

Chapitre V : Identification et évaluation des dangers d'accidents et moyens de prévention

Table des matières

Informations générales concernant les données sensibles :	2
Définitions :	3
Spécifications relatives à la partie analytique	5
1. Les bonnes raisons de juger un risque acceptable « installation par installation »	5
1.1. L'événement redouté est physiquement impossible.	6
1.2. La portée des effets dangereux de l'événement redouté n'atteint aucune zone fréquentée.....	6
1.3. L'événement redouté est assez lent pour avoir le temps de soustraire la population au danger.	6
1.4. L'événement redouté a une fréquence d'occurrence suffisamment basse pour croire qu'il ne sera jamais observé	6
2. Sélection des installations dangereuses	9
2.1. Les règles à appliquer pour la détermination du seuil de sélection	9
3. Référence aux accidents historiques	18
4. Liste des événements redoutés	18
5. Analyse de la sûreté des installations	19
5.1. Sélection des évènements redoutés.....	19
5.2. Calcul de la portée des effets	20
5.3. Dynamique de l'accident	26
5.4. Estimation des fréquences d'occurrence de l'événement redoutable	26
5.5. Black out	32
6. Tableau de synthèse	33

Informations générales concernant les données sensibles :

La partie publique devra reprendre :

- La description de la méthodologie utilisée pour la sélection des installations dangereuses
- Les informations générales relatives à la nature des dangers liés aux accidents majeurs (incendie, explosion, pollution, ...), y compris leurs effets potentiels sur la santé humaine (effet thermique, effet de surpression, effet toxique, ...) et l'environnement (pollution du milieu aquatique...)
- Un résumé des principaux types de scénarios d'accidents majeurs (feu de flaque, nuage toxique, épanchement de produit dangereux pour le milieu aquatique...) sans faire de lien avec les substances dangereuses,
- Un résumé des mesures de maîtrise des dangers (détection, capteur de pression, cuvette de rétention, rideau d'eau, sprinklage, ...) permettant de faire face aux différents types de scénarios d'accidents majeurs ;

La partie non publique reprendra :

- La sélection des installations dangereuses
- La référence aux accidents historiques
- La liste des scénarios d'accidents
- L'analyse de la sûreté des installations
- Maîtrise des risques pour les scénarios issus de facteurs externes.
- Le tableau de synthèse.

Pour les explosibles, les informations relatives à l'identification et à l'évaluation des dangers d'accidents majeurs sont détaillées dans le « [Guide pour rédiger une étude de sécurité relative à la fabrication et au stockage d'explosifs](#) ». Ces informations doivent figurer dans la version non publique du rapport de sécurité.

Définitions :

Equipements : Eléments techniques faisant partie d'une installation. On citera comme exemples d'équipements : les réservoirs, les pompes, les canalisations, les flexibles, les colonnes, les réacteurs, les échangeurs de chaleur.

Installation : unité technique à l'intérieur d'un établissement où des substances dangereuses sont produites, utilisées, manipulées ou stockées et qui comprend tous les équipements, structures, canalisations, machines, outils, embranchements ferroviaires particuliers, quais de chargement et de déchargement, appontements desservant l'installation, jetées, dépôts ou structures analogues, flottants ou non, nécessaires pour le fonctionnement de l'installation.

Risque Natech : Le risque NaTech (Naturel-Technologique) désigne l'impact qu'une catastrophe naturelle peut engendrer sur une installation industrielle susceptible de provoquer un accident, et dont les conséquences peuvent porter atteinte, à l'extérieur du site industriel, aux personnes, aux biens ou à l'environnement.

Risque : la probabilité qu'un effet spécifique se produise dans une période donnée ou dans des circonstances déterminées. Par convention, le risque est exprimé sur base d'une fréquence annuelle.

Scénario : chaîne d'événements menant, depuis un mode de défaillance (petite, moyenne, grande brèche, rupture catastrophique,...) à l'effet d'un phénomène dangereux.
Exemple : une fuite d'inflammable consécutive à une petite brèche (mode de défaillance) entraîne un jet fire (phénomène dangereux) et donc un effet thermique (effet).

Zone fréquentée : Toute zone, située en dehors des limites du site, fréquentée ou pouvant être fréquentée par le public (zones urbanisables, zonings industriels, maisons isolées, routes,...).

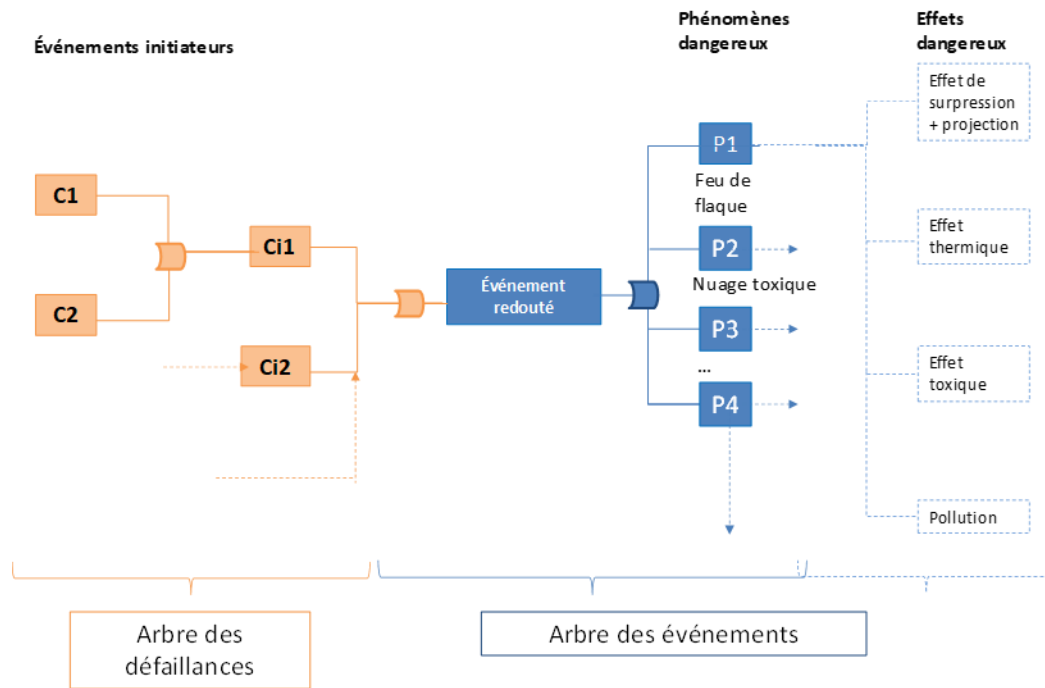
Zone de vigilance : Zone où des effets d'un accident majeur peuvent affecter des personnes sensibles ou inquiéter des personnes non averties.

Zone à risque : Zone où des effets d'un accident majeur peuvent avoir des conséquences graves, directes ou indirectes, immédiates ou différées pour la santé ou la sécurité des personnes.

Zone de danger immédiat : Zone où des effets d'un accident majeur peuvent avoir des conséquences irréversibles ou létales en cas d'exposition même de courte durée.

Noeud papillon : Diagramme logique destiné à visualiser l'enchaînement des défaillances et des événements pouvant mener à la réalisation d'un accident majeur.

Un tel diagramme est représenté ci-après :



Arbre des défaillances : Diagramme logique destiné à visualiser l'enchaînement des causes pouvant amener à la réalisation d'une libération d'énergie ou de matière.

Arbre des événements : Diagramme logique destiné à visualiser les circonstances dans lesquelles une libération de matière ou d'énergie conduit à un phénomène dangereux

Événement redouté : libération de matière ou d'énergie consécutive à un enchaînement de causes. Dans le cas d'une libération de matière, celle-ci peut être consécutive à une petite brèche, une moyenne brèche, une grande brèche, une rupture catastrophique ou une vidange en moins de 10 minutes, un BLEVE....

Note : dans la littérature, événement redouté est également appelé :

- Top event
- Événement central
- Événement redouté **central**
- Événement indésirable

Ces terminologies pourront être rencontrées dans le document.

Effet dangereux : l'effet dangereux est la conséquence d'une libération d'énergie ou de matière, et donc d'un phénomène dangereux. L'effet dangereux peut être soit toxique, thermique, une surpression, une projection ou une pollution.

Perte de confinement : libération de matière ou d'énergie suite à une défaillance ou une déviation. La perte de confinement est la résultante d'une fuite (toutes tailles confondues), d'une rupture catastrophique, d'une vidange en moins de 10 minutes.

Phénomène dangereux : les phénomènes dangereux correspondent à une libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à l'homme ou à l'environnement. Ils peuvent prendre la forme d'un nuage toxique ou inflammable, d'une flaque (évaporation toxique ou d'inflammable ou feu), d'un jet fire, d'un VCE , boil over, BLEVE,...

Spécifications relatives à la partie analytique

L'objectif principal de cette partie est de justifier la maîtrise du risque pour chaque équipement dangereux. Elle doit permettre de vérifier l'adéquation entre les dangers identifiés et les mesures de prévention et de protection prises par l'exploitant.

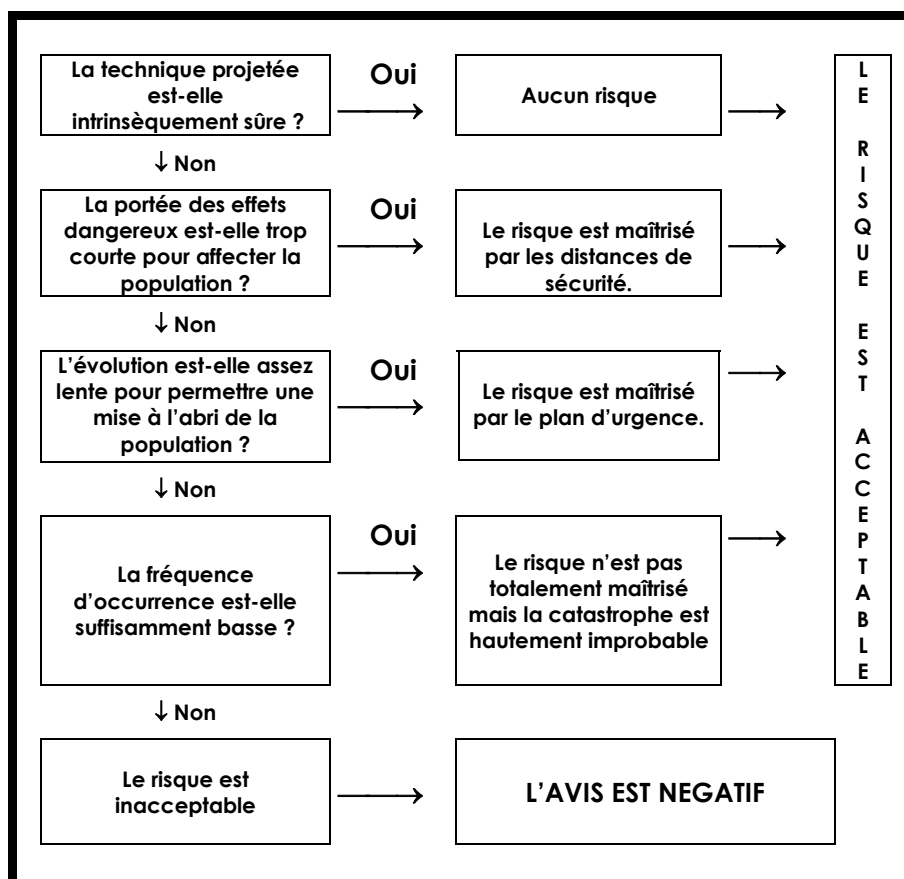
Pour les dépôts de substances dangereuses en petits contenants, les halls ou les compartiments de stockage sont à considérer comme des équipements.

