

> Prévention des accidents majeurs liés à l'entreposage d'engrais contenant du nitrate d'ammonium

Aide à l'exécution pour détenteurs et autorités compétentes



> Prévention des accidents majeurs liés à l'entreposage d'engrais contenant du nitrate d'ammonium

Aide à l'exécution pour détenteurs et autorités compétentes

Valeur juridique de cette publication

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur. Les aides à l'exécution de l'OFEV (appelées aussi directives, instructions, recommandations, manuels, aides pratiques) paraissent dans la collection «L'environnement pratique».

Impressum

Editeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)
L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

Daniel Bonomi, OFEV (direction du projet)
Martin Merkofer, OFEV
Bruno Holzer, weyer und partner
Christian Schütz, weyer und partner

Groupe d'accompagnement

François Berdat, beco Berne
Raymond Dumont, AVS Aargau
Yolande Frésard, SEVEN Vaud
Georg-Jürg Hofer, Assurance immobilière Berne (jusqu'au 31.12.09)
Christoph Lienert, Assurance immobilière Berne (dès le 01.01.10)
Manfred Hutter, Service de protection des travailleurs et des relations du travail Valais (jusqu'au 30.09.2009)
Eberhard Irle, Lonza AG Visp
Christoph Iseli, Inspection du travail Fribourg
Marcel Schwab, fenaco Bern
Rolf Weber, Service de l'environnement Fribourg

Référence bibliographique

Bonomi D. et al. 2010: Prévention des accidents majeurs liés à l'entreposage d'engrais contenant du nitrate d'ammonium. Aide à l'exécution pour détenteurs et autorités compétentes. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1106: 34 p.

Traduction

Pierre Grandjean, Ing. dipl. EPFZ, CH-3973 Venthône

Graphisme, mise en page

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Photo de couverture

Entrepôt d'engrais au nitrate d'ammonium, Photo: Landor

Téléchargement au format PDF

www.environnement-suisse.ch/vu-1106-f

(il n'existe pas de version imprimée)

Cette publication est également disponible en allemand.

© OFEV 2011

> Table des matières

Abstracts	5
Avant-propos	7
Introduction	8
<hr/>	
1	Questions relatives au champ d'application 11
1.1	Introduction 11
1.2	Propriétés physico-chimiques 11
1.3	Indications figurant sur les fiches de données de sécurité 13
1.4	Seuils quantitatifs pour les engrais NA 14
<hr/>	
2	Mesures de sécurité 16
2.1	Introduction 16
2.2	Protection incendie 16
2.3	Conditions d'entreposage et de stockage en commun 18
2.4	Rétention de l'eau d'extinction 19
2.5	Autres mesures de sécurité selon l'OPAM 20
<hr/>	
3	Rapport succinct 21
3.1	Généralités 21
3.2	Expériences tirées des accidents antérieurs impliquant du NA ou des engrais NA 21
3.3	Scénarios d'accident 23
3.3.1	Scénario «Détonation» 23
3.3.2	Scénario «Incendie» 24
<hr/>	
4	Remarques à propos de l'étude de risque 26
<hr/>	
Annexe	27
Répertoires	32
Bibliographie	34

> Abstracts

This implementation aid is addressed to owners of storage facilities for fertilisers which contain ammonium nitrate (AN), and to the authorities responsible for the enforcement of the Major Accidents Ordinance (MAO). It explains how owners can assess whether their facility falls within the scope of the MAO and which accident scenarios must be studied when drawing up the summary report. It also provides information on state-of-the-art safety technology for AN fertiliser storage facilities.

Die vorliegende Vollzugshilfe richtet sich an die Inhaber von Düngerlagern mit Ammoniumnitrat (AN) sowie an die für die Störfallverordnung (StFV) zuständigen Vollzugsbehörden. Die Vollzugshilfe erläutert, wie die Inhaber abzuklären haben, ob ihr Betrieb in den Geltungsbereich der StFV fällt und welche Störfallszenarien zur Erstellung eines allfälligen Kurzberichtes untersucht werden müssen. Weiter sind in der Vollzugshilfe Hinweise zum Stand der Sicherheitstechnik für AN-Düngerlager festgehalten.

La présente aide à l'exécution est destinée aux détenteurs d'entrepôts d'engrais contenant du nitrate d'ammonium (NA) ainsi qu'aux autorités responsables de l'exécution de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM). Elle explique comment les détenteurs doivent déterminer si leur entreprise entre dans le champ d'application de l'OPAM et quels scénarios d'accidents majeurs ils doivent analyser dans l'optique d'un éventuel rapport succinct. Par ailleurs, cette aide à l'exécution comporte des informations relatives à l'état de la technique de sécurité appliquée aux entrepôts d'engrais NA.

Il presente aiuto all'esecuzione è destinato ai proprietari di depositi per i fertilizzanti contenenti nitrato di ammonio e alle autorità cui compete l'esecuzione dell'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR). Inoltre spiega come i proprietari debbano accertare se la loro azienda rientra nel campo d'applicazione dell'OPIR e quali scenari di incidenti rilevanti devono essere analizzati per la stesura di un eventuale rapporto breve. L'aiuto all'esecuzione contiene inoltre delle indicazioni sullo stato della tecnica di sicurezza dei depositi per i fertilizzanti contenenti nitrato di ammonio.

Keywords:

prevention of major accidents
ammonium nitrate,
fertiliser,
threshold quantity,
state-of-the-art safety technology

Stichwörter:

Störfallvorsorge,
Ammoniumnitrat,
Dünger,
Mengenschwelle,
Stand der Sicherheitstechnik

Mots-clés:

prévention des accidents
majeurs,
nitrate d'ammonium,
engrais,
seuil quantitatif,
état de la technique de sécurité

Parole chiave:

prevenzione contro gli incidenti
rilevanti,
nitrato di ammonio,
fertilizzante,
quantitativo soglia,
stato della tecnica di sicurezza

> Avant-propos

L'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM) a pour but de protéger la population et l'environnement contre les dommages graves consécutifs à des accidents pouvant survenir dans l'exploitation d'installations. La difficulté de prévoir tout ce qui peut se passer et avec quelles mesures il sera possible d'y faire face constitue un des grands défis de la prévention des accidents. Vu la diversité des acteurs concernés, on comprend que ces estimations puissent aboutir à des résultats assez différents. Ces interprétations, il s'agit de les remettre à l'unisson constamment, plus particulièrement après des accidents (ou des événements à la limite de l'accident). L'initiative en revient à l'OFEV, en sa qualité d'autorité de surveillance de l'application de l'ordonnance sur les accidents majeurs.

L'explosion d'un entrepôt de nitrate d'ammonium à Toulouse, en France, en 2001 a déclenché un processus de cette nature au niveau européen comme suisse. Sur le plan européen, cela a donné lieu, par la suite, à quelques adaptations du cadre législatif. Pour la Suisse, grâce à la formulation de l'OPAM, et conformément aux résultats d'une enquête effectuée auprès des services cantonaux d'application de l'OPAM, seule a été nécessaire l'harmonisation des modalités d'exécution de cette ordonnance.

La présente aide à l'exécution doit servir à uniformiser la façon de voir des propriétés concernant les engrais contenant du nitrate d'ammonium, les seuils quantitatifs, les scénarios d'accidents majeurs déterminants et des mesures de sécurité appropriées. Elle a été élaborée avec le concours d'un groupe de travail réunissant des représentants des producteurs d'engrais, des coopératives agricoles ainsi que des services cantonaux de protection contre l'incendie et de prévention des accidents majeurs. Les échanges d'opinions, francs et intenses, pour lesquels je tiens ici à remercier tous les participants, sont garants des améliorations que la présente publication apportera concrètement à la prévention des accidents.

Andreas Götz
Sous-directeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

> Introduction

L'explosion d'un entrepôt de nitrate d'ammonium non spécifié à Toulouse en 2001 a poussé plusieurs Etats européens, ainsi que la Suisse, à entreprendre une analyse poussée des aspects de la prévention des accidents liés à l'entreposage d'engrais contenant du nitrate d'ammonium (ci-après abrégés «engrais NA»). Une enquête menée par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) auprès des services cantonaux d'application de l'OPAM a montré que l'exécution de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM)^[01] n'était pas suffisamment harmonisée en Suisse dans le domaine des engrais NA. Ainsi, lorsqu'il s'agit de déterminer si un entrepôt rentre dans le champ d'application de l'OPAM, les seuils quantitatifs varient d'un canton à l'autre; si l'on prend, par exemple, le nitrate d'ammoniaque à 27,5 % d'azote, substance la plus entreposée en Suisse, certains cantons appliquent un seuil quantitatif de 20 tonnes (t), et d'autres, de 200 t.

Situation initiale

Avec la présente aide à l'exécution, l'OFEV veut encourager les cantons à appliquer l'OPAM de manière uniforme, compte tenu des prescriptions relatives à l'environnement, aux engrais et aux produits chimiques mentionnées dans l'annexe. Pour ce faire, il faut, d'une part, clarifier la façon de voir des propriétés concernant les substances, les seuils quantitatifs et les principaux scénarios d'accidents majeurs, et, d'autre part, encourager les entreprises assujetties à appliquer d'une manière comparable l'état de la technique de sécurité. A ce titre, l'aide à l'exécution sert à répondre à la question de savoir si une entreprise rentre dans le champ d'application de l'OPAM, à fixer les mesures de sécurité à mettre en œuvre et à établir le rapport succinct. Elle a été élaborée dans le cadre d'un groupe de travail composé de représentants des producteurs d'engrais, des coopératives agricoles ainsi que des services cantonaux chargés de la protection contre l'incendie et de la prévention des accidents majeurs. Elle a été adoptée lors du groupe de contact Application de l'OPAM¹ du 29 octobre 2010 après consultation des services d'exécution.

