la dissolution du chlorate de sodium dans l'eau.

Le véhicule de livraison contenant le chlorate de sodium pur présente le potentiel de danger le plus élevé.

Dans le cas d'une livraison par wagon, les causes possibles d'une explosion du chargement peuvent être les suivantes : effets domino (incendie à proximité par exemple), malveillance...

Dans le cas d'une livraison par camion, c'est celui-ci qui peut constituer la seule source de combustible (pneus et carburant). En cas de départ d'incendie sur le camion (freins chauds par exemple), l'effet de la montée en température pourrait déclencher la décomposition du chlorate de sodium, et ainsi provoquer l'explosion du chargement. Le lecteur pourra se reporter à l'annexe E pour le nœud papillon correspondant à l'explosion du camion de chlorate de sodium.

Pour le cuvier de dissolution, un mélange incompatible dans ce dernier suite à une erreur humaine (véhicule souillé ou mauvais chargement) pourrait conduire notamment à une décomposition susceptible d'entraîner une explosion.

De plus, il peut se produire une fuite au niveau des réservoirs, équipements et tuyauteries contenant du chlorate de sodium en solution. Le lecteur pourra se reporter à l'annexe E du présent rapport pour le nœud papillon correspondant à cet événement redouté.

4.6.4.6 Risques associés au stockage de méthanol

Les principaux évènements redoutés pour le stockage de méthanol sont les suivants :

- fuite sur le réservoir de méthanol (voir nœud papillon en annexe E du présent rapport)
- fuite sur les canalisations
- fuite lors de l'opération de dépotage
- présence d'un mélange inflammable dans le ciel du réservoir

Les causes possibles de fuite sont les suivantes : corrosion, surpression interne, défaut d'étanchéité, agressions externes, équipement défectueux...

Les conséquences possibles, en cas d'inflammation, sont les suivantes :

- incendie de méthanol dans la cuvette de rétention ou la zone de dépotage
- explosion du ciel gazeux du stockage

4.6.4.7 Risques associés aux autres stockages

- *Stockages de fioul*

Pour les stockages de fioul (fioul lourd ou fioul domestique), il faut considérer le risque de déversement, soit par rupture d'un réservoir, soit par rupture d'une canalisation, soit suite à un problème lors du dépotage.

Le phénomène d'éclatement de bac doit être retenu. Il concerne un réservoir vide, mal dégazé, ou plus généralement, un stockage dans lequel un mélange explosible a pu se former.

Les stockages peuvent également être le siège de Boil-over.

- *Stockage d'amidon*

Le risque principal est lié à l'explosion (ou au flash) de poussières.

- *Stockage de peroxyde d'hydrogène (50 %)*

Les deux risques principaux de ce stockage sont l'explosion et la pollution suite à un déversement du produit.

Concernant les installations mettant en œuvre des peroxydes organiques, le lecteur pourra se reporter aux travaux du Groupe de Travail National Engrais et Peroxydes organiques.

- *Stockage de chlore*

Pour les sites utilisant du chlore pour le blanchiment, le risque principal est la dispersion d'un nuage toxique de chlore, consécutive à une fuite (ouverture de soupape, rupture de canalisation, ruine de réservoir, fuite lors de l'opération de dépotage...).

Concernant les installations mettant en œuvre du chlore, le lecteur pourra se reporter aux travaux du Groupe de Travail National Chlore.

- *Stockage d'ammoniac (traitement des eaux)*

Le risque principal est la dispersion d'un nuage toxique d'ammoniac, consécutive à une fuite (ouverture de soupape, rupture de canalisation, ruine de réservoir, fuite lors de l'opération de dépotage...).

Concernant les installations mettant en œuvre de l'ammoniac, le lecteur pourra se reporter aux travaux du Groupe de Travail National Ammoniac.

- *Autres stockages*

Le risque principal associé aux stockages de produits tels que l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique, l'acide phosphorique, la soude, l'hypochlorite de sodium, l'urée, les liqueurs noires, vertes et blanches... est le déversement, avec risque de pollution du milieu naturel.

On peut également noter le risque de réaction entre produits incompatibles (erreur lors du dépotage, mise en contact des produits suite à une fuite sur les contenants...).

4.6.4.8 Risques associés aux activités annexes

- *Risques liés au transfert de produits*

Les transferts de produits constituent un danger potentiel de perte de confinement, notamment au niveau des pompes et des canalisations. Les fuites peuvent prendre plusieurs formes : : fuite sur bride, fissures localisées, rupture guillotine...

Les principales avaries rencontrées se traduisent généralement par des fuites plus ou moins importantes selon l'origine

- Vibrations : Les vibrations permanentes ou bien intermittentes agissent sur la tuyauterie et la fragilisent. Elles peuvent trouver leurs origines lors d'un fonctionnement occasionnel comme c'est le cas pour les soupapes qui peuvent se rompre si le débit à évacuer est trop important.
- L'emprisonnement de liquide suivi d'un réchauffement : Si des tronçons sont isolables, l'emprisonnement de liquide à bas point d'ébullition, suivi d'un réchauffement, peut entraîner une montée en pression pouvant aller jusqu'à la rupture de la canalisation elle-même ou d'un raccordement.
- Coups de bélier : Il faut se préserver de vitesses de fonctionnement trop grandes qui favorisent le phénomène de coup de bélier.
- Corrosion
- Choc

- *Risques associés au réseau d'égout et de traitement des effluents*

Ce réseau conçu pour permettre de récupérer la majorité des problèmes de déversements d'effluents liquides potentiellement polluants ou générateurs d'incompatibilités chimiques (mélanges acides / bases), avant traitement.

En cas de déversement massif de produits (produits chimiques stockés, eaux d'extinction incendie), le réseau pourrait être saturé, d'où un risque de pollution du milieu naturel, s'il n'y a pas de moyens de rétention adaptés.

Un dysfonctionnement de la station de traitement des effluents du site papetier peut également entraîner une pollution du milieu naturel (eaux superficielles not

- *Risques associés aux locaux de charge de batteries*

Les installations de charge des batteries des engins de manutention présentent des risques de déversement de l'électrolyte acide et de dégagement d'hydrogène suite à une réaction de l'électrolyte sur des parties métalliques.

Néanmoins, si ces locaux de charge sont munis d'une ventilation et que le sol est revêtu d'un enduit réputé anti-acide, ces installations ne présentent pas de danger particulier.

- *Risques liés aux transformateurs*

Les phénomènes dangereux associés aux transformateurs peuvent être les suivants :

- Incendie du produit (PCB ou huile) contenu dans le transformateur, avec émission de fumées d'incendie toxiques en fonction du produit impliqué,
- Pollution suite à un déversement du produit (PCB ou huile) contenu dans le transformateur, avec atteinte plus ou moins importante du milieu naturel en fonction du produit impliqué et de la vulnérabilité de l'environnement.

- *Risques liés aux phases de travaux et de maintenance*

Lors de travaux, pouvant quelquefois faire intervenir des entreprises extérieures, les opérations susceptibles d'être réalisées peuvent constituer des sources de risques supplémentaires.

- *Risques liés à la circulation interne*

Des risques de collision entre véhicules peuvent survenir lors de la circulation des chariots, des véhicules personnels et des véhicules de livraisons, en particulier à proximité des aires de dépotage et des quais de réception et d'expédition. Un tel événement conduirait au déversement de produit au sol. De plus, les travaux faisant appel à des engins de travaux publics ou à des engins de levage augmentent la probabilité d'occurrence d'un tel accident.

4.7 CARACTERISATION DES DIFFERENTS ACCIDENTS MAJEURS POTENTIELS

4.7.1 Caractérisation de l'intensité des effets des phénomènes dangereux

4.7.1.1 Hypothèses retenues pour la caractérisation de l'intensité des effets

Afin de quantifier l'intensité des effets des phénomènes dangereux, il convient de définir :

- les **conditions d'occurrence** de chacun des phénomènes dangereux étudiés

Il s'agit de déterminer le terme source en définissant la taille de brèche, la température et la pression du produit...

Les conditions d'occurrence sont directement liées aux séquences d'évènements envisagés lors de l'analyse de risques.

- les **conditions liées à l'environnement**

Il s'agit ici d'hypothèses comme les conditions météorologiques, la géométrie et l'encombrement de la zone de rejet...

Il est primordial de veiller à justifier du choix des différents paramètres en fonction de la réalité du contexte d'implantation

Pour ce qui concerne la problématique incendie, notamment pour les stockages de bois, pâtes à papiers, papiers à recycler et papiers / cartons, l'INERIS a réalisé une recherche bibliographique pour déterminer les ordres de grandeurs relatifs aux développements et aux effets des incendies de produits cellulosiques. Les résultats sont donnés en annexe F du présent rapport.

Il est à noter qu'aucune information n'a été obtenue concernant la pâte à papier.

4.7.1.2 Seuils d'effets sur l'homme et l'environnement

L'estimation de l'intensité des effets des phénomènes dangereux s'appuie sur l'utilisation de 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.

L'annexe 2 de l'arrêté du 29 septembre 2005 spécifie les valeurs de référence de seuils d'effets des phénomènes dangereux pouvant survenir dans des installations classées.

Pour caractériser l'intensité des effets des phénomènes dangereux sur l'homme, l'étude de dangers doit donner les distances limites en deçà desquelles pourraient être observés :

- les effets irréversibles ou dangers significatifs sur le vie humaine,
- les premiers effets létaux ou dangers graves pour la vie humaine,
- les effets létaux significatifs ou dangers très graves pour la vie humaine.

Ces seuils sont rappelés dans le tableau suivant :

Type d'effets	Effets létaux significatifs ou dangers très graves pour la vie humaine	Premiers effets létaux ou dangers graves pour la vie humaine	Effets irréversibles ou dangers significatifs pour la vie humaine
Effets thermiques prolongés (au delà de 2 minutes d'exposition)	Flux radiatifs de 8 kW/m ²	Flux radiatif de 5 kW/m ²	Flux radiatifs de 3 kW/m ²
Effets thermiques brefs de type boule de feu (moins de 2 minutes d'exposition)	Dose thermique de 1 800 (kW/m ²) ^{4/3} .s	Dose thermique de 1 000 (kW/m ²) ^{4/3} .s	Dose thermique de 600 (kW/m ²) ^{4/3} .s
Effets toxiques	CL 5 %	CL 1 %	SEI
Effets de surpression	Surpression de 200 mbar	Surpression de 140 mbar	Surpression de 50 mbar Surpression de 20 mbar (effets indirects par bris de vitre)

Tableau 11 : Valeurs de référence de seuils d'effets sur l'homme

Compte tenu des dispersions de modélisations pour les faibles surpressions, il peut être adopté pour la surpression de 20 mbar une distance d'effets égale à deux fois la distance d'effets obtenue pour une surpression de 50 mbar.

Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence, compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, la délimitation s'appuiera sur une analyse au cas par cas.

Pour identifier les effets sur les structures (dont les effets domino), les valeurs de référence sont les suivantes :

- Effets de surpression

- seuil des destructions significatives de vitres : 20 mbar

Compte tenu des dispersions de modélisations pour les faibles surpressions, il peut être adopté pour la surpression de 20 mbar une distance d'effets égale à deux fois la distance d'effets obtenue pour une surpression de 50 mbar.

- seuil des dégâts légers sur les structures : 50 mbar
- seuil des dégâts graves sur les structures : 140 mbar
- seuil des effets domino : 200 mbar

Il s'agit du seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés ; une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

- seuil des dégâts très graves sur les structures : 300 mbar

- Effets thermiques

- seuil des destructions de vitres significatives : 5 kW/m²
- seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures : 8 kW/m²

(seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés ; une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés)

- seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton : 16 kW/m²
- seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton : 20 kW/m²
- seuil de ruine du béton en quelques dizaines : 200 kW/m²

- Effets missiles

Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence, compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, la délimitation s'appuiera sur une analyse au cas par cas.

4.7.1.3 Phénomènes dangereux et outils de calcul

L'estimation de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux passe par l'utilisation d'outils de calcul.

Il existe de nombreux outils, qui sont plus ou moins adaptés à des problématiques particulières, avec des domaines de validité plus ou moins étendus.

En règle générale, il faut employer l'outil le plus adapté aux phénomènes à traiter et à l'environnement du site tout en veillant à trouver un compromis raisonnable entre complexité et temps de calcul d'une part et précision nécessaire et suffisante d'autre part.

Pour plus de précisions sur les phénomènes accidentels et les outils permettant d'en évaluer les effets, le lecteur pourra se reporter aux différents documents rédigés par l'INERIS :

- Ω -2 : Feux de nappe [15]
- Ω -5 : Le BLEVE, Phénoménologie et modélisation des effets thermiques [16]
- Ω -8 : Feu torche [17]
- Ω -12 : Dispersion atmosphérique (mécanismes et outils de calcul) [18]
- Ω -13 : Boil-over [19]
- Ω -15 : Les éclatements de réservoirs, Phénoménologie et modélisation des effets [20]
- Guide des méthodes d'évaluation des effets d'une explosion de gaz à l'air libre [21]

A titre d'exemples, à la demande du GT papeterie, l'INERIS a évalué l'intensité des effets des phénomènes dangereux suivants :

- Incendie d'un îlot de stockage de bois (extérieur) (paragraphe 4.7.1.4),
- Incendie d'un îlot de stockage de papier (extérieur) (paragraphe 4.7.1.4),
- Explosion d'un silo d'écorces, (paragraphe 4.7.1.5),
- Explosion d'un camion de chlorate de sodium (paragraphe 4.7.1.6),
- Dispersion d'un nuage de dioxyde de chlore (paragraphe 4.7.1.7).

Avertissement : Les résultats de ces modélisations ont été établis pour des échantillons représentatifs de quelques installations . Ils ne sont en aucun cas reproductibles à l'ensemble des installations du même type dans l'industrie papetière. La caractérisation en intensité des effets des phénomènes dangereux doit être faite au cas par cas, dans les études de dangers.

4.7.1.4 Modélisation des effets thermiques radiatifs induits par un incendie

4.7.1.4.1 Hypothèses et outils de calculs

Afin d'estimer ces distances d'effets thermiques liées au rayonnement des incendies considérés, l'INERIS a utilisé le logiciel FNAP (logiciel développé en interne à l'INERIS).

Les principes mis en œuvre dans ce modèle sont présentés dans le rapport intitulé « FEUX DE NAPPE », référencé INERIS-DRA-2002-25427feu-nappe_v2.doc et visible sur le site Internet de l'INERIS.

L'INERIS souligne que considérer uniquement les effets associés au rayonnement de la flamme se justifie dès lors que la cible est éloignée du foyer de l'incendie. Le rayonnement thermique est en effet le mode de transfert de la chaleur privilégié à partir d'une certaine distance du foyer. En revanche, il est à noter que les résultats donnés en terme d'effets thermiques radiatifs sont généralement peu pertinents dans l'environnement immédiat de la flamme, pour lequel les effets liés au mode de transfert convectif ne peuvent être négligés.

Concernant l'ensemble des phénomènes dangereux numérotés de 1 à 4 (incendies de papier), la vitesse de combustion a été choisie égale à $0,048 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$, valeur donnée pour du carton (réf. ANPI). L'émittance retenue est de 15 kW/m^2 , valeur obtenue lors d'essais réalisés à l'INERIS sur des balles de papier à recycler de Smurfit Socar (Papeteries de la Seine).

Pour les phénomènes dangereux 5 à 8 (incendies de bois), la vitesse de combustion a été choisie égale à $0,007 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$, et l'émittance retenue est de 20 kW/m^2 . En effet, selon l'expérience de l'INERIS, l'humidité du bois stocké sur les sites papetiers (humidité 50 %) a une influence sur la cinétique et également sur la puissance libérée au maximum de l'incendie.

La hauteur de flamme est déterminée à l'aide du logiciel par les corrélations empiriques de Thomas.

Enfin, l'atténuation atmosphérique du rayonnement due à l'humidité relative de l'air est établie par la corrélation de Brustowski et Sommer en prenant une humidité relative de 70 %, pour une température de 20°C .

Les distances d'effets associées à la létalité 1 % et 5 % et à l'apparition d'effets irréversibles sont calculées pour une cible placée à 1,5 m du sol ce qui correspond environ à la hauteur d'un homme.

Aucun écran thermique (murs, talus...) n'a été pris en compte pour la modélisation.

Le tableau suivant résume toutes les hypothèses prises par l'INERIS pour chacun des phénomènes dangereux afin d'effectuer les calculs de distances d'effets.

N°	Désignation	Dimension (L*I*h) (m)	Débit de combustion (kg/m ² s)	Emittance (kW/m ²)	Hauteur de flamme (m)
1	Incendie de balles de papier/ cartons (pas de bois, ni de plastiques) en stockage extérieur	15*15*6	0,048	15	19
2		25*25*6			26
3		50*50*6			45
4		60*30*6			38
5	Incendie de rondins de bois en stockage extérieur (humidité 50 %)	150*100*4	0,007	20	25
6		200*150*4			32
7		80*26*5			12
8		40*26*5			10

Tableau 12 : Hypothèses retenues par l'INERIS pour les modélisations des effets thermiques de chaque phénomène dangereux

4.7.1.4.2 Résultats

Le tableau ci-après présente les distances d'effets thermiques susceptibles d'être observées par une cible humaine et associées à chacun des phénomènes dangereux étudiés.

N°	Désignation	Seuil d'effets	Distances d'effets (m)	
			Longueur	Largeur
1	Incendie de balles de papier/ cartons (pas de bois, ni de plastiques) en stockage extérieur	3 kW/m ²	14	
		5 kW/m ²	NP*	
		8 kW/m ²	NP	
2		3 kW/m ²	20	
		5 kW/m ²	12	
		8 kW/m ²	NP	
3		3 kW/m ²	37	
		5 kW/m ²	20	
		8 kW/m ²	NP	
4		3 kW/m ²	38	25
		5 kW/m ²	21	14
		8 kW/m ²	NP	NP
5	3 kW/m ²	52	48	
	5 kW/m ²	32	29	
	8 kW/m ²	14	14	
6	3 kW/m ²	66	63	
	5 kW/m ²	40	38	
	8 kW/m ²	17	16	
7	3 kW/m ²	27	19	
	5 kW/m ²	16	13	
	8 kW/m ²	NP	NP	
8	3 kW/m ²	20	18	
	5 kW/m ²	13	12	
	8 kW/m ²	NP	NP	

* NP : Lorsque la distance est inférieure à 10 m, elle est considérée comme non pertinente.

Tableau 13 : Distances d'effets thermiques associées aux différents scénarios traités pour une cible humaine

Il est à noter que pour les seuils de 16 et 20 KW/m², les effets thermiques sont non atteints.

Les distances ont été déterminées à partir du bord des flammes sur la médiatrice de chacune des faces considérées. L'INERIS rappelle que le fait de se placer sur la médiatrice revient à calculer les distances maximales enveloppes correspondant aux flux radiatifs critiques.

Il est à noter les distances d'effets thermiques déterminées ici sont associées à des configurations et hypothèses de calculs précises pour les îlots de stockage de bois ou de papiers/cartons.

Les résultats peuvent notamment varier en fonction des principaux paramètres suivants :

- la nature du bois,
- la compacité du bois en lui-même,
- le grammage du papier et sa forme (balles, bobines, ramettes...),
- le taux d'humidité dans le bois et le papier,
- la configuration du stockage...

4.7.1.5 Modélisation des effets d'une explosion de silo d'écorces de bois

4.7.1.5.1 Hypothèses et outils de calculs

Pour la modélisation, un silo de 100 m³ (diamètre 3 m et hauteur 10 m), en acier, de forme cylindrique, a été considéré.

Deux cas ont été envisagés :

- l'éclatement du silo non protégé (cas 1),
- l'éclatement du silo protégé avec un évent de 2,4 m² (cas 2).

Les méthodes employées sont celles décrites dans le Guide de l'état de l'art sur les silos [22].

4.7.1.5.2 Résultats obtenus

Les résultats obtenus sont les suivants :

	Pression d'explosion (en bar)	Distances aux seuils de surpression (en m)				
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar	300 mbar
Cas 1	6	170	85	35	30	10
Cas 2	1	94	47	20	15	6

Tableau 14 : Distances d'effets de surpression associées à l'explosion d'un silo d'écorces de bois

Dans le cas du silo protégé par un évent, les distances d'effets sont considérées comme des distances hémisphériques à prendre à partir du point de départ de l'explosion et sont corrigées de manière à obtenir des distances rapportées au sol.

4.7.1.6 Modélisation des effets d'une explosion d'un camion de chlorate de sodium

4.7.1.6.1 Hypothèses et outils de calculs

Pour le calcul, on considère un chargement de 25 tonnes de chlorate de sodium sec, dans le camion avant le dépotage.

Pour déterminer les effets d'une explosion d'un tel produit, le modèle de l'équivalent TNT a été retenu.

On définit l'équivalent TNT d'un produit comme la masse de TNT (TriNitroToluène) dont l'explosion provoque le même champ de surpression que l'explosion d'un kilogramme de ce produit. Il peut être considéré comme le rapport entre ces deux masses, et s'exprime alors en pourcentage de la masse du produit considéré.

Les hypothèses suivantes sont retenues :

- un équivalent TNT de l'ordre de 3,75 % pour le chlorate de sodium pur,
- un équivalent TNT de l'ordre de 100 % pour le chlorate de sodium mélangé à une matière organique.

Les surpressions engendrées par la détonation d'une masse de TNT sont données par l'abaque TM5-1300 (A. Lannoy, Analyse des explosions air-hydrocarbures en milieu libre, EDF, Bulletin de la direction des études et recherches, 1984).

4.7.1.6.2 Résultats obtenus

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau suivant :

N°	Produit concerné	Masse concernée (en kg)	Masse TNT équivalente (en kg)	Distances aux seuils de surpression (en m)				
				20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar	300 mbar
1	Chlorate de sodium pur	25 000	938	490	245	110	80	60
2	Chlorate de sodium mélangé à une matière organique	25 000	25 000	1460	730	320	235	175

Tableau 15 : Distances d'effets de surpression associées à l'explosion de chlorate de sodium

4.7.1.7 Dispersion d'un nuage de dioxyde de chlore

4.7.1.7.1 Hypothèses et outils de calculs

A titre d'exemple, l'INERIS a choisi de modéliser les effets d'une dispersion d'un nuage de dioxyde de chlore pour le cas suivant : Emission à l'atmosphère d'une solution aqueuse de dioxyde de chlore à 9 g/l à une température de 10 °C sortant par une canalisation de 150 mm de diamètre à un débit imposé de 30 kg/s.

Le rejet est supposé perdurer pendant 2 min ou 10 min. La longueur de la canalisation est prise égale à 30 m.

Les caractéristiques des rejets du mélange dioxyde de chlore-eau et la dispersion atmosphérique du nuage toxique ont été calculées au moyen du logiciel PHAST dans sa version 6.4.

4.7.1.7.2 Résultats obtenus

La quasi-totalité du liquide rejeté (99,9%) retombe au sol pour ces deux scénarios. Il forme une flaque de diamètre maximal 1,4 m pour le rejet perdurant 120 s et de 3,4 m pour le rejet perdurant 600 s.

La quantité de dioxyde de chlore dans le nuage toxique ainsi formé est exclusivement issu de l'évaporation de la flaque. Or le débit d'évaporation obtenue est très faible (0,01 kg/s).

Par conséquent, la concentration de dioxyde de chlore dépasse les premiers seuils uniquement dans le périmètre de la flaque. La distance en deçà de la quelle

on peut observer des effets létaux ou irréversibles est inférieure à 20 m quelle que soit la condition météorologique retenue F3 ou D5.

Il est important de noter que toute modification des hypothèses et des outils de calculs peut entraîner des modifications importantes des distances d'effets. Ainsi, l'estimation de l'intensité de tels phénomènes dangereux doit être réalisée au cas par cas, dans le cadre de l'étude de dangers du site papetier étudié.

4.7.2 Caractérisation de la gravité des conséquences potentielles des accidents

D'après l'arrêté du 29 septembre 2005, la gravité des conséquences potentielles prévisibles des accidents sur l'homme, à l'extérieur du site, doit être évaluée.

Elle 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 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 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 est la suivante :

Niveau de gravité 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	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	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 "1 personne"

Tableau 16 : Echelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur des installations

La comptabilisation des personnes exposées dans les différentes zones d'effets est illustrée par le schéma suivant :

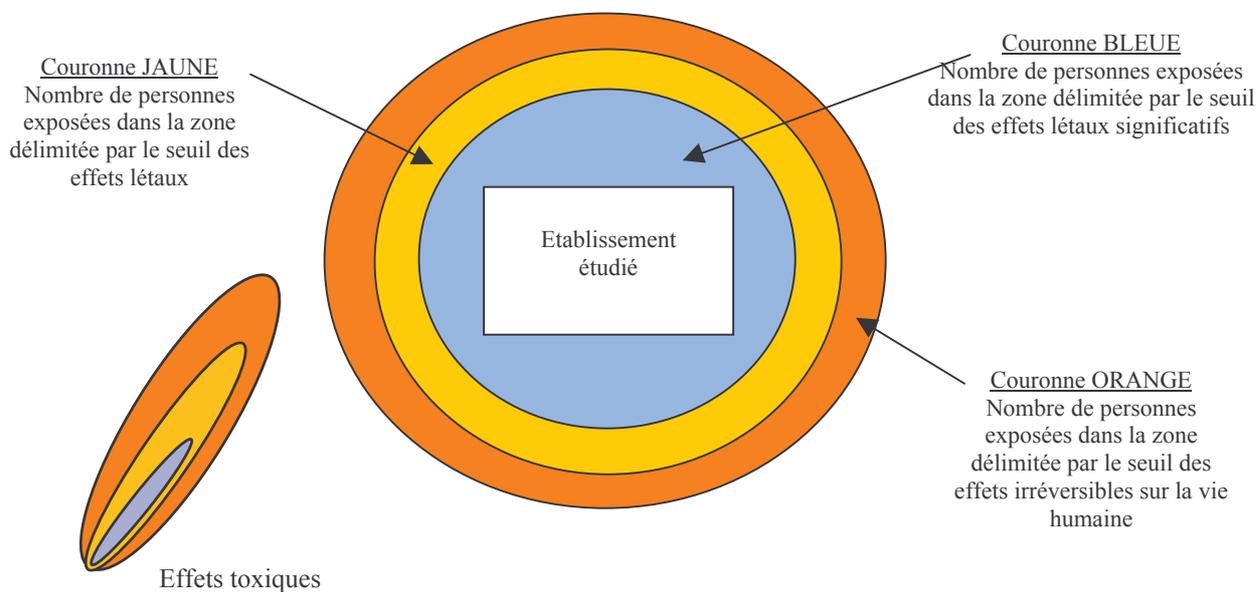


Figure 9 : Comptabilisation des personnes exposées dans les différentes zones d'effets pour apprécier la gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur des installations

Il est à noter que, pour les effets toxiques, les personnes exposées se limitent aux personnes potentiellement présentes dans le panache de dispersion toxique.

Dans le cas où les trois critères de l'échelle (effets létaux significatifs, premiers effets létaux et effets irréversibles pour la santé humaine) ne conduisent pas à la même classe de gravité, c'est la classe la plus grave qui est retenue.

Dans la pratique, la caractérisation en gravité des conséquences des accidents peut s'appuyer sur l'utilisation d'un SIG (Système d'Information Géographique).

De plus, un guide est actuellement en préparation au MEDD, qui fixera certaines règles pour la détermination des personnes exposées (distinction riverains / personne formée et entraînée sur le site industriel voisin, lieux d'occupations variables dans le temps...).

4.7.3 Caractérisation de la probabilité

Les probabilités d'occurrence des phénomènes dangereux et des accidents potentiels identifiés en analyse de risque doivent être examinées.

En première approche, la probabilité d'un accident majeur peut être assimilée à celle du phénomène dangereux associé.

La caractérisation de la probabilité doit s'appuyer sur une méthode dont la pertinence est démontrée et qui correspond le mieux à la méthode utilisée en analyse de risques.

La probabilité peut être déterminée selon trois types de méthodes : de type qualitatif, semi-quantitatif ou quantitatif. Quelle que soit la méthode employée, les phénomènes dangereux et accidents potentiels doivent être positionnés dans l'échelle de probabilité de l'arrêté du 29 septembre 2005, présentée ci-dessous :

		Classe de probabilité									
		E		D		C		B		A	
qualitative		« événement 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'années installations</i>		« événement 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>		« événement improbable » : <i>un événement similaire déjà rencontré dans le 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</i>		« événement probable » : <i>s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installations</i>		« événement courant » : <i>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</i>	
semi-qualitative		Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place									
quantitative (par unité et par an)			10 ⁻⁵		10 ⁻⁴		10 ⁻³		10 ⁻²		

Tableau 17 : Echelle d'appréciation de la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux

L'estimation de la probabilité peut s'appuyer sur la fréquence des événements initiateurs spécifiques ou génériques et sur les niveaux de confiance des mesures de maîtrise des risques agissant en prévention ou en limitation des effets.

A défaut de données fiables, disponibles et statistiquement représentatives, il peut être fait usage de banques de données internationales reconnues, de banques de données relatives à des installations ou équipements similaires mis en œuvre dans des conditions comparables, et d'avis d'experts fondés et justifiés.

Ces éléments sont confrontés au retour d'expérience relatif aux incidents ou accidents survenus sur l'installations considérée ou des installations comparables.

Pour être prises en compte dans l'estimation de la probabilité, les mesures de maîtrise des risques doivent être efficaces, avoir une cinétique de mise en œuvre en adéquation avec celle des événements à maîtriser, être testées et maintenues de façon à garantir la pérennité du positionnement précité.

L'estimation de la probabilité va pouvoir s'appuyer sur l'utilisation de méthodes arborescentes, comme les arbres des défaillances et/ou les arbres d'évènements, et ainsi le "nœud papillon", qui permettent de mieux décrire et de comprendre les scénarios et les phénomènes dangereux associés mais aussi d'apporter des éléments de démonstration précieux concernant la maîtrise des risques.

Cette représentation en nœud papillon va permettre notamment de réaliser l'agrégation des différents scénarios conduisant au même phénomène dangereux, pour en évaluer la fréquence d'occurrence.

4.7.4 Estimation de la cinétique

L'arrêté du 29 septembre 2005 fixe les règles d'évaluation et de prise en compte de la cinétique des phénomènes dangereux et accidents dans les études de dangers.

En premier lieu, l'adéquation entre la cinétique de mise en œuvre des mesures de sécurité mises en place ou prévues et la cinétique de chaque scénario pouvant mener à un accident doit être justifiée. Ce point est abordé lors de l'analyse des performances des barrières de sécurité.

En deuxième lieu, l'étude de dangers doit fournir des éléments de cinétique d'évolution des phénomènes dangereux et de propagation, et d'atteinte des cibles, afin de permettre la planification et le choix des éventuelles mesures à prendre à l'extérieur du site.

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

4.7.5 Démonstration de la maîtrise des risques

Pour les établissements soumis à l'arrêté du 10 mai 2000 modifié, les accidents potentiels susceptibles d'affecter les personnes à l'extérieur de l'établissement doivent être positionnés dans la grille recoupant probabilité et gravité, donnée ci-dessous :

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	Probabilité d'occurrence (sens croissant de E à A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré					

Tableau 18 : Grille de présentation des accidents potentiels en termes de couple probabilité-gravité des conséquences sur les personnes

Dans l'étude de dangers, l'exploitant explicite la relation avec cette grille et celles, éventuellement différentes, utilisées dans l'analyse de risques.

Pour les établissements AS qui feront l'objet d'un PPRT, est attendu un tableau de synthèse de la forme suivante :

Phénomène dangereux	Probabilité	Type d'effet	Effets très graves (SELS)	Effets graves (SEL)	Effets significatifs (SEI)	Bris de vitres	Cinétique
Incendie de la cuvette A	D	Thermique	22	57	103	-	Rapide
UVCE rupture gros piquage pied de sphère 33	E	Thermique	109	110	111	-	Rapide
UVCE rupture gros piquage pied de sphère 33	E	Surpression	-	-	130	260	Rapide
Boil-over du bac 12	E	Thermique	500	600	1 100	-	Lente
...							

Tableau 19 : Exemple de tableau de synthèse des phénomènes dangereux décrits dans l'étude de dangers

4.8 EFFETS DOMINO

L'identification préalable des potentiels de dangers et des éléments cibles permet de mettre en lumière des proximités dangereuses d'équipements ou d'installations, et ainsi la possibilité d'effets dominos à l'intérieur d'un même établissement ou entre l'établissement et les établissements voisins.

Les effets domino doivent être identifiés, étudiés lors de l'analyse de risques et faire l'objet d'une quantification le cas échéant.

Les effets domino peuvent :

- modifier simplement la probabilité des phénomènes dangereux, puisqu'ils apparaissent comme une cause au même titre que d'autres causes identifiées,
- modifier l'intensité du phénomène dangereux, ce qui implique d'étudier un nouveau phénomène dangereux d'intensité plus importante,
- jouer sur la possibilité d'occurrence d'un phénomène dangereux, où ils sont la seule cause envisageable pour ce phénomène dangereux.

L'utilisation des valeurs relatives aux seuils sur les structures, et notamment les seuils des effets dominos (voir les valeurs au paragraphe 4.7.1.2), permet de déterminer, par installation et phénomènes dangereux associés, les installations voisines qui peuvent être touchées.

Cette partie est à adapter au site papetier étudié

4.9 RESUME NON TECHNIQUE ET CARTOGRAPHIE

Les dernières évolutions réglementaires, et notamment l'accent porté sur la nécessité d'information large du public voisin des établissements AS, ont conduit les pouvoirs publics à demander la réalisation systématique d'un résumé non technique de l'étude de dangers. Les guides d'élaboration des études de dangers précise ainsi qu'un tel résumé doit faire apparaître la situation actuelle du site résultant de l'analyse de risque et son évolution éventuelle (dans le cas d'installations existantes).

Une présentation des principales mesures d'amélioration, en précisant les délais et les coûts de mise en œuvre, devra être effectuée.

Ce résumé comporte également une cartographie précisant la nature et les effets des accidents majeurs avant et après réduction des risques.

Cette partie est à adapter au site papetier étudié.

Réf. : INERIS - DRA - EVAL - 2006 - N° 71838 - Analyse des risques associés à l'industrie papetière

5. QUELQUES BONNES PRATIQUES TECHNIQUES ET ORGANISATIONNELLES

L'objectif de ce chapitre est de constituer certaines bonnes pratiques techniques et organisationnelles, qu'elles soient de l'ordre de la prévention, de la protection ou de l'intervention, contribuant à la maîtrise des risques sur un site papetier.

5.1 STOCKAGE DE RONDINS, ECORCES, COPEAUX

Les principaux dispositifs rencontrés sur ces stockages sont les suivants :

- Stockage en îlots
- Nettoyage régulier des équipements et installations (poussières), maintien en permanence humide des zones de circulation autour des zones de stockage
- Contrôle de la température pour les stockages de copeaux et d'écorces (sonde de température, caméra infra-rouge...)
- Durée limitée à trois semaines pour le stockage des copeaux et écorces
- Protection des bandes transporteuses par sprinklers et asservissement des tapis au déclenchement des têtes, détection flammes
- Protection incendie du site et moyens d'intervention

5.2 STOCKAGES DE PATE A PAPIER ET DE PAPIERS / CARTONS

Les principaux dispositifs rencontrés sont les suivants :

	Dispositifs de sécurité rencontrés
Stockage de pâte à papier	- Stockage en îlots - Présence de personnel - Site surveillé et clôturé - Protection incendie et moyens d'intervention (poteaux incendie, possibilité de pompage d'eau dans le cours d'eau à proximité, évacuation des îlots voisins aux îlots en feu...)
Stockage de papiers / cartons à recycler	- Stockage en îlots - Surveillance du parc de stockage par camera - Présence de personnel - Site surveillé et clôturé - Protection incendie et moyens d'intervention (poteaux incendie, possibilité de pompage d'eau dans le cours d'eau à proximité, évacuation des îlots voisins aux îlots en feu...)
Stockage de papiers / cartons (tissue, légers, moyens, lourds)	- Stockage en îlots - Présence de personnel - Site surveillé et clôturé - Protection incendie et moyens d'intervention (sprinkler, poteaux incendie, possibilité de pompage d'eau dans le cours d'eau à proximité, évacuation des îlots voisins aux îlots en feu...)

Tableau 20 : Mesures de sécurité rencontrées sur les stockages de pâte à papier et papiers / cartons

5.3 FABRICATION ET STOCKAGE DE DIOXYDE DE CHLORE

Les principaux dispositifs rencontrés pour ces installations sont les suivants :

- Protection des canalisations en cas d'intervention
- Lampes à faible émission d'ultraviolets
- En cas de fuite, déclenchement d'un système d'aspersion d'eau pour éviter la dispersion du nuage de dioxyde de chlore
- Détection ClO₂
- Possibilité de neutralisation de la solution de ClO₂ dans l'eau avec du bisulfite de sodium et de la soude, pour les bacs de stockage, rétention ou vidange des bacs vers la tour de blanchiment

- Contrôle de la température et de la concentration de ClO₂ dans les réservoirs de stockage
- Suivi des paramètres de conduite de la réaction de fabrication du dioxyde de chlore

5.4 STOCKAGE DE CHLORATE DE SODIUM

Les principaux dispositifs rencontrés pour ces installations sont les suivants :

- Procédure de dépotage spécifique, contrôle visuel du contenu du chargement
- Cahier des charges strict sur la qualité du chlorate
- Wagon livré par la SNCF et géré par une entreprise spécialisée dans la manipulation et le transport de chlorate de sodium
- Aire de dépotage ne contenant pas de matières combustibles (pas de possibilité de départ de feu)
- Opérateurs présents en permanence lors de l'opération de dépotage
- Contrôle de la température des freins du camion et/ou dépotage sans le tracteur

5.5 PREVENTION DES SOURCES D'INFLAMMATION

Les dispositions pour prévenir les sources d'inflammation sont les suivantes :

- Permis de feu
- Interdiction de fumer
- Protection contre la foudre
- Protection contre l'électricité statique : mise à la terre des équipements, équipotentialité des parties métalliques...
- Contrôle des appareils électriques, conformes aux exigences des zones ATEX

5.6 LIMITER LES DEVERSEMENTS DE PRODUITS

Pour limiter l'étendue des éventuels déversements de produits, les principaux dispositifs rencontrés sont les suivants :

- Cuvettes de rétention autour des capacités de stockage
- Bâtiments en rétention
- Réseaux de collecte et de traitement des effluents
- Procédure en cas de déversement de produit
- Bassin de rétention des eaux d'extinction incendie (dans certains cas)

5.7 PREVENTION DES RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION DE POUSSIÈRES DANS LES INSTALLATIONS

D'après des documents réalisés par l'INERIS [23] et l'INRS [24], pour prévenir les risques d'incendie et d'explosion de poussières dans les installations, il est nécessaire de :

- lutter contre l'empoussièrement
 - limiter les hauteurs de chute de produits lors des transferts,
 - améliorer l'étanchéité des installations
 - faciliter le nettoyage systématique périodique des installations susceptibles d'être empoussiérée par la création d'accès
 - éviter tout volume mort pouvant être le lieu d'accumulation de la poussière et empêcher autant que possible les dépôts de poussières sur les parois, sur les appareils, par le choix des formes, des matériaux, de l'état de surface et des vitesses d'air
 - maintenir les installations en bon état de marche et de propreté
- supprimer des sources d'inflammation
 - s'assurer de l'adéquation du matériel électrique au risque, ne tolérer dans les zones à risques que le matériel électrique dont la présence est indispensable

- assurer la continuité électrique tout au long du système (parties métalliques des machines, charpentes métalliques...)
- mettre à la terre les dispositifs pour les opérations de chargement / déchargement
- utiliser du matériel suffisamment conducteur pour éviter l'accumulation des charges électrostatiques
- éviter les entrées dans les silos des corps étrangers par des grilles
- mettre en place des séparateurs en amont des ventilateurs
- éliminer la possibilité de création de surfaces chaudes (conduites de vapeurs, radiateurs électriques...)
- limiter la vitesse de défilement des transporteurs ouverts
- les travaux nécessitant ou pouvant générer un point chaud ou une flamme (travaux par soudage par exemple) s'effectueront obligatoirement dans le cadre d'une procédure de permis de feu systématique
- plans de prévention régissant les interventions des entreprises extérieures
- engins munis de moteurs à combustion interne devront présenter des caractéristiques de sécurité suffisantes
- interdiction de fumer
- réduction des conséquences
 - détection incendie
 - équiper le silo d'une colonne sèche comprenant des buses d'aspersion permettant de le noyer en cas d'incendie
 - événements d'explosion et surfaces de décharge, qui permettent de limiter la surpression produite et de ne soumettre l'enceinte qu'à une pression résiduelle acceptable compte tenu de la résistance

5.8 DIMENSIONNEMENT DES BESOINS EN EAU

Un document technique D9 "Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau" a été élaboré en 2001 par le CNPP, la FFSA et l'INESC [25].

L'objet de ce guide est de fournir, par type de risque, une méthode permettant de dimensionner les besoins en eau minimum nécessaires à l'intervention des services de secours extérieurs au risque concerné.

Ce guide concerne :

- les habitations et bureaux, y compris les immeubles de grande hauteur,

Réf. : INERIS - DRA - EVAL - 2006 - N° 71838 - Analyse des risques associés à l'industrie papetière

- les établissements recevant du public (ERP),
- les risques industriels.

La méthode décrite dans ce document technique ne couvre pas les dépôts d'hydrocarbures, les industries chimiques, ainsi que certains autres risques spéciaux qui font l'objet d'une étude spécifique.

Pour les risques industriels, il s'agit de procéder de la manière suivante :

- identifier le niveau de risque de l'installation étudiée, en fonction de la nature de l'activité exercée et des marchandises entreposées (le guide donne un classement en catégories 1 à 3 pour les activités et les stockages dans différentes branches de l'industrie),
- déterminer la surface de référence du risque,
- déterminer le débit en eau d'extinction requis (sur la base de la surface de référence du risque et fonction de la hauteur de stockage, du type de construction, du type d'interventions humaines internes et du niveau de risque).

Ce guide est actuellement en cours de révision, ce qui amènera à revoir le classement des activités et stockages, ainsi qu'à discuter la création d'une limite asymptotique au modèle qui, aujourd'hui, continu à croître avec la taille du stockage.

Un exemple d'application de ce guide est donné en annexe G du rapport.

5.9 DIMENSIONNEMENT DES RETENTIONS DES EAUX D'EXTINCTION INCENDIE

L'utilité d'une rétention des eaux d'extinction incendie sur un site papetier est à étudier au cas par cas, en fonction des produits (bois, papiers...) pris dans l'incendie et du milieu naturel susceptible de les recevoir.

Le cas échéant, un document technique D9A "Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction" a été élaboré en 2004 par le CNPP, la FFSA et l'INESC [26].

L'objet de ce guide est de :

- fournir une méthode permettant de dimensionner les volumes de rétention minimum des effluents liquides pollués afin de limiter les risques de pollution pouvant survenir après un incendie,
- définir les caractéristiques de rétention.

La rétention d'un établissement doit être en mesure de contenir la totalité des volumes suivants :

- volumes d'eau nécessaires pour les services extérieurs de lutte contre l'incendie (voir le document technique D9, paragraphe 5.8),
- volumes d'eau nécessaires aux moyens de lutte intérieure contre l'incendie,
- volume d'eau lié aux intempéries (10 l/m² de surface de drainage),
- volume d'une partie des liquides inflammables ou non pris dans l'incendie.

Un exemple d'application de ce guide est donné en annexe G du rapport.

Il est important de préciser que les papiers / cartons ont la propriété d'absorber environ 50 % de leur poids en eau, ce qui permet de limiter le volume des eaux d'extinction incendie susceptibles d'atteindre l'environnement. A ce propos, un essai a été réalisé en Normandie sur un site papetier, en présence de la DRIRE, au cours duquel toute l'eau d'extinction a été absorbée (voir les détails en annexe F du rapport).

6. GLOSSAIRE

A	Autorisation
AS	Autorisation avec servitudes
BARPI	Bureau d'Analyses des Risques et Pollutions Industrielles
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion ou Ebullition à caractère explosif d'un liquide surchauffé
DPPR	Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques
EDD	Etude de dangers
EIPS	Eléments Importants Pour la Sécurité
MEDD	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
PPAM	Politique de Prévention des Accidents Majeurs
PPRT	Plan de Prévention des Risques Technologiques
SEI	Service de l'Environnement Industriel
SGS	Système de Gestion de la Sécurité
SIG	Système d'Information Géographique

7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] VALLETTE P., DE CHOUDENS C.
Le bois, la pâte, le papier
CTP Centre Technique de l'Industrie des Papiers, Cartons et Cellulose
Troisième Edition (revue et augmentée) 1992
- [2] Gérard Martin, Michel Petit Cornil
Que sais-je ? Le papier
Sixième édition corrigée, Presses Universitaires de France, 1997
- [3] COPACEL (Confédération Française de l'Industrie des Papiers, Cartons et Celluloses)
L'industrie papetière française en 2004
Rapport économique et statistique
- [4] Techniques de l'ingénieur
Procédés papetiers - Fabrication des pâtes Michel PETIT-CORNIL J 6900
Procédés papetiers - Préparation des pâtes André LEMAITRE J 6901
Procédés papetiers - Machines à papier André LEMAITRE J 6902
- [5] Norme NF Q 01-005, Décembre 1979
Papiers, cartons et pâtes Vocabulaire
- [6] GRUET P., 2001
Ω-3 : Le risque foudre et les Installations Classées pour la Protection de l'environnement
INERIS, Formalisation du savoir et des méthodes dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), INERIS-DRA-2001-25427risque_foudre.doc, Septembre 2001
- [7] VALLEE A., 2004
Guide pour la prise en compte du risque inondation
INERIS, Analyse de Risques et Prévention des Accidents Majeurs (DRA-34), Rapport partiel d'opération f, Novembre 2004

- [8] Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, INERIS, Juin 2004
Application de la classification des substances et préparations dangereuses à la nomenclature des installations classées
Guide technique
- [9] BARPI, 2005
Bilan des accidents technologiques (1992 - 2004)
- [10] JOUSSERAND Sébastien, Juin 2005
Accidentologie de l'industrie du papier-carton (Septembre 1954 - Décembre 2004)
Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles, Service de l'environnement Industriel, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
- [11] BERNUCHON E., SALVI O., 2003
Ω-7 : Outils d'analyse des risques générés par une installation industrielle
INERIS, Formalisation du savoir et des méthodes dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), INERIS-DRA-03-46055EDD_2003.doc, Juin 2003
- [12] AYRAULT N., 2005
Ω-10 : Evaluation des Barrières Techniques de Sécurité
INERIS, Formalisation du savoir et des méthodes dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), INERIS-DRA-2005-Eval-BTS, Février 2005
- [13] BOUCHET S., 2005
Guide principal relatif à l'évaluation des barrières techniques de sécurité pour l'inspection des installations classées
INERIS, INERIS-DRA-46059-Opb1-2005-SBo, 2005
- [14] EVANNO S., 2005
Ω-11 : Connaissance des phénomènes d'auto-échauffement des solides combustibles
INERIS, Formalisation du savoir et des méthodes dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), INERIS-DRA-2005-46055-autoechauffement.doc, Février 2005

- [15] BERNUCHON E., 2002
Ω-2 : Feux de nappe
INERIS, Formalisation du savoir et des méthodes dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), INERIS-DRA-2002-25427feu_nappe_v2.doc, Octobre 2002
- [16] LEPRETTE E., 2002
Ω-5 : Le BLEVE – Phénoménologie et modélisation des effets thermiques
INERIS, Formalisation du savoir et des méthodes dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), INERIS-DRA-2002-25427bleve.doc, Septembre 2002
- [17] PATEJ S., 2003
Ω-8 : Feu torche
INERIS, Formalisation du savoir et des méthodes dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), INERIS-DRA-03-46055feu_torche_v1.doc, Juin 2003
- [18] COUILLET J.C., 2002
Ω-12 : Dispersion atmosphérique Mécanismes et outils de calcul)
INERIS, Formalisation du savoir et des méthodes dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), INERIS-DRA-2002-25427omega_12.doc, Décembre 2002
- [19] PATEJ S., 2003
Ω-13 : Boil-over
INERIS, Formalisation du savoir et des méthodes dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), INERIS-DRA-2003-46055, Mars 2003
- [20] HEUDIER L., 2004
Ω-15 : Les éclatements de réservoir - Phénoménologie et modélisation des effets
INERIS, Formalisation du savoir et des méthodes dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), INERIS-DRA-2004-46055-eclatement_de_reservoir.doc, Octobre 2004

- [19] MOUILLEAU Y., 1999
Guide des méthodes d'évaluation des effets d'une explosion de gaz à l'air libre
INERIS, INERIS-DRA-Ymo/Ymo-199-20433, Juillet 1999
- [22] Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, INERIS, 2005
Guide de l'état de l'art sur les silos pour l'application de l'arrêté ministériel relatif aux risques présents pour les silos et les installations de stockage de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables
Version 2, Avril 2005
- [23] INERIS, CTBA, 1997
Guide de la sécurité contre l'incendie et l'explosion - Industries du bois et de l'ameublement
- [24] INRS, 2001
Silos bois - Prévention des risques d'incendie et d'explosion de poussières dans les installations de stockage
- [25] CNPP, FFSA, INESC, 2001
Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau
- [26] CNPP, FFSA, INESC, 2001
Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction
- [27] Norme NF 61508
Sécurité fonctionnelle des systèmes de sécurités électriques / électroniques / électroniques programmables relatifs à la sécurité
- [28] Norme CEI 61511
Sécurité fonctionnelle : systèmes instrumentés de sécurité pour le secteur des industries de transformation

8. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation précise	Pages
A	Dangers liés aux produits	
	Folio 1 : Fiches produits	53
	Folio 2 : Tableau des réactions dangereuses	1
B	Analyse des accidents passés	
	Folio 1 : Accidentologie de l'industrie du papier / carton	37
	Folio 2 : Accidents impliquant du dioxyde de chlore	5
	Folio 3 : Accidents impliquant du chlorate de sodium	4
C	Données extraites de la littérature, relatives aux fréquences d'occurrence des événements initiateurs et aux défaillances des barrières	10
D	Méthodologie INERIS pour l'évaluation de la performance des barrières de sécurité techniques, humaines et organisationnelles	13
E	Nœuds papillons pour certains événements redoutés	14
F	Synthèse des données concernant la problématique incendie sur un site papetier	9
G	Exemple d'application des guides D9 et D9A	3

ANNEXE A

Dangers liés aux produits

Folio 1

Fiches produits

Fiches produits

Les propriétés des principaux produits utilisés et transformés en papeterie sont regroupées sous forme de fiches par produit.

