

Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn
The Netherlands

www.mep.tno.nl

T +31 55 549 34 93
F +31 55 541 98 37
info@mep.tno.nl

TNO-report

R 2002/027

Tierce expertise sur les rapports des sociétés SNPE, Tolochimie, ISOICHEM et RAISIO relatifs aux inspections et aux effets de souffle suite à l'explosion de l'usine AZF du 21 septembre 2001 et sur les études de danger des installations proposées dans le cadre de la première tranche industrielle

| | |
|------------------|--|
| Date | Janvier 2002 |
| Auteurs | M.Th. Logtenberg J.C.A.M. van Doormaal R.J. Kersten A.Kruithof J. Reinders |
| N° de réf.: | 31.944 |
| Mots clés: | terce expertise processus chimiques dépotage et stockage inspection effets de souffle scénarios lignes de défenses |
| Donneur d'ordre: | Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) Etude financée SNPE Chimie Chemin de la Loge 31078 Toulouse Cedex 4 France |

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced and/or published by print, photoprint, microfilm or any other means without the previous written consent of TNO.

In case this report was drafted on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Instructions given to TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

Submitting the report for inspection to parties who have a direct interest is permitted.

Résumé

Contexte

Le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) a demandé que TNO établisse une opinion d'expert indépendant sur les activités de la SNPE à Toulouse.

La SNPE Toulouse a chargé TNO d'exprimer une tierce expertise sur les rapports suivants rédigés à la suite de l'explosion du 21 septembre :

- Rapports d'inspection visant à dresser l'inventaire du matériel intact et endommagé ainsi que des réparations nécessaires.
- Modélisation des effets de souffle en vue d'évaluer la charge imposée aux structures et à l'équipement.
- Rapports sur la sécurité décrivant les risques liés aux dépotages, aux canalisations, aux processus et au stockage in situ.

Rapports d'inspection

TNO estime que les grandes lignes suivies par les rapports d'inspection sont très acceptables. Cet avis s'applique au système de documentation, à l'exhaustivité, à la précision et à la traçabilité. L'exécution d'un test de fonctionnement avant la mise en marche mérite une attention particulière car il n'est pas possible, malgré tous les efforts déployés, d'exclure la présence de défauts n'ayant pas été détectés.

Modélisation des effets de souffle

Les Modélisations des effets de souffle ont été produits par le bureau d'experts conseils Technip. L'impression générale produite par le travail de Technip est positive. L'équivalence TNT de l'explosion a été calculée par Technip et vérifiée par TNO. La fourchette déterminée pour cette équivalence varie de 15 à 40 tonnes. Les effets de souffle possibles ont été évalués sur la base de la valeur moyenne et de la valeur maximale. L'impact des débris secondaires étant considéré comme revêtant plus d'importance que le souffle uniforme de l'explosion, il convient de souligner que les inspections doivent être correctement exécutées. Technip a examiné la question des débris secondaires et émis des recommandations. TNO approuve le choix de la méthode et de la procédure de calcul ainsi que l'approche utilisée pour l'évaluation des effets de souffle.

Rapports sur la sécurité

Les rapports sur la sécurité se composent de deux manuels et de 18 rapports sur l'évaluation de la sécurité des différents types de processus. Les manuels sont bien élaborés et contiennent l'information de base relative à la prévention et à la lutte contre les accidents. Les rapports sur la sécurité fournissent des détails adéquats pour une évaluation des risques en matière de sécurité. Il convient de faire une remarque générale sur la détermination et la présentation des risques car il existe une différence d'approche dans leur évaluation. L'approche française est plus détermi-

niste, c'est-à-dire que les conséquences sont présentées sur la base d'un ou deux accidents maximaux crédibles par activité. L'approche utilisée par exemple aux Pays-Bas est pour sa part plus probabiliste, considérant un jeu de scénarios présentant chacun une certaine probabilité. Dans ce dernier cas, l'effet de réduction des risques entraîné par l'application de certaines lignes de défense peut être plus visible. La majorité des remarques exprimées dans le rapport concerne cette différence spécifique et nous pouvons affirmer de façon générale que la présentation choisie puisse conduire à une interprétation déséquilibrée des risques.

La présentation et l'explication des risques sur le site de la SNPE conformément à l'approche probabiliste font l'objet de l'annexe 3 du présent rapport.

Les effets principaux in situ sont un incendie des cuves de stockage, un nuage toxique et une explosion. Dans le cadre des risques d'incendie, il a été tenu compte des possibles effets dominos. Les nuages toxiques peuvent essentiellement être causés par des accidents lors du dépotage de chlore, d'ammoniac et de monométhylamine. TNO reconnaît avec la SNPE que ces effets sont les effets prédominants dans le premier périmètre.

Les effets des incendies survenant à l'intérieur des bâtiments sont estimés être limités en raison des mesures adéquates prévues. TNO le reconnaît, sauf en ce qui concerne l'émission de particules durant un incendie, provenant par exemple du bâtiment de stockage. Nous avons examiné la littérature et les tests relatifs au perchlorate d'ammonium. TNO estime que les scénarios présentés dans les rapports de sécurités sont corrects. Quelques points supplémentaires devront être traités pour le rapport sur l'inondation.

Lors de la discussion sur les risques de processus, TNO a clairement constaté que le personnel clé comprenait correctement les processus et les risques y étant liés. Toutefois, TNO n'a pas pu déduire quel était le rôle actif de la direction et des commissions de sécurité au niveau des rapports sur la sécurité.

Les Meilleures Techniques Disponibles

Il a également été demandé à TNO d'exprimer des recommandations en vue d'améliorer la sécurité dans le cadre des Meilleures Techniques Disponibles. Faisant référence aux risques analysés dans les rapports sur la sécurité, il est nécessaire de se concentrer sur le dépotage de chlore, d'ammoniac et de monométhylamine. La SNPE a opté pour une réduction des quantités dans les cuves et, à juste titre, pour une amélioration du dépotage de l'ammoniac. La réduction des volumes entraîne l'augmentation du nombre de manipulations de l'opérateur, solution moins approuvée par TNO, tenant également compte de l'augmentation des probabilités d'erreurs humaines que cela implique.

Recommandations:

- Certaines unités plus anciennes sont de construction très compacte et vulnérable à une propagation du feu. Dans la mesure du possible, les unités existantes

et sans aucun doute les extensions futures devront avoir une structure plus accessible à la lutte contre les incendies et à la maintenance.

- Les canalisations semblent être inutilement longues et, dans le cas de l’ammoniac, s’entrecroisent trop sur l’ensemble du site. Egalement du point de vue des risques (probabilité de fuite), il est recommandé d’examiner la possibilité de solutions alternatives.
- Certaines unités souffrent d’une corrosion relativement importante. Il convient de mettre en œuvre un programme d’inspection et de réduction de la corrosion.
- L’utilisation de mousse est recommandée pour la lutte contre les incendies dans les bâtiments de stockage.
- L’attitude générale vis-à-vis de la sécurité devra faire l’objet d’une évaluation durant les opérations après la remise en marche.

Notre expertise concernant la sécurité, le sujet de sabotage, n’est pas présentée dans le rapport. Cette expertise est confidentielle et a été présentée à la SNPE par lettre séparée.

Table des matières

À remplir par l'Electronic Publishing Centre de TNO.

| | |
|--|----|
| Résumé | 2 |
| 1. Introduction..... | 6 |
| 2. Rapports d'inspection..... | 8 |
| 3. Modélisation des effets de souffle..... | 11 |
| 4. Manuels et rapports sur la sécurité..... | 14 |
| 4.1 Manuels | 14 |
| 4.2 Rapports sur la sécurité..... | 15 |
| 5. Meilleures Techniques Disponibles et améliorations en matière de sécurité | 19 |
| 5.1 Meilleures Techniques Disponibles..... | 19 |
| 5.2 Améliorations en matière de sécurité..... | 19 |
| 6. Conclusions et recommandations..... | 22 |
| 7. Références | 23 |
| 8. Authentification | 26 |
| Annexe 1 Commentaires sur les Modélisations des effets de souffle | |
| Annexe 2 Commentaires par rapport à la sécurité | |
| Annexe 3 Calcul pour le site SNPE du risque selon la méthode d'évaluation quantitative du risque (QRA) en vigueur aux Pays-Bas | |

1. Introduction

Le site de la SNPE à Toulouse a subi de sérieux effets de souffle à la suite de l'explosion survenue le 21 septembre 2001 dans l'usine toute proche AZF Grand Paroisse. Un Arrêté Préfectoral des autorités françaises a imposé la suspension de toutes les activités de production sur le site de la SNPE. Les décisions relatives à une reprise des activités seront prises sur la base des informations à fournir par la SNPE à la DRIRE et par des discussions futures sur la sécurité des usines de type SEVESO-II en général, discussions qui comprendront également des débats publics.

L'un des principaux aspects à considérer pour une remise en service des installations consiste à savoir si les installations existantes peuvent être réutilisées, soit directement soit après réparations ou remplacement d'éléments ou d'assemblages d'unités ou de sous-unités.

Pour une évaluation des possibilités de réutilisation des éléments de l'usine, la SNPE adopte une approche parallèle :

- Inspection des différents éléments.
- Calcul de l'impact de l'explosion sur l'équipement et les bâtiments.

Les résultats font l'objet de rapports séparés, nommés ensuite : rapports d'inspection et Modélisation des effets de souffle. Les rapports d'inspection sont essentiellement élaborés sous la responsabilité de la SNPE et d'experts externes. Les Modélisations des effets de souffle relèvent de la responsabilité du bureau d'experts conseils français Technip.

La DRIRE a demandé à toutes les sociétés présentes sur le site de la SNPE (Isochem, Raisio, SNPE Propulsion, SNPE chemicals, Air liquide) ainsi qu'à l'usine proche de Tolochimie de remettre des rapports mis à jour sur la sécurité des processus de production. Les sociétés ont décidé d'utiliser une approche en deux temps.

En premier lieu il a été demandé à TNO d'émettre une tierce expertise sur les rapports d'inspection, sur la modélisation des effets de souffle et ceux concernant la sécurité. Afin de pouvoir exprimer une tierce expertise, TNO a utilisé les moyens suivants :

- Une familiarisation avec tous les processus qui ont été l'objet d'un rapport d'un rapport de sécurité.
- Cette familiarisation a eu lieu en étudiant et en discutant des différents types de processus avec les experts des sociétés.
- Des visites de sites en vue de se faire une idée claire des effets de souffle et des possibilités de remise en service.
- Des discussions avec des experts sur les procédures suivies au cours de leurs investigations.
- Un examen général des rapports en matière d'information et de résultats.

En outre il a été demandé à TNO d'exprimer des recommandations sur certaines situations devant éventuellement être améliorées à son avis du point de vue de la sécurité.

Les constatations de TNO pour chaque rapport à évaluer sont présentées dans les chapitres 2 à 4. Une discussion générale sur ces constatations et sur les améliorations possibles est développée dans le chapitre 5, suivie des conclusions dans le chapitre 6.

Notre expertise concernant la sécurité, le sujet de sabotage, n'est pas présentée dans le rapport. Cette expertise est confidentielle et a été présentée à la SNPE par lettre séparée.

Les investigations ont été exécutées par deux instituts de TNO, à savoir: TNO-MEP (département Industrial Safety et département Process Analysis) et TNO-PML (département Explosion Prevention and Protection and Research et département Properties of Reactive Materials).

2. Rapports d'inspection

L'objectif du programme d'inspection et de requalification est de déterminer le degré d'endommagement d'une installation et les mesures qui doivent être prises pour remettre cette installation dans un état de fiabilité et de sécurité à un niveau acceptable. De façon générale, cela signifie le rétablissement de la situation qui prévalait avant la catastrophe du 21 septembre ou, si nécessaire, la création d'une situation améliorée par rapport à celle d'avant le 21 septembre.

Les inspections portent sur l'intégrité et la fonctionnalité d'un grand nombre d'éléments. Un fonctionnement incorrect de systèmes ou sous-systèmes peut être causé par exemple par:

- une canalisation déformée,
- des câbles électriques étirés,
- un équipement périphérique déformé (instrumentation, capteurs et valves),
- des canalisations ou soudures fissurées.