1. Les bonnes raisons de juger un risque acceptable « installation par installation »

A) Effet sur l'homme

Lorsqu'on étudie chaque équipement dangereux, l'usage a montré qu'il existe quatre raisons d'accepter le risque et que celles-ci ont des chances très différentes de se faire unanimement accepter selon qu'elles font appel à la logique pure, à des calculs scientifiques ou à une évaluation statistique.

Le processus de décision est illustré par le diagramme qui suit :



En toutes circonstances, la gestion du risque s'appuie sur une évaluation des effets.

Il suffit d'une seule réponse positive dans le schéma décisionnel ci-dessus pour justifier la maîtrise du risque de l'installation étudiée. La poursuite de la démonstration n'est par conséquent pas nécessaire.

1.1. L'événement redouté est physiquement impossible.

Cela consiste à démontrer que l'activité envisagée utilise des techniques intrinsèquement sûres et que l'événement redouté est physiquement impossible.

Le message est presque toujours très facile à faire passer parce qu'il fait appel à de la logique élémentaire. A titre d'exemple, il est très facile de faire comprendre qu'un réservoir enterré ne peut exploser au contact d'une flamme puisqu'il est impossible d'entretenir une flamme sous la terre en l'absence d'air. De même, tout le monde peut comprendre que la paroi du réservoir ne peut être percée par un projectile, si un mètre de terre la protège.

1.2. La portée des effets dangereux de l'événement redouté n'atteint aucune zone fréquentée.

Lorsque l'événement redouté n'est pas physiquement impossible, on peut considérer le risque comme acceptable si l'on peut apporter la preuve que, même dans le pire des cas, la portée des effets dangereux est suffisamment limitée pour ne pas atteindre une zone fréquentée.

Cet argument peut être utilisé, par exemple, pour faire accepter le risque en cas de fuite de gaz inflammable à un poste de chargement correctement équipé de moyens de limitation du débit et de la durée d'une fuite.

Dans ce cas, la démarche est déterministe car ce sont des calculs basés sur des lois physiques qui sont utilisés pour apporter la démonstration de la sécurité.

1.3. L'événement redouté est assez lent pour avoir le temps de soustraire la population au danger.

Ce troisième type d'argumentation peut être utilisé pour des événements redoutés dont la portée des effets dangereux est telle qu'elle atteindrait des zones fréquentées mais dont la dynamique est suffisamment lente pour garantir l'absence de conséquences catastrophiques.

Cela concerne, par exemple, le boil-over qui se développe assez lentement pour laisser le temps aux riverains d'évacuer les lieux si nécessaire.

Dans ce cas, la démonstration de la sécurité se base le plus souvent sur l'empirisme, si le phénomène est bien connu et, au besoin, sur des calculs physiques tels que des débits de combustion ou des vitesses d'évaporation.

La justification par ce point est extrêmement rare car il faut faire la démonstration que l'événement est **suffisamment lent** pour laisser le temps de déployer le plan d'urgence (**plusieurs heures**).

1.4. L'événement redouté a une fréquence d'occurrence suffisamment basse pour croire qu'il ne sera jamais observé

Ce n'est qu'en dernier ressort, si aucun des motifs précédents ne peut être invoqué, que la fréquence d'occurrence peut être utilisée pour justifier le fait que le risque est acceptable.

La principale raison de classer cet argument à la dernière place est que c'est l'argument le moins convaincant et le plus difficile à développer.

Il est peu convaincant car :

- l'aversion vis-à-vis du risque varie très fort d'un individu à l'autre ;
- les données statistiques disponibles n'ont souvent qu'un lointain rapport avec le cas étudié et les marges d'erreur sont considérables ;
- un événement, même peu probable, peut se produire un jour.

C'est l'argument qui est aussi le plus difficile à développer parce qu'il nécessite une analyse très fine, une logique rigoureuse et l'utilisation de données numériques souvent discutables.

Malgré les faiblesses connues de cette approche, elle est quand même utilisée intensivement car la rejeter conduirait à refuser une quantité d'activités réputées dangereuses mais qui ne le sont pas plus que d'autres mieux connues et généralement acceptées comme la distribution de gaz dans une ville ou le transport ferroviaire de passagers.

Pour être compris du plus grand nombre, nous communiquons en termes de fréquence d'apparition d'effets dangereux dans des endroits fréquentés et non pas en espérance mathématique de décès comme il est d'usage ailleurs.

Ce concept a beaucoup d'avantages et notamment :

- Une perception plus juste des véritables appréhensions de la population qui ne veut en aucun cas d'une catastrophe et qui n'est pas disposée à faire des concessions en fonction du nombre de victimes. En effet, si le risque de catastrophe est jugé acceptable, c'est toujours en raison de la fréquence suffisamment basse et non en raison d'un nombre limité de victimes. Tout le monde est bien conscient que si un projet est impopulaire, c'est en négociant une réduction de la fréquence d'occurrence et non du nombre de victimes que l'on peut espérer faciliter son acceptation.
- Une prise en compte des conséquences non létales (**effets irréversibles**).
- Une simplification de l'étude dans ce qu'elle a de plus contestable. En effet, il y a beaucoup trop de données aléatoires pour établir une véritable corrélation entre les effets physiques d'un accident et les conséquences humaines ou économiques. En outre, il y a beaucoup trop peu d'observations d'accidents majeurs pour faire des projections fiables en la matière.

A titre d'exemple, il est bien plus simple et bien plus sûr de se contenter d'estimer la probabilité qu'un immeuble soit exposé à des suppressions dangereuses que d'estimer le nombre de personnes qui ne survivraient pas si l'immeuble venait à s'effondrer.

D'un point de vue qualité de communication, il est aussi intéressant de se limiter au risque d'effets dangereux pour la stabilité des bâtiments car cette situation est déjà inacceptable pour les riverains. Spéculer sur le nombre de morts pour juger de l'acceptabilité d'un risque laisserait supposer que les autorités jugeraient acceptable d'être enseveli sous les ruines de son habitation si on y survit.

Une telle attitude ferait douter du rôle protecteur que le citoyen est en droit d'attendre d'un service public.

Remarque :

Le calcul des distances d'effet doit toujours être réalisé avant le calcul des fréquences d'occurrence.

B) Effet sur l'environnement

Dans les cas où une pollution de l'eau ou du sol est redoutée, pour justifier de l'acceptabilité du risque, il est nécessaire de démontrer que :

- Soit le risque est physiquement impossible,
- Soit sa fréquence est très faible.

Le calcul de la portée de l'effet ou de la vitesse de propagation d'une pollution environnementale du sol ou de l'eau n'apporte rien. Ce qui est important c'est de savoir si cela entraîne une pollution de l'environnement. Des calculs de portées et de dilution sont trop incertains pour être pris en compte et ne peuvent pas servir de base à l'acceptabilité d'un risque.

Dès que l'accident n'est pas physiquement impossible, il faut expliquer dans le plan d'urgence interne comment on compte limiter toute fuite de substance toxique pour l'environnement.

2. Sélection des installations dangereuses

Est considéré comme dangereux, tout équipement contenant des substances dangereuses en quantité supérieure à une quantité seuil dépendante des propriétés dangereuses de la substance, de son état physique et éventuellement de sa situation par rapport à une autre installation dangereuse.

Lorsque plusieurs équipements sont en communication permanente, c'est le total du contenu des équipements communicants qui est renseigné à moins qu'il n'existe aucun risque de siphonage de l'ensemble des équipements en cas de fuite sur l'un d'entre eux. On citera en exemple, plusieurs réacteurs en communication directe. Pris séparément, ils pourraient ne pas être sélectionnés, mais ensemble, ils constituent un équipement dangereux.

Sont également considérés comme équipements dangereux, les systèmes ouverts dont la capacité est inférieure au seuil à considérer mais qui sont **capables de libérer en 10 minutes une quantité égale ou supérieure à cette valeur seuil (exemple : tuyauteries...)**.

2.1. Les règles à appliquer pour la détermination du seuil de sélection

2.1.1. Fixer un seuil de référence Ma (en kg) en fonction de la nature du danger

Quand une substance dangereuse relève de l'une des catégories de danger identifiées dans les tableaux des masses de référence des substances ci-dessous, il faut lui attribuer comme seuil de référence (Ma) la quantité reprise dans la colonne correspondant à l'état physique de cette substance dans les conditions normales d'utilisation. Si une substance présente plusieurs catégories de danger, on prend le seuil de référence le plus faible.

Les substances visées par la Directive Seveso III doivent obligatoirement être prises en compte pour la détermination du seuil de sélection.

Pour les substances non visées par la Directive Seveso III, il y a lieu de les prendre en compte si elles peuvent engendrer des effets similaires à ceux d'un accident majeur. Toute substance reprise à l'annexe II (« [Seuils de concentration](#) ») du guide doit être prise en compte pour la détermination du seuil de sélection.

Les équipements contenant des substances dangereuses désignées (repris à l'annexe I de l'accord de coopération) et pour lesquels les seuils Seveso sont inférieurs à 5 tonnes, sont considérés comme des équipements dangereux.