But

D'une part, la présente aide à l'exécution s'adresse aux détenteurs de dépôts d'engrais NA. D'autre part, elle est un instrument destiné aux autorités d'exécution afin de leur permettre de procéder à des contrôles et à des évaluations uniformes dans le cadre de leur mission. Elle ne concerne pas le transport d'engrais NA.

Destinataires

Dans l'optique de l'élaboration de la présente aide à l'exécution, le groupe de travail a dressé un tableau du danger potentiel que représentent les engrais NA en Suisse. Un bref résumé en est fait ci-après. On peut tirer du cadastre fédéral des risques (CARAM) selon l'OPAM (état 2005) que la Suisse compte 70 entreprises assujetties à l'OPAM parce qu'elles dépassent un seuil quantitatif d'engrais (sous réserve des différences mentionnées plus haut dans les modalités d'application).

Saisie du danger potentiel

¹ Rencontre bisannuelle entre les services d'exécution cantonaux et fédéraux, consacrée à des échanges d'expériences et à l'analyse de questions d'exécution actuelles.

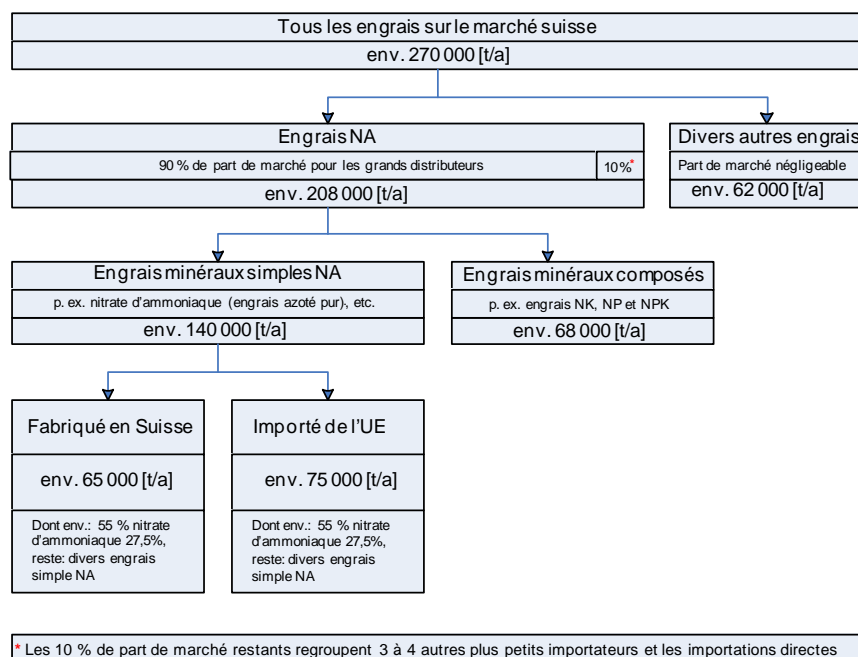
Selon une analyse de marché effectuée par la branche elle-même (fig. 1), le commerce des engrais en Suisse, toutes sortes confondues, a diminué de moitié depuis 1991, passant de quelque 520 000 tonnes par an (t/a) à 270 000 t/a. Les engrais NA représentent aujourd'hui environ 208 000 t/a, soit un peu moins de 80 % du commerce total d'engrais. Ces chiffres sont restés pratiquement constants depuis 2004. La grande partie des engrais NA sont des engrais simples. Une faible partie est constituée des engrais dits composés, qui contiennent, outre du NA, du potassium et des sels de phosphate ou des mélanges de ceux-ci.

Commerce d'engrais

Seuls les engrais simples NA sont déterminants dans la prévention des accidents majeurs. Ils sont produits en grande partie en Suisse (46 %), environ la moitié sous la forme de nitrate d'ammoniaque avec une teneur en azote de 27,5 % (fig. 1). Le reste est importé de l'UE. 90 % des importations sont réalisées par les deux coopératives leaders du marché, qui exploitent aussi de plus grands entrepôts. Le reste est importé directement par de petites entreprises ou des particuliers (p. ex. des agriculteurs). Les stocks subissent des fluctuations saisonnières. Les entrepôts sont pleins pendant quatre mois de l'année. Il s'agit de la période de mai à septembre pour les grands entrepôts primaires, et de la période de septembre à novembre pour les entrepôts secondaires de petite et moyenne taille (p. ex. les fermes). Durant les autres mois, les entrepôts sont pleins aux deux tiers environ.

Origine, commerce et entreposage

Fig. 1 > Structure du marché des engrais en Suisse en 2009



La structure de la présente aide à l'exécution suit l'ordre dans lequel les obligations au sens de l'OPAM^[01] doivent être remplies. Le chapitre 1 est consacré aux explications sur la façon de définir le champ d'application, ce qui suppose de connaître les propriétés des engrais NA et l'utilisation des fiches de données de sécurité. Le chapitre 2 donne un aperçu des mesures de sécurité que le détenteur de l'entrepôt doit mettre en œuvre sous sa propre responsabilité. Puis, le chapitre 3 traite du rapport succinct que le détenteur d'un entrepôt doit remettre à l'autorité dans le cadre de la procédure de contrôle et d'évaluation. A partir d'accidents représentatifs survenus dans le passé et liés au NA et aux engrais NA, il s'agit ensuite de déterminer quels scénarios d'accidents il faut prendre en considération et de quelle manière. Enfin, le chapitre 4 présente un bref aperçu à propos d'une éventuelle étude de risque.

Contenu et structure

1 > Questions relatives au champ d'application

1.1 Introduction

Sur la base des explications de ce chapitre, le détenteur d'un entrepôt d'engrais NA peut déterminer si son exploitation rentre dans le champ d'application de l'OPAM ou non. Ce qui prévaut pour la détermination des seuils quantitatifs, ce sont les critères pour la détermination des seuils quantitatifs selon le chiffre 4 de l'annexe 1.1 OPAM. Etant donné que les engrais NA ne sont pas fortement toxiques ni pour l'être humain ni pour l'environnement, l'inflammabilité et l'explosibilité sont les propriétés déterminantes selon chiffre 42. Le chapitre 1.2 aborde ces aspects.

Une condition préalable pour la détermination du seuil quantitatif est que les propriétés relatives aux dangers figurent sur la fiche de données de sécurité, d'où le chapitre 1.3 consacré aux fiches de données de sécurité.

Afin de faciliter la détermination du seuil quantitatif, les producteurs et grossistes d'engrais vont établir une liste des seuils quantitatifs pour tous les engrais contenant de l'ammonium nitrate qu'ils ont mis sur le marché. Le détenteur peut déterminer lui-même le seuil quantitatif d'un engrais NA qui ne se trouve pas dans la liste des seuils quantitatifs grâce aux indications données dans ce chapitre.

1.2 Propriétés physico-chimiques

Le nitrate d'ammonium (cf. tab. 1) est un sel hygroscopique très soluble dans l'eau, dont le processus de dilution dans l'eau est endotherme. Cela signifie qu'en se diluant dans l'eau, le NA extrait de la chaleur de l'environnement et refroidit la solution.

Nitrate d'ammonium

Tab. 1 > Propriétés physico-chimiques du NA

Dénomination (noms usuels)	Formule moléculaire / classification	Propriétés physico-chimiques
Nitrate d'ammonium (nitrate d'ammonium, nitrate d'ammoniaque, ammonitrate)	Formule moléculaire: NH_4NO_3 CAS n°: 6484-52-2 N° EINECS: 229-347-8 N° UN: 1942 Classe de danger: 5.1	Masse moléculaire: 80,04 [g/mol] Température de fusion: 169,6 °C Température de décomposition: >170 °C Densité: 1,725 g/cm ³ (à 20 °C) Masse volumique: env. 600–700 kg/m ³ Hydrosolubilité: 1877 g/l (à 20 °C)

Source: d'après banque de données GESTIS

La diversité de leurs usages explique que les préparations contenant des engrais NA que l'on trouve sur le marché aient des compositions variables et des teneurs très divergentes en NA. Les propriétés physico-chimiques des engrais NA sont par conséquent très différentes. Des engrais NA à haute concentration de NA peuvent **détoner** en présence d'impuretés sous l'apport d'une grande énergie. Suivant leur composition, ils peuvent aussi subir, après apport d'une énergie suffisamment grande, une décomposition progressive auto-entretenue (**feu couvant**) en raison des propriétés auto-oxydantes. De plus, en raison de leurs propriétés oxydantes, ils peuvent avoir une action **comburante**, c'est-à-dire accélérer la combustion de matières inflammables. Les lignes ci-après décrivent en détail les conditions de la survenance de ces trois dangers.

Propriétés des engrais NA

Le danger de détonation diminue avec la réduction de la teneur en NA. Les règles techniques allemandes applicables aux produits dangereux (Technische Regeln für Gefahrstoffe 511 (TRGS 511)^[02], qui traitent des préparations à base de NA, tiennent ce danger pour établi dans tous les cas lorsque la teneur en NA est supérieure à 90 %. Pour des teneurs comprises entre 45 % et 90 %, le danger dépend de la nature des mélanges (voir l'annexe et comparer avec le tab. 2). Outre la composition, la confection de l'engrais (densité et granulométrie), de même que son état (actions préalables de l'humidité et des variations de température) ont une influence sur sa capacité à détoner.