Afin de pouvoir juger de l'exactitude du contenu des rapports d'inspection, TNO a examiné les points suivants :

- La procédure générale d'évaluation de l'intégrité et de la fonctionnalité.
- L'organisation des inspections.
- Le rapportage des constatations.
- Les critères d'acceptation ou de rejet de l'intégrité d'un élément.
- Les résultats des inspections.

Les rapports d'inspection concernent essentiellement les sociétés SNPE, Isochem et Raisio. Les sociétés Tolochimie et Air Liquide ont à peine souffert et n'ont pas été prises en ligne de compte par TNO.

Procédure générale

Procédure générale appliquée pour les effets de souffle survenus sur le site de la SNPE :

1. Inspection visuelle d'un élément : effets causés par le souffle de l'explosion ou par l'impact des débris.
2. Si cela est jugé nécessaire, inspection interne ou contrôle non destructif.
3. Toute inspection qui aurait été effectuée durant le cycle normal d'inspections dans les trois prochaines années sera effectuée avant la mise en marche.
4. Exécution de test(s) fonctionnel(s) soit directement soit pour une unité complète durant la mise en marche.
5. Surveillance supplémentaire durant les premiers cycles du processus.

Les procédures d'inspection sont basées sur l'*European Pressure Equipment Directive*. Cette directive a été traduite en une directive française visant l'équipement sous pression. Tout équipement tombant sous le coup de cette directive sera inspec-

té en conséquence. Tout autre équipement sera traité de la même façon, avec éventuellement des contrôles non destructifs supplémentaires.

TNO a recherché l'existence d'une méthode reconnue et normalisée pour l'inspection et la requalification d'installations gravement endommagées. Une telle méthode s'est avérée ne pas exister, ce qui a été confirmé par l'organisme néerlandais d'inspection pour les équipements sous pression (*LR Stoomwezen*).

TNO estime que la procédure appliquée est suffisamment informative et acceptable.

Organisation des inspections

L'APAVE est un organisme agréé pour procéder au contrôle d'équipement sous pression. La SNPE dispose d'un service reconnu par l'Administration ; en conséquence du personnel certifié de l'usine SNPE est autorisé à procéder à des inspections des équipements sous pression, des canalisations et des sous-papes. Cela signifie dans la pratique qu'une grande partie des inspections est effectuée par le service de l'usine SNPE. En outre, les contrôles effectués par un organisme agréé extérieur sont supervisés par le service inspection de l'usine SNPE.

Les personnels du service inspection des installations traitent l'ensemble des questions de requalification. Pour un remplacement ou une réparation et en fonction des risques de sécurité, des décisions sont prises en matière de propriétés matérielles et de questions opérationnelles. Le personnel de l'inspection est seul habilité à exiger le remplacement.

Les sociétés Isochem et Raisio ne disposent pas d'inspecteurs propres autorisés. L'inspection sera par conséquent effectuée par des instituts externes agréés et par les fournisseurs de l'équipement.

TNO estime que le propre personnel des sociétés est en principe le mieux placé pour constater l'état de l'équipement avant et après l'explosion et par conséquent ce personnel doit autant que possible être rendu responsable de l'acceptation ou du rejet d'une certaine situation.

TNO n'a aucun commentaire à faire sur l'organisation des inspections.

Le rapportage des constatations

Les constatations et actions correctives sont exposées de façon très détaillée par bâtiment et par élément d'équipement.

TNO estime que le rapportage est acceptable en matière de système de documentation, de détails, de exhaustivité, de précision et de traçabilité.

Critères d'acceptation et de rejet

L'acceptation ou le rejet d'un élément inspecté dépend de l'interprétation personnelle de l'équipe d'inspection. Les principes suivants sont en général appliqués :

- Les câbles électriques ne sont remplacés que s'ils ne sont pas fonctionnels opérationnels.
- Les canalisations contenant des substances à température élevée ou toxiques seront remplacées si leur intégrité n'est pas absolument certaine.
- Les canalisations contenant des substances telle que de l'eau, de l'air ou de l'azote ne seront remplacées que si elles ne sont pas fonctionnelles opérationnelles.
- L'équipement lié à la sécurité sera remplacé s'il est soupçonné d'avoir souffert d'une quelconque façon.

TNO approuve les principes exposés ci-dessus. Toutefois, tout cela dépend de la possibilité de dépister suffisamment les vices. Dans certains cas, les failles peuvent être difficiles ou pratiquement impossibles à détecter mais avoir une influence beaucoup plus tardivement. Pour cette raison, des tests fonctionnels, en particulier de l'équipement lié à la sécurité, et une surveillance accrue durant les premières mises en marche revêtent une importance essentielle. Le test fonctionnel revêt également de l'importance du fait qu'une période prolongée d'inactivité peut avoir un effet sur les roulements, les joints ou la corrosion interne des conduites et cuves. Si possible, le test fonctionnel doit être effectué avec de l'eau ou d'autres liquides inoffensifs.

Résultats des inspections

Les résultats des inspections vus jusqu'à présent ne donnent lieu à aucun commentaire. Sur la base des observations globales des propres représentants de TNO sur le site, la plus grande partie de l'équipement semble être en bon état, à part quelques supports de câbles manifestement endommagés.

Résumé

Les grandes lignes suivies pour l'inspection sont très acceptables. Cela s'applique au système de documentation, à l'exhaustivité, à la précision et à la traçabilité. L'exécution d'un test fonctionnel avant la mise en marche exige une attention particulière car il convient de s'attendre à ce que des failles encore non détectées soient présentes malgré tous les efforts déployés.

3. Modélisation des effets de souffle

L'objectif de l'investigation exposé dans le rapport sur les effets de souffle est d'avoir un aperçu clair des effets de souffle possibles subis par l'équipement et les bâtiments à la suite de l'explosion du 21 septembre. Les effets de souffle doivent être évalués au moyen d'un calcul. L'information peut comprendre les constatations de l'inspection et peut être utilisée de façon additionnelle pour décider si une partie de l'installation peut être ou non réutilisée.

Les calculs ont été effectués par la société Technip LCI. Les recherches suivantes ont été effectuées :

1. Évaluation des effets de souffle sur les sites de l'AZF, de la SNPE et du Tolo-chimie
2. Sélection des éléments de structure déformés ou endommagés.
3. Calcul de la puissance de l'explosion en équivalence TNT, basé sur les effets de souffle provoqués.
4. Sélection des structures de production représentatives.
5. Calcul des effets de souffle possibles subis par les structures représentatives, utilisant l'équivalence TNT comme donnée de base.

Un résumé des commentaires et des remarques est exposé ci-dessous. Un rapport TNO plus élaboré et contenant des détails techniques est disponible [1].

Évaluation et sélection des effets de souffle

Technip a brièvement décrit dans son rapport du 23 octobre 2001 (document No 09123S-P2-0002) [2] les effets de souffle des structures qu'elle a sélectionnées pour le calcul de la puissance de l'explosion.

Le 15 novembre, TNO a visité le site de la SNPE pour observer et vérifier les effets de souffle constatés dans le rapport. Pour la plupart des bâtiments, les observations de TNO correspondaient à celles de Technip. Dans certains cas, il fut impossible de procéder à des comparaisons car les mesures de déblayage avaient déjà été prises.

TNO souhaite faire les remarques suivantes au sujet de l'évaluation et de la sélection des effets de souffle:

- Les déformations et flexions sont déterminées par simple mesurage et simple équipement. En conséquence, une approximation est faite mais elle reste mineure comparée aux autres imprécisions existantes.
- TNO approuve la sélection des éléments utilisés pour le calcul de la puissance de l'explosion. Des éléments relativement simples sont sélectionnés pour un usage ultérieur à la suite de la démarche. Éviter la complexité permet de limiter l'introduction d'incertitudes.
- La plupart des bâtiments prise en compte pour le calcul de la puissance de l'explosion est située sur le site de la SNPE. Il est nécessaire de se concentrer

sur le site de la SNPE car le but du calcul était de déterminer la charge causée par le choc sur ce site. Le caractère non idéal de l'explosion peut conduire à des effets de souffle de valeurs différentes sur d'autres sites en matière d'équivalence TNT et le résultat ne serait ainsi pas représentatif pour le site de la SNPE.

Calcul de la puissance de l'explosion

L'estimation de la puissance de l'explosion implique trois étapes successives, à savoir :

1. Le calcul de la charge dynamique pouvant avoir causé les effets de souffle, partant du principe d'une charge triangulaire instantanée.
2. L'application d'effets d'écran, d'effets de concentration et de réflexion.
3. La traduction de la charge en équivalence TNT.

La fiabilité des résultats dépend des aspects suivants :

- Information sur les éléments de structure tels que plans, propriétés des matériaux et qualité des matériaux.
- Méthodes de calcul.
- Interprétation de la situation et voies empruntées par les charges.

En ce qui concerne le premier aspect, Technip doit s'en remettre aux informations pouvant être fournies par les sociétés (en particulier SNPE). Technip a ici évité toute difficulté supplémentaire en considérant essentiellement les éléments pour lesquels les caractéristiques sont claires, grâce au fait qu'il s'agit d'éléments standards et qu'aucune dégradation de la qualité n'est visuellement perceptible. En ce qui concerne les méthodes de calcul, Technip et TNO utilisent les mêmes méthodes et programmes ; la vérification des résultats des calculs a ainsi révélé que ces résultats étaient plus ou moins identiques.

TNO a refait le calcul de la charge pour le bâtiment 282 afin de vérifier les calculs de Technip. Bien que le calcul n'ait pas pu être refait de façon exactement identique, le résultat fut le même. La charge de l'impact sur ce bâtiment a dû avoir selon les calculs de Technip une pression sommet d'environ 50 à 60 mbar. Aucun autre calcul n'a été refait. La similitude constatée ci-dessus permet d'estimer que les calculs de Technip sont suffisamment fiables.

TNO appliquerait toutefois des coefficients de réflexion différents dans la dernière étape, relative à la traduction de la charge en équivalence TNT. Cela débouche sur une différence significative de valeur pour l'équivalence TNT, qui est alors de 30 à 40 tonnes, alors que les calculs de Technip indiquaient 15 à 25 tonnes. Cette valeur de 30 à 40 tonnes semble mieux correspondre à l'impression générale que donnent les effets de souffle constatés sur le site la SNPE. TNO peut en effet comparer les effets de souffle survenus sur le site la SNPE à ceux causés par un test d'explosion à grandeur réelle de 40 tonnes de TNT (voir référence [4]) auquel elle a participé

en 1999. Cette valeur correspond de plus aux données que l'on trouve dans la littérature.

Les différences existantes dans les résultats des calculs d'équivalence TNT conduisent à une fourchette allant de 15 à 40 tonnes. Pour l'évaluation des effets de souffle, Technip a par conséquent basé ses calculs sur une valeur moyenne et une valeur maximale d'équivalence TNT.

Effets de souffle causés à l'équipement de production

Technip a procédé à une sélection de l'équipement à considérer :

- Structures situées dans les limites du premier périmètre, la priorité la plus importante étant donnée à la remise en marche des processus.
- Structures revêtant de l'importance en matière de risques et de sécurité.
- Autres structures subdivisées en quatre groupes en fonction de l'exposition de la structure à l'explosion.

TNO n'a aucune objection à formuler à l'encontre de la méthode de sélection choisie.

Technip explique dans le document No 09123S-PS-0003, 31/10/01 [3] comment les effets sur les structures sont mis en œuvre. TNO a quelques remarques à faire au sujet de la méthodologie des effets d'écran. La méthodologie des effets de concentration ne suscite par contre aucune remarque.

En ce qui concerne la méthodologie des coefficients de réflexion, TNO remarque que Technip pourrait avoir surestimer les effets de souffle. Cela ne soulève pas à objection en matière de sécurité mais n'ammènera pas aux meilleurs choix du point de vue économique. La méthodologie de calcul ne suscite aucun commentaire.