Le tableau suivant reprend les substances dangereuses désignées pour lesquels les seuils Seveso sont inférieurs à 5 tonnes :

Substances désignées	Numéro CAS	Quantité en tonnes	
		Seuil bas	Seuil haut
Pentoxyde d'arsenic, acide (V) arsénique et/ou ses sels	1303-28-2	1	2
Trioxycide d'arsenic, acide (III) arsénique et/ou ses sels	1327-53-3		0.1

Composés de nickel sous forme pulvérulente inhalable : monoxyde de nickel, dioxyde de nickel, sulfure de nickel, disulfure de trinickel, trioxyde de dinickel			1
4,4'-méthylène bis (2-chloraniline) et/ou ses sels, sous forme pulvérulente	101-14-4		0.01
Isocyanate de méthyle	624-83-9		0.15
Dichlorure de carbonyle (phosgène)	75-44-5	0.3	0.75
Arsine (trihydrure de d'arsenic)	7784-42-1	0.2	1
Phosphine (trihydrure de phosphore)	7803-51-2	0.2	1
Dichlorure de soufre	10545-99-0		1
Polychlorodibenzofuranes et polychlorodibenzodioxines (y compris TCDD), calculées en équivalent TCDD (voir note 20)			0.001
Les cancérogènes suivants ou les mélanges en concentration supérieure à 5% en poids : -4-aminobiphényle et/ou ses sels, -benzotrichlorure, -benzidine et/ou ses sels, -oxyde de bis-(chlorométhyle), -oxyde de chlorométhyle et de méthyle, -1,2-dibromométhane, -sulfate de diéthyle, -sulfate de diméthyle, -chlorure de diméthylcarbamoyle, -1,2-dibromo-3-chloropropane, -1,2-diméthylhydrazine, -diméthylnitrosamine, -triamide hexméthylphosphorique, -hydrazine, -2-naphthylamine et/ou ses sels, -4-nitrodiphényle, -1,3-propanesulfone		0.5	2

Tableau des substances dangereuses désignées pour lesquelles le seuil Seveso est inférieur à 5 tonnes.

Le tableau suivant reprend les masses de référence des substances :

	Classe de danger et catégorie		Masse de référence (Kg)		
	Seveso	Non-Seveso	Solide	Liquide	Gaz
Dangers pour la santé	H1 : Tox. Aiguë Cat 1 Toutes voies		1000	100	10
	H2 : Tox. Aiguë Cat 2 Toutes voies	Mutagène sur les cellules germinales, Cat 1	10 000	1000	100
	H2 : Tox. Aiguë Cat 3 Inhalation	Cancérogénicité Cat 1 et 2			
	H3 : Toxicité spécifique pour certains organes cibles (STOT)- Exposition unique cat 1	Lésions oculaires graves/ irritation oculaire Cat 1 Toxicité pour la reproduction Cat 1 et 2			

		Toxicité pour la reproduction, catégorie supplémentaire : effets sur ou via l'allaitement			
		Toxicité aiguë Cat 4 (inhalation) Lésions oculaires graves/ irritation oculaire Cat 2 STOT-Exposition unique Cat 2 et 3	100 000	10 000	1000
Dangers Physiques	P1a : Explosibles instables				
	P1a : Explosibles div 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.5 - 1.6		250 ¹	250	---
	P1a : Explosibles : substances ou mélanges présentant un danger selon la méthode A.14				
	P1b : Explosibles div 1.4	EUH006 : Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air	250	250	---
	P2 : Gaz inflammables : Cat 1 ou 2		---	2500	1000
	P3a : Aérosols inflammables Cat 1 ou 2 contenant des gaz infl. Cat 1 ou 2 ou des liquides infl. de cat 1			10 000	
	P3b : Aérosols inflammables Cat 1 ou 2 ne contenant pas de gaz infl. Cat 1 ou 2 ou des liquides infl. de cat 1			100 000	
	P4 : Gaz comburants Cat 1		---	---	10 000
	P5a : Liq inflammables Cat 1				
	P5a : Liq inflammables : - Cat 2 ou 3 maintenus à température > point ébullition ou - Autres liq dont PE < ou = 60°C, maintenus à une température > point ébullition		---	2500	1000

¹ Tout équipement susceptible de causer des dommages à l'extérieur des frontières du site doit être sélectionné même si la quantité de substance dangereuse contenue dans cet équipement n'atteint pas le seuil de référence de 250 kg.

	P5b : Liq inflammables : - Cat 2 ou 3 dont les conditions particulières de traitement (T°C ou P élevée) peuvent représenter des dangers d'AM. - Autres liq dont PE < ou = 60°C dont les conditions particulières de traitement (T ou P élevée) peuvent représenter des dangers d'AM.		---	10 000	1000
	P5c : Liq inflammables de Cat 2 ou 3 non couvert par P5a et P5b		---	10 000	1000
	P6a : Substances et mélanges autoréactifs (Type A ou B) et peroxydes organiques (Type A ou B)		250	250	---
	P6b : Substances et mélanges autoréactifs (Type C, D, E, F) et peroxydes organiques (Type C, D, E, F)		500	500	---
	P7 : Liquides pyrophoriques de Cat 1 et solides pyrophoriques de Cat 1		1000	1000	---
	P8 : Liquides comburants de Cat 1, 2, 3 et Solides comburants de Cat 1, 2, 3	EUH209 : Peut devenir facilement inflammable en cours d'utilisation	10 000	10 000	---
		Matières solides inflammables Cat 1 et 2	10 000	---	---
Dangers pour l'environnement	E1 : Danger pour l'environnement aquatique dans la catégorie aiguë 1 ou chronique 1		Si CL50 96h pour les poissons (en mg/l) >= 1 alors 1000. Sinon, 1000*CI50 96h (en mg/l)		
	E2 : Danger pour l'environnement aquatique dans la catégorie chronique 2	Dangers pour le milieu aquatique - Danger chronique Cat 3 et 4	10 000	10 000	10 000
Autres dangers	O1 : Substances ou mélanges auxquels est attribuée la mention de danger EUH014		10 000	10 000	10 000
	O2 : Substances ou mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables de Cat 1		10 000	10 000	10 000
	O3 : Substances ou mélanges auxquels est attribuée la mention de danger EUH029		10 000	1000	100
		Substances ou mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables de Cat 2	10 000	10 000	---

Tableau des masses de référence des substances selon le Règlement CLP.

Le tableau suivant reprend les masses de référence du nitrate d'ammonium :

Substances ou mélanges à base de nitrate d'ammonium susceptibles de détoner	Identification		Solide (kg)	Liquide (kg)	Gazeux(kg)
	Numéro ONU	Classe au transport			
1 Nitrate d'ammonium (*)	2426, 1942	5.1	1000	1000	---
2 Emulsion à base de nitrate d'ammonium	3375	5.1	---	400	---
3 Nitrate d'ammonium (**)			250	250	---
4 la nitrocellulose	2555, 2556, 2557	4.1	1000	---	---

Engrais à base de nitrate d'ammonium satisfaisant à l'essai de détonation			Solide(kg)	Liquide(kg)	Gazeux(kg)
1	Nitrate d'ammonium (***)		10000	10000	
2	Nitrate d'ammonium (****)		10000	10000	

Tableau des masses de référence du nitrate d'ammonium.

(*) Nitrate d'ammonium (350/2500) : qualité technique :

S'applique au nitrate d'ammonium et aux mélanges de nitrate d'ammonium dans lesquels la teneur en azote due au nitrate d'ammonium est :

- comprise entre 24,5 % et 28 % en poids et qui ne contiennent pas plus de 0,4 % de substances combustibles,
- supérieure à 28 % en poids et qui ne contiennent pas plus de 0,2 % de substances combustibles.

S'applique également aux solutions aqueuses de nitrate d'ammonium dans lesquelles la concentration de nitrate d'ammonium est supérieure à 80 % en poids.

(**) Nitrate d'ammonium (10/50) : matières «off-specs» (hors spécifications) et engrais ne satisfaisant pas à l'essai de détonation.

(***) Nitrate d'ammonium (5 000/10 000) : engrais susceptibles de subir une décomposition autonome

S'applique aux engrais composés/complexes à base de nitrate d'ammonium (les engrais composés/complexes à base de nitrate d'ammonium contiennent du nitrate d'ammonium et du phosphate et/ou de la potasse) qui sont susceptibles de subir une décomposition autonome selon l'épreuve de décomposition en gouttière des Nations unies (voir Manuel d'épreuves et de critères des Nations unies, partie III, sous-section 38.2), dont la teneur en azote due au nitrate d'ammonium est :

- Comprise en 15.75% (2) et 24.5% (3) en poids et qui contiennent au maximum 0.4% de combustibles/matières organiques au total, ou satisfont aux conditions de l'annexe III-2 du règlement (CE) n° 2003/2003 du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 relatif aux engrais,
- inférieure ou égale à 15,75 % en poids, sans limitation de teneur en matières combustibles.

(****) Nitrate d'ammonium (1 250/5 000) : qualité engrais

S'applique aux engrais simples à base de nitrate d'ammonium et aux engrais composés/complexes à base de nitrate d'ammonium qui satisfont aux conditions de l'annexe III-2 du règlement (CE) n° 2003/2003 et dont la teneur en azote due au nitrate d'ammonium est :

- supérieure à 24,5 % en poids, sauf pour les mélanges d'engrais simple à base de nitrate d'ammonium avec de la dolomie, du calcaire et/ou du carbonate de calcium, dont la pureté est d'au moins 90 %,
- supérieure à 15,75 % en poids pour les mélanges de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium,
- supérieure à 28 % (4) en poids pour les mélanges d'engrais simple à base de nitrate d'ammonium avec de la dolomie, du calcaire et/ou du carbonate de calcium, dont la pureté est d'au moins 90 %.

(2) Une teneur en azote de 15,75 % en poids due au nitrate d'ammonium correspond à 45 % de nitrate d'ammonium.

(3) Une teneur en azote de 24,5 % en poids due au nitrate d'ammonium correspond à 70 % de nitrate d'ammonium.

(4) Une teneur en azote de 28 % en poids due au nitrate d'ammonium correspond à 80 % de nitrate d'ammonium

Le tableau suivant reprend les masses de référence des explosibles désensibilisés :

		danger	Solide (kg)	Liquide (kg)	Gazeux(kg)
1	Explosibles désensibilisés cat. 1	H206 Danger d'incendie ; risque accru d'explosion si la quantité d'agent désensibilisateur est réduite.	1000	1000	---
2	Explosibles désensibilisés cat. 2	H207 Danger d'incendie ou de projection ; risque accru d'explosion si la quantité d'agent désensibilisateur est réduite.	4000	40000	---

3	Explosibles désensibilisés cat. 3	H207 Explosibles désensibilisés cat. 3 ; Danger d'incendie ou de projection ; risque accru d'explosion si la quantité d'agent désensibilisateur est réduite.	20000	20000	---
4	Explosibles désensibilisés cat. 4	H208 Explosibles désensibilisés cat. 4 ; Danger d'incendie ; risque accru d'explosion si la quantité d'agent désensibilisateur est réduite.	20000	20000	---

Tableau des masses de référence des explosibles désensibilisés :

2.1.2. Pondération des seuils obtenus en fonction du risque de vaporisation ou d'inflammation (pour les liquides)

Pour les liquides, il convient de diviser la masse de référence trouvée ci-dessus, par un coefficient S qui tient compte du risque de vaporisation ou d'inflammation.

$$M_b = M_a / S$$

Le coefficient S est la somme des coefficients S_1 et S_2 .

$$S = S_1 + S_2$$

Le coefficient S_1 tient compte de l'écart entre la température de service T_p et la température d'ébullition à pression atmosphérique T_{eb} selon la loi :

$$S_1 = 10 (T_p - T_{eb}) / 100$$

Le domaine de variation de S_1 dépend d'une éventuelle modification du risque liée à l'écart entre la température de service et la température d'ébullition.