Les produits ont été classés de la manière suivante :

Produits toxiques	<ul style="list-style-type: none"> - Dioxyde de chlore - Chlore - Ammoniac - Hydrogène sulfuré - Dioxyde de soufre
Produits inflammables	<ul style="list-style-type: none"> - Mercaptans - Méthane - Méthanol - Essence de térébenthine - Fioul lourd et fioul domestiques
Produits solides combustibles	<ul style="list-style-type: none"> - Bois (rondins) - Papiers / cartons (produits à recycler ou produits finis) - Pâtes à papiers - Palettes - Emballages plastiques - Matières combustibles à l'état divisé (écorces et copeaux de bois, charbon de bois, amidon...)
Produits comburants	<ul style="list-style-type: none"> - Chlorate de sodium - Oxygène - Peroxyde d'hydrogène en solution ($\geq 50\%$)
Produits corrosifs	<ul style="list-style-type: none"> - Acide sulfurique - Acide phosphorique - Soude caustique - Chaux vive - Sulfure de sodium (anhydre)
Autres produits	<ul style="list-style-type: none"> - Liqueurs (blanche, noire et verte) - Sulfite de sodium - Bisulfite de sodium 38 % - Dithionite de sodium - Bisulfite d'ammonium - Carbonate de calcium - Kaolin - Anthraquinone - Urée

Il est à noter que la plupart des fiches produits concernent les produits purs (et non en solution).

De plus, les seuils donnés dans ces fiches pour les produits toxiques sont ceux en vigueur à la rédaction du présent rapport. Néanmoins, avant utilisation, il est nécessaire de vérifier leur mise à jour éventuelle.

1. Produits toxiques

1.1. Dioxyde de chlore

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du dioxyde de chlore. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1999).

Le risque majeur du dioxyde de chlore est celui d'intoxication par inhalation : ce produit est classé parmi les très toxiques. Il est aussi classé parmi les produits comburants et dangereux pour l'environnement.

Nom	Dioxyde de chlore	
Synonymes	Oxyde de chlore, Peroxyde de chlore, Oxyde de chlore (IV)	
Formule	ClO ₂	
Nombre CAS	10049-04-4	
Masse molaire g/mol	67,5	
Etat	Gaz rouge-jaune, d'odeur acre	
Densité relative (eau = 1)	1.6 à 0°C (liquide)	
Solubilité dans l'eau	0,8 g/100 ml à 20°C	
Densité de vapeur relative (air = 1)	2,3	
Point de fusion (°C)	-59	
Point d'ébullition (°C)	11	
Tension de vapeur (kPa)	101 kPa à 20°C	
Limite inf. d'explosivité (%v/v)	>10	
Limite sup. d'explosivité (%v/v)	na	
Seuil d'apparition des effets toxiques irréversibles (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	10 min 20 min 30 min 60 min 120 min	17 ppm (SEI) 12 ppm (SEI) 10 ppm (SEI) 7 ppm (SEI) 5 ppm (SEI)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	10 min 20 min 30 min 60 min 120 min	885 ppm (SEL 1%) 601 ppm (SEL 1%) 460 ppm (SEL 1%) 368 ppm (SEL 1%) 260 ppm (SEL 1%)
Phrases de risque	R : 6-8-26-34-50 S : 1/2-23-26-28-36/37/39-38-45-61	
Etiquetage	 O T+ N	

Dangers chimiques et incompatibilités :

Peut se décomposer par explosion après échauffement, lors d'exposition aux ultraviolets (lumière solaire, soudure à l'arc, éclairage électrique par exemple) ou à la suite de chocs, de frottements ou de secousses. La substance est un oxydant fort qui réagit violemment avec les matières combustibles et les réducteurs. Réagit violemment avec des composés organiques, le phosphore, l'hydroxyde de potassium et le soufre, en provoquant des risques d'incendie et d'explosion. Réagit avec l'eau, produisant de l'acide chlorhydrique et de l'acide chlorique.

A l'épreuve du feu à l'intérieur d'un local. Conserver au froid et à l'abri de la lumière. Ventilation au niveau du sol.

Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)

Rubrique n°1139 (fabrication, emploi ou stockage de dioxyde de chlore)

1.2. Chlore

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du chlore. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 2000) et de l'INRS (édition de 1996).

Le chlore est un gaz très toxique pour l'homme et les organismes aquatiques. Il présente des risques d'incendie et d'explosion au contact des substances combustibles, de l'ammoniaque et des métaux finement divisés.

Nom	Chlore	
Formule	Cl ₂	
Nombre CAS	7782-50-5	
Masse molaire (g/mole)	70,9	
Etat	Gaz jaune-verdâtre, d'odeur âcre	
Densité relative (eau = 1)	1,4 à 20°C et à 6,86 atm (liquide)	
Solubilité dans l'eau	0,7 g/100 ml à 20°C	
Densité vapeur relative (air = 1)	2,5	
Point de fusion (°C)	-101	
Point d'ébullition (°C)	-34,6	
Point critique (°C)	144°C à 7 710 kPa	
Point triple (°C)	-101°C à 1,4 kPa	
Tension de vapeur (kPa)	638 kPa à 20°C	
Seuil d'apparition des effets toxiques irréversibles (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 10 min 20 min 30 min 60 min	110 ppm (SEI) 41 ppm (SEI) 30 ppm (SEI) 25 ppm (SEI) 19 ppm (SEI)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 10 min 20 min 30 min 60 min	910 ppm (SEL 1%) 280 ppm (SEL 1%) 200 ppm (SEL 1%) 160 ppm (SEL 1%) 110 ppm (SEL 1%)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux significatifs (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 10 min 20 min 30 min 60 min	1 082 ppm (SEL 5%) 324 ppm (SEL 5%) 226 ppm (SEL 5%) 183 ppm (SEL 5%) 127 ppm (SEL 5%)
Phrases de risque	R: 23-36/37/38-50 S: 1/2-9-45-61	
Etiquetage	 T N	
Dangers chimiques et incompatibilités : La solution dans l'eau est un acide fort, qui réagit violemment avec les bases et qui est corrosif. Réagit violemment avec de nombreux composés organiques, l'ammoniaque, l'hydrogène et les métaux finement divisés en provoquant des risques d'incendie et d'explosion. Attaque un grand nombre de métaux en présence d'eau. Attaque le plastique, le caoutchouc et les recouvrements de surface. Conserver au froid. Conserver au sec. Conserver dans un local bien ventilé.		
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubrique n°1138 (emploi ou stockage de chlore)	

1.3. Ammoniac

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de l'ammoniac. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1998) et de l'INRS (édition de 1997).

Le risque principal lié à l'ammoniac est celui d'intoxication par inhalation. L'ammoniac comporte en outre des propriétés de gaz inflammable.

Nom	Ammoniac	
Formule	NH ₃	
Nombre CAS	7664-41-7	
Masse molaire (g/mole)	17,03	
Etat	Gaz comprimé liquéfié, incolore, d'odeur âcre	
Densité relative (eau = 1)	0,607 kg/m ³ à 20°C	
Solubilité dans l'eau	54 g/100 ml à 20°C	
Densité vapeur relative (air = 1)	0,59	
Point de fusion (°C)	-78	
Point d'ébullition (°C)	-33	
Température d'autoinflammation (°C)	651	
Température critique (°C)	132,4°C à 11 480 kPa	
Tension de vapeur (kPa)	1 013 kPa à 26°C	
Chaleur de combustion (J/kmol)	3,168.10 ⁸	
Limite inf. d'explosivité (%v/v)	15	
Limite sup. d'explosivité (%v/v)	28	
Seuil d'apparition des effets toxiques irréversibles (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 3 min 10 min 20 min 30 min 60 min	1 500 ppm (SEI) 1 000 ppm (SEI) 866 ppm (SEI) 612 ppm (SEI) 500 ppm (SEI) 354 ppm (SEI)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 3 min 10 min 20 min 30 min 60 min	25 300 ppm (SEL 1%) 14 700 ppm (SEL 1%) 8 200 ppm (SEL 1%) 5 833 ppm (SEL 1%) 4 767 ppm (SEL 1%) 3 400 ppm (SEL 1%)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux significatifs (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 10 min 20 min 30 min 60 min	28 033 ppm (SEL 5%) 8 833 ppm (SEL 5%) 6 267 ppm (SEL 5%) 5 133 ppm (SEL 5%) 3 633 ppm (SEL 5%)
Phrases de risque	R: 10-23-34-50 S: 1/2-9-16-26-36/37/39-45-61	
Etiquetage	  T N	

Dangers chimiques et incompatibilités :

Des composés sensibles aux chocs se forment avec les oxydes de mercure, d'argent et d'or. La substance est une base forte, qui réagit violemment avec les acides et qui est corrosive. Réagit violemment avec les oxydants forts et les halogènes. Attaque le cuivre, l'aluminium, le zinc et leur alliages. Se dissout dans l'eau en dégageant de la chaleur.

A l'épreuve du feu. Conserver au froid. Conserver dans un local bien ventilé.

Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)

Rubrique n°1136 (emploi et stockage de l'ammoniac)

Risque toxique

La toxicité de l'ammoniac gazeux est liée à sa très grande solubilité et à l'alcalinité des solutions résultantes qui en fait un agent agressif des muqueuses et des poumons.

S'il existe des valeurs fiables sur les daphnies ou les rats, la toxicité sur l'homme est plus délicate à déterminer en ce qui concerne la concentration et la durée d'exposition.

L'ammoniac, à cause de sa très grande solubilité, est un agressif pulmonaire et muqueux. L'exposition à une atmosphère chargée d'ammoniac peut provoquer diverses atteintes corporelles :

- Atteintes oculaires : elles peuvent être provoquées par l'action des vapeurs, mais aussi par les projections de liquide. Elles se manifestent par du larmolement, des conjonctivites pouvant s'accompagner d'atteintes à la cornée plus ou moins profondes.
- Atteintes cutanées : sous forme de dermites de contact.
- Atteintes respiratoires : L'inhalation de vapeurs ammoniacales provoque une irritation des voies respiratoires supérieures avec éternuement, dyspnée et toux, le stade le plus grave étant l'œdème aigu du poumon (OAP). L'OAP est un accident qui se produit après inhalation de gaz vésicants (Cl_2 , NH_3 , SO_2) par dégradation des parois des alvéoles pulmonaires qui sont alors inondées par le plasma sanguin. Fort heureusement, le seuil de détection olfactive de l'ammoniac se situe bien en dessous des concentrations considérées dangereuses.
- Brûlures digestives : l'ingestion d'ammoniac est suivie de phénomènes douloureux très intenses avec intolérance gastrique, état de choc s'accompagnant parfois d'érythème ou de purpura. La complication à redouter est l'œdème de la glotte.

L'ammoniac sous forme liquide en contact direct avec la peau gèle les tissus et provoque des brûlures. Les solutions d'ammoniac sont fortement alcalines et par suite très irritantes pour les muqueuses, la peau et les yeux.

L'exposition prolongée et répétée à l'ammoniac entraîne une tolérance plus élevée. Les odeurs et les effets irritants sont perçus plus difficilement. On pourra noter que les seuils de perception olfactive sont très variables suivant les individus, de quelques ppm à plusieurs dizaines de ppm.

Risque d'incendie ou d'explosion

L'ammoniac est considéré comme peu inflammable. Néanmoins, il s'enflamme et peut exploser dans des conditions particulières de confinement et lorsque sa concentration dans l'air est comprise entre 15 et 28 %.

Les agents extincteurs qui doivent être employés sont uniquement le CO₂ ou les poudres dès lors que de l'ammoniac à l'état liquide peut être présent. En effet, le contact de l'eau sur l'ammoniac liquide communique de la chaleur à ce dernier et favorise sa vaporisation.

Ajoutons que l'ammoniac peut réagir très violemment avec certains matériaux ou certaines substances telles que les peroxydes et les halogènes, ou encore certains métaux. Soulignons cependant, que ces différentes substances ne sont pas présentes à proximité de l'installation contenant l'ammoniac en utilisation courante.

1.4. Hydrogène sulfuré

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de l'hydrogène sulfuré. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 2000) et de l'INRS (édition de 1997).

Le risque majeur du dioxyde de l'hydrogène sulfuré est celui d'intoxication par inhalation : ce produit est classé parmi les très toxiques. Il est aussi classé parmi les produits extrêmement inflammables (peut former un mélange explosif avec l'air) et très toxiques pour les organismes aquatiques.

Nom	Hydrogène sulfuré	
Synonyme	Sulfure d'hydrogène	
Formule	H ₂ S	
Nombre CAS	7783-06-4	
Masse molaire (g/mol)	34,1	
Etat	Gaz comprimé liquéfié, incolore, d'odeur caractéristique d'œufs pourris	
Solubilité dans l'eau	0,5 g/100 ml à 20°C	
Densité de vapeur relative (air = 1)	1,19	
Point de fusion (°C)	-85	
Point d'ébullition (°C)	-60	
Température d'autoinflammation (°C)	260	
Température critique (°C)	100,4°C à 9 010 kPa	
Tension de vapeur (kPa)	1 780 kPa à 20°C	
Limite inf. d'explosivité (%v/v)	4,3	
Limite sup. d'explosivité (%v/v)	46	
Seuil d'apparition des effets toxiques irréversibles (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 10 min 20 min 30 min 60 min	320 ppm (SEI) 150 ppm (SEI) 115 ppm (SEI) 100 ppm (SEI) 80 ppm (SEI)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 10 min 20 min 30 min 60 min	1 521 ppm (SEL 1%) 688 ppm (SEL 1%) 542 ppm (SEL 1%) 472 ppm (SEL 1%) 372 ppm (SEL 1%)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux significatifs (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 10 min 20 min 30 min 60 min	1 720 ppm (SEL 5%) 769 ppm (SEL 5%) 605 ppm (SEL 5%) 526 ppm (SEL 5%) 414 ppm (SEL 5%)
Phrases de risque	R : 12-26-50 S : 1/2-9-16-36-38-45-61	
Etiquetage	 F+ T+ N	

Dangers chimiques et incompatibilités :

La chaleur peut provoquer une violente combustion ou explosion. La substance se décompose en brûlant, produisant un gaz toxique (des oxydes de soufre). Réagit violemment avec les oxydants forts en provoquant des risques d'incendie et d'explosion. Attaque de nombreux métaux et certains plastiques.

A l'épreuve du feu. Conserver au froid. Ventilation au niveau du sol et du plafond. Conserver dans un local bien ventilé. Installer un système de contrôle continu avec alarme.

Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)

Rubrique n°1111 (emploi ou stockage de substances très toxiques)

1.5. Dioxyde de soufre

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du dioxyde de soufre. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1994) et de l'INRS (édition de 1996).

Le risque majeur du dioxyde de soufre est celui d'intoxication par inhalation. A température ordinaire et en l'absence d'humidité, ce gaz est relativement peu réactif et très stable. Sa dissociation en soufre et trioxyde de soufre commence à des températures supérieures à 2 000°C. Ce gaz est dangereux pour l'environnement.

Nom	Dioxyde de soufre	
Synonymes	Oxyde sulfureux, Anhydride sulfureux, Oxyde de soufre	
Formule	SO ₂	
Nombre CAS	7446-09-5	
Masse molaire (g/mole)	64,1	
Etat	Gaz incolore ou gaz comprimé liquéfié, d'odeur âcre	
Densité relative (eau = 1)	1,4 à -10°C (liquide)	
Solubilité dans l'eau	8,5 ml/100 ml à 25°C	
Densité vapeur relative (air = 1)	2,25	
Point de fusion (°C)	-75,5	
Point d'ébullition (°C)	-10	
Point critique (°C)	157,6°C à 7 884 kPa	
Tension de vapeur (kPa)	330 kPa à 20°C	
Seuil d'apparition des effets toxiques irréversibles (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 10 min 20 min 30 min 60 min 120 min	230 ppm (SEI) 128 ppm (SEI) 108 ppm (SEI) 96 ppm (SEI) 81 ppm (SEI) 67 ppm (SEI)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 10 min 20 min 30 min 60 min 120 min	2 071 ppm (SEL 1%) 1 148 ppm (SEL 1%) 961 ppm (SEL 1%) 866 ppm (SEL 1%) 725 ppm (SEL 1%) 607 ppm (SEL 1%)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux significatifs (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	1 min 10 min 20 min 30 min 60 min	2 451 ppm (SEL 5%) 1 358 ppm (SEL 5%) 1 137 ppm (SEL 5%) 1 025 ppm (SEL 5%) 858 ppm (SEL 5%)
Phrases de risque	R: 23-36/37 S: 1/2-9-26-36/37/39-45	
Etiquetage	 T	

Dangers chimiques et incompatibilités :

La solution dans l'eau est un acide moyennement fort. Réagit violemment avec l'ammoniaque, l'acroléine, l'acétylène, les métaux alcalins, le chlore, l'oxyde d'éthylène, les amines et le butadiène. Réagit avec l'eau ou la vapeur en provoquant des risques de corrosion. Attaque de nombreux métaux comprenant l'aluminium, le fer, l'acier, le laiton, le cuivre et le nickel en présence d'eau. Incompatible avec les halogènes. Sous forme liquide, attaque les plastiques, le caoutchouc et les recouvrements de surface.

A l'épreuve du feu à l'intérieur d'un local. Prévoir un dispositif pour contenir l'écoulement des résidus lors de l'extinction. Conserver au froid. Conserver au sec.

Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)

Rubrique n°1131 (emploi et stockage de substances toxiques)

2. Produits inflammables

2.1. Mercaptans

Les tableaux suivants présentent les principales caractéristiques du méthylmercaptan et du sulfure de diméthyle.

Pour le méthylmercaptan, les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 2003) et de l'INRS (édition de 1992).

Pour le sulfure de diméthyle, les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1999).

Le risque principal lié à ces produits est qu'ils sont très inflammables et que leurs vapeurs peuvent former un mélange explosif avec l'air. Le méthylmercaptan est également classé parmi les produits toxiques.

Nom	Méthylmercaptan	
Synonymes	Méthanethiol, Mercaptométhane, Sulfhydrate de méthyle, Thiométhanol	
Formule	CH ₃ SH	
Nombre CAS	74-93-1	
Masse molaire (g/mol)	48,1	
Etat	Gaz incolore, d'odeur caractéristique	
Densité relative (eau = 1)	0,9	
Solubilité dans l'eau	2,3 g/100 ml à 20°C	
Densité de vapeur relative (air = 1)	1,66	
Point de fusion (°C)	-123	
Point d'ébullition (°C)	6	
Point d'éclair (°C)	< -18	
Température critique (°C)	196,8	
Pression critique (kPa)	7 140	
Tension de vapeur (kPa)	202 kPa à 26,1°C	
Limite inf. d'explosivité (%v/v)	3,9	
Limite sup. d'explosivité (%v/v)	21,8	
Seuil d'apparition des effets toxiques irréversibles (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	10 min 30 min 60 min	59 ppm (AEGL) 59 ppm (AEGL) et 150 ppm (IDLH) 47 ppm (AEGL) et 25 ppm (ERPG)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	10 min 30 min 60 min	120 ppm (AEGL) 86 ppm (AEGL) 68 ppm (AEGL) et 100 ppm (ERPG)
Phrases de risque	R: 12-23-50/53 S: 2-16-25-60-61	

Etiquetage



F+



T



N

Dangers chimiques et incompatibilités :

La substance se décompose en brûlant, produisant des fumées toxiques comprenant des oxydes de soufre et du sulfure d'hydrogène. Réagit violemment avec les oxydants forts. Réagit avec l'eau, la vapeur d'eau ou les acides, produisant un gaz inflammable et toxique.

A l'épreuve du feu. Conserver au froid.

Nom	Sulfure de diméthyle
Synonymes	Diméthylsulfure, Sulfure de méthyle, Méthylthiométhane, Sulfure diméthylque
Formule	C ₂ H ₆ S
Nombre CAS	75-18-3
Masse molaire (g/mol)	62,1
Etat	Liquide incolore, d'odeur caractéristique
Densité relative (eau = 1)	0,85
Solubilité dans l'eau	nulle
Densité de vapeur relative (air = 1)	2,1
Point de fusion (°C)	-98
Point d'ébullition (°C)	37,3
Point d'éclair (°C)	-49
Température d'autoinflammation (°C)	205
Tension de vapeur (kPa)	53,2 kPa à 20°C
Limite inf. d'explosivité (%v/v)	2,2
Limite sup. d'explosivité (%v/v)	19,7
Phrases de risque	-
Etiquetage	-
Dangers chimiques et incompatibilités :	
La substance se décompose en brûlant, produisant des fumées toxiques et corrosives comprenant des oxydes de soufre. Réagit violemment avec les oxydants en provoquant des risques d'incendie et d'explosion.	
A l'épreuve du feu. Conserver au froid.	

2.2. Méthane

Le gaz naturel est utilisé comme combustible dans les fours, pour les chaudières et les chauffages. Ce gaz est constitué majoritairement de méthane dont les caractéristiques, provenant essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 2000), sont précisées dans le tableau suivant.

Le méthane présente des risques d'incendie et d'explosion. Le gaz naturel est inflammable mais sa vitesse fondamentale de flamme (40 cm/s), indicateur de sa réactivité, est moins élevée que celle de l'hydrogène (312 cm/s).

Nom	Méthane
Synonymes	Hydruure de méthyle
Formule	CH ₄
Nombre CAS	74-82-8
Masse molaire (g/mol)	16,0
Etat	Gaz comprimé ou liquéfié, incolore et inodore
Solubilité dans l'eau	3,3 ml/100 ml à 20°C
Densité de vapeur relative (air = 1)	0,6
Point de fusion (°C)	-183
Point d'ébullition (°C)	-161
Point d'éclair (°C)	Gaz inflammable
Température d'autoinflammation (°C)	537
Limite inf. d'explosivité (%v/v)	5
Limite sup. d'explosivité (%v/v)	15
Chaleur de combustion (MJ/kg)	50
Phrases de risque	R: 12 S: 2-9-16-33
Etiquetage	 F+
Dangers chimiques et incompatibilités : A l'épreuve du feu. Conserver au froid. Ventilation au niveau du sol et du plafond.	
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubriques n°2910 (combustion) et n°1412 (stockage de gaz inflammables liquéfiés, en présence de réservoirs manufacturés)

2.3. Méthanol

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du méthanol. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1993) et de l'INRS (édition de 2003).

Le risque principal du méthanol est qu'il est très inflammable et que ses vapeurs peuvent former un mélange explosif avec l'air. Il est également classé parmi les produits toxiques.

Nom	Méthanol	
Synonymes	Alcool méthylique	
Formule	CH ₃ OH	
Nombre CAS	67-56-1	
Masse molaire (g/mole)	32,0	
Etat	Liquide incolore, d'odeur caractéristique	
Densité relative (eau = 1)	0,79	
Solubilité dans l'eau	miscible	
Densité vapeur relative (air = 1)	1,11	
Point de fusion (°C)	-97,8	
Point d'ébullition (°C)	64,5	
Point éclair (°C)	12 coupelle fermée	
Température d'autoinflammation (°C)	464	
Tension de vapeur (kPa)	13,2 kPa à 20°C	
Limite inf. d'explosivité (%v/v)	6,7	
Limite sup. d'explosivité (%v/v)	36,5	
Seuil d'apparition des effets toxiques irréversibles (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	10 min 20 min 30 min 60 min 120 min	43 300 ppm (SEI) 30 618 ppm (SEI) 25 000 ppm (SEI) 17 700 ppm (SEI) 12 500 ppm (SEI)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux (concentration en ppm pour divers temps d'exposition)	10 min 20 min 30 min 60 min 120 min	97 610 ppm (SEL 1%) 69 000 ppm (SEL 1%) 56 350 ppm (SEL 1%) 40 000 ppm (SEL 1%) 27 000 ppm (SEL 1%)
Phrases de risque	R: 11-23/24/25-39/23/24/25 S: 1/2-7-16-36/37-45	
Etiquetage	  F T	
Dangers chimiques et incompatibilités :		
Réagit violemment avec les oxydants en provoquant des risques d'incendie et d'explosion. A l'épreuve du feu. Conserver au froid.		
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubriques n°1432 (stockage de liquides inflammables) et n°1433 (emploi de liquides inflammables)	

2.4. Essence de térébenthine

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de l'essence de térébenthine. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 2002).

Ce liquide est inflammable et émet des fumées irritantes ou toxiques en cas d'incendie. Au-dessus de 30°C, des mélanges air/vapeur explosifs peuvent se former.

Nom	Essence de térébenthine
Formule	C ₁₀ H ₁₆ (approx)
Nombre CAS	8006-64-2
Masse molaire (g/mole)	136 (approx)
Etat	Liquide incolore, d'odeur caractéristique
Densité relative (eau = 1)	0,9
Solubilité dans l'eau	nulle
Densité vapeur relative (air = 1)	4,6 to 4,8
Point de fusion (°C)	-50 à -60°C
Point d'ébullition (°C)	149 à 180°C
Point éclair (°C)	30 à 46 (coupelle fermée)
Température d'autoinflammation (°C)	220 à 255
Tension de vapeur (kPa)	0,25 à 0,67 kPa à 20°C
Limite inf. d'explosivité (%v/v)	0,8
Limite sup. d'explosivité (%v/v)	6
Seuil d'apparition des effets toxiques irréversibles (concentration pour 30 min d'exposition en ppm)	800 ppm (IDLH)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux (concentration pour 30 min d'exposition en ppm)	na
Phrases de risque	R: 10-20/21/22-36/38-43-51/53-65 S: 2-36/37-46-61-62
Etiquetage	  <p style="text-align: center;">Xn N</p>
<p>Dangers chimiques et incompatibilités : Lors de combustion, il se forme des fumées toxiques comprenant du monoxyde de carbone. La substance se décompose lentement sous l'influence de l'air ou de la lumière, produisant des produits d'oxydation qui sont plus toxique ou irritants que la térébenthine elle-même. Réagit violemment avec les oxydants, les halogènes, les substances combustibles ou les acides minéraux. Attaque le plastique et le caoutchouc. A l'épreuve du feu. Conserver au froid. Conserver dans un local bien ventilé.</p>	
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubriques n°1171 (fabrication de substances dangereuses pour l'environnement) et n°1173 (stockage et emploi de substances dangereuses pour l'environnement)

2.5. Fioul lourd et fioul domestique

Le fioul lourd est utilisé comme combustible pour les chaudières. Il est fabriqué à partir du pétrole à des températures de distillation de l'ordre de 160°C à 380°C. Il peut également contenir des hydrocarbures de synthèse (additifs par exemple). C'est un liquide peu inflammable mais qui, de par la variété des masses moléculaires des hydrocarbures le composant, peut tout de même présenter des risques d'explosion de ciels gazeux des stockages et, en cas d'incendie prolongé d'un bac de stockage, peut conduire à un phénomène de « Boil Over ».

Du fioul domestique est également utilisé comme combustible pour les chaudières.

Les rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif) sont les rubrique n°1432 (stockage de liquides inflammables), n°1434 (remplissage de liquides inflammables) en cas d'existence d'installation de remplissage ou de distribution et n°2910 (combustion).

3. Produits solides combustibles

Ces produits peuvent être classés en deux catégories :

- Les solides : il s'agit principalement du bois, des palettes et du papier (neuf et à recycler) pour les matières premières et du plastique (PE, PP) pour les emballages.
- Les pulvérulents : écorces et copeaux de bois, amidon, charbon de bois pour les combustibles fossiles.

Le risque principal de ces produits est l'incendie. Toutefois, pour les produits pulvérulents, dans certaines conditions, une explosion peut se produire.

3.1. Bois, pâtes à papiers, papiers, palettes

Bois

Les arbres utilisés en papeterie comme principale matière première se classent en deux groupes bien définis :

- les conifères (résineux) : sapin, pin, épicéa...
- les feuillus : peuplier, tremble, bouleau, hêtre, chêne, châtaignier...

Le bois possède des aptitudes variables selon les essences, les terroirs (climat, natures des sols...), les conditions d'abattage...

La composition moyenne du bois est donnée dans le tableau suivant :

Constituants	Bois résineux	Bois feuillus
Cellulose	40-45	35-40
Hémicelluloses	20-25	30-35
Lignine	20	15-20
Cires, résines graisses	1-10	< 2
Substances minérales	< 2	< 2

Le bois et les fibres sont donc essentiellement constitués de deux composés chimiques majeurs : les polysaccharides (cellulose et hémicelluloses) et la lignine.

La cellulose est un polymère naturel en longues chaînes linéaires, c'est-à-dire un corps dont les molécules, vraiment très longues, sont formées par la répétition d'un même motif chimique (dit cellobiose). Ces macromolécules sont groupées à peu près parallèlement à raison de 200 ou 250 en des sortes de faisceaux (les filaments micellaires), qui rassemblés en grand nombre, donnent naissance à des constituants plus volumineux, les "fibrilles". Ce sont ces fibrilles qui, associées à de multiples exemplaires, forment les "fibres" végétales proprement dites.

Les hémicelluloses ont une structure analogue à celle de la cellulose (répétition d'un motif cellobiose à base de carbone, d'hydrogène et d'oxygène), mais leurs chaînes sont plus courtes et souvent ramifiées. Elles sont unies partiellement à la cellulose et partiellement à la lignine. Très hydrophiles et très adhésives, elles enrobent les filaments micellaires, qu'elles associent les uns aux autres au sein des fibrilles.

La lignine est une matière plastique naturelle rigide à faible degré de polymérisation. Elle est constituée, comme la cellulose et les hémicelluloses, par du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, ces éléments interviennent chez elle dans des proportions et avec un arrangement différents.

En plus de ces trois constituants essentiels, le bois contient d'autres substances qui interviennent en quantités faibles ou très faibles : les matières résineuses, les substances minérales (calcium, potassium, magnésium, sodium, généralement présents sous forme de carbonates, phosphates sulfates, oxalates).

Pâtes à papier

Le plus souvent, la pâte à papier se présente sous forme humide et est donc essentiellement constituée d'eau (90%) et de cellulose (10%). A certains niveaux des étapes de fabrication, cette eau peut contenir des produits chimiques dangereux (ClO_2 par exemple). Toutefois, la pâte humide n'est stockée qu'une fois lavée. Ainsi, le risque présenté par les stockages de pâte humide est très limité.

En ce qui concerne le stockage de pâte sèche, le risque principal est alors le caractère combustible de la cellulose au même titre que le bois ou le papier.

Les pâtes à papiers mécaniques et chimiques se différencient suivant leur rendement :

- rendement supérieur à 90 % : pâtes mécaniques, thermomécaniques, chimicothermomécaniques

- rendement compris entre 80 et 90 % : pâtes chimicomécaniques
- rendement compris entre 70 et 80 % : pâtes mi-chimiques
- rendement compris entre 45 et 55 % : pâtes chimiques

Papiers / cartons

Le papier est le terme générique désignant un ensemble de matériaux se présentant sous forme de bandes ou de feuilles fabriquées par dépôt de fibres végétales, minérales, animales ou synthétiques, saules ou mélangées en suspension fluide, avec ou sans addition d'autres substances, sur un disposition de formation approprié.

Le carton est le terme appliqué à des papiers souvent caractérisés par leur rigidité, généralement supérieure à celle des papiers. D'une manière générale, les matériaux de grammage supérieur à 225 g/m² sont considérés comme étant des cartons.

Il existe une très grande variété de papiers et de cartons selon leur destination et leur fabrication. Il est possible de les différencier par leurs principaux emplois, comme suit :

- Papiers à usages graphiques
 - papiers pour impression tels que le journal, le magazine couché ou non, les couchés d'édition et les papiers pour traitement de l'information
 - papiers pour écriture tels que les papiers à usages scolaires, à usages de bureau et autres
- Papiers pour emballage
 - papiers pour carton ondulé tels que le papier cannelure (papier utilisé pour les ondulations du carton ondulé) et le papier couverture (papier utilisé pour les faces planes du carton ondulé)
 - papiers d'emballage et de conditionnement autres que pour le carton ondulé tels que le papier pour sacs de petite, moyenne et grande contenance, papiers pour pochette et enveloppes postales, papiers de contact à vocation d'emballage alimentaire, papiers de pliage, de suremballage et d'empaquetage, papiers pour boîtes et tubes spiralés, papiers à usages industriels et spéciaux
- Cartons
 - cartons pour bureau, conditionnement dont carton ondulé, emballage, publicité, usages scolaires et horticoles
 - cartons pour usages industriels tels que pour mandrins, feutre pour imprégnation, tubes de filature, joints pour automobile

- Papiers sanitaires et domestiques
 - produits en formats ou rouleaux de papier (lisse, crêpé, tissu-ouaté) tels que les papiers hygiéniques, articles d'essuyage, essuie-tout ménager, essuie-mains, mouchoirs et serviettes à démaquiller, nappes et serviettes de tables
 - produits à base de pâte défibrée tels que pour les couches bébé, garnitures périodiques, produits absorbants pour l'incontinence
- Papiers et cartons spéciaux
 - papiers pour usages électriques tels que pour les condensateurs, les câbles et les isolants stratifiés
 - papiers pour filtres
 - papiers pour supports tels que tenture, carbone, couchage, gommage, abrasifs
 - papiers à cigarettes
 - papiers à bouts-filtres de cigarettes
 - papiers fiduciaires tels que billets de banque, chèques, timbres-poste, timbres fiscaux, actes
 - papiers divers tels que buvards, étiquettes, pour impression Braille...

Dangers liés à ces produits

Ces produits seront l'aliment principal d'un éventuel incendie.

En cas d'incendie, ces combustibles ont des comportements qui varient beaucoup. A titre d'exemple, pour les bobines de papier, les paramètres suivants sont à considérer :

- catégorie de papier,
- mode d'entreposage (stockage en piles plus ou moins espacés),
- hauteur d'entreposage,
- existence d'un cerclage métallique ou d'un film plastique autour de la bobine.

3.2. Plastiques

Les matières plastiques présentent un caractère inflammable. En outre, il est important de noter que les matières plastiques, ont tendance à se liquéfier sous l'effet de la chaleur. L'incendie de ces « solides liquéfiables » se caractérise donc par un « feu de nappe » analogue à celui que l'on peut observer pour des liquides inflammables.

En règle général, les plastiques sont présents en faible quantité par rapport aux autres produits combustibles et ne participent donc que très peu à l'apport global en combustible en cas d'incendie. En revanche, par leur position dans les stockages (entre l'oxygène de l'air et le produit combustible), ils seront un élément clef de la propagation et de la montée en puissance d'un départ d'incendie.

Les rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif) sont les rubrique n°1510 (entrepôts couverts) et n°1530 (dépôts de papier, carton).

3.3. Matières combustibles à l'état divisé

De façon générale, toutes les matières pulvérulentes combustibles présentent des risques d'incendie et d'explosion.

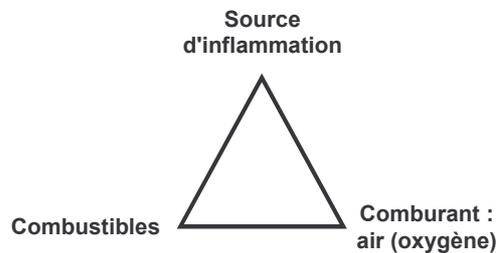
Les rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif) sont les rubrique n°1520 (dépôts de houille, coke...) pour le charbon de bois et n°2160 (silos de stockage de céréales) pour le dégagement de poussières inflammables.

Risque incendie

Pour qu'une combustion de poussières se produise, les trois conditions d'occurrence suivantes doivent être absolument réunies simultanément :

1. présence d'un produit combustible,
2. présence d'un gaz comburant tel que l'oxygène de l'air,
3. création d'une source d'inflammation d'énergie suffisante.

Ce principe est souvent représenté sous la forme du triangle du feu :



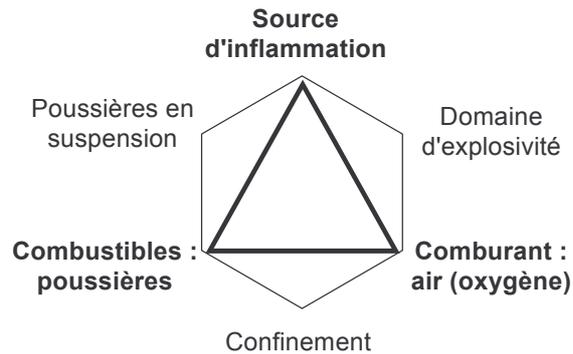
La combustibilité de certaines poussières est caractérisée par une classe de combustibilité.

Risque d'explosion

Pour que cette combustion puisse être qualifiée d'explosion, trois conditions complémentaires sont nécessaires :

4. formation d'un nuage de gaz combustibles ou de poussières combustibles en suspension,
5. teneur en combustible comprise entre la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE) et la Limite Supérieure d'Explosivité (LSE),
6. mélange suffisamment confiné.

On parle alors d'hexagone de l'explosion.



Pour ce qui concerne les conséquences d'un tel phénomène, en vertu de la sixième condition précédente, les effets de surpression consécutifs à l'explosion seraient prépondérants dans le cas où l'atmosphère explosive se formerait au sein d'une enceinte confinée. Par contre, en milieu peu ou non confiné, ce sont plutôt les effets de la flamme produite par un phénomène de flash-fire qui seraient à considérer.

Il existe deux types d'explosion de poussières :

- l'explosion primaire : c'est l'explosion initiale produite à la suite de l'inflammation d'un nuage de poussières dont la concentration est supérieure à la Limite Inférieure d'Explosivité ou LIE et se trouve dans le domaine de l'explosivité,
- l'explosion secondaire : c'est l'explosion qui est déclenchée par la propagation du front de flamme dans l'atmosphère explosive créée après la mise en suspension de dépôts de poussières par action de l'onde de pression provenant de l'explosion primaire.

Explosion d'un nuage de poussières de bois ⁴

- Principaux paramètres influençant l'inflammabilité des poussières de bois

Les poussières de bois sont combustibles. Il faut que cette poussière combustible soit suffisamment fine (granulométrie inférieure à 300 µm) pour qu'elle puisse s'enflammer en suspension dans l'air.

L'inflammabilité des poussières de bois en suspension dépend principalement de :

- la concentration, qui doit être supérieure à la Limite Inférieure d'Explosibilité (LIE), définie comme la quantité minimale de poussière en suspension dans l'air nécessaire pour qu'une explosion puisse se produire dans des conditions de pression, de température et des concentrations d'oxygène habituelles.

La LIE du bois est souvent prise égale à 40 g/m³, mais il peut y avoir des explosions pour des concentrations plus faibles.

- la teneur minimale en oxygène (TMO), c'est-à-dire la concentration en O₂ en dessous de laquelle une explosion de poussière n'est plus possible. Cette concentration varie entre 5 et 15 % en fonction de la nature de la poussière. Pour le bois, la TMO est estimée à 10 % du volume.

Une autre caractéristique concernant l'inflammation est l'énergie minimale qu'il faut fournir pour qu'il y ait une explosion. En général, l'énergie minimale d'inflammation par étincelles (EMI) est estimée à 20 mJ pour le bois.

Parmi les paramètres qui caractérisent l'inflammation, il faut également citer la température d'auto-inflammation qui se situe entre 300 et 400°C (en couche ou en nuage).

⁴ Données issues des références bibliographiques suivantes :

- ED 335, Les mélanges explosifs, INRS, 4ème édition, 1994, ISBN 2-85599-171-4
- BIA-Report 13/97, Combustion and explosion characteristics of dusts, HVBG (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften) – BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit), 1997, ISBN 3-88383-469-6
- Document CTBA sur les risques incendie et explosion du bois

- Principaux paramètres influençant les effets d'une explosion

Lors d'une explosion, les 2 paramètres influençant les effets de l'explosion sont la pression maximale d'explosion P_{\max} et la vitesse de montée en pression $VMP = (dp/dt)_{\max}$.

La valeur de VMP est reliée au volume V de l'appareil où se déroule l'explosion par une relation de la forme : $VMP \cdot V^{1/3} = \text{constante } K_{\max} \text{ ou } K_{St}$.

Pour le bois, la valeur de P_{\max} varie entre 8 et 10 bar. La valeur de K_{St} se situe entre 50 et 250 $\text{bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ en fonction de l'essence de bois et de sa granulométrie.

La constante K_{St} permet de classer les produits en plusieurs classes de violence d'explosion :

- St_1 : K_{St} entre 1 et 200 $\text{bar} \cdot \text{m/s}$
- St_2 : K_{St} entre 200 et 300 $\text{bar} \cdot \text{m/s}$
- St_3 : K_{St} supérieur à 300 $\text{bar} \cdot \text{m/s}$

Plus l'indice de la classe est élevé, et plus le risque associé aux explosions du produit concerné est important. Le bois est donc classé soit en St_1 , soit en St_2 .

Mécanisme d'auto-échauffement - Exemple des poussières de bois

Les produits pulvérulents combustibles et oxydables peuvent d'échauffer spontanément dans certaines conditions de stockage, pouvant générer parfois des risques d'incendie ou d'explosion.

L'auto-échauffement d'un produit pulvérulent combustible concerne des réactions exothermiques impliquant ou non l'oxygène de l'air ambiant, avec la caractéristique que la production de chaleur est plus rapide que la dissipation de cette même chaleur. Il s'ensuit une montée en température du produit susceptible, dans certains cas, de déclencher un incendie par le processus d'auto-inflammation.

Les réactions de combustion initiées par le phénomène d'auto-échauffement peuvent se produire avec ou sans flamme. La combustion sans flamme (incandescence, feu couvant) peut alors éventuellement dégénérer en combustion avec flamme en fonction de la nature du produit et des conditions locales de

ventilation et de diffusion d'air.

Lorsque des gaz inflammables sont générés, le risque d'explosion de gaz est à considérer (dégagement de CO).

Les produits solides combustibles en feu (feu couvant ou avec présence de flammes) peuvent également provoquer une explosion de poussières lorsqu'ils se trouvent en suspension.

En fait, les matières combustibles réagissent avec l'oxygène de l'air dès la température ambiante avec une vitesse d'oxydation d'autant plus grande que ces matières ont une granulométrie plus fine et donc une surface spécifique plus élevée.

Cette vitesse d'oxydation va dépendre de :

- l'oxyréactivité de la substance (nature, humidité...),
- la surface accessible à l'oxygène,
- la température et la pression partielle d'oxygène.

Lorsque les conditions de dépôt ou de stockage d'une substance combustible sont telles que la chaleur dégagée par les réactions d'oxydation n'est pas intégralement dissipée par les échanges thermiques entre le système réactionnel et le milieu extérieur, il se produit une élévation de température. Cette augmentation de température augmente la vitesse d'oxydation selon la loi d'Arrhenius et, par conséquent, le dégagement de chaleur est accru en raison du gradient de température plus important. On obtient alors soit un état stationnaire où toute la chaleur est évacuée vers l'extérieur, soit un emballement de l'auto-échauffement de la substance combustible et à sa combustion vive dans la mesure où les réactions d'oxydation ne sont pas freinées par défaut d'oxygène.

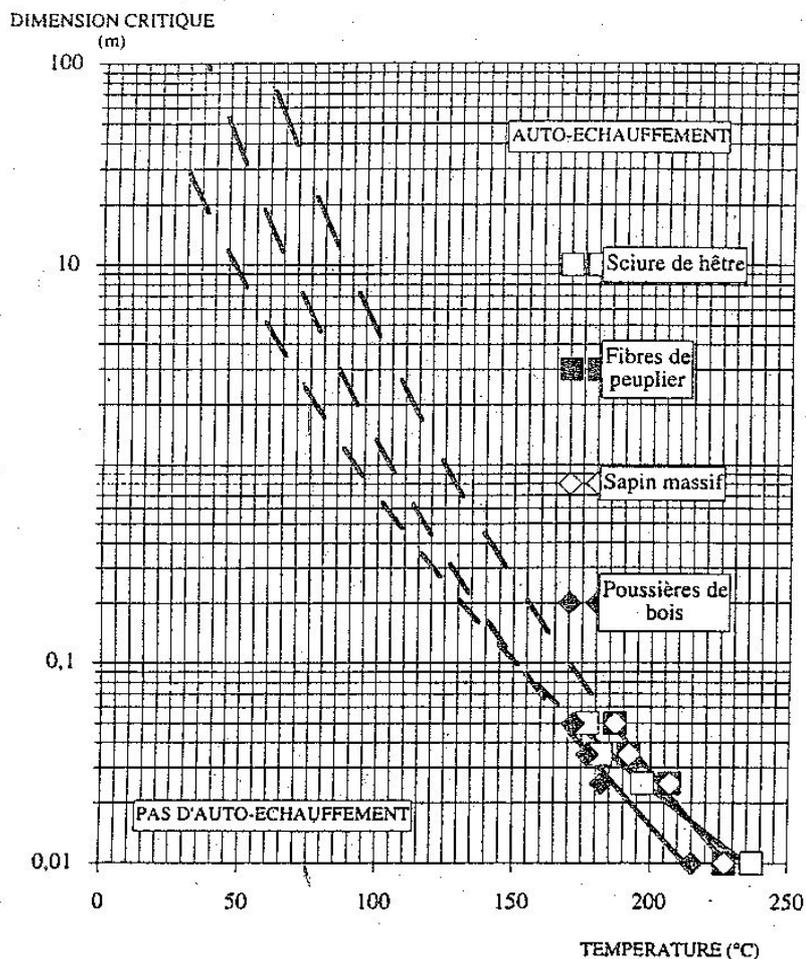
A température ambiante, une faible quantité de matériau solide combustible en présence de l'oxygène de l'air ne conduit généralement pas à des réactions de combustion significatives. A cette température, en effet, les vitesses réactionnelles sont si faibles qu'elles sont pratiquement nulles : le mélange est alors considéré dans un état stationnaire.