D'abord le travail de Technip était concentré sur la charge de l'explosion et sur la réponse des structures à cette charge. Le souffle de l'explosion n'est toutefois pas la seule charge à laquelle les structures ont été exposées. L'impact de débris secondaires (éléments défectueux des bâtiments) constitue un autre type de charge pouvant avoir été libérée, comme le montrent clairement certaines parties de l'équipement présentant des traces manifestes d'impact.

Pour l'équipement de production, ce type de charge doit être considéré de façon beaucoup plus sérieuse que la charge causée par le souffle de l'explosion. L'impact local d'un débris peut causer des effets de souffle beaucoup plus importants. Technip a émis certaines recommandations après avoir consacré son attention à cette question.

Résumé

L'impression générale donnée par les travaux de Technip peut être qualifiée de bonne. TNO approuve le choix de la méthode et de la procédure de calcul ainsi que l'approche utilisée pour l'évaluation des effets de souffle.

4. Manuels et rapports sur la sécurité

Des projets de manuels et de rapports sur la sécurité ont été remis à TNO au cours de la semaine 48 de l'année 2001. Les grandes lignes et les détails spécifiques en ont été expliqués et ont fait l'objet d'une discussion avec TNO et le personnel clé des différentes usines. À la fin de cette même semaine, TNO a remis un aperçu écrit avec ses commentaires pour la suite des discussions et des considérations. Les discussions ont clairement révélé que le personnel clé connaît très bien les processus sur lesquels il travaille et qu'il est parfaitement conscient des dangers que ces processus présentent.

Les versions définitives des manuels et rapports ont été envoyées à TNO le 18 décembre 2001. Des commentaires généraux sur ces versions définitives sont donnés ci-dessous.

4.1 Manuels

Les manuels fournissent les procédures générales à suivre en matière de prévention et de lutte contre les accidents et doivent être considérés comme des documents «génériques » pour la sécurité générale.

Système de gestion de la sécurité

Ce manuel donne un aperçu des points qui méritent une attention ainsi qu'une brève description des sujets concernés, indiquant les principes généraux et donnant des orientations pour plus de détails.

Le manuel traite des éléments de base pour la gestion de la sécurité, tels que politique et objectifs, organisation, responsabilités, ressources, pratiques, procédures, surveillance, vérification et examen de la gestion. Aucun autre commentaire, sinon que l'efficacité de la gestion de la sécurité, étant donné les circonstances, ne peut pas être évaluée.

Plan d'Opération Interne (POI)

Ce manuel donne l'impression d'être bien élaboré et actualisé, avec des cartes bien détaillées. Un bon aperçu des dangers spécifiques est donné par section ainsi que des moyens disponibles et des façons de procéder. Son contenu a été comparé avec celui d'un manuel utilisé dans une grande usine chimique aux Pays-Bas et aucune différence majeure n'a pu être relevée.

L'organisation du POI a fait l'objet d'une discussion avec le responsable de la sécurité et nous avons eu l'impression que l'organisation semblait être adéquate pour le but visé et que sa capacité de réaction était régulièrement testée durant des exercices. Le fait que le propre personnel soit impliqué dans la lutte contre les incen-

dies et/ou les émissions accidentelles constitue un point positif. La disponibilité de services médicaux est également rassurante, comme cela s'est avéré lors du dernier incident.

4.2 Rapports sur la sécurité

Les sociétés SNPE, Isochem, Raisio et Tolochimie ont déposé 18 classeurs contenant des rapports sur la sécurité de différents types de processus et de stockages. De plus, un rapport volumineux sur les mesures et les conséquences d'une inondation a été mis à disposition. La liste des titres de ces rapports est donnée dans le chapitre intitulé Références. Des commentaires généraux sont formulés ci-dessous relativement aux rapports sur la sécurité. Des commentaires plus détaillés sur les scénarios sont donnés par rapport dans l'annexe 2.

Les points suivants des rapports sur la sécurité ont été examinés :

- Exhaustivité des rapports.
- Analyse sous-jacente des dangers possibles.
- Scénarios pour l'accident maximal crédible.
- Lignes de défense (LOD ou IPS = Éléments Importants Pour la Sécurité)

Exhaustivité des rapports sur la sécurité

TNO a vérifié la exhaustivité des rapports, partant du principe que ces rapports devaient aborder au moins les points suivants :

- Description des processus
- Aperçu de l'équipement utilisé et cheminement.
- Propriétés des substances utilisées et information relative aux dangers.
- Incidents et accidents survenus dans le passé avec des matières dangereuses
- Analyse des dangers dans le processus
- Description des scénarios
- Méthodes de calcul
- Lignes de défense
- Mesures et formation pour conserver une certaine culture en matière de sécurité par usine.

Après avoir examiné les rapports, TNO estime qu'ils ont la même structure de façon générale, qu'ils sont bien élaborés et qu'ils contiennent les éléments de base pour la détermination de l'accident maximal crédible. Le rapport de Tolochimie sur la sécurité est quelque peu différent dans ses grandes lignes mais est également exploitable.

Le sujet concernant la formation n'est pas explicitement traité dans les rapports sur la sécurité et pourrait être examiné durant le contrôle de sécurité à effectuer après la reprise de la production.

Analyse sous-jacente des possibles dangers.

Les rapports sur la sécurité présentent une méthodologie structurée pour l'analyse des risques, comparable aux procédures communément appliquées HAZOP et FMECA. Les analyses comprennent un tableau de classement de la gravité prévue et de la probabilité des possibles dysfonctionnements dans le processus. Un critère est appliqué pour les risques excessifs de dysfonctionnement, ce qui signifie que des mesures supplémentaires devront être prises pour réduire le risque.

Il a été expliqué à TNO que l'analyse des risques est normalement effectuée par une équipe d'experts.

L'approche est conforme aux directives internationales relativement à l'analyse des risques.

Scénarios pour l'accident maximal crédible.

Les scénarios pour l'accident maximal crédible ont été élaborés et calculés. Le programme des effets PHAST a été utilisé pour le calcul. Les calculs relatifs aux distances des effets sont le plus souvent réalisés pour les situations les plus critiques : une cuve pleine, une rupture totale, un incendie à la suite d'une émission et des conditions météorologiques F3 (moyennement stable et vent à 3 m/s). Des valeurs limites pour l'exposition ont été prises en compte dans le calcul des distances des effets. Les distances calculées sont présentées sur une carte sous la forme de cercles tracés autour du point d'émission. Les valeurs critiques utilisées pour le calcul de Z1 et Z2 et les conditions météorologiques F3 et D5 ne font ici l'objet d'aucune discussion car TNO part du principe que ces valeurs sont déterminées par des organes gouvernementaux.

Les principaux effets sont un incendie dans les cuves de stockage, un nuage toxique et une explosion. Dans le cas d'un incendie, il a été tenu compte de possibles réactions effets dominos. Les nuages toxiques peuvent essentiellement être causés par des accidents lors du dépotage de chlore, d'ammoniac et de monométhylamine. Les incendies à l'intérieur d'un bâtiment sont estimés avoir des effets limités en raison des mesures adéquates ayant été prises. Toutefois, il convient d'examiner la possibilité d'émission de particules durant un incendie, par exemple en provenance du bâtiment de stockage

TNO souhaite faire les commentaires suivants sur les scénarios maximaux crédibles :

- Il convient de faire une remarque générale sur la détermination et la présentation des risques. La différence se trouve dans l'approche de l'évaluation des risques. L'approche française est plus déterministe, ce qui signifie que les conséquences présentées sont basées sur un ou deux accidents maximaux crédibles par activité. L'approche utilisée par exemple aux Pays-Bas est pour sa part plus probabiliste, considérant un jeu de scénarios présentant chacun une certaine probabilité. La présentation et l'explication des risques sur le site la

SNPE conformément à l'approche probabiliste font l'objet de l'annexe 3 du présent rapport.

- Les principaux effets sont liés au dépotage. Le point de départ des calculs n'est pas une fuite du contenu de la cuve mais une rupture totale de la canalisation accouplée avec du liquide ou de la vapeur. Cela signifie que, lors d'une rupture, différentes mesures peuvent être déclenchées pour limiter la fuite, sous l'action de l'équipement ou des opérateurs. Cela est de façon générale acceptable bien que l'on puisse objecter que, dans certains cas, la totalité du contenu de la cuve puisse s'échapper. TNO reconnaît que la probabilité d'une fuite instantanée est très faible et peut par conséquent ne pas être crédible, sauf dans le cas de l'écrasement d'un avion.
- L'accident maximal crédible en termes d'effets peut ne pas toujours être l'accident maximal crédible en termes de probabilité, les canalisations sur le site étant par exemple plus vulnérables que les cuves de stockage. Les effets d'une rupture de canalisation sont essentiellement limités à l'environnement direct et revêtent en fait de l'importance pour le personnel. La plus forte probabilité de fuite exige certaines lignes de défense, comme celles adoptées par la SNPE (par exemple la division des canalisations en sections et les câbles de détections de vibrations et de chocs).
- La façon de présenter les dangers sous la forme d'un cercle indiquant la distance des effets dans des conditions météorologiques F3 peut conduire à une interprétation incorrecte. Le cercle sur la carte délimite la zone menacée et non la zone en danger lors d'un accident donné. Dans la pratique, la zone en danger est beaucoup plus étroite (ayant la forme d'un cigare) et les conséquences sont loin d'y être toujours maximales. Aucune attention n'a été portée à la possibilité de protection consistant à se confiner.
- Il convient également de mentionner le fait que le site est enfermé entre deux bras de la rivière et des collines. Une émission de substances denses peut rester plus ou moins dans les limites de ce que l'on pourrait appeler une cuvette naturelle. De plus, si des gaz tels que le chlore et l'ammoniac sont relâchés sous forme de gaz lourds, il se peut que la rivière en absorbe une partie. Les effets peuvent alors être beaucoup moins importants que ceux calculés. Une simulation tridimensionnelle peut fournir des informations supplémentaires sur ce point.
- Dans un grand nombre de rapports sur la sécurité, le scénario maximal crédible est un incendie, par exemple du toluène stocké dans des cuves hors des bâtiments. Les distances des effets, hormis pour le stockage chez Raisio, sont en général relativement faibles mais il convient d'expliquer clairement qu'un possible incendie n'a pas d'autres conséquences pour les installations voisines, par exemple qu'aucune conduite de liquide (par exemple de NH_3) ni câble électrique ne sera affecté. Un incendie peut générer des produits de combustion tels que SO_2 ou HCl . TNO suppose que les produits de combustion provenant d'une zone ouverte (non d'un bâtiment et sauf pour certains solides) auront un effet essentiellement négligeable en raison de l'ascension des panaches.

- Le scénario maximal crédible dans le cas de décomposition rapide du perchlorate d'ammonium dans le sécheur a été abordé lors des discussions. TNO approuve la supposition selon laquelle les conséquences seront limitées.
- TNO estime que les conséquences réelles d'une inondation seront beaucoup moins graves que celles présentées dans le rapport correspondant. La SNPE devra examiner quelques points supplémentaires.

En conclusion, les scénarios pour l'accident maximal crédible pourraient faire l'objet d'une discussion à l'égard de la situation qu'il convient de considérer comme point de départ (rupture de canalisation ou fuite de la totalité du produit), mais la présentation des risques semble également être déséquilibrée car il n'a pas été tenu compte des probabilités des différents types d'accidents.

Lignes de défenses

Les rapports sur la sécurité contiennent des listes des lignes de défenses suivant les analyses de risques réalisées. Le fait que la mise à jour des rapports sur la sécurité ait conduit dans certains cas à des lignes de défenses supplémentaires (par exemple pour le dépotage du chlore et pour le stockage du toluène chez Raisio) constitue un point positif qui mérite d'être relevé.

De l'avis de TNO, les lignes de défense ont fait l'objet d'une attention approfondie. Il est toutefois dommage que l'efficacité de toutes ces lignes de défenses ne soit pas exprimée dans la réduction des risques réalisée. Les efforts déployés pour la mise en place et le maintien des lignes de défense ne peuvent pas être jugés au vu de la diminution résultante d'un accident en termes de probabilité ou d'effets. Si cela était clarifié dans une approche plus quantitative, cela pourrait indiquer que les lignes de défenses sont à certains endroits soit excédentaires soit tout simplement insuffisantes.