Les limites imposées à S_1 dépendent donc directement des types de danger pris en considération. Les tableaux suivants donnent ces limites

Le tableau suivant reprend les valeurs limites pour S_1 :

Catégorie Seveso	Catégorie non Seveso	Limites de S_1
Section H – Dangers pour la santé		
H1 Toxicité aiguë Cat.1 Toutes voies		$1 \leq S_1 \leq 10$
H2 Toxicité aiguë Cat. 2 Toutes voies Cat.3 Inhalation	Mutagène sur les cellules germinales – cat. 1 Cancérogène – Cat. 1 et 2 Toxicité pour la reproduction – cat. 1 et 2	$1 \leq S_1 \leq 10$
	Toxicité aiguë Cat. 4 (inhalation) Lésions oculaires graves/irritation oculaire – cat. 1	$1 \leq S_1 \leq 10$
H3 Toxicité Spécifique pour certains organes cibles (STOT) – Exposition unique - STOT Cat. 1		$1 \leq S_1 \leq 10$
	STOT Exposition Unique Cat. 2 et 3 Lésions oculaires graves/irritation oculaire – cat. 2	$1 \leq S_1 \leq 10$
Section P – Dangers physiques		
P1a Explosifs - Explosifs instables ou - Explosifs, divisions 1.1, 1.2, 1.3, 1.5 ou 1.6, - subst. explosives selon méthode A.14		$S_1 = 1$
P1b Explosifs - Explosifs division 1.4	EUH006 : Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air	$S_1 = 1$
P2 Gaz inflammables - Cat. 1 ou 2		$S_1 = 1$
P3a Aérosols inflammables Aérosols F ou F+ contenant des gaz inflammables de Cat.1 ou 2, ou des liquides inflammables de cat .1		$S_1 = 1$
P3b Aérosols inflammables Aérosols F ou F+ sans les gaz ou liq. ci-dessus		$S_1 = 1$
P4b Gaz comburants Cat.1		$S_1 = 1$

P5a Liquides inflammables - Liq. Inflammables cat.1 ou - Liq. Inflammables cat. 2 ou 3 avec $T > T_{eb}$, ou - Liquide avec $F_p \leq 60^\circ\text{C}$ et $T > T_{eb}$.		$0,1 \leq S_1 \leq 10$
P5b Liquides inflammables - Liq. Inflammables cat 2 ou cat 3 dans conditions de P ou T élevée représentant un danger, ou - Liquide avec $F_p \leq 60^\circ\text{C}$ et conditions de P ou T élevée représentant un danger		$0,1 \leq S_1 \leq 10$
P5c Liquides inflammables - Liq. Inflammables cat 2 ou cat 3 non couverts ci-dessus.		$0,1 \leq S_1 \leq 10$
P6a Substances et mélanges autoréactifs et peroxydes organiques - S et M autoréactifs de type A ou B, ou - peroxydes organiques de type a ou B		$S_1=1$
P6b Substances et mélanges autoréactifs et peroxydes organiques - S et M autoréactifs de type C,D,E,F, ou - peroxydes organiques de type C,D,E,F		$S_1=1$
P7 Liquides et solides pyrophoriques Cat.1		$S_1=1$
P8 Liquides et solides comburants (Cat. 1, 2 ou 3)	EUH209 : Peut devenir facilement inflammable en cours d'utilisation	$S_1=1$
	Matières solides inflammables Cat 1 et 2	$S_1=1$
Section E – Dangers pour l'environnement		
E1 Danger pour l'environnement aquatique dans la catégorie aiguë 1 ou chronique 1		$1 \leq S_1 \leq 10$
E2 Danger pour l'environnement aquatique dans la catégorie chronique 2	Dangers pour le milieu aquatique - Danger chronique Cat 3 et 4	$1 \leq S_1 \leq 10$
Section O – Autres dangers		
O1 Substances avec mention EUH014 (Réagit violemment au contact de l'eau)		$S_1=1$
O2 Substance ou mélange dégageant des gaz inflammables au contact de l'eau, cat. 1	Substances ou mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables de Cat 2	$S_1=1$
O3 Substances avec mention EUH029 (Au contact de l'eau, dégage des gaz toxiques)		$S_1=1$

Tableau de sélection de S_1 selon le Règlement CLP

Le coefficient S_2 qui s'applique exclusivement aux procédés à température négative est donné par la formule suivante :

$$S_2 = \frac{T_{eb}}{(-50)}$$

Les températures sont exprimées en degrés Celsius.

Quelle que soit la valeur des coefficients S_1 et S_2 , le coefficient S (somme des deux) est maintenu entre 0,1 et 10.

Le nouveau seuil à prendre en considération pour la substance considérée est donc

$$M_b = M_a/S \quad \text{avec } S = S_1 + S_2$$

Lorsqu'une substance présente plusieurs types de dangers, il convient de prendre en considération le scénario menant au seuil M_b le plus bas.

Remarques :

- Dans le cas de mélanges, la température T_{eb} à prendre en compte est la température de début d'ébullition.
- Dans le cas d'une substance instable susceptible de se dissocier avant d'atteindre l'ébullition, la température T_{eb} à prendre en compte est la température de dissociation.
- Dans le cas d'une substance susceptible de polymériser sans dissociation avant d'atteindre l'ébullition, le coefficient S_1 est toujours égal à 1.

2.1.3. Pondération du seuil en cas de risque d'effet domino

Pour les équipements contenant des matières inflammables situés à moins de 50 mètres d'équipements identifiés comme dangereux, il convient d'évaluer la masse M_c calculée comme suit :

$$M_c = S_3 M_b$$

$$\text{avec } 0,1 \leq S_3 \leq 1$$

$$\text{et } S_3 = (0,02 D)^3$$

D étant la plus courte distance exprimée en mètres entre les deux installations.

2.1.4. Identification des équipements dangereux

Tout équipement susceptible de contenir des substances dangereuses en quantités supérieures aux seuils définis ci-dessus (soit M_a , soit M_b ou soit M_c) est considéré comme un équipement dangereux.

Il est important de signaler que la sélection n'est pas forcément exhaustive. Par conséquent, tout équipement non sélectionné par cette méthode mais qui est susceptible d'engendrer des effets à l'extérieur du site (ou est susceptible d'engendrer des effets domino) devra être également étudié.

Toutes les informations relatives aux équipements dangereux sont rassemblées dans le tableau modèle B (Cf. Annexe I – [Exemples de fiches](#)) qui renseigne: la désignation de l'équipement, la substance ou préparation contenue, le classement par catégorie de danger, la quantité de substance dangereuse contenue dans chaque équipement, la pression de service, l'écart entre la température de service et la température d'ébullition, la valeur seuil pour que l'équipement soit classé dangereux et les coordonnées X et Y de l'équipement par rapport au quadrillage du plan général d'implantation (Précision arrondie à la dizaine de mètres).

Désignation de l'équipement	Substance Dangereuse ²	Classes, catégories et mentions de danger	Pression en bar	Masse de référence Ma en kg	Tp - Téb. en °C	S1	S2	S3	Mc	Masse libérable en kg	Localisation sur plan

Tableau de sélection des équipements dangereux (modèle B disponible en [Annexe](#))

Remarques :

- Dans le cas où plusieurs substances dangereuses seraient présentes dans un même équipement, il faut faire l'hypothèse que chaque substance peut remplir la totalité de l'équipement.
- **Pour le stockage de produits conditionnés en petites quantités** (par exemple, entrepôt, hall de stockage, magasins de substances formulées contenant des références multiples tels que les magasins de substances pharmaceutiques ou phytopharmaceutiques, etc.), il ne faut pas tenir compte de la capacité du récipient mais bien de la capacité totale du compartiment de stockage.

3. Référence aux accidents historiques

Une recherche est faite dans les banques de données sur les accidents industriels ([ARIA](#), [CSB](#), [FACTS](#), [eMARS](#)), afin de déterminer si les substances dont l'utilisation est envisagée ou des substances ayant des propriétés semblables ont déjà donné lieu à des accidents graves.

Dans l'affirmative, ces accidents doivent être rapportés et les précautions envisagées pour que de tels accidents ne se produisent pas au sein de l'établissement doivent être expliquées.

En outre, si des accidents industriels (incidents liés à des causes technologiques (erreur de process) ou naturelles (Natech)) se sont déjà produits sur le site de l'entreprise ou dans une autre entreprise du groupe dans le passé, il y a lieu de les décrire.

4. Liste des événements redoutés

Pour chaque équipement dangereux, une liste des événements redoutés est dressée.

A ce stade, le tri ne doit pas être fait entre les événements physiquement impossibles et les autres. C'est l'analyse ultérieure qui explique pourquoi certains événements redoutés sont logiquement impossibles.

Les événements redoutés menant à une libération de substance ou d'énergie, à analyser systématiquement sont :

² Dans le cas de stockage de substances dangereuses en petits conditionnements, l'exploitant peut introduire le nom de la famille du groupe de substances dangereuses.

- La ruine de l'appareil par sollicitation interne, sollicitation externe ou affaiblissement de la structure ;
- Une fuite ininterrompible en phase liquide ;
- Une fuite ininterrompible en phase gazeuse ;
- Un débordement ;
- L'éruption du contenu de l'appareil par génération massive de gaz ou de vapeur en milieu liquide ;
- Tout autre scénario d'accident ayant pour effet une libération massive de substance dangereuse ou d'énergie.