Danger de détonation

Tab. 2 > Matières avec lesquelles le nitrate d'ammonium génère des réactions dangereuses (énumération non exhaustive)

En contact avec	La réaction provoque
Métaux alcalins; chlorure d'aluminium; poudres d'aluminium + nitrate de calcium + formamide; ammoniac; chlorure d'ammonium/chaleur; sels d'ammonium + acides; antimoine; trisulfure d'antimoine; nitrate de baryum; matières inflammables; chlorure de calcium; carbures; chlorates; chlorites; dicyandiamide; dinitrotoluène; chlorure de fer(III); anhydride acétique + acide nitrique; formamide; urée; chaleur; sciure de bois; potassium + sulfate d'ammonium; permanganate de potassium; charbon; hydrocarbures; chalcoppyrite; oxyde cuivre; poudres métalliques; oxydes métalliques + charbon; huile minérale; hypochlorite de sodium; nitrate de sodium; perchlorate de sodium; huiles; substances organiques (90 °C); agents réducteurs; rouille; soufre; acier/poudres; trinitroanisole; trinitrotoluène; cires; eau; sucre	Explosion

Source: banque de données GESTIS

Vu les difficultés qu'il y a d'estimer les effets de mélanges et de confections, il n'est possible d'évaluer sans équivoque la transformation détonante des engrais NA qu'avec des tests de propagation de détonation. Après l'accident de Toulouse, un tel test a été prescrit et rendu obligatoire dans le Règlement de la Communauté européenne relatif aux engrais CE 2003/2003^[03] pour les engrais NA dans lesquels la teneur en poids du NA est supérieure à 80 % (28 % N). Dans l'UE, de tels engrais ne peuvent être vendus aux utilisateurs finaux que sous emballage et uniquement s'ils ont passé ce test avec succès.

Test de propagation de détonation

Le feu couvant est essentiellement une décomposition progressive auto-entretenue. Suivant la définition, il peut aussi être appelé déflagration. Les produits de la réaction sont les oxydes d'azote, toxiques pour l'homme. Pour pouvoir évaluer de manière

Décomposition progressive auto-entretenue

définitive la capacité d'un engrais NA à subir une décomposition auto-entretenue, il est nécessaire de passer par un test de décomposition par réaction thermique progressive auto-entretenue (test au feu couvant), tel celui qui est décrit dans le UN-Manual of Tests and Criteria, part III, chap. 38.2.4^[04].

Les engrais NA ont une action comburante (oxydante). La raison tient dans le ion nitrate (NO_3^-) du nitrate d'ammonium NH_4NO_3 . Une partie de l'oxygène nécessaire à la combustion est en effet directement disponible dans la matière entreposée et contribue donc à nourrir l'incendie.

Action comburante

Les engrais NA en solution aqueuse ou en suspension sont inoffensifs pour ce qui est de la détonation ou de l'incendie.

Solutions aqueuses, suspensions

1.3 Indications figurant sur les fiches de données de sécurité

L'ordonnance sur les engrais (OEng)^[05] suisse oblige à déclarer sur les engrais importés le nom et l'adresse de l'entreprise responsable de la mise dans le commerce ou de l'importation (prescriptions générales en matière d'étiquetage, art. 23, al. 2, let. d, OEng). Fabricants et importateurs d'engrais NA ont en outre l'obligation, en vertu des art. 7 et 52 de l'ordonnance sur les produits chimiques (OChim)^[06], d'établir une fiche de données de sécurité (FDS) pour les substances ou les préparations pouvant mettre en danger la santé et l'environnement. En vertu des exigences posées aux FDS, pour les engrais NA, les indications relatives à leur composition (proportion de NA ainsi que nature et proportion d'autres composants) et les propriétés physico-chimiques «danger d'explosion» et «propriétés comburantes» (y compris référence aux tests effectués) doivent être considérées comme absolument nécessaires (annexe 2, chiff. 3 et 9, OChim)^[06]. Les fabricants et les importateurs sont tenus de remettre ces FDS aux détenteurs d'entrepôts d'engrais NA (obligation de remise, art. 54 OChim), lesquels, en tant qu'utilisateurs professionnels ou commerciaux sont tenus de les conserver aussi longtemps qu'ils utilisent la substance ou la préparation concernée. (art. 56 OChim).

Obligation des fabricants, importateurs et détenteurs

Pour les détenteurs d'entrepôts de NA, ce sont surtout les chapitres de la FDS mentionnés au tableau 3 qui revêtent une importance particulière.

Chapitres importants dans la FDS

Tab. 3 > Chapitres importants de la FDS

Chapitre FDS selon OChim	Titre
3	Composition / Informations sur les composants
5	Mesures de lutte contre l'incendie
6	Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle
7	Manipulation et stockage
9	Propriétés physico-chimiques (y compris test de propagation de détonation)
10	Stabilité et réactivité (y compris test au feu couvant)

Source: OChim^[06]

Tout détenteur d'un entrepôt d'engrais NA a, au sens de sa responsabilité personnelle, l'obligation de veiller à ce que la FDS des engrais en stock soit complètement remplie. Il vérifiera en particulier la présence des informations correspondant aux chapitres mentionnés au tableau 3 et la mention, au chapitre 9 de la FDS, des éventuels tests de propagation de détonation ou au feu couvant qui ont été exécutés. S'il n'y a aucune information, le détenteur peut les demander au fabricant ou à l'importateur, au besoin par l'intermédiaire des services chargés de l'exécution de l'ordonnance sur les produits chimiques (Liste des services d'exécution de l'OChim²).

Responsabilité personnelle
du détenteur d'entrepôts
d'engrais NA

Les indications de classification figurant dans la FDS pour les engrais NA peuvent se référer aux systèmes de l'Institut de Sécurité, des TRGS 511^[02], de l'ADR^[07] ou de la directive de l'UE relative à l'étiquetage des substances et des préparations dangereuses. Ces systèmes utilisent parfois des symboles identiques en leur donnant des significations différentes. La classification SI distingue, avec les symboles O1 à O3, la force des agents d'oxydation. Dans la classification selon l'ADR, la lettre O et les chiffres 1 à 3 attribués aux matières comburantes prennent la signification suivante:

Indications relatives
à la classification

- > O1 = matières comburantes liquides;
- > O2 = matières comburantes solides;
- > O3 = matières comburantes, qui se présentent sous la forme d'objets.

L'ADR^[07] attribue toutes les matières comburantes à la classe 5.1. Il n'effectue un classement entre faiblement et fortement comburant que d'une façon indirecte par le biais des groupes d'emballages (ADR 2.1.1.3). L'application du groupe d'emballages ADR pour classer les engrais selon leurs propriétés comburantes et les entreposer n'est donc pas possible car d'autres propriétés des engrais entrent en ligne de compte dans la détermination des profils de danger.

1.4 Seuils quantitatifs pour les engrais NA

Dans le cadre de l'élaboration de la présente aide à l'exécution, il a été convenu avec les producteurs d'engrais et les grossistes qu'ils établissent une liste des seuils quantitatifs appliqués à tous les engrais contenant du nitrate d'ammonium qu'ils commercialisent en se fondant sur les fiches de données de sécurité prescrites. La liste des seuils quantitatifs sera adoptée par l'autorité de surveillance (OFEV) d'entente avec les services d'exécution (groupe de contact Application de l'OPAM), puis publiée par les producteurs d'engrais et les grossistes. Les mutations seront effectuées selon les mêmes modalités.

Liste des seuils quantitatifs
applicables aux engrais NA

Les seuils quantitatifs sont fixés conformément à la liste des critères de l'OPAM (annexe 1.1). On prend en considération à cet effet la classification de l'Institut de Sécurité (SI). L'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI) a publié sur son site une explication précise de la classification SI des engrais NA lors de

² www.kvu.ch/d_afu_adressen.cfm?Nav.Command=Fachbereiche&Module.Method=showFachbereiche&fach_id=20

l'élaboration de la présente aide à l'exécution à laquelle elle a participé³. On en trouvera un résumé succinct en annexe.

Une exploitation est soumise à l'OPAM lorsque, d'après le Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM)^[08], la quantité maximale d'un engrais NA présente sur l'aire de l'entreprise est supérieure à son seuil quantitatif. L'addition des quantités d'engrais différents mais possédant les mêmes propriétés d'inflammabilité et d'exploisibilité n'est pas demandée pour déterminer la quantité maximale. Les exemples du tableau 4 expliquent quand un seuil quantitatif est dépassé:

Quand un seuil quantitatif est-il dépassé?

Tab. 4 > Exemple expliquant à partir de quand un seuil quantitatif (SQ) est dépassé

Engrais NA	Quantité en stock [kg]	SQ selon tab. 14 [kg]	SQ dépassé
Entrepôt d'engrais 1			
Nitrate d'ammoniaque 33 % N (≈ 94,4 % NA) Test de propagation de détonation <u>échoué</u>	10 000	20 000	non
Nitrate d'ammoniaque 27,5 % N (≈ 78,7 % NA) avec une part de calcaire ≤ 20 %	100 000	200 000	non
Nitrate de calcium 15 % N (≈ 42,9 % NA)	150 000	200 000	non
Résultat: l'entrepôt 1 <u>n'est pas soumis</u> à l'OPAM du fait de la présence d'engrais NA			
Entrepôt d'engrais 2			
Nitrate d'ammoniaque 33 % N (≈ 94,4 % NA) Test de propagation de détonation <u>échoué</u>	10 000	20 000	non
Nitrate d'ammoniaque 27,5 % N (≈ 78,7 % NA) avec une part de calcaire ≤ 20 %	500 000	200 000	oui
Nitrate de calcium 15 % N (≈ 42,9 % NA)	150 000	200 000	non
Résultat: l'entrepôt 2 <u>est soumis</u> à l'OPAM du fait de la présence d'engrais NA			

Il se peut que les contrôles relatifs au champ d'application ou d'autres informations démontrent qu'une entreprise, même si ses quantités maximales d'engrais NA ne dépassent pas les seuils quantitatifs, pourrait porter gravement atteinte à la population ou à l'environnement en raison du danger potentiel qu'elle représente et des scénarios possibles d'accidents majeurs. Dans ce cas, l'autorité d'exécution peut décider elle-même de soumettre l'entreprise à l'OPAM (art. 1, al. 3, OPAM et chap. 2.2.1 du Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM)^[08]).