A partir d'une certaine température du mélange, soit en augmentant de façon homogène la température dans tout le volume, soit en élevant la température ambiante, des réactions d'oxydation lentes démarrent : ces réactions étant exothermiques, elles produisent des calories qui vont faire croître la température du mélange à condition cependant que les calories ne soient pas dissipées par les parois à l'extérieur. Il s'agit en fait d'une oxydation lente qui s'accélère lorsque les températures sont de plus en plus élevées : on atteint un stade où les réactions d'oxydation s'emballent pour atteindre, le cas échéant, l'auto-inflammation du produit.

En définitive, le phénomène d'auto-échauffement repose sur 2 paramètres principaux suivants : la taille du stockage de produit et la température initiale. Pour qu'il y ait auto-inflammation du produit, il faut que la dimension du stockage et la température du produit soient respectivement supérieures à la dimension critique et à la température critique associées au cas à étudier.

Des analyses expérimentales permettent de déterminer ces deux paramètres.

La figure ci-dessous donne la relation entre température et dimension critique de différentes essences et présentations de bois.



On peut en déduire qu'il existe des disparités entre les différentes essences et présentation de bois. A titre d'exemple, les sciures de hêtres sont assez réactives. Pour une température de 70°C, on obtient l'auto-inflammation si l'on dépasse la taille critique de 2,8 m pour le stockage. En revanche, les fibres de peuplier de même que le sapin massif ne semblent pas être des produits qui présentent des risques importants : pour une même température de 70°C, il faudrait, dans ce cas-là, dépasser une dimension de stockage de 40 m, ce qui n'est pas très courant.

Ainsi, pour éviter les risques liés à l'auto-échauffement, il convient soit de stocker le bois en quantités inférieures au volume critique pour la température de dépôt, soit de travailler sous atmosphère inerte (ce qui n'est pratiquement jamais réalisable).

Si une sonde est mise en place à l'intérieur d'un dépôt pour surveiller la montée de la température, il convient de l'installer à l'endroit où la chaleur aura le plus de mal à être évacuée, dans la zone la plus isolée thermiquement près des entrées d'air. Il faut néanmoins veiller à ce que la vidange du silo n'entraîne pas l'arrachement de la sonde.

Mécanisme de fermentation - Exemple des poussières de bois

Ce risque (fermentations aérobies et anaérobies) n'existe que pour des stockages de taille relativement importante, contenant des particules de bois assez fines, suffisamment humides et à une température telle que les micro-organismes puissent s'y développer ; on considère que la température idéale est de 35°C et qu'il faut au moins 25 % d'humidité. La durée de stockage est également un facteur primordial : on admet communément dans l'industrie du bois qu'un stockage de durée inférieure à trois semaines est sans danger de ce point de vue.

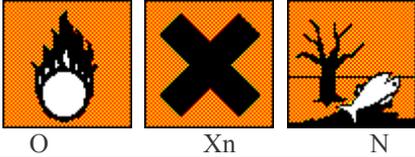
En cas de stockage prolongé d'écorces ou de copeaux, éventuellement humides, il est indispensable de surveiller régulièrement la température à cœur et d'agir dès que la température dépasse 70°C, même s'il est difficile d'installer un thermocouple au centre d'un silo de copeaux à cause du risque d'arrachement lors de la vidange. Il faut toutefois noter que l'on peut utiliser des sondes amovibles.

4. Produits comburants

4.1. Chlorate de sodium

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du chlorate de sodium. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1999).

Ce solide est un comburant puissant qui réagit violemment avec les réducteurs et les matières combustibles, provoquant incendie et explosion. Lors d'incendie, des fumées irritantes ou toxiques sont émises.

Nom	Chlorate de sodium
Synonymes	Acide chlorique, sel sodique
Formule	NaClO ₃
Nombre CAS	7775-09-9
Masse molaire (g/mole)	106,5
Etat	Cristaux incolores ou granulés blancs sans odeur
Densité relative (eau = 1)	2,5
Solubilité dans l'eau	100 g/100 ml à 20°C
Point de fusion (°C)	248
Point d'ébullition (°C)	> 300 (se décompose au-dessous de cette température)
Phrases de risque	R: 9-22-51/53 S: 2-13-17-46-61
Etiquetage	 O Xn N
Dangers chimiques et incompatibilités :	
La substance se décompose en chauffant fortement au-dessus de 300°C, produisant de l'oxygène, ce qui accroît le risque d'incendie et des fumées toxiques (chlore). La substance est un oxydant fort qui réagit violemment avec les matières combustibles et les réducteurs, produisant un risque d'incendie et d'explosion. Réagit avec beaucoup de substances organiques pour former des mélanges sensibles aux chocs en provoquant des risques d'explosion. Attaque le zinc et l'acier. Séparer des substances combustibles, des réducteurs et des matières incompatibles.	
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubrique n°1200 (fabrications, emploi, stockage de substances comburantes)

On peut noter que la solution de chlorate de sodium est comburante au-dessus d'une concentration de 550 g/l.

Propriétés du chlorate de sodium pur

Chauffé entre 400 et 500 °C, le chlorate de sodium se décompose en perchlorate et chlorure sans dégagement sensible d'oxygène selon :



A plus haute température, le perchlorate se décompose et de l'oxygène est libéré. Au-dessus d'une température critique, la décomposition est auto-entretenue. Les mécanismes de décomposition du perchlorate sont encore peu connus.

Le chlorate de sodium est réputé pour sa grande sensibilité à des contraintes mécaniques et à la chaleur au dessus de 400 °C, avec dégagement d'oxygène. Il est particulièrement dangereux lorsqu'il est finement divisé. Ceci peut se produire relativement facilement lorsque le chlorate de sodium n'est pas traité pour résister à l'humidité et qu'il subit des variations fréquentes de la température et de l'hygrométrie ambiantes. Il se forme alors des cristaux extrêmement fins et réactifs.

La grande sensibilité du chlorate de sodium à des contraintes mécaniques (choc, friction) et à la chaleur peut être notablement accrue en présence d'additifs divers.

Propriétés du chlorate de sodium en présence d'autres produits

Mélangé à des quantités même faibles de matières combustibles, organiques ou minérales, le chlorate de sodium peut acquérir des propriétés explosives qu'il n'a normalement pas lorsqu'il est pur.

De tels mélanges de chlorate de sodium et de combustible sont toujours très sensibles au choc et à la flamme. Ils sont à l'origine de nombreux accidents. Ces combustibles peuvent être de natures très diverses et inattendues : bois, (emballages, ...) ou sciure de bois, cartons, papiers, courroies de cuir, vêtements, graisses, huiles, peintures, caoutchouc, farine, sucre, soufre, charbon, asphalte, résines ou même ammoniac ...

En fait, toutes les matières facilement oxydables (métaux en poudre, ...) sensibilisent le chlorate de sodium.

Certains oxydes métalliques agissent comme catalyseurs en abaissant la température de décomposition.

Le chlorate de sodium corrode lentement le fer et l'acier.

Le dithionite (hyposulfite) de sodium, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, forme, avec le chlorate de sodium, en présence d'eau, un mélange explosif.

Les sels d'ammonium, le phosphore, les sulfures, les hypophosphites alcalino-terreux sont réputés former avec le chlorate de sodium des mélanges facilement inflammables et potentiellement explosifs.

Enfin les acides forts décomposent le chlorate de sodium. L'action de l'acide sulfurique ou chlorhydrique conduit au dioxyde de chlore et présente donc les dangers de ce produit.

En résumé, de nombreuses matières organiques ou minérales catalysent la décomposition thermique du chlorate de sodium. Certains de ces mélanges sont extrêmement sensibles aux chocs, à la friction et à un échauffement au point qu'ils peuvent brûler ou exploser spontanément.

4.2. Oxygène

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de l'oxygène. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1999).

Ce gaz est un comburant puissant. Son échauffement entraîne une élévation de pression avec des risques d'éclatement.

Nom	Oxygène
Formule	O ₂
Nombre CAS	7782-44-7
Masse molaire (g/mole)	32,0
Etat	Gaz comprimé
Solubilité dans l'eau	modérée (3,1 ml/100 ml à 20°C)
Densité vapeur relative (air = 1)	1,43
Point de fusion (°C)	-218,8
Point d'ébullition (°C)	-183
Température critique (°C)	-128,6
Pression critique (kPa)	5 043
Phrases de risque	R: 8 S: 2-17
Etiquetage	 O
Dangers chimiques et incompatibilités : La substance est un oxydant fort qui réagit violemment avec les matières combustibles et les réducteurs, avec des risques d'incendie et d'explosion. A l'épreuve du feu. Conserver au froid.	
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubrique n°1220 (emploi et stockage d'oxygène)

Risque d'incendie

Les principaux éléments que nous avons pu rassembler proviennent de l'ouvrage *Les explosifs occasionnels* de L. MEDARD dont voici un extrait.

« Le pouvoir comburant de l'air augmente quand il est enrichi en oxygène ; on a longtemps cru qu'il fallait que la teneur en oxygène atteigne 40 ou 50 % pour qu'il en résulte un danger sérieux ; il n'en est rien. Pour un taux de 25%, c'est-à-dire quand 5 volumes d'oxygène ont été ajoutés à 95 volumes d'air, il y a danger appréciable dans cette atmosphère. S'il y a 28% d'oxygène, le risque devient notable. Au-delà de 35 % on peut le qualifier de très grave, quelle que soit la valeur entre 35 et 100 % du taux d'oxygène. »

L'oxygène gazeux avive la combustion des matériaux combustibles, qui s'enflamment spontanément en présence d'un point d'ignition ou d'une étincelle (corps gras, hydrocarbures, matières organiques, vêtements,...), parfois jusqu'à l'explosion.

Risque d'oxydation

L'oxygène gazeux est un oxydant très puissant, pouvant entraîner une réaction violente avec des éléments réducteurs.

Risque d'accumulation en point bas

L'oxygène gazeux est un gaz plus lourd que l'air, sa densité est environ de 1,43.

Effets indésirables par inhalation

L'oxygène gazeux, présent à une concentration dans l'air supérieure ou égale à 75%, peut entraîner par inhalation des effets tels que vertiges, maux de têtes, malaises. A l'inverse, s'il est à une concentration trop faible, il provoque des malaises (à 18%), des évanouissements (à 13%) ou la mort (à 8%).

L'oxygène liquéfié

Sous forme liquéfiée, c'est un liquide extrêmement froid, incolore à bleu, dont l'évaporation rapide peut provoquer des gelures. De plus, les vêtements de travail saturés en oxygène peuvent présenter un sérieux risque d'incendie.

4.3. Peroxyde d'hydrogène en solution ($\geq 50\%$)

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du peroxyde d'hydrogène en solution ($\geq 50\%$). Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 2000) et de l'INRS (édition de 1992).

Ce liquide est un comburant puissant qui se décompose sous l'effet de la chaleur ou de la lumière en produisant de l'oxygène ; ce qui accroît le risque d'incendie. Il réagit également violemment avec les matières combustibles et les réducteurs, produisant aussi un risque d'incendie et d'explosion, particulièrement en présence de métaux.

Il est aussi toxique pour les organismes aquatiques.

Nom	Peroxyde d'hydrogène en solution ($\geq 50\%$)
Synonymes	Hydroperoxyde Eau oxygénée, > 50 %
Formule	H ₂ O ₂
Nombre CAS	7722-84-1
Masse molaire (g/mole)	34,0
Etat	Liquide incolore
Densité relative (eau = 1)	1,4 (90%), 1,3 (70%)
Solubilité dans l'eau	miscible
Densité vapeur relative (air = 1)	1
Point de fusion (°C)	-11°C (90%), -39°C (70%)
Point d'ébullition (°C)	141°C (90%), 125°C (70%)
Tension de vapeur (kPa)	0,2 (90%), 0,1 (70%) à 20°C
Chaleur de décomposition à 25°C (kcal/mol)	-23,3 (90%), -23,0 (70%)
Seuil d'apparition des effets toxiques irréversibles (concentration pour 1 heure d'exposition en ppm)	50 ppm (ERPG)
Seuil d'apparition des effets toxiques létaux (concentration pour 1 heure d'exposition en ppm)	100 ppm (ERPG)
Phrases de risque	R: 5-8-20/22-35 S: 1/2-17-26-28-36/37/39-45
Etiquetage	  O C
Dangers chimiques et incompatibilités : La substance se décompose en chauffant ou sous l'influence de la lumière, produisant de l'oxygène, ce qui accroît le risque d'incendie. La substance est un oxydant fort qui réagit violemment avec les matières combustibles et les réducteurs provoquant un risque d'incendie et d'explosion, particulièrement en présence de métaux. Attaque de nombreuses substances organiques, par ex. le textile et le papier. Séparer des bases fortes et des métaux. Conserver au froid. Conserver à l'abri de la lumière. Conserver dans des réservoirs équipés d'évents. Stocker seulement une fois stabilisé.	
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubrique n°1200 (fabrications, emploi, stockage de substances comburantes)

5. Produits corrosifs

Le danger commun aux acides et aux bases est leur caractère corrosif. Leur mélange peut provoquer des réactions exothermiques susceptibles de déclencher ou d'entretenir un incendie et/ou d'émettre des produits toxiques.

5.1. Acide sulfurique

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de l'acide sulfurique à 93%. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 2000).

En plus des dangers généraux des acides, l'acide sulfurique est réputé dangereux pour les organismes aquatiques. Cet oxydant fort réagit violemment avec les matières combustibles, les réducteurs, les bases et l'eau.

Nom	Acide sulfurique à 93%
Formule	H ₂ SO ₄
Nombre CAS	7664-93-9
Masse molaire (g/mole)	98,1
Etat	Liquide hygroscopique, huileux, incolore, inodore
Densité relative (eau = 1)	1,8
Solubilité dans l'eau	miscible
Densité vapeur relative (air = 1)	3,4
Point de fusion (°C)	10
Tension de vapeur (kPa)	0,13 kPa à 146°C-
Phrases de risque	R: 35 S: 1/2-26-30-45
Etiquetage	 C
Dangers chimiques et incompatibilités :	
La substance est un oxydant fort qui réagit violemment avec les matières combustibles et les réducteurs. La substance est un acide fort, qui réagit violemment avec les bases et qui est corrosif pour la plupart des métaux courants, formant un gaz inflammable/explosible (hydrogène). Réagit violemment avec l'eau et les matières organiques, avec dégagement de chaleur. Lors de chauffage, des fumées et des gaz irritants et toxiques se forment (oxydes de soufre). Peut être conservé dans des récipients en acier inoxydable. Conserver dans un endroit avec un sol en béton résistant à la corrosion.	
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubrique n°1611 (dépôts d'acide sulfurique à plus de 25 % en poids)

5.2. Acide phosphorique

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de l'acide phosphorique. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 2000).

En plus des dangers spécifiques aux acides, ce produit est dangereux pour l'environnement et plus particulièrement pour les organismes aquatiques.

Nom	Acide phosphorique
Synonymes	Acide orthophosphorique
Formule	H ₃ PO ₄
Nombre CAS	7664-38-2
Masse molaire (g/mole)	98,0
Etat	Cristaux hygroscopiques, incolores
Densité relative (eau = 1)	1,9
Solubilité dans l'eau	très bonne
Densité vapeur relative (air = 1)	3,4
Point de fusion (°C)	42
Point d'ébullition (°C)	213 (se décompose au-dessous)
Tension de vapeur (kPa)	4 Pa à 20°C
Phrases de risque	R: 34 S: 1/2-26-45
Etiquetage	 <p>C</p>
<p>Dangers chimiques et incompatibilités : La substance polymérise violemment sous l'influence des composés azoïques et des époxydes. Lors de combustion, il se forme des fumées toxiques comprenant des oxydes phosphoreux. La substance se décompose au contact d'alcools, d'aldéhydes, de cyanures, de cétones, de phénols, d'esters, des sulfures, de substances organiques halogénées, produisant des fumées toxiques. Attaque un grand nombre de métaux en formant un gaz inflammable/explosif (hydrogène). La substance est un acide moyennement fort. Réagit violemment avec les bases. Bien fermer. Conserver au sec.</p>	
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubrique n°1611 (dépôts d'acide phosphorique)

5.3. Soude caustique

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de la soude caustique. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 2000) et de l'INRS (édition de 1997).

En plus des dangers généraux des bases, la soude caustique est réputée dangereuse pour les organismes aquatiques.

Nom	Soude caustique
Synonymes	Hydroxyde de sodium, Hydrate de sodium
Formule	NaOH
Nombre CAS	1310-73-2
Masse molaire (g/mole)	40
Etat	Solide de formes variables, blanc, déliquescent, inodore
Densité relative (eau = 1)	2,1
Solubilité dans l'eau	109 g/100 ml à 20°C
Point de fusion (°C)	318
Point d'ébullition (°C)	1 390
Tension de vapeur (kPa)	0,13 kPa à 739°C
Phrases de risque	R: 35 S: 1/2-26-37/39-45
Etiquetage	 <p style="text-align: center;">C</p>
<p>Dangers chimiques et incompatibilités : La substance est une base forte, qui réagit violemment avec les acides et qui est corrosive, dans l'air humide, pour les métaux tels que le zinc, l'aluminium, l'étain et le plomb en formant un gaz combustible/explosible (hydrogène). Réagit avec les sels d'ammonium pour former de l'ammoniaque, en provoquant des risques d'incendie. Attaque certaines formes de plastique, le caoutchouc ou les recouvrements de surface. Fixe rapidement l'humidité de l'air et absorbe le dioxyde de carbone. Le contact avec l'humidité ou l'eau produit de la chaleur. Conserver au sec. Bien fermer. Conserver dans un endroit avec un sol en béton résistant à la corrosion.</p>	
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubrique n°1630 (dépôts de lessives de soude ou potasse)

5.4. Chaux vive

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de la chaux vive. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1997).

En solution, la chaux vive est une base moyennement forte qui a des propriétés corrosives.

Nom	Chaux vive
Synonymes	Chaux, Chaux anhydre, Oxyde de calcium
Formule	CaO
Nombre CAS	1305-78-8
Masse molaire (g/mole)	56,1
Etat	Poudre cristalline, hygroscopique, blanche
Densité relative (eau = 1)	3,3 – 3,4
Solubilité dans l'eau	réaction
Point de fusion (°C)	2570
Point d'ébullition (°C)	2850
Phrases de risque	-
Etiquetage	-
Dangers chimiques et incompatibilités : La solution dans l'eau est une base moyennement forte. Réagit avec l'eau, dégageant une chaleur suffisante pour enflammer les substances combustibles. Réagit violemment avec les acides, les halogènes, les métaux. Conserver au sec.	

5.5. Sulfure de sodium (anhydre)

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du sulfure de sodium (anhydre). Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 2002).

En plus de ces propriétés corrosives, ce produit est réputé dangereux pour les organismes aquatiques.

Nom	Sulfure de sodium (anhydre)
Synonymes	Monosulfure de sodium
Formule	Na ₂ S
Nombre CAS	1313-82-2
Masse molaire (g/mole)	78,04
Etat	Cristaux blancs à jaunes hygroscopiques, d'odeur caractéristique
Densité relative (eau = 1)	1,86
Point de fusion (°C)	920-950
Température d'autoinflammation (°C)	> 480°C
Phrases de risque	R: 31-34-50 S: 1/2-26-45-61
Etiquetage	<div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px; margin-top: 5px;"> C N </div>
<p>Dangers chimiques et incompatibilités : La substance se décompose en brûlant, au contact d'acides ou de l'eau, produisant des gaz toxiques et corrosifs, ce qui accroît le risque d'incendie. La solution dans l'eau est une base forte, qui réagit violemment avec les acides et qui est corrosive. Réagit violemment avec les oxydants. Conserver dans un local bien ventilé. Conserver au sec.</p>	
Rubriques ICPE susceptibles d'être concernées (non exhaustif)	Rubrique n°1172 (stockage et emploi de substances dangereuses pour l'environnement)

6. Autres produits

6.1. Liqueurs

Trois types de liqueurs sont utilisées :

- La liqueur blanche est constituée d'un mélange de soude (NaOH) et de solution de sulfure de sodium (Na₂S). Elle présente donc des risques similaires à ces types de produits à savoir un caractère corrosif d'une part et un pH très alcalin d'autre part (donc une incompatibilité chimique avec les produits acides en particulier). En présence d'acide, elle peut dégager de l'H₂S.
- La liqueur noire est la solution qui résulte de la cuisson des copeaux de bois mélangés à de la liqueur blanche. Elle contient de la liqueur blanche et des produits de décomposition de cette liqueur, des résidus de lignine, d'autres constituants secondaires issus du bois (térébenthine notamment), de l'hydrogène sulfuré et des mercaptans. Les gaz et la térébenthine étant extraits rapidement, la liqueur noire présente en fait des risques analogues à la liqueur blanche. Lorsqu'elle est concentrée, la liqueur noire présente en plus une certaine combustibilité que la liqueur blanche ne possède pas.
- La liqueur verte est issue de la combustion de la liqueur noire concentrée. Elle contient essentiellement des sels de sodium dilués dans de l'eau. En première approximation, le risque présenté par cette liqueur est considéré comme analogue à celui présenté par la liqueur blanche.

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du sulfite de sodium. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1994).

Nom	Sulfite de sodium
Synonymes	Sulfite de disodium, Acide sulfureux, sel de disodium
Formule	Na_2SO_3
Nombre CAS	7757-83-7
Masse molaire (g/mole)	126,06
Etat	Cristaux blancs ou poudre
Densité relative (eau = 1)	2,63
Solubilité dans l'eau	bonne
Point de fusion (°C)	600°C (se décompose au-dessous)
Phrases de risque	-
Etiquetage	-
<p>Dangers chimiques et incompatibilités : La substance se décompose en chauffant et en brûlant, produisant des oxydes de soufre toxiques et corrosifs. La substance est un réducteur fort et réagit avec les oxydants. Réagit avec les acides forts produisant du dioxyde de soufre toxique. Conserver au sec.</p>	

6.3. Bisulfite de sodium 38 %

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du bisulfite de sodium 38% qui proviennent des Fiches de Données de Sécurité fournies par RHODIA ECO SERVICES et CHEMTRADE LOGISTIC.

Le bisulfite de sodium pur (NaHSO_3) est classé parmi les produits toxiques mais une solution à 38% n'est pas considérée comme telle.

Nom	Bisulfite de sodium 38%
Formule	NaHSO_3
Nombre CAS	7631-90-5
Masse molaire (g/mole)	104,06
Etat	Liquide clair, incolore à jaune pâle, ayant une odeur âcre et caractéristique au dioxyde de soufre
Densité relative (eau = 1)	1,33
Solubilité dans l'eau	Soluble en toute proportion dans l'eau
Densité vapeur relative (air = 1)	la plus haute connue est 0,62
Point de fusion/congélation ($^{\circ}\text{C}$)	6
Point d'ébullition ($^{\circ}\text{C}$)	104
pH	3,8 à 5,2
Pression de vapeur (kPa)	4 kPa à 20°C
Phrases de risque	R: 22-31 S: 2-25-46
Etiquetage	 Xn
Dangers chimiques et incompatibilités : Une solution de bisulfite de sodium à 38% libère des oxydes de soufre (gaz toxiques) au contact d'acide ou en cas d'incendie. Produit stable. Incompatibilité avec les acides et les matières oxydantes. Entreposer entre 20 et 27°C , dans un endroit frais, bien aéré et éloigné des sources de chaleur, d'étincelles ou de flammes. Récipients protégés contre l'entrée d'eau.	

6.4. Dithionite de sodium

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du dithionite de sodium. Les données proviennent essentiellement de l'INRS (édition de 1995)

Le dithionite de sodium est un solide inflammable qui peut s'enflammer spontanément au contact de l'air humide et sous l'effet de la chaleur.

Nom	Dithionite de sodium
Formule	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$
Nombre CAS	7775-14-6
Masse molaire (g/mole)	174,13
Etat	Poudre cristalline blanche ou grisâtre, d'odeur faible caractéristique
Densité relative (eau = 1)	2,38 (anhydre) ; 1,58 (dihydrate)
Solubilité dans l'eau	220 g/l à 20°C
Point de fusion (°C)	52°C (dihydrate, perte de l'eau de cristallisation)
Phrases de risque	R: 22
Etiquetage	 Xn
Dangers chimiques et incompatibilités : Le dithionite de sodium anhydre est un produit stable quand il est maintenu dans une atmosphère sèche. En présence d'une petite quantité d'eau (air humide), il se décompose rapidement : la réaction est exothermique, avec un risque d'inflammation spontanée (formation de soufre), en particulier si le produit se présente sous la forme d'une poudre finement dispersée. Il se décompose lorsqu'il est chauffé au-dessus de 100°C avec dégagement de SO_2 . La réaction devient violente lorsque la température augmente ; on a observé une inflammation spontanée à 130°C, une explosion à 190°C. C'est un réducteur puissant qui peut réagir vivement avec les agents oxydants. Il réagit avec les acides avec dégagement de SO_2 . Les solutions aqueuses de dithionite de sodium sont d'autant moins stables que la solution est concentrée. Elles se décomposent au-dessus de 50°C. Les métaux sont insensibles à l'action du dithionite de sodium. Stocker dans des locaux spéciaux, secs et frais, bien ventilés, à l'abri de toute source de chaleur. Le sol des locaux doit être incombustible.	

6.5. Bisulfite d'ammonium

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du bisulfite d'ammonium. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1995).

Nom	Bisulfite d'ammonium
Synonymes	Hydrogénosulfite d'ammonium
Formule	NH_4HSO_3
Nombre CAS	10192-30-0
Masse molaire (g/mole)	99,1
Etat	Cristaux incolores à jaunes
Densité relative (eau = 1)	2,0
Solubilité dans l'eau	267 g/100 ml à 10°C
Point d'ébullition (°C)	150 (se décompose au-dessous)
Phrases de risque	-
Etiquetage	-
Dangers chimiques et incompatibilités : La substance se décompose en chauffant fortement ou au contact d'acides, produisant des fumées toxiques comprenant des oxydes de soufre, des oxydes d'azote et de l'ammoniaque. Réagit violemment avec les oxydants. Attaque un grand nombre de métaux en présence d'eau lors de concentrations élevées. Bien fermer.	

6.6. Carbonate de calcium

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du carbonate de calcium. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1999).

Nom	Carbonate de calcium
Synonymes	Calcite
Formule	CaCO_3
Nombre CAS	471-34-1
Masse molaire (g/mole)	100,09
Etat	Poudre ou cristaux sans goût, sans odeur
Densité relative (eau = 1)	2,7 – 2,9
Solubilité dans l'eau	nulle
Point de fusion (°C)	825 (décomposition)
Phrases de risque	-
Etiquetage	-
Dangers chimiques et incompatibilités : La substance se décompose en chauffant fortement à une température de 285°C, produisant des fumées corrosives d'oxydes de calcium. Réagit avec les acides, l'aluminium et les sels d'ammoniaque.	

6.7. Kaolin

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques du kaolin. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1995).

La substance peut être absorbée par l'organisme par inhalation. Lors d'expositions prolongées ou répétées aux particules de poussières, il existe un risque d'atteinte pulmonaire. La substance peut avoir des effets sur les poumons, entraînant de la fibrose (kaolinose) et une insuffisance fonctionnelle.

Nom	Kaolin
Synonymes	Silicate d'aluminium hydraté
Formule	$H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O$
Nombre CAS	1332-58-7
Masse molaire g/mol	258 (approx)
Etat	Poudre blanche
Densité relative (eau = 1)	2,6
Solubilité dans l'eau	nulle
Phrases de risque	-
Etiquetage	-
Dangers chimiques et incompatibilités	-

6.8. Anthraquinone

L'anthraquinone est un solide insoluble dans l'eau. Ce produit ne peut s'enflammer que s'il est chauffé fortement et en présence d'une source d'ignition. D'autre part, lorsqu'il est chauffé jusqu'à sa décomposition, il peut émettre du dioxyde et/ou du monoxyde de carbone. Ce produit est également incompatible avec les oxydants forts.

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de l'anthraquinone qui proviennent de la Fiche de Données de Sécurité fournie par NOPCO PAPER TECHNOLOGY S.L.

Nom	Anthraquinone
Formule	$C_{14}H_8O_2$
Nombre CAS	84-65-1
Masse molaire (g/mole)	208
Etat	Solide
Point de fusion (°C)	286
Point d'ébullition (°C)	377
Phrases de risque	R: 36/37/38
Etiquetage	 Xi
Dangers chimiques et incompatibilités	-

6.9. Urée

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de l'urée. Les données proviennent essentiellement du NIOSH (données revues en réunion en 1997).

Le risque principal lié à l'urée est celui d'incendie et d'explosion lors d'un contact avec les oxydants, les nitrites, les chlorures inorganiques, les chlorites et les perchlorates.

Nom	Urée
Synonymes	Carbamide
Formule	NH_2CONH_2
Nombre CAS	57-13-6
Masse molaire (g/mole)	60,1
Etat	Cristaux blancs, d'odeur caractéristique
Densité relative (eau = 1)	1,32
Solubilité dans l'eau	miscible
Point de fusion (°C)	132,7-135°C
Phrases de risque	-
Etiquetage	-
Dangers chimiques et incompatibilités : La substance se décompose en chauffant fortement au-dessus du point de fusion, produisant des gaz toxiques. Réagit violemment avec les oxydants, les nitrites, les chlorures inorganiques, les chlorites et les perchlorates, en provoquant des risques d'incendie et d'explosion.	

7. Listes des phrases de risques R et S

Dans ces listes, il faut considérer que tout numéro manquant est non attribué à ce jour.

LISTE DES PHRASES R PAR NUMERO CROISSANT	
R1	Explosif à l'état sec.
R2	Risque d'explosion par le choc, la friction, le feu ou d'autres sources d'ignition.
R3	Grand risque d'explosion par le choc, la friction, le feu ou d'autres sources d'ignition.
R4	Forme des composés métalliques très sensibles.
R5	Danger d'explosion sous l'action de la chaleur.
R6	Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air.
R7	Peut provoquer un incendie.
R8	Favorise l'inflammation des matières combustibles.
R9	Peut exploser en mélange avec des matières combustibles.
R10	Inflammable
R11	Facilement inflammable
R12	Extrêmement inflammable
R14	Réagit violemment au contact de l'eau
R14/15	Réagit violemment au contact de l'eau en dégageant des gaz extrêmement inflammables
R15	Au contact de l'eau, dégage des gaz extrêmement inflammables
R15/29	Au contact de l'eau, dégage des gaz toxiques et extrêmement inflammables
R16	Peut exploser en mélange avec des substances comburantes
R17	Spontanément inflammable à l'air
R18	Lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif
R19	Peut former des peroxydes explosifs
R20	Nocif par inhalation
R20/21	Nocif par inhalation et par contact avec la peau
R20/21/22	Nocif par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
R20/22	Nocif par inhalation et par ingestion
R21	Nocif par contact avec la peau
R21/22	Nocif par contact avec la peau et par ingestion
R22	Nocif en cas d'ingestion
R23	Toxique par inhalation
R23/24	Toxique par inhalation et par contact avec la peau
R23/24/25	Toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
R23/25	Toxique par inhalation et par ingestion
R24	Toxique par contact avec la peau
R24/25	Toxique par contact avec la peau et par ingestion
R25	Toxique en cas d'ingestion
R26	Très toxique par inhalation
R26/27	Très toxique par inhalation et par contact avec la peau
R26/27/28	Très toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
R26/28	Très toxique par inhalation et par ingestion
R27	Très toxique par contact avec la peau
R27/28	Très toxique par contact avec la peau et par ingestion
R28	Très toxique en cas d'ingestion
R29	Au contact de l'eau, dégage des gaz toxiques
R30	Peut devenir facilement inflammable pendant l'utilisation
R31	Au contact d'un acide, dégage un gaz toxique
R32	Au contact d'un acide, dégage un gaz très toxique
R33	Danger d'effets cumulatifs
R34	Provoque des brûlures

LISTE DES PHRASES R PAR NUMERO CROISSANT	
R35	Provoque de graves brûlures
R36	Irritant pour les yeux
R36/37	Irritant pour les yeux et les voies respiratoires
R36/37/38	Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau
R36/38	Irritant pour les yeux et la peau
R37	Irritant pour les voies respiratoires
R37/38	Irritant pour les voies respiratoires et la peau
R38	Irritant pour la peau
R39	Danger d'effets irréversibles très graves
R39/23	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation
R39/23/24	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par contact avec la peau
R39/23/24/25	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
R39/23/25	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par ingestion
R39/24	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau
R39/24/25	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau et par ingestion
R39/25	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par ingestion
R39/26	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation
R39/26/27	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par contact avec la peau
R39/26/27/28	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
R39/27	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau
R39/27/28	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau et par ingestion
R39/28	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par ingestion
R39/26/28	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par ingestion
R40	Effet cancérigène suspecté – preuves insuffisantes
R41	Risque de lésions oculaires graves
R42	Peut entraîner une sensibilisation par inhalation
R42/43	Peut entraîner une sensibilisation par inhalation et contact avec la peau
R43	Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau
R44	Risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée
R45	Peut causer le cancer
R46	Peut causer des altérations génétiques héréditaires
R48	Risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée
R48/20	Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation
R48/20/21	Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par contact avec la peau
R48/20/21/22	Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation, contact avec la peau et ingestion
R48/20/22	Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par ingestion
R48/21	Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par contact avec la peau
R48/21/22	Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par contact avec la peau et par ingestion
R48/22	Nocif : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion
R48/23	Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation
R48/23/24	Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par contact avec la peau
R48/23/24/25	Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
R48/23/25	Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par ingestion

LISTE DES PHRASES R PAR NUMERO CROISSANT	
R48/24	Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par contact avec la peau
R48/24/25	Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par contact avec la peau et par ingestion
R48/25	Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion
R49	Peut causer le cancer par inhalation
R50	Très toxique pour les organismes aquatiques
R50/53	Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
R51	Toxique pour les organismes aquatiques
R51/53	Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
R52	Nocif pour les organismes aquatiques
R52/53	Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique
R53	Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique
R54	Toxique pour la flore
R55	Toxique pour la faune
R56	Toxique pour les organismes du sol
R57	Toxique pour les abeilles
R58	Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement
R59	Dangereux pour la couche d'ozone
R60	Peut altérer la fertilité
R61	Risques pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant
R62	Risque possible d'altération de la fertilité
R63	Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant
R64	Risque possible pour les bébés nourris au lait maternel
R65	Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion.
R66	L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau.
R67	L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges
R68	Possibilités d'effets irréversibles.
R 68/20	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation.
R68/20/21	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation et par contact avec la peau.
R68/20/21/2	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
R68/20/22	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation et par ingestion.
R68/21	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par contact avec la peau.
R68/21/22	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par contact avec la peau et par ingestion.
R 68/22	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par ingestion.

LISTE DES PHRASES S PAR NUMERO CROISSANT	
S1	Conserver sous clé
S1/2	Conserver sous clé et hors de portée des enfants.
S2	Conserver hors de la portée des enfants
S3	Conserver dans un endroit frais
S3/7	Conserver le récipient bien fermé dans un endroit frais.
S3/9/14	Conserver dans un endroit frais et bien ventilé à l'écart des ...(matières incompatibles à indiquer par le fabricant).
S3/9/14/4 9	Conserver uniquement dans le récipient d'origine dans un endroit frais et bien ventilé à l'écart des ...(matières incompatibles à indiquer par le fabricant).
S3/9/49	Conserver uniquement dans le récipient d'origine dans un endroit frais et bien ventilé.
S3/14	Conserver dans un endroit frais à l'écart des ...(matières incompatibles à indiquer par le fabricant).
S4	Conserver à l'écart de tout local d'habitation
S5	Conserver sous ... (liquide approprié à spécifier par le fabricant)
S6	Conserver sous ... (gaz inerte à spécifier par le fabricant)
S7	Conserver le récipient bien fermé
S7/8	Conserver le récipient bien fermé et à l'abri de l'humidité.
S7/9	Conserver le récipient bien fermé et dans un endroit bien ventilé.
S7/47	Conserver le récipient bien fermé et à une température ne dépassant pas...°C (à préciser par le fabricant).
S8	Conserver le récipient à l'abri de l'humidité
S9	Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé
S12	Ne pas fermer hermétiquement le récipient
S13	Conserver à l'écart des aliments et boissons, y compris ceux pour animaux
S14	Conserver à l'écart des ... (matières incompatibles à indiquer par le fabricant)
S15	Conserver à l'écart de la chaleur
S16	Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer
S17	Tenir à l'écart des matières combustibles
S18	Manipuler et ouvrir le récipient avec prudence
S20	Ne pas manger et ne pas boire pendant l'utilisation
S20/21	Ne pas manger et ne pas boire pendant l'utilisation
S21	Ne pas fumer pendant l'utilisation
S22	Ne pas respirer les poussières
S23	Ne pas respirer les gaz / vapeurs / fumées / aérosols (termes appropriés à indiquer par le fabricant)
S24	Eviter le contact avec la peau
S24/25	Eviter le contact avec la peau et les yeux.
S25	Eviter le contact avec les yeux
S26	En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste
S27	Enlever immédiatement tout vêtement souillé ou éclaboussé
S27/28	Après contact avec la peau, enlever immédiatement tout vêtement souillé ou éclaboussé et se laver immédiatement et abondamment avec... (produits appropriés à indiquer par le fabricant).
S28	Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec (produits appropriés à indiquer par le fabricant)
S29	Ne pas jeter les résidus à l'égout
S29/35	Ne pas jeter les résidus à l'égout ; ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toutes les précautions d'usage.
S29/56	Ne pas jeter les résidus à l'égout, éliminer ce produit et son récipient dans un centre de collecte des déchets dangereux ou spéciaux.
S30	Ne jamais verser de l'eau dans ce produit
S33	Eviter l'accumulation des charges électrostatiques
S35	Ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toutes précautions d'usage
S36	Porter un vêtement de protection approprié
S36/37	Porter un vêtement de protection et des gants appropriés

LISTE DES PHRASES S PAR NUMERO CROISSANT	
S36/37/39	Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux / du visage.
S36/39	Porter un vêtement de protection approprié et un appareil de protection des yeux / du visage.
S37	Porter des gants appropriés
S37/39	Porter des gants appropriés et un appareil de protection des yeux / du visage
S38	En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié
S39	Porter un appareil de protection des yeux / du visage
S40	Pour nettoyer le sol ou les objets souillés par ce produit, utiliser (à préciser par le fabricant)
S41	En cas d'incendie et/ou d'explosion, ne pas respirer les fumées
S42	Pendant les fumigations / pulvérisations, porter un appareil respiratoire approprié (termes appropriés à indiquer par le fabricant)
S43	En cas d'incendie, utiliser ... (moyens d'extinction à préciser par le fabricant. Si l'eau augmente les risques, ajouter "Ne jamais utiliser d'eau")
S45	En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette)
S46	En cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette
S47	Conserver à une température ne dépassant pas ... °C (à préciser par le fabricant)
S47/49	Conserver uniquement dans le récipient d'origine à une température ne dépassant pas ... °C (à préciser par le fabricant)
S48	Maintenir humide avec ... (moyen approprié à préciser par le fabricant)
S49	Conserver uniquement dans le récipient d'origine
S50	Ne pas mélanger avec ... (à spécifier par le fabricant)
S51	Utiliser seulement dans des zones bien ventilées
S52	Ne pas utiliser sur de grandes surfaces dans les locaux habités
S53	Eviter l'exposition - se procurer des instructions spéciales avant l'utilisation
S56	Eliminer ce produit et son récipient dans un centre de collecte de déchets dangereux ou spéciaux
S57	Utiliser un récipient approprié pour éviter toute contamination du milieu ambiant
S59	Consulter le fabricant / fournisseur pour des informations relatives à la récupération / au recyclage
S60	Eliminer le produit et le récipient comme un déchet dangereux
S61	Eviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales / la fiche de données de sécurité
S62	En cas d'ingestion, ne pas faire vomir : consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette
S63	En cas d'accident par inhalation, transporter la victime hors de la zone contaminée et la garder au repos.
S64	En cas d'ingestion, rincer la bouche avec de l'eau (seulement si la personne est consciente).

Folio 2

Tableau des réactions dangereuses

ANNEXE B

Analyse des accidents passés

Folio 1

Accidentologie de l'industrie du papier / carton

(Période 1954 - 2004)

Accidentologie de l'industrie du papier/carton

(Base de données ARIA du BARPI - Etat au 02/02/2005)

N°6502 - 03/07/1955 - ALLEMAGNE - KALIWERK

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Une canalisation de vidange se rompt lors du dépotage d'une citerne routière de chlore dans une usine de cellulose ; 62 personnes sont plus ou moins intoxiquées.

N°15994 - 26/10/1982 - 16 - ANGOULEME

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, à la suite d'une déchirure brutale d'un stockage, 25 t de colle polluent un affluent de la CHARENTE.

N°16317 - 14/01/1985 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une usine de fabrication de papier, à la suite du gel des tuyauteries, du dioxyde de chlore est émis à l'atmosphère.

N°16318 - 16/01/1985 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans l'atelier de blanchiment d'une papeterie, une fuite de chlore se produit sur un circuit d'alimentation à la suite de la corrosion d'un point d'attache. Six ouvriers sont intoxiqués. Quelques heures plus tard, un brasero met le feu à des déchets de papier. L'incendie est maîtrisé rapidement par des sprinklers.

N°15238 - 01/08/1986 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie initié par la foudre détruit 3 000 t de papiers de récupération dans un dépôt d'une papeterie.

N°340 - 19/04/1988 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une fuite évaluée à 600 kg de chlore gazeux a lieu en fin de dépotage d'un wagon. Un opérateur qui arrête le compresseur de transfert dans le local, entend une explosion et un sifflement. Il démarre la tour d'absorption et prévient un agent de maîtrise. Ce dernier en combinaison et ARI ferme les vannes adéquates malgré la faible visibilité dans le local. L'intervention dure 10 mn, mais la fuite aurait été plus faible si l'opérateur Cl2 avait immédiatement appuyé sur le bouton d'arrêt d'urgence prévu. Un nuage toxique incommodé un ouvrier à l'extérieur du local. La fuite sur la canalisation en acier doux de transfert du Cl2 gazeux (40 mm) est due à la fusion d'une manchette de raccordement entre une vanne pneumatique et une vanne manuelle. Une étude micrographique confirme cette hypothèse et une étude macrographique de la partie saine montre la présence de fortes irrégularités de l'épaisseur de la pièce dues à une corrosion interne. La manchette avait été remplacée 18 mois plus tôt dans le cadre d'un remplacement systématique triennal et par tronçons des canalisations. L'échauffement de la manchette donne lieu à plusieurs hypothèses. Une défaillance du câble électrique de l'électrovanne pilotant la vanne pneumatique, mais la vanne se serait fermée par manque de fluide moteur. Une décharge d'électricité statique, mais les tuyauteries sont connectées à une charpente métallique. Une réaction avec un hydroxyde de fer. De l'humidité peut pénétrer dans le réseau avant la pose de tampons sur les tuyauteries, notamment lors d'un dégazage après dépotage, se condenser en certains endroits malgré les 25 à 30 °C du local et entraîner une corrosion localisée des tuyauteries ou une condensation de l'humidité naturelle du Cl2 gazeux. Une oxydation peut en effet diminuer notablement la température de la réaction Cl2 / acier. Le retour d'une impureté présente sur le point de raccordement à la phase gaz de la citerne mobile, mais la réaction aurait été immédiate avant dépôt des impuretés dans le réseau. L'occlusion d'une impureté réactive (eau, graisse) avec le Cl2 sur la surface interne de métal bien qu'également peu probable n'est enfin pas écartée. Des dispositions sont prévues pour éviter les entrées d'eau (canalisations sous N2...). L'emploi de la basse tension (24 V) est généralisé. L'épaisseur des tuyauteries sera régulièrement contrôlée. Des consignes sont modifiées et rappelées. Un dépotage sous pression d'azote est envisagé à terme.

N°1053 - 05/01/1989 - 31 - SAINT-GAUDENS

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Suite à des essais sur une nouvelle fabrication, de la mousse se forme et pollue la LOUGE, le canal de SAINT MARTORY et la GARONNE.

N°1054 - 05/01/1989 - 67 - STRASBOURG

21.1C - Fabrication de papier et de carton

De l'eau d'une fabrication à base de rhodamine est déversée dans la MUHLWASSER provoquant sa coloration.

N°1114 - 06/02/1989 - 88 - ANOULD

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Des effluents contenant du kaolin et du latex sont rejetés dans la MEURTHE provoquant la coloration de celle-ci.

N°1455 - 07/02/1989 - 88 - ARCHES

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une papeterie rejette de la pâte à papier dans le réseau d'assainissement. Colmatant le dégrilleur situé à l'entrée d'une station d'épuration, le rejet provoque une mise en charge du réseau et le déversement des effluents vers le milieu naturel par l'intermédiaire d'un by-Pass. La rivière voisine est fortement polluée. De nombreux poissons morts sont récupérés par les pompiers.

N°864 - 20/05/1989 - 45 - GIEN

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Un incendie détruit 1 200 t d'ouate de cellulose dans un dépôt.

N°797 - 02/07/1989 - 24 - CONDAT-SUR-VEZERE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

A la suite d'un dysfonctionnement sur des vannes et des pompes dans une papeterie, un déversement accidentel de liqueurs noires pollue la VEZERE. Environ 10 t de poissons morts sont récupérés.

L'alimentation en eau est coupée dans deux communes.

N°854 - 11/07/1989 - 16 - MAGNAC-SUR-TOUVRE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une fuite se produit sur une cuve contenant 10 m³ d'acide chlorhydrique. Le produit est retenu dans la cuvette de rétention. Aucune conséquence sur l'environnement n'est constatée.

N°870 - 08/08/1989 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, un incendie se produit sur un convoyeur de copeaux de bois. Le sinistre proviendrait de travaux de meulage effectués la veille. Les installations de convoyage et les silos sont fortement endommagés.

N°1433 - 13/09/1989 - 72 - LE MANS

21.1C - Fabrication de papier et de carton

L'HUISNE est pollué par du latex provenant du rejet d'une papeterie. Des captages d'eau sont arrêtés.

N°937 - 01/10/1989 - 67 - STRASBOURG

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Lors de l'ouverture d'une vanne manuelle d'un circuit de secours (utilisé suite à une panne électrique), un dégagement accidentel de dioxyde de soufre se produit. Un employé et trois pêcheurs présents dans le voisinage sont incommodés. Les dommages matériels et les pertes d'exploitation s'élèvent à 4 MF.

N°1338 - 07/12/1989 - 88 - DOCELLES

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une papeterie rejette des produits colorants qui pollue la VOLOGNE et la MOSELLE. Une station de pompage des eaux est arrêtée.

N°76 - 17/01/1990 - ALLEMAGNE - AHLSELD

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, la rupture d'un flexible armé lors du dépotage d'un wagon de chlore (causes, contexte et circonstances non précisés) provoque le rejet de près de 29 t de chlore dans l'environnement ; 182 personnes sont intoxiquées à l'extérieur du site.

N°2086 - 14/07/1990 - 24 - BARDOU

21.1C - Fabrication de papier et de carton

A la suite d'un attentat, une explosion suivie d'un incendie se produit dans une papeterie. Un des pompiers est intoxiqué. L'usine est détruite.

N°2191 - 16/08/1990 - 88 - MOYENMOUTIER

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

A la suite de la rupture d'une canalisation, de l'acide formique et de l'acide sulfurique se répandent dans le RABODEAU ; 200 kg de poissons morts sont récupérés.

N°2299 - 21/09/1990 - 40 - TARTAS

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incident mécanique se produit sur le couvercle d'une cuve de cuisson de pâte à papier. Un mélange d'oxyde de soufre et d'ammoniaque s'échappe de la cuve. Une forte odeur de soufre indispose des adultes et quelques collégiens dont l'un est évacué par le SAMU.

N°3269 - 29/04/1991 - 87 - SAINT-JUNIEN

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie détruit une usine spécialisée dans la fabrication de sacs, en papier notamment. Les dégâts sont très importants.

N°3285 - 06/05/1991 - 13 - MARSEILLE

21.2B - Fabrication de cartonnages

Une usine de fabrication de cartons d'emballage et sacs en polyéthylène est détruite par un incendie.