Remarques :

- ◆ Lorsqu'un équipement dangereux comporte des surfaces d'échange thermique avec un autre fluide, il convient d'envisager les conséquences d'un reflux de substance dangereuse dans le fluide caloporteur et les conséquences d'une fuite de fluide caloporteur dans l'appareil. Les deux cas doivent toujours être envisagés, dans l'éventualité d'une chute de pression dans la partie habituellement en pression. Si une mise en communication accidentelle peut avoir des conséquences graves, elle est considérée comme un événement redouté.
- ◆ Face à la complexité des installations, les auteurs d'études rassemblent souvent plusieurs équipements sous un seul et même cas. Ils justifient cela par le fait que le cas étudié est celui qui cause le plus de dégâts. Attention cependant au fait que si les scénarios sont tous très destructeurs et donc inacceptables en termes de portées d'effets, l'acceptabilité du risque se fera en termes de fréquence d'occurrence. Dès lors, rien ne garantit que le cas étudié (celui qui cause le plus de dégâts) a une fréquence d'apparition semblable aux autres scénarios et que ceux-ci sont acceptables en termes de fréquence.

Dès lors, il est autorisé de rassembler plusieurs scénarios semblables en un scénario unique dans les cas suivants :

- Le scénario unique est acceptable sur base de sa portée d'effet et il est celui dont les effets ont la portée la plus grande ;
- Le scénario unique est acceptable sur base de sa fréquence de survenance et il est le plus probable des scénarios.

5. Analyse de la sûreté des installations

Cette partie doit mettre en évidence l'adéquation entre d'une part, les événements redoutés et d'autre part, les moyens de prévention ou d'atténuation des conséquences de ces événements redoutés.

5.1. Sélection des évènements redoutés

La démarche à suivre pour justifier l'acceptabilité de ce risque est basée sur l'approche hybride du Service Public de Wallonie.

La première bonne raison pour accepter un risque lié à un événement redouté est de démontrer que l'événement est physiquement impossible.

Pour la clarté des explications, il est recommandé de se limiter aux arguments strictement suffisants pour déclarer l'événement impossible³.

Si l'événement redouté n'est pas physiquement impossible, l'analyse doit continuer.

5.2. Calcul de la portée des effets

Pour tous les cas d'accidents accompagnés d'explosions (générant des effets thermiques ou de surpression), de boules de feu, de feux de flaques ou d'émission de substances toxiques, nocives ou irritantes par inhalation, une estimation de la portée des effets significatifs en cas d'évolution normale et d'évolution catastrophique est réalisée.

La seconde bonne raison pour accepter un risque lié à un événement redouté est de démontrer que la portée des effets dangereux de l'événement redouté n'atteint aucune zone fréquentée.

Remarque :

A la rupture d'un équipement, il faut considérer la masse libérable de l'équipement mais également le débit éventuel alimentant l'équipement. Il faut également vérifier si un retour de substance dangereuse est possible (par siphonage).

Si l'exploitant dispose d'un dispositif d'isolement pour limiter la fuite ou l'évaporation d'une flaque ou autre (cas interruptible), l'exploitant peut calculer la portée d'effets d'une fuite interruptible (il est attendu que le délai d'isolement du système (lié à la détection et à la fermeture) soit pris en compte dans les calculs de portées d'effet). Dans ce cas, l'exploitant devra également passer par le calcul des fréquences pour démontrer l'efficacité du dispositif d'isolement.

Exemples :

- ✓ Lors d'une rupture d'une canalisation ou d'une pompe, on considère d'abord le cas d'une **fuite inintermittible**.
 - Si elle est acceptable, l'étude peut être stoppée.
 - Sinon l'étude doit être poursuivie avec le cas « interruptible » (en termes de portées d'effet et de fréquences).

- ✓ Lors d'un transfert entre deux équipements, la rupture de l'équipement d'alimentation peut provoquer le siphonage de l'équipement récepteur et inversement. Il y a donc lieu de tenir compte d'un débit d'alimentation supplémentaire lié à l'opération de transfert (ou d'un éventuel siphonage) pour les cas de rupture catastrophique mais également pour le cas des brèches menant à une vidange de l'équipement en moins de dix minutes. Le même raisonnement que l'exemple précédent est à appliquer pour l'acceptabilité.

³ Ainsi dès qu'un argument pouvant justifier l'acceptabilité du risque est mis en évidence, il faut arrêter les développements. Continuer l'étude en faisant l'hypothèse que cet argument ne serait pas bon annule toute l'argumentation et toute crédibilité à l'étude.

5.2.1. Les effets dangereux de référence sont :

- ◆ **Rayonnement thermique à l'exception des installations contenant des matières et objets explosibles.**

Seuils de référence :

- Un flux thermique de 6.4 kW/m² (pour l'impact sur l'être humain).
- Un flux thermique de 8, 32 ou 44 kW/m² (pour les effets dominos).

Effets sur l'homme :

Le seuil d'exposition pour l'impact sur l'être humain (6.4 kW/m²) correspond à des expositions de 20 secondes.

Pour des expositions de durées plus courtes, il y a lieu d'appliquer une correction. Le flux thermique est alors donné par :

$$I = 6.4 \left(\frac{20}{t} \right)^{\frac{3}{4}}$$

Le cercle de rayonnement thermique de 6.4 kW/m² est calculé et reporté sur plan pour l'évaluation des effets sur l'homme.

Effets dominos :

Pour le calcul des effets dominos, les valeurs de résistance des équipements doivent être utilisées compte tenu de leur type de construction, de leur niveau de protection, etc.

Les limites supérieures de flux radiatif sont de

- 8 kW/m² pour un réservoir non protégé,
- 32 kW/m² pour un réservoir atmosphérique protégé⁴,
- 44 kW/m² pour un réservoir sous pression protégé.

Notons que certaines substances sont instables pour des seuils thermiques inférieures à ces seuils de référence (peroxydes, nitrate ammonique, etc.). Dans de pareils cas, il a lieu de prendre en compte des seuils d'effets spécifiques à ces substances.

Les cercles de rayonnement thermique de 8, 32 et 44 kW/m² doivent être calculés et reportés sur plan pour l'évaluation des effets dominos.

Conclusions :

⁴ Protégé par sprinkler, isolation ignifuge, écrans thermiques ou systèmes similaires.

Si le flux de 6.4kW/m^2 n'atteint aucune zone fréquentée et qu'aucun équipement dangereux n'est impacté par le flux radiatif issu de la défaillance de l'équipement incriminé (effet domino), on peut estimer que l'effet thermique associé à ce phénomène dangereux n'aura pas de conséquence grave et donc que le risque est acceptable. Si un autre effet dangereux est envisageable, l'analyse est poursuivie.

◆ **Surpression**

Seuils de référence :

- Une surpression de 50 mbar (pour les effets sur l'être humain) ;
- Une surpression de 160 mbar (pour les effets dominos).

Les cercles de surpression à 50 mbar et à 160 mbar sont calculés et reportés sur plan.

Si la pression de 50 mbar n'atteint aucune zone fréquentée et qu'aucun équipement dangereux n'est impacté par la surpression de 160 mbar (effet domino), on peut estimer que l'effet de surpression associé à ce phénomène dangereux n'aura pas de conséquence grave et donc que le risque est acceptable. Si un autre effet dangereux est envisageable, l'analyse est poursuivie.

◆ **Projection (Effet missiles)**

Pour les sites avec un potentiel non négligeable d'effets missiles (dépôts de gaz en bonbonnes, explosion de réservoir, explosion de réacteur ...), les cercles d'effets doivent être reportés sur plan.

Si l'exploitant peut démontrer que le nombre de débris susceptibles d'être produits lors d'une explosion est très faible, ou que la majorité des projections est dirigée selon une orientation privilégiée, non fréquentée par le public et n'atteignant aucun équipement dangereux, on peut estimer que l'effet missile généré par ce phénomène dangereux aura une fréquence d'occurrence très faible et donc, que le risque est acceptable.

Remarque sur les effets dominos :

Pour tous les équipements dangereux pouvant induire un effet domino par effet de rayonnement, de surpression ou effets missiles sur un équipement dangereux, les cercles d'effets dominos doivent être tracés. Les équipements dangereux touchés par l'effet domino et dont les effets atteignent les zones fréquentées ainsi que les installations des établissements Seveso voisins présents dans ces cercles doivent être identifiés.

Il est attendu que l'exploitant fournisse un tableau reprenant les équipements générant des effets dominos atteignant d'autres sites Seveso et décrivant les mesures prises.

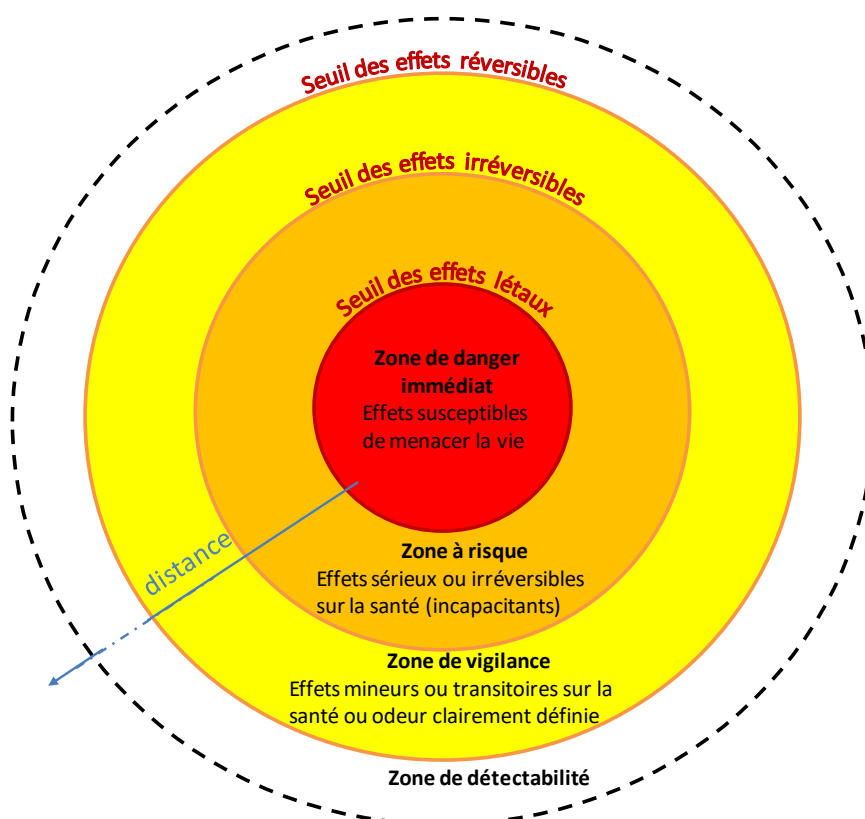
◆ Concentrations toxiques

L'acceptabilité du risque toxique est évaluée sur base des seuils de toxicité aiguë. Il existe différents types de valeurs seuils définies pour une conséquence et un temps d'exposition donnés (AEGL, ERPG, IDLH, SEL, ...). Pour ces valeurs seuils, une subdivision est réalisée entre le seuil des effets réversibles, irréversibles et létaux.

