

RAPPORT D'ÉTUDE
N° DRA-12-117405-00074A

06 / 07 / 2012

DRA-71 : Opération A1

**Guides de bonnes pratiques dans la prévention
des risques technologiques associés aux
engrais solides à base de nitrate d'ammonium**

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

DRA-71 : Opération A1

Guides de bonnes pratiques dans la prévention des risques associés aux engrais solides à base de nitrate d'ammonium

INERIS

PRÉAMBULE

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

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

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

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

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



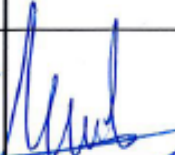


	Rédaction	Relecture	Vérification		Approbation
NOM	Marie-Astrid SOENEN	Valérie DE DIANOUS	Guy MARLAIR	Guillaume CHANTELAUVE	Sylvain CHAUMETTE
Qualité	Déléguée Appui à l'Administration Direction des Risques Chroniques	Responsable du Programme DRA-71 Direction des Risques Accidentels	Référent technique Direction des Risques Accidentels	Délégué Appui à l'Administration Direction des Risques Accidentels	Responsable du Pôle Analyse et Gestion Intégrée des Risques Direction des Risques Accidentels
Visa					

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	7
1.1 Objectifs de l'étude	7
1.2 Contexte de l'étude	7
1.3 Contenu de l'étude et approche retenue	8
1.4 Structuration de l'étude	9
2. GENERALITES SUR LES ENGRAIS SOLIDES A BASE DE NITRATE D'AMMONIUM.....	11
2.1 Rappel sur la distinction entre NA qualité engrais et qualité technique	11
2.2 Les scénarios d'accident mettant en cause du NA ou des produits à base de NA [20]	12
2.3 Les incertitudes actuelles sur les scénarios d'accident	13
3. LES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES, LES BONNES PRATIQUES	15
3.1 Les organisations professionnelles dans le secteur des engrais.....	15
3.1.1 International Fertiliser Society (IFS).....	15
3.1.2 International Fertilizer industry Association (IFA).....	15
3.1.3 TFI (The Fertiliser Institute, Etats-Unis)	16
3.1.4 European Fertilizer Manufacturers' Association (EFMA, Europe).....	16
3.1.5 Union des Industries de la Fertilisation (UNIFA, FRANCE)	17
3.1.6 Conclusion	17
3.2 Les groupes d'experts, autres que les organisations professionnelles	17
3.2.1 Le groupe de travail IGUS de l'ONU.....	17
3.2.2 Groupe de travail au niveau européen.....	18
3.2.3 Le Groupe de Travail National sur les engrais (GTN).....	18
3.2.3.1 Historique et principales caractéristiques	18
3.2.3.2 Les guides professionnels élaborés en parallèle du GTN	18
3.3 La formalisation des connaissances	19
3.3.1 L'ouvrage de Louis Médard en 1979 sur les explosifs occasionnels	19
3.3.2 Travaux sur le NA au CERCHAR et à l'INERIS	19
3.4 La gestion du retour d'expérience par les organisations professionnelles ..	19
4. ACCIDENTOLOGIE ET FORMALISATION DU RETOUR D'EXPERIENCE DANS LES REGLES DE SECURITE DE L'INDUSTRIE DES ENGRAIS : AVANT 2001 :	21
4.1 La période 1900-1950 : un demi-siècle de catastrophes.....	21

4.1.1	Les explosions par amorçage	21
4.1.1.1	L'impact des accidents dans le développement de la connaissance des propriétés du NA	22
4.1.1.2	Les prises de risques inhérentes aux développements de technologies, de produits, de procédés, de méthodes, de pratiques (par essais-erreurs)	23
4.1.1.3	Les biais de confirmation de retour d'expérience positif	23
4.1.1.4	Les échecs du retour d'expérience transversal	23
4.1.2	Les explosions de NA enrobés par des matières combustibles en 1947 .	24
4.1.3	Enseignements tirés par l'industrie (période 1900-1950) [7].....	24
4.2	La période 1950-2000 : des avancées majeures pour la sécurité industrielle	25
4.2.1	Les accidents marquants sur la période 1950-2000	25
4.2.2	Enseignements du point de vue des industriels (1950-2000)	25
4.2.3	D'autres accidents sur la période 1950-2000.....	26
4.3	Les illusions du retour d'expérience	26
4.3.1	Les enseignements du retour d'expérience en terme de risques et de scénarios	27
4.4	Les bonnes pratiques pour l'évaluation des conséquences des accidents.	28
4.5	Analyse a posteriori (après 2001) de la formalisation des principes de gestion de la sécurité prévalant avant 2001	29
4.5.1	Synthèse de l'analyse des guides professionnels français (années 90 et 2000).....	29
4.5.2	Synthèse de l'analyse des guides professionnels de l'EFMA (années 90)	31
4.6	Les accidents majeurs impliquant des engrais à base de NA et l'évolution des réglementations relatives au NA.....	32
5.	ACCIDENTOLOGIE ET FORMALISATION DU RETOUR D'EXPERIENCE DANS LES REGLES DE SECURITE DE L'INDUSTRIE DES ENGRAIS : DEPUIS 2001	35
5.1	Toulouse, AZF, le 21 Septembre 2001 : les premiers enseignements du retour d'expérience.....	35
5.1.1	Le retour de la complexite des proprietes du na et des engrais à base de NA : une explosion sans incendie sur un stockage a « froid »	35
5.1.2	Les engrais hors-spécification : un oubli	36
5.2	Incidents récents de Décomposition Auto-Entretenu (DAE) des engrais NPK.....	37
5.3	Incidents récents ayant conduit a des explosions d'engrais a base de na (conformes CE), sur des petits stockages ou en transport : Saint-Romain en Jarez, Mihalesti et Barracas	38

5.3.1	Les accidents.....	38
5.3.2	Un risque émergent à mieux contrôler ?.....	40
5.4	Les catastrophes d'Oppau et de Toulouse et leurs implications en terme de retour d'expérience sur l'évaluation des conséquences	41
5.5	Les guides professionnels de l'EFMA après la catastrophe d'AZF	41
5.5.1	Le guide EFMA de 2003 pour les producteurs sur l'utilisation et la manipulation sécurisée des engrais non conformes [27].....	42
5.5.2	Le guide EFMA de 2004 pour les importateurs, distributeurs, négociants sur l'utilisation et la manipulation sécurisée des engrais non conformes.	43
5.5.3	guide EFMA de 2007 révisant le guide de 1992 sur le stockage, la manipulation et le transport des engrais solides [26]	43
5.6	Problématiques de gestion des explosifs occasionnels comme le nitrate d'ammonium.....	45
5.7	Les accidents majeurs et l'évolution des réglementations.....	47
5.7.1	L'évolution de la directive Seveso II avec la catastrophe de toulouse	47
5.7.2	L'intégration des risques de DAE des engrais NPK dans la Directive Seveso II.....	48
5.7.3	L'évolution de la réglementation française sur le NA après Toulouse	48
5.8	la réglementation IC actuelle sur les stockages d'engrais à base de nitrates	49
5.9	Retour d'expérience en matière de sûreté des produits a base de nitrate d'ammonium.....	49
6.	SYNTHESE.....	53
6.1	Des accidents et du retour d'expérience sur un siècle d'utilisation du nitrate d'ammonium [6, 7, 8].....	53
6.2	Les accidents impliquant du NA et leurs conséquences dans la formalisation des connaissances et bonnes pratiques	54
6.3	Les organisations professionnelles	55
6.3.1	Les guides de bonnes pratiques.....	55
6.3.2	L'organisation du retour d'expérience : les échecs de la transversalité ...	55
6.4	Les conflits soulevés dans les approches de prévention des risques au sein des règles de sécurité	56
6.5	L'impact du retour d'expérience	57
6.6	Des risques émergents et de nouvelles menaces à intégrer ?.....	58
7.	BIBLIOGRAPHIE	61
8.	LISTE DES ANNEXES	65

1. INTRODUCTION

1.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

Cette étude vise à mettre en évidence les bonnes pratiques retenues et publiées dans des guides professionnels français et étrangers, relatifs aux engrais à base de nitrate d'ammonium, et les évolutions de ces pratiques, prenant en compte le retour d'expérience. Ces pratiques découlent en général de retour d'expérience de la profession et traduisent un certain niveau de sécurité adopté dans l'exploitation de leurs installations de fabrication ou de stockage.

1.2 CONTEXTE DE L'ETUDE

Le BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles) qui gère la base de données d'accidents ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents, <http://aria.ecologie.gouv.fr>) a défini le thème industriel de la présente étude :

« Engrais solides, simples ou composés à base de nitrate d'ammonium, en support à la rubrique 1331 de la nomenclature des Installations Classées ».

La rubrique 1331 est une rubrique qui couvre le stockage d'une substance désignée : les engrais à base de nitrate d'ammonium. Cette famille de produits est également clairement décrite dans l'annexe I de la Directive SEVESO II. Il est important de signaler à ce stade (du fait des liens réglementaires) que deux autres rubriques ICPE couvrent le nitrate d'ammonium, à savoir la rubrique 1330 (nitrate d'ammonium technique et solutions chaudes de nitrate d'ammonium) et la rubrique 1332, qui regroupe l'ensemble des produits (dont engrais inorganiques) à base de nitrate d'ammonium qui sont non conformes aux produits rentrant habituellement dans le champ d'application des rubriques 1330 et 1331.

Dans le domaine des **engrais solides à base de nitrate d'ammonium [= NA]**, il existe de nombreux acteurs¹ qui ont formalisé le retour d'expérience au travers de **guides professionnels**.

Par ailleurs **sur le plan réglementaire** (et relatif à la sécurité), plusieurs niveaux sont à considérer :

- au niveau international, pour le transport, les recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses des Nations Unies ; en matière de classement et d'étiquetage et d'emballage des substances et mélanges dangereux, le SGH (Système Général Harmonisé), et sa transposition en droit européen dit CLP.