Décision d'assujettissement

³ <http://bsvonline.vkf.ch>, FAQ relative au document 27-03d «Matières dangereuses»

2 > Mesures de sécurité

2.1 Introduction

Les détenteurs d'entreprises soumises à l'OPAM^[01] sont tenus de prendre toutes les mesures adéquates pour diminuer les risques. Sont considérées comme telles, les mesures disponibles selon l'état de la technique, complétées par les mesures conformes à leur expérience, pour autant qu'elles soient financièrement supportables (art. 3 OPAM). Ces mesures ne peuvent pas être exposées ici pour toutes les circonstances relatives au lieu et à l'exploitation d'un entrepôt. Le présent chapitre résume donc uniquement les mesures de sécurité les plus importantes du point de vue de la prévention des accidents majeurs. Les éléments de base sont tirés des Directives de protection incendie^[09] de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI) de la Suisse, et des dispositions relatives à l'entreposage d'engrais NA solides tirées des TRGS 511 allemandes. On considère généralement que les mesures de protection incendie sont nécessaires aussi lorsque les seuils quantitatifs selon l'OPAM ne sont pas atteints et qu'une entreprise n'est pas assujettie à cette ordonnance. Le présent chapitre ne prétend pas être exhaustif en ce qui concerne la protection incendie.

Articulations

En principe, ces mesures de sécurité s'appliquent dans la même mesure aux installations existantes et aux installations nouvelles. S'agissant de nouvelles installations, la possibilité s'offre en outre de choisir de les implanter sur des sites appropriés afin d'éviter des conséquences négatives pour la population. Le choix d'un site approprié compte parmi les principes fondamentaux dans la détermination des mesures de sécurité générales selon l'OPAM (annexe 2.1 OPAM) et sera traité plus en détail au chapitre 2.5.

2.2 Protection incendie

Sont déterminantes pour les mesures de protection incendie à mettre en œuvre les prescriptions de protection incendie de l'AEAI applicables dans toute la Suisse et qui fixent les règles de la technique reconnues en Suisse au titre de la protection incendie. Ces prescriptions se composent de la norme de protection incendie^[09], des directives de protection incendie^[10] thématiques et des autres dispositions fondées sur des publications d'organisations professionnelles reconnues selon le Répertoire de l'AEAI^[11] actualisé.

Règlements

En complément à la Directive de protection incendie «Distances de sécurité – Compartiments coupe-feu», l'AEAI a déclaré déterminant le document «ENTREPOTS DE MATIERES DANGEREUSES – Recommandations relatives à la protection incendie», édition 1994 du Comité Européen des Assurances (CEA)^[12]. Cette publication permet, en fonction de la classification de substances, de fixer les mesures de protection incendie requises sous l'angle de la construction, de la technique et de l'organisation. Elle sert aussi à dimensionner les équipements de rétention de l'eau d'extinction.

La classification des matières dangereuses en fonction de leur inflammabilité et de leur explosibilité sert à déterminer les mesures de protection incendie à mettre en œuvre. Dans la protection incendie, cette classification est effectuée d'après les consignes de l'Institut de Sécurité (voir «Classification des matières et marchandises»^[13]).

Classification des matières dangereuses

Selon la Directive de protection incendie AEAI «Matières dangereuses», pour le stockage de matières qui, en raison de leur caractère dangereux, de leur quantité et du mode de stockage, présentent un danger particulier pour les personnes, les animaux et l'environnement en cas d'incendie, il faut élaborer des plans de protection et prendre des mesures spéciales par analogie aux catégories de plans du CEA.

Mesures de protection incendie AEAI

Exemples de mesures préventives de protection incendie dans les entrepôts d'engrais:

- > Construction d'édifices et d'installations en matériaux non inflammables.
- > Division des édifices et des installations en compartiments coupe-feu.
- > Création de secteurs d'entreposage dans les différents compartiments coupe-feu. La surface de chacun des secteurs dépend de la dangerosité des engrais stockés.
- > Respect de distances entre les secteurs d'entreposage.
- > Installation d'équipements sprinkler. Lorsque des feux couvants ne peuvent pas être exclus, il y a lieu d'installer des dispositifs d'alarme incendie en complément.
- > Installation de postes incendie, afin de garantir aux usagers des édifices et des installations une possibilité immédiate de combattre le feu. Mise à disposition d'extincteurs portatifs en complément.
- > Le détenteur d'un entrepôt assure, par des mesures appropriées telles que des dispositifs d'alarme et d'intervention, que les pompiers peuvent être alertés et mobilisés rapidement.

L'étendue des mesures à mettre en œuvre dépend de la taille et de la configuration des entrepôts. Lorsque d'autres marchandises sont entreposées dans des édifices et des installations en plus des engrais, il y a lieu de prendre en compte d'autres prescriptions ou des prescriptions supplémentaires en matière de protection incendie. Les compartiments coupe-feu à fixer en fonction des mesures de protection incendie (voir l'exemple du tab. 5) sont déterminants dans l'optique de la prévention des accidents majeurs.

Création de compartiments coupe-feu

Tab. 5 > Exemple de création de compartiments coupe-feu

Etape	Quoi	Résultat
1	Définir les matières à entreposer et leurs quantités	Type d'engrais: nitrate d'ammoniaque 27,5 % N (≈ 78,7 % nitrate d'ammonium); tests de propagation de détonation et au feu couvant réussis Quantité: env. 12 000 t
2	Noter la classification de l'engrais NA selon SI	O3
3	Choisir la catégorie de plan de protection	p. ex. catégorie de plan K4, c.-à-d. compartiments coupe-feu et dispositif d'extinction automatique avec transmission automatique d'alarme au service du feu
4	Fixer la taille des compartiments coupe-feu (selon tableau 3 de la directive CEA «Entrepôts de matières dangereuses»)	5 compartiments coupe-feu de 2400 t par compartiment

Source: Entrepôts de matières dangereuses^[12]

Si l'on choisit une catégorie de plan inférieure, il faut définir des compartiments coupe-feu d'autant plus petits. Pour la catégorie de plan K2, p. ex. (compartiments coupe-feu et installation de détection d'incendie automatique avec transmission automatique d'alarme au service du feu), on obtiendrait, pour l'exemple ci-dessus, des compartiments coupe-feu de 400 t. Il est recommandé de fixer en temps utile les mesures de protection incendie nécessaires avec le concours de l'autorité de protection incendie.

2.3 Conditions d'entreposage et de stockage en commun

L'entreposage d'engrais NA doit en outre tenir compte des exigences du tableau 6⁴. Ces exigences et mesures doivent être considérées comme l'état actuel de la technique de sécurité et doivent être satisfaites ou mises en œuvre par le détenteur d'un dépôt d'engrais NA dans la mesure où elles sont économiquement supportables (art. 3, al. 1, OPAM). Elles vont au-delà des prescriptions de protection incendie de l'AEAI.

Conditions supplémentaires
d'entreposage

Tab. 6 > Exigences étendues posées à l'entreposage d'engrais NA des classes SI 01–03

Critère/Condition	Description
Mesures applicables aux engrais NA des classes 01–03	
Protection contre les influences météorologiques telles que	Rayonnement solaire, échauffement, pluie (stockage au sec), neige, brouillard. (remarque: à 32 °C, le NA subit la transformation de sa phase cristalline.)
Protection contre l'accès non autorisé	Panneaux d'information et zones fermées.
Obstacle à tout apport de chaleur	Distance de sécurité d'au moins 0,5 m aux sources de chaleur.
Travaux d'entretien	Nettoyage des installations avant les travaux d'entretien.
Installations électriques	Protégées contre les dangers liés au feu (DIN VDE 0100 Teil 482); Groupe C: protection contre l'eau et l'humidité.
Équipement et installations électriques	Distance de sécurité d'au moins 0,5 m. Les moteurs et les transformateurs doivent être équipés d'une protection contre les surcharges.
Équipement et installations électriques	Un entretien/contrôle annuel est prescrit.
Protection contre les sollicitations non admissibles	Procédures appropriées d'ameublissement et de broyage (remarque: procédé Cardox).
Mesures supplémentaires applicables aux engrais NA de la classe 01	
Protection contre la pollution	Les matières répandues doivent être immédiatement utilisées ou éliminées.
Mesures supplémentaires applicables aux engrais NA de la classe 01 et une quantité stockée > 1 t	
Sources d'inflammation ⁵	Il ne doit y avoir aucune source d'inflammation dans les locaux de stockage.
Plan d'intervention des services du feu	<ul style="list-style-type: none"> • Un plan d'intervention doit être élaboré et entraîné. • Le seul produit d'extinction approprié est l'eau «en grandes quantités». • Prendre en compte le danger d'explosion si l'incendie prend des proportions incontrôlées.

⁴ Il s'agit en l'occurrence d'un extrait des TRGS 511 allemandes «Ammoniumnitrat», édition juin 2004.

⁵ Par sources d'inflammation, on entend ici les sources d'inflammation à haute énergie, c'est-à-dire surtout des surfaces très chaudes, des flammes (p. ex. postes de soudure), des étincelles produites mécaniquement (p. ex. lors de ponçage, découpage).

Critère/Condition	Description
Protection contre la contamination; Eviter le stockage en commun dangereux	<ul style="list-style-type: none"> • Un plan de stockage actualisé doit exister. • Les récipients contenant des gaz comprimés (sous surpression) ne sont pas admis à l'exception des extincteurs placés dans le local d'entreposage. • Aucun appareil/véhicule contenant un carburant léger ou du gaz ne peut être utilisé ou stationné dans le local d'entreposage.