Ces seuils peuvent être définis de la manière suivante :

1. Seuil des effets réversibles : concentration sous laquelle un individu peut être exposé pendant un temps t (selon le type de valeur seuil) sans détecter d'effets mineurs et transitoires sur la santé ou d'odeur clairement définie.
2. Seuil des effets irréversibles : concentration sous laquelle un individu peut être exposé pendant un temps t sans ressentir ou développer des effets irréversibles sur la santé
3. Seuil des effets létaux : concentration sous laquelle un individu peut être exposé pendant un temps t sans ressentir d'effet menaçant sa vie, mais pour laquelle des effets irréversibles sont attendus.

On définit alors différentes zones en fonction des seuils définis ci-dessus : la zone de vigilance, la zone à risque et la zone de danger immédiat. Ces zones sont illustrées dans la figure suivante :



Dans le cadre d'une étude de sûreté ou d'une notice d'identification des dangers, le seuil de référence sur lequel se base l'acceptabilité est le seuil des effets irréversibles et donc, **la limite inférieure de la zone à risque**.

Les valeurs « seuil » utilisées par la région wallonne sont issues des valeurs du RIVM⁵ et des AEGL (Un tableau récapitulatif des valeurs seuils de 2018 est disponible à l'Annexe II du Vade-mecum : seuils de concentration). Les valeurs seuil du RIVM sont données pour des temps d'exposition d'une heure. Les effets toxiques étant dépendants du temps d'exposition et de la concentration, les valeurs de certaines substances sont également disponibles pour des temps d'exposition de 10, 30, 60 minutes, 4 heures et 8 heures.

La loi de Haber traduit la dépendance des effets toxiques (létaux et irréversibles) vis-à-vis de la concentration (C) et de la durée d'exposition (t_{exp}) à cette concentration suite à l'émission d'un produit toxique dans l'atmosphère :

$$D_{seuil} = C_{seuil}^n t_{exp}$$

Avec

- D : la dose toxiques seuil ;
- t_{exp} , le temps d'exposition,
- n, le coefficient de Haber intervenant dans le calcul de la dose.

Ainsi, pour des temps d'exposition inférieurs à 1 heure, il est possible de réaliser une correction selon le temps réel d'exposition pour le calcul de la concentration :

$$C' = C * \left(\frac{3600}{t_{exp}} \right)^{\frac{1}{n}}$$

Pour certaines substances où la loi de Haber n'est pas vérifiée, l'interpolation d'une concentration seuil intermédiaire peut être réalisée sur la base d'un coefficient calculé non pas sur la droite complète mais sur la portion de droite correspondante aux durées d'exposition encadrant la durée d'exposition d'intérêt.

⁵ La dernière version des seuils toxiques issus du RIVM est disponible à l'adresse suivante :

<https://rvs.rivm.nl/normen/rampen-en-incidenten/interventiewaarden> sous l'onglet « Documenten »
Le document « Interventiewaarden voor incidentbestrijding: interventiewaarden, stofdocumenten en handleiding » (à l'adresse : https://rvs.rivm.nl/sites/default/files/2021-01/Handleiding_en_Stofdocumenten_Interventiewaarden_2020.pdf) reprend, pour chaque substance les valeurs de toxicité pour 1h d'exposition. Pour toute une série de substances, les valeurs d'exposition pour des temps plus longs et plus courts et les effets sur la santé sont également donnés.

Le coefficient de Haber pour le seuil des effets létaux et des effets irréversibles est également fourni à l'Annexe II – seuils de concentration réglementaire. Dans le cas où la valeur du coefficient n'est pas disponible, la valeur par défaut de 3 est choisie. On peut donc avoir un coefficient de Haber différent pour la zone à risque et un autre pour la zone de danger immédiat.

Remarque :

D'un point de vue toxicologique, d'après l'INERIS⁶, il n'est pas pertinent de dériver et d'utiliser des valeurs seuils pour des durées d'expositions courtes (en particulier en dessous de 10 minutes d'exposition). Ainsi, la notion de seuil d'effet toxique pour une durée inférieure ou de l'ordre de la minute n'a pas beaucoup de sens. Il convient alors, pour les durées d'exposition très courtes, de considérer que les effets d'une exposition de 10 minutes, mènent aux mêmes effets pour une exposition plus courte (pour des $t_{exp} < 10$ minutes, $C_{seuil} = \text{constante}$).

Suite à l'évaluation des distances d'effet des zones à risque et des zones de danger immédiat, les cercles correspondant aux distances d'effet sont reportés sur plan.

Si la concentration du seuil de la zone à risque n'atteint aucune zone fréquentée, on estime que l'effet généré par le phénomène dangereux considéré n'atteint pas l'homme et que le risque est acceptable. L'analyse n'est alors pas poursuivie. Dans le cas contraire, l'analyse doit être poursuivie.

Remarque :



Dans le cas où un logiciel de simulation est utilisé pour calculer les effets d'une libération de substances dangereuses, il y a lieu d'indiquer le type de logiciel. De même les hypothèses et les paramètres utilisés pour la simulation doivent être indiqués et repris dans la fiche [modèle C de l'annexe I](#). Cette **fiche est à joindre obligatoirement** à l'étude.

◆ **Cas particulier : l'oxygène**

Les seuils de concentration en oxygène ont été définis en raison de l'action de l'oxygène sur l'activation du feu. En effet, l'oxygène est un comburant : il entretient la combustion et peut réagir violemment avec les matières combustibles.

Les ambiances enrichies en oxygène (c'est-à-dire, avec une concentration de plus de 21 %) sont particulièrement dangereuses car elles augmentent les risques d'incendie. En effet, par rapport à un feu dans l'air, un feu dans une atmosphère enrichie en oxygène se caractérise par :

- Une forte intensité ;
- Des températures supérieures ;

⁶ Rapport d'étude DRA-07-86409-13475A

- Une puissance thermique supérieure.

Deux seuils ont donc été définis :

- **Seuil de 25% d'oxygène dans l'air :**

Ce seuil correspond au début du risque de suroxygénation impliquant un comportement au feu moins maîtrisable. Ce seuil n'est pas défini vis-à-vis d'un risque sur les personnes, mais d'un risque accru de feu en raison d'une modification significative des paramètres de combustion. Ce seuil est équivalent à la **zone à risque**.

- **Seuil de 35% d'oxygène dans l'air :**

Ce seuil est basé sur les documents relatifs aux stockages d'oxygène liquéfié publiés par le BCGA10⁷, prenant en compte le risque d'activation de feu en zone publique par les fumeurs de cigarette conduisant au feu des vêtements. A ce niveau de suroxygénation, le développement d'un feu partant de la cigarette et se propageant au vêtement sera suffisamment rapide pour qu'une partie de la population réagisse incorrectement et puisse être mortellement brûlée. Ce seuil est équivalent à la **zone de danger immédiat**.

5.3. Dynamique de l'accident

La troisième raison permettant d'accepter un évènement redouté consiste à démontrer que l'évènement est assez lent pour mettre la population à l'abri du danger (plusieurs heures ou à tout le moins, temps suffisant pour déployer le plan d'urgence). L'exemple type de ce genre de scénario est le boil-over.

Les arguments à faire valoir pour utiliser cet argument peuvent être, par exemple :

- des signes avant-coureurs de longue durée ;
- des effets dangereux très progressifs dans leur intensité ;
- des sensations d'inconfort incitant à l'autoprotection.

Il est important que, dans les plans d'urgence interne et externe, ce scénario soit pris en compte de manière à garantir que la mise en sécurité de la population puisse être réalisée à temps.

5.4. Estimation des fréquences d'occurrence de l'évènement redoutable

La quatrième bonne raison pour accepter un évènement redouté est de démontrer que sa fréquence d'occurrence est suffisamment petite pour croire qu'il ne se produira jamais.

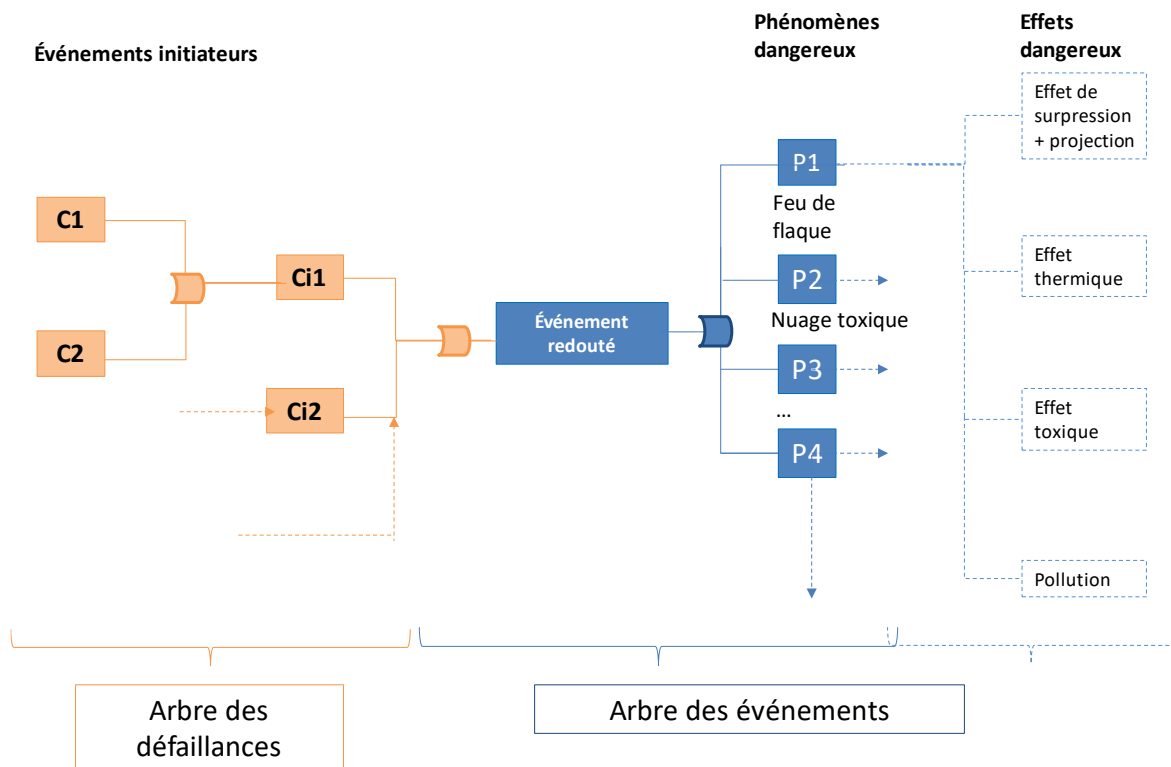
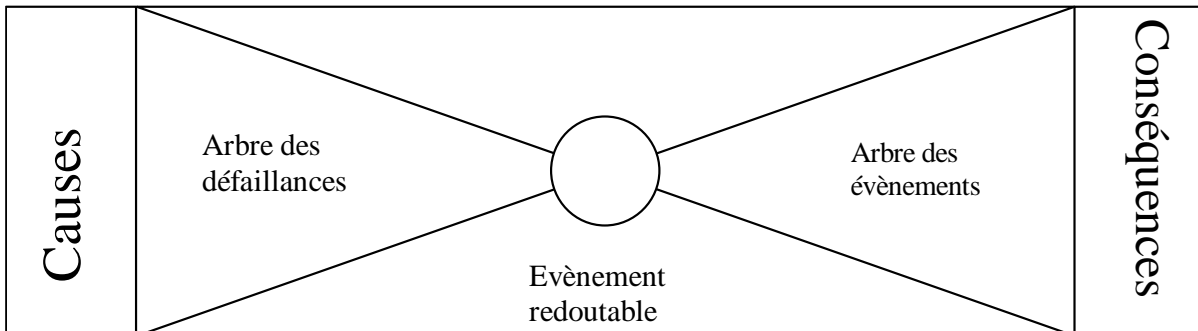
Pour le démontrer, la méthode du nœud papillon est utilisée.