¹ Les organisations professionnelles sont présentées plus en détail à l'annexe 1

- Au niveau européen et national :
 - par rapport à l'aspect agronomique géré par le Ministère en charge de l'Agriculture (règlement européen 2003/2003/CE modifié),
 - par rapport aux risques qu'il engendre sur les lieux de stockage géré par le Ministère en charge de l'Ecologie, (SEVESO, ICPE),
 - par rapport à la mise sur le marché européen (REACH).

En complément des textes réglementaires, il existe des normes européennes et françaises relatives aux engrais et traitant le cas des engrais à base de nitrate d'ammonium qui ont pour objectif d'informer sur plusieurs aspects : efficacité, innocuité pour la santé des hommes et des animaux, respect de l'environnement et sécurité.

1.3 CONTENU DE L'ETUDE ET APPROCHE RETENUE

Au regard des objectifs de cette étude, du contexte et de la définition du champ de l'étude, ainsi que des particularités des risques associés au nitrate d'ammonium, l'INERIS a focalisé son attention sur le développement des connaissances relatives au NA et engrais à base de NA et leur formalisation dans les bonnes pratiques et règles de sécurité. Les connaissances sont issues **des développements technologiques et des retours d'expériences** des essais, des accidents.

Cette étude soulignera les évolutions au niveau de la formalisation des connaissances constatées à la suite de la catastrophe de Toulouse sur le site AZF en septembre 2001.

Enfin **une approche bibliographique** a été retenue **pour resituer dans leur contexte les connaissances disponibles sur les propriétés du NA** et les engrais en contenant au vu du retour d'expérience mobilisable.

Remarque :

D'un point de vue historique, les réglementations peuvent être considérées comme un degré supplémentaire de formalisation des bonnes pratiques en exigeant leur mise en application, et prévoyant des sanctions en cas de non respect des textes correspondants. Elles sont établies avec les acteurs de la profession sur la base des pratiques en cours voire des meilleurs pratiques ou technologies disponibles. D'un point de vue pratique, les réglementations définissent un niveau de base de règles de sécurité à mettre en œuvre qui est complété par des bonnes pratiques définies dans le cadre des règles de sécurité professionnelles. Dans le cadre de cette étude, il ne s'agit pas du cœur du sujet mais nous y faisons référence.

1.4 STRUCTURATION DE L'ETUDE

La structure suivante est proposée :

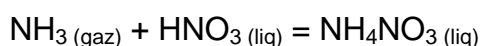
- Chapitre 2 : Généralités sur les engrais solides à base de NA
- Chapitre 3 : Les organisations professionnelles, les bonnes pratiques
- Chapitre 4 : Accidentologie et formalisation du retour d'expérience dans les règles de sécurité de l'industrie des engrais avant 2001
- Chapitre 5 : Accidentologie et formalisation du retour d'expérience dans les règles de sécurité de l'industrie des engrais depuis 2001
- Chapitre 6 : Synthèse

2. GENERALITES SUR LES ENGRAIS SOLIDES A BASE DE NITRATE D'AMMONIUM

Dans ce chapitre, des généralités sont rappelées [20].

2.1 RAPPEL SUR LA DISTINCTION ENTRE NA QUALITE ENGRAIS ET QUALITE TECHNIQUE

Le nitrate d'ammonium (NH_4NO_3) est synthétisé par réaction exothermique entre l'ammoniac et l'acide nitrique, suivant la réaction :



Après solidification de la solution de nitrate d'ammonium et moyennant quelques modifications dans le procédé de fabrication (ajout d'inerte, étape de séchage,), on obtient des produits de qualités différentes :

- **nitrate d'ammonium qualité technique** (parfois appelé aussi nitrate d'ammonium industriel) qui entre dans la composition des explosifs et qui comprend les nitrates d'ammonium suivants : poreux, haute densité, forte teneur (rubrique 1330 – 1 de la nomenclature ICPE). Le NA technique est géré comme un explosif par la profession. Il existe peu de guides de bonnes pratiques quant à son stockage et sa manipulation. Les spécifications techniques précises de ce produit ne sont pas couvertes par des textes réglementaires. Toutefois, un guide couvrant le stockage de cette famille de produits a été publié récemment : « code of best practice for the storage of ammonium nitrate prills ».²
- **nitrate d'ammonium qualité engrais** qui comprend : les engrais solides simples et composés à base de nitrate d'ammonium correspondant aux spécifications du règlement européen 2003/2003 ou à la norme française NF U 42-001 (rubrique 1331 de la nomenclature ICPE spécifique aux stockages de ces produits). Le domaine des engrais à base de NA a vu le développement de nombreuses réglementations et de guides de bonnes pratiques.

Il convient enfin de préciser que les procédés de fabrication du NA technique pour les explosifs et des engrais à base de NA sont très proches.

➤ ² Ce guide technique a été élaboré par un groupe de travail composé d'experts industriels membres du SAFEX ; il a été porté à connaissance des experts via le réseau IGUS entre 2009 et 2011 et mis à disposition des fabricants, utilisateurs et services de l'état concernés à l'occasion du XVIIe congrès du SAFEX en mai 2011.

2.2 LES SCENARIOS D'ACCIDENT METTANT EN CAUSE DU NA OU DES PRODUITS A BASE DE NA [20]

Au vu des connaissances actuelles, les principaux scénarios d'accident **mettant en cause du NA ou des produits** à base de NA (au stockage ou lors de transport) sont résumés [20] :

- **un incendie sans explosion** : dans les stockages contenant des engrais en sacs ou en vrac, le risque majorant est un incendie à proximité qui produit la quantité de chaleur nécessaire pour fondre dans un premier temps le produit à base de nitrate d'ammonium. La nappe de nitrate d'ammonium fondu et concentré ainsi formée est indépendante de la teneur en nitrate d'ammonium dans le produit initial.
 - Si le terme source est toujours actif, cette nappe de nitrate d'ammonium va ensuite se décomposer en oxydes d'azote. La conséquence et donc le risque à gérer est la formation d'un nuage toxique.

Beaucoup de cas d'incendie sans explosion ont été notés.

Le phénomène de décomposition s'arrête dès que l'apport thermique cesse.

- **un incendie suivi d'une explosion** : la nappe de nitrate d'ammonium fondu et concentré ainsi formée est très sensible à une onde de choc. Une contamination et/ou un confinement des gaz de décomposition peut engendrer une explosion.
- **une explosion sans incendie** : les paramètres physico-chimiques (stabilité) et/ou contamination et/ou confinement peuvent aussi être les causes de cette explosion.
- **une explosion par amorçage** : la sensibilité des produits du nitrate d'ammonium à l'explosion, même si elle diffère selon le produit, existe toujours.

Pour les engrais NPK :

- **une décomposition auto-entretenu d'engrais NPK (DAE)** suite à l'apport ponctuel d'une source de chaleur, qui entraîne le dégagement de fumées toxiques ; ce phénomène perdure même si la source calorifique est retirée.

Il est à noter que des incidents / accidents sont aussi susceptibles de se produire à la fabrication. Si les phénomènes dangereux redoutés sont de même nature qu'au stockage des produits finis (explosions, incendies, émanation de gaz toxiques...), d'autres facteurs contributeurs au déroulement des scénarios accidentels peuvent survenir (échauffement critique de produit sous pression dans des pompes de transfert, milieu réactif trop acide, formation de sous-produits indésirables). Ce cas particulier d'accidentologie n'est pas revu de manière spécifique dans le rapport.

2.3 LES INCERTITUDES ACTUELLES SUR LES SCENARIOS D'ACCIDENT

Le comportement du NA et des engrais à base de NA est relativement complexe. Même si ces produits sont largement utilisés dans l'industrie et relativement étudiés dans de nombreuses recherches, les connaissances ont été acquises à la suite d'accidents. Les développements successifs ont montré que celles-ci n'étaient bien souvent pas complètes. Des documents formalisaient les connaissances dans leur contexte. Des incertitudes subsistent et certaines dimensions sont ou étaient mal connues et nécessitent ou nécessitaient des recherches.

En dépit de la synthèse présentée ci-dessus, les limites de nos connaissances sont parfois rappelées dans certains guides de bonnes pratiques ou publications scientifiques :

- Dans le guide UNIFA 2000 sur les scénarios de décomposition DAE des engrais NPK, les limites de la connaissance scientifique, des capacités prédictives des modèles, sont rappelées « *En pratique, aucune formule mathématique, même complexe, n'a permis de caractériser de façon absolument fiable le comportement d'un engrais NPK en fonction de ses propriétés physico-chimiques : cette caractérisation passe par la réalisation d'essais, dont le plus couramment utilisé est l'essai en auge.* » [11, évaluation des conséquences]. Ce point a été étudié au GT sectoriel « engrais » en 2004/2005.

Pourtant le retour d'expérience rappelle déjà cette incertitude : de nombreux cas d'incendie impliquant du NA ou des engrais à base de NA n'ont pas donné lieu à une explosion, alors que certains l'ont entraîné. Certains paramètres sont bien évoqués mais il n'y a pas de certitudes sur les mécanismes de l'explosion et notamment sur la transition déflagration/détonation. Ces thèmes sont abordés dans les chapitres suivants. Un autre constat est que les nouvelles tendances agronomiques (développement de cultures dédiées à la production de biocarburants) qui soutiennent le développement de nouveaux engrais solides à base de NA (avec apport en soufre par exemple) suscitent peu de travaux en rapport avec l'examen de la sécurité de tels nouveaux produits

3. LES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES, LES BONNES PRATIQUES

3.1 LES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES DANS LE SECTEUR DES ENGRAIS

3.1.1 International Fertiliser Society (IFS)

Depuis 1969, l'IFS a publié près d'une cinquantaine de documents relatifs à des articles de fond portant sur des enjeux de sécurité (cf en annexe 1 pour la liste détaillée). Ces articles sont essentiellement publiés par des membres de l'industrie, certains par des membres de l'IFS et de l'EFMA (en particulier les publications relatives aux engrais solides).