Mesures supplémentaires applicables aux engrais NA de la classe O1 et pour une quantité stockée > 25 t

Protection incendie	Les moyens de transport doivent être conçus de manière à ce que la chaleur produite ne puisse pas provoquer la décomposition de l'engrais. Bandes de convoyage constituées uniquement de matériaux peu inflammables.
---------------------	---

Source: TRGS 511^[62] adaptée

Le stockage en commun doit remplir les exigences spécifiques récapitulées au tab. 7.

Conditions de stockage en commun

Tab. 7 > Conditions de stockage en commun applicables aux engrais NA solides des classes SI 01–03

Les engrais NA solides doivent être stockés séparément des:

• Matières à réactions alcalines telles que	Bases, chaux vive, chaux éteinte, nitrate de chaux, ciment
• Matières à réactions acides telles que	Tous les acides
• Matières entrant en réactions chimiques dangereuses avec des engrais, telles que	Chlorates, chlorites, hypochlorites, nitrites, dés herbants chlorés
• Matières inflammables telles que	Charbon pulvérisé, soufre, huile, carburant, céréales, bourre de laine, poudres métalliques, urée ⁶

Le stockage commun est admis avec:

• D'autres substances ne réagissant pas avec des engrais, telles que	Sulfate d'ammonium, engrais potassiques, carbonate de calcium, sulfate de magnésium, engrais PK
--	---

Source: TRGS 511^[62] adaptée

2.4 Rétention de l'eau d'extinction

Selon la classification SI, le nitrate d'ammonium pur et le nitrate d'ammoniaque sont des matières faiblement dangereuses pour l'eau (PN3) (voir Banque de données IGS^[22]). Les entrepôts d'engrais NA nécessitent donc pour de telles substances les volumes de rétention d'eau d'extinction requis par la directive «Entrepôts de matières dangereuses»^[12]. L'eau d'extinction peut être retenue soit par des mesures passives, soit par des mesures techniques pratiques. Il y a lieu de veiller à ce que, dans le cadre des mesures de rétention de l'eau d'extinction, les équipements soient régulièrement entretenus et que les services compétents en cas d'incendie soient correctement instruits de leur utilisation (voir p. ex. «Richtiger Umgang mit Löschwasser»)^[14].⁷

Altération des eaux

⁶ L'urée réagit violemment avec les agents oxydants.

⁷ La directive du CEA exige, pour les substances faiblement dangereuses pour l'eau, une rétention d'eau d'extinction à partir d'une quantité stockée de 100 t; en revanche, la directive du canton de Zurich l'exige dès la quantité de 20 t. Par ailleurs, les exigences posées à la rétention de l'eau d'extinction sont identiques dans les deux directives. Comme la présente aide à l'exécution s'applique à

A l'exemple de la création de compartiments coupe-feu du tableau 5, le tableau 8 illustre la règle concernant le volume de rétention de l'eau d'extinction, lequel doit toujours être déterminé pour le plus grand compartiment coupe-feu. Tous les autres compartiments coupe-feu doivent être reliés à ce volume de rétention par des canalisations ou des conduites.

Tab. 8 > Exemple de détermination du volume de rétention d'eau d'extinction

Étape	Quoi	Résultat
1	Taille des compartiments coupe-feu pour la catégorie de concept K4 (calculée au tab. 5)	5 compartiments coupe-feu de 2400 t chacun
2	Calcul de la surface des compartiments coupe-feu	850 m ²
3	Classification incendie ⁸	F1-4
4	Hauteur des empilements & type d'entrepôt	< 6m (3 palettes) & Entrepôt de stockage par empilement
5	Volume de rétention d'eau d'extinction requis (selon tableau 4 de la directive CEA «Entrepôts de matières dangereuses»)	300 m ³

Source: Entrepôts de matières dangereuses^{[7][2]}

2.5

Autres mesures de sécurité selon l'OPAM

Le choix d'un site approprié pour une nouvelle exploitation est capital et devrait être entrepris de manière à ce que les effets défavorables pour la population et l'environnement soient les plus faibles possible en cas d'accident. Dans ce sens, il faut éviter la proximité d'infrastructures dans lesquelles séjournent des personnes difficiles à évacuer ou de bâtiments sensibles, tels que jardins d'enfants, écoles, homes pour personnes âgées, hôpitaux, hôtels ou centres commerciaux ainsi que des lieux à forte densité de personnes (dans le cas de zones d'habitations et d'autres affectations). Dans l'évaluation d'un site, on prend aussi en considération la situation future potentielle en considération des plans d'affectation actuels.

Choix du site

Parmi les principes à observer dans la détermination de mesures de sécurité générales au sens de l'OPAM^[01] (annexe 2.1 OPAM), il y a la réduction du danger potentiel. Dans le cas d'un entrepôt d'engrais faisant peser un danger relativement grand sur la population, cela peut signifier que les stocks seront diminués pendant les périodes de l'année durant lesquelles des engrais NA ne sont pas utilisés.

Réduction du danger potentiel

des exploitations assujetties à l'OPAM, elle entre en application dans l'optique de la rétention d'eau d'extinction à partir du moment où le seuil quantitatif selon l'OPAM est dépassé. Cela vaut pour les engrais du type O1 / O2 à partir de 20 t et pour les engrais du type O3 à partir de 200 t.

⁸ La classification telle qu'elle figure au tab. 4 de la directive CEA pour déterminer des volumes de rétention d'eau d'extinction se rapporte aux propriétés d'inflammabilité d'une substance ou d'une préparation. Selon la classification SI, les engrais NA n'ont qu'une classification concernant leur potentiel d'oxydation. Mais comme les engrais NA sont généralement entreposés dans un matériau d'emballage inflammable et qu'en raison de leurs propriétés oxydantes, ils attisent un incendie, on applique, en pratique, selon l'Institut de Sécurité, une classification incendie F3/4 pour déterminer le volume de rétention d'eau d'extinction applicable aux engrais de type O3.

3 > Rapport succinct

3.1 Généralités

Le détenteur doit, sous sa propre responsabilité et d'après les indications du chapitre 1, examiner si son exploitation entre dans le champ d'application de l'OPAM^[01]. Dans l'affirmative, il établit un rapport succinct en se conformant aux paragraphes ci-après et le remettra à l'autorité d'exécution.

Questions relatives au champ d'application de l'OPAM

Le rapport succinct doit être établi selon les consignes du Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM)^[08]. Certaines autorités cantonales d'exécution ont élaboré leurs propres instructions que l'on peut généralement trouver sur les sites Internet des Services d'exécution⁹ correspondants. L'ampleur des scénarios d'accidents doit être estimée selon les indications du chapitre 3.3.

Rapport succinct

3.2 Expériences tirées des accidents antérieurs impliquant du NA ou des engrais NA

Des détonations et des incendies impliquant du NA ou des engrais NA se sont produits dans le passé. Le tableau 9 énumère quelques événements archétypiques dans l'ordre chronologique inverse.

⁹ www.kvu.ch/d_afu_adressen.cfm?Nav.Command=Fachbereiche&Module.Method=showFachbereiche&fach_id=21

Tab. 9 > Evénements représentatifs mettant en jeu des détonations ou des incendies impliquant du NA ou des engrais NA

Date	Quantité	Autres substances
Incendie d'un entrepôt de NA à Bryan, Texas, 2009		
<ul style="list-style-type: none"> • Déclencheur: travaux de soudure • Nuage de fumée orange • L'incendie est éteint au bout de quelques heures, le nuage de fumée continue à se développer • 72 000 personnes ont été évacuées • 34 personnes (selon les médias locaux) ont dû être soignées pour des troubles pulmonaires 	Entrepôt contenant d'importants stocks de NA	Aucune connue
Incendie/détonation d'un entrepôt de NA à Saint-Romain-en-Jarez, France, 2003		
<ul style="list-style-type: none"> • 1200 m² d'entrepôt sur 2 étages, dont une partie habitable • Les pompiers ne savaient pas que du NA était stocké dans cet entrepôt • L'incendie a duré une heure, il a été suivi d'une forte détonation • 27 blessés, dont 18 pompiers • Plusieurs maisons ont subi des dégâts 	2,5 t de NA	Grand entrepôt de fruits, 5000 harasses en bois et en plastique, 130 balles de foin, 30 balles de paille et 3 bonbonnes de gaz
Détonation de NA à Toulouse, France, 2001		
<ul style="list-style-type: none"> • Cratère de 40 m de diamètre et 7 m de profondeur • Nuage de fumée jaune-rouge sur la ville • Puissance explosive: 20 à 40 t TNT • Destruction totale des bâtiments sur une surface de 80 ha • 30 morts 	Produits NA contaminés (matériaux off-spec ¹⁰) 300 t	Inconnues, mais présentes sous forme d'impuretés
Incendie d'un entrepôt d'engrais NA à Nantes, France, 1987		
<ul style="list-style-type: none"> • Nuage de fumée rouge-jaune de 250 m de haut et 5 km de large • Fumées analysées: HNO₃, NO₂, NO, Cl₂, NH₃, NH₄⁺ • L'incendie a été circonscrit au bout de quelques heures, le nuage a continué à se développer • 25 000 personnes ont été évacuées 	Engrais mixte composé de NA, pentoxyde de phosphore, chlorure de potassium / 850 t	(Après le début de l'incendie, le feu s'est propagé aux entrepôts adjacents où étaient stockés d'autres substances chimiques et du NA.)
Source: ecomed «Gefährliche Chemische Reaktionen» (CD-Rom), journaux, rapports d'autorités		

Les deux accidents de Bryan et de Nantes étaient des feux couvants typiques. Dans ces deux événements, comme dans les autres, on note soit la présence d'une substance supplémentaire, soit une énergie d'amorçage, qui a provoqué l'inflammation et/ou la détonation de la préparation NA considérée.