Cette méthode consiste à :

- définir précisément l'évènement redouté ;

⁷ British Compressed Gases Association; technical -report TR1-a method for estimating the offsite risks from bulk storage of liquefied oxygen ; technical -report TR2-the probability of fatality in oxygen enriched atmospheres due to spillage of liquefied oxygen

- tracer un arbre des défaillances pour calculer la fréquence de l'évènement redouté ;
- tracer un arbre des événements pour estimer la fréquence du phénomène dangereux (feu de flaque, nuage toxique, VCE,...).



L'évènement redouté constitue le nœud. Il s'agira le plus souvent d'une émission non désirée d'une substance dangereuse qui peut mener à différents phénomènes (feu de flaque, feu torche, VCE, etc).

Le côté gauche du nœud présente l'analyse de toutes les causes directes et indirectes pouvant être à l'origine de l'évènement, en leur affectant une fréquence et se présente sous l'aspect d'un arbre des défaillances.

Le côté droit du nœud papillon analyse toutes les évolutions possibles en cas d'émission de substance dangereuse, en fonction des circonstances aléatoires, en affectant une probabilité à chacun des phénomènes dangereux.

5.4.1. Evaluation de la fréquence de l'événement redouté – Arbre des défaillances.

Lors du traçage de l'arbre des défaillances et du calcul de la fréquence d'occurrence de l'événement redouté, il faut être attentif aux points suivants en ce qui concerne d'une part les données et d'autre part l'arbre en lui-même.

- Données :

Lorsque la cause possible est un événement élémentaire, sa fréquence est calculée sur base des données collectées sur site. Ces données sont toujours préférées aux données génériques car elles intègrent les conditions locales d'utilisation. Cependant, il faut être prudent lors de l'utilisation de ces données car il faut être sûr des données relatives au nombre de défaillances, à l'exposition et au type d'équipement.

Si ces données ne sont pas connues, la fréquence peut être extraite des banques de données spécialisées. On pourra, par exemple, se baser sur le Handbook on Failure Frequencies, publié par le ministère de l'environnement de la Région flamande et disponible sur internet.

Remarque :

Le théorème de Bayes permet de combiner les données génériques et les données locales à l'entreprise, de façon telle que l'influence des données spécifiques à l'entreprise augmente avec la taille de l'échantillon et la période de prise d'échantillon. Cette méthode de calcul permet d'affiner la probabilité quand la taille de l'échantillon est trop faible et que les données génériques sont inadéquates.

- Arbres des défaillances :

Les arbres des défaillances sont lisibles et correctement documentés. A cette fin, il est recommandé de respecter les règles suivantes :

1. Les événements redoutés sont correctement délimités. Des événements redoutés d'origines différentes peuvent être étudiés comme un seul et même événement ayant plusieurs causes possibles si, et seulement si, les gravités des effets sont comparables.
2. Les événements intermédiaires sont également clairement délimités et ne peuvent être étudiés globalement que si leur réalisation entraîne les mêmes conséquences.
3. Le schéma est clair, lisible et respectueux des conventions généralement admises. Les symboles originaux sont admis s'ils sont expliqués et ne transgressent pas les conventions.
4. Les événements élémentaires sont ceux qui ne peuvent plus être décomposés et dont on peut estimer la fréquence. Ce sont, en fait, des événements dont on ne peut ou on ne veut pas abaisser la fréquence.

5. Lorsque différentes causes peuvent être à l'origine d'un même événement (porte OU), les causes dont les probabilités sont nettement plus basses peuvent être considérées comme des événements élémentaires car une action en vue de réduire le risque n'aurait aucune incidence sur la fréquence de l'événement redouté. Cette probabilité très basse doit être justifiée.
6. Lorsqu'un événement est la conjonction d'événements de probabilités très différentes (porte ET), l'analyse se concentre sur les événements dont les probabilités sont les plus basses pour apporter la démonstration que le risque n'est pas sous-estimé.
7. Chaque événement est numéroté pour renvoyer à un texte explicatif.
8. A chaque construction d'un niveau n-1 de l'arbre, il est important d'identifier l'ensemble des causes nécessaires et suffisantes pour que l'évènement se produise.
9. La plus grande attention est réservée aux défaillances en mode commun qui peuvent faire croire à la nécessité d'une coïncidence de plusieurs défaillances aléatoires, alors qu'il s'agit d'une seule défaillance avec des conséquences multiples. Lorsqu'une même cause apparaît à plusieurs endroits d'un même arbre, il convient de réduire l'arbre en recourant à l'algèbre de Boole.
10. Une attention constante est portée au sens des valeurs numériques renseignées. A ce sujet l'analyse dimensionnelle des nombres doit nous aider. La fréquence de l'événement redouté s'exprime sur base annuelle. Cette fréquence ne peut être que la somme de fréquences ou le produit d'une fréquence par une probabilité (sans dimension). Il est erroné d'additionner des fréquences avec des probabilités ou de multiplier des fréquences.

Les explications fournies doivent permettre d'identifier clairement l'événement redouté et de comprendre le calcul des probabilités de tous les événements ayant une contribution significative dans le calcul de la fréquence de l'événement redouté.

Le risque est jugé négligeable lorsque la fréquence d'apparition de l'événement redouté est inférieure à $10^{-6}/\text{an}$.

Si cette fréquence est supérieure à $10^{-6}/\text{an}$, on trace l'arbre des évènements (cf. chapitre 6.4.2).

6.4.2 Risque d'évolution catastrophique - Arbre des évènements.

Lorsque l'acceptabilité d'un événement redouté ne peut être justifiée sur base de sa très faible fréquence d'occurrence, il convient d'évaluer la fréquence de réalisation des phénomènes dangereux.

La méthode utilisée est celle de l'arbre des événements.

Les phénomènes dangereux à prendre systématiquement en compte sont :

- les explosions de mélange avec l'air, de gaz, de vapeurs ou d'aérosols inflammables ;
- l'inflammation de liquides inflammables répandus accidentellement ;
- le jet fire (feu de chalumeau) ;
- le BLEVE de réservoirs de gaz liquéfiés sous pression exposés à un incendie ;
- l'entraînement de substances dangereuses liquides ou en suspension aqueuse dans les égouts ou les eaux de surface par le ruissellement des eaux d'incendie.
- le nuage toxique

Cette liste n'est pas exhaustive et peut être étendue à des dangers plus spécifiques à certaines substances ou certaines activités.

Le but est de démontrer que pour chaque phénomène dangereux, le risque est acceptable.

Le risque est jugé acceptable lorsque la somme des fréquences d'apparition du phénomène dangereux pour les scénarios qui atteignent les zones fréquentées est inférieure à $10^{-6}/\text{an}$.

6.4.3. Remarques

A l'analyse de certaines études, la cellule RAM a rencontré des raisonnements à la limite de l'acceptabilité et notamment lors de la division de l'évènement redouté « fuite » en plusieurs évènements partiels (petite, moyenne, grande et rupture). Si l'on suit de tels raisonnements, tout scénario risque d'être acceptable sur base d'une subdivision suffisamment fine. Ce n'est évidemment pas le but d'une analyse de risques.

Ainsi nous souhaitons que l'analyse de risque de tels cas soit conduite comme suit :

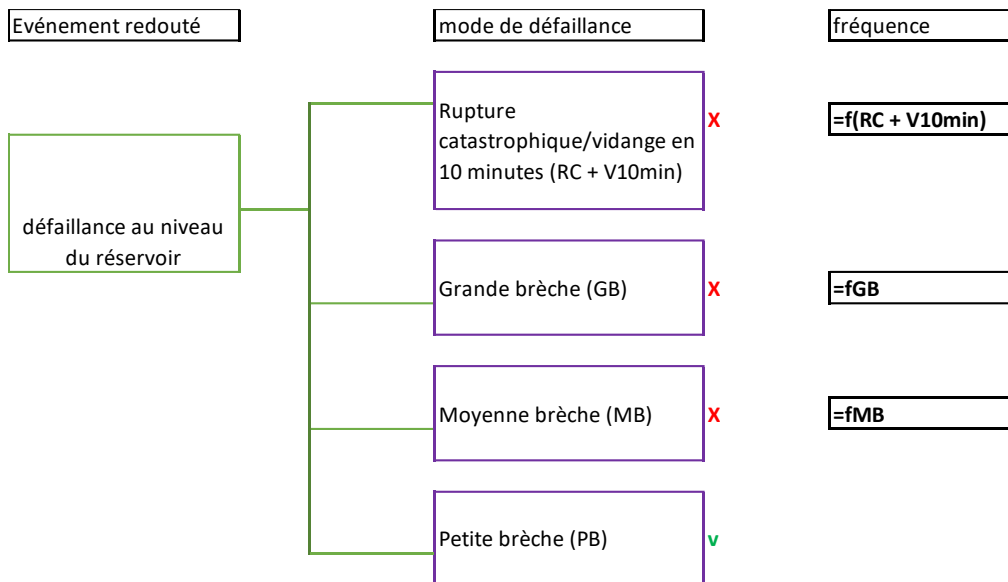
Pour chaque évènement redouté considéré, on peut le subdiviser en plusieurs mode de défaillances. Par exemple, on distingue petite, moyenne, grande fuite, rupture catastrophique et vidange en 10 minutes. Chaque mode de défaillance pouvant mener lui-même à différents phénomènes dangereux.