Il convient également de faire remarquer que, dans la liste des lignes de défense, l'effet modérateur de l'organisation de la réponse interne n'est pas mentionné, ce qui aurait dû être noté ici de façon positive.

Résumé sur les rapports sur la sécurité

Les rapports sur la sécurité contiennent des détails adéquats, à l'exception du fait que la présentation des risques pourrait être plus élaborée en étant accompagnée de la probabilité des accidents possibles et de l'effet modérateur produit par les lignes de défenses mises en place.

5. Meilleures Techniques Disponibles et améliorations en matière de sécurité

Il a été demandé à TNO de faire des commentaires sur les améliorations éventuelles en matière de sécurité dans toute partie de la production et du stockage. La première question qui vient à l'esprit est de savoir si la SNPE applique les Meilleures techniques Disponibles et en deuxième lieu, dans quelle mesure les observations et impressions recueillies permettent d'identifier des points susceptibles d'améliorations ?

5.1 Meilleures Techniques Disponibles

Les processus appliqués par les sociétés sont décrits dans les rapports sur la sécurité. TNO a étudié les méthodes de traitement, qui appellent les remarques suivantes :

- De nombreux processus sont en majorité procédé par 'batch' en raison de la grande diversité des produits et de leur quantité relativement réduite.
- De nombreux processus dépendent largement de matières premières telles que le gaz naturel, l'ammoniac et le chlore.
- Certains processus peuvent être qualifiés d'uniques, tels par exemple que le processus de production de perchlorate d'ammonium.

TNO estime que les choix sont acceptables, étant donné la flexibilité et la sécurité requises dans le domaine de la production de substances chimiques raffinées. De meilleures techniques pourraient éventuellement être utilisées, mais cela exigerait des études techniques et économiques très approfondies ainsi que des études dans le domaine de la sécurité. À l'égard de ce dernier point, il convient également de tenir compte du fait qu'il existe déjà pour les processus actuels une expérience pratique considérable ayant débouché sur des façons pratiques de procéder.

5.2 Améliorations en matière de sécurité

Généralités

Une recommandation pour améliorer la sécurité d'un processus repose sur le principe de la sécurité inhérente, qui plaide pour des matières moins dangereuses, des quantités plus faibles, des processus soumis à moins de surpressions et aux températures moins élevées, un processus continu au lieu d'un processus intermittent ainsi qu'une plus grande automatisation.

L'examen des résultats présentés dans les rapports sur la sécurité montre que l'accent est mis, en matière de dangers, sur le dépotage de chlore, d'ammoniac et de monométhylamine. Le stockage de matières inflammables telles que toluène et

CS₂ a également de l'importance mais les effets sont plutôt locaux. La plupart des processus sont intermittents mais les risques n'ont pas d'effet notable hors des limites du site en cas d'absence d'effets dominos.

Dans le cadre de la réduction des risques, il a été choisi de réduire la quantité de chlore de 65 tonnes à 4 tonnes et de fixer la quantité maximale de monométhylamine à 2 tonnes. Du point de vue de la sécurité inhérente et de l'accident maximal possible, ce choix semble raisonnable, également si l'on tient compte de la proximité de l'aéroport de Blagnac. Toutefois, cela entraîne davantage de mouvements de transport et surtout davantage de manipulations de la part de l'opérateur. La probabilité d'une erreur humaine est considérée comme beaucoup plus grande que celle de la défaillance instantanée d'une cuve ainsi que de l'écrasement d'un avion. TNO préfère par conséquent maintenir le nombre des manipulations des opérateurs aussi bas que possible, ce qui implique la présence d'une quantité plus importante de matières dangereuses sur le site.

Un point revêtant également de l'importance pour la sécurité est la façon dont le personnel adhère aux procédures de sécurité ainsi que l'efficacité des commissions à la sécurité et le rôle joué par la direction pour arriver à un processus continu d'amélioration de la sécurité. Cela doit faire l'objet d'une évaluation une fois les processus redémarrés. A nouveau, TNO recommande, dans la mesure du possible, de faire une évaluation des pratiques de sécurité une fois le site redémarré.

Site

L'impression générale que donne le site est que les processus ont lieu dans des installations de différents âges et de différentes technologies. Les bâtiments et les installations des processus de production d'Isochem et de Raisio donnent une impression nettement meilleure que par exemple l'unité U6. Les installations plus anciennes ont été construites de façon assez compacte (U6, U3, N1, N2, F1), ce qui n'est pas trop recommandable pour la protection contre les incendies. De façon générale, il serait prudent d'observer des espaces plus ouverts entre les bâtiments et les installations pour de futures extensions.

Les canalisations pour l'ammoniac et le chlore sont relativement longues sur le site. Cette configuration était nécessaire en raison des processus spécifiques appliqués dans le passé mais pourrait être réexaminée sur la base de la situation actuelle. En ce qui concerne la canalisation d'ammoniac, il serait préférable que le dépotage d'ammoniac ait lieu à proximité de la production de perchlorate d'ammonium et MMH sont les seuls consommateurs d'ammoniac en ce moment. La situation pourrait également être améliorée en changeant le lieu de production de l'eau de Javel. Ce processus a actuellement lieu dans l'unité MMH mais pourrait être transféré à proximité du lieu de stockage du chlore, ce qui se traduirait par une canalisation plus courte.

Dépotage

Les dépotages importants dans le cadre de la sécurité sont ceux du chlore, de l'ammoniac et du monométhylamine. L'installation du dépotage de chlore est relativement récente et moderne, elle ne fait l'objet d'aucune remarque. La conception du dépotage du monométhylamine est également jugée correcte. Le système actuel de dépotage de l'ammoniac n'est probablement pas dangereux mais semble obsolète. Une comparaison a été faite avec un site de dépotage relativement récent aux Pays-Bas et nous a permis un certain nombre de remarques. La SNPE a décidé d'améliorer la situation et une proposition a été formulée dans les rapports sur la sécurité ; proposition dont TNO estime que la mise en œuvre permettra d'améliorer considérablement la sécurité du dépotage.

Maintenance de l'équipement

Des différences sur le site en matière de corrosion externe sont à noter . L'état des unités U6 et MMH donne une mauvaise impression. Il est nécessaire de procéder à une inspection de la corrosion et à la mise en œuvre d'un programme de réhabilitation de l'équipement corrodé. Les unités F1 et U3 pourraient avoir un marquage plus adéquat.

Production de perchlorate d'ammonium

Les aspects de sécurité de la production de perchlorate d'ammonium ont fait l'objet d'une discussion. Une remarque doit être faite au sujet du fonctionnement du processus. Ces opérations sont plutôt manuelles et il serait opportun d'envisager une plus grande automatisation et une surveillance des conditions du processus.

Stockage

Les matériaux stockés dans les bâtiments de stockages sont en partie inflammables. TNO recommande le maintien et la vérification de procédures strictes pour un stockage et un dépotage correct de tous les matériaux. L'utilisation de mousse pour la lutte contre les incendies dans les bâtiments de stockages est recommandée.

6. Conclusions et recommandations

Les activités déployées par TNO en vue de formuler une tierce expertise sur les rapports d'inspection, d'effets de souffle et de sécurité ont conduit aux conclusions suivantes.

1. Les procédures présentées dans les rapports sur la sécurité et la façon dont elles sont détaillées sont parfaitement acceptables. TNO recommande de faire spécialement attention aux tests fonctionnels avant la mise en marche.
2. Les modélisations des effets de souffle sont acceptables, TNO ayant toutefois une opinion différente quant à l'équivalence TNT de l'explosion survenue le 21 septembre. En outre, TNO s'inquiète davantage de l'impact des débris secondaires, qui exige une inspection de l'équipement plus approfondie, au niveau local visuel et fonctionnel.
3. Les rapports sur la sécurité sont de façon générale acceptables. La principale remarque à faire concerne l'approche générale de la présentation des risques. TNO recommande d'adopter une approche plus probabiliste que l'approche déterministe utilisée. La littérature et les essais en ce qui concerne le perchlorate d'ammonium ont été étudiés. TNO estime que les scénarios présentés dans les rapports de sécurité sont corrects. Quelques points complémentaires sont à faire sur le rapport d'inondation.

Recommandations :

1. Certaines unités plus anciennes ont été construites de façon très compacte et sont vulnérables à la propagation du feu. Dans la mesure du possible, les unités existantes et plus particulièrement les extensions futures doivent avoir une structure plus accessible à la lutte contre les incendies et à la maintenance.
2. Les canalisations semblent être inutilement longues et, dans le cas de l'ammoniac, elles s'entrecroisent sur l'ensemble du site. Également en ce qui concerne les risques (probabilité de fuites), il serait souhaitable de rechercher des solutions alternatives.
3. Certaines unités sont passablement corrodées. Mettre en œuvre un programme d'inspection et de réhabilitation est nécessaire.
4. L'utilisation de mousse est recommandée pour la lutte contre les incendies dans les bâtiments de stockageentrepôts.
5. Après la remise en marche, il sera nécessaire d'évaluer le comportement général du personnel face à la sécurité durant les opérations y compris la formation spécifique dans le domaine de la sécurité.

7. Références

Inspection

- [1] SNPE Rapport d'étape Inspection Modélisation 14-12-01
- [2] ISOCEM TOULOUSE EXPERTISES
- [3] RAISIO Chemicals Requalification 1/2
RAISIO Chemicals Requalification 2/2
- [4] Lettre N/Réf: 1-351/01-TOLO/TE

Modélisation des effets de souffle

- [1] Doormaal J.C.A.M. van
Second opinion about the damage assessment at SNPE
Draft report November 2001
- [2] Roxan and Pourcel
Phases 1 et 2 d'expertise - Calage de l'explosion,
Document No 09123S-P2-0002, Technip, 23/10/01
- [3] Roxan and Pourcel
Détermination de classes de bâtiments et principes d'application des
surpressions,
Document No. 09123S-PS-0003, 31/10/01
- [4] J.C.A.M. van Doormaal
40 Tonne Donor/Acceptor Trial – Damage assessment of domestic houses
TNO-report, 2001
- [5] CPR 16^E
Methods for the determination of possible damage to people and objects
resulting from releases of hazardous materials
2e druk 2000
- [6] TM 5-1300,
Structures to resist the effects of accidental explosions
Departments of the US Army, the Navy and the Air Force, November 1990

- [7] CCPS
Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapour Cloud Explosions,
Flash Fires and BLEVES
New York, 1994

Manuels et rapports sur la sécurité

- [1] Manuels
1. SYSTÈME DE GESTION DE LA SÉCURITÉ
(MANUEL D'APPLICATION & INSTRUCTIONS D'ORGANISATION)
 2. PLAN D'OPÉRATION INTERNE
- [2] Rapports sur la sécurité (date de parution 15 – 17 décembre)
1. ED GLOBALE – ÉTUDE DE DANGER GLOBALE
 2. ED No. 1 – DÉPOTAGE DE CHLORE ET DISTRIBUTION
 3. ED No. 2 – MAGASINS PRODUITS CONDITIONNÉS
 4. ED No. 6 F1 - CHIMIE FINE ATELIER F1
 5. ED No. 6 N1C3 – CHIMIE FINE ATELIER N1C3
 6. ED No. 6 N2CH1 – CHIMIE FINE ATELIER N2CH1
 7. ED No. 6 N2CH2 – CHIMIE FINE ATELIER N2CH2
 8. ED No. 6 U3 – CHIMIE FINE UNITÉ DU BÂTIMENT 375
 9. ED No. 6 U6 – CHIMIE FINE ATELIER U6
 10. ED No.7 – DÉPOTAGE ET DISTRIBUTION D'AMMONIAC
 11. ED No. 8 – PILOTE
 12. ED No. 9 – STOCKAGES PRODUITS VRACS
 13. ED No. 10 – FABRICATION DE PERCHLORATE D'AMMONIUM
 14. ED No. 12 – PRODUCTION ET STOCKAGE D'HYDRAZINES
 15. ED No. 13 – PRODUCTION VAPEUR
 16. ISOICHEM TOULOUSE ÉTUDE DE DANGER POI RAPPORTS
 17. Raisio Chemicals – ÉTUDE DE DANGERS RAISIO – Site de
TOULOUSE (31)
 18. TOLOCHIMIE ÉTUDES DE DANGER
 19. Etude de prévention et de protection du risque inondation – Société SNPE
- [2] Methods for the calculation of physical effects (Part 1 and 2) (CPR 14E Yellow book)
Third edition 1997, Committee for the Prevention of Disasters
ISBN 9012084970
- [3] Guidelines for quantitative risk assessment (CPR18E Purple book)
First edition 1999, Committee for the Prevention of Disasters
ISBN 9012087961

- [4] Uijt de Haag P.A.M., Ale B.J.M., Post J.G.
Guideline for quantitative risk assessment : Instructions for a quantitative risk analysis in the Netherlands
Safety and reliability, Schüller & Kafka (eds) 1999 Blakema Rotterdam ISBN 90 5809 109 0
- [5] Maurin C., Derrien J.C. Deneuille P., Monteagudo P.
Experimental study of deflagration to detonation transition case of ammonium perchlorate
7th Symposium on detonation June 16-19 1981, Annapolis Maryland USA.