N°3347 - 31/05/1991 - 45 - SAINT-CYR-EN-VAL

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Un incendie se déclare dans une bobine-mère de papier toilette stockée dans une unité de transformation.

Plus de 60 tonnes de papier toilette sont détruites. L'épaisse fumée noire se dégageant du foyer a considérablement gêné le travail des pompiers.

N°3364 - 03/06/1991 - 13 - TARASCON

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une papeterie, une fuite de bioxyde de chlore se produit sur une canalisation alimentant une unité de blanchiment de papier à la suite de la rupture d'une manchette de raccordement ; 3 à 6 m³ de produits se répandent sur le sol. Un nuage toxique dérive en direction du Rhône. Deux employés incommodés sont hospitalisés. Les pompiers qui interviennent rapidement, ne jugent pas utile de confiner la population.

N°220 - 12/07/1991 - JAPON - FUJI-SHI

21.1 - Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton

Une citerne routière de chlorure d'aluminium (2 t) est dépotée dans un réservoir d'hypochlorite de sodium (11 t). Le chauffeur se présente hors des heures de travail et est induit en erreur par les gardiens. Le mélange entraîne une émission de chlore. Le rejet intoxique 46 employés, 6 habitants et 58 employés d'entreprises voisines qui sont conduits dans 11 hôpitaux ; 230 familles sont évacuées pendant 7 heures. Le nuage de chlore affecte une surface de 4 km².

N°2832 - 05/09/1991 - 77 - JOUY-SUR-MORIN

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie se déclare dans une papeterie. Un entrepôt de 1800 m² est endommagé. Le stock de matières premières est détruit, soit 500 t de pâte à bois en feuilles et 300 t de déchets de coton.

N°2858 - 10/09/1991 - 67 - STRASBOURG

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une papeterie, du dioxyde de soufre est émis à l'atmosphère à partir d'une citerne de 600 m³ contenant 300 m³ de solution aqueuse de ce gaz. Le rejet incommode 2 ouvriers qui sont admis en réanimation. Le nuage se déplace dans l'axe du RHIN, provoquant de légers troubles respiratoires chez les habitants des quartiers touchés. Un périmètre de sécurité est mis en place. La citerne est dépotée.

N°2867 - 19/09/1991 - 45 - BEAUNE-LA-ROLANDE

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un incendie se déclare dans une usine de cartonnage industriel. 5 000 m² sont détruits. Les flammes sont visibles à plusieurs kilomètres à la ronde. Des explosions provenant de bouteilles de gaz se produisent. Un pompier est blessé. Les dégâts sont évalués à plusieurs dizaines de millions de francs.

N°2943 - 03/10/1991 - 88 - ELOYES

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un incendie se déclare à plusieurs endroits dans une cartonnerie de 15 000 m². Le bâtiment est détruit ainsi que ses stocks et ses machines. Les dégâts sont évalués à plus de 300 millions de francs.

N°3731 - 04/07/1992 - 88 - MOYENMOUTIER

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Un feu se déclare dans un dépôt de coton. Le sinistre est rapidement circonscrit par les pompiers.

N°4188 - 05/09/1992 - 27 - ALIZAY

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une papeterie, un rejet gazeux se produit durant 15 min au-dessus de l'unité de lavage d'une unité de production de bioxyde de chlore. Des cristaux de carbonate de soude ont colmaté un laveur et créé un passage préférentiel dans la colonne. Quelques personnes sont incommodées sans gravité. Les dommages sont évalués à 11 MF.

N°3922 - 19/09/1992 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un court-circuit sur un transformateur provoque un arc électrique qui perce la tôle de l'appareil. Le pyralène se déverse dans la cuvette de rétention de l'installation. Le transformateur est transféré par l'entreprise dans un local séparé. Les chiffons, les gants et autres accessoires utilisés lors des manipulations sont reconditionnés. La société a prévu de profiter de l'élimination en centre de traitement de ce transformateur pour se séparer de 20 autres transformateurs contenant des PCB.

N°3892 - 02/10/1992 - 16 - ANGOULEME

21.2B - Fabrication de cartonnages

Un incendie, d'origine criminelle, se produit dans un bâtiment métallique de 1000 m² abritant une entreprise de fabrication de cartons. Le bâtiment, les machines et le stock sont détruits. Six personnes sont en chômage technique. Les pompiers évacuent des tonnes de cartons en combustion. Les dégâts sont estimés à 1,1 MF.

N°3985 - 21/10/1992 - 91 - CORBEIL-ESSONNES

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie d'origine criminelle est allumé dans une papeterie. Plusieurs foyers sont simultanément déclenchés au moyen d'un dispositif artisanal : jerrican d'essence et cartouche de gaz reliés à un réveil matin. Cette malveillance provoque la mort d'une personne. Plus de 1 000 m³ de balles de papiers sont détruits et un hangar de 20 000 m² est endommagé. La chaîne de fabrication est arrêtée. Les dommages matériels internes sont évalués à 10 MF et les pertes d'exploitation à 15 MF.

N°3971 - 06/11/1992 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une fuite de chlore (Cl₂) a lieu lors du dépotage de 4 wagons de Cl₂ liquide dans une papeterie à la suite du dysfonctionnement de la tour de neutralisation des effluents chlorés résiduels de l'installation. Selon son constructeur, son rendement aurait ainsi été ramené à 10 % du nominal après rupture, au niveau d'une soudure bout à bout, de la tuyauterie interne en PVC alimentant en soude la rampe d'aspersion de la tour. La défaillance d'un capteur, situé à côté de l'évent de la colonne et réglé pour déclencher une alarme pour une concentration en Cl₂ supérieure à 15 mg/m³, a par ailleurs retardé de plusieurs minutes l'arrêt du transfert Cl₂ et la mise en sécurité des installations. L'effluent rejeté par l'évent durant quelques minutes contient alors 5 à 6 kg de Cl₂ gazeux. Le nuage toxique de 5 à 6 m de diamètre qui se forme et qui reste visible durant 3 à 4 min, dérive en direction d'une nouvelle unité de fabrication de pâte à papier en construction, incommodant une quarantaine de personnes. L'une d'elles située à 60 m du lieu du dépotage sera sérieusement intoxiquée, 15 autres resteront quelques heures sous surveillance médicale. L'accident a été aggravé non seulement par la défaillance d'un dispositif de sécurité matériel, mais également par des réactions inadaptées de l'opérateur qui poursuit le dépotage en notant qu'aucun témoin d'alarme n'était allumé, après avoir été informé des premières odeurs de Cl₂ détectées par certains salariés. De même, lors de la mise en sécurité des installations après constat d'un rejet toxique au niveau de la tour, l'alerte Cl₂ permettant d'activer le Plan d'Opération Interne (POI) n'est pas donnée. Les installations sont en sécurité et les conséquences de l'accident sont sous-estimées. La présence de plusieurs victimes semble ensuite être ignorée dans un premier temps, l'alerte n'étant donnée que plus d'une heure après le début de l'accident. L'inspection des installations classées constate les faits. De nouvelles consignes et plusieurs mesures techniques ou organisationnelles sont mises en place : 2ème détecteur déclenchant automatiquement un circuit de secours soude et la sirène POI en cas de rejet de Cl₂, surveillance permanente de la quantité et de la concentration de la soude utilisée dans l'installation de neutralisation, ainsi que du bon fonctionnement de la rampe de pulvérisation, enregistrement des données des capteurs, périmètre de sécurité autour de l'atelier et du stockage de Cl₂.

N°4157 - 04/12/1992 - 63 - SAINT-ELOY-LES-MINES

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un incendie se déclare dans un atelier d'une cartonnerie et se propage au premier étage dans les bureaux de l'usine. L'atelier et des machines qu'il contenait sont totalement détruits. Au total les 2/3 des 7.000 m² qu'occupait l'entreprise sont détruits. Les alimentations en gaz et électricité sont coupées pour parer à tout danger d'explosion. Les dégâts matériels internes s'élèvent à 60 MF, les pertes d'exploitation à 6 MF.

N°4289 - 10/02/1993 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

A la suite de la rupture du collecteur général d'effluent (800 mm de diamètre) d'une papeterie, environ 660 m³ d'effluents non traités se déversent directement dans la VIENNE. Celle-ci est polluée mais la qualité de l'eau n'est pas gravement altérée. Les prélèvements effectués révèlent en effet une teneur en oxygène de 12 mg par litre d'eau alors que le seuil critique se situe en dessous de 4 mg.

N°4440 - 29/04/1993 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Lors de travaux de serrurerie exécutés par 2 sous-traitants, une projection de grains incandescents sur une résine d'étanchéité provoque un début d'incendie sur quelques mètres carrés en partie basse et en périphérie d'un bâtiment abritant un stockage de bioxyde de chlore. Une épaisse fumée noire se dégage. Les ouvriers déclenchent le réseau sprinkler du bâtiment et préviennent un témoin qui informe le gardien de l'usine. Ce dernier alerte les secours externes. Le feu est rapidement éteint, mais les pompiers resteront plusieurs heures sur les lieux en raison du danger dû à la présence de produits chimiques. Les dommages matériels sont limités.

N°4498 - 25/05/1993 - 21 - DIJON

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie se déclare dans les ateliers de production, occupant une surface de 700 m², d'une société de fabrication d'emballages. Une épaisse fumée accompagne des flammes de plusieurs dizaines de mètres de hauteur. Une trentaine de pompiers et une dizaine de véhicules interviennent pendant 3 heures. Des déviations sont mises en place et une quinzaine de personnes habitant un immeuble proche est évacuée. L'atelier est totalement détruit. Le coût de l'accident s'élève à 7,8 MF.

N°4633 - 09/07/1993 - 31 - SAINT-GAUDENS

21.1A - Fabrication de pâte à papier

L'un des générateurs de bioxyde de chlore d'une papeterie explose. L'atelier est endommagé, mais aucune victime n'est à déplorer.

N°4785 - 05/08/1993 - CHINE - SANTAI

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une usine de fabrication de papier de SANTAI, un réservoir de chlore liquéfié explose ; 5 morts et 38 blessés sont à déplorer.

N°4656 - 09/08/1993 - 88 - ROVILLE-AUX-CHENES

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Une papeterie est à l'arrêt depuis une semaine pour travaux. L'ouverture volontaire et inconsidérée d'une vanne sur une cuve contenant une solution de sulfate d'alumine provoque le rejet pendant 20h de 900 l/h de produit dans le réseau pluvial. La MORTAGNE est polluée, elle présente de la mousse blanche en surface sur une longueur de 1 km. De nombreux poissons morts sont récupérés dans cette zone. La personne responsable de cet accident est licenciée et le circuit hydraulique est modifié.

N°4701 - 28/08/1993 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

A la suite d'une fausse manœuvre, 15 000 l d'effluents de blanchiment de pâte à papier contenant 225 kg de soude débordent d'une cuve et se déversent dans la VIENNE par le réseau des eaux pluviales. Une surveillance de la pollution et des prélèvements sont effectués par les services administratifs.

N°4915 - 08/12/1993 - 76 - GRAND-COURONNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un clapet se rompt dans une canalisation raccordée à un désurchauffeur de vapeur. La pièce, pesant 150 kg perfore la canalisation, traverse une toiture et retombe à une centaine de mètres. L'accident ne fait aucune victime.

N°5085 - 16/02/1994 - 31 - SAINT-GAUDENS

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Un générateur de bioxyde de chlore explose dans une usine de pâte à papier. L'atelier est endommagé, mais aucune victime n'est à déplorer, et l'environnement n'est pas atteint. Un accident s'était déjà produit sur cette unité le 9/7/93.

N°6031 - 21/04/1994 - 91 - CORBEIL-ESSONNES

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie se déclare dans les balles de papiers de récupération d'une papeterie. Le feu attaqué par les services de sécurité de l'entreprise est finalement maîtrisé par les pompiers. Equipés d'appareils respiratoires autonomes en raison d'une épaisse fumée, ils découvrent deux foyers distincts. Des traces d'effraction sont relevées par le service de gardiennage. En 1992, 8 bombes incendiaires avaient déjà été découvertes dans l'établissement.

N°5930 - 07/10/1994 - 85 - L'ILE-D'ELLE

21.2L - Fabrication d'autres articles en papier ou en carton

Un incendie se déclare vers 6h15 dans un entrepôt en charpente et bardage métallique rempli à 100 % de cartonnage et de plateaux en fibres moulées destinés au conditionnement de fruits et d'œufs, emballés à chaud dans un film plastique. Poussées par un fort vent, les flammes se propagent rapidement à 2 autres entrepôts malgré les efforts de 70 pompiers. Quinze véhicules sont mobilisés. Des travaux routiers à proximité ayant mis le réseau d'extinction d'incendie hors service, l'eau est puisée dans un canal proche. Le feu est maîtrisé en 4 heures. Les entrepôts sont détruits mais les ateliers de production et les bureaux sont préservés.

N°6400 - 02/02/1995 - 27 - ALIZAY

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une papeterie, des fumées rousses d'oxydes d'azote s'échappent d'une citerne mobile contaminée par des matières azotées et contenant de l'acide phosphorique. Le personnel de l'établissement maîtrise l'incident en aspergeant la citerne et en diluant le nuage avec de l'eau. Une CMIC intervient et une entreprise privée effectue le dépotage du réservoir.

N°8554 - 28/02/1995 - ETATS-UNIS - WATERLOO

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un feu se déclare dans un entrepôt métallique abritant 1 000 rouleaux de papier et carton. L'incendie prend naissance à bord d'un chariot élévateur et se propage jusqu'à un réservoir de propane qui explose. L'extérieur métallique de l'entrepôt empêche les pompiers d'atteindre la zone du sinistre. Un mur s'effondre. Les flammes sont refoulées avant qu'elles n'atteignent les bureaux de l'entreprise. Un quart de l'établissement est détruit. Les dégâts s'élèvent à 15 MF. L'incendie est maîtrisé en 6 h mais plusieurs jours seront nécessaires pour éteindre les braises dans les rouleaux de papier.

N°6776 - 23/03/1995 - 87 - ROCHECHOUART

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un incendie se déclare dans un atelier de fabrication de carton ondulé ; 7 employés incommodés par les fumées sont hospitalisés.

N°6958 - 06/05/1995 - 02 - VENIZEL

21.2A - Industrie du carton ondulé

Une fuite de dioxyde de soufre liquéfié a lieu sur le joint d'une bride située sur un camion-citerne en cours de dépotage vers une tour de sulfitation habituellement alimentée par un four à soufre (en cours d'entretien). L'opérateur coupe l'alimentation de la citerne (bouton-poussoir). Une fuite persiste sur le presse-étoupe d'une vanne de la citerne. Les clapets de sécurité fonctionnent et l'alerte est déclenchée. A son arrivée, le service de sécurité ferme les vannes et arrose la citerne. Le plan rouge est déclenché. Un employé de l'usine, peau brûlée localement, restera hospitalisé 5 jours ; la combinaison de protection qu'il portait, stockée dans un emplacement non étanche, avait été en contact avec le SO₂. Dans un rayon de 50 m, 32 employés sont légèrement intoxiqués ainsi que 11 pompiers, dont 4 plus sérieusement. Un flexible inadapté (liaison avec la bride de la citerne notamment) est à l'origine de cet accident (200 l de SO₂ émis).

N°8351 - 26/06/1995 - ITALIE - LUCCA

21.2G - Fabrication d'articles de papeterie

A 11h30, le patron de la société de papeterie descend dans le sous-sol de l'entreprise (fosse de 3 m de haut et 1.5 m de large) pour réparer une pompe utilisée pour la récupération des eaux usées. Il décède à la suite de l'inhalation de gaz toxiques. Son fils et un ouvrier, venus le secourir, meurent à leur tour. 15 mn plus tard, les pompiers, munis de masques, récupèrent les 3 corps. Le gaz n'est pas identifié.

N°7716 - 05/08/1995 - 74 - PUBLIER

21.1C - Fabrication de papier et de carton

A la suite du dysfonctionnement de la station de traitement des eaux usées d'une papeterie, la DRANSE est polluée par un rejet blanchâtre. Le rejet serait constitué essentiellement de soude. Aucune mortalité de poisson n'est constatée.

N°7653 - 21/10/1995 - 67 - STRASBOURG

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incident a lieu lors de la mise en pression d'un lessiveur dans une papeterie. Les installations sont arrêtées en urgence et l'atelier est évacué. Un dispositif de verrouillage mal enclenché aurait permis la mise en pression du réacteur (8,5 b / 98 °C) malgré une fermeture insuffisante de l'appareil, ce qui a provoqué une déformation du couvercle de fermeture rapide, une fuite de 1 400 kg de dioxyde de soufre durant 30 min et la projection d'une partie du chargement (copeaux de bois). L'atmosphère corrosive a provoqué des dommages importants sur l'appareillage électrique de contrôle-commande. L'impact sur l'environnement est évalué par les capteurs de SO₂ d'un réseau associatif (concentration maxi. de 1 100 µg/m³ durant 30 min).

N°7851 - 06/11/1995 - 88 - MOYENMOUTIER

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

La soupape de sécurité du réchauffeur de fuel d'un générateur de chaleur se déclenche pour une raison inconnue; 10 m³ de fuel chaud se déversent dans les égouts puis dans le RABODEAU. Des barrages flottants sont mis en place et le fuel figé au fond de la rivière est pompé. La faune n'est pas touchée. Cette chaudière a été implantée sur le site récemment et n'est ni déclarée ni autorisée.

N°10662 - 01/03/1996 - 01 - ARBENT

21.2B - Fabrication de cartonnages

Les effluents d'une société recyclant du carton fortement chargé en encre polluent le milieu aquatique. L'administration constate les faits.

N°8450 - 08/03/1996 - 88 - ARCHES

21.1C - Fabrication de papier et de carton

A la suite du dysfonctionnement de la station d'épuration d'une papeterie au niveau de la floculation du dioxyde de titane, les effluents se rejettent directement dans la MOSELLE. Une couleur blanche est visible sur 100 m à la surface de l'eau. Afin de limiter le débit de sortie de la station, cinq machines de production sont arrêtées jusqu'à la mise en service de l'étage biologique.

N°8624 - 26/04/1996 - 95 - GONESSE

21.2B - Fabrication de cartonnages

Dans une cartonnerie, un incendie détruit un entrepôt de 500 m². Le feu se propage à une charcuterie industrielle mitoyenne et endommage sa toiture. L'origine de cet accident est un court circuit. Quarante pompiers interviennent avec d'importants moyens et circonscrivent le feu en trois heures. Les dommages matériels s'élèvent à 3,3 MF. Aucune précision n'est donnée quant aux dommages éventuels subis par les installations de réfrigération de la charcuterie.

N°9397 - 05/06/1996 - 88 - DOCELLES

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, le fond de cuve contenant un nouveau colorant rouge résiste à la décoloration à l'eau de javel. L'effluent est néanmoins neutralisé et traité dans la station physico-chimique puis rejeté dans la VOLOGNE dont le cours d'eau est coloré sur une longue distance. Le débit du rejet est réduit pour limiter cette pollution visuelle. Aucune mortalité de poissons n'est constatée. Les fonds de bains de faible volume seront dorénavant incinérés pour éviter un renouvellement de ce type de pollution.

N°12564 - 10/06/1996 - 54 - MONT-SUR-MEURTHE

21.2G - Fabrication d'articles de papeterie

Une coloration brunâtre est observée sur la MORTAGNE. Dix jours auparavant, une riveraine avait déjà constaté ce phénomène accompagné d'une odeur piquante ; la faune aquatique étant alors mortellement atteinte. Les rejets d'une papeterie sont suspectés. Un nouvel incident est observé le 14 octobre. Le directeur de la papeterie affirme que ses rejets réguliers ne présentent aucun danger sanitaire et évoque une pollution en amont de ses installations. Des prélèvements effectués par un organisme mettent en évidence la présence de rhodamine.

N°9570 - 20/07/1996 - SUISSE - NIEDERBIPP

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Un incendie se déclare dans un entrepôt de papier hygiénique et d'emballage. 40 pompiers, 5 hélicoptères et une centaine de militaires interviennent. On déplore un mort et 2 disparus parmi les pompiers.

N°12262 - 24/07/1996 - 27 - PACY-SUR-EURE

21.2L - Fabrication d'autres articles en papier ou en carton

Un feu se déclare dans une entreprise de conditionnement de cartons. L'incendie se propage à tous les locaux hormis les bureaux et les locaux techniques annexes. Des fumées très denses se dirigent vers la route, la circulation est interdite. Les pompiers alertés ne disposant que d'une faible ressource en eau pour intervenir, font appel à une dizaine de centres de secours dont certains situés sur un département voisin (30 véhicules). Une soixantaine de personnes est au chômage technique. L'accident aurait pour origine une imprudence d'un ouvrier brûlant des palettes et des cartons près des stockages extérieurs. Le vent accentuant la propagation et la sécheresse ont déjoué les plans de pompiers.

N°10626 - 25/07/1996 - 01 - CERDON

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Le déversement de pâte à papier et de résidus en provenance d'une cartonnerie entraîne une pollution de la FOUGE. L'administration constate les faits.

N°9999 - 26/08/1996 - 40 - MIMIZAN

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une fuite d'hydrocarbures se produit dans une papeterie en phase de redémarrage. Lors du réchauffage du fuel lourd, une purge reste ouverte. 2 m³ d'hydrocarbures s'écoulent dans les égouts puis sur la plage. Du fait de l'arrêt prolongé, la station d'épuration interne avait été by-passée.

N°10914 - 05/04/1997 - 40 - MIMIZAN

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une papeterie rejette 20 m³ d'hypochlorite de sodium à 50° chlorométrique dans le COURANT DE MIMIZAN. La faune est totalement détruite sur 4 km de rivière (25 t de poissons ?). La fuite a pour origine la rupture partielle d'une manchette en PVC (diamètre 32 mm) située sur la conduite de refoulement d'une pompe alimentant en eau de javel l'atelier de blanchiment de la pâte à papier. L'accident, probablement lié à un fonctionnement anormal de l'installation de pompage, survient après des travaux de maintenance. La manchette est expertisée. L'usine réalise une étude pour évaluer les risques de pollution accidentelle sur l'ensemble de son site et proposer un programme pour en améliorer la prévention.

N°11436 - 09/06/1997 - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une usine de pâte à papier, l'installation d'approvisionnement d'une chaudière brûlant des écorces est arrêtée pour maintenance d'une vis d'alimentation. Les installations sont vidées. A leur remise en service, un capteur de niveau haut encrassé nécessite l'intervention d'un opérateur sur le toit du silo. Après avoir annoncé que l'installation peut redémarrer, il entreprend de redescendre lorsque le silo explose, le tuant sur le coup. Le toit du silo et les caillebotis sont soulevés et des tôles sont arrachées. L'expertise effectuée permet de supposer qu'un dé-pôt de poussières d'écorces accrochées aux parois du silo a subi un auto-échauffement probablement initié par une remontée d'air chaud provenant de la chaudière. Lors du redémarrage, le dépôt s'est détaché et a créé un nuage de poussières enflammées à l'origine de l'explosion. L'exploitant met en œuvre un ensemble de mesures correctives : accès interdit au toit du silo durant son remplissage, aspiration des poussières en tête de silo, net-toyage régulier des parois, doubles clapets sur le tronçon entre les vis d'extraction du silo et la chaudière, séparateur magnétique ou épierreur pour éviter la présence de corps étrangers dans les écorces, sondes de température entre le bas du silo et l'entrée de la chaudière de part et d'autre des clapets anti-retour, analyseur de CO sur le silo, piquages d'inertage à la vapeur d'eau en parties hautes et basses du silo, événements plus grands (2,4 m²).

N°12242 - 10/06/1997 - 67 - STRASBOURG

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, les pompes à fuel s'arrêtent à la suite d'une panne électrique. Après réparation et redémarrage des pompes, le joint torique du filtre du brûleur se rompt. 500 l de fuel se répandent dans le local chaudière puis se déversent dans un caniveau et dans les égouts. Des barrages flottants sont mis en place en amont de la station d'épuration pour contenir la pollution. L'industriel étudie les modifications à apporter à ses installations afin d'éviter qu'une fuite de fuel sur une canalisation ne se déverse directement dans les égouts.

N°12095 - 01/07/1997 - 56 - MELRAND

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, un échauffement sur un racle de cylindre en milieu de sécherie amorce la combustion d'un petit amas de fibres de cellulose. Aspiré par la ventilation, ce dernier provoque à son tour l'embrasement des vapeurs et des condensats de goudrons de résine phénolique dans les conduits d'extraction et la cheminée.

N°12099 - 23/07/1997 - 68 - TURCKHEIM

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans la station d'épuration interne d'une papeterie, un dysfonctionnement de la régulation d'oxygène dans le bassin d'épuration entraîne une suraération importante (3 h) qui provoque une remontée des boues biologiques dans le clarificateur. Les boues débordent dans le canal du MUHLBACH durant 1 jour. La charge totale de matières en suspension rejetée est évaluée à 1 060 kg. Le débit d'entrée à la station est diminué en arrêtant une chaîne de désencrage et en limitant la production de plusieurs machines.

N°17054 - 02/08/1997 - 38 - VILLARD-BONNOT

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une usine de fabrication de produits non tissés, 6 m³ de latex se déversent accidentellement dans le MURET puis dans l'ISERE à la suite du débranchement d'un flexible. Le point de rejet est obturé et le flexible est rebranché. Aucune conséquence sur l'environnement n'est relevée.

N°11581 - 04/08/1997 - 16 - SAINT-SEVERIN

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Lors du nettoyage annuel de ses cuves, une papeterie vidange 6,5 m³ d'eau oxygénée insuffisamment diluée dans la LIZONNE. Une nappe de mousse brunâtre s'étale sur la rivière en étiage. La faune aquatique est atteinte (1 t de poissons récupérée sur 1 km). Une cellule anti-pollution installe un barrage flottant. Des prélèvements sont effectués. Les baignades sont momentanément interdites. L'accident a pour origine un mode opératoire inadapté ou une erreur de manipulation. L'inspection des installations classées constate les faits.

N°11857 - 20/08/1997 - 88 - DOCELLES

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, les effluents aqueux provenant d'une machine de fabrication de papier avec rejets basiques et d'une machine de lavage à la soude sont rejetés simultanément dans la station physico-chimique de l'usine. Un ajout de sulfate d'alumine étant insuffisant pour neutraliser ces effluents, le rejet de la station d'épuration (pH 9 à 10) entraîne une pollution de la BARBA. La faune aquatique est mortellement atteinte. Le rejet est aussitôt dévié vers d'anciennes lagunes.

N°11820 - 02/09/1997 - 88 - RAON-L'ETAPE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un azurant optique doit être livré dans une papeterie. Un contremaître vérifie le bon de livraison, effectue un prélèvement et autorise le déchargement. Le chauffeur procède au dépotage puis s'aperçoit qu'il s'est trompé de citerne : 21 t d'alkyl phénol éthoxylé, produit très toxique pour la faune aquatique, ont formé une émulsion avec 1 500 kg d'azurant restant dans le réservoir fixe. A la demande de la papeterie, ignorant comme elle la nature des produits et sans surveillance, une société de nettoyage transfère l'émulsion durant la nuit puis rince les réservoirs. Les eaux de rinçage se déversent dans la MEURTHE par un collecteur d'eaux pluviales. Des mousses se forment et la faune aquatique est atteinte sur 15 km (plus de 1 t de poissons tués).

N°11992 - 11/11/1997 - 88 - ANOULD

21.1C - Fabrication de papier et de carton

A la fin d'un cycle de préparation d'une suspension de dioxyde de titane dans une papeterie, la vanne automatique de vidange de la trémie s'ouvre, mais une pompe reste à l'arrêt ou un clapet se bloque. La pression hydrostatique provoque la rupture d'un manchon souple sur une canalisation. La trémie se vidange et 2 m³ de suspension aqueuse se déversent sur le sol. Sous la trémie, le caniveau relié à la station d'épuration du site ne peut absorber le débit ; 500 à 1 500 l de suspension se déversent dans un regard d'eaux pluviales hors de l'atelier puis dans la MEURTHE. Une coloration blanchâtre est visible à la surface du cours d'eau mais la faune aquatique n'est pas atteinte. Un muret de rétention est réalisé à l'extérieur du bâtiment.

N°12138 - 19/12/1997 - 72 - SAINT-MARS-LA-BRIERE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Lors de la préparation d'un mélange anti-fongicide dans une papeterie, un technicien d'une entreprise extérieure déverse par erreur de l'acide chlorhydrique dans un conteneur contenant quelques litres d'eau de javel. Le technicien, 4 personnes d'une entreprise du bâtiment travaillant à proximité et 4 employés de la papeterie souffrant de gênes respiratoires sont hospitalisés durant quelques heures. Une CMIC intervient. Le liquide renversé dans le local lors de la préparation est dilué et dirigé vers la station d'épuration de l'établissement. Aucune conséquence n'est notée sur l'environnement.

N°12927 - 14/03/1998 - PAKISTAN - KARACHI

21.2 - Fabrication d'articles en papier ou en carton

Un incendie détruit une carterie et se propage à une papeterie. Une personne est tuée et une douzaine de personnes sont blessées. Les dégâts sont très importants et les dommages sont estimés à 0,26 MF.

N°16020 - 25/03/1998 - 68 - KUNHEIM

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une fabrique de caisses en carton ondulé, un incendie se déclare sur un broyeur à la suite d'un bourrage par des déchets en carton.

N°19079 - 29/03/1998 - 55 - STENAY

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une explosion se produit sur une chaudière à charbon dans une papeterie. Toute la charpente de la chaudière flambe sur plusieurs dizaines de mètres de haut. Aucune victime n'est à déplorer. La rupture d'un faisceau de tuyaux vapeur serait à l'origine du sinistre.

N°12780 - 06/04/1998 - 88 - RAON-L'ETAPE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, lors du redémarrage des machines de production du papier le lundi matin, une fuite d'huile se produit au niveau d'un rouleau lisseur dont un bouchon du circuit hydraulique est insuffisamment serré. L'huile de forte viscosité s'écoule au niveau inférieur de l'atelier qui est sur 2 étages, puis dans un puisard dont la vanne d'accès est restée ouverte. Un mécanicien détecte la fuite et ferme la vanne. Une faible partie des 50 l d'huile écoulée du rouleau pollue la MEURTHE (irisations en surface) mais la faune piscicole n'est pas atteinte. L'exploitant et les pompiers lavent l'atelier. L'huile mélangée à l'eau est récupérée dans 4 fûts de 200 l, le faible volume restant est pompé et orienté sur la station d'épuration de l'usine.

N°13078 - 27/04/1998 - ALLEMAGNE - DELMENHORST

21.2A - Industrie du carton ondulé

Dans une industrie de carton ondulé, un incendie détruit un stock de 3 400 t de papier. Les pertes sont estimées à 17 MF.

N°14641 - 03/05/1998 - ETATS-UNIS - WASHINGTON

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Une explosion de propane se produit dans une fabrique de papier. Un ouvrier est tué.

N°16044 - 08/06/1998 - 67 - STRASBOURG

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une entreprise de fabrication de papier, une émission de sulfure d'hydrogène se produit à la suite du déclenchement de la chaudière de récupération lié à une opération de maintenance.

N°13838 - 08/07/1998 - 59 - BOUSBECQUE

21.2L - Fabrication d'autres articles en papier ou en carton

Un feu se déclare dans un stock temporaire de carton et paille jouxtant un bâtiment industriel. Des flammèches poussées par le vent initient un 2e incendie 50 m plus loin dans le stock de matières premières d'une papeterie recyclant des vieux papiers. Le service de sécurité interne puis les pompiers limitent les dommages en isolant rapidement le stock enflammé. La propagation rapide du feu est liée à la nature des stocks constitués de balles de papiers compactées pouvant facilement libérer des parties de leur matière (paille), tout en étant insuffisamment compactées pour ne pas contenir de l'air. Trente pompiers interviennent durant 20 h. Un quart du stock est détruit (1 200 t de papier / 500 KF). Les eaux d'extinction sont traitées en interne.

N°13907 - 22/07/1998 - 56 - MELRAND

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie fabriquant des papiers techniques spéciaux (séparateurs de batterie, médias filtrants), une vanne d'isolement (1/4 tour) encrassée fuit au goutte à goutte sur un circuit de rétention d'eaux chargées en résine phénolique. La station de traitement interne dont les effluents se déversent dans le BLAVET est polluée. La concentration en phénol du rejet atteint 0,7 mg/l (1,6 kg/j) pour une valeur limite autorisée de 0,3 mg/l (0,75 kg/j). La fuite est localisée et neutralisée 1 h 30 plus tard. Une station de pompage est alertée en aval, mais aucune conséquence ne sera observée au niveau du traitement de potabilisation. La vanne est remplacée et doublée par une vanne pelle. Ces vannes seront inspectées lors des campagnes utilisant la résine.

N°13330 - 30/07/1998 - 95 - BOISSY-L'AILLERIE

21.2B - Fabrication de cartonnages

Un incendie se déclare dans une usine de cartonnage à l'occasion de travaux d'étanchéité sur le toit. Les dommages très importants (3 300 m² détruits) sont évalués à 14 MF et les pertes d'exploitation à 9 MF. Une dizaine d'employés est en chômage technique. L'incendie a également détruit 5 ha de champs.

N°13873 - 06/09/1998 - 74 - PUBLIER

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Des boues de décantation en excès provenant d'une papeterie sont envoyées dans une station d'épuration mixte collective. Celle-ci est saturée 8 jours plus tard, racleur du bassin primaire bloqué. Les eaux usées communales doivent être by-passées 48 h durant le nettoyage des installations. Des difficultés de réglage rencontrées à la suite de la modification d'une machine de fabrication de papier ont entraîné le déversement de 200 t de pâte à papier dans le clarifloculateur de la papeterie dont le traitement a conduit à l'excès de boues. L'administration constate les faits.

N°14809 - 18/11/1998 - 29 - QUIMPERLE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

En 4 h, une papeterie rejette 16 m³ de Javel à 170 g/l dans ses réseaux d'effluents usés et sa station de traitement interne. A l'issue d'essais de mise en service d'une nouvelle unité, pour remplacer une fabrication in situ et réduire la consommation de chlore du site, un employé a oublié de fermer la vanne de pied d'un bac de 3 m³ alimenté en continu et par pompe de relevage à partir du stockage de Javel commerciale. Une vanne d'eau claire utilisée pour diluer la Javel à 34 g/l est, elle, fermée. Une cuve de 12 m³ en aval, dépourvue de niveau haut et alimentée à son tour en continu, déborde dans sa cuvette de rétention, puis dans l'un des réseaux d'effluents usés. En parallèle, une pompe en pied de cuve alimente un 2ème réseau. La concentration dans les effluents, 5 fois supérieure à la normale, détruit la masse bactérienne du biologique de la station. La faune aquatique de la LAITA et de l'ISOLE est atteinte sur 2 km. L'utilisation de Javel est suspendue jusqu'à retour à une situation normale.

N°14338 - 18/12/1998 - 73 - LA ROCHETTE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Après un dépotage dans une cartonnerie, 65 m³ de lessive de soude à 50 % s'échappent d'une citerne de 130 m³ fissurée et rejoignent gravitairement une station d'épuration physico-chimique. Une faible partie de la lessive se déverse dans un affluent de l'ISERE via une canalisation. A la demande des autorités, des lâchers d'eau de barrage sont effectués pour augmenter le débit de la rivière et diluer le produit caustique. Aucun impact n'est observé sur la faune aquatique. La soude restant dans la citerne est transvasée. Le réservoir en cause était implanté dans une cuvette de rétention non étanche et d'un volume insuffisant (40 m³). L'administration constate les faits. L'exploitant réalise un bilan complet de l'état et de la conformité de ses différents stockages. Une expertise permet de recenser les terres polluées. Une étude est réalisée pour évaluer l'impact des rejets accidentels de l'établissement sur l'ISERE et son affluent.

N°14859 - 20/12/1998 - RUSSIE - SIAS

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une fabrique de papier, utilisant du chlore pour blanchir la cellulose, plus de 700 000 m³ de déchets liquides se déversent sur le sol et dans la SIAS qui se jette dans le lac LADOGA. Cet accident risque de provoquer la mort du lac et cause des pénuries d'eau pour près 10 000 personnes. Une partie des déchets se trouvant sous la neige continue de représenter un danger, car ces eaux dégelées polluées se précipiteront dans la SIAS.

N°16062 - 29/12/1998 - 67 - STRASBOURG

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une usine de pâte à papier, un feu se déclare sur un moteur en partie supérieure d'un silo à copeaux. Le moteur et les bandes transporteuses sont endommagés. Un échauffement de copeaux coincés entre le rouleau et une bande est à l'origine du sinistre.

N°14566 - 03/01/1999 - 67 - STRASBOURG

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une usine de fabrication de papiers, un début d'incendie se déclare dans une cuve, au niveau d'un tambour malaxeur de papier, et provoque un important dégagement de fumées. Le sinistre est rapidement maîtrisé. La combustion de caoutchouc serait à l'origine de l'incendie.

N°9065 - 07/01/1999 - 73 - LA ROCHETTE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une unité de recyclage de biogaz issu de la station d'épuration anaérobie d'une papeterie, une explosion (5 kg de TNT) détruit une boudruche tampon en matériau souple de 10 m³ et les tuyauteries associées alimentant une chaudière de production de vapeur ou une torchère de sécurité. La boudruche est pulvérisée, des rambardes sont tordues dans un rayon de 3 m, des tuiles sont détruites dans un rayon de 20 m, des bardages sur l'unité et vitres jusqu'à 130 m de distance volent en éclat. Il n'y a pas de victime. La boudruche se serait bloquée en descente et mise en dépression. De l'air serait alors entré par les joints en téflon frottant sur l'axe central. Le biogaz arrivant à nouveau forme le mélange explosif qui est allumé par la flamme de la veilleuse de la torchère. Une production accidentelle d'hydrogène dans le méthaniseur et un acte de malveillance sont également évoqués. L'usine porte plainte. Des expertises sont réalisées. Des sécurités sont installées (analyseurs, clapets, etc.).

N°15153 - 25/03/1999 - 06 - GRASSE

21.2J - Fabrication de papiers peints

Un incendie détruit une entreprise de fabrication de papiers peints de 500 m².

N°14417 - 03/05/1999 - 26 - LAVEYRON

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie se déclare dans une unité de production de papier pour carton de 1 000 m². Les dommages matériels sont de 100 MF et les pertes d'exploitation de 100 MF. Une cinquantaine de salariés est au chômage partiel. L'activité sera reprise après 15 semaines d'arrêt.

N°15644 - 07/06/1999 - 39 - MESNAY

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une usine de fabrication de pâte à papier, un conteneur de 800 l d'acide sulfurique se renverse lors de son transport avec un engin automoteur. Les pompiers récupèrent l'acide à l'aide de produits absorbants. Aucune victime n'est à déplorer. La fabrication est arrêtée pour la journée.

N°16073 - 10/06/1999 - 29 - QUIMPERLE

21.2L - Fabrication d'autres articles en papier ou en carton

Dans une papeterie, durant 1h30 un envoi de Javel se produit dans le réseau des eaux blanches se déversant dans l'ISOLE. La fuite fait suite au décollement d'un manchon situé à l'aspiration de la pompe d'hypochlorite alimentée à partir d'un bac de 1 m³ à 34 g/l d'hypochlorite. La fuite est isolée et les eaux blanches en sortie de station sont recyclées vers le réseau des eaux brunes pour que le chlore en excès soit consommé par les matières oxydables contenues dans l'effluent. Le taux de chlore en sortie des ouvrages est surveillé et des contrôles sont effectués sur la rivière. Aucun dommage ne sera noté sur la faune aquatique. Ce type d'incident s'étant déjà produit, l'exploitant demande à un organisme indépendant de réaliser un audit complet des installations de distribution de produits dangereux.

N°15976 - 20/07/1999 - 45 - SAINT-CYR-EN-VAL

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Dans une usine de fabrication de papier toilette, un mélange d'acide sulfurique et d'eau de Javel conduit à une réaction exothermique avec dégagement de chlore et de chlorure d'hydrogène. Un produit absorbant permet de retenir 150 l de produit écoulés hors de la rétention. Une vingtaine d'employés sont évacués. Une société extérieure pompe le produit restant dans les 2 cuves. La défaillance d'une vanne en pied de bac de la cuve d'acide sulfurique a conduit à son déversement dans la cuvette de rétention commune avec celle d'une cuve d'eau de Javel (muret interne de séparation de hauteur insuffisante). L'acide a détérioré les organes de transfert de cette cuve permettant le mélange des produits. Il n'y a pas d'autre impact sur l'environnement.

N°16649 - 21/07/1999 - 72 - SPAY

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une usine de fabrication de feuilles de tabac, un rejet de couleur sombre pollue la SARTHE. Des prélèvements sont effectués. D'après un des responsables de l'usine, cette pollution est due à des entraînements de boues du décanteur de la station d'épuration de l'usine qui ont été provoqués par une surcharge hydraulique due à des changements trop rapprochés de la qualité des feuilles de tabac.

N°16206 - 29/07/1999 - 51 - EPERNAY

21.2A - Industrie du carton ondulé

Dans une entreprise de fabrication de carton ondulé, un incendie se déclare dans la fosse du ventilateur du système d'aspiration des déchets des machines de transformation de carton. Un opérateur de production déclenche l'alerte. La tête de sprinkler placée dans la fosse se déclenche. L'équipe d'intervention de l'usine et les pompiers maîtrisent l'incendie en 20 min. Les filtres du système d'extraction des déchets sont endommagés. Il n'y a pas de conséquence sur l'environnement.

N°16203 - 31/08/1999 - 80 - ABBEVILLE

21.2J - Fabrication de papiers peints

Dans une entreprise de fabrication de papiers peints, lors de la coupe d'un rouleau sur la calandre d'enduction, un morceau de papier s'enflamme au contact d'une rampe d'infrarouge ; le feu se propage dans la gaine d'aspiration des vapeurs de solvants et par rayonnement, un incendie se déclenche dans la tour de préparation du mélange d'enduction. Les 2 étages supérieurs de la tour sur les 4 sont détruits. Aucune victime n'est à déplorer. L'activité d'enduction PVC est arrêtée momentanément. Les eaux d'extinction sont déversées dans le réseau d'égouts de la zone industrielle en l'absence d'un bassin de récupération de ces eaux. La mise en place d'un dispositif d'extinction dans les gaines d'aspiration des vapeurs de solvants est envisagée.

N°18932 - 15/09/1999 - 67 - STRASBOURG

21.1A - Fabrication de pâte à papier

A la suite de travaux sur les égouts lors du chantier de la nouvelle machine à papier, un rejet coloré provenant de la station d'épuration pollue le RHIN sur 50 m en aval du fleuve.

N°16667 - 16/09/1999 - 16 - SAINT-SEVERIN

21.2L - Fabrication d'autres articles en papier ou en carton

Dans une usine, sur l'une des 3 chaînes de fabrication de papier sulfuré, le nettoyage périodique d'un bac contenant de l'acide sulfurique nécessite sa vidange. Une vanne mal fermée et un tuyau flexible mobile dirigé par erreur vers le réseau d'eaux pluviales causent le déversement de 400 l de cet acide dans le canal du MARCHAIS. Dès l'erreur constatée, l'opération est stoppée et 470 kg de carbonate de soude sont déversés pour neutraliser l'acide, moitié dans le réseau, moitié dans le milieu. Pour diluer la pollution, le débit du canal est augmenté par l'ouverture de retenues situées en amont. Aucune conséquence n'est observée sur la faune et la flore. L'installation en cause sera équipée d'une canalisation fixe ; elle était la seule des 3 à ne pas l'être pour des raisons de circulation de piétons et d'engins de manutention.

N°16415 - 25/09/1999 - 69 - LES ARDILLATS

21.2A - Industrie du carton ondulé

Plus de 150 t de papier sont détruites à la suite de l'inondation d'une papeterie.

N°16858 - 28/09/1999 - 88 - RAON-L'ETAPE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, la déchirure de la toile de filtration d'un tambour rotatif entraîne un déversement d'une petite quantité de pâte à papier de couleur bleu/vert dans la MEURTHE. Une alarme se déclenche sur le superviseur de la machine à papier ; une réparation immédiate est effectuée.

N°16927 - 06/11/1999 - FINLANDE - KAUTTUA

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie se déclare dans une fabrique de papier. Un pompier est tué et 2 autres sont blessés. Le montant des dégâts atteindrait 10 millions de marks. La cause de l'accident est inconnue mais semble s'être déclenchée dans le local où se trouvent les enrouleuses de papier.

N°16871 - 08/12/1999 - 70 - FONTAINE-LES-LUXEUIL

21.2B - Fabrication de cartonnages

Dans une usine d'emballages à base de déchets recyclés, un violent incendie détruit un hangar de 800 m² abritant 400 t de matières premières (papier et plastique polyéthylène). La toiture en fibrociment explose sous la violence des flammes. L'intervention mobilise 70 pompiers qui arrosent le bâtiment de production et évacuent des ballots de papier hors du hangar. Une rivière proche permet de satisfaire les besoins en eau nécessaires aux secours. Un barrage anti-pollution est installé en raison de l'importance des eaux de ruissellement. L'outil de travail est préservé, mais la production est suspendue faute de matières premières.

N°19843 - 17/12/1999 - CANADA - SAINT JOHN

21.1 - Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton

Un entrepôt contenant du papier et de l'hydrosulfite de sodium, produit utilisé pour blanchir le papier, prend feu en fin de journée. Le produit de blanchiment peut générer en se consumant du dioxyde de soufre, qui occasionne des irritations des yeux et des voies respiratoires. Il est donc procédé à titre préventif à l'évacuation de plus de 100 personnes. Le lendemain, une violente explosion emporte une partie du toit. La cause de cette explosion n'est pas clairement définie mais, selon les pompiers, elle pourrait être due à l'action des sprinklers. Ceux-ci se sont bien déclenchés mais la réaction de l'eau avec le produit chimique de blanchiment a pu aggraver la situation : en effet, mélangé à l'eau, l'hydrosulfite de sodium peut s'enflammer spontanément. Après des contrôles de la qualité de l'air, les riverains sont autorisés à réintégrer leur domicile après 1 j. Le sinistre est difficile à maîtriser par les 90 pompiers présents. Il est demandé aux résidents locaux d'économiser l'eau. Le feu sera finalement éteint au bout de 36 h d'efforts. Les pompiers auront réussi à préserver la partie où les produits chimiques étaient stockés. Le bilan fait état de 6 personnes hospitalisées, 3 pompiers et 3 autres personnes.

N°17591 - 30/03/2000 - 54 - FROUARD

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Trois semaines après une pollution similaire, le rejet de la station d'épuration d'une usine de fabrication de papier hygiénique génère de la mousse sur la MEURTHE. L'usage de détergents anioniques dans la station est à nouveau en cause.

N°18228 - 10/04/2000 - 44 - SAINT-HERBLAIN

21.2C - Fabrication d'emballages en papier

Dans une usine de fabrication d'emballages en papier, des eaux chargées en encres de qualité alimentaire polluent le PATUREAUX lors de travaux réalisés pour remplacer une canalisation d'eaux pluviales défectueuse. Une tuyauterie d'écoulement des eaux de lavage des encriers avait été condamnée, mais le nettoyage de la station de traitement des encres a fait remonter le niveau d'un puisard provoquant un débordement de l'effluent dans la tranchée ouverte pour les travaux.

N°17693 - 03/05/2000 - 69 - LES ARDILLATS

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un violent orage mêlé à de fortes grêles endommagent de nombreuses machines dans une papeterie. Le personnel (31 personnes) est en chômage technique pour 10 jours. Les dommages sont estimés à 9 MF.

N°17827 - 16/05/2000 - 80 - CONTOIRE

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un début d'incendie se déclare dans une usine de fabrication de carton d'emballage. Pour des raisons encore inconnues, le feu a pris dans le parc de vieux papiers où sont stockées des balles de 500 kg. Les équipes de secours dégagent un périmètre de sécurité et mettent en place des lances queue de paon pour limiter le rayonnement. Au total, 100 t de papiers ont brûlé. Par précaution, les pompiers restent sur place toute la nuit. Le lendemain, les balles en partie consommées sont étalées et arrosées. L'évacuation des déchets et le nettoyage du site sont réalisés 4 jours après.