Ici encore, il est possible de constater une nette accélération des publications relatives à la sécurité des engrais depuis 2001 :

- 32 publications de 1969 à 2001, sur plus de 30 ans, soit environ, une publication par an,
- 22 publications depuis 2001, soit environ 2 publications par an.

Le retour d'expérience, après accident majeur, a donc influencé la formalisation des connaissances relatives à la sécurité.

Il n'y a pas de publications sur l'organisation du retour d'expérience dans l'industrie des engrais. Pourtant l'industrie recense [13] les accidents dans des bases de données internes à des groupes (ex. : SAFEX http://www.safex-international.org/PUBLIC_SITE/PAGE_ACCUEIL.asp;) et au sein de l'EFMA, de l'IFA (International Fertilizer Association).

Il n'y a pas de publications (dans le domaine public) sur les accidents majeurs qui pourraient constituer une source de mémoire collective des accidents.

Une première publication en 2006 concerne les enquêtes après accidents et les accidents mais uniquement pour le transport du nitrate d'ammonium. En 2008, une nouvelle publication qui prend en compte les accidents et les enquêtes associées a été faite en tenant compte des étapes de production stockage et distribution de ce produit.

K.D. Shah [13] en 1996 dans sa synthèse sur la sécurité où il a réalisé une analyse d'une cinquantaine d'accidents sur la période (1960-1995) indiquait qu'il y a des synthèses de retour d'expérience mais que celles-ci restent rares. C'est ce même auteur qui, 10 ans plus tard, a effectué ce travail dans les deux publications relatives aux accidents et enquêtes.

3.1.2 International Fertilizer industry Association (IFA).

La majorité des publications concernent la fertilisation.

Une liste détaillée, en annexe 1 présente les publications relatives à la sécurité ou aux accidents mettant en cause des produits à base de nitrate d'ammonium.

Depuis 1976, plusieurs publications relatives au nitrate d'ammonium ou engrais concernent la sécurité et les accidents.

Ici encore, il est possible de constater une nette accélération des publications relatives à la sécurité des engrais depuis 2001 :

- 7 publications de 1986 à 2000, sur plus 15 ans, soit environ une publication tous les deux ans,
- 18 publications depuis 2001, sur 10 ans, soit plus de 2 publications par an.

Le retour d'expérience, après accident majeur, a donc influencé la formalisation des connaissances relatives à la sécurité.

Une publication concerne les bonnes pratiques en tant qu'outil d'amélioration de la sécurité.

Il n'existe pas de publications sur l'organisation du retour d'expérience dans l'industrie des engrais.

Il y a une publication de Grande Paroisse sur la catastrophe d'AZF, une publication sur des accidents concernant l'ammoniac, ainsi que sur les accidents du travail (ces deux dernières publications n'ont pas été comptabilisées car elles ne concernant pas spécifiquement les engrais solides à base de nitrate d'ammonium).

3.1.3 TFI (The Fertiliser Institute, Etats-Unis)

L'objectif principal du TFI est de promouvoir les points de vue et intérêts de ses membres pour peser sur les réglementations. Que ce soit devant le congrès américain, les agences fédérales, les gouvernements étrangers ou les médias, le TFI s'assure que la voix de l'industrie soit entendue.

Les enjeux clés de l'industrie sont : l'énergie, la sûreté, le transport, le commerce, le rôle de fertilisant.

Par contre, il est remarquable que la sécurité industrielle ne soit pas l'objet d'un enjeu particulier pour le TFI. Aucune publication relative à la sécurité n'a été trouvée sur le site internet.

3.1.4 European Fertilizer Manufacturers' Association (EFMA, Europe)

L'EFMA produit de nombreux guides relatifs aux problématiques de fertilisation et d'environnement. Pour ce qui est de la sécurité, plusieurs guides de bonnes pratiques ont été publiés. Le tableau en annexe 1 liste ces publications.

Il est possible de constater une nette accélération des publications de guides de bonnes pratiques de sécurité par l'EFMA depuis 2001 :

- 2 guides sur 10 ans (1992-2001), soit environ une publication tous les 5 ans,
- 11 guides depuis 2001, sur près de 10 ans, soit une publication par an.

Le retour d'expérience, après accident majeur, a donc influencé la formalisation de bonnes pratiques. En tant que tel, le retour d'expérience n'a jusqu'ici pas constitué un sujet à part entière en vue du développement d'un guide de bonnes pratiques spécifique pour sa mise en œuvre. Le retour d'expérience en tant que bonne pratique de l'industrie est seulement mentionné en tant qu'outil de gestion de la sécurité dans le guide de 2007.

Pour notre analyse, nous nous appuyerons essentiellement sur les guides de 1992 (stockage des engrais), 2003 et 2004 (sur les engrais non-conformes) et 2007 (sur le stockage, transport et manipulation des engrais solides).

Il est à noter que l'EFMA, qui est l'association des fabricants européens, a produit un guide relatif à la sécurité et la sûreté des stockages d'engrais en 2009 qui est destiné aux utilisateurs finaux que sont les fermiers.

3.1.5 Union des Industries de la Fertilisation (UNIFA, FRANCE)

Dans le domaine de la sécurité, cette organisation professionnelle nationale dispose d'un groupe d'échange et de travail permanent : Sécurité et environnement industriel (ICPE), transport et Hygiène.

Un autre groupe de travail permanent est relatif à la législation et réglementation des produits. Elle contribue ainsi au GTN engrais.

L'UNIFA édite de nombreux guide sur le plan de la fertilisation.

Dans le domaine de la sécurité, les principaux guides sont listés en Annexe 1.

3.1.6 Conclusion

Les publications par ces différentes organisations professionnelles se sont multipliées en réaction à la catastrophe de Toulouse, soulignant un besoin de formaliser les bonnes pratiques.

3.2 LES GROUPES D'EXPERTS, AUTRES QUE LES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES

3.2.1 Le groupe de travail IGUS de l'ONU

Le groupe d'experts internationaux sur les risques d'explosion des substances instables (IGUS) a été constitué en tant que groupe expert de l'OCDE en 1962 afin de fournir une assistance technique avec le développement des épreuves des propriétés physico-chimiques. Après l'adoption de ce manuel en 1981, le groupe est resté actif en tant que plate-forme d'échanges scientifiques sur les propriétés dangereuses liées à l'explosion, l'inflammabilité, la propriété comburante de certaines substances et mélanges.

Les membres du groupe d'expert ont pour origine des organismes publics ou privés de recherche et d'essais sur ces sujets. Depuis 1988, l'IGUS assiste le Sous-Comité d'experts de Transport des Marchandises dangereuses (CETDG) sur les travaux de développement de méthodes et de critères de dangers pour les solides et liquides.

Le groupe d'expert et ses différents sous-groupes de travail échangent sur les évolutions réglementaires pour les entrées relatives aux engrais à base de nitrate d'ammonium et les conclusions de ces échanges peuvent conduire à des propositions d'évolutions réglementaires portées par un représentant d'une nation au sous-comité (ou portées solidairement par plusieurs autorités compétentes). Aujourd'hui, le groupe IGUS comprend des experts en provenance de 18 nations (cf. site web <http://www.igus-experts.org>).

3.2.2 Groupe de travail au niveau européen

Actuellement, au sein de l'industrie, il existe de nombreux échanges sur des cas d'accidents, des enseignements sont partagés, et à la suite d'accidents majeurs le retour d'expérience est utilisé pour améliorer les pratiques. Ces échanges peuvent avoir lieu à la suite d'accidents majeurs et/ou dans le cadre des discussions sur les évolutions réglementaires.

Au niveau européen, un groupe de travail rassemblant les états membres, les experts et l'industrie s'est spécifiquement réuni au JRC à Ispra en Italie en janvier 2002 pour discuter du NA et des suites à donner à la catastrophe de Toulouse au niveau, notamment, de la réglementation européenne [H].

En annexe 1, sont recensés les thèmes abordés lors de cette réunion.

3.2.3 Le Groupe de Travail National sur les engrais (GTN)

3.2.3.1 Historique et principales caractéristiques

En France, le Ministère de l'Écologie a renforcé les missions et/ou créé des **groupes de travail par secteur d'activités industrielles** en 2002 (après la catastrophe de Toulouse) .

De manière générale, les **groupes de travail nationaux sectoriels** regroupent des représentants de l'administration (Ministère de l'Écologie, inspecteurs des installations classées), des syndicats professionnels, des exploitants d'installations classées, des organismes experts, des assureurs....

De nombreux documents ont été produits par les différents groupes, sous plusieurs formes (notes, présentations, rapports, guides professionnels, outils de calcul, supports de formation...).

Le Groupe de Travail National sur les engrais, créé avant la catastrophe de Toulouse, est constitué de représentants des organisations professionnelles, de membres de l'Inspection des Installations Classées et d'experts dont l'INERIS. Il se réunit sous l'égide du Ministère de l'Écologie.

Ces échanges ont été intensifiés après Toulouse et deux principaux guides ont été produits par la profession qui tiennent compte en partie des échanges au sein du GTN.

3.2.3.2 Les guides professionnels élaborés en parallèle du GTN

En septembre 2008, un référentiel professionnel (Installations classées soumises à autorisation pour le stockage d'engrais relevant de la rubrique 1331) a été réalisé par différentes organisations professionnelles fabriquant, stockant ou mélangeant des engrais.

Dans ce document, plusieurs points de divergence sont restés en suspens ; aussi ce guide n'a pas été reconnu (validé) par l'ensemble des membres du GT.

En novembre 2010, l'UNIFA a produit un guide relatif aux engrais et amendements minéraux solides (les bonnes pratiques de stockage, manutention, transport, épandage en version 2).

3.3 LA FORMALISATION DES CONNAISSANCES

3.3.1 L'ouvrage de Louis Médard en 1979 sur les explosifs occasionnels

En France, les connaissances sur les propriétés explosives de certains produits ont été formalisées dans un ouvrage de référence intitulé « **Les explosifs occasionnels** » de Louis Médard³ en 1979.