Enseignements tirés

En l'occurrence, les substances supplémentaires sont, d'une part, des matières inflammables: huiles, peintures ou paraffines; d'autre part, des substances qui accélèrent catalytiquement la décomposition du NA jusqu'à sa détonation. Les énergies d'amorçage peuvent être, par exemple, un incendie ou des surfaces très chaudes.

¹⁰ Les matériaux «off-spec» sont des déchets ou des résidus qui ne répondent à aucune exigence.

3.3 Scénarios d'accident

Comme le montrent les expériences faites jusqu'à présent (chap. 3.2), les scénarios déterminants sont la détonation et l'incendie (avec libération de gaz toxiques et de l'eau d'extinction contaminée). Le scénario «Détonation» ne doit être pris en considération que si l'engrais a la propriété de se transformer par réaction détonante. Le scénario «Incendie» (avec libération de gaz toxiques), lui, doit être pris en compte dans le cas d'engrais qui sont susceptibles de subir une décomposition progressive auto-entretenue, c'est-à-dire pour tous les engrais NA du type O1 ou O2 selon la classification SI (voir tab. 14). Dans la description des scénarios d'accident, on admet que les conditions de stockage en commun sont respectées. On décrit les scénarios à partir des propriétés intrinsèques des matériaux. Si les conditions de stockage en commun ne peuvent pas être respectées, il peut se produire d'autres scénarios que ceux qui sont décrits ici.

Scénarios déterminants

Lorsque la rétention de l'eau d'extinction (chap. 2.4) est assurée, il n'y a pas lieu de prendre en considération le scénario «apport d'eau d'extinction dans les eaux de surface ou dans les eaux souterraines». Dans le cas contraire, il n'est pas exclu que, lors d'un incendie, du NA dissout dans l'eau d'extinction puisse parvenir dans les eaux de surface ou dans les eaux souterraines. Dans ces cas, il est nécessaire de considérer un scénario ad hoc dans le rapport succinct.

Mise en danger de l'environnement

Les chapitres 3.3.1 et 3.3.2 montrent comment procéder au niveau du rapport succinct à l'estimation de l'ampleur des dommages pour les deux scénarios mentionnés plus haut. Celle-ci repose sur des causes et des conséquences possibles à vue humaine d'un accident, à l'appui du Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM)^[08]. Les hypothèses et les bases de calcul détaillées sont commentées dans l'annexe.

Estimation de l'ampleur

3.3.1 Scénario «Détonation»

Le scénario «Détonation» doit être pris en compte lorsqu'un engrais NA de type A selon TRGS 511 est stocké, mais pour lequel il n'existe pas de test réussi de propagation de détonation (réussi signifie que la détonation ne se propage pas). Pour les calculs, on tient compte de la quantité d'engrais NA stockée dans le plus grand compartiment coupe-feu, pour laquelle il y a lieu de définir la quantité déterminante de NA pour l'explosion selon le tableau 10.

Calcul de l'ampleur

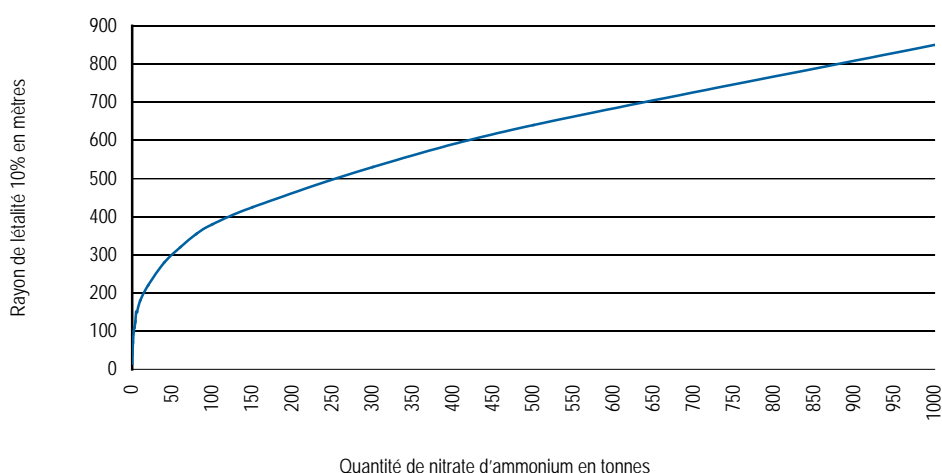
Tab. 10 > Exemple de calcul: quantité de NA dans l'engrais déterminante pour l'explosion

Indications relatives à l'entrepôt

Type d'engrais	Nitrate d'ammoniaque 27,5 % N, correspond à une partie en poids de NA de 79 %
Quantité stockée dans le plus grand compartiment coupe-feu	300 t
Quantité de NA	$300 \text{ t} \times 79 \% = 237 \text{ t}$

Avec la quantité de NA déterminante pour l'explosion, on estime ensuite, dans le rapport succinct, l'ampleur des conséquences à l'aide du rayon de létalité 10 % indiqué à la figure 2. Dans un cercle de ce diamètre autour du centre du compartiment coupe-feu correspondant, on détermine alors le nombre de victimes compte tenu d'une létalité moyenne de 50 % et de la densité de population maximale pendant la journée.

Fig. 2 > Rayons de létalité dus à la surpression consécutive à une détonation



Source: OFEV, calcul avec Effects 7.4 de TNO

3.3.2 Scénario «Incendie»

Le scénario de l'incendie (avec libération de gaz toxiques) doit être considéré pour des engrais susceptibles de subir une décomposition progressive auto-entretenue, c'est-à-dire pour tous les engrais NA de type O1 ou O2 selon la classification SI. Dans les calculs, on tient compte de la quantité d'engrais NA stockée dans le plus grand compartiment coupe-feu. Comme les vitesses de combustion des engrais NA sont relativement faibles, on peut considérer qu'il n'y aura pas de dommages graves causés à la population située hors du périmètre de l'exploitation dus à la chaleur dégagée. L'action toxique des gaz nitreux est en revanche déterminante; elle est calculée sur la base du dioxyde d'azote (NO₂, substance représentative). Compte tenu des hypothèses décrites dans l'annexe, le taux de libération de gaz nitreux par seconde se calcule comme suit:

Calcul du taux de libération

Taux de libération = longueur du compartiment coupe-feu
 x densité de stockage x (part d'engrais en train de brûler = 0,6) x vitesse de décomposition auto-entretenue ou vitesse de combustion x (part NA) x (part NO₂) / 3600 s (voir exemple dans le tab. 11).

Tab. 11 > Exemple de calcul: taux de libération de NO₂ lors d'un incendie d'engrais NA

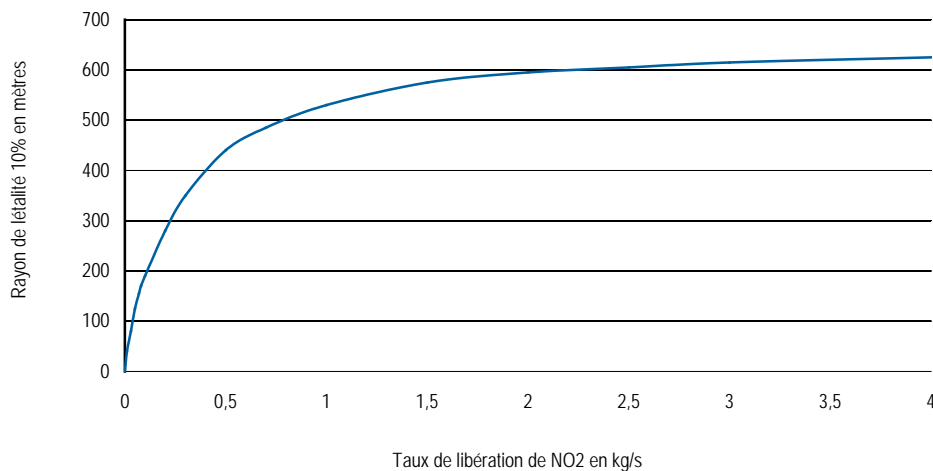
Indications relative à l'entrepôt

Type d'engrais ¹	Nitrate d'ammoniaque 27,5 % N, correspond à une part en poids de NA de 79 %
Longueur d'un compartiment coupe-feu ¹	10 m
Densité de stockage ¹	2 t/m ²
Part de l'engrais en train de brûler ²	60 %
Vitesse de décomposition prog.auto-entretenu ou de combustion ²	1 m/h
Transformation du NA en NO ₂ ²	10 %
Calcul de la quantité maximale d'engrais qui se décompose / se consume par h	10 m x 2 t/m ² x 0,6 x 1 m/h = 12 t/h = 12 000 kg/h
Calcul du taux de libération de NO ₂	12 000 kg/h x 0,79 (part NA) x 0,10 (part NO ₂) / 3600 s = 0,26 kg/s

¹ Valeurs variables à adapter à la situation concrète; ² Hypothèses fixes préalablement établies

Pour estimer les conséquences d'un incendie, compte tenu du taux de libération calculé et du rayon de létalité 10 % indiqué à la figure 3, on délimite à partir du centre du compartiment coupe-feu un secteur de 60° d'angle dans la zone où la densité de population est la plus forte. Avec une létalité moyenne de 25 % à l'intérieur de ce secteur, on peut calculer le nombre de victimes en prenant pour base la densité maximale de la population au cours d'une journée.