N°17942 - 11/06/2000 - 69 - LES ARDILLATS

21.2G - Fabrication d'articles de papeterie

Une papeterie est inondée par de violents orages provoquant des dégâts sur 4 communes ; 20 commerces ou maisons sont inondés, ainsi que des routes nationales et une voie ferrée.

N°19046 - 29/06/2000 - 16 - MAGNAC-SUR-TOUVRE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Des matières organiques provenant d'une papeterie polluent la TOUVRE, à la suite d'un mauvais fonctionnement du système d'assainissement. La faune aquatique est mortellement atteinte. Des prélèvements sont effectués.

N°19216 - 13/11/2000 - 60 - SAINT-JUST-EN-CHAUSSEE

21.2A - Industrie du carton ondulé

Dans une cartonnerie, un incendie se déclare dans un entrepôt de 6 000 m² situé à l'extrémité du secteur de production et contenant 600 t de produits finis (emballages en carton ondulé). Une vingtaine de pompiers internes attaque le feu. Un important dispositif humain et hydraulique est mis en place par les secours publics. La violence des flammes et la menace d'effondrement du bâtiment rendent l'intervention difficile. La voie ferrée Paris-Lille est neutralisée. La fumée intoxicque légèrement 4 pompiers, un autre est blessé à un pied. En attendant la reconstruction du bâtiment, l'entreprise doit transférer le stockage de ses produits finis. L'origine criminelle du sinistre est fortement suspectée en raison du départ du feu en plusieurs endroits et d'un incendie simultané dans une entreprise du secteur.

N°20477 - 13/11/2000 - 26 - MONTSEGUR-SUR-LAUZON

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, une fuite se produit au niveau d'une pompe servant au transit de la pâte à papier dans l'usine. Lors de sa fabrication, la pâte à papier subit 2 étapes de raffinage successives pour accroître la surface des fibres de cellulose et favoriser leur enchevêtrement. C'est au cours d'une phase de transit vers le 2ème raffinage que l'incident a lieu au niveau de la pompe de relèvement ; un goujon (boulon) du corps de pompe s'est dévissé entraînant un déversement de pâte à papier de couleur rouge dans le canal de l'AULIERE jouxtant le bâtiment. Cette pollution a ensuite rejoint le LEZ.

N°19261 - 20/11/2000 - 13 - TARASCON

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une papeterie, une fuite de bioxyde de chlore (ClO₂) utilisé pour le blanchiment de la pâte à papier et 4 explosions se produisent lors de l'arrêt d'un atelier. L'accident a lieu durant la vidange d'un réacteur générateur de bioxyde vers un bac de polyester de 18 à 20 m³, alors qu'un opérateur lançait déjà le rinçage des conduites. Du méthanol poussé dans le réacteur est entré en contact avec un reliquat de chlorate. Le ClO₂ formé s'est décomposé de façon exothermique en donnant lieu à une augmentation importante et quasi instantanée du volume gazeux à l'origine des explosions. La surpression a été évacuée par le trou d'homme du réacteur qui était ouvert. La réaction chimique s'est propagée dans le bac polyester, l'une des explosions provoquant sa destruction. Le POI de l'usine n'a pas été déclenché, mais le poste de garde a alerté les pompiers à la suite d'une erreur d'estimation du risque. Un périmètre de sécurité est mis en place autour de l'atelier qui est confiné à l'aide d'un rideau d'eau et des climatisations sont arrêtées par précaution. Les émissions de ClO₂ ont été limitées : 20 ppm durant 1 min et une pointe à 35 ppm notée peu après l'installation du rideau d'eau. Aucune victime n'est à déplorer. Les dommages matériels sont évalués à 1 MF : dôme du bac projeté à terre, bardages soufflés, soupapes et calorifuge du générateur endommagés, ainsi que quelques tuyauteries. Les procédures d'arrêt de l'atelier, rinçage notamment, sont modifiées.

N°19798 - 21/11/2000 - RUSSIE - TOMSK

21.1 - Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton

Une explosion détruit une unité de fabrication de cellulose. Des employés réalisent des travaux de soudage lorsque l'explosion se produit. 2 employés sont tués, 8 autres sont blessés dont 2 sont grièvement atteints.

N°23297 - 01/01/2001 - 67 - STRASBOURG

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans un bassin portuaire, un rejet blanchâtre se produit à l'émissaire du réseau des eaux pluviales et de refroidissement d'une usine de pâte à papier à la suite de la présence de carbonate de calcium (produit de couchage du papier) dans l'effluent. La brigade fluviale prévient l'exploitant, ferme l'émissaire et installe une pompe immergée pour pomper l'effluent vers la station d'épuration du site et les stocks tampon. La pollution, faible, est évaluée à 15 kg de carbonate au niveau du bassin portuaire en liaison avec le RHIN. L'exploitant obture définitivement la canalisation de liaison entre la piscine du circuit de refroidissement des pompes à vide et les égouts. Du carbonate qui avait préalablement été apporté par entraînement dans l'anneau liquide de la pompe à la suite d'un dysfonctionnement ponctuel a provoqué le débordement de la piscine du circuit de refroidissement d'une pompe à vide vers le réseau d'eau pluviale par une canalisation de raccord.

N°20054 - 14/01/2001 - 59 - GRAVELINES

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un dimanche matin, un feu supposé être d'origine malveillante se déclare sur des balles de déchets de papier entreposées dans le local presse à balles. L'incendie est détecté par la société de gardiennage de l'établissement. Les pompiers, immédiatement alertés, maîtrisent rapidement le sinistre. La toiture et la charpente métallique du local sont endommagées, 4 t de balles de papier sont consommées et souillées par les eaux d'extinction, une ligne d'alimentation électrique du bâtiment administratif est sectionnée et la presse hydraulique est légèrement touchée.

N°20330 - 21/02/2001 - 84 - MALAUCENE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie se déclare dans le local des encres et des solvants d'une papeterie. Une quarantaine de pompiers est mobilisée et le sinistre est maîtrisé en 1 h. Quatre employés sont blessés dont 2 brûlés au visage alors qu'ils intervenaient au départ du feu pour déclencher le système anti-incendie. Les employés, en grève lorsque le sinistre s'est produit, dégagent l'entrée de l'usine.

N°20896 - 20/03/2001 - 59 - HAULCHIN

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie sur un site de stockage de colle aqueuse (copolymère) entraîne, par le réseau d'eaux pluviales, une pollution de l'ESCAUT CANALISE sur une distance de 1,2 km.

N°20182 - 01/04/2001 - 54 - FROUARD

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Dans une fabrique d'articles en papier, une explosion suivie d'un feu se produit dans une gaine de dépoussiérage. Le feu est éteint partiellement par le personnel de l'usine. La production est arrêtée momentanément ; 4 employés brûlés au visage sont hospitalisés.

N°20235 - 12/04/2001 - 91 - CORBEIL-ESSONNES

21.1 - Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton

Jouant avec ses camarades sur le toit d'un bâtiment désaffecté dans une papeterie en cours de liquidation judiciaire, un enfant de 10 ans se blesse grièvement en tombant sur une dalle en béton après une chute de 10 m. L'enfant décèdera quelques jours plus tard des suites de ses blessures. Le site d'une superficie de 14 ha était surveillé par une société de gardiennage.

N°20323 - 06/05/2001 - 67 - SELESTAT

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une fuite de 120 l d'acétate de méthyle, liquide très inflammable, se produit sur une laqueuse doubleuse dans une papeterie-cartonnerie. L'atelier est mis en sécurité et évacué, un périmètre de sécurité est mis en place. Les pompiers effectuent des mesures explosométriques qui s'avèrent négatives et récupèrent le solvant. Aucune incidence n'est notée sur l'environnement. La rupture d'un flexible d'alimentation sous pression est à l'origine de l'accident. L'exploitant remplace préventivement tous les flexibles de nature identique et recherche une qualité plus adaptée pour ces derniers.

N°20410 - 24/05/2001 - 83 - BRIGNOLES

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un feu se déclare dans une cartonnerie de 4 200 m² et détruit rapidement l'atelier de production. La toiture du bâtiment principal s'écroule. L'intervention d'une quarantaine de pompiers sur l'incendie progressant dans les cartons ne permet pas de préserver les locaux administratifs mais les bâtiments voisins sont protégés.

L'accès à l'intérieur de l'usine nécessite l'emploi de matériel de désincarcération. Le service technique de l'électricité intervient pour dégager les lignes électriques calcinées et celui des eaux pour maintenir l'alimentation en eau de la borne d'incendie utilisée. 27 personnes sont au chômage technique.

N°20493 - 18/06/2001 - 02 - VENIZEL

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, un incendie se déclare dans un local électrique. Pris dans l'incendie 3 transformateurs se vident totalement, un 4ème à moitié, dispersant 1,5 t de diélectrique contenant des PCB. Un arrêté préfectoral pris sur proposition de l'inspection des I.C. interdit le jour même l'accès au site, impose sa décontamination, la réalisation d'analyses et une évaluation détaillée des risques. 96 personnes présentes lors du sinistre (pompiers, employés, 2 journalistes et 7 habitants voisins) sont soumises à un contrôle médical. La trajectoire des fumées fait définir une zone en forme de cône de 2,5 km soumise à surveillance et à interdiction de consommation des productions végétales. Une centaine de prélèvements sur des suies, éléments de construction, sols, eaux et végétaux révèle la présence de dioxines et de furannes. Une décontamination est effectuée sur les bâtiments et terrains de l'usine et sur les 2 habitations les plus proches situées à 250 m. Un plan d'élimination des matériels au PCB est établi. La remise en service progressive des installations, 15 jours après le sinistre, est soumise à autorisation préfectorale accordée sur la base de justificatifs de travaux et d'expertises successifs présentés par l'exploitant. Les interdictions touchant les terrains extérieurs sont levées 25 jours plus tard. Un suivi épidémiologique d'un an est prévu sur les personnes concernées. Le montant des dommages est estimé à 100 MF.

N°20743 - 12/07/2001 - 38 - ENTRE-DEUX-GUIERS

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, un conteneur de 1 000 l contenant 800 l de détergent destiné à l'élimination est vidé, par erreur, dans le réseau d'eaux usées interne. Le produit (DCO 2 300 g/kg et contenant du nonylphénol), passe dans la station d'épuration physico-chimique (bassin tampon de 1 000 m³ et décanteur de 500 m³) et rejoint le GUIERS MORT en période d'étiage. Une mousse importante est générée, un barrage à plusieurs km en aval en retient 1 000 m³ sur 50 à 70 cm d'épaisseur. La production de la papeterie est arrêtée afin de limiter les rejets à la rivière. Une mortalité totale des poissons est constatée sur une dizaine de km, 50 % sur 5 km et de 10 à 20 % sur 8 km avant la jonction avec le Rhône. L'inspection des installations classées constate les faits et demande l'évacuation du site de tous les produits chimiques inutilisés ou inutilisables vers des installations autorisées.

N°21125 - 14/08/2001 - 29 - QUIMPERLE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, le four de l'incinérateur des liqueurs noires est mis en service dans l'après-midi. 2 h après la fin du préchauffage au fuel, le premier salin sort du four (900°C) et coule dans la cuve de refroidissement (12 m³) pour dissolution dans l'eau. 3 h plus tard, une explosion (1 à 3 kg équivalent TNT) se produit dans cette cuve. La dalle de béton située 30 cm au dessus est soulevée et détruite sur 20 m² ; des tuyauteries, des tôles et des bardages sont déformés. La cuve n'a subi aucun dommage mais est retrouvée vide et son couvercle endommagé. Une alarme lumineuse sur le niveau d'eau (cuve vide), apparue dès le début d'après midi, n'a pas été prise en compte lors du changement de quart. L'opérateur constate la prise en masse d'une colonne de salin de 30 cm de diamètre autour de l'arbre de l'agitateur de la cuve. De l'eau est rajoutée dans la cuve mais sa vanne de purge était restée à moitié ouverte (ouverture consignée sur le tableau de quart). L'explosion se produit ¼ h plus tard et serait due à une vaporisation instantanée d'une grosse quantité d'eau, vraisemblablement lors de l'écroulement massif de la colonne de salin dont la température est de l'ordre de 800°C dans la cuve. Un arrêt de 8 jours de l'installation est nécessaire pour les travaux de réparation notamment du concentrateur d'injection des liqueurs noires dont l'armoire de commande est endommagée par l'explosion. L'exploitant cherche des possibilités de stockage temporaire pour évacuer les 100 m³/semaine de déchets. Pour limiter les effets d'une explosion, la mise en place de parois soufflables et l'augmentation de l'ouverture du couvercle sont étudiées.

N°21523 - 04/11/2001 - 72 - AUBIGNE-RACAN

21.2A - Industrie du carton ondulé

Près d'une papeterie, un pêcheur observe des traces de fuel sur le LOIR et alerte les pompiers. Un barrage flottant est installé sur la partie usine du bras de la rivière, un autre plus en aval. L'exploitant constate que la tuyauterie de retour d'alimentation en fuel lourd BTS d'une chaudière fuit dans le caniveau étanche recevant les canalisations de fuel. La chaudière est immédiatement mise à l'arrêt. Une ancienne tuyauterie, percée et traversant le caniveau, a permis au fuel de remplir le réseau d'eaux pluviales et à une cinquantaine de litres de rejoindre la rivière. La chaufferie étant implantée dans la partie la plus ancienne de l'usine, l'exploitant fait procéder à la reconnaissance des anciennes canalisations et envisage le déplacement de cette installation.

N°23308 - 21/11/2001 - 68 - ILLFURTH

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Lors de la distillation d'un solvant pollué par des encres d'impression, une émission de vapeurs de ce solvant nécessite l'évacuation de l'atelier. Les pompiers sont alertés. La pollution est limitée à l'atmosphère de l'atelier. Les vapeurs de solvant émises sont dues à l'encrassement du fond de cuve par des boues d'encres durcies qui ont surchauffé et qui a provoqué l'ouverture de la soupape de sécurité de la cuve.

N°21707 - 17/01/2002 - 59 - WERVICQ-SUD

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Dans une usine de transformation de papier à usage sanitaire et domestique, lors du travail de l'équipe de nuit, un incendie se déclare dans un stockage de produits finis implanté dans une partie des 18 000 m² de bâtiments non recoupés, sans alarme incendie et sans exutoire de fumée. Les 26 employés sont évacués. Tardivement découvert et attisé par un vent violent, le sinistre se généralise avant l'arrivée des secours. Les services spécialisés coupent les alimentations en énergies du site. La police met en place un périmètre de sécurité et régule la circulation dans le quartier. Les pompiers mettent en place 11 grosses lances (dont 4 établies en protection des locaux administratifs et d'habitations), 2 lances canon (dont une protège 1 citerne de GPL) et 6 petites lances (dont 1 en protection de 2 transformateurs au PCB). L'impossibilité d'ouvrir les cannes d'aspiration équipant une réserve d'eau de 350 m³ impose l'utilisation de 1,5 km de tuyaux pour un pompage dans la LYS. De nombreuses bouteilles de gaz équipant des chariots de manutention explosent (BLEVE). Après 5 h, les secours circonscrivent le sinistre aux seuls entrepôts de matières premières et de produits finis dont 30 000 m² sont détruits (effondrement de toitures et de murs porteurs, affaissement de charpentes métalliques...). Les principales machines, le matériel informatique et les locaux administratifs sont toutefois épargnés. En l'absence de dispositif de confinement, les eaux d'extinction rejoignent le milieu naturel via le réseau d'égouts. Le rayonnement thermique a déformé les volets en PVC d'habitations situées à une vingtaine de mètres. Quarante personnes sont en chômage technique. Le redémarrage des activités sinistrées est soumis à une nouvelle autorisation préfectorale.

N°21910 - 17/02/2002 - 49 - SAINT-GERMAIN-SUR-MOINE

21.2B - Fabrication de cartonnages

Un incendie détruit une usine spécialisée dans la fabrication d'emballages en carton pour l'industrie agroalimentaire de 5 000 m². Le feu aurait pris dans un compacteur contenant des déchets d'emballages et s'est propagé à un tapis roulant. Le bardage et la toiture se sont écroulés sur les machines et l'outil de production. Les pompiers déploient un important dispositif hydraulique pour maîtriser le feu et sont obligés de pomper l'eau d'un étang situé à 1,5 km du sinistre. 60 employés sont mis en chômage technique.

N°22115 - 28/03/2002 - 10 - TORVILLIERS

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Lors de travaux effectués sur l'installation électrique par une entreprise extérieure, des étincelles provenant d'une meuleuse initient un violent incendie dans un entrepôt de 3 700 m² abritant plusieurs centaines de bobines de papier de toilette. L'alarme incendie se déclenche et l'ouverture des exutoires du bâtiment permet l'évacuation des fumées. La chaleur intense du feu qui se propage rapidement, entraîne l'effondrement des tôles métalliques de la toiture mais les murs résistent accomplissant leur rôle de barrière coupe-feu. La totalité des eaux d'extinction est confinée dans le bassin de rétention prévu à cet effet, une motopompe a permis la remise en circulation de ces eaux. L'exploitant met en place une surveillance pendant 24 h des bâtiments voisins pour prévenir tout départ de feu par des flammèches. Le réseau d'extinction automatique équipant le bâtiment n'a pas pu fonctionner car il était momentanément neutralisé par une autre entreprise extérieure pour la réparation de fuites détectées lors de sa mise en pression. L'absence d'un agent veillant à la sécurité générale des travaux et l'absence de moyens d'intervention incendie spécifiques mis en place lors de ces travaux ont également favorisé la survenue de ce sinistre.

N°22464 - 17/05/2002 - 35 - LA GUERCHE-DE-BRETAGNE

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un incendie se déclare dans l'atelier mécanique d'une usine spécialisée dans la fabrication d'emballages carton. D'importants moyens matériels et une soixantaine de pompiers sont mobilisés afin d'éviter la propagation du feu à l'entreprise voisine ayant un stockage de propane implanté à une dizaine de mètres. L'atelier de maintenance de 800 m² et la charpente métallique sont détruits ainsi que l'alimentation électrique de l'atelier panneaux et de la zone de compactage des déchets de cartons. Les eaux d'extinction sont rejetées dans les réseaux des eaux pluviales et usées.

N°22712 - 29/05/2002 - 40 - TARTAS

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, lors de la remise en service de l'atelier des lessiveurs de cuisson de plaquettes de bois, une vanne de répartition restée ouverte permet à 79 m³ d'une solution de bisulfite d'ammonium introduite dans l'appareil en cours de remplissage de se déverser dans un autre, vide et dont le couvercle est ouvert. Gêné par les émanations de dioxyde de soufre qui se dégagent, l'opérateur met en marche le système de recyclage d'air de la salle de commande, et après avoir été informé que la fuite se situe sur l'un des lessiveurs, remarque sur le dispositif de conduite que des vannes sont restées ouvertes sur l'un d'eux. Il actionne aussitôt leur fermeture tandis qu'un ouvrier, muni d'un masque de protection avec cartouche filtrante, va fermer le couvercle de cet appareil. Après quelques minutes, la cartouche filtrante de son masque se sature et l'ouvrier est incommodé. La lessive de bisulfite et le SO₂ de l'atmosphère intérieur du lessiveur sont transvasés vers un récupérateur pour traitement. Le personnel de l'usine a été évacué, seuls quelques employés sont incommodés. Les capteurs du réseau de mesure de la pollution atmosphérique de la ville voisine ne détectent pas d'augmentation de la teneur en SO₂.

N°22723 - 03/06/2002 - 18 - VALLENAY

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une usine de fabrication de cartons, au démarrage de l'installation, une vanne d'évacuation des eaux de nettoyage des canalisations d'alimentation en produit d'encollage (amidon activé : amidon + carbonates de calcium et sodium) laissée ouverte permet à 2 t de ce produit de s'écouler par gravité dans une canalisation rejoignant le CHER. Dès que l'accident est repéré, l'entreprise pompe le produit déversé, 15 m³ d'un mélange de produit et d'eau sont récupérés. Les pompiers ne peuvent intervenir pour pomper ce produit qui est plus lourd que l'eau. En fonctionnement normal, les eaux de rinçage des canalisations d'alimentation sont recyclées et cette vanne n'est pas manœuvrée (consigne d'interdiction du by-pass). L'inspection des installations classées demande à l'exploitant un rapport détaillé sur l'incident, des mesures de la pollution dans la rivière et une analyse des risques de rejets accidentels similaires dans l'usine.

N°22963 - 12/06/2002 - ETATS-UNIS - WATERTOWN

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, peu après minuit, une violente explosion souffle une partie des murs provoquant l'écroulement de structures sur les employés et les machines. Le bilan est de 1 mort et 6 blessés dont 3 hospitalisés dans un état critique. L'explosion se serait produite dans une zone de stockage de produits chimiques aux propriétés explosives. Les témoins et riverains parlent d'avoir entendu un bruit fort et ont cru à un tremblement de terre. Le travail des secours dans les décombres est rendu difficile par l'instabilité des murs et du toit, menaçant de s'écrouler. L'OSHA (Occupationally Safety and Health administration) engage une enquête pour déterminer les causes de l'explosion.

N°22664 - 24/06/2002 - 67 - LA VANCELLE

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un incendie se déclare sur 3 compresseurs dans une cartonnerie. Les employés maîtrisent le sinistre ; 6 d'entre eux légèrement intoxiqués sont hospitalisés.

N°22637 - 01/07/2002 - 10 - TORVILLIERS

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Un incendie se déclare dans un bâtiment de 3 000 m² d'une papeterie. Des employés établissent plusieurs RIA. Les secours déploient d'importants moyens hydrauliques et empêchent la propagation de l'incendie à d'autres bâtiments et zones de stockages. Un pompier s'est blessé lors de l'intervention. Le bâtiment est détruit et sa structure en béton devenue instable nécessitera des opérations de déblaiement de longue durée avec présence d'un dispositif d'intervention. La totalité des eaux d'extinction est confinée dans le bassin de rétention prévu à cet effet, une motopompe a permis la remise en circulation de ces eaux. L'exploitant met en place une surveillance pendant 24 h des bâtiments voisins pour prévenir tout départ de feu par des flammèches. Cet incendie fait suite à un précédent survenu 3 mois plus tôt qui avait conduit à la destruction d'un entrepôt de 3 700 m² de stockage de bobines de papier. Pour entreposer ses bobines, l'exploitant utilisait provisoirement un bâtiment (sans réseau d'extinction automatique) dans lequel des travaux d'aménagement étaient en cours et notamment la mise en place de portes nécessitant des travaux de soudure réalisés par une entreprise extérieure. Des étincelles auraient été ainsi à l'origine du feu, en l'absence d'un agent veillant à la sécurité du bâtiment. L'inspection des installations classées constate les faits et propose au préfet de prendre un arrêté d'urgence imposant à l'exploitant la réalisation d'une étude spécifique au risque incendie sur ses bâtiments en exploitation ou à reconstruire. L'autorité judiciaire ordonne une expertise.

N°23560 - 26/07/2002 - 27 - ALIZAY

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Sur le parc à bois d'une papeterie, lors des opérations de déchargement du bois dans la trémie qui le mène vers l'écorçage, un engin de levage de 70 t prend feu. Le conducteur utilise des extincteurs avant l'arrivée des secours. Les 450 l de gazole de l'engin brûlent et la chaleur fait exploser l'un de ses pneus. Il n'y a pas de blessés et les dégâts sont limités au véhicule. Trois hypothèses sont émises sur les causes probables : rupture d'un flexible hydraulique entraînant une dispersion d'huile chaude sur le moteur et une inflammation instantanée, court-circuit électrique à proximité d'huile, soit une combinaison des deux premières hypothèses.

N°23526 - 14/11/2002 - 76 - GRAND-COURONNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, un incendie se déclare dans un bâtiment abritant 2 760 m³ de balles de papier de récupération, dans un lot de 220 t rentré la veille. Du personnel repère les premières flammes, donne l'alerte, actionne les commandes d'alarme incendie manuelles, arrose la zone en feu avec des RIA, évacue des camions et engins de la zone ainsi que des balles de papiers vers une zone dégagée. Les alarmes des détecteurs incendies se déclenchent dans les premières minutes qui suivent le départ du feu et mettent en action une lance dans la case de stockage concernée et l'arrosage déluge sur le convoyeur de transport du papier. Les pompiers interviennent et le sinistre sera maîtrisé en 1 h. Une société spécialisée intervient pour le pompage des eaux d'extinction retenues dans la fosse des transporteurs de papiers. L'étanchéité des plaques des tabourets des eaux pluviales est vérifiée. L'exploitant met en place une surveillance renforcée des stockages intérieurs et extérieurs. La rapidité d'intervention du personnel a permis d'éviter l'extension du sinistre et de préserver le bâtiment de stockage. Seules 20 t de papiers non réutilisables seront brûlées dans la chaudière du site. L'exploitant recherche la cause du départ de feu et étudie les améliorations résultant des observations faites lors du déroulement de l'intervention : désenfumage du bâtiment, nombre d'équipement ARI, accueil et orientation des secours extérieurs, vérifications de la mise à jour des plans pompiers avec localisation des bouches incendie, emplacements de stockages et de bennes gênant l'utilisation de lances ou la circulation, accès difficile à une lance fixe. L'écartement entre les lots de balles de papier devrait être augmenté et la circulation du personnel dans le stockage limitée.

N°24320 - 27/03/2003 - 76 - SAINT-ETIENNE-DU-ROUVRAY

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un incendie se déclare vers 21 h sur 500 m² de balles de vieux papier (400 t) stockées à l'extérieur d'une papeterie. Le feu, attisé par un vent violent, détruit plusieurs tonnes de papier, endommage des câbles électriques et menace de se propager à des bâtiments voisins. Le POI est déclenché. Plus de 60 pompiers interviennent plusieurs heures pour maîtriser le sinistre, puis l'exploitant traite le déblaiement des balles incendiées en maintenant en service 6 petites lances. Des dégâts à l'installation électrique alimentant l'usine entraînent son arrêt durant 3 jours ; les pertes d'exploitation sont estimées à 600 Keuros. Selon l'exploitant, des frottements auraient occasionné de la chaleur et des étincelles qui auraient suffi à enflammer les balles de papier. L'alerte a été donnée tardivement. Le système de vidéosurveillance de l'usine, interrompu depuis quelques temps pour cause de non conformité à la réglementation sur le respect de la vie privée, n'a pu aider à la découverte précoce du sinistre.

N°24363 - 29/03/2003 - BRESIL - CATAGUAZES

21.1A - Fabrication de pâte à papier

A la suite de la rupture de digue d'un bassin de stockage des eaux de rejets, une usine de recyclage de papier déverse accidentellement 1,2 millions de m³ de substances hautement toxiques (plomb, soude caustique...) dans 2 fleuves. La nappe de produits chimiques s'étend sur 90 km de long et 50 km² vers la mer et menace une réserve écologique de tortues marines. Les plages du littoral nord de l'Etat de Rio sont recouvertes d'une mousse épaisse blanchâtre et nauséabonde. Ces substances chimiques toxiques et corrosives responsables de la mort de poissons, de bétail, causent des dommages aux moteurs des bateaux de pêche. Le risque d'intoxication des habitants n'est pas négligeable. L'approvisionnement en eau potable est interrompu dans la région : 600 000 personnes sont alors approvisionnées par des camions-citernes. Cette industrie papetière, déjà condamnée en 1995 pour pollution et fonctionnement illicite, est fermée et doit payer une première amende de 15 millions de dollars. Les propriétaires fuyards sont recherchés par la police fédérale. L'impact sur l'environnement, la santé des habitants et l'économie est très important. Les biologistes annoncent qu'il faudra au moins 10 ans pour que l'écosystème retrouve son équilibre.

N°24484 - 23/04/2003 - 91 - MORANGIS

21.2C - Fabrication d'emballages en papier

Un incendie détruit les 5 200 m² d'une société d'emballages de magazines. Plus de 60 pompiers déploient un important dispositif hydraulique pour éviter une extension du sinistre obligeant à évacuer des dizaines d'employés d'autres entreprises voisines. Le feu qui s'est déclaré dans un stock de palettes devant le bâtiment, a sérieusement endommagé une autre entreprise d'emballage proche.

N°26838 - 23/04/2003 - 62 - CORBEHEM

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une nappe d'huile de lubrification (150 m x 10 m) provenant d'une papeterie polluée la SCARPE SUPERIEURE. L'établissement met à disposition 2 employés et 16 barrages absorbants pour aider les pompiers dans leur intervention. A la suite d'une accumulation d'huile dans une bâche de stockage d'eau de process, les pompes de reprise ont été arrêtées, permettant ainsi aux effluents d'atteindre le trop plein communiquant directement avec le réseau pluvial.

N°24643 - 23/05/2003 - 26 - SAVASSE

21.2 - Fabrication d'articles en papier ou en carton

Dans une entreprise de fabrication de papier et de carton, 3 fûts de 400 l de produits chimiques sont déversés dans le réseau d'eau pluviale à la suite d'un acte de malveillance avec dégradations. Selon les pompiers, il n'y a pas de pollution du milieu naturel. L'établissement se trouvant en zone de captage, les services sanitaires sont alertés.

N°24683 - 02/06/2003 - 72 - SPAY

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, un incendie détruit un bâtiment abritant 400 m³ de paille de lin. L'intervention d'une cinquantaine de pompiers évite la propagation du sinistre aux autres bâtiments du site industriel, ainsi qu'à un transformateur de 90 KVA. Un employé est blessé. Les eaux d'extinction sont récupérées dans le bassin de rétention du site. Les travaux de déblaiement qui durent plusieurs heures, sont rendues périlleuses en raison de la fragilisation du bâtiment incendié. L'incendie, initié par un échauffement de la paille, se serait déclaré dans une balle de paille lors du déchargement d'un camion de livraison avant de se propager à tout le stockage.

N°24747 - 05/06/2003 - 01 - CERDON

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Du fuel alimentant la chaudière d'une papeterie pollue légèrement la FOUGUE. Les employés colmatent la fuite et des barrages flottants sont mis en place à 20 et 100 m de l'entreprise.

N°24713 - 08/06/2003 - 43 - ESPALY-SAINT-MARCEL

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Le dimanche de la Pentecôte, un incendie détruit 800 m² d'une papeterie et rend hors d'usage une machine utilisée pour fabriquer du carton ondulé. Le vigile âgé d'une vingtaine d'années qui reconnaît être l'auteur de l'incendie, déclare lors de sa garde à vue qu'il "voulait se rendre indispensable" : 4 départs de feu avaient pu être maîtrisés dans la matinée par les pompiers aidés du vigile qui les avait alertés. Le chômage technique des 200 salariés est évité grâce au redéploiement du personnel sur d'autres sites de production. L'activité de l'usine reprend normalement quelques semaines plus tard.

N°24736 - 09/06/2003 - 63 - PARENT

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une usine de papier-carton, une erreur de manipulation lors du nettoyage d'une cuve de colorant organique teinte les 5 000 m³ d'effluent de la station de traitement des eaux du site et conduit au rejet d'un effluent de couleur rouge dans l'ALLIER. Après analyse, le rejet ne présenterait pas de risque particulier pour l'environnement mais la production est stoppée pour éviter une poursuite du rejet.

N°26433 - 13/06/2003 - 84 - MALAUCENE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un départ de feu se produit sur un groupe d'impression lors du démarrage d'une machine de type héliographique (utilisant des solvants). Le personnel est évacué. Le feu est éteint par le système d'extinction au CO2 intégré au sein même de la machine. Seuls les câbles passant à proximité sont endommagés et donc changés. Après reconnaissance du local sinistré par les pompiers, l'activité des autres machines peut reprendre dans l'heure qui suit le départ de feu. L'incident serait dû au frottement d'une courroie contre un carter de protection de la transmission de la machine, il aurait créé un point suffisamment chaud pour atteindre la température d'auto inflammation du solvant d'impression. L'exploitant met immédiatement en oeuvre un plan d'action comprenant : la vérification par un organisme de l'ensemble de la machine en terme de risques électrostatiques, un travail de recherche et de fiabilisation sur l'écoulement des charges électrostatiques et la mise en place d'une surveillance périodique par thermographie de l'ensemble des pièces en mouvement. Ces actions sont étendues aux autres machines de l'atelier.

N°24895 - 23/06/2003 - 63 - PARENT

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, un feu d'origine électrique se déclare dans un local technique abritant un transformateur à huile et menace de se propager à un stock d'hydrocarbures et de produits chimiques proche. Quarante personnes sont en chômage technique pendant le temps des réparations.

N°24969 - 01/07/2003 - 33 - BIGANOS

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans un local de papeterie, un feu se déclare vers 21h dans un tas de 25 m³ de bandes de papier (cassées lors du séchage et en attente de revalorisation) et se propage rapidement à un stockage de 150 t de bobines rebutées. Le local est contigu à un bâtiment de stockage de produits finis où l'incendie s'étend à la première travée de bobines commercialisables (papier blanc et papier kraft). Alertés par un opérateur, les secours internes déclenchent le POI. Suivant les procédures d'alerte, ils mettent en oeuvre 4 lances incendie et activent le réseau sprinklé sur la première travée de stockage, ce qui leur permet de circonscrire rapidement l'incendie du hangar de produits finis. Néanmoins, la cartouche gaz actionnant l'ouverture des dômes de désenfumage n'a pas fonctionné. Pour venir à bout de combustions restées latentes dans les bobines rebutées, les pompiers appelés en renfort doivent lutter jusqu'à 6h30. Dès le déclenchement des opérations de défense, l'exploitant fait dévier unitairement tous les rejets usine (2 500 m³), y compris les 400 m³ d'eaux d'extinction collectées, vers un bassin de 5000 m³ où ils seront contrôlés. Les pertes matérielles sont estimées à 50 000 euros (détérioration de bardages, dispositif de désenfumage défectueux...). La perte d'exploitation est estimée à 750 000 euros, 40 tonnes de bobines commercialisables ont été détruites par le feu alors que 1 500 autres tonnes ont été dégradées par l'aspersion des sprinklers. Selon l'exploitant, l'incendie pourrait être dû à un chariot élévateur (frottement, anomalie électrique ou mécanique) ou à une cigarette mal éteinte, bien qu'il soit interdit de fumer dans les locaux où s'est déclaré le sinistre. L'Inspection des Installations Classées propose à l'exploitant d'examiner les conditions matérielles de stockage des bandes cassées et des bobines rebutées : règles de positionnement, de circulation, de tenue en propreté des locaux et respect de l'interdiction de fumer. Elle lui demande également d'analyser le positionnement et la tenue au feu des boîtiers de désenfumage qui n'ont pas rempli leur rôle, de vérifier leur fonctionnement et la périodicité à laquelle ils sont testés.

N°25582 - 06/09/2003 - 76 - ROUEN

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Un incendie se déclare la nuit dans un lot de pâte à papier stocké à l'extérieur sous l'auvent d'un hangar dans une usine de fabrication de pâte à papier. Le personnel de l'entreprise arrive tardivement et le matériel de manutention disponible est inadapté pour manipuler des matières incandescentes. Des moyens sont finalement fournis par une entreprise de démolition située à quelques centaines de mètres. Le réseau incendie du port autonome ne permet pas d'apporter les débits d'eau suffisants fixés par les arrêtés d'autorisation. Toutefois, la marée montante permet aux pompiers d'établir un premier dispositif hydraulique (2 petites lances + 1 grosse lance). Ce dispositif est relayé par des canons fixes alimentés par un bateau-pompe dépêché sur les lieux. Seul un lot de 2 500 m³ de pâte est détruit.

N°25666 - 01/10/2003 - 91 - CORBEIL-ESSONNES

21.1 - Fabrication de pâte à papier, de papier et de carton

Une substance huileuse pollue l'ESSONNE. Une cellule mobile d'intervention chimique (CMIC) intervient. Trois barrages flottants sont mis en place sur le cours d'eau non navigable. La société gérant le réseau de captage des eaux de la Seine est alertée. Il semblerait qu'une ancienne papeterie sous administration judiciaire soit le lieu d'un trafic d'huile (cuves). Le produit chimique se serait écoulé de la cuve jusqu'à l'ESSONNE par le réseau des eaux pluviales.

N°26232 - 20/10/2003 - 16 - RUELLE-SUR-TOUVRE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, lors du démontage d'une tuyauterie d'acide sulfurique (inutilisée depuis 2 ans), quatre employés sont blessés au visage par des projections d'acide, l'un d'eux est sérieusement atteint aux yeux. De l'acide subsistait dans les tuyaux malgré la vidange effectuée avant le démontage.

N°26009 - 02/12/2003 - 63 - COURPIERE

21.2 - Fabrication d'articles en papier ou en carton

Une papeterie inondée à la suite de pluies diluviennes est évacuée. Les quinze employés de l'établissement sont en chômage technique.

N°26459 - 02/12/2003 - 13 - TARASCON

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Un débordement du RHONE, causé par de fortes pluies, inonde une papeterie implantée dans une zone industrielle. L'établissement classé seveso seuil haut qui produit de la pâte à papier kraft de résineux blanchie par de l'oxygène, de l'eau oxygénée ou du dioxyde de chlore stocke aussi de la liqueur noire, du fuel, du méthanol, du chlorate et plusieurs tonnes de bois. A la suite de 3 inondations survenues en 2002 et 2003, où le niveau du RHONE avait atteint jusqu'à 10,27 m NGF (Nivellement Général de France), des mesures ont été prises dans l'établissement : risque inondation intégré dans l'étude de dangers, rédaction de consignes de mise en sécurité du site, ateliers de production, chaudières à liqueur noire et turbines relevés à respectivement 10,56 m, 15 m et 21 m NGF, stockages équipés de cuvettes de rétention de 0,7 m, cuves ancrées, matériel électrique placé hors d'eau, canalisations montées sur racks (seules les canalisations d'eau étant enterrées). Alerté des risques d'inondation par les pompiers le 1er décembre, l'établissement tourne à effectif réduit dès le lendemain et, face à l'inexorable montée des eaux, met en application une procédure d'alerte en fonction des hauteurs d'eau : à 6,4 m NGF, mise en place d'une boudruche de diamètre 600 mm sur la tuyauterie afin d'empêcher la surverse des eaux pluviales vers les effluents acides ; à 9 m NGF, évacuation du personnel et mise en sécurité du site par 25 employés (arrêt total des installations, mise hors d'eau des équipements exposés). Le niveau du RHONE atteint 10,50 m NGF le 2 décembre à 15 h et 11,30 m NGF le 3 à 15h30. Le site étant totalement inondé, des déplacements en bateau sont effectués pour vérifier la bonne marche des sécurités sur les installations. Malgré la coupure des liaisons informatiques, électriques et téléphoniques, l'exploitant reste joignable par téléphone mobile tout au long des événements. Le courant entraîne 4 500 t de bois (qui arrachent la clôture) et des conteneurs vides ou peu remplis (moins de 3 m³) ; en revanche, l'ancrage des cuves de stockage se montre efficace. L'impact sur l'environnement est limité en l'absence de fuites de produits chimiques. Les dommages matériels, pertes de production et coûts de remise en état du site sont estimés à 11 Meuros : 6 000 t de bois et 2 000 t de pâte à papier sont souillées ou emportées par le courant, 400 moteurs noyés sont démontés et nettoyés, des postes électriques sont endommagés et les archives sont séchées par cryogénie.

N°26858 - 11/12/2003 - 40 - MIMIZAN

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un organisme agréé chargé du contrôle annuel d'une source radioactive scellée dans une papeterie découvre un dysfonctionnement d'obturateur permettant la diffusion d'un rayonnement ionisant anormal dans l'espace environnant. Situé dans le bâtiment des évaporateurs de l'établissement, le dispositif concerné est une source de césium 137 (de 3,7 GBq d'activité au 9/02/00) utilisé pour mesurer la teneur en liqueur noire préconcentrée circulant dans une tuyauterie. Le bloc source qui est disposé à 3 m de hauteur sur une côté de la tuyauterie, émet en fonctionnement normal un rayonnement ionisant qui traverse la canalisation et dont l'intensité est mesurée de l'autre côté par un détecteur. Lorsque ce dispositif de mesure n'est pas utilisé, un obturateur permet d'interrompre le faisceau ionisant. Un premier contrôle de la source avait été effectué sans obturateur pour vérifier l'absence de tout débit de fuite, puis obturateur en place pour en vérifier l'efficacité. Le contrôleur constate lors de ce 2ème contrôle que l'obturateur ne reprend pas sa position initiale et qu'un rayonnement anormal de 700 mSv/h dans l'axe du faisceau et 3 mSv/h à hauteur d'homme est émis. Aucune certitude n'existe quant à l'obturation correcte du bloc-source avant le contrôle et à une exposition accidentelle éventuelle des personnes ayant circulé dans son champ d'effet. Par ailleurs, la source n'était plus utilisée depuis plus d'un an et le détecteur avait été démonté. A la demande de l'Inspection des installations classées, l'exploitant calcule le débit d'équivalent de dose maximal qui a pu être reçu durant l'année par le personnel de l'établissement, soit 140 microSievert pour une limite annuelle d'exposition de 1 mSievert. Un écran métallique de 25 mm mis en place le lendemain permet de protéger le personnel qui est également informé du risque. Des vibrations importantes subies par l'appareil seraient à l'origine de la défaillance de l'obturateur. L'oubli ou l'abandon d'une source non utilisée depuis plusieurs mois peut avoir de graves conséquences : dispersion accidentelle de substances radioactives dans l'environnement lors de son démontage, danger d'exposition d'une personne non informée ramassant la source démontée... Les sources radioactives scellées qui ne sont plus utilisées doivent être démontées et retournées au fournisseur.

N°26553 - 20/01/2004 - 51 - CHALONS-EN-CHAMPAGNE

21.2J - Fabrication de papiers peints

En cours de matinée, dans une usine de fabrication de papiers peints, le brûleur de cuisson du four d'une machine d'impression à des problèmes de sous-puissance qui nécessitent l'intervention d'une entreprise de maintenance. A la suite de cette opération, la température du four s'élève anormalement, puis se rétablit. Vers 14 h, la température augmente à nouveau jusqu'à 250 °C (température de travail : 180 °C). Quelques minutes plus tard un feu se déclare dans une gaine d'extraction des vapeurs de solvants de la machine à imprimer. Le personnel est évacué. Les pompiers maîtrisent le sinistre limité à un tronçon de la gaine d'extraction. Les manchettes de dilatation sont remplacées et un extracteur est prélevé sur un autre circuit ; l'installation peut ainsi redémarrer vers 16 h. Selon l'exploitant, le sinistre aurait été causé par l'inflammation de dépôts d'agents plastifiants dans la gaine d'extraction des vapeurs de solvants (due à un mauvais alignement des tronçons de gaine) ou dans l'enveloppe de la turbine d'extraction dont la partie centrale forme une cuvette qui favorise la présence de condensats sans en permettre la purge. L'événement initiateur aurait été une température excessive du four engendrée par un brûleur et des thermostats défaillants ou un point chaud généré par la rupture ou le frottement de pales de l'extracteur. L'exploitant vérifie les brûleurs, change les thermostats défectueux, réaligne les différents tronçons de gaine d'extracteurs de solvants et installe des orifices de purge sur l'enveloppe des turbines d'extraction de vapeurs de solvants. La vanne de sectionnement en entrée d'évaporateur a correctement fonctionné, l'incendie ne s'est pas propagé à cet équipement.

N°26811 - 30/01/2004 - 72 - AUBIGNE-RACAN

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Deux départs de feu ont lieu dans une usine de papiers et d'emballages. Le 1er à 8h55, peut-être dû à un échauffement d'un roulement à billes dans le séchoir, est rapidement maîtrisé par les employés. Le 2ème à 9h20 qui survient sur la même machine au niveau de l'échangeur d'extraction d'air de la hotte, nécessite l'intervention des pompiers.

N°26315 - 01/02/2004 - 51 - SAINT-BRICE-COURCELLES

21.2A - Industrie du carton ondulé

Un dimanche soir dans une cartonnerie, un incendie détruit un bâtiment de 1 200 m² abritant 15 000 m³ de carton. Les pompiers protègent une citerne de gaz. L'électricité est coupée sur l'ensemble du site. Après extinction, les pompiers restent sur place 24 h pour prévenir tout redémarrage du feu. Sa structure métallique étant atteinte, le bâtiment est rasé. Un dossier de déclaration pour un stockage sous chapiteau sur le même terrain est déposé. Cinq mineurs sont à l'origine de l'incendie. Ils se sont introduits par effraction, en

découpant le grillage, escaladant un tas de palettes situé à l'extérieur puis en cassant un carreau. Les dommages sont évalués à 2 M d'euros.

N°27251 - 13/02/2004 - 43 - ESPALY-SAINT-MARCEL

21.2A - Industrie du carton ondulé

Dans une papeterie, un feu se déclare dans une fosse remplie de cartons et de copeaux de bois. Des projections d'étincelles par une meuleuse seraient à l'origine du sinistre. Des difficultés d'accessibilité compliquent l'intervention des pompiers.

N°26776 - 06/03/2004 - 57 - SARREBOURG

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une usine de façonnage d'imprimerie de produits pour emballages réalisés à partir de papier, carton, films plastiques et aluminium, une explosion se produit sur le tunnel de séchage d'une machine d'extrusion et de laquage. Un souffle et une onde de surpression blessent 4 opérateurs dont 1 intérimaire. Affectés par des troubles d'audition et de l'équilibre, choqués psychologiquement, ils seront hospitalisés jusqu'au lendemain midi. Le POI est déclenché. Un périmètre de sécurité est mis en place empêchant l'accès aux zones présentant des risques de chutes d'éléments matériels. La structure du bâtiment est endommagée et la partie laquage de la machine est détruite. L'explosion aurait été générée par l'inflammation d'un nuage de gaz d'une concentration de solvant supérieure à la Limite Inférieure d'Explosivité. L'inspection des installations classées demande à l'exploitant un rapport sur les origines, causes et conséquences de l'accident, ainsi que les mesures prises pour en éviter le renouvellement.

N°26691 - 12/03/2004 - 27 - ALIZAY

21.2 - Fabrication d'articles en papier ou en carton

Dans une société de négoce de papiers et de cartons, un feu se déclare vers 4h30 sur un stockage extérieur de 100 t de balles de papier. Attisé par le vent, l'incendie se propage à un bâtiment de 1 100 m² abritant 100 t de papier. Le sinistre menace un bâtiment mitoyen de 1 500 m², abritant une presse hydraulique et des balles de papier protégées, ainsi qu'un bâtiment administratif. La ligne SNCF Rouen-Le Havre-Paris est coupée à la circulation. L'intervention d'une quarantaine de pompiers avec 6 lances à débit variable et 1 lance canon et la présence de murs coupe-feu permettent de circonscire l'incendie au seul bâtiment de 1 100 m². Un pompier est légèrement blessé. Vingt-deux employés sont en chômage technique. La présence de plusieurs foyers laisse craindre un acte de malveillance.

N°26792 - 27/03/2004 - 88 - LAVAL-SUR-VOLOGNE

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Dans une papeterie, un feu se déclare vers 5h30 au niveau d'une cellule de papier vrac de 400 m² dans un bâtiment abritant 7 000 t de papiers recyclables (vrac, balles et bobines). Contrairement au reste de l'installation, ce bâtiment de 9 600 m² à structure métallique n'est pas équipé d'une extinction automatique d'incendie. Une équipe d'intervention interne de 4 personnes commence à combattre le feu, puis est rejointe par une soixantaine de pompiers. Le sinistre est maîtrisé, mais de nouveaux départs de feu sont constatés dans les box avoisinants. Les secours axent leur intervention sur l'arrosage des stocks de papier vrac, l'extraction de toutes les balles et bobines hors du bâtiment (à l'aide de 6 chariots-élévateurs) et l'ouverture de 100 m² de toiture pour évacuer les fumées. L'incendie est maîtrisé vers 11 h, mais le site reste sous surveillance durant 48 h. Un réseau de bornes incendie sur alimentation interne en périphérie de l'unité a permis la mise en place rapide de lances incendie à disposition dans l'établissement. Le bâtiment de stockage est cependant partiellement endommagé et 1 400 t de papier sont détruites. Plusieurs fermes et une partie de la toiture du bâtiment sont à remplacer. L'interruption de la production est très limitée et il n'y a pas de mesures de chômage technique. Les eaux d'extinction sont dirigées vers la station d'épuration de l'établissement. L'incendie pourrait avoir été généré par des étincelles (frottement de fourches d'un chariot-élévateur sur le sol) ou par un feu importé de l'atelier de transformation des rognures de papier. Plusieurs réflexions sont menées au sein de l'entreprise : changement de matériel de défense incendie (suppression des lances avec " jet bâton "), réorganisation des stockages à l'intérieur du bâtiment (mur de séparation plus haut, larges allées...), installation de détection automatique sur les papiers cassés en sortie d'atelier de transformation, formation du personnel à la mise en place et à l'utilisation de lances incendies, ainsi qu'au combat spécifique de feux de bobines et de balles de papier.