Cet ouvrage reste aujourd'hui encore la référence. Il a été réactualisé en 1987. Sa renommée a d'ailleurs dépassé les frontières françaises, puisqu'il est référencé par les spécialistes européens des explosifs.

Lors de la constitution de son ouvrage, des échanges ont eu lieu avec les experts du CERCHAR.

3.3.2 Travaux sur le NA au CERCHAR et à l'INERIS

L'INERIS en tant qu'institut d'expertise, de recherche et de certifications des matières dangereuses et explosifs civils, a été amené à étudier les NA depuis le CERCHAR notamment pour les explosifs de mines.

Des échanges ont eu lieu avec Médard pour l'écriture de son ouvrage [3].

Certaines de ces études, avec des campagnes d'essais, ont eu lieu à la suite d'accidents majeurs, notamment ceux de Nantes en 1987 et de Toulouse en 2001.

De nombreux enseignements ont été formalisés dans ces études.

3.4 LA GESTION DU RETOUR D'EXPERIENCE PAR LES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES

La gestion du retour d'expérience sur accidents, incidents, presque accidents n'est pas encore aujourd'hui, semble-t-il, totalement structurée et systématique avec une organisation professionnelle la centralisant. La démarche reste essentiellement réactive.

La gestion du retour d'expérience dans l'industrie des engrais illustre un échec récurrent sur la gestion du retour d'expérience par les industries à hauts-risques : celui de la transversalité [33], la transversalité étant dans ce cadre l'échange et l'appropriation du retour d'expérience entre organisations.

³ Louis Médard est Ingénieur général des Poudres. Il a été affecté pendant 32 ans de carrière dans le Service des Poudres à des organismes de recherche, en particulier au Laboratoire des explosifs de Sevran dont il devint le directeur en 1944. De 1958 à 1976, il fut chargé des questions de sécurité dans une importante société de l'industrie chimique française, dont certaines fabrications présentent des risques d'explosion. Il a présidé la Commission des Substances Explosives rattachée au Ministère de l'Industrie, et siégé comme expert français pour les explosifs dans les comités internationaux de Genève et à Bruxelles.

En effet, l'EFMA dans son guide d'Avril 2007 [26], souligne l'importance d'un processus de retour d'expérience systématique et indique « *qu'apprendre des accidents de chacun joue un rôle important dans les efforts pour la sécurité. En reconnaissant ce fait, l'EFMA a établi un schéma de retour d'expérience pour ses membres pour les encourager à notifier leurs accidents à l'EFMA. Les informations de l'accident sont disséminées aux autres membres et les données compilées des accidents notifiés sont analysées par l'EFMA dans le but d'identifier les pratiques plus sûres.* »

Comme le remarquait un représentant de l'industrie en 1996, K.D. Shah [13] d'ICI; dans un article sur la sécurité des engrais à base de NA et dans lequel il a analysé le retour d'expérience de 1960 à 1995 sur une cinquantaine d'évènements (que nous étudierons plus en détail au chapitre suivant) :

- « *Les données des accidents et leur revue remplissent un vide important dans la littérature sur le NA* »,
- « *Une grande proportion d'accidents se sont produits sur les sites sans conséquences externes, ou dommages substantiels à l'usine ou de blessures. Par conséquent, de nombreux incidents ne sont pas connus des journaux ni des journaux techniques. Cependant, nombreux furent reportés à des associations comme l'ISMA, l'APEA (devenue EFMA), l'EFMA et l'IFA, et ce de manière volontaire. Ces bases de données couvrent essentiellement l'activité en Europe de l'Ouest et ont fourni des informations significatives. De l'information a été tirée de la base de données d'ICI, de rapports produits par d'autres entités, de la presse en général et de la littérature technique* ».
- et l'une de ses conclusions est que « *Apprendre des accidents est important pour améliorer la sécurité, et la notification des accidents et le partage des informations pertinentes devraient être encouragés* ».

Par ailleurs, après l'accident de Toulouse, l'industrie (l'EFMA [7]) a présenté en 2002 une revue de l'accidentologie sur les 100 dernières années (cf chapitre suivant). Puis en 2008, l'IFS a publié un document qui complétait le travail réalisé en 2006 sur les expertises et accidents durant le transport des engrais solides à base de nitrate d'ammonium : les accidents et enquêtes pendant la production, le stockage et la distribution de ces produits.

Enfin par ailleurs, l'ouvrage de Médard en 1979 recense de nombreux accidents caractéristiques (cf chapitre suivant).

Aujourd'hui l'une des rares bases de données publiques est la base ARIA du BARPI qui fournit une liste relativement exhaustive (à comparer aux synthèses publiées dans le domaine public par l'industrie) des évènements impliquant du NA ou des engrais en France et qui est complétée par des accidents de l'étranger. A l'occasion de la catastrophe de Toulouse, le BARPI a analysé près d'une centaine d'évènements pour en faire une synthèse disponible sur le site internet⁴.

Depuis 2001 avec la catastrophe de Toulouse, le nombre d'évènements notifiés s'accroît rapidement. Il en est de même dans le domaine des petites installations, notamment agricole, depuis l'accident de Saint-Romain en Jarez en 2003. .

⁴ <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/Les-accidents-et-incidents-dans-l-industrie-des-engrais--751.html>

4. ACCIDENTOLOGIE ET FORMALISATION DU RETOUR D'EXPERIENCE DANS LES REGLES DE SECURITE DE L'INDUSTRIE DES ENGRAIS : AVANT 2001 :

4.1 LA PERIODE 1900-1950 : UN DEMI-SIECLE DE CATASTROPHES

La période 1900-1950 est marquée par des catastrophes dans des configurations différentes mais néanmoins liées (sur le plan historique et actions correctives générant de nouveaux risques) :

- 3 explosions par amorçage : en 1921 à Kriewald⁵, et Oppau⁶ et en 1942 à Tessenderloo⁷,
- 2 explosions de NA enrobés par des matières combustibles : en 1947 à Texas City et Brest.

4.1.1 Les explosions par amorçage

Des éléments sont discutés sous l'angle du retour d'expérience et de la formalisation des connaissances au chapitre ci-après.

⁵ Kriewald : « Le 26 Juillet 1921, arrivèrent deux wagons de nitrate en vrac qui s'était pris en une masse tellement dure que le déchargement à la pelle était pratiquement impossible ; pour désagréger la masse durcie, on imagina d'y forer un trou à la barre à mine et d'y tirer de l'explosif. il y eut explosion des deux wagons,... » [3].

⁶ Oppau[3, 6] : « à Oppau, était fabriqué un mélange 50-50 de chlorure de potassium et de NA. A partir de 1919, ce mélange fut progressivement remplacé par un mélange 50-50 de Sulfate d'Ammonium et de NA appelé mischsaltz.

Ce mélange avait l'inconvénient, lui aussi de prendre en masse au cours du stockage. Il était devenu courant de désagréger le produit enroché par des tirs à l'explosif dans des trous forés à la barre à mine dans la masse durcie. Jusqu'au jour de l'accident, BASF avait procédé à plus de 20 000 tirs dans le Mischsaltz sans que rien de suspect n'eut été observé. Le magasin, dit silo 100, où a eu lieu l'explosion, était un bâtiment de 60 m sur 30 m, à demi-enterré à 4 m au dessous du terrain environnant. Il renfermait le matin du jour de l'explosion 4 500 tonnes de Mischsaltz. (...). Des tirs avaient été exécutés la veille, dans la journée du 20 septembre 1921 et le lendemain matin, dès 7h, le préposé aux tirs avait préparé des trous de mine, dont certains avaient été forés dans une région de la masse que les tirs de la veille avaient ébranlée. L'explosion du silo eut lieu à 7h32.(...)

Les expériences demandées par les experts montrèrent que l'explosion du nouveau produit était plus facile à provoquer qu'avec l'ancienne fabrication. »

⁷ Catastrophe de Tessenderloo en Belgique « Le 29 Avril 1942, les 150 tonnes de NA contenues dans un silo ont explosé, faisant plusieurs centaines de morts et des dégâts importants. L'explosion fut causée par un tir à l'explosif pratiqué dans la masse de nitrate enroché ; dans cette usine, en effet, il était pratique courante de désagréger à l'explosif du chlorure de potassium brut contenu dans un silo voisin, et le jour de l'accident, quelqu'un crut qu'on pouvait faire de même avec le NA ».

De l'analyse de cette première série d'accidents majeurs, quelques remarques peuvent déjà être réalisées sur le processus de retour d'expérience en lien avec la connaissance des risques :

- l'impact des accidents dans le développement de la connaissance des produits et de leurs propriétés,
- les prises de risques inhérentes aux développements de technologies, de produits, de procédés, de méthodes, de pratiques (par essais-erreurs),
- les biais de confirmation de retour d'expérience positif,
- les échecs du retour d'expérience transversal.

4.1.1.1 L'impact des accidents dans le développement de la connaissance des propriétés du NA

Comme l'indique Médard [3] repris par Andurand [6] :

« Ce sont des accidents, dont certains eurent l'ampleur de catastrophes qui attirèrent l'attention sur les dangers du nitrate d'ammonium et des mélanges à base de nitrate. (...) L'étude des accidents permet de mettre en évidence les circonstances dangereuses qu'il faut éviter. Dans presque tous les cas, il s'agissait de nitrate d'ammonium plus ou moins impur ».

Ces accidents seront l'occasion de conduire des expériences après Kriewald et Oppau [3], et seront l'occasion de produire de nouvelles connaissances pour expliquer l'accident et le comportement des produits dans certaines circonstances.