Pour un même évènement redouté (voir définition ci-avant), on peut ranger les fuites en deux catégories, celles qui sont acceptables sur base de leur portée d'effet et les autres.

1 . Pour celles qui sont acceptables sur base de leur portée d'effet, la démonstration est terminée.

2 . Pour les autres, il y a lieu de calculer soit:

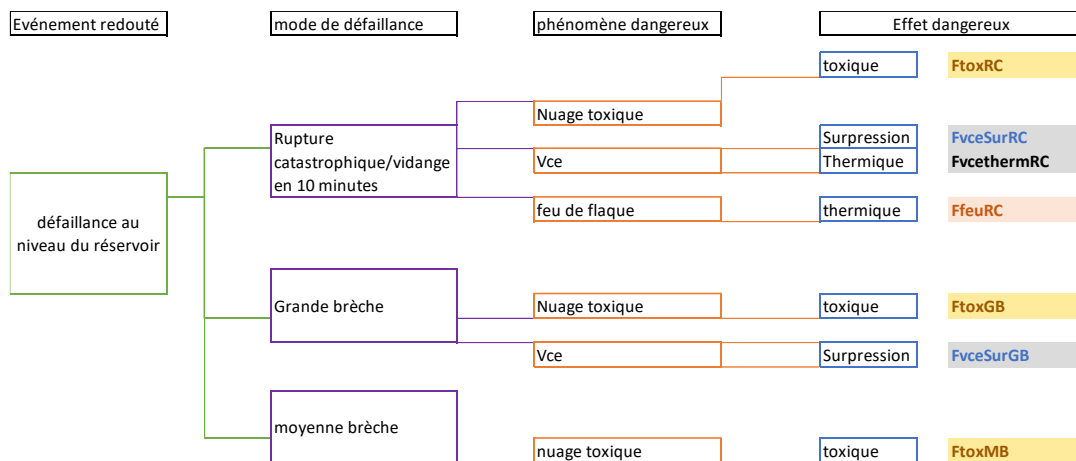
- La fréquence de l'évènement redouté en sommant les fréquences d'occurrence des types de fuite entraînant un effet qui atteint une zone fréquentée (petite fuite, moyenne fuite, grande fuite, rupture catastrophique et vidange en 10 minutes). Si la fréquence est inférieure à $10^{-6}/\text{an}$, le risque est acceptable et la démonstration est terminée.



x = atteint les zones fréquentées
v = n'atteint pas les zones fréquentées

fréquence événement redouté = fRC + fV10min + fGB+ fMB

- Pour chaque phénomène dangereux identifié, la somme des fréquences d'occurrence des scénarios correspondants lorsque leur portée d'effet atteint les zones fréquentées par le public. Si la fréquence est inférieure à $10^{-6}/an$, le risque est acceptable et la démonstration est terminée.



fréquence nuage toxique = Ftox RC + FtoxGB + Ftox MB
fréquence du VCE = FvcesurRC + FVCethermRC + FvceSur GB
fréquence feu de flaque = Ffeu RC

Il ne faut jamais oublier que ce qui est analysé, c'est l'acceptabilité de l'évènement redouté. Le but final d'une telle analyse est d'identifier les failles dans la sécurité d'une installation/ d'un équipement et de proposer des barrières de sécurité pour abaisser le risque à un niveau acceptable pour l'homme et l'environnement.

Si l'exploitant dispose d'un système d'isolement pour limiter une fuite ou l'évaporation d'une flaque (cas interruptible), et qu'il l'a intégré dans le calcul de la portée des effets, il doit démontrer que la fuite ininteruptible est acceptable sur base des fréquences en

intégrant la fiabilité du système d'isolement automatique.

On entend par système d'isolement automatique, toute la chaîne de sécurité qui va permettre d'isoler l'équipement.

Les éléments qui la composent (détecteur, vanne, automate...) ont chacun un niveau de confiance (NC/SIL) qu'il convient d'intégrer dans le calcul de la fréquence de l'événement redouté ou du phénomène dangereux.

Le niveau de confiance pris en considération pour la chaîne de sécurité est celui de l'élément présentant le niveau de confiance le plus faible.

Nous invitons le lecteur à consulter [la fiche Omega 10 - Evaluation de la performance des Barrières Techniques de Sécurité](#), publiée par l'Ineris.

Conclusion :



L'acceptabilité du risque est appréciée au cas par cas en fonction des moyens mis en œuvre pour la prévention, de l'efficacité des plans d'urgence, de l'analyse du risque d'évolution catastrophique, etc.

5.5. Black out

En plus de l'étude analytique des différents scénarios d'accidents installation par installation, l'exploitant devra également considérer des facteurs externes susceptibles d'entraîner un accident majeur tel que le risque de blackout.

Pour ce scénario, l'industriel doit s'assurer que tous les moyens sont mis en œuvre afin d'assurer la sécurité du site. A cet effet, l'industriel devra prouver qu'en cas de coupure de courant généralisée :

- les procédés contenant des substances dangereuses dont la réaction risque de s'emballer et de devenir incontrôlable disposent d'un système de mise en sécurité (e.g. alimentation électrique de secours) ;
- les systèmes de sécurité (alarme, sprinklage, pompes incendies, etc.) bénéficient d'une alimentation électrique de secours ;
- les moyens de communication disposent de batteries suffisantes ou d'une alimentation électrique de secours ;
- la mise en sécurité des équipements est automatique et assurée ;
- la sécurité des opérations de chargement/déchargement est assurée (e.g. arrêt des transferts).

Toutes les mesures nécessaires sont prises afin qu'au retour du courant, la remise en route des installations soit contrôlée et sécurisée.

6. Tableau de synthèse

A l'issue de l'étude, un document de synthèse doit être structuré comme suit :

◆ **Résumé des substances dangereuses faisant l'objet de l'étude.**

Toutes les substances présentes dans les équipements dangereux doivent être citées avec leurs principales caractéristiques et notamment leurs caractéristiques d'inflammabilité ou d'explosivité, les effets sur la santé humaine par inhalation, contact cutané et ingestion.

Une attention toute particulière est accordée à leur aptitude à se répandre dans l'environnement en fonction de l'état physique où ils se trouvent dans les installations.

◆ **Résumé des événements redoutés examinés dans l'étude.**

Pour l'ensemble des installations dangereuses, il convient de dresser un tableau construit sur le modèle D (voir l'exemple de référence en Annexe I). Les premières colonnes renseignent les différents équipements étudiés et les numéros des sections au sein desquelles la démonstration de la maîtrise du risque de l'équipement est développée.

Pour chacun des phénomènes dangereux considérés (VCE ou surpression, nuage toxique, feu de flaque, feu chalumeau ou boule de feu), le tableau indique les portées d'effets pouvant atteindre les premières zones fréquentées par le public en indiquant les distances d'effets.

Nous vous recommandons, pour la construction du tableau, l'utilisation d'un code couleur :

- Pour les distances d'effets :
 - **Vert** : si la distance d'effet n'atteint pas de zone fréquentée par le public (l'effet du phénomène dangereux est acceptable).
 - **Rouge** : si la distance d'effet atteint une zone fréquentée par le public (et l'acceptation doit se faire sur base des fréquences)
- Pour les valeurs de fréquence d'occurrence de **l'événement redouté** :
 - **Vert** : la fréquence de l'événement redouté est inférieure à $10^{-6}/\text{an}$.
 - **Rouge** : si la fréquence de l'événement redouté est supérieure à $10^{-6}/\text{an}$ (dans ce cas, l'acceptabilité s'effectue sur la fréquence d'occurrence du phénomène dangereux ;
- Pour les valeurs de fréquence d'occurrence du **phénomène dangereux** :
 - **Vert** : si la somme des fréquences du phénomène dangereux atteignant les zones fréquentées est inférieure à $10^{-6}/\text{an}$.

- **Rouge** : si la somme des fréquences du phénomène dangereux atteignant les zones fréquentées est supérieure à 10^{-6} /an et nécessiterait la mise en place d'un plan d'action.
- Dans certains cas, le code couleur **orange** peut être utilisé si la somme des fréquences de l'apparition du phénomène dangereux atteignant les zones fréquentées est supérieure à 10^{-6} /an, mais sur base de différents éléments motivés, le risque peut être jugé acceptable (e.g. Fréquence d'accident proche de 10^{-6} /an avec la présence de barrières de sécurité qui n'ont pas pu être prises en compte dans la modélisation).

Il faut rappeler que, pour le cas **d'une pollution environnementale**, le calcul des distances d'effet n'apporte rien dans l'acceptation du risque. Cette dernière se base uniquement sur les fréquences d'occurrence du scénario ou encore lorsque le phénomène de pollution est physiquement impossible. Dès lors, pour la construction du tableau, les fréquences d'occurrence d'une pollution environnementale peuvent être directement indiquées en utilisant le code couleur présenté ci-avant.

Un raisonnement similaire peut être appliqué et transposé au cas des effets dominos. Cependant, les distances d'effets n'interviennent plus directement dans le tableau. On indiquera uniquement une croix (X) pour les scénarios pour lesquels un domino est rencontré. La fréquence d'occurrence de l'« effet domino » sera calculée sur base de la somme des fréquences d'occurrence des scénarios donnant lieu à un effet domino (tout événement marqué d'une croix dans le tableau verra sa fréquence d'occurrence prise en compte pour le calcul global). On indiquera la fréquence du scénario :

- en **vert** : si la fréquence est inférieure à 10^{-6} /an et le risque peut donc être considéré acceptable ;
- en **orange** : si la fréquence est supérieure à 10^{-6} /an mais sur base de différents éléments motivés le risque peut être jugé acceptable. Citons à titre d'exemple : la présence de barrières de sécurité qui n'ont pas pu être prises en compte dans la modélisation, un seuil correspondant à des effets réduits, des contraintes logicielles qui ont induit la nécessité de prendre des hypothèses conservatives,... ;
- en **rouge** : si la fréquence est supérieure à 10^{-6} /an et l'équipement nécessiterait la mise en place d'un ou plusieurs plans d'action.

Chaque tableau est accompagné d'une brève explication de la technique utilisée pour éliminer ou réduire le risque d'apparition de l'événement redouté ou empêcher (réduire) le risque d'évolution catastrophique. Cette information figurera dans la colonne « Remarques et mesures de sécurité et de prévention qui ont permis d'accepter le risque ».