N°27711 - 16/04/2004 - 84 - LE PONTET

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un feu se déclare sur 2 batteries de sècheurs d'une machine à papier dans une papeterie. L'action des sprinklers et l'utilisation des RIA de l'atelier permettent aux employés de maîtriser l'incendie en 15 min. Alertés, les pompiers effectuent durant 1 h les reconnaissances nécessaires. Les installations redémarrent après remise en état des sprinklers et contrôle des organes tournants. Les eaux d'extinction sont dirigées vers la station d'épuration interne. Une société spécialisée réalise une étude par IR des batteries de sècheurs. L'exploitant revoit le POI, installe des tubes d'éclairage antidéflagrants sur la hotte et ajoute un maillage et un raccordement supplémentaires pour la liaison des tuyauteries vapeur à la terre.

N°27470 - 28/06/2004 - 13 - ARLES

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une cartonnerie industrielle, un incendie détruit 300 m² de bâtiment abritant 4 poids-lourds et 1 000 m³ de cartons et palettes en bois. Le sinistre se propage à 215 ha de terrains agricoles et de broussailles. Plus de 200 pompiers interviennent avec un important dispositif hydraulique. Les employés sont en chômage technique 48 h.

N°27444 - 30/06/2004 - 24 - LE LARDIN-SAINT-LAZARE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, un incendie détruit 6 à 8 armoires électriques dans un local électrique de 50 m². Les pompiers maîtrisent le sinistre à l'aide d'extincteurs à poudre fournis par l'exploitant. Une chaîne de production est arrêtée. Un pompier se blesse légèrement à une jambe lors de l'intervention.

N°27495 - 30/06/2004 - 63 - PARENT

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une papeterie, un spectaculaire incendie détruit un dépôt extérieur contenant 5 000 t de balles de papier utilisées pour la fabrication de papier kraft et un stockage de paraffine (4 à 5 t de pain et 1,5 à 2 t en fûts). Les flammes se propagent sur 3 000 m², aidées par le vent et la grande sécheresse du papier. Une épaisse fumée noire est visible à plusieurs km à la ronde. La ligne ferroviaire Clermont-ferrand / Nîmes et la circulation sur les RD 229 et RD 136 sont interrompues 2 h. Plus de 70 pompiers déploient un important dispositif (21 véhicules, 15 lances) pour protéger les bâtiments de production et circonscrire le sinistre à 17h30. Aucun salarié n'est blessé, mais 8 pompiers sont légèrement incommodés par les fumées. Bien qu'aucun outil de production n'ait été touché par le sinistre, 70 des 187 salariés sont en chômage technique 1 semaine, le temps de réapprovisionner le site en matières premières.

N°27635 - 23/07/2004 - 73 - LA ROCHETTE

21.2C - Fabrication d'emballages en papier

Dans une usine de fabrication d'emballages, un incendie se déclare à 14h30 sur un stock extérieur de 400 t de déchets de cartons en vrac et se propage à un îlot de 400 t de balles de carton. Les employés interviennent en vain à l'aide d'extincteurs et appellent les secours publics à 14h40. Rapidement sur les lieux (14h46), une quarantaine de pompiers met en œuvre un important dispositif (6 fourgons pompe-tonne et 13 lances). Le maire et la DRIRE sont informés à 15h10. Soutenus par les moyens humains et matériels de l'exploitant (pelles mécaniques, camions-bennes pour le vrac, camions à plateau pour les balles), les secours interviennent en 3 étapes : extinction et déblai des 2 stockages et protection des bâtiments mitoyens, évacuation des déblais par chargeurs vers une zone tampon puis transfert des déblais par camions vers une aire située à 400 m pour leur extinction finale. Vingt-quatre heures leur sont nécessaires pour éteindre totalement le sinistre. Un pompier est incommodé par les fumées inhalées lors de son intervention. L'exploitant met en place une surveillance des tas de déchets brûlés. Une partie des eaux d'extinction de l'incendie est dirigée vers le décanteur de l'usine, le reste étant rejeté vers les égouts de la ville.

N°27800 - 09/08/2004 - 88 - ARCHES

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une papeterie déverse accidentellement 30 m³ de résine dans la MOSELLE entraînant la mort de 2,25 t de poissons et un arrêt préventif de captages d'eau. Lors de l'arrêt annuel de l'usine, des travaux de maintenance sont programmés le 29/07 sur les ouvrages de la station d'épuration de l'établissement. Les effluents collectés sur le site transitent alors vers un bassin de secours de 1 000 m³ où ils sont décantés et rejetés par surverse dans la MOSELLE. Le 09 août à 8 h, le responsable de la machine à papier réarme le système de remplissage et de vidange automatique du cuvier CB105, qui contient 200 l de résine (pH 3). Ce produit est utilisé dans la préparation de la pâte à papier pour favoriser la rétention des colorants et augmenter la résistance à l'eau du papier. A 16h30, un garde-pêche constate que les rejets aqueux de l'usine sont blanchâtres et qu'un phénomène de moussage se produit 50 m en aval dans la MOSELLE. Les mesures de pH en entrée et en sortie du bassin de sécurité indiquent respectivement 2,9 et 3. L'effluent est neutralisé à l'aide de lessive de soude. Après avoir recherché l'origine du rejet acide, l'exploitant referme à 18h30 la vanne manuelle de vidange du cuvier CB105 retrouvée ouverte. Une étude de la supervision placée sur les cuves de stockage de résine montre que le cuvier CB105 s'est rempli automatiquement vers 11h30 et s'est vidé à plusieurs reprises une fois le niveau haut atteint. A 19h10, les effluents collectés dans le bassin de secours sont redirigés vers la STEP qui est remise en service. L'exploitant interdit tout rejet du cuvier CB105 vers les égouts en obturant la vanne manuelle de vidange, sécurise les cuiviers similaires, rehausse la surverse du bassin de secours et abandonne son utilisation comme bassin de décantation.

N°28229 - 25/08/2004 - 10 - NOGENT-SUR-SEINE

21.2 - Fabrication d'articles en papier ou en carton

Pendant la pause méridienne, un feu se déclare sur un réservoir de goudron lors de travaux d'étanchéité sur le toit d'une papeterie de 10 500 m². Une bouteille de gaz explose sans faire de blessé. Les pompiers maîtrisent le sinistre en 2 h. L'incendie détruit 300 m² de toiture.

N°28019 - 15/09/2004 - 59 - MARQUETTE-LEZ-LILLE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Un violent incendie se produit vers 20 h dans une entreprise d'emballages de 8 000 m² implantée dans une zone industrielle. Ce site de 10 ha est constitué de bâtiments anciens. Des explosions dues à des artifices compliquent l'intervention des secours. En l'absence de recoupements d'un degré coupe feu d'au moins 2, le sinistre se propage rapidement à l'ensemble des bâtiments. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place. Une quarantaine de riverains est évacuée. Le feu se propage ensuite à 7 000 t de carcasses de véhicules légers (effet domino) présents dans une casse automobile à 15 m du bâtiment. Ces véhicules, bien que dépollués, contiennent encore des hydrocarbures qui alimentent le feu jusque dans la soirée du lendemain. Les secours mettent en place d'importants moyens pour stopper l'incendie à 20h30 ; 56 personnes sont en chômage technique et plus de 10 000 m² d'entrepôts sont détruits.

N°28799 - 01/12/2004 - 61 - LE THEIL

21.2E - Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique

Dans une usine de fabrication d'articles en papier, un feu se déclare sur une bobineuse à la suite d'un échauffement du système de freinage. Cinquante personnes sont évacuées 30 min. Les pompiers internes maîtrisent le sinistre avant l'arrivée des secours publics. Les eaux d'extinction de l'incendie stockées en conteneurs sont traitées.

Folio 2

Accidents impliquant du dioxyde de chlore

Accidents impliquant du dioxyde de chlore

(Base de données ARIA du BARPI - Etat en octobre 2005)

N° 16317

14/01/1985

FRANCE - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Dans une usine de fabrication de papier, à la suite du gel des tuyauteries, du dioxyde de chlore est émis à l'atmosphère.

N° 197

05/02/1988

ETATS-UNIS - 00 - JAY

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Une fuite (embout ou raccord cassé ?) se produit sur une canalisation alimentant un réservoir de bioxyde de chlore. Aucune conséquence significative n'est signalée.

N° 1795

26/03/1990

FRANCE - 67 - STRASBOURG

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Une émission de bioxyde de chlore se produit dans une papeterie. L'accident est rapidement maîtrisé et n'a aucune conséquence sur les personnes ou l'environnement.

N° 3364

03/06/1991

FRANCE - 13 - TARASCON

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une papeterie, une fuite de bioxyde de chlore se produit sur une canalisation alimentant une unité de blanchiment de papier à la suite de la rupture d'une manchette de raccordement ; 3 à 6 m³ de produits se répandent sur le sol. Un nuage toxique dérive en direction du Rhône. Deux employés incommodés sont hospitalisés. Les pompiers qui interviennent rapidement, ne jugent pas utile de confiner la population.

N° 4188

05/09/1992

FRANCE - 27 - ALIZAY

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une papeterie, un rejet gazeux se produit durant 15 min au-dessus de l'unité de lavage d'une unité de production de bioxyde de chlore. Des cristaux de carbonate de soude ont colmaté un laveur et créé un passage préférentiel dans la colonne. Quelques personnes sont incommodées sans gravité. Les dommages sont évalués à 11 MF.

N° 4302

24/02/1993

ALLEMAGNE - 00 - FRANCFORT

24.4A - Fabrication de produits pharmaceutiques de base

Une fuite de 1 kg de bioxyde de chlore se produit dans une entreprise de chimie. La substance est contenue grâce à des jets d'eau.

N° 4440

29/04/1993

FRANCE - 87 - SAILLAT-SUR-VIENNE

21.1C - Fabrication de papier et de carton

Lors de travaux de serrurerie exécutés par 2 sous-traitants, une projection de grains incandescents sur une résine d'étanchéité provoque un début d'incendie sur quelques mètres carrés en partie basse et en périphérie d'un bâtiment abritant un stockage de bioxyde de chlore. Une épaisse fumée noire se dégage. Les ouvriers déclenchent le réseau sprinkler du bâtiment et préviennent un témoin qui informe le gardien de l'usine. Ce dernier alerte les secours externes. Le feu est rapidement éteint, mais les pompiers resteront plusieurs heures sur les lieux en raison du danger dû à la présence de produits chimiques. Les dommages matériels sont limités.

N° 4633

09/07/1993

FRANCE - 31 - SAINT-GAUDENS

21.1A - Fabrication de pâte à papier

L'un des générateurs de bioxyde de chlore d'une papeterie explose. L'atelier est endommagé, mais aucune victime n'est à déplorer.

N° 5085

16/02/1994

FRANCE - 31 - SAINT-GAUDENS

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Un générateur de bioxyde de chlore explose dans une usine de pâte à papier. L'atelier est endommagé, mais aucune victime n'est à déplorer, et l'environnement n'est pas atteint. Un accident s'était déjà produit sur cette unité le 9/7/93.

N° 9892

17/10/1994

CANADA - 00 - POWELL RIVER

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une usine de pâte à papier, le tiers supérieur d'une tour de stockage de pâte de 30 m de haut se rompt et endommage les 2 stockages voisins de bioxyde de chlore en solution. La pâte et la solution chlorée se répandent dans la cuvette de rétention. Les canalisations de celle-ci sont détériorées et le flot atteint et endommage le générateur de ClO₂. 123 m³ de mélange pulpe-ClO₂ se répandent dans l'environnement. Ce mélange est abondamment dilué et rejeté en mer (les autres techniques envisagées ne sont pas applicables). Le trafic maritime est restreint. L'usine est évacuée 48 h. La faune est affectée sur 1 000 m².

N° 19261

20/11/2000

FRANCE - 13 - TARASCON

21.1A - Fabrication de pâte à papier

Dans une papeterie, une fuite de bioxyde de chlore (ClO₂) utilisé pour le blanchiment de la pâte à papier et 4 explosions se produisent lors de l'arrêt d'un atelier. L'accident a lieu durant la vidange d'un réacteur générateur de bioxyde vers un bac de polyester de 18 à 20 m³, alors qu'un opérateur lançait déjà le rinçage des conduites. Du méthanol poussé dans le réacteur est entré en contact avec un reliquat de chlorate. Le ClO₂ formé s'est décomposé de façon exothermique en donnant lieu à une augmentation importante et quasi instantanée du volume gazeux à l'origine des explosions. La surpression a été évacuée par le trou d'homme du réacteur qui était ouvert. La réaction chimique s'est propagée dans le bac polyester, l'une des explosions provoquant sa destruction. Le POI de l'usine n'a pas été déclenché, mais le poste de garde a alerté les pompiers à la suite d'une erreur d'estimation du risque. Un périmètre de sécurité est mis en place autour de l'atelier qui est confiné à l'aide d'un rideau d'eau et des climatisations sont arrêtées par précaution. Les émissions de ClO₂ ont été limitées : 20 ppm durant 1 min et une pointe à 35 ppm notée peu après l'installation du rideau d'eau. Aucune victime n'est à déplorer. Les dommages matériels sont évalués à 1 MF : dôme du bac projeté à terre, bardages soufflés, soupapes et calorifuge du générateur endommagés, ainsi que quelques tuyauteries. Les procédures d'arrêt de l'atelier, rinçage notamment, sont modifiées.

N° 19871

08/02/2001

FRANCE - 83 - LA MOLE

41.0Z - Captage, traitement et distribution d'eau

Dans le local d'une usine de traitement des eaux, une fuite de 120 kg de dioxyde de chlore se produit à 18h30 à la suite de la rupture d'une canalisation reliée à un réservoir de 500 kg. Le gardien du site donne l'alerte. L'intervention mobilise 48 pompiers et une CMIC. Un périmètre de sécurité est établi, la circulation est interdite sur une route nationale et 270 riverains dans un lotissement situé sous le vent seront évacués durant 5 h ; 6 personnes seront intoxiquées dont un pompier. La canalisation rompue est obturée et une vanne est fermée à la sortie du réservoir. Des mesures sont effectuées à l'extérieur ; une concentration de 12 ppm est détectée à l'entrée du site. Une partie importante du bioxyde qui s'était déversé dans la cuvette de rétention du réservoir s'évapore en moins de 20 mn, le reste est dilué à l'aide d'une lance à eau (5 cm d'eau dans la cuvette). L'installation est mise en sécurité via le pupitre de commande, la solution chlorée est neutralisée et le local est ventilé. L'intervention prend fin à 1 h du matin. L'usine reste fermée durant plusieurs jours, le temps de remettre en état les installations et l'instrumentation associée. A la suite de cet accident, la municipalité envisage d'instaurer un code sirène adapté à ce type de situation et de faire installer une 2ème sirène pour couvrir toute l'agglomération.

N° 21245

09/10/2001

FRANCE - 69 - GENAY

51.5L - Commerce de gros de produits chimiques

Après une faible explosion dans le réseau d'assainissement collectant les égouttures et eaux de ruissellement d'un site conditionnant des produits chimiques, une 2^e explosion plus forte génère un nuage blanchâtre de vapeur d'eau qui se disperse rapidement. Une plaque de regard est retrouvée 10 m plus loin et à 10 m de hauteur sur le toit d'un bâtiment. Les pompiers et une CMIC coupent à leur arrivée l'alimentation d'une tuyauterie d'eau industrielle rompue par une 2ème plaque également projetée et retombée au sol. Le POI est déclenché, le personnel se confine par sécurité. Des périmètres de protection de 150 m et d'interdiction d'accès au public de 500 m sont mis en place. Les axes routiers sont coupés, un hôtel et une habitation sont

évacués. Ce dispositif de sécurité est maintenu 3 h. Un opérateur nettoyant de Grands Récipients Vrac (GRV) de 1 000 l a vidangé l'un d'eux contenant un peu de formol à 37 % et l'autre du chlorite de sodium à 25 %. Les substances incompatibles se sont mélangées dans les égouts. En milieu confiné une réaction violente a formé du bioxyde de chlore (explosif) et la chaleur de la réaction a sans doute vaporisé une partie du formol (inflammable). Le réseau de collecte est nettoyé et les effluents sont traités dans une station d'épuration. Le nettoyage des GRV est interdit jusqu'à la mise en place d'une procédure adaptée et d'une formation complémentaire du personnel sur les incompatibilités chimiques.

N° 21984

21/02/2002

FRANCE - 59 - TOURCOING

17.1E - Préparation de la laine

Lors d'une livraison de 4 t de chlorite de soude dans une entreprise textile (peignage de laine et fabrication de lanoline) vers 8h30, un chauffeur lit le plan de chargement de son camion à l'envers et dépose le mauvais réservoir. Environ 50 l d'acide sulfurique sont alors déversés dans un réservoir contenant encore 700 l de chlorite de soude. Très rapidement des vapeurs de bioxyde de chlore et un brouillard sulfurique se dégagent. Les locaux dans le périmètre immédiat sont tout de suite évacués. Les gaz restent confinés dans un premier temps dans le bâtiment abritant la citerne, l'extraction mécanique étant insuffisante. A l'arrivée des pompiers et de la police, un périmètre de sécurité élargi à 200 m autour de la zone est établi, l'ensemble du personnel est évacué et les riverains sont informés (confinement conseillé). Les pompiers débranchent et vident le tuyau de dépotage, puis cassent une partie vitrée de la toiture pour évacuer les gaz. Ils versent ensuite tous les $\frac{1}{4}$ d'heure, 5 l de soude afin de ramener le pH qui avait baissé jusqu'à 6,26 à 12-13. Vers 15h30, le pH est de 13,3, les pompiers quittent les lieux. Aucun blessé n'est à déplorer, les conditions météorologiques étaient favorables à une bonne dispersion atmosphérique. A la suite de cet incident, il est demandé à l'exploitant un rapport ainsi qu'une étude d'impact et les conséquences de cet incident sur l'environnement.

N° 22989

11/07/2002

ETATS-UNIS - 00 - COSMOPOLIS

YY.OZ - Activité indéterminée

Une fuite de chlore se produit dans un broyeur de pulpe après l'explosion d'une canalisation industrielle en plastique (diamètre 20 cm) à proximité d'un générateur dans lequel sont mélangés du méthane, de l'acide sulfurique et des chlorures. Le chlore est utilisé pour blanchir la pulpe. L'explosion pourrait être due à une surpression dans la tuyauterie. En application des procédures habituelles, les employés injectent de l'eau dans la tuyauterie pour diluer le dioxyde de chlore, ce qui entraîne une réaction chimique avec les produits chimiques restés dans la tuyauterie et une deuxième explosion. Plus de 130 personnes sont évacuées.

N° 24613

24/02/2003

FRANCE - 69 - PIERRE-BENITE

24.1G - Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base

Lors du chargement d'un isoconteneur sur un site chimique, une dizaine de m³ de chlorite de sodium s'écoulent vers la fosse de rétention du poste de chargement puis, par gravité, vers le poste de chargement d'acide fluorhydrique (HF). Une émission faible et locale de dioxyde de chlore a eu lieu dans le bâtiment HF. Les pompiers internes mettent en place un rideau d'eau. L'incident qui n'a pas d'impact sur le personnel ni sur l'environnement, est dû à une erreur humaine. En effet, l'opérateur n'a pas fermé une vanne de purge lors du chargement de l'isoconteneur, ce qui a entraîné le remplissage puis le débordement de la fosse de rétention ; la substance chimique s'est ensuite écoulée vers le poste de chargement HF via les rails.

N° 27013

29/04/2004

FRANCE - 43 - SIAUGUES-SAINTE-MARIE

28.5A - Traitement et revêtement des métaux

Dans la station de détoxification d'une usine de traitement de surface, une réaction exothermique se produit vers 17h30 à la suite du mélange de 300 l d'eaux de rinçage avec des bains usés acides. Lors d'un changement de fabrication en début d'après-midi, une cuve de traitement ayant contenu une solution de chlorite de sodium est vidangée et rincée. Selon la procédure, le responsable du laboratoire analyse un échantillon de ces eaux de rinçage, puis compte tenu des résultats (faible teneur en chlorite de sodium et pH = 3) les fait stocker dans une cuve de 5 000 l contenant 1 600 l de bains usés acides. La cuve reste en l'état 30 min, puis 300 l d'acides usés supplémentaires sont versés. Une explosion soulève le couvercle de la cuve de stockage 2 h plus tard, libérant un nuage de dioxyde de chlore. Le responsable du laboratoire, une laborantine et 2 opérateurs incommodés par les émanations, sont hospitalisés, ainsi qu'un autre employé victime d'une allergie cutanée. Les pompiers et une CMIC neutralisent la réaction en versant une solution de soude dans la cuve. Le site reprend son activité à 23 h. Selon l'exploitant, le mélange acide-chlorite de sodium a provoqué la formation, puis l'explosion de dioxyde de chlore. Le faible pH des eaux de rinçage (défaut de maîtrise du procédé ou mesure de pH erronée ?) est à l'origine de l'orientation de l'effluent aqueux sur la cuve des bains acides. Plusieurs mesures sont envisagées : spécialisation d'une cuve de traitement, renforcement des procédures d'analyses et de vidange des bains usés, amélioration des fiches d'incompatibilité des produits, formation spécifique approfondie du personnel...

Folio 3

Accidents impliquant du chlorate de sodium

Accidents impliquant du chlorate de sodium

(Base de données ARIA du BARPI - Etat en octobre 2005)

N° 14752

15/06/1979

FRANCE - 35 - RENNES

24.1 - Industrie chimique de base

Un stock de 20 t de chlorate de sodium s'enflamme et explose dans une usine chimique. Une personne est blessée, l'usine est détruite et les usines proches sont affectées. Des vitres sont brisées dans un rayon de 500 m.

N° 4987

18/10/1981

FRANCE - 69 - VILLEURBANNE

51.5L - Commerce de gros de produits chimiques

Un feu d'origine accidentelle ou malveillante se déclare dans une droguerie en gros où sont notamment stockés en petit conditionnement 14 t de chlorate de sodium et 33 000 l de liquides inflammables (alcools, solvants, etc.). Des riverains donnent l'alerte à 1h20. De violentes explosions (perçues à 7 km) se produisent durant l'intervention. Des poutrelles en métal projetées entre 5 et 200 m (certaines par-dessus un immeuble de 8 étages) font des victimes dans le public (1 mort, 12 blessés dont un grave). D'autres missiles sont projetés (boîtes métalliques de 5 kg, bombes aérosols, etc). Les pertes sont évaluées à 17 MF de stocks et 6 MF d'équipements (1981), 10 000 m² de locaux sont détruits. Une école et 150 appartements ont des vitres brisées.

N° 6186

25/09/1982

ROYAUME-UNI - 00 - SALFORD

24.1E - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

Des vandales mettent le feu à un entrepôt de chlorate de sodium qui explose. La détonation est entendue à 23 km à la ronde. Des immeubles et maisons sont touchés jusqu'à 200 m ; 600 à 700 personnes sont évacuées.

N° 123

05/12/1988

SUEDE - 00 - KOPING / VASTMANLAND

60.2M - Transports routiers de marchandises interurbains

Deux camions dont l'un transporte du chlorate de sodium entre en collision. Le chlorate entre en contact avec le carburant issu du réservoir de l'autre camion et explose. 1 mort est à déplorer. Le bilan peut être considéré comme très limité grâce à la localisation (dans la campagne) et l'heure (2 h 00) particulièrement favorables.

N° 5307

14/05/1994

FRANCE - 76 - LE HAVRE

61.1A - Transports maritimes

Une collision se produit dans la Manche entre un cargo panaméen et un porte-conteneurs taïwanais. Ce dernier perd 8 de ses 1 200 conteneurs dont 3 contenant des matières dangereuses et notamment du chlorate de sodium, du propanol et de la poudre de zinc. Les 21 membres d'équipage sont évacués et le bateau est remorqué vers le port du Havre. Une étude de la toxicité en milieu marin des produits mis en cause est réalisée par un centre de recherche spécialisé.

N° 18647

11/09/2000

FRANCE - 53 - LAVAL

60.2M - Transports routiers de marchandises interurbains

Un incendie se déclare sur un camion transportant 7 t de produits phytosanitaires dont du chlorate de sodium solide, du diméthylamine et un troisième composant non identifié. Les pompiers maîtrisent le sinistre. Une entreprise spécialisée assure la récupération des produits chimiques. Les mesures réalisées par les pompiers s'avèrent satisfaisantes.

N° 21943

24/10/2001

FRANCE - 13 - MIRAMAS

60.1Z - Transports ferroviaires

Un wagon-citerne de chlorate de sodium déraile. Aucune avarie au contenant et aucune fuite ne sont observées.

N° 21942

25/10/2001

FRANCE - 13 - MIRAMAS

60.1Z - Transports ferroviaires

Une odeur de chlorate de sodium se produit sur un wagon-citerne. Les pompiers constatent qu'aucune odeur ne persiste. Victime d'un déraillement la veille, le wagon est transféré en atelier.

N° 23104
20/09/2002

FRANCE - 38 - JARRIE

24.1E - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

Un feu se déclare sur une bande transporteuse en caoutchouc sur un site chimique. L'installation concernée comprend un stockage de chlorate de sodium humide (2 % d'eau) abritant 1 000 t de chlorate au moment des faits (capacité 3 500 t) et 2 postes de chargement route/fer juxtaposés. Le poste fer est inactif, le camion était en cours de chargement sur le poste route. Des bandes transporteuses en caoutchouc chargées par un dispositif racleur au sol alimentent ces postes. Le stockage est également alimenté, en partie haute du bâtiment, par une bande transporteuse partant de l'atelier de production voisin mais non mitoyen. Vers 12h30, l'opérateur présent au poste de chargement route observe de la fumée noire et des flammes en partie supérieure du poste de chargement route. Il arrête le chargement, puis tente avec d'autres agents mais sans succès d'éteindre l'incendie avec une lance fixée au mur du poste. L'extinction s'avérant impossible, l'alerte est donnée. Le POI est déclenché et d'importants moyens de secours interviennent : pompiers internes de la plate-forme chimique (assistance mutuelle) et externes. Entre temps, l'incendie s'est propagé par les bandes transporteuses en partie supérieure du bâtiment abritant le stockage de chlorate et dans le tunnel de liaison vers l'atelier de production ; ce dernier ne sera cependant pas atteint. D'épaisses fumées noires semblables à celles générées par un feu de pneumatiques sont émises. Le sinistre circonscrit à 13h45 sera maîtrisé vers 14h20. Aucun blessé n'est à déplorer. L'incendie peu spectaculaire a cependant entraîné d'importants dommages matériels (bandes transporteuses, bardages, réseaux électriques). La production de chlorate de sodium humide est arrêtée pour plusieurs semaines, par contre celle de chlorate sec sera poursuivie. Une enquête interne est effectuée pour déterminer les causes et les circonstances de ce sinistre.

N° 23271
11/10/2002

FRANCE - 38 - LE PONT-DE-CLAIX

60.2M - Transports routiers de marchandises interurbains

Un camion transportant du chlorate de sodium entre en collision avec une voiture sous le tunnel de la route nationale RN85, long de 200 m. Le conducteur de la voiture est tué. Le chargement de chlorate non endommagé lors de l'accident est pris en charge par le producteur.

N° 25777
20/10/2003

FRANCE - 38 - JARRIE

24.1L - Fabrication de matières plastiques de base

Dans l'atelier 'chlorate de sodium' d'une usine chimique, un court-circuit enflamme un mélange oxygène/hydrogène dans une cellule d'électrolyse et provoque une déflagration. Le couvercle de la cellule est constituée par une très mince membrane en polymère plastique qui se rompt comme prévu. Un opérateur arrête la production. Après analyse, l'accident serait dû à un colmatage de l'alimentation en liqueur d'électrolyse ; ce dernier aurait provoqué la montée en température du contenu de la cellule et une augmentation de la production d'oxygène. D'autre part, le système de surveillance de la température relié à une alarme n'a pas fonctionné. L'exploitant met en place sans délai une surveillance régulière du système avec des enregistrements par des équipes postées. Ce dispositif sera complété par une alarme de surveillance sur le système de multiplexage des mesures. Enfin, une étude complète du système de surveillance est effectuée pour fiabiliser l'installation.

N° 29441

17/09/2004

FRANCE - 86 - SAINT-BENOIT

74.8D - Conditionnement à façon

Un incendie détruit 500 kg de chlorate de sodium dans une entreprise de conditionnement à façon. Le personnel du site éteint l'incendie en 3 min à l'aide d'un système d'extinction interne (RIA). Les pompiers, la sécurité civile et la police se rendent sur les lieux mais le sinistre est déjà circonscrit. Les eaux d'incendie collectées dans une rétention sont envoyées, après analyses, à la station d'épuration. Les déchets d'incendie (chlorate non brûlé, résidus de big-bag et de palette) sont récupérés et stockés. Le plastique constituant un second big-bag de chlorate de sodium a un peu fondu alors qu'il se trouvait à 2,50 m du feu. Au titre du retour d'expérience, on peut noter que le flux thermique semble donc être plus vertical que radial.

ANNEXE C

**Données extraites de la littérature, relatives
aux fréquences d'occurrence des
événements initiateurs et aux défaillances
des barrières**

Données sur les causes

TYPE DE CAUSES	Fréquence d'occurrence par an		
	LOPA ⁽¹⁾	HSE ⁽²⁾⁽³⁾	INERIS DRA41 ⁽⁴⁾
CAUSES NATURELLES			
foudre	10 ⁻³ à 10 ⁻⁴ 1.10 ⁻³	1.10 ⁻⁷	Dépend contexte local
Tremblement de terre pouvant entraîner rupture de canalisations		10 ⁻⁶ à 10 ⁻⁷	Séisme : Dépend contexte local
Inondation			Dépend contexte local
CAUSES EXTERNES			
Sabotage, terrorisme	Pas possible de donner des valeurs		
Chute d'avions			F4 10 ⁻⁵ ≤ P < 10 ⁻⁴
CAUSES INTERNES			
<i>Causes internes « génériques »</i>			
Défaillance résiduelle d'un réservoir sous pression	10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁷ 1.10 ⁻⁶	1.10 ⁻⁵	
Rupture catastrophique de réservoirs		3.10 ⁻⁶	
Défaillance réservoir atmosphérique	10 ⁻³ à 10 ⁻⁵ 1.10 ⁻³		
Défaillance de canalisation – 100 m – rupture guillotine	10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁶ 1.10 ⁻⁵		
Fuite sur canalisation (10% de section équivalente) – 100 m	10 ⁻³ à 10 ⁻⁴ 1.10 ⁻³		
Enlèvement joint ou garniture	10 ⁻² à 10 ⁻⁶ 1.10 ⁻²		F2 10 ⁻³ ≤ P < 10 ⁻²
Défaillance flexible (dé)chargement			F1 10 ⁻² ≤ P < 10 ⁻¹
Feu de garniture		2.10 ⁻⁴ / équip.an	
Fente périphérique sans inflammation		3.10 ⁻⁴ / équip.an	
Fente périphérique avec explosion		<3.10 ⁻⁵ / équip.an	

Intervention externe			
Intervention d'un tiers (impact par véhicule, etc)	10 ⁻² à 10 ⁻⁴ 1.10 ⁻²		F3 10 ⁻⁴ ≤ P < 10 ⁻³
Chute de grue	10 ⁻³ à 10 ⁻⁴ /op. levage 1.10 ⁻⁴ /op. levage		F2 10 ⁻³ ≤ P < 10 ⁻²
Feu externe de faible ampleur	10 ⁻¹ à 10 ⁻² 1.10 ⁻¹		F1 10 ⁻² ≤ P < 10 ⁻¹
Feu externe de grande ampleur	10 ⁻² à 10 ⁻³ 1.10 ⁻²		F2 10 ⁻³ ≤ P < 10 ⁻²
Causes internes procédé			
Survitesse sur moteur ou turbine entraînant brèche dans le casing	10 ⁻³ à 10 ⁻⁴ 1.10 ⁻⁴		
Ouverture intempestive d'une soupape	10 ⁻² à 10 ⁻⁴ 1.10 ⁻²		
Défaillance du circuit de refroidissement eau	10 ⁻¹ à 10 ⁻² 1.10 ⁻¹		
Perte générale d'utilité			F1 10 ⁻² ≤ P < 10 ⁻¹
Défaillance boucle du BPCS (Basic Process Control System)	1 à 10 ⁻² 1.10 ⁻¹		F1 10 ⁻² ≤ P < 10 ⁻¹
Défaillance régulateur	1 à 10 ⁻¹ 1.10 ⁻¹		F1 10 ⁻² ≤ P < 10 ⁻¹
Défaillance d'un capteur de niveau		50.10 ⁻⁶ /h	
Défaillance d'un capteur de débit		40.10 ⁻⁶ /h	
Défaillance dans procédure LOTO	10 ⁻³ à 10 ⁻⁴ /opération 1.10 ⁻³ /opération		
ERREUR HUMAINE			
Erreur opérateur (procédure de routine, bien entraîné, sans stress ni fatigue)	10 ⁻¹ à 10 ⁻³ /opération 1.10 ⁻² /opération		
Erreur opératoire			F2 10 ⁻³ ≤ P < 10 ⁻²

⁽¹⁾ : la première ligne est un intervalle issu de la littérature ; le deuxième est un exemple de chiffre retenu par une entreprise pour application du LOPA (Layer of Protection Analysis, simplified process risk assessment, CCPS, 2001)

⁽²⁾ : extrait du HSE : Safety Report Assessment Guide (chlore et GPL).

⁽³⁾ : extrait du HSE : Planning Case Assessment Guide.

⁽⁴⁾ : rapport INERIS – DRA41 – Appui technique pour la mise en œuvre des PPRT – note de réflexion sur l'estimation de la probabilité des scénarios d'accidents dans le cadre des PPRT expérimentaux du 18 juin 2004.

Données sur les barrières techniques

TYPE DE BARRIERES	Probabilité de défaillance à la sollicitation (PFD)		Taux de défaillance (lan) (4)(5) <i>Facteur environnement</i>	Taux de défaillance (.10 ⁻⁶ /heure)				
	LOPA (1)	PCAG (2)(3) ou Purple Book (1)	LEES	OREDA (6)	OREDA (6b)	EIReDA (7)	Autres (8)	EIReDA annexe 6 (valeurs génériques)
BARRIERES TECHNIQUES								
Soupapes et disque de rupture								
Soupape de sécurité	10 ⁻¹ à 10 ⁻⁵ 1.10 ⁻²			0	29,4			9 0,2 - 26
Soupape de sécurité sur eau						2,0 1,3 – 2,9	0,11 à 1,6 (EIReDA autres sources)	
Soupapes vapeur (type spring loading)						0,37 0,18 – 0,53	0,7 à 10,1 (EIReDA autres sources)	2,5 0,3 – 10 (vapeur) 33,1 (hydrocarbure gazeux))
Soupapes vapeur (assisté vapeur)						2,3 1,7 – 3,1	0,64 à 1,67 (EIReDA autres sources)	
Disque de rupture	10 ⁻¹ à 10 ⁻⁵ 1.10 ⁻²							
contrôle								
BPCS (Basic Process Control System)	10 ⁻¹ à 10 ⁻² 1.10 ⁻¹							
Safety Instrumented Functions	Voir CEI61508 et 61511							
vannes								

Défaillance d'une sécurité d'isolement (non fermeture d'une vanne sur détection automatique – action commandée par opérateur)		PCAG : 3.10^{-2} Purple : 1.10^{-2}						
Défaillance d'une sécurité d'isolement (non fermeture d'une vanne sur détection automatique – action automatique)		PCAG : 1.10^{-2} Purple : 1.10^{-3}						
Défaillance d'une vanne d'excès de débit (non fermeture)		PCAG : $1,3.10^{-2}$ si test annuel						
Clapet anti-retour						Moyennes de 0,4 à 1,3 (eau et vapeur)	0,04 à 30 (eau et vapeur) (EIReDA autres sources)	1,3 1,0 – 1,4 (eau) 19,6 0,006 – 19,6 (vapeur)
Vanne manuelle						0,08 0,03 – 0,18	0,03 à 100 (EIReDA autres sources)	3 0,004 - 6

Vanne d'isolement pneumatique				17,0 (tout type) valeurs données aussi par type de vanne et d'utilisation boule : 9-47 papillon : 15-37 (peu de vannes) passage direct : 4-261 globe : 3-42 boisseau conique : 30	77,0 (tout type) valeurs données aussi par type de vanne et d'utilisation boule : 12-191 papillon : 19-171 (peu de vannes) passage direct : globe : boisseau conique :		0,26 (air) - 0,12 à 3,1 (vapeur) (EIREDA autres sources)	7 0,1 - 42
Vanne d'isolement hydraulique						(sur eau)		50 -
Vanne d'isolement électrique							0,06 à 4,5 (EIREDA autres sources)	12 0,1 – 44 (données aussi en fonction du type de vannes)
Vanne de contrôle			0,6 2	ESD/PSD : 8 à 30 valeurs données aussi par type de vanne et d'utilisation				(données en fonction du type de vannes)
Vanne de contrôle pneumatique						Moyennes de 1,75 à 4,2 (sur eau)	0,03 à 230 (EIREDA autres sources)	(données en fonction du type de vannes)
Valve positionner			0,4 1					
Vanne solénoïd			0,42					

			1					
Dispositifs généraux								
Relais électromagnétiques						0,31 0,13 à 0,53	0,16 à 3 <i>(EIREDA autres sources)</i>	0,28 0,2 – 3,8
Electrovanne						1,0 0,6 – 1,35	0,45 <i>(EIREDA autres sources)</i>	
Instruments relatifs à la pression								
Transmetteur de pression			0,49 1					0,8
Capteur de pression				1,3				2,8
Mesure de pression			1,41 3					2,8 0,6 – 2,0
Capteur et transmetteur de pression						1,7 1,2 – 2,1	0,61 à 2,6 <i>(EIREDA autres sources)</i>	2,8 + 0,8
Pressostat			0,34 2					
Instruments relatifs au débit								
Mesure de débit (fluide) :			1,14 3					
Capteur de débit		40.10 ⁻⁶ /h		2,8				2,7
Différentiel de pression			1,73 3					
Transmetteur Mesure de débit			1,01 3					45
Indicateur Mesure de débit			0,34 3					30
Débitmètre magnétique			2,18 4					

Capteur et transmetteur débit						2 1,5 – 2,3	1 à 2,3 <i>(EIREDA autres sources)</i>	2,7 + 45
Contacteur de débit			1,12 -					
Instruments relatifs au niveau								
Mesure de niveau :								
Capteur de niveau		50.10 ⁻⁶ /h		6,3				1,2
Différentiel de pression			1,71 4					
Flotteur			1,64 4					
Capacitif			0,22 4					
Mesure de conductivité			2,36 4					
transmetteur								2,1
Capteur et de transmetteur niveau						1,0 0,8 – 1,3	0,61 à 3,2 <i>(EIREDA autres sources)</i>	1,2 + 2,1
Indicateur de niveau								20
Instruments relatifs à la température								
Capteur et de transmetteur température						0,53 0,4 – 0,7	0,25 à 4,7 <i>(EIREDA autres sources)</i>	0,8 + 1 ; 5
Capteur de température								0,8 0,25 – 3,4
Indicateur de température								10
Détecteurs								
Détecteur flamme			1,69 3	7,4 à 9 selon le type (IR, UV ou	7,4 (IR/UV) à 48,8 (UV) selon le type (IR, UV ou			6

				UV/IR)	UV/IR)			
Détecteur fumées				1,8 à 4,3	2,1 à 4,6			
Détecteur chaleur				1,3 à 4,2	2,3 à 7,1			
Analyseur de CO ₂			10,5 -					
Analyseur de HC				5,3 (catalytique) 81,6 (IR) (peu de données)	31,1 (catalytique) 310,0 (IR) (peu de données)			
Analyseur de H ₂			0,99 -					
Analyseur H ₂ S				3,3	3,3			
Echantillonnage (uniquement pour LEES) : à rajouter aux valeurs des instruments								
Echantillonnage / impulsion			0,77 3					
Données électriques								
Batteries nickel - cadmium						1,2 0,7 – 1,7	0,26 à 10 <i>(EIREDA autres sources)</i>	
Batteries plomb						4,0 3,0 – 5,0	0,08 à 10 <i>(EIREDA autres sources)</i>	
Tableaux électriques CC (30 à 230 V)						Moyennes de 0,27 à 0,62	0,3 à 1,3 <i>(EIREDA autres sources)</i>	
Tableaux électriques AC (220 V à 6,6 kV)						Moyennes de 0,67 à 0,76	0,17 à 1,8 <i>(EIREDA autres sources)</i>	
Moteurs électriques						Moyennes de 2,2 à 5,7 selon le moteur	0,9 à 146 <i>(EIREDA autres sources)</i>	3,35 à 3,45 2,3 – 4,5
Moteurs Diesel						Moyennes de 200 à	19 à 9533	200 à 5900

						3122	(EIReDA autres sources)	selon la nature du Diesel
BARRIERES PASSIVES								
Cuvette de rétention	10^{-2} à 10^{-3} 1.10^{-2}							
Système de drainage (collecte des épandages)	10^{-2} à 10^{-3} 1.10^{-2}							
Ouverture (sans vanne) pour prévenir les surpressions	10^{-2} à 10^{-3} 1.10^{-2}							
Dispositifs coupe-feu, ignifugeage	10^{-2} à 10^{-3} 1.10^{-2}							
Murs anti-explosion, bunkers	10^{-2} à 10^{-3} 1.10^{-3}							
Design «sûr de façon inhérente » (exemple : pression design > pression maxi possible)	10^{-1} à 10^{-6} 1.10^{-2} (parfois peut éliminer le scénario)							
Arrête -flammes et détonations	10^{-1} à 10^{-3} 1.10^{-2} (parfois peut éliminer le scénario)							
BARRIERES HUMAINES								
Erreur opérateur (procédure de routine, bien entraîné, sans stress ni fatigue)	10^{-1} à 10^{-3} /opération 1.10^{-2} /opération							
Action humaine sur sollicitation								
Action humaine à réaliser dans un temps de 10 minutes (action simple avec vision claire que l'action doit être effectuée)	1 à 10^{-1} 1.10^{-1}							
Réponse humaine à une indication	10^{-1} ou moins							

'alarme ou indicateur) à réaliser dans un temps de 40 minutes (action simple avec vision claire que l'action doit être effectuée)	1.10 ⁻¹								
Action humaine à réaliser dans un temps de 40 minutes (action simple avec vision claire que l'action doit être effectuée)	10 ⁻¹ à 10 ⁻² 1.10 ⁻¹								

⁽¹⁾ : la première ligne est un intervalle issu de la littérature ; le deuxième est un chiffre retenu par une entreprise pour application du LOPA (Layer of Protection Analysis, simplified process risk assessment, CCPS, 2001)

⁽²⁾ : extrait du HSE : Safety Report Assessment Guide (chlore , GPL et autres selon source ARAMIS)

⁽³⁾ : extrait du HSE : Planning Case Assessment Guide

⁽⁴⁾ : les taux de défaillance sont issus de données brutes d'observation sur trois sites chimiques. Un facteur d'environnement est à prendre en compte pour tenir compte de l'environnement (notamment l'agressivité / propreté de la substance). Lees recommande de diviser la taux de défaillance par le facteur d'environnement pour obtenir une donnée de référence, correspondant donc aux conditions idéales (sans agressivité, sans corrosion, etc).

⁽⁵⁾ : pour avoir les taux de défaillance sur un site, il est nécessaire de rajouter aux valeurs de chaque composant, le taux de défaillance de l'impulsion/échantillonnage, soit 0,77/an, avec un facteur d'environnement de 3.

⁽⁶⁾ : il s'agit du taux de défaillance critique (le taux de défaillances dégradées ou latentes ne sont pas précisés dans le tableau) ; la prise en compte de celles-ci conduirait à augmenter le taux de défaillance total. C'est la valeur moyenne.

^(6b) : il s'agit du taux de défaillance total (intégrant les taux de défaillances dégradées). C'est la valeur moyenne.

⁽⁷⁾ : les taux de défaillance correspondent à des défaillances critiques. Elles incluent les données de 1978 à 1993. L'intervalle correspondant à niveau de confiance de 90%, 80% ou 60%.

⁽⁸⁾ : pour l'EIReDA , les autres sources correspondant à des valeurs données soit par EDF (1995), IEEE, T-Book3 ou RRA. Les taux retenus sont seulement les critiques.

OREDA : Offshore Reliability Data, Third edition, 1997

EIReDA : European Industry Reliability Data Bank, 1998

ANNEXE D

Méthodologie INERIS pour l'évaluation de la performance des barrières de sécurité techniques, humaines et organisationnelles

Méthodologie d'évaluation des barrières de sécurité

L'objet de ce document est de traiter de l'évaluation du niveau de confiance (NC) d'une barrière, technique (BTS) ou organisationnelle (BOS). Il faut cependant garder en mémoire qu'un NC d'une barrière ne peut être évalué que :

- si elle est de concept éprouvé ou que son cahier des charges d'achat mentionne son utilisation "sécurité",
- si elle est indépendante du procédé et du scénario étudié,
- si son efficacité et son temps de réponse sont en cohérence avec le scénario étudié,
- si elle est à sécurité positive, si cette notion est pertinente pour la BTS étudiée.

Nous rappelons ici que les BTS peuvent être de nature très différente. Il peut s'agir de dispositifs de sécurité ou de systèmes instrumentés de sécurité (SIS).

Les dispositifs de sécurité sont des éléments unitaires, autonomes, ayant pour objectif de remplir une fonction de sécurité dans sa globalité.

Ces dispositifs peuvent être classés en deux catégories :

- Les dispositifs passifs qui ne mettent en jeu aucun système mécanique pour remplir leur fonction. On retrouve notamment dans cette catégorie les cuvettes de rétention, les disques de rupture, les arrête-flammes ainsi que les murs pare-feu.
- Les dispositifs actifs qui mettent en jeu des dispositifs mécaniques (ressorts, leviers...). On retrouve notamment dans cette catégorie les soupapes de décharge et les clapets excès de débit.

Les systèmes instrumentés de sécurité sont des combinaisons de capteurs, d'unité de traitement et d'actionneurs ayant pour objectif de remplir une fonction ou sous-fonction de sécurité. Un SIS nécessite une source d'énergie extérieure pour initier ses composants et mener à bien sa fonction de sécurité.

1. Critères pour l'évaluation de chaque barrière

Une fois l'indépendance de la barrière vérifiée (vis-à-vis des causes et du scénario), la performance des barrières de sécurité peut être évaluée selon les trois critères suivants :

- leur efficacité (ou capacité de réalisation),
- leur temps de réponse,
- leur niveau de confiance.

Pour s'adapter à la typologie de chaque barrière, la vérification de ces critères se décline différemment.

1.1. L'efficacité (Eff)

L'efficacité d'une barrière technique de sécurité est évaluée au regard de son aptitude à remplir la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie, dans un contexte d'utilisation et pendant une durée donnée. Cette aptitude s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie, en considérant un fonctionnement normal (non dégradé). Elle est liée au dimensionnement du dispositif.

Son évaluation repose notamment sur la vérification que le dimensionnement de la barrière est adaptée et répond aux contraintes spécifiques de l'installation (notamment conditions de pression et de température).

1.2. Le temps de réponse (TR)

Le temps de réponse correspond à l'intervalle de temps entre le moment où une barrière de sécurité, dans un contexte d'utilisation, est sollicitée et le moment où la fonction de sécurité assurée par cette barrière de sécurité est réalisée dans son intégralité.

Le temps de réponse sera comparé à la cinétique du phénomène.

Il ne faut pas oublier qu'au temps de réponse, s'ajoute l'intervalle de temps écoulé entre la libération du potentiel de danger et la sollicitation de la barrière.