Amélioration de sécurité

- [1] CPR 13 (Ammoniak) en néerlandais

8. Authentication

Name and address of the principal:

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE)

Etude financée par:

SNPE Chimie
Chemin de la Loge
31078 Toulouse Cedex 4
France

Names and functions of the cooperators:

M.Th. Logtenberg
J.C.A.M. van Doormaal
R.J. Kersten
A. Kruithof
J. Reinders

Names and establishments to which part of the research was put out to contract:

-

Date upon which, or period in which, the research took place:

Octobre 2001 – Janvier 2002

Signature:



M.Th. Logtenberg
Chef De Projet

Approved by:



Ir. H.S. Buitenhek
Directeur Du Département

Annexe 1 Commentaires sur les Modélisations des effets de souffle

Vous trouverez ci-dessous les commentaires de TNO sur les rapports de Technip. TNO a reçu ces rapports provisoires le 12 décembre 2001. Les rapports définitifs ont été reçus le 15 janvier 2002.

L'intention de TNO n'était pas de refaire tout le travail de Technip mais d'en prendre connaissance et de se concentrer sur l'approche qu'ils adoptent et sur leurs conclusions.

Phases 1 et 2 d'expertise – Calage de l'explosion

Document n° 09123S-P2-0002 par Roxan et Pourcel, 26/11/01

Une première version de ce rapport a déjà fait l'objet de commentaires de la part de TNO [novembre 2001 par Ans van Doormaal]. Il existait une différence majeure entre la conclusion de TNO et celle de Technip, concernant l'équivalence TNT de l'explosion.

Dans la version précédente de ce rapport, Technip concluait que la puissance de l'explosion se situait entre 15 et 25 tonnes TNT. Se basant également sur les données utilisées par Technip, TNO concluait pour sa part qu'il était plus probable que l'équivalence TNT se situe entre 30 et 40 tonnes, considérant que 35 tonnes correspondaient à la valeur la plus réaliste.

Technip a adhéré à l'idée d'une équivalence TNT supérieure, estimant que la puissance de l'explosion oscillait entre 15 et 40 tonnes de TNT, avec 25 tonnes comme valeur la plus réaliste.

Toutefois, cette différence d'opinion ne revêt en soi pas beaucoup d'importance. Il est plus intéressant d'en observer les conséquences sur le reste de l'étude. Il n'existe aucune conséquence sérieuse car, pour une sécurité absolue, Technip procède également à des calculs dynamiques avec comme donnée de base une source d'explosion de 40 tonnes.

Détermination de classes de bâtiments et principes d'application des suppressions

Document n° 09123S-P2-0003 par Roxan et Pourcel, 5/12/01

Une version antérieure de ce rapport a déjà fait l'objet de commentaires de la part de TNO dans la note mentionnée ci-dessus [novembre 2001 par Ans van Doormaal].

Un commentaire concernait la méthodologie utilisée pour les effets d'écran.

L'approche n'était pas expliquée de façon très claire. Bien que TNO ait l'impression que Technip utilisait la bonne approche, elle lui en demanda confirmation. Cette confirmation a entre-temps été donnée par un échange de courriers électroniques.

Un second commentaire concernait la méthodologie utilisée pour les coefficients de réflexion. Ultérieurement il a été tenu compte de ce commentaire au moment de traiter les rapports sur les calculs dynamiques.

Rapports sur les travaux de réparation et sur la réutilisation des bâtiments

Les rapports suivants ont été reçus et envoyés par TNO :

- Comportement des cheminées N° 252 et 313. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 0913S-P2-0006, 13/11/01
- Comportement des châteaux d'eau N° 263, 265 et 266. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0007, 13/11/01
- Comportement atelier N2, local froid N° 416 et salle de contrôle N° 403. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0008, 13/11/01
- Comportement atelier N1, local des compresseurs N° 401. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0009, 13/11/01
- Comportement des bâtiments de l'unité de perchlorate N° 308, 309, 310, 311 et 312. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0010, 13/11/01
- Comportement des bâtiments. Postes de transformation électrique N° 240, 241, 242 et 247. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0011, 13/11/01
- Comportement de la salle de contrôle UDMH. Bâtiment N° 451. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0013, 13/11/01
- Comportement des bâtiments N° 447A et 447B. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0014, 13/11/01
- Comportement du bâtiment N° 376. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0015, 13/11/01
- Comportement de la salle de contrôle N° 373. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0016, 13/11/01
- Comportement de l'unité de traitement d'effluents N° 460. Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0017, 13/11/01
- Comportement de l'unité N1 (N° 400). Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0021, 28/11/01
- Comportement de l'unité N2 (N° 402). Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0022, 28/11/01
- Comportement de l'unité F1 (N° 405). Expertise, Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0023, 28/11/01
- Bâtiment 253 Passerelle sur Garonne, Pourcel, Document n° 09123S-P2-0025, 28/11/01
- Unités N° 45 (MMH) et N° 450 (UDMH). Expertise. Chagniat, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0039, 4/12/01

Ces rapports décrivent les effets de soufle subis par les bâtiments et expriment des recommandations sur les travaux de réparation. Technip base ce travail sur une inspection visuelle des bâtiments. TNO n'a pas procédé à une inspection aussi approfondie.

TNO approuve la conclusion de Technip selon laquelle tous ces bâtiments peuvent être réutilisés après des travaux de réparation plus ou moins importants. Pour la plupart des bâtiments, la structure porteuse n'a pratiquement pas souffert de l'onde de choc et ne présente aucun effet de souffle. De plus, TNO a également observé le problème de la corrosion sur le site.

Les travaux de réparation recommandés sont pour la plupart évidents. TNO recommande par conséquent de suivre les conseils de Technip.

Liste des documents d'étude. Descriptions des logiciels principales références
Pourcel, Document n° 09123S-P2-0028, 28/11/01

TNO n'a pas de commentaire sur les programmes utilisés par Technip pour les analyses. Il s'agit de programmes que TNO utilise également, ainsi que d'autres qui reposent sur les mêmes principes que ceux de l'approche que TNO adopterait.

Détermination des éléments types

Duplessis et Pourcel, Document n° 09123S-P2-0024

TNO n'a pas de commentaire sur la sélection des éléments utilisés pour les calculs dynamiques.

Études dynamiques

TNO a reçu et examiné les rapports suivants :

- Étude dynamique du stockage de soude. Bâtiment 308 – RM13260, Pourcel, Document n° 09123S-P2-0005, 26/11/01
- Étude dynamique de la citerne bâtiment 404A – RM26238, Pourcel, Document n° 09123S-P2-0012, 26/11/01
- Étude dynamique du réacteur de synthèse. Bâtiment 310 – RM13241, Pourcel, Document n° 09123S-P2-0019, 26/11/01
- Étude dynamique de la colonne. Bâtiment 369 – RM16546, Pourcel, Document n° 09123S-P2-0020, 27/11/01
- Étude dynamique du stockage de soude. Bâtiment 452 – RM45130, Pourcel, Document n° 09123S-P2-0030, 3/12/01
- Étude dynamique du réservoir T106. Bâtiment 396 – RM17008, Pourcel, Document n° 09123S-P2-0031, 3/12/01
- Étude dynamique de la colonne. Bâtiment 450 – RM45055, Pourcel, Document n° 09123S-P2-0037, 27/11/01
- Étude dynamique de la colonne. Bâtiment 445 – RM18555, Pourcel, Document n° 09123S-P2-0038, 27/11/01

Pour les calculs dynamiques, Technip a sélectionné une série de cuves. Le tableau suivant donne un aperçu des cuves sélectionnées et des calculs réalisés.

La sélection et les calculs doivent être représentatifs de toutes les cuves du site de SNPE et de l'explosion survenue. TNO émet à cet égard les commentaires suivants :

1. Les types des cuves sélectionnées constituent un jeu mélangé de cuves. Il est tenu compte des cuves aussi bien verticales qu'horizontales, de différentes dimensions et de différents poids. Le choix s'est porté en particulier sur des cuves de taille relativement importante. Étant plus exposées aux explosions que les objets de taille plus petite, les grandes cuves peuvent être considérées comme étant représentatives des petites.
Seules deux cuves horizontales ont été sélectionnées. Chacune a une orientation différente par rapport à l'explosion. La gamme de cuves horizontales observées est donc réduite, mais cela est compensé par leur taille. Il est permis d'extrapoler les résultats sur les cuves plus petites.
2. Pour quatre des huit calculs, la donnée de base était une source d'explosion de 25 tonnes, une valeur discutable. Pour une sécurité absolue, l'équipement doit être vérifié sur la base d'une source d'explosion d'au moins 40 tonnes. Cette donnée de base n'a toutefois pas d'influence sur la représentativité des résultats car Technip a eu la bonne idée de ne pas tenir compte des ondes réfléchies dans ces quatre calculs. Ainsi, la charge calculée pour 40 tonnes d'équivalent TNT en prenant en compte les ondes de détente est inférieure à celle d'une onde de choc entièrement répercutée par une explosion de 25 tonnes d'équivalent TNT sans prise en compte de l'onde de détente, comme le montre la figure 1 (pour la cuve 2).
3. Dans tous les calculs, Technip a supposé que les cuves étaient vides. Cela peut être considéré comme une approche prudente. Les cuves (partiellement) remplies résistent mieux à la charge d'un choc en raison de leur masse (inertie) plus importante.
4. Technip a utilisé la distance de l'explosion, en corrélation avec l'objet choisi. Cela peut poser un problème lors de l'extrapolation des résultats à d'autres cuves si ces autres cuves sont plus proches de la source de l'explosion, car elles seraient alors exposées à une charge plus importante.
Cet avertissement revêt une importance particulière car la majorité des cuves sélectionnées est relativement éloignée de la source de l'explosion. Le site de SNPE commence environ à 450 m de la source de l'explosion.
5. Toutes les cuves ont été considérées comme étant à ciel ouvert et sans protection, ce qui constitue le pire des scénarios. Avec un écran de protection ou à l'intérieur d'un bâtiment, la charge subie par la cuve serait moins importante. L'extrapolation des résultats aux cuves situées à l'intérieur donne par conséquent une bonne sécurité.