Après l'accident de Kriewald en 1921, il fut démontré *« qu'une cartouche de 100 g d'un explosif nitraté était capable de provoquer l'explosion, au moins partielle, du nitrate d'ammonium. Le nitrate mis en cause dans l'accident était un produit légèrement humide (0,3% d'eau environ), assez pur (99,5% de nitrate d'ammonium), les impuretés étant essentiellement inorganiques (chlorure d'ammonium, sulfates...). »*

Après l'accident d'Oppau, il fut déterminé des zones de mélanges NA/AS dans lesquelles le mélange est très sensible à la détonation. Mais les conditions exactes de l'accident ne furent jamais reproduites.

Pour résoudre le problème de l'enrochement ou mottage des tas de produits, origine de la décomposition des tirs d'explosifs, il fut proposé d'enrober les granulés par une matière qui éviterait la recristallisation en surface : la première matière testée fut la cire/matière organique : Andurand [6] rapporte que *« vers 1920, les américains **avaient pensé résoudre ce problème** en incorporant des matières molles susceptibles d'enrober les grains de nitrate d'ammonium afin de les mettre à l'abri de la vapeur d'eau de l'air. »*

4.1.1.2 Les prises de risques inhérentes aux développements de technologies, de produits, de procédés, de méthodes, de pratiques (par essais-erreurs)

Les développements de technologies et de produits sont motivés par les bénéfices attendus. Les coûts de leurs développements sont traditionnellement mis dans la balance. Les bénéfices et coûts peuvent être de natures différentes (ex : dans le cas du NA en tant qu'engrais avec des risques divers...). Aussi ces développements sont accompagnés de prises de risques (risque financier, risque technologique...).

De plus, les phases créatives pour surmonter des problèmes pratiques de conception ou d'exploitation (avec des phases exploratoires, des essais-erreurs et visant à l'instauration de nouveaux procédés, de nouveaux produits, de nouvelles méthodes et pratiques) peuvent s'accompagner de prises de risques techniques inconscientes.

Parfois aussi, les ressources sont insuffisantes pour réaliser « tous » les essais possibles et imaginables, « toutes » les vérifications nécessaires ou souhaitables, toutes les analyses de risques technologiques. Les accidents illustrent ces prises de risques plus ou moins inconscientes et plus ou moins assumées : l'accident d'Oppau permet de faire le triste constat que le changement de matières premières a été réalisé sans analyse de la modification du produit final. C'est donc après l'accident que des recherches sur ces mélanges permettent de conclure sur la forte sensibilité à la détonation de certains mélanges de tels engrais (selon les proportions de leurs constituants).

4.1.1.3 Les biais de confirmation de retour d'expérience positif

Les biais de confirmation de retour d'expérience positif sur fonctionnement sont un risque constant. En effet, les nombreux succès dans la mise en place d'opérations de tirs à l'explosif visant à désagréger les tas de NA ou de NA-SA pris en masse contribueront à la normalisation de cette pratique sans réelle connaissance des risques pris.

4.1.1.4 Les échecs du retour d'expérience transversal

Les 3 explosions de NA ou de NA-SA amorcées à l'explosif, soulignent les échecs du retour d'expérience transversal.

En effet, les accidents de Kriewald et d'Oppau, bien que sur 2 produits différents (NA et mélange NA-SA) se sont produits à 2 mois d'intervalle en Allemagne. L'accident de Kriewald, suite à un amorçage à l'explosif, n'aurait-il pas pu être l'occasion de s'interroger sur ces pratiques et de remettre en cause les représentations en réalisant des expérimentations ?

L'explosion par amorçage à l'explosif de Tessengerloo en Belgique plus de 20 ans après, impliquant du NA comme à Kriewald, semble illustrer la première remarque ainsi que les difficultés des échanges sur le retour d'expérience entre pays à cette époque ou au sein de l'industrie mais interpelle car il semble difficile d'ignorer la catastrophe d'Oppau au regard de son ampleur....

De même, au chapitre suivant, avec les explosions consécutives en 1947 de Texas City et Brest, la même remarque que pour Tessengerloo, Kriewald et Oppau peut s'appliquer.

4.1.2 Les explosions de NA enrobés par des matières combustibles en 1947

En 1947, 2 explosions de cargaisons de NA granulés enrobés par des films de paraffine sur des bateaux surviennent à 3 mois d'intervalle dans les ports de Texas City (15 mai 1947) et Brest (28 Juillet 1947).

Les circonstances de ces 2 explosions vont marquer les représentations qu'ont les acteurs du risque d'explosion au regard des conditions nécessaires à l'explosion de NA. Ainsi, quand le NA est confiné et contaminé, il a explosé et quand il n'était pas confiné (et a priori pas contaminé), il n'a pas explosé.

Aussi, afin de résoudre l'enrochement pour éviter les tirs à l'explosif, un nouveau risque est apparu par ce mélange très réactif : la réaction potentiellement violente entre un comburant et un combustible.

4.1.3 Enseignements tirés par l'industrie (période 1900-1950) [7]

Quelques-uns des enseignements majeurs tirés du retour d'expérience accumulé sur cette période 1900-1950 ont été présentés par un représentant de l'EFMA au JRC à Ispra en Italie début 2002 :

« Le manque de traitement efficace de la problématique du mottage a conduit :

- *à des pratiques d'utilisation d'explosifs pour désagréger les mottes (cf Oppau, Tessengerloo)*
- *à l'utilisation d'enrobage à haut degré organique pour prévenir le mottage, ce qui contribua aux accidents de Texas City et Brest ».*

En conclusion, après les grandes catastrophes de 1900/1950, trois grands principes de sécurité furent mis en œuvre. Le respect de ces trois principes devait permettre de stocker de grande quantité de produits dits « non dangereux », qui sont les engrais à base de nitrate d'ammonium.

Par conséquent, les 3 principes suivants furent implémentés :

- *« Les pratiques dangereuses d'utilisation d'explosifs pour désagréger les engrais enrochés furent universellement interdites,*
- *L'application d'un haut niveau d'enrobage ou avec des matériaux organiques a été stoppée : une limite a été fixée à 0,2%,*
- *Des technologies avec un traitement efficace et sûr de la problématique de mottage furent développées. »*

4.2 LA PERIODE 1950-2000 : DES AVANCEES MAJEURES POUR LA SECURITE INDUSTRIELLE

4.2.1 Les accidents marquants sur la période 1950-2000

L'EFMA recense [7] les accidents marquants suivants impliquant des engrais à base de NA, les engrais NPK et les NA de qualité industrielle et les solutions chaudes de NA (ou NASC).

Durant cette seconde période, les accidents indiquent l'apparition de nouveaux phénomènes aux effets moins graves que ceux d'une détonation : dispersion de fumées toxiques à la suite d'une décomposition d'un engrais à base de NA et à forte teneur en NA et/ou d'une décomposition auto-entretenu des NPK.

4.2.2 Enseignements du point de vue des industriels (1950-2000)

De l'analyse des accidents significatifs de la période 1950-2000 présentée précédemment, l'EFMA [7] présente, début 2002, les observations suivantes :

- « Une baisse importante des accidents majeurs et du nombre de morts depuis 1950, à comparer à la période avant 1950, malgré des accroissements substantiels des quantités de NA produites et transportées.
- Ainsi, pour les accidents mortels en Europe et aux USA, il est recensé [7] :
 - plus de 1200 morts sur la période 1900-1950,
 - moins de 20 morts sur la période 1950-2000.
- Sur la période 1950-2000, en Europe de l'Ouest, il y a eu quelques incendies significatifs mais pas d'explosion majeure d'un stockage, ni dans le transport, et il n'y eut pas de décès.
- Sur la période 1950-2000, pour l'Amérique et l'Europe, il y a eu 6 incendies, 4 incendies conduisant à des explosions avec des engrais à base de NA en stockage ou transport, mais ils n'entraînèrent pas de décès.
- Sur la même période, un petit nombre d'accidents sévères avec des NA de faible densité (industriel, ANFO) causèrent des décès.
- Les engrais NPK pouvant donner lieu à des DAE furent impliqués dans un certain nombre d'accidents avec incendie et décomposition avec génération de fumées toxiques nécessitant des évacuations. Il n'y eut pas de perte en vie humaine. »

De l'analyse des accidents significatifs de la période, l'EFMA [7] présente les conclusions suivantes :

- les pratiques à risque (emploi d'explosif pour désagréger les mottes, l'emploi d'enrobé organique) qui ont causé les accidents majeurs avant les années 50 ont été abandonnées et interdites,
- il est important de noter que les produits impliqués (le mélange NA-SA d'Oppau et le NA) ne furent pas interdits. Ils continuent d'être commercialisés en sécurité avec les contrôles appropriés,

- *Les fertilisants à base de NA à haute pureté et haute densité mis sur le marché après 1950 ont d'excellentes performances de sécurité et aucune perte de vies humaines.*
- *Les ANFO à faible densité impliqués dans un nombre important d'accidents avec incendies puis explosion ont provoqué plusieurs décès.*

L'EFMA confirme par ailleurs cette vision en 2007 [8] « *Ce produit a une haute résistance à la détonation et ses performances de sécurité sont très bonnes. Il n'y a pas eu d'explosion majeure avec l'AN fertilisant en stockage sur plus de 50 ans (l'explosion survenu au magasin de l'usine Cherokee Nitrogen aux USA en 1974, n'a impliqué que quelques tonnes de NA et il n'y a pas eu de décès.* »

4.2.3 D'autres accidents sur la période 1950-2000

Dans les chapitres précédents, à partir des synthèses publiées récemment à l'initiative de l'industrie (EFMA, 2002) et de l'ouvrage de Médard [3], de nombreux cas d'accidents ont été présentés de manière synthétique ou un peu plus détaillée en raison de leurs particularités et enseignements possibles sur la compréhension des risques d'explosion, de décomposition ou de décomposition auto-entretenu.

Ces accidents ont contribué à éclaircir la complexité des phénomènes et des circonstances accidentelles.

D'autres accidents sont recensés par l'industrie, notamment par Shah (1996) qui a analysé et publié une analyse d'une cinquantaine d'accidents en transport sur la période 1963-1995. Ces accidents procurent d'autres enseignements et confirment des éléments précédemment cités.