1.3. Le niveau de confiance (NC)

Le NC correspond à la probabilité pour qu'une barrière technique de sécurité, dans son environnement d'utilisation, assure la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie. Cette probabilité est calculée pour une capacité de réalisation et un temps de réponse donnés. Le niveau de confiance est lié à la probabilité de défaillance de la barrière selon la correspondance ci-après :

NC	Mode de fonctionnement à faible sollicitation (Probabilité moyenne de défaillance à exécuter, lors d'une sollicitation, la fonction pour laquelle il a été conçu)	Mode de fonctionnement continu ou à forte sollicitation (Probabilité d'une défaillance dangereuse par heure)
4	$\geq 10^{-5}$ à $< 10^{-4}$	$\geq 10^{-9}$ à $< 10^{-8}$
3	$\geq 10^{-4}$ à $< 10^{-3}$	$\geq 10^{-8}$ à $< 10^{-7}$
2	$\geq 10^{-3}$ à $< 10^{-2}$	$\geq 10^{-7}$ à $< 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-2}$ à $< 10^{-1}$	$\geq 10^{-6}$ à $< 10^{-5}$
0	$\geq 10^{-1}$	$\geq 10^{-5}$

Tableau 1 : Niveau de confiance

2. Evaluation des niveaux de confiance des barrières techniques (BTS)

2.1. NC d'un dispositif passif

Pour déterminer le niveau de confiance d'un dispositif passif (cuvette de rétention, mur coupe-feu...), il faut déterminer son taux de défaillance à la sollicitation. Celui-ci peut être estimé à partir du retour d'expérience des industriels.

A titre d'information, l'exploitation d'un certain nombre de bases de données montre que le NC pour les murs coupe-feu et les cuvettes de rétention serait de 2.

Il faut cependant pour qu'un tel NC soit retenu, que l'industriel ait mis en œuvre des moyens (maintenance, inspection, procédures de gestion des modifications...) permettant de maintenir le NC dans le temps.

L'attribution d'un NC pour un dispositif passif doit malgré tout s'accompagner d'une réflexion sur la manière dont la fonction de sécurité qu'il remplit peut ne pas être correctement réalisée.

Par exemple, en ce qui concerne les murs coupe-feu, la fonction de sécurité "résistance au feu pendant 2 heures" peut ne pas être réalisée que par le seul moyen d'un mur coupe-feu mais aussi par une porte coupe-feu. C'est alors le système de fermeture de la porte coupe-feu qui peut être un facteur limitant pour l'attribution d'un NC aux barrières assurant la fonction de sécurité.

En ce qui concerne les cuvettes de rétention, on peut attribuer un bon NC au dispositif passif sans pour autant que l'on ait une bonne confiance dans la réalisation de la fonction de sécurité "limiter l'épandage". Notamment si la cuvette dispose d'une vanne de purge et que cette vanne est ouverte ou si la cuvette est déjà pleine d'eau (pluie) et que le produit dangereux est moins dense que l'eau. Dans ce cas, ce sont les opérations de gestion de la vidange de l'eau qui limiteront probablement le NC attribuée aux barrières assurant la fonction de sécurité.

2.2. Dispositifs actifs et systèmes Instrumentés de sécurité

2.2.1. Architecture

Les **systèmes instrumentés de sécurité** (SIS) sont des combinaisons de capteurs, d'unité de traitement et d'actionneurs. Dans la pratique, la performance de chacun des éléments est évaluée séparément avant de réaliser une agrégation afin d'évaluer la performance du système dans son ensemble.

Cette démarche est d'autant plus importante dans notre cas de figure qu'il n'est pas possible de se prononcer sur un NC d'un SIS sans connaître exactement l'architecture de ce SIS et que l'architecture d'un SIS est d'une manière générale très différente d'un site industriel à un autre voir d'un SIS à un autre sur un même site industriel. C'est à dire que même si deux sites industriels disposent des mêmes capteurs et des mêmes actionneurs (référence, nombre, politique de suivi identique) avec des NC équivalents d'un site à un autre, la façon dont l'unité de traitement est élaborée et la façon même dont le positionnement des différents éléments a été choisi, influent énormément sur le NC final de la fonction de sécurité par rapport à un scénario donné.

C'est pourquoi, l'optique prise dans ce document est de se concentrer sur l'évaluation des NC des éléments unitaires constituant un système de sécurité. L'agrégation des NC des différents éléments constituant un SIS doit être réalisé au cas par cas selon le scénario étudié et suivant l'architecture retenue par l'industriel sur son propre site.

En ce qui concerne les **dispositifs actifs**, il s'agit déjà d'éléments unitaires que nous traitons dans ce document sans prendre en compte une éventuelle redondance.

2.2.2. Détermination du NC d'un élément d'un SIS ou d'un dispositif actif

NC et niveau de SIL d'un élément d'un SIS

Si un élément particulier (référencé,...) constituant un SIS est certifié d'un niveau de SIL suivant la norme européenne 61508, alors le NC retenu est égal au niveau de SIL certifié à la condition expresse que l'industriel suive à la lettre le cahier des charges fourni avec le dit élément (installation, raccordements, maintenance,...).

Méthode d'évaluation du NC d'un élément d'un SIS ou d'un dispositif actif

L'objectif de ce paragraphe est de rappeler la méthode proposée par l'INERIS qui a été élaborée sur la base des normes européennes 61508 [27] et 61511 [28] et de préciser la façon dont on peut appliquer la méthode notamment en l'absence de données.

On se reportera aux documents [12] et [13] pour de plus amples détails.

Conformément au guide d'application élaboré par l'INERIS, le niveau de confiance (NC) d'un élément de sécurité est obtenu suite à l'étude de l'architecture des BTS, déterminé à partir des 2 tableaux ci-après. Ces tableaux différencient les systèmes simples (sans microprocesseur) des systèmes complexes (avec microprocesseur).

Proportion de défaillances en sécurité (SFF)	Tolérances aux anomalies matérielles		
	0	1	2
< 60 %	NC 1	NC 2	NC 3
60 % - < 90 %	NC 2	NC 3	NC 4
90 % - < 99 %	NC 3	NC 4	NC 4
≥ 99 %	NC 3	NC 4	NC 4

Tableau 2 : Niveau de confiance maximal pour les systèmes simples

Proportion de défaillances en sécurité (SFF)	Tolérances aux anomalies matérielles		
	0	1	2
< 60 %	NC 0	NC 1	NC 2
60 % - < 90 %	NC 1	NC 2	NC 3
90 % - < 99 %	NC 2	NC 3	NC 4
≥ 99 %	NC 3	NC 4	NC 4

Tableau 3 : Niveau de confiance maximal pour des systèmes complexes

A noter que :

- Une tolérance aux anomalies matérielles N signifie que N+1 anomalies sont susceptibles de provoquer la perte de la fonction de sécurité.
Comme nous traitons ici d'éléments unitaires (cf § Architecture), les aspects de la redondance ne doivent être pris en compte que lors de l'étude de l'architecture de la BTS et être reliés à un scénario bien identifié.
Par conséquent, les tolérances aux anomalies matérielles sont généralement égales à 0. Seuls les éléments comportant des redondances internes peuvent avoir une tolérance aux anomalies matérielles de 1 ou plus.
- La proportion de défaillance en sécurité d'un élément est définie par le rapport du taux moyen des défaillances en sécurité plus les défaillances détectées au taux de défaillance moyen total de l'élément.

Par défaut, la proportion de défaillance en sécurité est considérée inférieure à 60 %. Néanmoins, si des études spécifiques attestent des proportions de défaillance en sécurité plus élevées que celles retenues par défaut (pour un élément complexe, présence d'un système de surveillance Watchdog par exemple) alors elles peuvent être utilisées pour la détermination du niveau de confiance.

Enfin, le retour d'expérience de l'utilisateur, pour un élément, peut être pris en compte dans la détermination des performances, si celui-ci est formalisé et tracé. Le retour d'expérience dépend essentiellement des résultats des tests et de la maintenance appliqués à cet élément. Dans ce cas, le niveau de confiance peut être augmenté d'une unité, sans pouvoir dépasser 3.

A noter qu'à ce jour peu d'industriels disposent d'un retour d'expérience formalisé sur le sujet et qu'il est, de ce fait, envisageable de se baser sur un REX non formalisé, sous l'entière responsabilité de l'industriel, à condition que ce dernier mette en place un REX formalisé permettant de s'assurer du bien fondé de l'avis d'expert émis initialement

En l'absence des éléments d'étude détaillée qui justifient une proportion de défaillance en sécurité SFF plus élevée, le niveau de confiance serait de manière générale limité à 1 (système simple ou complexe avec Watchdog).

Exemple ⁵:

Détecteurs efficaces à 100%, temps de réponse en cohérence avec les scénarios d'accident.

- Détecteur analogique, simple, monocanal (pas de tolérance aux défaillances) et SFF < 60%, NC = 1 ;
- Détecteur numérique, complexe, monocanal (pas de tolérance aux défaillances) et SFF < 60%, NC = 0 ; si Watchdog : NC = 1.

Parmi les critères d'évaluation des performances qui peuvent conduire à réduire le NC maximal précédemment établi, on s'intéresse tout particulièrement aux aspects suivants:

- ✓ principe de sécurité positive ; l'équipement est dit à sécurité positive lorsqu'une perte du fluide moteur ou des utilités conduit l'équipement à se mettre en situation sécuritaire stable ; la position de sécurité doit être maintenue dans le temps (par exemple réarmement local). A défaut d'être à sécurité positive, une alimentation secourue permet d'avoir une bonne fiabilité du dispositif ;
- ✓ mise hors service possible ; l'équipement doit être protégé contre tout risque d'intervention pouvant mettre hors service sa barrière (modification des configurations, malveillance, erreur, coupure alimentation..) ; des dispositions doivent être prises pour que la barrière soit toujours en état d'accomplir sa fonction ou la mise hors service doit être contrôlée ou faire l'objet de procédures particulières ;
- ✓ le maintien dans le temps de la qualité de la barrière (existence de procédures de tests réguliers, de maintenance)
- ✓ le concept éprouvé : l'équipement est dit de concept éprouvé lorsque le fabricant ou l'utilisateur peut démontrer qu'il est fiable. Pour cela, on peut s'appuyer sur l'accidentologie, le retour d'expérience. Pour des technologies plus récentes, le concept éprouvé peut être remplacé par des programmes de tests, maintenance et inspection suffisamment intensifs.

A l'issue de cette analyse un NC retenu est proposé et des améliorations éventuelles peuvent être préconisées pour revenir au NC maximal issu de l'architecture.

2.3. Conclusion sur les niveaux de confiance des BTS

En conclusion, et en l'absence d'informations supplémentaires, il semble pour l'INERIS que les niveaux de confiance à retenir devrait être de 0 pour les éléments complexes (éléments comportant des microprocesseurs) et de 1 pour les éléments simples (tête de sprinkleur, vanne,...).

Cependant, l'existence d'un système de surveillance pour les éléments complexes serait à même de porter leur niveau de confiance à 1 au lieu de 0.

De plus, si les industriels disposent d'un retour d'expérience suffisant, le NC des éléments concernés pourrait être augmenté d'1 niveau ce qui porterait à 2 le niveau de confiance maximal atteignable par un élément seul.

A noter qu'à ce jour peu d'industriels disposent d'un retour d'expérience formalisé sur le sujet et qu'il est, de ce fait, envisageable de se baser sur un REX non formalisé, sous l'entière responsabilité de l'industriel, à condition que ce dernier mette en place un REX formalisé permettant de s'assurer du bien fondé de l'avis d'expert émis initialement.

Enfin, si l'industriel dispose d'études plus poussées, permettant notamment de montrer une certaine redondance interne ou un SFF plus élevé pour un élément donné, son niveau de confiance peut être plus élevé sans toutefois dépassé 3.

⁵ INERIS Guide principal relatif à l'évaluation des barrières techniques de sécurité pour l'inspection des installations classées - 2005

3. Evaluation des niveaux de confiance des barrières organisationnelles (BOS)

La performance des barrières organisationnelles ou humaines est évaluée selon les mêmes trois critères que pour les barrières techniques :

- leur efficacité (ou capacité de réalisation),
- leur temps de réponse,
- leur niveau de confiance (fiabilité).

Les barrières humaines et organisationnelles identifiées sur le site peuvent être classées en deux groupes :

- Celles qui interviennent comme **réponse** à une barrière technique et qui correspondent à des interventions humaines (action sur détection feu par exemple) ;
- Celles qui interviennent en **prévention** : parmi ces barrières on trouve :
 - Celles qui interviennent en conception ;
 - Les barrières de type "interdiction de pénétrer dans un local" ;
 - Les actions d'inspection.

Nota : les plans d'intervention sur travaux ou maintenance et les plans de travaux ou les permis de feu ne sont pas considérés comme des barrières du fait qu'ils ne sont pas indépendants de la cause. Ils interviennent cependant sur la fréquence d'occurrence de l'événement initiateur : c'est le non-respect de l'un de ces plans qui conduit à un événement indésirable.

Pour chacune de ces barrières, un certain nombre de critères a été retenu pour en évaluer l'efficacité. Les critères varient en fonction de la barrière. Parmi les critères d'évaluation :

- **pour les barrières intervenant en réponse à une autre barrière** : un niveau de confiance maximal de 2 est proposé qui peut être réduit si certains critères ne sont pas assurés:
 - l'information et le diagnostic doivent être clairs ;
 - la succession des tâches ne doit pas être complexe et le temps d'intervention doit être adapté à la cinétique du scénario ;
 - l'opérateur doit être bien formé et avoir à sa disposition des outils d'aide (procédures...).
- **pour les barrières intervenant en prévention**, il est plus difficile d'évaluer un NC maximal et les critères d'évaluation sont très variables en fonction de la barrière. Parmi les critères communs, citons :
 - la compétence du personnel doit être garanti (formation, expérience...) et il doit avoir un bon accès à l'information ;
 - les tâches doivent pouvoir être réalisées sans contrainte de temps.

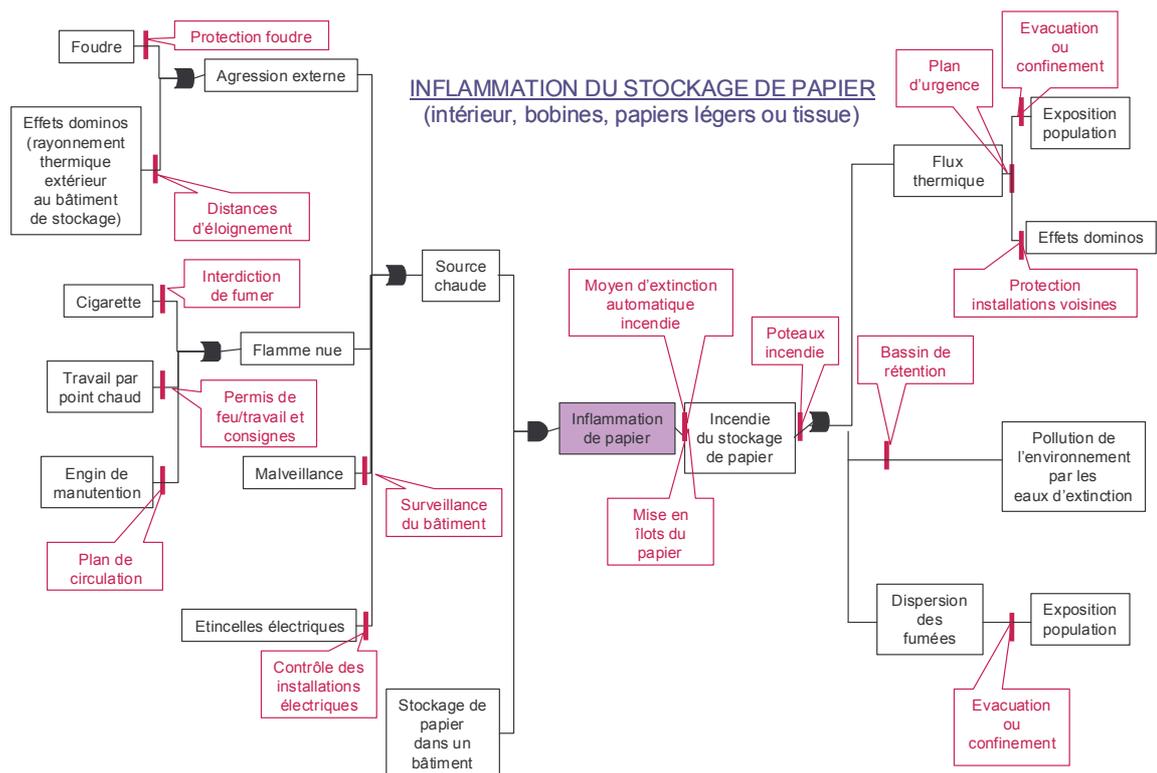
4. Exemple d'évaluation du niveau de confiance d'une barrière de sécurité

Chaque fonction sécurité doit faire l'objet d'une analyse détaillée, pour lui attribuer un niveau de confiance (NC). Lorsque les fonctions de sécurité ne sont pas indépendantes, elles seront ensuite agrégées en tenant compte des possibilités de défaillance commune.

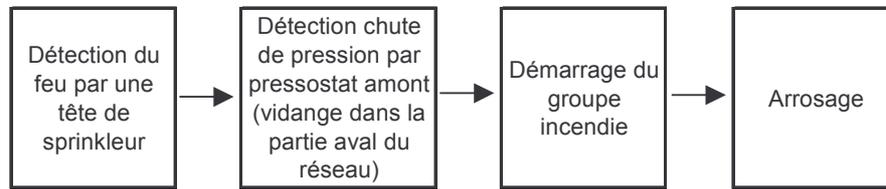
L'évaluation présentée ici concerne un **cas totalement fictif** où les chiffres sont destinés à illustrer le propos et ne peuvent être utilisés en dehors de ce contexte.

L'objectif est de mettre en lumière le niveau de détail de l'analyse nécessaire à l'évaluation d'un **système de sprinklage traditionnel équipant un bâtiment de stockage réparti en cellules**.

Arbres d'évènements relatifs à un incendie



On étudie la barrière constituée par le système sprinkler (détaillé dans le schéma ci-dessous) : le sprinkler a pour objectif la limitation de la propagation d'un incendie en arrosant les installations voisines de celles déjà en feu. Il peut conduire à éteindre le feu mais ce n'est pas sa fonction première.



On s'intéresse à chaque étape du processus de fonctionnement, afin de pouvoir évaluer séparément le niveau de confiance des entités correspondantes.

Les installations sont protégées par un sprinklage traditionnel : la fonction est exclusivement la limitation de la propagation d'un incendie. On considère que la fonction peut être assurée tant que trente têtes ne se sont pas ouvertes.

4.1. Détection d'un départ de feu

La détection est assurée par chaque tête de sprinklers. Chaque tête est équipée d'un fusible thermosensible qui déclenche à des températures variables en fonction des emplacements (68°C à hauteur de stockage et 141°C sous la toiture).

Le réseau est installé conformément aux règles d'installation NFPA : le respect de ces règles conduit à considérer que la détection est efficace.

Compte-tenu de la redondance des têtes (couverture d'une même surface par plusieurs têtes) et du fait que le système de détection peut être assimiler à un système simple (sans microprocesseur), on attribue un **NC de 2 à la détection**.

4.2. Démarrage des groupes incendie

4.2.1. Capacité des groupes

Le bâtiment étudié est doté d'un système de sprinkler distinct des autres bâtiments : le local sprinkler comporte deux moto-pompes de 650 m³/h unitaires (à pression maxi). Ceux-ci sont alimentés en eau par deux cuves aériennes de 900 m³ unitaire. Le réseau alimente quatre points d'arrivée sprinkler dans le bâtiment et 3 poteaux incendie (débit unitaire de 60 m³/h). L'appoint d'eau se fait par arrivée d'eau de ville à un débit de 80 m³/h.

Le dimensionnement est tel que trois cellules de stockage peuvent être alimentées en eau sprinkler simultanément pendant 1,5 heures.

Le local sprinkler comporte de plus une pompe permettant le maintien en pression du réseau (source A). Pour détecter les fuites éventuelles, cette pompe est dimensionnée pour alimenter moins d'une tête de sprinkler. Il n'y a donc pas de redondance.

Tous les groupes incendie sont équipés chacun de deux batteries (1 en charge, l'autre prête à fonctionner) ce qui lui garantit la possibilité de démarrer. Les groupes sont préchauffés pour pouvoir démarrer rapidement. D'autre part, la réserve de combustible de chaque groupe est suffisante pour leur assurer un fonctionnement de plus de 15 heures.

4.2.2. Ordre de démarrage des groupes incendie

Les groupes incendie sont démarrés automatiquement sur baisse de pression du réseau. Le réseau est maintenu normalement à 11 bar. En cas de baisse de pression, un 1^{er} pressostat démarre la pompe. Un 2^{ème} seuil de pressostat démarre le groupe incendie et éventuellement un 3^{ème} seuil de pressostat démarre le 2^{ème} groupe.

Chaque groupe est lié à deux pressostats redondants indépendants. Les ordres de démarrage sont effectués en câblage direct. Les pressostats sont à sécurité positive, la rupture de câbles génère une alarme (avec report). Leur redondance et les tests de démarrage hebdomadaires leur confèrent une fiabilité suffisante.

Lorsque le groupe reçoit un ordre de démarrage, celui-ci démarre. Une alarme est alors transmise au poste de garde et à l'atelier de maintenance.

Si le groupe ne démarre pas, une alarme de non démarrage groupe est transmise au poste de garde et au local maintenance : le personnel d'intervention peut se rendre au local sprinkler et démarrer manuellement le groupe incendie.

La durée d'intervention pour le démarrage local du groupe est estimée à 10 minutes par le groupe de travail. Le temps de réponse est long au regard du temps de propagation de l'incendie et on ne retient donc pas cette intervention manuelle comme une possibilité de démarrage fiable.

On peut considérer que dans cet exemple, le **niveau de confiance dans l'ordre de démarrage est de 1** par groupe de pressostat.

4.2.3. Démarrage des groupes

Les groupes sont démarrés pour essais une fois par semaine. Les résultats des essais sont satisfaisants on peut attribuer à chaque groupe un niveau de confiance de 1.

Pour le bâtiment étudié dans cet exemple, qui comporte deux groupes en parallèle, **le niveau de confiance est de 2** (s'il n'existait qu'un seul groupe, son niveau de confiance serait de 1).

4.3. Arrosage

4.3.1. Réseau d'eau sprinklage

Le réseau n'est pas maillé : à partir du local sprinklage à proximité des locaux techniques, une canalisation dessert les sprinklers du site et les poteaux incendie. Cependant, cette canalisation de desserte est enterrée et le local est à l'abri des effets domino (explosion chaufferie). A l'intérieur des locaux, chaque zone est couverte par une boucle par niveau de protection. En cas d'endommagement d'une partie de boucle, celle-ci peut être alimentée par l'autre côté. Les postes de distribution locaux sont protégés par des gabarits.

Les vannes installées sur le réseau (qui sont utilisées pour des opérations de maintenance ou pour la gestion de l'eau en cas de sinistre) sont normalement ouvertes et « scellées ». Elles sont équipées d'une fin de course qui transmet une alarme au poste de garde et au local maintenance en cas de non-ouverture d'une de ces vannes.

Par rapport au risque de gel, le réseau est protégé de deux façons aux endroits sensibles : soit par mise sous air (la pression d'air est maintenue par un compresseur) soit par injection d'antigel (un siphon sur la zone à protéger permet de maintenir la concentration en antigel à la zone sensible).

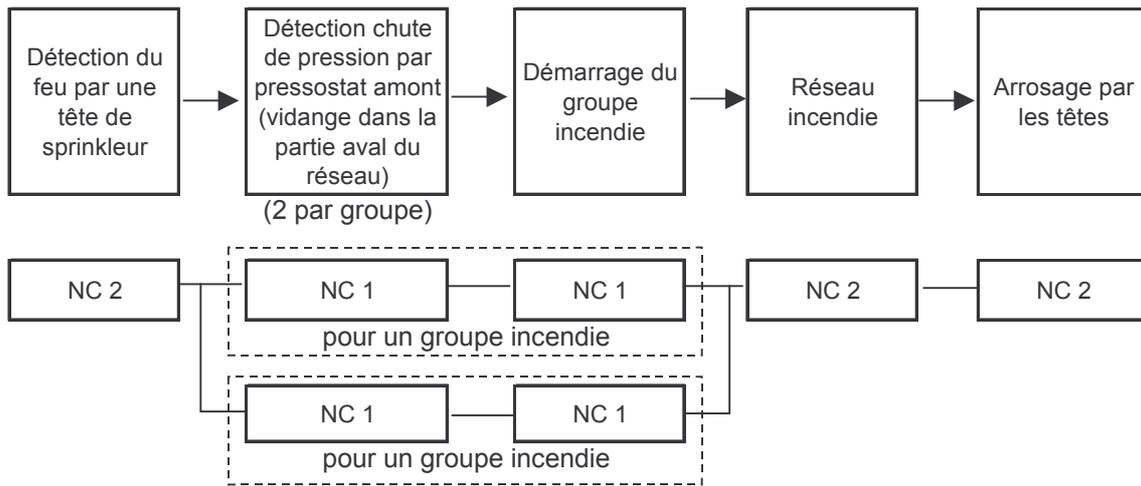
Pour le réseau de cet exemple, on peut attribuer un **NC de 2**, du fait d'une distribution en hauteur ou enterrée qui limite les risques de rupture de ligne et de la mise en place des contrôles de position des vannes sur le réseau.

4.3.2. Fonctionnement des têtes d'arrosage

Les têtes de sprinkler sont installées conformément aux règles NFPA. Un dysfonctionnement pourrait survenir d'un bouchage de la tête dû à l'encrassement mais la pression élevée en amont des têtes permet de ne pas retenir ce type de dysfonctionnement. L'accidentologie ne montre pas non plus de défaillance de ce type.

Pour l'arrosage par les têtes, on peut de façon conservatrice attribuer un **NC de 2**. L'efficacité est supposée par le suivi des règles d'installation NFPA et par la mise en place des têtes à des niveaux intermédiaires de racks. Le débit de chaque sprinkler est compatible avec le produit stocké.

Le temps de réponse du système sprinkler est rapide puisque le réseau est maintenu en eau en permanence (ou en air à certains points gelables).



Conclusion : dans cet exemple précis, le niveau de confiance de la barrière « système sprinkler traditionnel » est : 2. **Comme l'évaluation des performances dépend de chaque équipement et du contexte, les niveaux de confiance de cet exemple ne peuvent pas être réutilisés dans d'autres cas.** Chaque évaluation doit faire preuve d'une démonstration précise.

Une démarche similaire doit être menée pour chaque fonction sécurité, chaque barrière, afin d'évaluer le niveau confiance de l'ensemble des barrières associées à chaque scénario et en déduire la fréquence d'occurrence résiduelle.

ANNEXE E

Nœuds papillons pour certains évènements redoutés

Guide de lecture et légende (1/2)

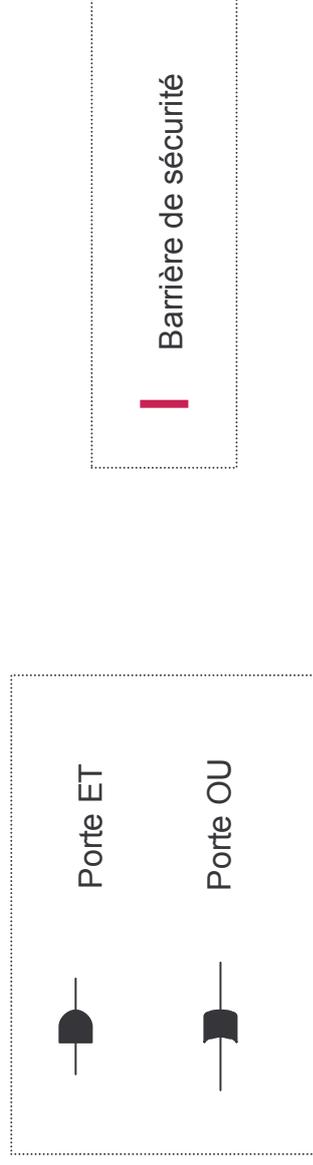
Le présent document rassemble les nœuds papillons établis par l'INERIS dans le cadre de sa prestation d'appui au Groupe de Travail Sectoriel relatif aux papeteries.

Les événements redoutés étudiés sont les suivants (liste non exhaustive) :

- Inflammation du stockage de rondins de bois
- Inflammation du stockage de copeaux et d'écorces
- Inflammation d'un nuage de poussières de bois
- Inflammation du stockage de papier (intérieur, bobines, bobines, papiers légers ou tissu)
- Inflammation du stockage de papier (intérieur, bobines, autres papiers)
- Inflammation du stockage de papier (extérieur, balles, papiers à recycler)
- Ruine du réservoir de stockage de dioxyde de chlore
- Ruine du réacteur de dioxyde de chlore
- Fuite sur le réservoir de méthanol
- Explosion de la chaudière de récupération
- Incendie / Explosion du camion de chlorate de sodium
- Fuite de chlorate de sodium en solution

Guide de lecture et légende (2/2)

Légende des nœuds papillons

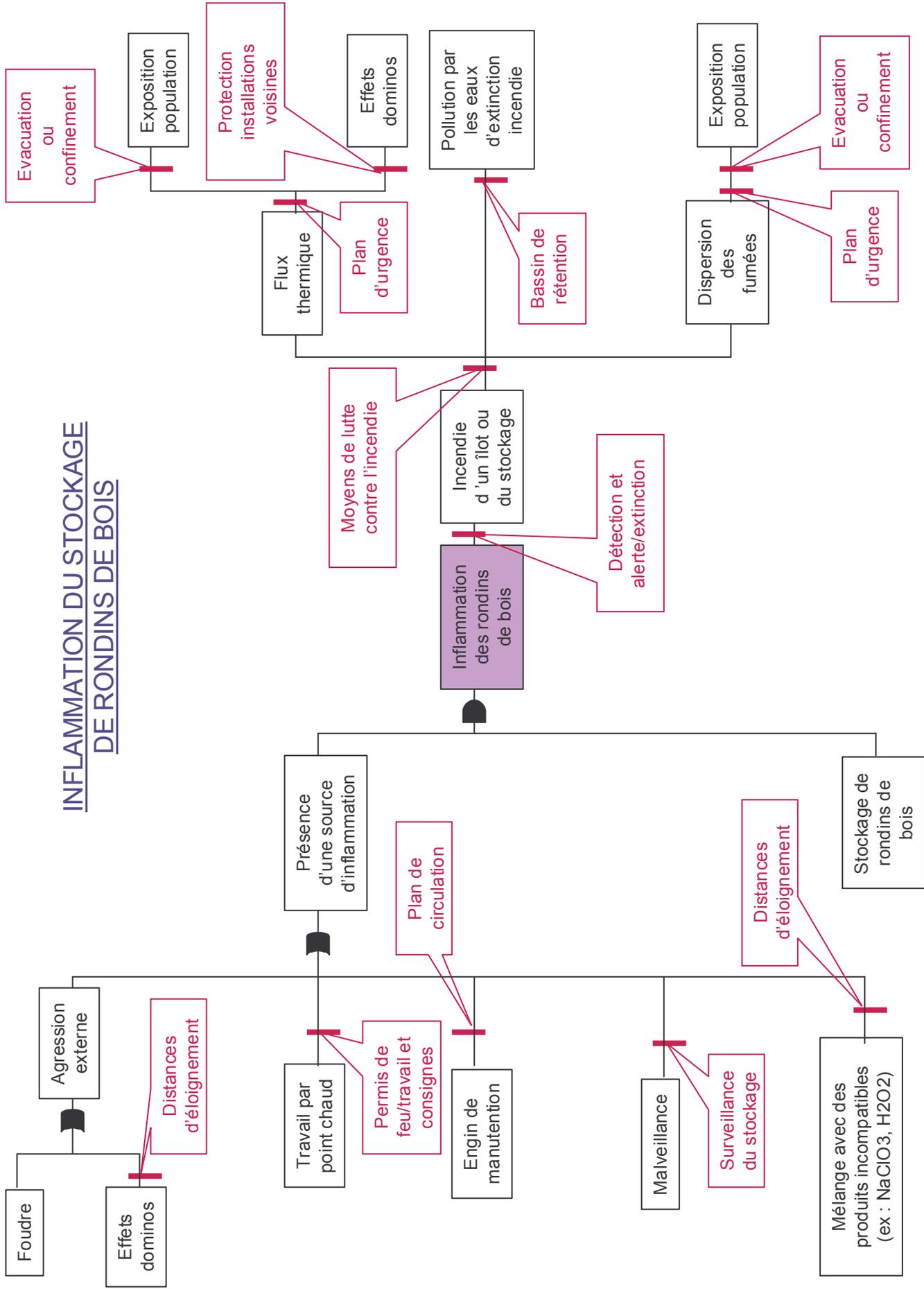


AVERTISSEMENT

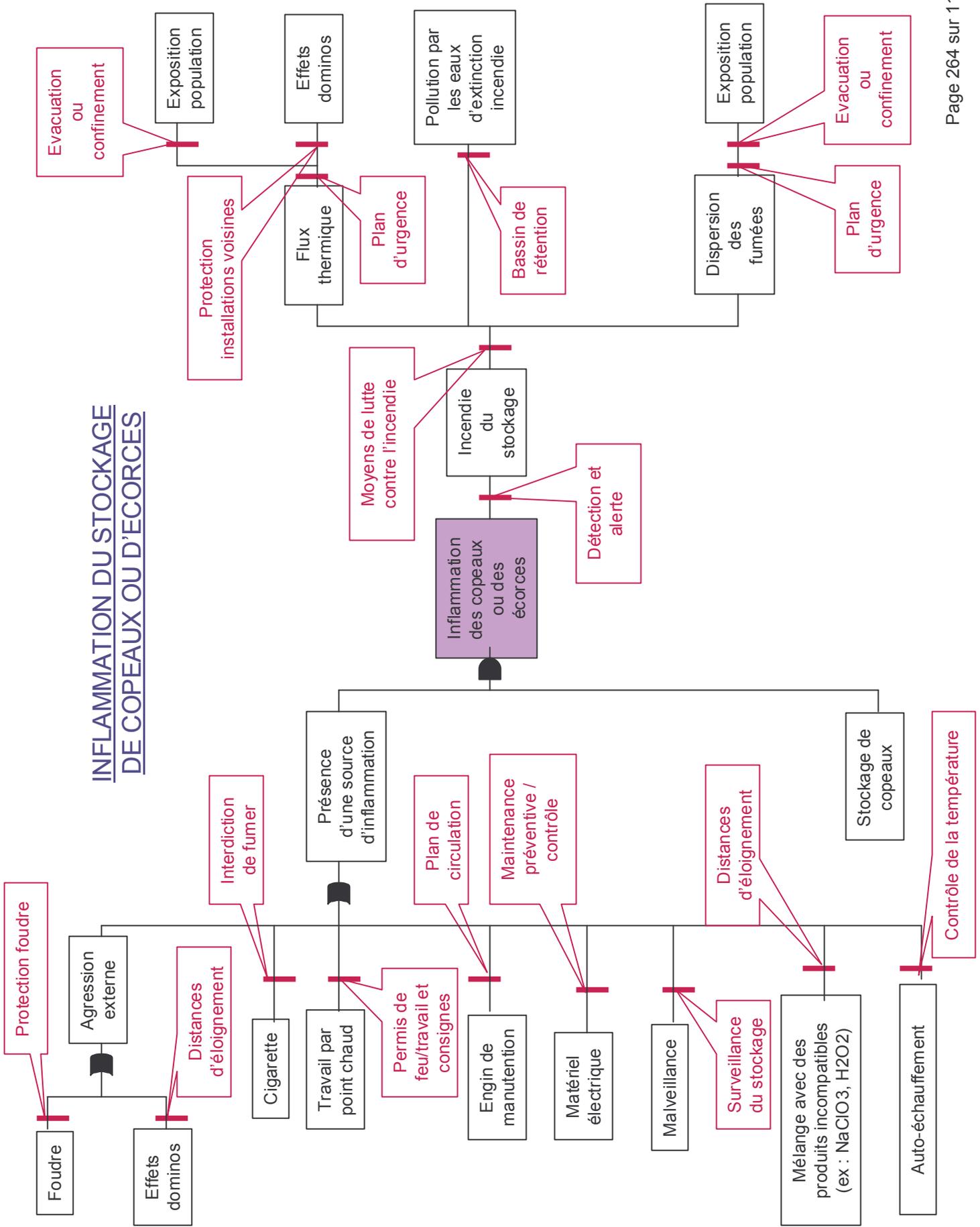
Les nœuds papillons ont été établis par l'INERIS sur la base de son expérience et des études de dangers papeterie déjà réalisées. Ils n'ont pas fait l'objet d'une réflexion approfondie en groupe de travail avec la profession. Ils ne peuvent donc pas être considérés comme exhaustifs et applicables à toutes les installations. Ces nœuds papillons donnent notamment des barrières de sécurité possibles, mais l'intérêt de leur mise en place doit être évalué au cas par cas.

Néanmoins, ils peuvent être une aide pour l'exploitant papetier qui réalise une étude de dangers, et permettent surtout d'illustrer la démarche Étude de dangers proposée par l'INERIS au GT.

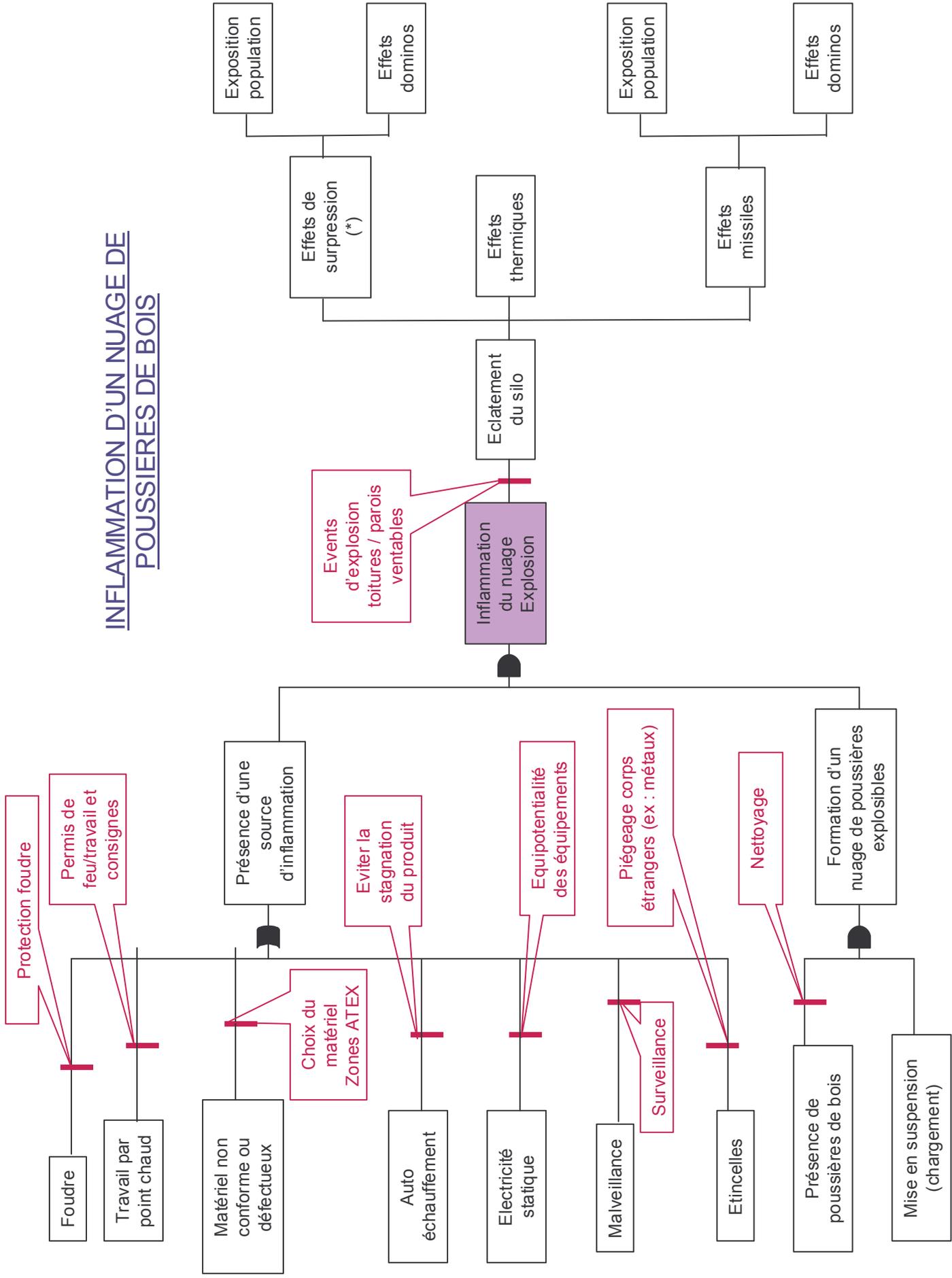
INFLAMMATION DU STOCKAGE DE RONDINS DE BOIS



INFLAMMATION DU STOCKAGE DE COPEAUX OU D'ÉCORCES

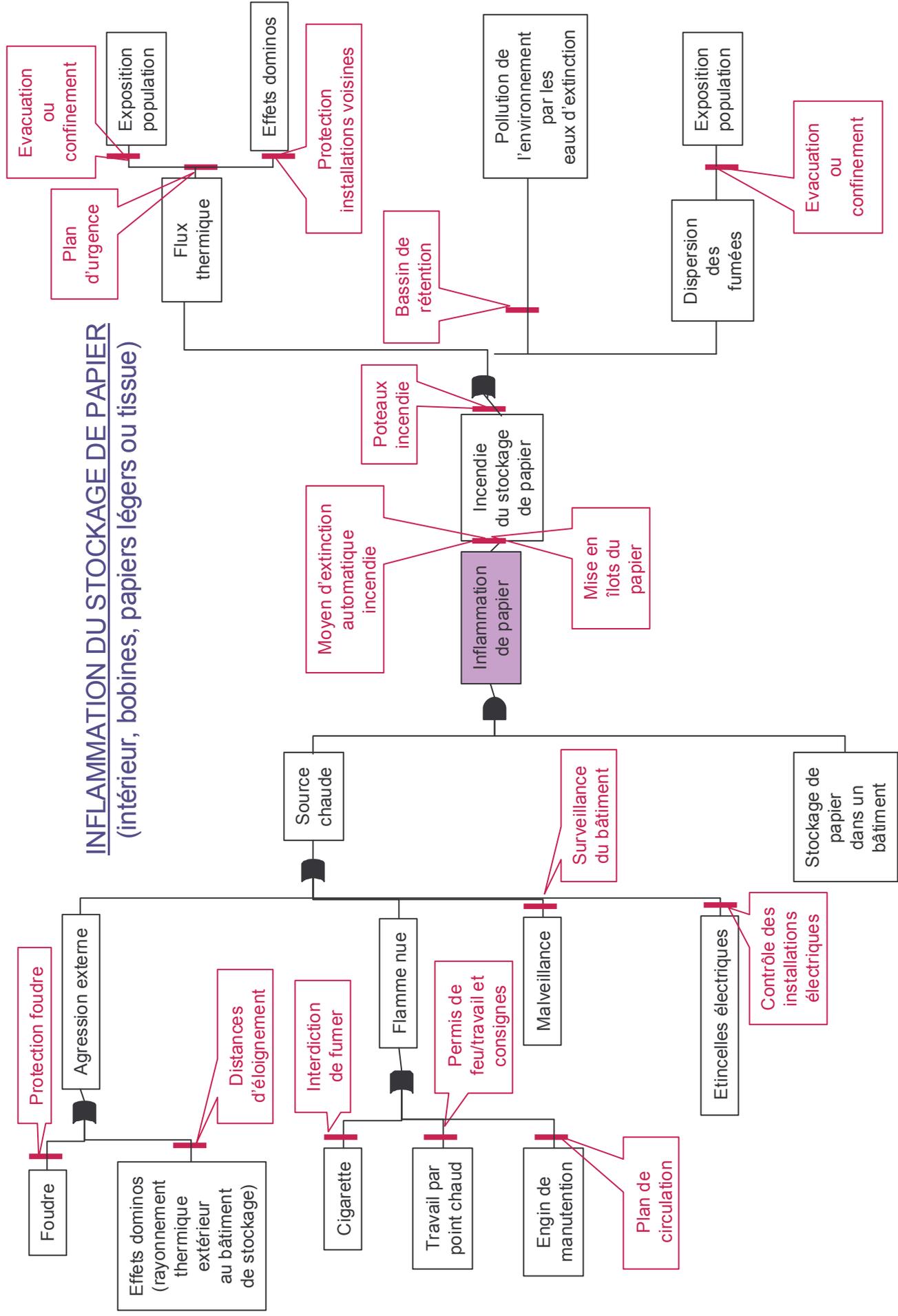


INFLAMMATION D'UN NUAGE DE POUSSIÈRES DE BOIS

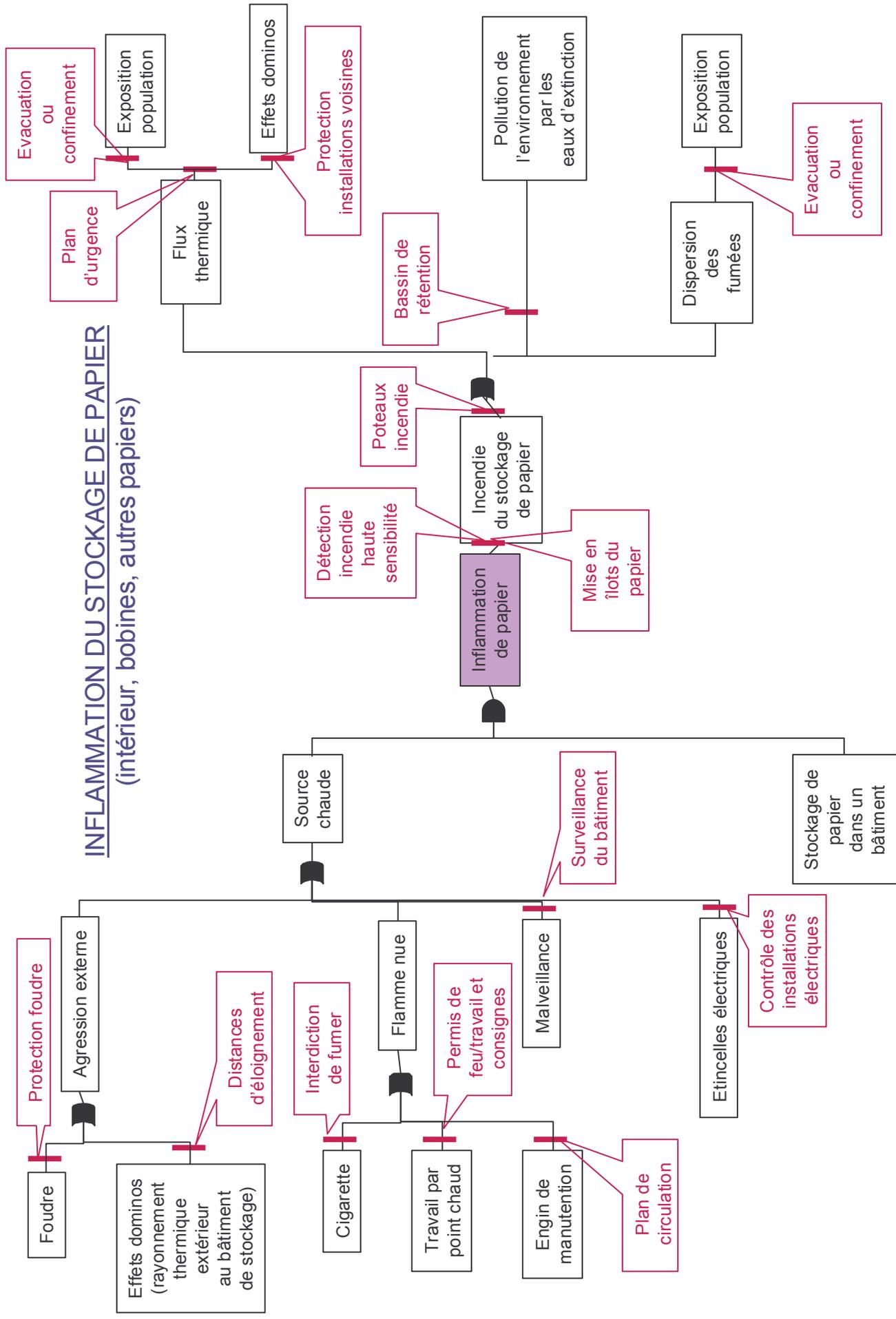


* Surpression (moindre et dirigée) possible méprisage sur 110

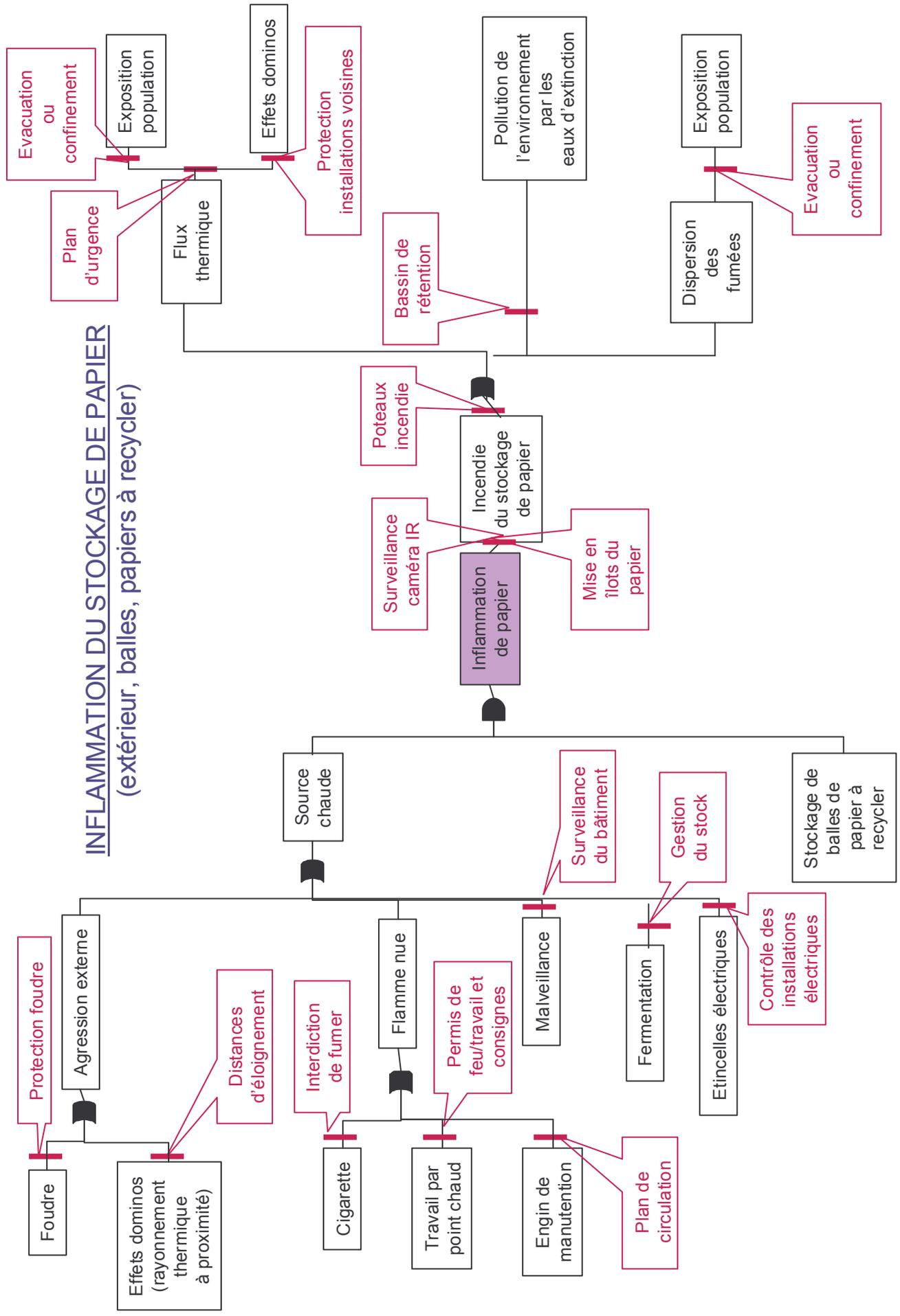
INFLAMMATION DU STOCKAGE DE PAPIER (intérieur, bobines, papiers légers ou tissu)