| | Position | size (H/L x D) | poids | distance | orientation | charge maximale | pression |
|---|------------|-----------------|---------|----------|---|-----------------|---|
| 1 | Horizontal | 6.6 m x 2.6 m | 3400 kg | 750 m | →  | 25 tonnes |  $P_{peak} = P_r$ |
| 2 | Vertical | 7.1 m x 2.8 m | 7520 kg | 700 m | →  | 25 tonnes |  $P_{peak} = P_r$ = 86 mbar $= 94 \text{ mbar}$ |
| 3 | Vertical | 7 m x 0.5-2 m | 4148 kg | 780 m | →  | 25 tonnes |  $P_{peak} = P_r$ = 84 mbar |
| 4 | Vertical | 17.3 m x 0.8 m | 4400 kg | 550 m | →  | 40 tonnes |  $P_{peak} = P_r$ = 162 mbar |
| 5 | Vertical | 5.45 m x 4.85 m | 3800 kg | 800 m | →  | 25 tonnes |  $P_{peak} = P_r$ = 80 mbar |
| 6 | Horizontal | 14 m x 2.6 m | 6128 kg | 650 m | →  | 40 tonnes |  $P_{peak} = P_r$ = 128 mbar |
| 7 | Vertical | 27 m x 1-1.2 m | 4000 kg | 850 m | →  | 40 tonnes |  $P_{peak} = P_r$ = 90 mbar |
| 8 | Vertical | 14.3 m x 0.21 m | 400 kg | 900 m | →  | 40 tonnes |  $P_{peak} = P_r$ = 84 mbar |

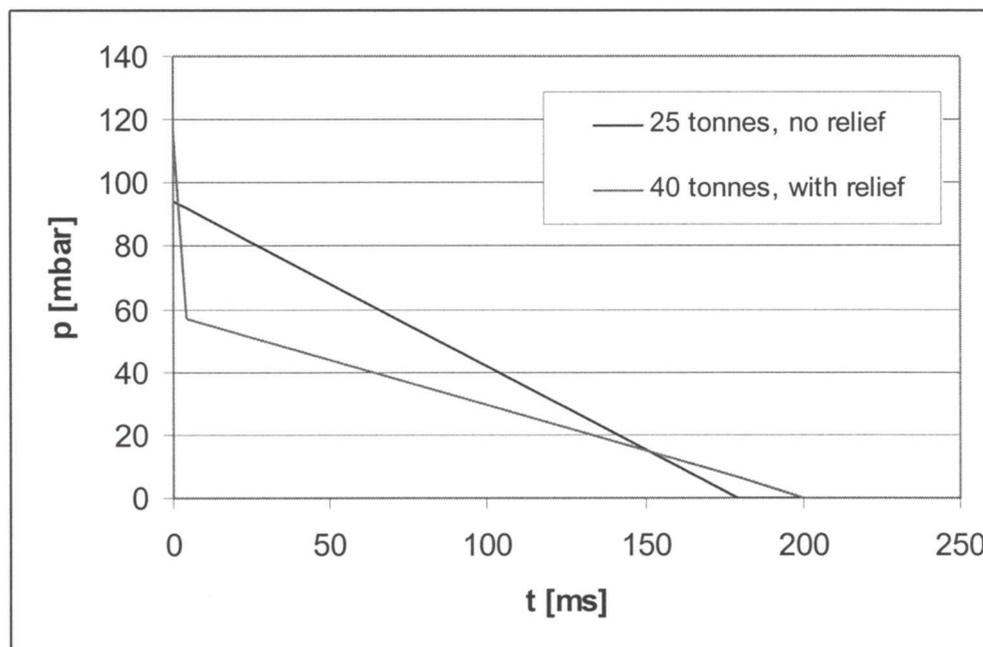


Figure 1 Comparaison entre la pression exercée par une explosion de 40 tonnes avec prise en compte de l'onde de détente et la pression exercée par une explosion de 25 tonnes sans prise en compte de l'onde de détente.

En ce qui concerne les calculs eux-mêmes, TNO n'a aucune raison de douter des résultats obtenus par Technip, qui sont logiques. La réponse élastique des cuves elles-mêmes n'est pas un résultat surprenant, pas plus que le fait que le support se soit révélé être l'élément le plus vulnérable.

L'avertissement porte ici sur l'extrapolation des résultats à d'autres cuves plus proches de la source de l'explosion. Il convient ici d'observer la plus grande prudence.

Étude des projections primaires et secondaires

Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0018, 22/11/01

Le danger que constituent les débris sur le site de SNPE ne concerne que les débris secondaires, comme l'a expliqué Technip. Les débris primaires ne doivent pas être pris en considération étant donné la distance et l'orientation par rapport au site d'AZF. De plus, aucun débris primaire n'a été relevé sur le site de SNPE.

L'impact des débris secondaires a été étudié par Technip, partant du principe d'une vitesse d'impact de 20 m/s. Cette valeur est estimée être raisonnable.

L'information relative aux calculs est limitée. Toutefois, les résultats ne donnent pas de raison de douter de l'exactitude des calculs.

La conclusion la plus intéressante tirée des calculs est que les débris secondaires peuvent causer des effets de souffle locaux aux cuves. Ces effets de souffle comprennent une déformation plastique de l'acier des cuves. Ils peuvent parfois être mineurs et invisibles à l'œil nu.

Cela signifie qu'une simple inspection visuelle ne permet pas de garantir l'absence de déformation plastique des cuves. Les petits effets de souffle dont il s'agit ici ne posent en principe aucun problème pour l'acier des cuves en raison de la ductilité de ce matériau. Ils peuvent toutefois avoir affecté un éventuel revêtement interne, en particulier si ce revêtement se compose d'un matériau beaucoup plus cassant. C'est la raison pour laquelle Technip recommande de vérifier les couches émaillées de l'équipement. TNO approuve cette recommandation.

Études relatives aux canalisations

TNO a reçu et examiné les rapports suivants :

- Etude des tuyauteries. Atelier U1-U2 – U3 et U4, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0026, 28/11/01
- Etude des tuyauteries. Atelier U6 et U7, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0027, 28/11/01
- Etude des tuyauteries. Atelier CO + H2, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0029, 28/11/01
- Etude des tuyauteries. Dépotage chlore, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0032, 28/11/01
- Etude des tuyauteries. Atelier Phosgene, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0033, 28/11/01
- Etude des tuyauteries. Atelier N1, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0034, 28/11/01
- Etude des tuyauteries. Atelier N2, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0035, 28/11/01
- Etude des tuyauteries. Atelier MMH, Pourcel et Roxan, Document n° 09123S-P2-0036, 28/11/01

Même si Technip a utilisé une source d'explosion de 25 tonnes comme donnée de base, ces calculs et leurs résultats peuvent être qualifiés de prudents pour les raisons suivantes :

- Technip n'a tenu compte d'aucune protection des canalisations, qui se trouvent à l'intérieur.
- Technip a utilisé la pression de réflexion complète pour les objets minces et donc rapidement dégagés.

Un aspect des résultats pourrait être source de préoccupations si les résultats n'étaient pas aussi prudents. Il s'agit des forces de réaction sur les supports, qui sont dans certains cas considérables. Pour un support avec plusieurs canalisations, la charge peut être très importante et il convient de vérifier si ce support peut y résister. Toutefois, en raison de la prudence des calculs, dans ce cas ce point peut être ignoré.

Étude préliminaire d'un système d'arrêt de projections (Atelier Perchlorate)

Languy, Document n° 09123S-P2-0040, 6/12/01

Pas de commentaires.

Annexe 2 Commentaires par rapport à la sécurité

Introduction

Etant donné que le plus important, pour évaluer de possibles conséquences, est l'examen des scénarios, une attention particulière a été portée aux données de base utilisées pour les calculs. La procédure des calculs eux-mêmes faisant usage des programmes de PHAST est acceptable, bien que différentes versions en aient été utilisées (de 4.2 à 6.0). Les résultats des calculs ont été vérifiés de façon ponctuelle. Des commentaires spécifiques sont donnés ci-dessous sur les rapports et les scénarios.

1. ED Globale

Bon aperçu des points d'attention revêtant de l'importance. Aucun autre commentaire que ceux mentionnés ci-dessous par rapport.

2. Dépotage et distribution de chlore

Les scénarios sont acceptables, bien que l'on ait une grande confiance dans le bon fonctionnement des absorbeurs à la soude en cas de rupture complète de la canalisation. L'accident maximal serait un déversement à l'intérieur du bâtiment de dépotage avec un dysfonctionnement des absorbeurs à la soude et aucune émission par la cheminée. La crédibilité d'un dysfonctionnement simultané de toutes les lignes de défense est une question d'opinion. Cela ne pourrait arriver que si un avion s'écrasait sur le site de dépotage.

Il convient de faire une remarque sur l'émission par la cheminée. Le rapport affirme que le nuage resterait à la même altitude, à savoir environ 80 mètres, sur une distance de plus de 300 mètres dans le cas où l'efficacité de l'absorbeur à la soude ne serait que de 92 % (ce qui peut être une estimation prudente). La hauteur des collines avoisinantes atteint à certains endroits 60 mètres. Cela pourrait signifier que le nuage, en se dispersant, pourrait toucher le sol. Cela peut en particulier être le cas dans des conditions météorologiques D5. Il convient de tenir compte de cette possibilité dans le rapport sur la sécurité.

Possibilité d'une rupture de canalisation et conséquences à l'égard de la capacité d'aération.

La capacité d'aération prévue (20 000 m³/h) étant quatre fois supérieure au taux maximal d'émission (5 000 m³/h), elle devrait être adéquate. Il est extrêmement important que le système de lavage fonctionne en cas d'émission ; ce système doit par conséquent être extrêmement fiable.

L'étude sur la sécurité présente l'avantage d'avoir débouché sur sept mesures supplémentaires en vue de l'amélioration de la sécurité au niveau du dépotage.

3. Étude de dangers No 2 Magasins produits conditionnés (300-301-302-349-317)

Le principal scénario est celui d'un incendie des produits stockés dans les entrepôts. La donnée de base du calcul est l'embrasement d'un quart de la zone. Des produits de combustion tels que le HCl peuvent être libérés.

Un point dont il convient de tenir compte peut être le fait qu'un incendie puisse également provoquer l'émission de grandes quantités de particules solides et que l'eau utilisée pour l'extinction puisse entraîner une pollution. Dans ce cadre, il est recommandable d'utiliser de la mousse pour lutter contre une propagation du feu dans un entrepôt. Une bonne surveillance du bâtiment et un régime de stockage strict sont également essentiels dans la prévention des incendies.

La possibilité de dissolution et de dispersion des produits chimiques stockés dans l'eau durant une inondation doit faire l'objet d'une attention particulière.

4. ED No 6 – F1 – Chimie fine atelier F1

Le scénario le plus important considéré est un déversement total de CS₂ venant d'un conteneur de 10 tonnes dans une enceinte, ceci suivi de l'inflammation du liquide échappé avec comme résultat en une émission continue de SO₂. La durée de l'incendie est calculée à 10 minutes en raison de l'intervention d'une ligne de défense. Les suppositions sont considérées comme étant raisonnables.

5. ED No 6 N1C3 – Chimie fine atelier N1C3 (Fabrication de l'allyl diglycol carbonate (ADC))

Le déversement d'alcool allylique à la suite d'une rupture de canalisation, avec une possible intervention de l'opérateur dans un délai de deux minutes, constitue un scénario important. Un déversement continu a été calculé à 12 g/s comme valeur de base pour la dispersion, ce que nous estimons acceptable.

6. ED No 6 N2CH1 Chimie fine atelier N2CH1

Le principal scénario est la possibilité d'une émission d'ammoniac en tant que gaz usagé à éliminer dans un absorbeur à la soude étagé à l'eau et l'acide sulfurique. Ce scénario ne suscite aucune remarque.

7. ED No 6 N2CH2 – Chimie fine atelier N2CH2

Les principaux scénarios sont l'inflammation de mono chlorobenzène et une rupture de canalisation du stockage de sulfure de méthyle suivie d'un incendie.

La durée de l'incendie semble être assez longue (30 minutes). Il est permis de s'attendre à ce que des mesures adéquates soient prises dans un délai de 10 à 15 minutes.

8. ED No 6 375 –U3 - Chimie fine unité U3 du bâtiment 375

Les scénarios mentionnés concernent les isocyanates, mais n'ont pas de conséquences graves pour l'entourage direct. Le rapport ne suscite aucune remarque.

9. ED No 6 Chimie fine atelier U6 fabrication des frescolates

Le scénario présentant le plus grand intérêt est celui d'un incendie de toluène sur des distances plutôt limitées. Le rapport sur la sécurité n'appelle aucune remarque particulière, sauf la remarque générale relative à l'endommagement des canalisations et des câbles pouvant résulter de l'incendie et provoquer un effet domino.