De même, la base ARIA du BARPI recense et met à disposition dans le domaine public en ligne de nombreux accidents ou situations de presque accidents sur la période et jusqu'à aujourd'hui. A ce titre, la base ARIA permet plus de se faire une idée de la fréquence des situations de danger que l'analyse des publications portant sur la synthèse d'accidents de référence.

4.3 LES ILLUSIONS DU RETOUR D'EXPERIENCE

La représentation du risque évoquée par l'industrie s'est trouvée confirmée par le retour d'expérience sur 50 ans environ : il n'y a pas eu d'accident majeur ou de catastrophe sur cette période. Ceci bouscule les croyances et permet de changer les représentations qu'ont les acteurs du risque (en particulier celui de détonation).

Bien qu'il n'y ait pas eu de catastrophe (avec de nombreuses victimes), il y a eu de nombreux accidents significatifs (cf EFMA, et Médard). Ces accidents significatifs indiquent qu'il y a un certain niveau de risque : il y a de fréquents accidents ayant un potentiel d'accident majeur ou de catastrophe, mais ce sont des parfois des catastrophes évitées de justesse ou des incidents qui dans d'autres circonstances auraient pu devenir des catastrophes,

En effet, il n'y a pas eu sur la période 1950-2000 des incendies sans explosion et des explosions impliquant du NA sans conséquences. Le retour d'expérience, avec le biais de confirmation, peut enfermer les représentations sur les circonstances des explosions aux situations très particulières des accidents, avec des conditions principales que sont la contamination par des combustibles et le confinement.

Enfin les évènements contraires à la représentation ne sont pas pris en compte dans la représentation du risque, seuls les évènements qui confirment sont retenus : en 2007, l'EFMA indiquera [8] « *Il n'y a pas eu d'explosion majeure avec l'AN fertilisant en stockage sur plus de 50 ans (l'explosion survenu au magasin de l'usine Cherokee Nitrogen aux USA en 1974, n'a impliqué que quelques tonnes de NA et il n'y pas eu de décès* » alors que l'explosion s'est produite sans confinement mais avec une pollution par les hydrocarbures. Le confinement étant vu comme une condition nécessaire et obligatoire à la détonation notamment sur la base *du retour d'expérience* (explosions de 1947 dans les cales de bateaux et explosions dans les procédés à la suite de travaux par points chauds). Pourtant plusieurs formulations sont utilisées (cf tableaux de définition repris au chapitre 6 de Marlair et Kordek [21]), et rappellent les incertitudes qui subsistent chez les scientifiques sur les mécanismes de l'explosion du NA et des engrais,

Cependant, plutôt que d'introduire une dimension probabiliste au scénario de détonation consécutivement à un incendie, tout se passe comme si, en s'appuyant sur la résistance intrinsèque du NA pur (ou engrais) à la détonation et en prévenant la présence de combustible et de confinement, on pouvait écarter le scénario de détonation en fonctionnement « normal » ; cette approche se heurte au risque intrinsèque des produits à base de NA, où le doute sera toujours présent et à la réalité des circonstances des accidents, avec la présence accidentelle de combustibles, d'un confinement...

Il pourrait être fait l'hypothèse que la résistance à l'amorçage ait pu aussi avoir eu un effet masquant sur l'influence du confinement

D'autre part la réglementation, par ses critères qui répondent à des besoins opérationnels, a eu pour effet dans une certaine mesure de masquer les incertitudes sur les comportements des produits dans certaines circonstances, les explosifs occasionnels : en effet les engrais qui sont conformes à la norme, n'ont pas détonné lors de l'essai ; cela n'implique pas qu'ils ne peuvent pas détonner dans d'autres circonstances. Cette difficulté à fournir des critères pour réglementer les produits explosifs a été rappelée par Médard [3] et sera abordée dans les chapitres suivants.

4.3.1 Les enseignements du retour d'expérience en terme de risques et de scénarios

A ce stade, les principaux risques et scénarios tirés du retour d'expérience de la période 1950-2000 sont :

- les incendies sans explosion d'engrais simples à base de NA : ils sont fréquents ; une décomposition du NA est observée, avec l'émission de fumées toxiques,
- les incendies avec explosion d'engrais simples à base de NA : ils sont rares ; il est important de noter que, dans ces cas, l'explosion fait suite, soit à un confinement soit à une contamination du nitrate d'ammonium (la coïncidence « qualitative » des deux conditions –contamination + confinement) est souvent assumée comme nécessaire pour entraîner un risque de détonation...),
- les décompositions auto-entretenués (DAE) d'engrais NPK.

Les explosions sans incendie, par amorçage n'ont plus été observées sur la période. Il est possible de faire mention de l'accident de Amboy, aux USA, en 1966 où du nitrate d'ammonium en sacs dans un bâtiment (4 500 kg) était stocké à proximité de 900 kg de TNT. Une explosion a eu lieu vraisemblablement suite à un mélange entre le nitrate et le TNT.

Par ailleurs, il est signalé [20] un seul cas connu d'une explosion mettant en cause un engrais NPK 12.12.12 qui est survenue à la fabrication (risque procédé) : en 1966, aux USA, suite à un défaut dans le granulateur et du fait que l'engrais produit était trop acide, la réaction se propage au stockage où une explosion se produit. D'une manière générale, pas plus que lors de l'examen du retour d'expérience sur les périodes précédentes, on observera que peu d'informations sont rendues disponibles par l'industrie sur les risques liés aux procédés de fabrication des engrais à base de NA.

4.4 LES BONNES PRATIQUES POUR L'EVALUATION DES CONSEQUENCES DES ACCIDENTS

Dans ce domaine, les informations sont plus rares (que ce soit avant et après 2001).

Des connaissances et enseignements sont tirés des essais (décomposition, détonation), d'essais de qualification du comportement des produits après des accidents (Nantes en 1987) et aussi de certains accidents (Oppau pour la détonation).

Avant 2001, les sources d'informations suivantes ont été recensées :

- Ouvrage de Médard [3] en 1979 avec des informations sur les dangers de la déflagration des engrais N-P-K : selon Médard, le risque principal est celui des gaz de combustion émis ; des éléments essentiellement qualitatifs sur la composition des gaz de combustion et les risques associés sont mentionnés.
- Le guide de 1992 de l'EFMA pour le stockage en sécurité des engrais à base de NA précise quelques éléments pour la décomposition thermique des engrais : il s'agit de la composition volumétrique des gaz ; cependant aucune précision quantitative n'est donnée sur les quantités de gaz émises par kg d'engrais impliqué dans la réaction de décomposition ; pour les scénarios de détonation, aucune suggestion n'est proposée (pas plus que dans les guides EFMA de 2003 et 2004).
- Le guide de l'UNIFA (éléments pour la réalisation d'une étude des dangers d'un stockage d'engrais à base de nitrates, mesures de prévention et d'intervention, version de Mars 2000) [11] indique des éléments pour l'évaluation des conséquences ; c'est donc un guide dédié à ce type d'enjeu : l'UNIFA rappelle les difficultés à prédire et modéliser les comportements des engrais NPK et la nécessité de passer par des essais ; l'UNIFA donne des éléments quantitatifs sur le terme source pour les calculs de dispersion des gaz toxiques, des exemples d'hypothèses et de calculs de distance d'effets ; le scénario de détonation est exclu pour des raisons probabilistes en s'appuyant sur une prévention des risques reposant sur l'approche produit et sur la mise en œuvre effective de mesures de sécurité.

- Par ailleurs, l'accident de Nantes en 1987 initie des campagnes d'essais au CERCHAR et par le syndicat professionnel des industries des engrais azoté (SPIEA) : ces essais ont eu pour objectif de caractériser la DAE d'engrais NPK et d'identifier la nature et la quantité des principaux produits toxiques émis, nécessaires à l'évaluation des conséquences ; ces essais, comme le signale la circulaire du 25 Mai 1994 du DPPR/SEI relative au stockage des engrais, ont servi de base aux définitions des seuils dans la nomenclature des IC ; quelques éléments quantitatifs sont précisés pour l'évaluation des conséquences.

4.5 ANALYSE A POSTERIORI (APRES 2001) DE LA FORMALISATION DES PRINCIPES DE GESTION DE LA SECURITE PREVALANT AVANT 2001

Comme discuté dans les chapitres précédents, l'industrie du NA a été marquée par de grandes catastrophes entre 1920 et 1947. De fait, l'industrie a réagi et a développé des procédés pour produire de nouvelles formes de NA qui ont eu pour objectif de prévenir les risques soulevés par le retour d'expérience catastrophique. Il est considéré que les prills d'AN fertilisant développés ont une haute résistance à la détonation. Les pratiques à risques identifiées (pratiques anti-mottage...) ont été éliminées. Les procédures d'exploitation ont été formalisées.

Il n'y a plus eu de catastrophe pendant cette période. Par conséquent, la représentation que pouvaient développer de nombreux acteurs, en particulier dans les guides professionnels, était que les problèmes du NA étaient solutionnés de manière exhaustive par la prise en compte du retour d'expérience et des résultats des recherches menées jusqu'à cette période dans la conception et l'exploitation de la filière.

De nombreux principes de sécurité ont été formalisés par Médard [3] dès 1979 et ont constitué l'une des connaissances d'arrière plan dans la constitution des guides professionnels :

- principes de sécurité pour le stockage, la manutention et le transport des ammonitrates par Médard en 1979,
- principes de sécurité sur les NPK selon Médard [3] en 1979.

Puis des guides professionnels ont été formalisés dans les années 90 par l'UNIFA et l'EFMA.

Nous en avons fait l'analyse, a posteriori avec les connaissances d'aujourd'hui, en essayant de rester factuel et précis afin d'éviter ce biais rétrospectif.

Une synthèse de cette analyse est présentée ci-après.