Calcul des conséquences

Fig. 3 > Rayons de létalité consécutifs à la libération de NO₂

Source: OFEV, calcul avec Effects 7.4 de TNO

4 > Remarques à propos de l'étude de risque

Le rapport succinct constitue la base qui permet à l'autorité de décider si une étude de risque au sens de l'OPAM^[01] doit être effectuée. L'autorité d'exécution ordonne l'établissement d'une étude de risque lorsqu'un dommage grave pour la population ou l'environnement ne peut pas être exclu d'après les Critères d'appréciation I pour l'OPAM^[15], c'est-à-dire lorsque l'estimation de l'ampleur des dommages fait apparaître plus de dix victimes.

L'étude de risque doit être élaborée conformément à l'annexe 4 du Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM)^[08]. On y analyse en principe les mêmes scénarios déterminants que dans le rapport succinct. Dans l'estimation de l'ampleur des dommages, il faut cependant augmenter le degré de détail concernant les rayons de létalité, les secteurs de propagation, les expositions de la population et les effets protecteurs des bâtiments ou des véhicules. Il faut en plus, au niveau de l'étude de risque, estimer ou calculer les probabilités, par exemple, pour une détonation ou une libération de gaz toxiques avec les directions du vent ou les variations d'expositions au fil d'une journée ou des saisons.

> Annexe

Les propriétés d'inflammabilité et d'explosibilité sont déterminantes pour l'établissement du seuil quantitatif des engrais NA. L'OPAM utilise pour celles-ci comme premier critère le système de classification de l'Institut de sécurité (classification SI). La grande partie des engrais NA est toutefois classée d'après le système de classification détaillé des TRGS 511 allemandes. L'annexe montre comment la classification SI des engrais NA résulte de la combinaison des TRGS allemandes et d'éventuels résultats de tests. Finalement sont illustrées dans cette annexe les bases de calcul pour les scénarios «Détonation» et «Incendie».

Classification des engrais NA selon les TRGS 511

Actuellement, seules les TRGS 511^[02] allemandes proposent encore un système exhaustif de classification des engrais NA (tab. 12). Dans la version révisée de son manuel¹¹, l'Association européenne des producteurs d'engrais (EFMA) a supprimé la distinction en types d'engrais A, B et C, et n'utilise plus que le système de classification de l'ONU.

¹¹ Guidance for the Storage, Handling and Transportation of Solid mineral Fertilizers, EFMA, April 2007 (www.efma.org)

Tab. 12 > Classification des engrais (seulement engrais solides) selon TRGS 511, annexe 3

	Part de nitrate d'ammonium en %	Autres composants	Dispositions particulières
A I	≥ 90	Teneur en chlorure ≤ 0,02 % Mat. inertes ≤ 10 %	Pas d'autres sels d'ammonium autorisés
A II	> 80 jusqu'à < 90	Calcaire, dolomite ou carbo-nate de calcium < 20 %	
A III	> 45 jusqu'à < 70	Sulfate d'ammonium	Matières inertes autorisées
A IV	> 70 jusqu'à < 90	Sels de potassium, phosphates dans engrais NP, NK ou NPK, sulfates dans engrais N Matières inertes	
B I	≤ 70	Sels de potassium, phosphates, matières inertes et autres sels d'ammonium dans engrais NK ou NPK	Avec une part en masse de plus de 45 % de nitrate d'ammonium, la part en masse du nitrate d'ammonium et d'autres sels d'ammonium ne doit pas dépasser 70 % au total
B II	≤ 15	Nitrates excédentaires ≤ 10 %	Teneur illimitée en composants brûlables. Les nitrates excédentaires supérieurs à la teneur en nitrate d'ammonium calculés comme nitrates de potassium
C I	≤ 80	Calcaire, dolomite ou carbo-nate de calcium ≥ 20 %	Calcaire, dolomite ou carbonate de calcium avec une pureté minimale de 90 %
C II	≤ 70	Matières inertes	
C III	≤ 45	Phosphates et autres sels d'ammonium dans engrais NP	
	> 45 jusqu'à < 70	Phosphates et autres sels d'ammonium dans engrais NP	La part en masse du nitrate d'ammonium et d'autres sels d'ammonium ne doit pas dépasser 70 % au total
C IV	≤ 45	Sulfate d'ammonium	Matières inertes autorisées

Source: d'après TRGS 511^[62]

Pour convertir le pourcentage en poids de l'azote (% N) en pourcentage en poids de NA (% NA), il ressort de la formule moléculaire un **facteur de conversion de 2,86** (voir exemples dans le tab. 13). La condition est que la teneur en azote indiquée se rapporte à l'azote lié dans le NA.

Tab. 13 > Exemples de conversion du pourcentage en poids de l'azote en pourcentage en poids de NA

Engrais NA	Pourcentage en poids de NA dans l'engrais [% NA]
Nitrate d'ammoniaque 33 % N	≈ 94,4
Nitrate d'ammoniaque 27,5 % N	≈ 78,7
Nitrate d'ammoniaque 27 % N	≈ 77,2
Nitrate d'ammoniaque calcaire 20 % N	≈ 57,2

%N = pourcentage en poids d'azote, lié dans le NA

Classification des engrais NA selon l’Institut de Sécurité (SI)

La classification SI résulte de la combinaison de la classification selon les TRGS 511 et d’éventuels résultats de tests (voir tab. 14). Les TRGS désignent les engrais du groupe A comme étant des préparations susceptibles de se transformer par réaction détonante, ceux du groupe B comme des préparations pouvant se décomposer par réaction thermique progressive auto-entretenue et ceux du groupe C comme des préparations qui ne peuvent ni se transformer par réaction détonante, ni se décomposer par réaction thermique progressive auto-entretenue, mais qui peuvent développer des oxydes d’azote lorsqu’elles sont chauffées. L’attribution de ces propriétés uniquement sur la base de la composition des engrais NA ne permet cependant pas de suivre l’évolution des produits sur le marché des engrais. On peut démontrer, à l’aide de tests standardisés, quelles propriétés dangereuses sont absentes, ce qui permet d’établir une classification SI rectifiée.

En principe, un engrais NA du groupe A est classé comme O1 et a, par conséquent, un seuil quantitatif de 20 000 kg. Cependant, lorsque les tests de propagation de la détonation et les tests au feu couvant sont réussis (pas de propagation de la détonation, pas de capacité à subir une décomposition progressive auto-entretenue), l’engrais est classé comme O3 et a un seuil quantitatif 200 000 kg.

Un engrais NA du groupe B est classé O2 et a un seuil quantitatif de 20000 kg. S’il existe un test au feu couvant réussi, l’engrais est alors classé O3 et a un seuil quantitatif de 200 000 kg.

Tab. 14 > Illustration de la classification SI et des seuils quantitatifs correspondants

Seuils quantitatifs

Classification selon SI			Seuil quantitatif [kg]
TRGS 511	Résultats des tests		
A I	O1	Test de propagation de la détonation réussi:	20 000
A II			
A III			
A IV			
B I	O2	O3	20 000
B II			
C I	O3		200 000
C II			
C III			
C IV			

Hypothèses et bases de calcul pour le scénario «Détonation»

Les rayons de létalité de la fig. 2 ont été calculés avec le programme Effects 7.4 de TNO et à l'aide du modèle TNT. A cet effet, on a pris pour le NA selon le Rapport SI^[16] un facteur d'équivalent TNT conservatif égal à 1. Le rayon de létalité 10 % a été admis à 0,21 bar à l'appui d'autres documents de référence dans le domaine des accidents majeurs («Schadenausmasseneinschätzung»^[17]; «Sicherheit von Erdgas-Hochdruckanlagen»^[18]; «CARBURA»^[19]).

Hypothèses et bases de calcul pour le scénario «Incendie»

Selon le «Rapport succinct (OPAM) du canton de Vaud»^[20], dans un incendie d'engrais NA, 60 % de la quantité d'engrais se décomposent ou brûlent. Selon les estimations des experts, l'incendie se propage avec une vitesse maximale de 0,1 à 2 m/h. Dans le présent calcul, d'entente avec le groupe de travail, on a appliqué une vitesse de 1 m/h.

Dans un incendie d'engrais NA se développent différents gaz nocifs pour l'homme et l'environnement. Parmi les plus dangereux, on trouve les gaz nitreux (NO, NO₂, N₂O) dégagés par la décomposition thermique du NA (NH₄NO₃). Si un engrais NA contient en plus des mélanges tels que, par exemple, du chlorure de potassium, sa décomposition peut aussi dégager du chlore (Cl₂) et de l'acide chlorhydrique (HCl), deux gaz nocifs. Mais comme c'est la quantité de gaz nitreux qui est nettement dominante, on ne considère que ceux-ci dans l'estimation de ses effets. Etant donné que le dioxyde d'azote (NO₂) est le composant principal des produits de combustion et que le programme Effects de TNO présente une fonction probit pour le NO₂, l'action des gaz nitreux est déterminée sur la base du NO₂. Comme le NO₂ a la plus faible valeur AEGL ou IDLH des trois gaz nitreux mentionnés plus haut, cela correspond aussi à l'exigence du pire des cas (worst case) dans l'estimation de l'ampleur effectuée dans le cadre du rapport succinct. Pour calculer le taux de libération, on admet que, dans un incendie d'engrais NA, 10 % de la part de NA pur est libérée sous la forme de dioxyde d'azote (NO₂). Les hypothèses s'appuient sur le «Rapport succinct (OPAM) du canton de Vaud»^[20] ainsi que sur le document «Toxic Hazards from Chemical Warehouse Fires»^[21].