10. ED No 7 Dépotage et distribution d'ammoniac

Une nouvelle retenue sera construite pour l'installation de dépotage, qui se traduira par une enceinte composée de trois murs et d'un toit. La partie frontale restera ouverte mais une ligne de défense pourra être mise en service sous la forme d'un rideau d'eau en cas de déversement d'ammoniac. L'efficacité du rideau d'eau est prudemment estimée à 30 %. De plus, une mise à jour de l'installation aura lieu, avec, par exemple, l'installation de bras de chargement genre dry break. À titre d'observation générale, il est permis d'affirmer que la nouvelle installation contribuera certainement à améliorer la sécurité des activités de dépotage.

Il convient de faire les remarques suivantes :

- Le diamètre de la sortie de la canalisation est fixé à 25 mm (1 pouce). Cela peut être valable pour une rupture de canalisation mais ne l'est pas si la totalité du contenu est déversée, par exemple lors de l'écrasement d'un avion.
- L'installation n'aura pas de salle de contrôle (comme c'est le cas aux Pays-Bas) à partir de laquelle il serait possible d'observer et d'interrompre au besoin les opérations.
- Il devrait y avoir une porte de sortie d'urgence, mais cette porte deviendrait alors, si elle restait ouverte, une voie d'échappement d'ammoniac concentré.

11. ED No 8 - Pilote

Les dangers identifiés ne constituent pas un risque direct pour l'environnement. Il est possible de s'interroger sur le fait qu'une certaine quantité de matières toxiques peut être stockée dans le bâtiment dans l'attente des synthèses (outre ce qui est déjà stocké dans le magasin de stockage). Un déversement pourrait avoir lieu si un incendie se déclarait dans le bâtiment, les vitres se brisant et le feu provoquant une émission de produits de combustion et/ou de particules solides. Ce point est de nature plus générale et doit être également considéré pour les autres bâtiments.

12. ED No 9 - Stockages produits VRACS 399-396-378

Les principaux aspects à considérer sont un incendie du stockage de toluène et d'éthanol. Un grand nombre de mesures supplémentaires est proposé, essentiellement en vue de l'extinction du feu. Nous n'avons aucune autre remarque à faire.

13. ED No 10 – Fabrication de perchlorate d’ammonium

Le principal danger lors de la production de perchlorate d’ammonium est la possibilité d’une explosion de l’installation de séchage. Dans le rapport sur la sécurité, les contours ont été calculés en cas d’explosion. Les pressions de l’explosion sont inférieures à celles prévues à l’origine, tenant compte des mesures de sécurité prises (mur en béton).

14. ED No 12 – Production et stockage d’hydrazines

Le principal scénario est celui d’un déversement de MMA, pour lequel un débit de 7,3 kg/s a été calculé, tenant compte d’une rupture totale de la canalisation de liquide sous pression. Un limiteur de débit sera installé pour réduire le déversement à un débit maximal d’environ 2 kg/s. Le calcul a été effectué en supposant un déversement continu et une intervention dans un délai de 15 minutes. De plus, des mesures supplémentaires seront prises pour les lignes de défense.

Il convient de faire les remarques suivantes :

- Il faut tenir compte de la probabilité dans laquelle le limiteur de débit sera efficace et de considérer par conséquent deux scénarios, l’un avec un limiteur de débit fonctionnant et l’autre avec un dysfonctionnement de ce limiteur. Un débit de 2 kg/s est acceptable à condition que SNPE démontre que le bon fonctionnement du limiteur de débit est régulièrement testé.
- Il est étonnant de partir du principe d’un déversement continu alors que nous pouvons supposer qu’une intervention aura lieu au terme de 10 à 15 minutes, par exemple pour répandre de la mousse dans l’enceinte afin d’interrompre l’émission. Il est recommandé d’effectuer un calcul pour une source instantanée comprenant la quantité de l’évaporation (MMA directement évaporé 180 kg).

15. ED No 13 – Production vapeur

Pas de commentaire, aucune substance dangereuse n’étant impliquée.

16. Isochem Toulouse

Les scénarios considérés pour Isochem sont l’explosion d’une cuve de 40 m³ de THF et l’incendie des cuves d’acétone et d’acétate d’éthylène. Pas d’autres remarques.

17. Étude de dangers Raisio – Site de TOULOUSE (31)

Le principal danger sur le site de Raisio est un incendie du stockage de toluène et de TEA

Étant donné l’étendue considérable de la zone pouvant être affectée par le feu, il convient d’examiner la possibilité de protéger les canalisations et les câbles électriques.

18. Tolochimie Analyse de risques sur l'unité d'acide nitrique

Tolochimie a présenté un rapport sur la sécurité concernant la production d'acide nitrique. Le principal scénario est celui d'une rupture de la canalisation de chargement du camion en acide nitrique. La durée de la fuite est de cinq minutes.

Les remarques suivantes doivent ici être faites :

- La durée de la fuite est passablement longue étant donné que le personnel reste prêt à intervenir durant le chargement.
- Le plan de ce rapport sur la sécurité est différent des autres.

Un rapport révisé sur la sécurité a en outre été remis à TNO, contenant une description du processus d'hydrogénation. L'accident maximal crédible est alors une réaction d'emballement n'ayant aucune conséquence directe sur l'acide nitrique stocké à proximité. TNO n'a pas d'autre commentaire sur ce point.

19. Étude de prévention et de protection du risque d'inondation

L'étude donne un aperçu des faits concernant une possible inondation de l'île. La majeure partie en est dédiée à la détermination des risques par unité et sous-unité d'installation. Nous avons l'impression qu'une étude très approfondie et détaillée a été faite. TNO suppose que la possibilité que l'eau, en s'écoulant, n'emporte pas les fondations a été envisagée. Il est connu que les parois d'un bâtiment peuvent s'écrouler en fonction de la différence du niveau de l'eau à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment, de la force du vent et du débit de l'eau. Cela peut en particulier affecter les entrepôts. Il a été recommandé de vérifier la structure du sol à proximité des entrepôts ainsi que la résistance des parois.

Dans l'annexe 2, les émissions et distances des effets ont été calculées pour les possibilités de réaction avec des produits et pour un déversement total des produits stockés. Des calculs ont été effectués pour les produits suivants : SO₂, NH₃, Cl₂, HCl et COCl₂ (non concerné pour le 1er perimeter).

Nous ferons les remarques suivantes :

- Les fiches techniques n'indiquent pas clairement les données de bases pour les résultats calculés.
- Le NH₃ est considéré comme un gaz léger, ce qui ne présente ici aucun intérêt.
- Tous les produits mentionnés sont solubles dans l'eau ou réagissent à l'eau et il est donc difficile à croire qu'un déversement grave aura lieu à la suite de réactions avec les produits.
- Une rupture totale des stockages de NH₃, Cl₂ et COCl₂ est improbable tenant compte du mode de stockage en wagons-citernes et en cuves souterraines. Aussi longtemps que les valves des citernes sont fermées, aucun effet n'est à craindre, également en raison du poids considérable des conteneurs.

En conclusion, TNO estime que les scénarios présentés sont exagérés et qu'il convient d'attacher davantage d'importance aux substances non solubles telles que le

toluène ainsi qu'aux possibilités d'inflammation d'un nuage se dispersant, qui flotte et s'évapore de la surface de l'eau .

TNO recommande d'évaluer les possibles conséquences d'accidents tels par exemple que le déversement de la totalité du contenu de la citerne de toluène chez Raisio. Il convient dans ce cas d'éviter les étincelles provoquées par des courts-circuits dans l'équipement électrique ou les batteries. Les produits toxiques pouvant être dissous ou dispersés dans l'eau, par exemple les produits stockés dans l'entrepôt, peuvent également constituer une menace.

La possibilité d'une fuite des cuves ou des unités de production est difficile à évaluer. Il faut tenir compte du fait que, durant une inondation, toutes sortes de matériaux flotteront à la dérive, tels que déchets et troncs d'arbres, pouvant causer des dommages en fonction de la puissance du courant.

Un autre point à considérer est le fait qu'en cas d'inondation tout l'équipement et tous les bâtiments immergés seront couverts d'une couche de boue. Il se peut que l'équipement électrique et électronique ayant été au contact de l'eau doive être remplacé. Le nettoyage et le test de l'équipement demanderont des efforts importants.

Annexe 3 Calcul pour le site SNPE du risque selon la méthode d'évaluation quantitative du risque (QRA) en vigueur aux Pays-Bas

1. Introduction

L'évaluation quantitative du risque (en anglais Quantitative Risk Assessment, QRA) est la méthode utilisée aux Pays-Bas pour estimer le risque lié à l'utilisation, au transport et au stockage des matières dangereuses. Cette méthode a été développée durant les dernières années et ses résultats sont transmis aux autorités pour leur permettre de décider d'accepter ou non le risque induit par une activité donnée.

Deux indicateurs sont établis :

- Le risque individuel (risque de localisation) : il s'agit de la probabilité annuelle de décès suite à un accident lié à l'activité étudiée pour une personne qui resterait en permanence à l'extérieur et sans protection.
- Le risque pour notre société hors du site industriel l'activité (encore appelé risque de groupe ou risque sociétal) : il s'agit de la probabilité annuelle de décès suite à un accident lié à l'activité étudiée pour un groupe de personnes donné.

Le risque individuel est estimé à l'aide de cartes qui présentent des cercles ou des contours iso-risques (voir l'exemple joint en annexe 1). A des fins pédagogiques à destination de la population, les probabilités affichées peuvent être comparées à des risques usuels (accidents de circulation, maladies...).

Le risque de groupe est lui établi à l'aide d'une courbe qui donnent la fréquence cumulative de décès pour un groupe en fonction de la taille du groupe (voir l'exemple en annexe 2). Cette analyse est construite à partir des densités locales de population.

Ces instruments de mesure permettent de décliner une politique générale de maîtrise du risque. Ainsi, les deux critères retenus à ce jour aux Pays-Bas pour les sites soumis à la directive Seveso II sont les suivants :

- Aucune zone « sensible » ne doit se trouver dans la zone de risque individuel supérieur à 10^{-6} , et aucune zone « moins sensible » dans la zone de risque individuel supérieur à 10^{-5} . Par « zone sensible » on entend par exemple une zone résidentielle à forte densité de population. Des exemples de zones « moins sensibles » sont les zones commerciales, les terrains de sports ou de loisirs ou des zones résidentielles à faible densité de population.
- Le risque de groupe doit être inférieur à 10^{-5} pour un groupe de 10 personnes et il doit être 100 fois plus faible pour chaque nouvelle puissance de 10. Ainsi, pour un groupe de 100 personnes, on considère que le risque doit être inférieur à 10^{-7} , etc..

L'importance de cette méthode de calcul n'est pas que le risque y est seulement présenté, mais que les mesures de protection (lignes de défenses) y sont également intégrées. L'influence de leur efficacité peut être reconnue. Ceci est particulièrement clair pour les lignes de défenses

2. Données de base pour les calculs probabilistes de risques

Les données de base pour le calcul de risque individuel et le risque de groupe sont les suivantes :

- Les effets appropriés;
- La probabilité des effets;
- Les données météorologiques
- La densité de population sédentaire autour du site de la SNPE.

Les effets appropriés sont sélectionnés d'après les rapports de sécurité de la SNPE. Les scénarios les plus importants sont l'émission de chlore, d'ammoniac ou de monométhylamine lors de leur dépotage et une fuite de canalisations de chlore ou de l'ammoniac. Il y a une différence entre une émission instantanée et une fuite de plus longue durée. Une émission instantanée est présente lors d'une ruine totale d'un conteneur de chlore, d'ammoniac ou de monométhylamine, causée par le crash (d'un avion). Dans ce cas nous avons supposé l'inflammation de monométhylamine avec sa combustion totale et pour l'ammoniac la combustion à 50 %. La rupture complète d'un conteneur est un complément aux scénarios présentés dans les rapports de sécurité.