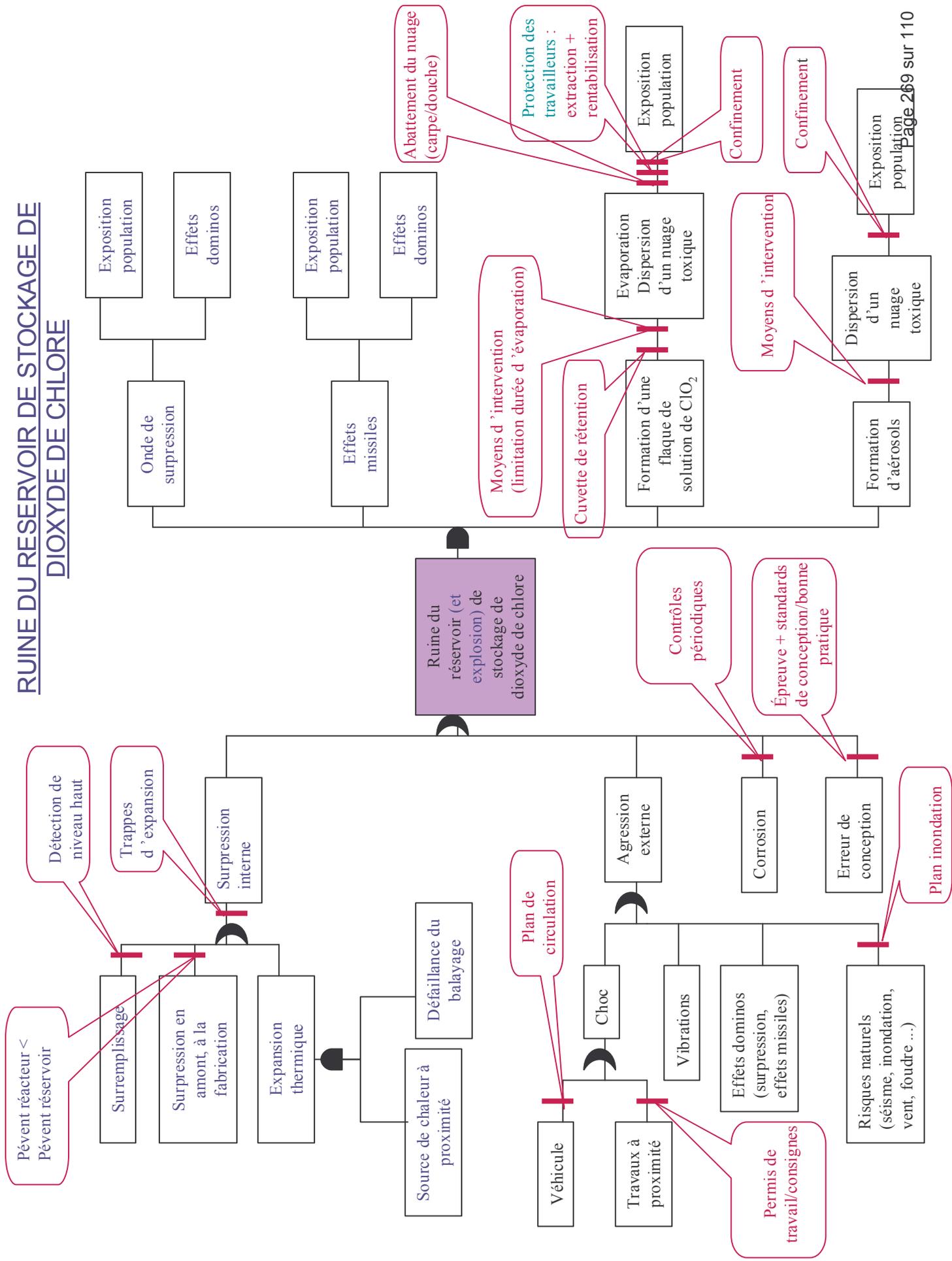
INFLAMMATION DU STOCKAGE DE PAPIER (intérieur, bobines, autres papiers)



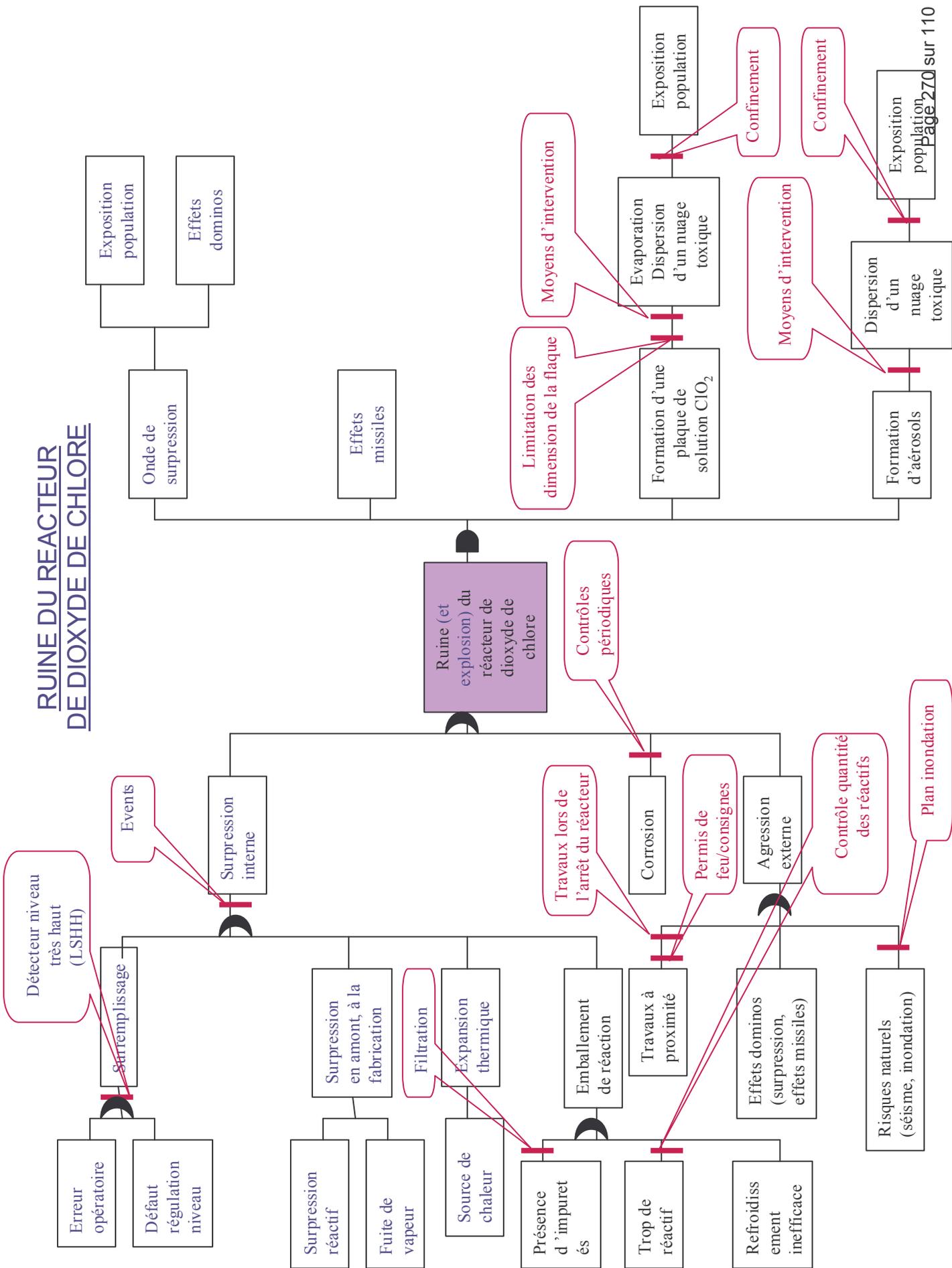
INFLAMMATION DU STOCKAGE DE PAPIER (extérieur, balles, papiers à recycler)

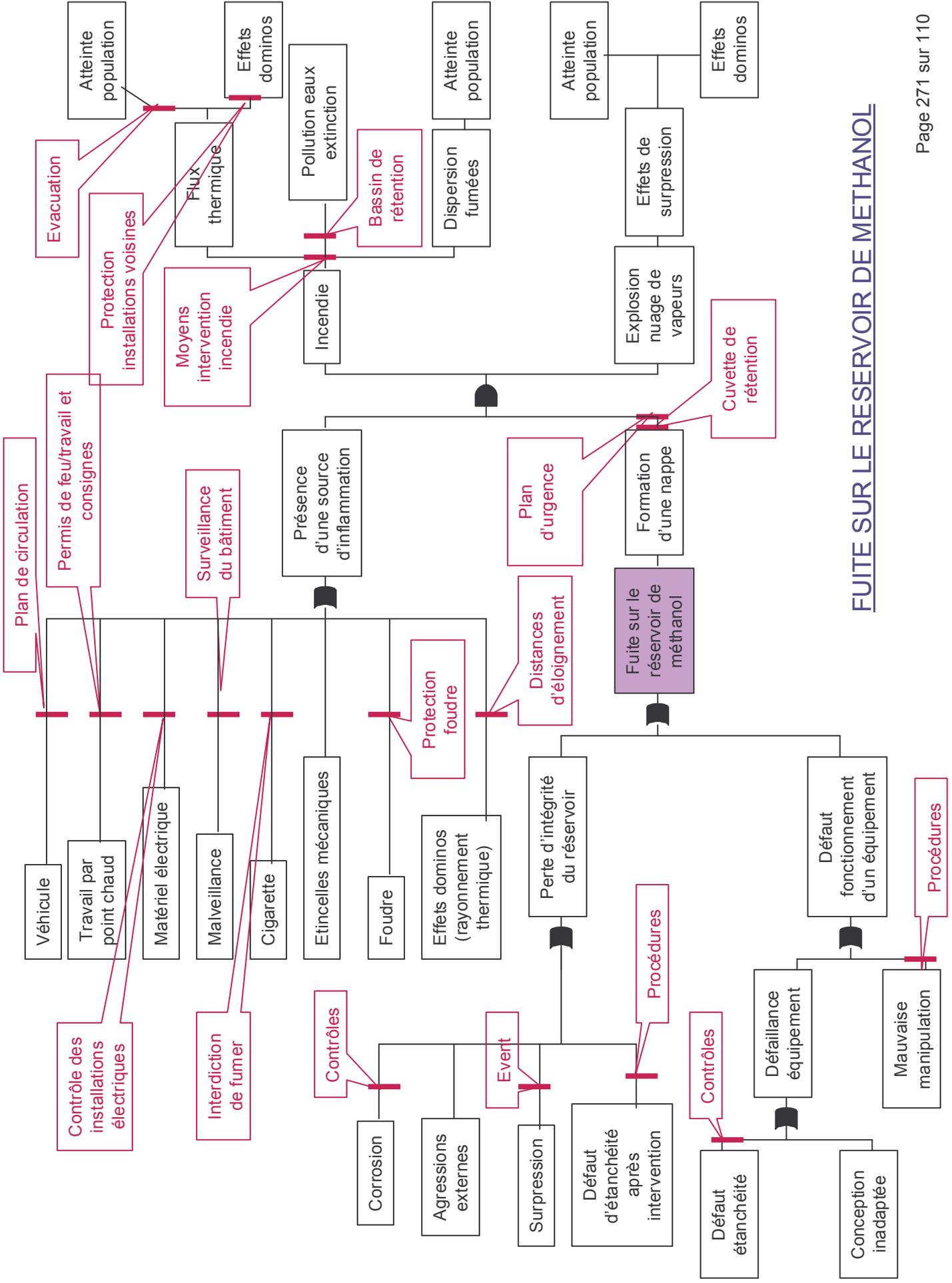


RUINE DU RESERVOIR DE STOCKAGE DE DIOXYDE DE CHLORE



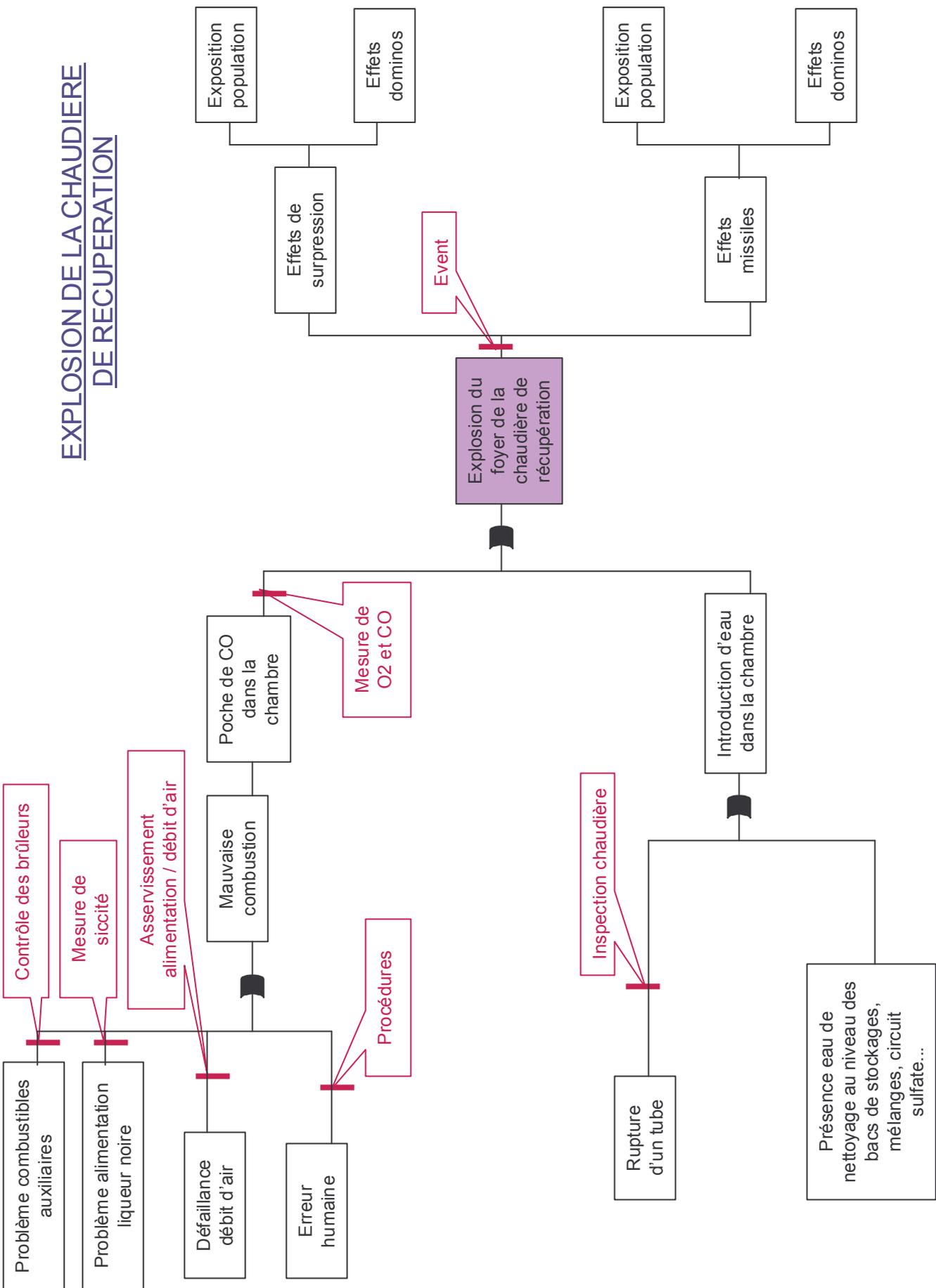
RUINE DU REACTEUR DE DIOXYDE DE CHLORE



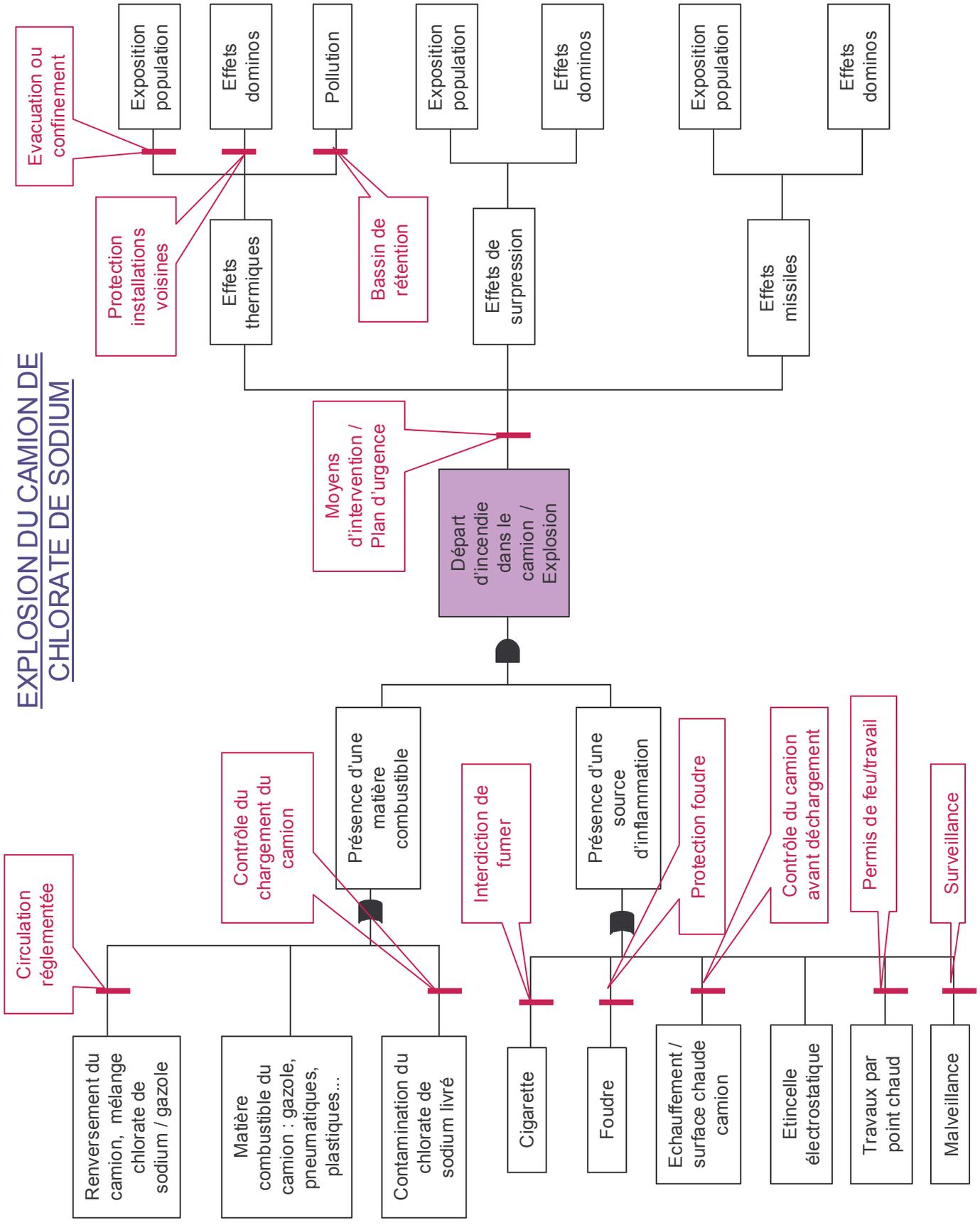


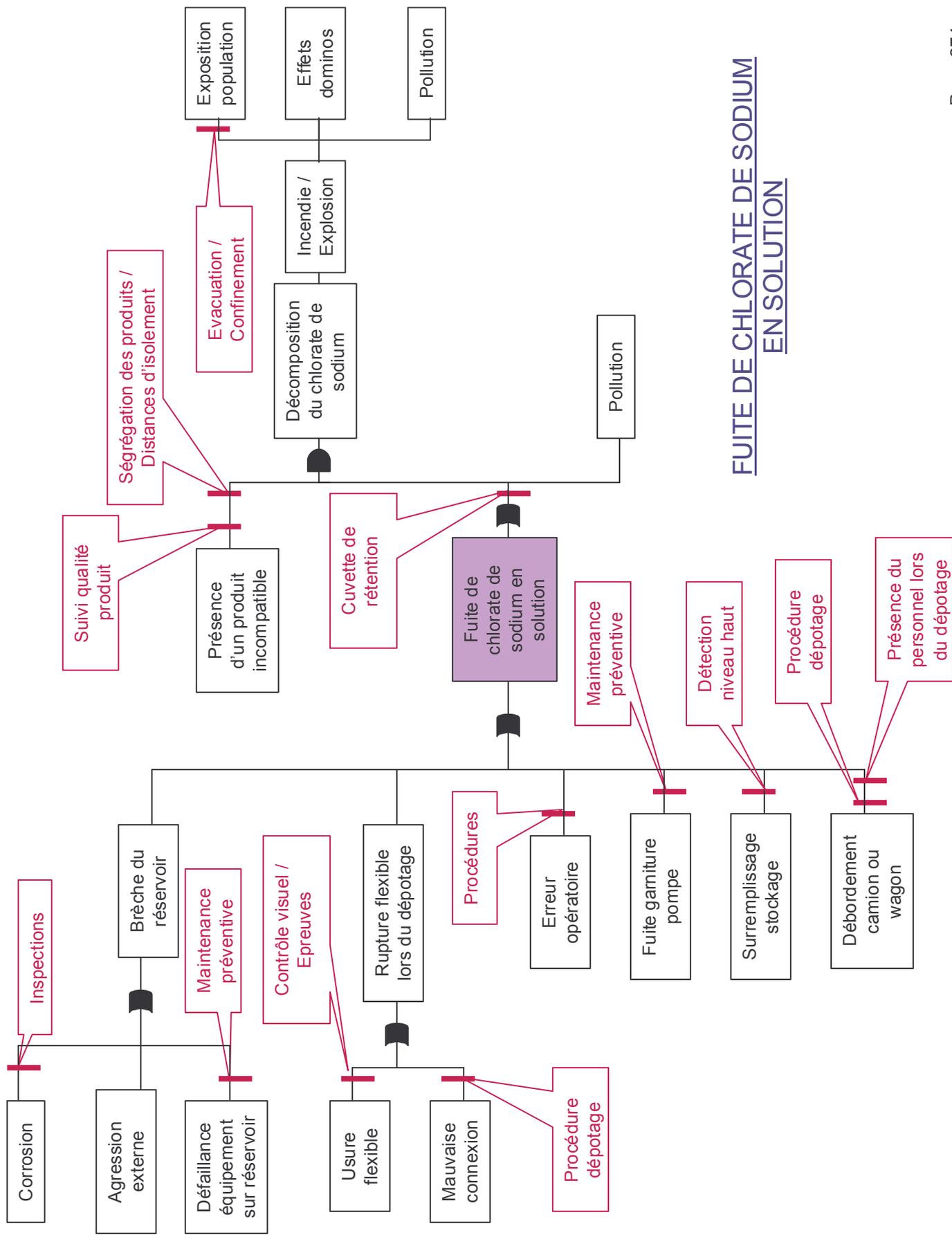
FUITE SUR LE RESERVOIR DE METHANOL

EXPLOSION DE LA CHAUDIERE DE RECUPERATION



EXPLOSION DU CAMION DE CHLORATE DE SODIUM





FUITE DE CHLORATE DE SODIUM EN SOLUTION

ANNEXE F

Synthèse des données concernant la problématique incendie sur un site papetier

Synthèse des données concernant la problématique incendie sur un site papetier

RESULTATS DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Les tableaux ci-dessous résument l'ensemble des résultats issus de la littérature permettant d'avoir un ordre de grandeurs relatifs au développements et aux effets des incendies de produits celluloseux. Il est à noter qu'aucune information n'a été obtenue concernant la pâte à papier.

<i>Matériaux (Papier / Cartons)</i>	<i>Débit de masse surfacique ou vitesse de régression</i>	<i>Flux thermique (kW/m²)</i>	<i>Enthalpie de combustion (kJ/kg)</i>	<i>Phénoménologie</i>	<i>Références</i>
Cartons	48 g/m ² s				ANPI
Produits emballés	41 g/m ² s				
Papiers (différents types, journaux magazines...)			12 700-21 500		SFPE Handbook 3 rd édition
Cellulose		13			

<i>Matériaux (Bois)</i>	<i>Débit de masse surfacique ou vitesse de régression</i>	<i>Flux thermique (kW/m²)</i>	<i>Enthalpie de combustion (kJ/kg)</i>	<i>Phénoménologie</i>	<i>Références</i>
Panneaux de bois de différentes espèces	~ 0,85 mm/min soit 12 g/m ² s		18 600 et 27 900	<ul style="list-style-type: none"> T° inflammabilité des Résineux >aux autres essences Facteurs influençant la combustion du bois : (humidité, quantité de résine, composition chimique, présence de produits chimique) 	Fire Protection Handbook
Bois (humidité 14%)	14 g/m ² s	19-21,5	14 000 ou 18 600		Bernard Mac Caffrey
Bûchers (assimilables à des palettes)	70-80 g/m ² s	25-37			
Bois de charpente ou de construction empilé	110 g/m ² s	20-25			
Bûchers	3 et 60 g/m ² s			Variation du Rapport poids de combustible/ surface au sol de l'incendie de 20 à 200 kg/m ²	ANPI
Planches	1 et 20 g/m ² s			Variation du Rapport poids de combustible/ surface au sol de l'incendie de 800 et 10 000 kg/m ²	INERIS DRA Bernuchon (1999)
Bois de construction	8 g/m ²			Surface de 113 m ² et Hauteur de 3,3 m	Fire and materials
Stockage de meubles	3 et 10 g/m ² s		13 000 et 16 000		SFPE Handbook 3 rd édition
Bois (plusieurs espèces)			19 000 - 21 800		
Bois (différentes espèces)			19 400		
Bois (résineux, pin)	13 g/m ² s				

D'après les informations fournies par la profession, l'enthalpie de combustion de la cellulose est de 18 MJ/kg, celle du papier est comprise entre 14 et 18 MJ/kg en fonction de sa teneur en charge minérale.

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Les tableaux ci-dessous donnent des informations complémentaires sur la phénoménologie et les dispositifs de sécurité. Ces informations sont issues des échanges entre l'INERIS et les assureurs (AXA et FFSA) et du retour d'expérience de l'INERIS.

<i>Installation considérée</i>	<i>Phénoménologie</i>	<i>Dispositifs de sécurité rencontrés</i>
Stockage de palettes neuves	<p>En ce qui concerne les stockages de palettes vides, l'analyse d'accidents fait part d'incendies particulièrement intenses et rayonnants et en conséquence particulièrement difficiles à maîtriser pour les services de secours, de part la nature très combustible du bois qui constitue les palettes et d'autre part de la configuration aérée de tels stockages.</p> <p>Faibles quantités stockées sur un site papetier (pour le filmage des produits finis bobines ou ramettes)</p>	
Stockage d'emballages plastiques	<p>En plus de leur caractère combustible, il est important de noter que les matières plastiques ont tendance à se liquéfier sous l'effet de la chaleur. L'incendie de ces « solides liquéfiables » se caractérisera donc rapidement par un feu de nappe, analogue à celui que l'on peut observer dans le cas des liquides inflammables</p>	
Stockage de bois en rondins	<p>Incendies considérés comme des feux de bois bien ventilés. Toutefois, la taille des rondins peut limiter la puissance du feu en augmentant la compacité du combustible et ainsi en réduisant la surface de pyrolyse du bois qui conditionne la puissance libérée.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stockage en flots - Surveillance du parc de stockage par camera
Stockage d'écorces de bois	<p>Feux couvants, braises incandescentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de personnel - Site surveillé et clôturé - Protection incendie et moyens d'intervention (poteaux incendie, possibilité de pompage d'eau dans le cours d'eau à proximité...)
Stockage de copeaux de bois		

<i>Installation considérée</i>	<i>Phénoménologie</i>	<i>Dispositifs de sécurité rencontrés</i>
Stockage de pâte à papier	<p>La pâte à papier, les papiers / cartons, les papiers récupérés sont stockés en balles ou bobines, en intérieur ou en extérieur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stockage en îlots - Présence de personnel - Site surveillé et clôturé - Protection incendie et moyens d'intervention (poteaux incendie, possibilité de pompage d'eau dans le cours d'eau à proximité, évacuation des îlots voisins aux îlots en feu...)
Stockage de papiers / cartons à recycler	<p>La combustion d'un tel stockage va commencer par se propager à la surface des stockages. Les balles ou bobines vont alors s'effeuiller facilitant ainsi la combustion.</p> <p>Des envols de résidus plus ou moins incandescents, de petites dimensions (de l'ordre de quelques cm²) se produisent lors d'un incendie notamment lors de chutes de balles et lors des coups de vent, ce qui contribue à la propagation de l'incendie.</p> <p>Lorsque le feu est suffisamment étendu, la température sera suffisante pour qu'un régime stabilisé de combustion puisse se mettre en place. Dans cette phase, on assistera plutôt à une combustion sous oxygénée des balles ou bobines.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stockage en îlots - Surveillance du parc de stockage par camera - Présence de personnel - Site surveillé et clôturé - Protection incendie et moyens d'intervention (poteaux incendie, possibilité de pompage d'eau dans le cours d'eau à proximité, évacuation des îlots voisins aux îlots en feu...)
Stockage de papiers / cartons (tissu, légers, moyens, lourds)	<p>Plus le papier a un grammage important, plus il est difficile à enflammer.</p> <p>La pâte à papier est plus difficile à enflammer que les papiers / cartons lourds.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stockage en îlots - Présence de personnel - Site surveillé et clôturé - Protection incendie et moyens d'intervention (sprinkler, détection incendie, poteaux incendie, possibilité de pompage d'eau dans le cours d'eau à proximité, évacuation des îlots voisins aux îlots en feu...)

Résultats d'une étude expérimentale menée à l'INERIS sur des incendies de bûchettes de bois

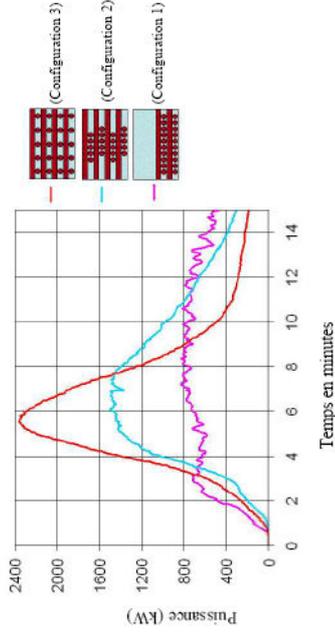


figure 2.33 : Influence de l'arrangement des bûchettes sur la puissance.

Une étude expérimentale menée à l'INERIS (Caractérisation des Feux industriels - L. Fournier, INERIS 2004) sur des incendies de bûchettes de bois a démontré une forte dépendance de la puissance maximale dégagée avec le nombre de niveau (empilement).

Le paramètre arrangement des bûchettes de bois joue un rôle primordial dans l'évolution de la puissance de feu. Un très bon aérage des bûchettes de bois peut fortement augmenter la puissance maximale du feu.

Une variation équivalente peut être attendue à l'échelle plus grande. La configuration dense (configuration 1) est la plus fréquente sur les parcs à bois des papeteries. Par ailleurs, l'humidité du bois va jouer un rôle important notamment sur la cinétique de l'incendie en limitant la propagation de l'incendie, la propagation ne pouvant se faire qu'une fois l'eau évaporée. Par ailleurs, la présence d'eau peut également réduire la puissance libérée au moment où l'incendie atteint sa puissance maximale. Des essais réalisés à l'INERIS ont montré que cette réduction pouvait être de l'ordre de 50 %. Cette réduction de puissance a été intégrée par l'INERIS en considérant une vitesse de combustion divisée par 2 par rapport à celle recensée dans la littérature. Il est à noter que dans le cas du papier, plus celui-ci sera compact, plus faible sera la puissance du feu. Un papier sec en vrac et peu compact donnera un feu d'une puissance plus importante.

Influence du mode de stockage intérieur / extérieur sur les incendies de papiers / cartons

Le tableau suivant vise à présenter les différences en terme de propagation de l'incendie et de dispersion des fumées, pour divers modes de stockage intérieur / extérieur.

	Mode de stockage (intérieur ou extérieur)	Différence entre un stockage intérieur et extérieur		Remarques
		Oui	Non	
1/	Stockage intérieur avec un volume libre au-dessus :		X	- les fumées montent au plafond, - moins d'impact sur les personnes.
2/	Stockage intérieur :Influence sur la propagation	X		- plus de particules ou de suies incandescentes peuvent retomber sur les flots voisins, - dilution plus faible au sein du panache.
3/	Stockage intérieur sans volume libre au-dessus :	X		- le rayonnement des fumées sur les autres flots est favorisé, - augmentation du phénomène de propagation.

L'INERIS souligne qu'avant l'incendie généralisé d'un bâtiment de stockage, il n'y a pas de problème d'aération du feu. En effet, la présence d'espaces libres au niveau du stockage des flots favorise la ventilation.

FUMÉES D'INCENDIE DE STOCKAGES DE BOIS

Le bois utilisé en papeterie n'est pas traité au préalable et contient environ 50 % d'eau. Ainsi, les principaux produits issus de la combustion du bois seraient essentiellement du monoxyde de carbone (CO), du dioxyde de carbone (CO₂), de l'eau (H₂O) et des résidus. Le rapport CO/CO₂ va dépendre de la ventilation du foyer : si celui-ci est sous ventilé, le rapport CO/CO₂ est supérieur à 0,1, sinon il est de l'ordre de 0,1. Ces fumées, sauf cas particulier, ne présentent pas de potentiel toxique important pour l'environnement. Par contre, elles peuvent poser des problèmes d'intoxication pour les pompiers en cas d'intervention et de visibilité à proximité de l'incendie. L'expérience montre que des concentrations relativement importantes de CO ont été observées à proximité des foyers.

FUMÉES D'INCENDIE DE STOCKAGES DE PAPIERS / CARTONS

Les papiers / cartons étant composés essentiellement de cellulose (essentiellement des atomes de carbone C, hydrogène H et oxygène O), les fumées d'incendie seraient essentiellement composées de CO₂, CO, H₂O. Il n'est pas exclu que d'autres composants (issus de recombinaisons d'azote N, de chlore Cl ou de soufre S ou autres) soient présents dans les fumées, mais en très faibles quantités. Ces fumées, sauf cas particulier, ne présentent pas de potentiel toxique important pour l'environnement. Par contre, elles peuvent poser des problèmes d'intoxication pour les pompiers en cas d'intervention et de visibilité à proximité de l'incendie. Pour les produits ajoutés (pigments ou autres additifs), les quantités sont relativement faibles et leur impact devrait être limité sur l'environnement. Ces éléments plus lourds devraient être principalement déposés dans le voisinage proche de l'incendie.

ECOTOXICITE DES EAUX D'EXTINCTION D'INCENDIES DE BOIS OU DE PAPIERS

Compte tenu des connaissances actuelles, il est difficile de se prononcer sur la composition et l'écotoxicité des eaux d'extinction d'incendies de bois ou de papiers. Pour les incendies de papiers et de cartons, les eaux d'extinction seront probablement chargées en matières organiques (cellulose) et minérales (charges dans le papier).

L'écotoxicité de eaux d'extinction d'incendie de produits celluloses est très peu renseignée. Par exemple, l'accidentologie (BARPI) reporte plusieurs cas de pollutions de ce type, mais ne détaille pas quels polluants ont été trouvés dans les eaux de surface impactées.

Les publications internationales consultées ne traitent pas directement des produits celluloses industriels. La seule référence possible serait alors de faire une analogie avec les études sur les feux de forêt. Les feux de forêt peuvent polluer les eaux de surface du fait de leur augmentation de température, de la raréfaction en oxygène, de la modification du pH, ou des cendres produites. Outre ces phénomènes inhérents à quasiment tous les incendies, ils provoquent également le rejet de plusieurs substances - dont certaines relativement toxiques - organiques ou non. Plusieurs études rapportent des concentrations accrues en ammoniac, nitrates, calcium, potassium et magnésium, et surtout (car toxiques) cyanides (Crouch et al., 2005). Une autre étude, par des analyses régulières dans une rivière après un incendie de forêt en Catalogne, permet d'estimer que la concentration en HAPs a été quasiment décuplée suite à l'incendie. Le composant trouvé en plus grande quantité a été le phénanthrène (Olivella et al., 2005). Enfin, en l'absence de plus amples données, il est possible de se rapporter à l'analyse d'émissions de feux de forêt. Ainsi Lemieux (2004) permet de connaître les composés émis en plus grande quantité:

- BTX et acétonitrile pour les composés organiques volatils;
- des furannes pour les composés organiques semi-volatils;
- et surtout des aldéhydes et des cétones parmi les carbonyles.

Par contre, il est bien délicat de prévoir quelles proportions seraient retrouvées dans les eaux d'extinction..."

Les papetiers signalent que le papier a la propriété d'absorber environ 50 % de son poids en eau, ce qui permet de limiter le volume des eaux d'extinction incendie pouvant atteindre l'environnement.
 A ce propos, un essai a été réalisé le 23 juin 2004 sur un site papetier, en présence de la DRIRE Haute-Normandie. Les circonstances de l'essai et les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau suivant :

<i>Conditions météorologiques</i>	<i>Hypothèses retenues pour l'arrosage</i>	<i>Situation sur le terrain</i>	<i>Application des hypothèses retenues à la situation sur le terrain</i>
Pas de pluie pendant les essais Dernier jour sans pluie : 19/06/2004 Niveau de pluie sur les derniers jours : - 20/06/2004 : 9,0 mm - 21/06/2004 : 1,8 mm - 22/06/2004 : 1,0 mm - 23/06/2004 : 0,2 mm	Attaque massive à l'eau Taux d'extinction retenu : 1 l/m ² /min Durée d'application : 2 heures	Lance à incendie d'un orifice de 14 mm branchée sur un réseau de pression 4 bar, délivrant un débit de 15 m ³ /h (250 l/min) Tas de déchets de trituration d'un diamètre de 8 m, occupant un surface au sol approximative de 50 m ² Tas de papiers à recycler d'un diamètre de 6 m, occupant un surface au sol approximative de 28 m ²	Quantité d'eau à appliquer pour simuler l'extinction, selon les hypothèses retenues (taux d'extinction et durée d'application) : - 6000 litres sur le tas de déchets de trituration - 3360 litres sur le tas de papiers à recycler Durée d'arrosage pour déverser la quantité d'eau voulue, compte tenu des caractéristiques de la lance incendie : - 24 minutes pour le tas de déchets de trituration - 14 minutes pour le tas de papiers à recycler
Observations suite à la réalisation des essais			
L'essai sur le tas de déchets de trituration a été réalisé en appliquant le débit de 15 m ³ /h pendant 24 minutes en 3 temps d'environ 8 minutes, sur 3 faces différentes du tas. Le tout s'est déroulé sur une durée totale de 30 minutes environ. Il a été constaté une absence de ruissellement.			
L'essai sur le tas de papiers à recycler a été réalisé en appliquant le débit de 15 m ³ /h, en continu pendant 14 minutes, en attaquant toujours le même point. Il a été constaté que le ruissellement le long du tas, pendant l'arrosage, n'excède pas 30 cm (30 cm en-dessous du point d'attaque, l'eau a déjà pénétré le tas). En outre, après l'essai, le tas a été creusé au niveau de l'impact du jet : les papiers à recycler ne présentaient des traces d'humidité que sur une profondeur n'excédant pas 20 cm).			

En définitive, l'utilité d'une rétention des eaux d'extinction incendie sur un site papetier et son dimensionnement est à étudier au cas par cas, en fonction des produits (bois, papiers, autres produits...) pris dans l'incendie et du milieu naturel susceptible de les recevoir (sol, cours d'eau de faible ou fort débit...).

ANNEXE G

Exemple d'application des guides D9 et D9A

Exemple d'application des guides D9 et D9A

Les guides D9 [25] et D9A [26] donnent respectivement des éléments pour dimensionner :

- les besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie,
- les rétentions des eaux d'extinction incendie.

Un exemple d'application a été pris pour illustrer la démarche décrite dans ces deux guides.

On considère un bâtiment de stockage de papier, d'une superficie de 10 000 m², sur une hauteur de 6 m.

Il y a une présence permanente sur le site.

Le bâtiment est à ossature stable au feu < à 30 minutes. Il est équipé d'un sprinkler, avec une pompe de 300 m³/h et une réserve de 450 m³.

La surface étanchée allant vers la rétention est de 5000 m² (voiries).

L'annexe 1, Fascicule O02 du guide D9 donne une catégorie de risque 2 pour les papeterie.

Sur la base de ces informations, les résultats obtenus pour les calculs sont donnés dans les tableaux suivants :

DESCRIPTION SOMMAIRE DU RISQUE				
(...)				
CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL		COMMENTAIRES
		Activité	Stockage	
HAUTEUR DE STOCKAGE ⁽¹⁾ - Jusqu'à 3 m - Jusqu'à 8 m - Jusqu'à 12m - Au-delà de 12m	0 +0,1 +0,2 +0,5		+0,1	
TYPE DE CONSTRUCTION ⁽²⁾ - ossature stable au feu ≥ 1 heure - ossature stable au feu ≥ 30 minutes - ossature stable au feu < 30 minutes	- 0,1 0 +0,1		+0,1	
TYPES D'INTERVENTIONS INTERNES - accueil 24h/24 (présence permanente à l'entrée) - DAI généralisée reportée 24h/24 7J/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24 H/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels. - service de sécurité incendie 24h/24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24h/24	-0,1 -0,1 -0,3 *		-0,1	
Σ coefficients			0,1	
1+ Σ coefficients			1,1	
Surface de référence (S en m ²)			10 000	
$Q_i = 30 \times \frac{S}{500} \times (1 + \Sigma \text{Coef})$ ⁽³⁾			660	
Catégorie de risque ⁽⁴⁾ Risque 1 : Q1 = Qi x 1 Risque 2 : Q2 = Qi x 1,5 Risque 3 : Q3 = Qi x 2			990	
Risque sprinklé ⁽⁵⁾ : Q1, Q2 ou Q3 ÷ 2			495	
DEBIT REQUIS ⁽⁶⁾⁽⁷⁾ (Q en m ³ /h)			495	

⁽¹⁾ Sans autre précision, la hauteur de stockage doit être considérée comme étant égale à la hauteur du bâtiment moins 1 m (cas des bâtiments de stockage).
⁽²⁾ Pour ce coefficient, ne pas tenir compte du sprinkleur.
⁽³⁾ Qi : débit intermédiaire du calcul en m³/h.
⁽⁴⁾ La catégorie de risque est fonction du classement des activités et stockages (voir annexe 1).
⁽⁵⁾ Un risque est considéré comme sprinklé si :
 - protection autonome, complète et dimensionnée en fonction de la nature du stockage et de l'activité réellement présente en exploitation, en fonction des règles de l'art et des référentiels existants ;
 - installation entretenue et vérifiée régulièrement ;
 - installation en service en permanence.
⁽⁶⁾ Aucun débit ne peut être inférieur à 60 m³/h.
⁽⁷⁾ La quantité d'eau nécessaire sur le réseau sous pression (cf. § 5 alinéa 5) doit être distribuée par des hydrants situés à moins de 100 m des entrées de chacune des cellules du bâtiment et distants entre eux de 150 m maximum.
 * Si ce coefficient est retenu, ne pas prendre en compte celui de l'accueil 24h/24.

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 : (Besoins x 2 heures au minimum)	495
		+	+
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	450
		+	+
	Rideau d'eau	besoins x 90 mn	
		+	+
	RIA	A négliger	0,00
		+	+
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en gal. 15 -25 mn)	
		+	+
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	
		+	+
Volumes d'eau liés aux intempéries		10 l/m ² de surface de drainage	150
		+	+
Présence stock de liquides		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	
		=	=
Volume total de liquide à mettre en rétention			1095



INERIS

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - Internet : <http://www.ineris.fr>