Pour calculer les rayons de létalité de la figure 3 en page 26, le programme Effects 7.4 a été utilisé. Le NO₂ n'a pas été simulé d'après le modèle des gaz lourds car des photos d'accidents ont montré que le nuage brunâtre d'oxydes d'azote prend une trajectoire ascendante à cause de la thermique de l'incendie et qu'il se propage en altitude au gré du vent. Le rayon de létalité a été calculé avec le modèle «Neutral Gas Release» et compte tenu des hypothèses suivantes:

- > nature de la libération: semi-continue
- > vitesse du vent à 10 m de hauteur: 1 m/s
- > classe de stabilité selon Pasquill-Gifford: D
- > rugosité superficielle: 1 m (périphérie urbaine ou forêt)

- > température ambiante: 25 °C
- > durée d'exposition: 10 min
- > lieu d'exposition au-dessus du sol: 1,5 m
- > durée de pondération de la concentration: 1 s

La durée de la libération a été estimée à 10 minutes car la durée de l'exposition de la population est également de 10 minutes, compte tenu des possibilités de fuite et du fait qu'une libération durant plus longtemps ne concerne plus la population. Une analyse de sensibilité considérant des durées de libération de 30 et 60 minutes n'a pas donné de résultats différents.

Pour la durée de pondération de la concentration (concentration average time), on a appliqué une valeur d'une seconde dans l'idée de faire un calcul précis. Une analyse de sensibilité faisant intervenir des valeurs de 60 et 1000 secondes a montré que les rayons de létalité diminuent.

Etant donné que, dans le modèle, on a considéré que toutes les personnes se trouvaient à l'air libre, ce qui est une hypothèse trop conservatrice dans la réalité puisque les personnes séjournant dans des bâtiments sont bien protégées, on calcule, dans un secteur de 60° par rapport au lieu de l'incendie, avec une létalité moyenne de 25 % dans le rayon de létalité 10 %.

> Répertoires

Abréviations

Engrais NA

Engrais contenant du nitrate d'ammonium

FDS

Fiche de données de sécurité

NA

Nitrate d'ammonium

OPAM

Ordonnance sur les accidents majeurs (RS 814.012)

SI / SWISSI

Institut suisse pour la promotion de la sécurité (Institut de Sécurité)

TRGS

Technische Regeln für Gefahrstoffe (Règles techniques pour matières dangereuses)

Glossaire

Comburant

Ce terme recouvre, d'une part, les substances qui, bien qu'elles ne soient pas nécessairement combustibles elles-mêmes, peuvent occasionner généralement un incendie ou entretenir un incendie d'autres substances, en général en cédant de l'oxygène, et, d'autre part, les objets contenant de telles matières. (source: ADR 2009, chap. 2.2.51.1.1)

Déflagration

La propriété selon laquelle, dans une substance solide non explosive, une décomposition exotherme déclenchée localement se propage aussi en l'absence d'oxygène (air) est appelée décomposition spontanée («déflagration»). (source: ESCIS 1/1998, «Tests de sécurité pour produits chimiques», 4^e édition., chap. 2.4.8). www.sapros.ch

Remarque: dans les TRGS 511 cette propriété est appelée «selbstunterhaltend fortschreitende thermische Zersetzung» (décomposition par réaction thermique progressive auto-entretenu).

Détonation

Une détonation est une explosion qui se propage à une vitesse supersonique; elle se caractérise par une onde de choc. (source: TRBS 2152, Pkt 2.1 (8))

Ou: matières qui favorisent la combustion et l'entretiennent même en l'absence d'air, ou matières pouvant enflammer des matières combustibles ou former avec elles des mélanges explosifs. (source: SI, «Classification des matières et marchandises», 2003, chap. 2.2)

Feu couvant

Combustion incomplète, décomposition endotherme ou exotherme, décomposition spontanée, pyrolyse (désintégration thermo-chimique de composés organiques); (source: ESCIS 1/1998, «Tests de sécurité pour produits chimiques», 4^e édition, chap. 2.4.9). www.sapros.ch

Remarque: dans les TRGS 511 cette propriété est appelée «selbsterhaltend fortschreitende thermische Zersetzung» (décomposition par réaction thermique progressive auto-entretenu).

Figures

Fig. 1

Structure du marché des engrais en Suisse en 2009 9

Fig. 2

Rayons de léthalité dus à la surpression consécutive à une détonation 24

Fig. 3

Rayons de léthalité consécutifs à la libération de NO₂ 25

Tableaux

Tab. 1

Propriétés physico-chimiques du NA 11

Tab. 2

Matières avec lesquelles le nitrate d'ammonium génère des réactions dangereuses (énumération non exhaustive) 12

Tab. 3

Chapitres importants de la FDS 13

Tab. 4

Exemple expliquant à partir de quand un seuil quantitatif (SQ) est dépassé 15

Tab. 5

Exemple de création de compartiments coupe-feu 17

Tab. 6	
Exigences étendues posées à l'entreposage d'engrais NA des classes SI 01–03	18
Tab. 7	
Conditions de stockage en commun applicables aux engrais NA solides des classes SI 01–03	19
Tab. 8	
Exemple de détermination du volume de rétention d'eau d'extinction	20
Tab. 9	
Événements représentatifs mettant en jeu des détonations ou des incendies impliquant du NA ou des engrais NA	22
Tab. 10	
Exemple de calcul: quantité de NA dans l'engrais déterminante pour l'explosion	23
Tab. 11	
Exemple de calcul: taux de libération de NO ₂ lors d'un incendie d'engrais NA	25
Tab. 12	
Classification des engrais (seulement engrais solides) selon TRGS 511, annexe 3	28
Tab. 13	
Exemples de conversion du pourcentage en poids de l'azote en pourcentage en poids de NA	28
Tab. 14	
Illustration de la classification SI et des seuils quantitatifs correspondants	29

> Bibliographie

- [01] Ordonnance du 27 février 1991 sur la protection contre les accidents majeurs (Ordonnance sur les accidents majeurs, OPAM) (RS 814.012) www.admin.ch/ch/f
- [02] TRGS 511, «Ammoniumnitrat», Ausgabe Juni 2004 www.baua.de/nr/16688/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS-511.html
- [03] Règlement (CE) n° 2003/2003 du Parlement Européen et du Conseil du 13 octobre 2003 relatif aux engrais <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do>
- [04] Recommendations on the Transport of Dangerous Goods: Manual of Tests and Criteria – 5th Revised Edition, United Nations, Economic Commission for Europe, Dec 2009 (traduction allemande du BAM) www.unece.org/trans/danger/publi/manual/Rev4/ManRev4-files_e.html
- [05] Ordonnance du 10 janvier 2001 sur la mise en circulation des engrais (Ordonnance sur les engrais, OEng) (RS 916.171) www.admin.ch/ch/f/rs/c916_171.html
- [06] Ordonnance du 18 mai 2005 sur la protection contre les substances et les préparations dangereuses (Ordonnance sur les produits chimiques, OChim), (RS 813.11) http://bsvonline.vkf.ch/web/Norm/Norm_f.asp
- [07] Accord européen relatif au transport international de marchandises dangereuses par route (ADR), 20 juillet 1972 www.astra.admin.ch/themen/schwerverkehr/00246/02056/index.html?lang=fr
- [08] OFEV, «Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM)», édité par l'Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne, 2008. www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00095/index.html?lang=fr
- [09] AEAI, Norme de protection incendie, Berne, Etat: 20.10.2008 http://bsvonline.vkf.ch/web/Norm/Norm_f.asp
- [10] AEAI, Liste des directives de protection incendie <http://bsvonline.vkf.ch/web/BSVonlineStart.asp?Sprache=f>
- [11] AEAI, Répertoire, Autres dispositions, édition actuelle: 02.05.2006 <http://bsvonline.vkf.ch/web/Verzeichnisse/BSV41/41-03f.asp>
- [12] Comité Européen des Assurances (CEA), «ENTREPOTS DE MATIERES DANGEREUSES – Recommandations relatives à la protection incendie», Secrétariat CEA, Zurich, édition 1994.
- [13] Institut de Sécurité, Classification des matières et marchandises, état actuel: 2003
- [14] AWEL, «Betrieblicher Umweltschutz – Richtiger Umgang mit Löschwasser», Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich, Juni 2007 www.bus.zh.ch/internet/bd/awel/awb/bus/de/doku.html
- [15] OFEFP, «Critères d'appréciation I pour l'ordonnance sur les accidents majeurs», édité par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, 1996 www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00554/index.html?lang=fr
- [16] Institut de Sécurité, «Grundlagen für die Festlegung von Sicherheitsanforderungen an die Lagerung von Ammoniumnitrat», Zurich, 29. juillet 2005.
- [17] Direktion des Innern des Kantons Zürich, Koordinationsstelle für Störfallvorsorge, «Schadenausmassenschätzung (Referenzbeispiele und Hilfsmittel)», Zurich, 1992.
- [18] Plüss Ch. et al., «Sicherheit von Erdgas-Hochdruckanlagen, Rahmenbericht der Schweizerischen Erdgaswirtschaft», revidierte Ausgabe 1997, Erdgas Ostschweiz AG, Postfach 610, 8010 Zurich.
- [19] CARBURA, organisation de stockage obligatoire de la branche des huiles minérales en Suisse, «Rapport-cadre sur la sécurité des installations de stockage d'hydrocarbures», édition révisée 2005, SKS Ingenieure, Zurich, 2005 www.carbura.ch/strfall.0.html?&L=1
- [20] Frésard Y., «ENTREPOTS DE COMMERCE AGRICOLE – Généralités et bases de calcul en vue de l'établissement du rapport succinct selon OPAM», octobre 1997, Service de l'environnement et de l'énergie, Ch. des Boveresses 155, 1066 Epalinges.
- [21] Smith-Hansen L., «Toxic Hazards from Chemical Warehouse Fires», Risø-R-713(EN), Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark, November 1994
- [22] Banque de données IGS: <http://igs.naz.ch/igsmain/>