Un plan d'ensemble des scénarios des calculs de risque est présenté dans le tableau nr 1

La probabilité des scénarios est empruntée aux données du livre violet [ref. 3 Manuals and safety reports]. La probabilité d'un crash (d'avion) sur le site est empruntée aux calculs des rapports de sécurité.

Les données météorologiques utilisées sont la répartition locale de rose des vents et de leur force.

Les données de population sont empruntées aux données issues du référendum recensement réalisé par l'INSEE en 1999 couplées à une carte numérisée fournie par la Mairie de Toulouse. Elles ont été interprétées plus en détail pour la densité de population sédentaire sur des unités de surface de 100 x 100 m². Ces données de population sont utilisées pour les calculs de risque de groupe dans le graphe f-N (f est le symbole pour la fréquence et N le symbole pour le nombre des victimes décédées)

Tableau 1 *Plan d'ensemble pour le calcul du risque quantitatif (Quantitative Risk Assessment, QRA)*

| Composés | Eléments | Scénarios | | | |
|---------------|---|--------------------------|---|--|-------|
| | | Description | Code | | |
| Chlore | Citerne de chemin de fer | G1 | Emission instantanée | 1.1.1 | |
| | | E1 | Impact hors site | 1.1.2 | |
| | | G2 | Emission continue des sorties (piquages) les plus importantes | 1.1.3 | |
| | | L1 | Rupture complète de la conduite d'alimentation | 1.1.4 | |
| | | L2 | Fuite de la conduite d'alimentation | 1.1.5 | |
| Ammoniac | Canalisations | G1 | Rupture complète | 1.2.1 | |
| | | G2 | Fuite | 1.2.2 | |
| | | Citerne de chemin de fer | G1 | Emission instantanée | 2.1.1 |
| | | | E1 | Impact hors site | 2.1.2 |
| | | | G2 | Emission continue des sorties (piquages) le plus grand | 2.1.3 |
| MMA | Citerne de stockage | L1 | Rupture complète de la conduite d'alimentation | 2.1.4 | |
| | | L2 | Fuite de la conduite d'alimentation | 2.1.5 | |
| | | Canalisations | G1 | Rupture complète | 2.2.1 |
| | | | G2 | Fuite | 2.2.2 |
| | | MMA | Canalisations | Citerne de stockage | G1 |
| E1 | Impact hors site | | | | 3.1.2 |
| G2 | Emission continue des sorties (piquages) les plus importantes | | | | 3.1.3 |
| L1 | Rupture complète de la conduite d'alimentation | | | 3.1.4 | |
| L2 | Fuite de la conduite d'alimentation | | | 3.1.5 | |
| Canalisations | G1 | | | Rupture complète | 3.2.1 |
| | G2 | | | Fuite | 3.2.2 |

Le périmètre des risques individuels "iso" et le graphe "fN" sont calculés avec les scénarios présentés dans le tableau nr 1. Il faut noter que les calculs ne tiennent pas compte des victimes éventuelles sur l'autoroute lors des heures de pointe, ni du personnel sur le site de la SNPE ou de l'AZF. Enfin, ce calcul probabiliste ne prend pas en compte le risque lié à la malveillance.

3. Résultats des calculs

3.1 Risque individuel

Les résultats des calculs des cercles ou contours iso-risques sont présentés sur des cartes dans les figures 1 et 2. La figure 1 donne les contours avec les scénarios d'une émission instantanée et la figure 2 présente les contours sans ces derniers scénarios. Cette figure 2 présente le risque individuel conforme aux scénarios des rapports de sécurité de la SNPE, c'est à dire sans les scénarios d'une émission instantanée codes 1.1.1, 2.1.1 en 3.1.1 du tableau 1.

Pour mémoire, sont représentées également sur ces cartes deux zones particulières :

- En ligne violette la zone PIG (Projet d'Intérêt général) défini jusqu'à présent pour la SNPE (600 mètres autour des zones de fabrication)
- En ligne jaune la zone PPI (Plan Particulier d'Intervention) défini jusqu'à présent pour la SNPE (1500 mètres autour des zones de fabrication).

Nous pouvons nous rendre compte d'après la figure 1 (iso-risques avec émission instantanée) que le contour d'iso-risques 10^{-8} , sort, pour une faible partie, de la zone en ligne violette et couvre principalement le site d'AZF. Le contour d'iso-risques 10^{-7} ne sort pas de la zone délimitée par la ligne violette. Les autres contours d'iso-risques (10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4}) ne sortent pas du site de la SNPE.

Les contours d'iso-risques sans une émission instantanée (figure 2) sont quasiment à l'intérieur de la zone délimitée par la ligne violette et tombent presque entièrement sur le site de la SNPE (sauf le iso-risque 10^{-8}).

D'après les figures 1 et 2, nous pouvons aussi nous rendre compte que le contour d'iso-risques 10^{-6} (contour vert) ne sort pas du site industriel. Ce contour d'iso-risques 10^{-6} est la limite acceptée aux Pays-Bas pour l'urbanisation alors que les valeurs calculées ici sont inférieures à ces limites.

Nous rappelons que ces résultats ne portent que sur la première tranche industrielle proposée par les entreprises de la plate-forme.

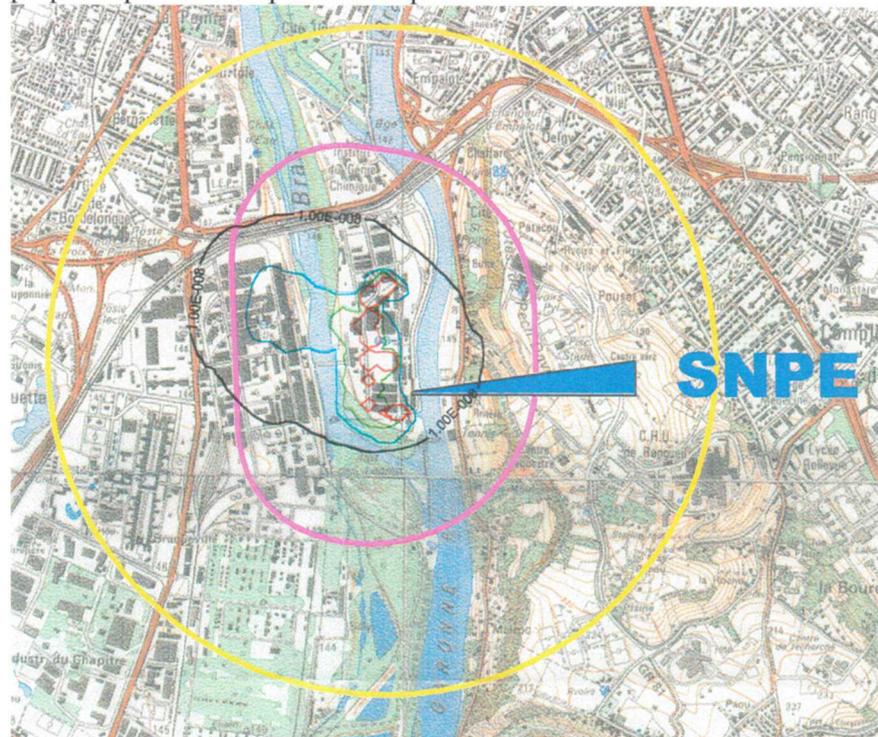


Figure 1 Les périmètres de risques pour l'ensemble des scénarios

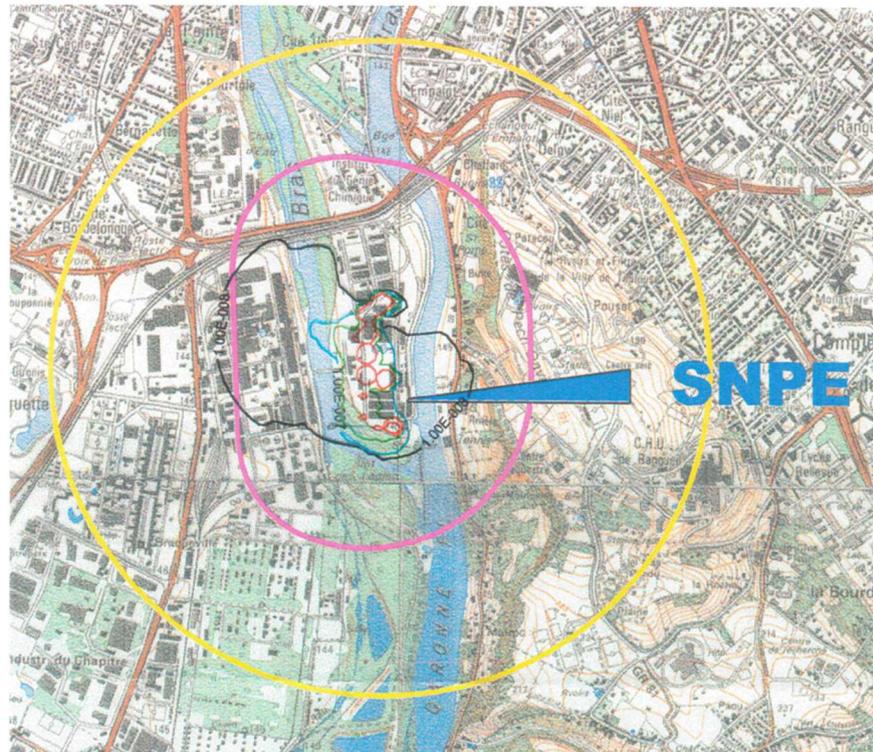


Figure 2 Les périmètres de risques pour l'ensemble des scénarios à l'exception des scénarios d'une émission instantanée (scénarios 1.1.1, 2.1.1 et 3.1.1)

3.2 Risque de groupe, graphe f-N

Le graphe f-N est la présentation en graphique logarithmique du risque social (le risque pour notre société hors du site d'activité), l'axe des x représente le nombre N des victimes décédées, l'axe des y représente la probabilité cumulée des accidents mortels égale à N ou supérieure

Le graphe f-N de l'ensemble des scénarios est présenté dans la figure 3. Dans cette figure 3 y est jointe la limite du risque social accepté aux Pays-Bas. La figure 3 nous montre que le risque social calculé sont largement inférieurs aux limites acceptées aux Pays-Bas.

Dans le cas où les scénarios des émissions instantanées (scénario 1.1.1, 2.1.1. en 3.1.1.) ne seraient pris en compte, il n'y aurait pas des victimes en dehors du site de la SNPE. Ainsi nous arrivons à la conclusion que les scénarios d'une émission instantanée déterminent les risques.

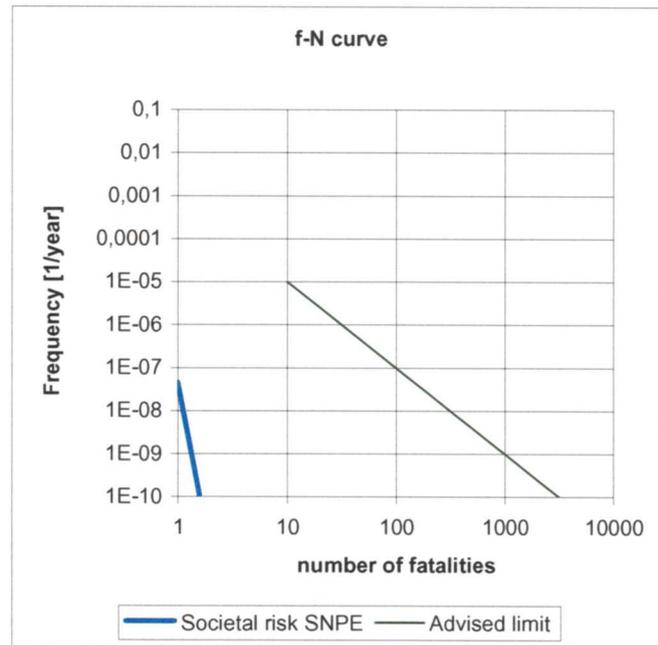


Figure 3 Risques de groupe calculé pour la première tranche industrielle et leur limite (recommandé aux Pays-Bas)