4.5.1 Synthèse de l'analyse des guides professionnels français (années 90 et 2000)

En France, deux guides sont recensés :

- le guide de l'exploitant relatif aux bonnes pratiques du stockage des engrais solides à base de nitrates [10],
- le guide de l'UNIFA (éléments pour la réalisation d'une étude des dangers d'un stockage d'engrais à base de nitrates, mesures de prévention et d'intervention, version de Mars 2000) [11].

Ces deux guides indiquent cette confiance dans la gestion des risques d'accident majeur par la maîtrise des risques considérée désormais acquise. Ainsi, à titre illustratif, dès l'avant propos de [10] et [11], il est fait référence à la stabilité du produit et à l'influence des accidents et du retour d'expérience dans la maîtrise des risques désormais satisfaisante : « *Dans leur très grande majorité, **les engrais minéraux sont des produits stables, qui ne présentent aucun danger, ni pour l'homme, ni pour l'environnement, dès qu'ils sont manipulés, stockés, transportés et stockés dans des conditions normales. En France, des millions de tonnes d'engrais sont ainsi mises en œuvre chaque année lors des campagnes de fertilisation. Cependant certains sinistres importants, survenus principalement dans des installations de stockage, ont montré que dans des circonstances particulières, le plus souvent accidentelles ou liées à un dysfonctionnement, des engrais pouvaient être à l'origine d'un danger pour le public et/ou l'environnement au voisinage de ces installations. Grâce au retour d'expérience et aux recherches qui en ont résulté, ces risques sont maintenant bien caractérisés. Il a donc été possible d'élaborer un ensemble de mesures destinées à les prévenir de façon satisfaisante ou à renforcer l'efficacité des secours en cas de besoin. Parallèlement des réglementations ont été prises afin d'encadrer les activités correspondantes.*** »

Pourtant, tout au long des deux guides, une forme de contradiction explicite est présentée à trois niveaux :

- Sur le plan des circonstances particulières des accidents et d'un fonctionnement normal : aux accidents qui ont eu lieu dans des circonstances particulières, accidentelles, où un dysfonctionnement a été observé, est opposé une prévention des risques satisfaisante en fonctionnement normal, comme si des défaillances (par ignorance ou déviance) dans la gestion des risques ne pouvaient être observées de nouveau.
- Sur le plan de la suffisance de l'approche produit et de la sécurité intrinsèque et le besoin de mesures additionnelles de gestion globale des risques (prévention et intervention) : d'un côté, il est revendiqué des avancées en terme de réduction des risques liée à la réglementation et certification des produits, au point de prévenir le risque de détonation ; de l'autre est opposable la présence d'un risque latent justifiant la mise en place de mesures de sécurité additionnelles dans la gestion des risques.
- Sur le plan historique (passé/présent) : au passé accidentel, où certains risques ont été matérialisés par l'occurrence de catastrophes qui ont frappé l'ensemble des acteurs du système socio-technique (exploitants, autorités de contrôles, régulateurs, chercheurs, publics) est opposé une maîtrise des risques désormais acquise par l'intégration du retour d'expérience, par le changement de pratiques, par des développements technologiques et confirmée par l'absence de nouvelle catastrophe (cf les illusions du retour d'expérience).

Ainsi et en particulier, si le scénario de détonation est abordé à plusieurs endroits, en tant que risque a priori, il est écarté après analyse par l'UNIFA en tant que risque à évaluer (évaluation des conséquences) et ce en raison de l'implémentation de l'arsenal de mesures de sécurité intrinsèques (approche produit) et de gestion des risques (prévention, intervention). Ainsi aucun site d'engrais en France n'aura retenu en 2001 le scénario de détonation d'engrais à base de NA pour la maîtrise de l'urbanisation [34].

4.5.2 Synthèse de l'analyse des guides professionnels de l'EFMA (années 90)

En Europe, le guide de 1992 de l'IFA et de l'EFMA portant sur la sécurité du stockage des engrais à base de NA [12] confirme les principaux éléments dans les guides professionnels français à quelques exceptions près (nous en faisons les traductions de l'anglais). A titre illustratif :

- *« En condition normale, tous les engrais à base de NA sont stables et ne présentent pas de risques » (...)*
- *« Dans des conditions de feu extrêmes, particulièrement si l'engrais est contaminé avec des matières combustibles et confiné dans un espace fermé, il y a la possibilité d'une explosion. Le risque est minimisé si les recommandations du guide sont suivies ».*
- *« Les engrais à haut dosage de NA sont spécifiquement fabriqués sous forme de granulés ou prills de haute densité, de faible porosité et de haute pureté pour minimiser tout risque de détonation. Ces produits sont très résistants à la détonation. »*
- *« La résistance à la détonation est réduite par un certains nombre de facteurs... ».*

On notera au passage les conditions très restrictives associées à la reconnaissance d'un risque de détonation selon ce guide : notions de « feu extrême », de contamination limitée à des « matières combustibles » (on sait aujourd'hui que bien d'autres contaminants peuvent jouer un rôle aggravant en terme de potentiel d'explosion ou de sensibilité à l'amorçage d'une détonation) et de confinement associé à un espace fermé (alors que simple auto-confinement des produits provoqué par leurs poids propres (dans des conditions de stockage en piles ou tas) est aussi aujourd'hui plus ou moins admis comme facteur de risque)

Ensuite, est discuté sur la base des scénarios a priori envisageables pour la détonation des engrais, la réduction de la probabilité d'occurrence dans des circonstances industrielles (par opposition aux possibilités théoriques de détonation) et avec l'arsenal de mesures de sécurité (en sécurité intrinsèque et en gestion des risques). Des retours d'expériences d'accidents, de presque accidents et d'essais sont implicitement utilisés pour l'argumentation.

4.6 LES ACCIDENTS MAJEURS IMPLIQUANT DES ENGRAIS A BASE DE NA ET L'EVOLUTION DES REGLEMENTATIONS RELATIVES AU NA

A la suite d'accidents majeurs, c'est l'ensemble du système socio-technique qui est remis en cause. Sous pression de l'opinion publique, les régulateurs se retrouvent en position de devoir tirer des enseignements dans la définition des exigences de base à faire respecter à tout exploitant. En ce sens ce sont des catalyseurs de changements [29]. L'industrie des engrais n'a pas échappé à cette règle comme nous l'avons rappelé maintes fois⁸. Quelques évolutions remarquables de ces réglementations sont rappelées ci-après.

Médard [3] indique qu'après des essais sur les produits mis en cause lors de l'accident d'Oppau, les experts de l'OMCI ont été conduits à classer les sulfonitrates d'ammonium, mais que ce classement n'a été pris en compte que bien des années plus tard. Médard [3] relève que « *les accidents survenus de 1920 à 1947 ont rendu prudent et, dès 1948, la réglementation française a considéré que tout NA renfermant plus de 0,4% de matière combustible doit, en ce qui concerne le transport ou le stockage, être traité comme le sont les explosifs intentionnels* ».

Ainsi, des réglementations sont donc mises en place dans les années 50 dans le transport et classaient le NA et les engrais à base de NA comme des oxydants. La réglementation des garde-côtes américains incluait un certain nombre de tests de classification portant sur le caractère oxydant, le risque incendie ou la réactivité et l'auto-échauffement [13].

La première réglementation européenne relative aux engrais est la directive 76/116/CEE du 18 décembre 1975 concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux engrais comporte plusieurs annexes dont l'annexe I où figurent les différents types d'engrais solides. Elle fixe les règles communautaires portant sur la dénomination, la composition, l'étiquetage et l'emballage des engrais simples et composés les plus importants dans la Communauté.

La première modification importante [30] sera la Directive 80/876/CEE du 15 Juillet 1980 qui prend en compte le risque de détonation pour les engrais à base de NA à forte teneur en azote. Elle prévoit ainsi un test de détonabilité.

Le règlement européen n°2003/2003 du 13 octobre 2003 abroge toutes ces directives et bien d'autres et s'applique pour la désignation « Engrais CE » à la mise sur le marché. Ce règlement définit clairement tous les engrais éligibles et pour certains, comme les ammonitrates (engrais à haute teneur en nitrate d'ammonium) des exigences spécifiques sont décrites. De plus, l'entrée 58 de l'annexe XVII du règlement REACH définit les restrictions applicables à la fabrication, la mise sur le marché et à l'utilisation de cette substance.

De fait, avec l'intégration de ce retour d'expérience, selon une approche produit, sans facteur externe, le risque intrinsèque d'explosion semble a priori supprimé.

⁸ « *Ce sont des accidents, dont certains eurent l'ampleur de catastrophes qui attirèrent l'attention sur les dangers du nitrate d'ammonium et des mélanges à base de nitrate. (...) L'étude des accidents permet de mettre en évidence, les circonstances dangereuses qu'il faut éviter (...)* » [3].

Par ailleurs, en Europe, selon la Directive CE 67/548/CE, la substance Nitrate d'ammonium est classée comme substance comburante.

Concernant les produits à base de NA, la difficulté de classification vient de ce que les caractéristiques de danger du nitrate d'ammonium dans ces mélanges ne sont pas normalement détectées par les méthodes classiques de mesure des propriétés explosives ou du pouvoir comburant. Pourtant, en raison de ses caractéristiques de danger, il est inscrit dans le Règlement type TMD et classé (en vertu de la clause des droits acquis et non pas de résultats d'épreuves) pour son transport, comme suit:

Transport: Le nitrate d'ammonium est classé, en fonction de sa composition, dans des rubriques de la Liste des marchandises dangereuses des Recommandations de l'ONU relatives au transport des marchandises dangereuses sous les numéros ONU 0222, 1942, 2067, 2071 et 3375. Les dispositions relatives au transport sont liées à ces rubriques.

Les engrais à base de NA ne sont pas considérés comme explosifs. A la suite de nombreux accidents de décomposition auto-entretenu (DAE), certains engrais furent classés dans la classe 9 (considéré au transport maritime uniquement), des articles et substances dangereuses diverses dans un code ONU séparé UN 2071

Stockage et utilisation: Dans le règlement CLP dans sa version respective actuellement en vigueur, le nitrate d'ammonium n'est pas expressément réglementé et n'est pas couvert, exception faite des préparations expressément énumérées dans le Règlement. Le caractère comburant du produit (nitrate d'ammonium) y est toutefois rappelé.

5. ACCIDENTOLOGIE ET FORMALISATION DU RETOUR D'EXPERIENCE DANS LES REGLES DE SECURITE DE L'INDUSTRIE DES ENGRAIS : DEPUIS 2001

5.1 TOULOUSE, AZF, LE 21 SEPTEMBRE 2001 : LES PREMIERS ENSEIGNEMENTS DU RETOUR D'EXPERIENCE

5.1.1 Le retour de la complexite des proprietes du na et des engrais à base de NA : une explosion sans incendie sur un stockage a « froid »

L'explosion du stockage de produits « NA déclassés » a surpris de nombreux acteurs de la profession, notamment au vu des connaissances développées sur le NA, le NA fondu, le NA contaminé et les engrais à base de NA (cf chapitres précédents).

La plus grande surprise qui bouleverse les représentations est qu'un stockage à froid de NA (déclassés) ait pu exploser, a priori sans incendie et sans amorce par une onde de choc. Le mécanisme de l'explosion, et en particulier, la source d'ignition, n'est toujours pas connu de manière formelle.

L'EFMA a fait une déclaration le 17/12/2001 [25] dont nous reprenons quelques extraits. Au préalable l'EFMA a rappelé que les produits impliqués n'étaient pas des produits conformes aux réglementations et qu'il s'agissait de produits déclassés. *« Lors des 50 dernières années, il n'y a jamais eu d'explosion d'engrais à base de NA stockés dans l'UE. Les explosions d'engrais avant 1950 ont impliqué des pratiques et des compositions de produit qui étaient de manière inhérente non sûres et qui furent consécutivement interdites. Les leçons de ces explosions ont entraîné des exigences strictes de qualité pour les engrais à base de NA, en sus des codes de pratiques pour leur stockage et manipulation sûre. Cela a entraîné que les produits sont aujourd'hui intrinsèquement sûrs ».*

Pourtant face à cet enseignement sur des propriétés explosives à redouter dans des circonstances non encore établies, le régulateur a réagi en exigeant désormais la prise en compte du scénario d'explosion en masse d'une partie d'un stockage de NA et d'engrais à base de NA.

Dans les guides professionnels européens (EFMA [26] en 2007), la haute résistance à la détonation est toujours rappelée (cf chapitres précédents). Les deux mécanismes principaux évoqués restent la décomposition thermique avec un risque de transition vers la détonation et l'amorçage par un choc (explosion proche, projectile). Un risque d'explosion d'un stockage « à froid » n'est donc pas évoqué pour les engrais à base de NA.

Pour l'évaluation des conséquences, les retours d'expérience d'AZF (avec une proportion du stockage réagissant dans l'explosion comprise entre 5 et 31% de masse [19] et d'Oppau (avec une proportion de 10% de la masse stockée ayant explosé) ont conduit le régulateur à retenir la valeur forfaitaire de 10% de la masse stockée pour l'estimation des conséquences potentielles.

Pour ce qui est des causes directes, les hypothèses sont toujours en débat. De fait les enseignements qui peuvent en être tirés sont a priori limités.

En effet, les guides professionnels publiés depuis ne font pas mention des hypothèses de la catastrophe de Toulouse. Ceci peut sembler normal et relever de la prudence tant qu'on ne connaît pas les « vraies » causes directes (et du fait du déroulement de la procédure judiciaire en cours)..

Pourtant, les démarches de retour d'expérience, à la base essentiellement réactives, prônent de plus en plus des approches pro-actives dans la gestion des risques. En effet, l'évènement est considéré comme une source d'apprentissage et il est une occasion de revoir les représentations, de rediscuter les hypothèses de fonctionnement des procédés, les procédures et pratiques. Auquel cas, les guides de bonnes pratiques pourraient suggérer aux acteurs de la profession de s'intéresser aux mécanismes en débat dans les causes de la catastrophe de Toulouse pour la conduite de leurs évaluations des risques. Cette remarque est également valable pour la conduite des recherches.

Ainsi dans les guides professionnels, les risques de contamination par des produits incompatibles sont rappelés. Il n'est cependant pas mentionné directement les incompatibilités avec les produits chlorés et le risque d'explosion associé pourtant évoqué par la Justice à la suite de ses expérimentations en laboratoire. De même les risques d'inflammation par un arc électrique souterrain et le risque de pollution par une fuite de gaz contaminant le produit stocké ne sont pas évoqués.

5.1.2 Les engrais hors-spécification : un oubli

L'autre surprise est le risque présenté par les produits à base de NA et « hors spécifications ou déclassés ».

Le vocable « nitrate déclassé » couvre une diversité importante de produits pouvant avoir des caractéristiques et des natures variables du fait de leur provenance (refus de tamis, débordement de bandes dans les unités de production, retours clients, échantillons de tests, ...). Ces produits sont récupérés pour être recyclés dans des établissements fabriquant des engrais NPK.

A AZF, Grande Paroisse, ces produits avaient pour origine les procédés de fabrication de NA industriel et engrais.

Ce type de stockage n'était pas sous la même pression réglementaire car il n'était pas couvert par la Directive Seveso II (qui ne couvrait que le NA technique et les engrais à base de NA). A priori, les régulateurs n'étaient pas ou peu informés des risques de ces produits. C'est un des changements qui sera apporté à la Directive Seveso II. Ils sont désormais considérés comme des explosifs.

En effet, les connaissances en matière de sécurité de ces produits n'étaient peu ou pas établies et n'étaient que très peu étudiées. Ainsi au lieu de considérer ceci comme une situation de danger en raison de la méconnaissance des risques et où le principe de précaution aurait pu prévaloir, ces produits ont reçu une faible attention de la part des acteurs de la profession. En effet, ces produits étaient peu valorisés et considérés comme rebus et déchets de fabrication pouvant être recyclés. D'autres raisons possibles renvoient aux connaissances des risques du NA.

Pourtant, des accidents dans l'industrie du NA et des explosifs avaient déjà mis en exergue les risques encourus lors du recyclage. Médard [3] a listé plusieurs de ces accidents: Morgan (1918), Repauno (1916), Oakdale (1916), Stollberg (1920) Nixon (1924), Perth Amboy (1924).

De plus, certains acteurs de l'industrie ont signalé, dans une certaine mesure, ce risque, par exemple Shah [13] en 1996 : « *Recycler les matières hors-spécification jusqu'à la fin de la partie liquide du procédé peut amener des enrobages de produits organiques, là où ils sont utilisés et d'autres contaminants (en renvoyant à titre illustratif à un accident survenu en Finlande en 1963, où une violente explosion s'est produite dans un réacteur de mélange de 8 tonnes de NA fondu et où les causes probables sont l'introduction d'une matière organique d'un agent anti-mottant (le sodium dodecyl benzene sulphonate) dans le réacteur de mélange et la défaillance du système de contrôle de la vapeur entraînant une surchauffe. L'usine fut très endommagée, 10 personnes furent tuées et 16 furent blessées). Un tel recyclage devrait être évité autant que possible ou rigoureusement contrôlé. Cet enjeu va nécessiter un haut niveau d'attention en raison des pressions environnementales croissantes qui peuvent pousser l'industrie vers plus de recyclage* ».

Deux guides de l'EFMA ont été publiés en 2003 et 2004 pour ces produits hors-spécifications [27 et 28]. Ils sont commentés dans les chapitres suivants.

5.2 INCIDENTS RECENTS DE DECOMPOSITION AUTO-ENTRETENUE (DAE) DES ENGRAIS NPK

Une série d'accidents va rappeler la réalité du risque présenté par les engrais NPK malgré les mesures de prévention mises en place.

Date et lieu de l'accident	Nature et quantité d'engrais NPK	Contexte	Phénomènes et circonstances	Conséquences
Janvier 2002, Murcie, Espagne	Stockage en vrac de 15 000 tonnes d'engrais 15.15.15	Stockage	« Incendie » dépôt	Confinement de 170 000 personnes
Mars 2002, Pays-bas	2 500 tonnes d'engrais 12.12.17 en vrac dans un bateau	Transport	« Incendie » dans une cale de bateau suite à des travaux de soudure	Confinement des populations sur un rayon de 1km.
Septembre 2002, St Nazaire, France	2 500 tonnes d'engrais 15.12.24 en vrac dans un bateau	Transport	« Incendie » dans une cale de bateau par un point chaud	Confinement des populations : 10 000 personnes
Juillet 2004, Suède	Stockage d'engrais NPK : 3300 tonnes	Stockage	« Incendie » Dépôt	Dégâts au niveau de l'entrepôt, pas de victime
Février 2007, Espagne	6 000 tonnes de NPK sur le bateau «Ostedijk » en provenance de Norvège	Transport	« Incendie » dans une cale de bateau	Évacuation de l'équipage

NB. : dans la majorité des cas listés, l'incendie correspond au phénomène de DAE des seuls engrais. Seul l'accident de Suède cumule incendie conventionnel et phénomènes de décomposition d'engrais

Tableau 1 : principaux accidents récent impliquant des engrais NPK avec des DAE

Pourtant, depuis les années 60, des DAE d'engrais NPK sont fréquemment observées comme en témoigne les listes d'accidents majeurs recensés par l'industrie [7] et par Médard [3]. Un précurseur de ce type de scénario accidentel avait été observé en Norvège dès 1949 selon Médard [3].

Il s'agissait par ailleurs du scénario d'accident majeur principal retenu par la profession (cf guide de l'UNIFA en 2000) pour cette catégorie d'engrais. Des mesures de prévention ont été largement implémentées. Des procédures d'intervention et des exercices étaient organisés par les industriels et services de secours pour y faire face notamment en France depuis l'accident de Nantes en 1987.

Pourtant ce même guide signalait, dans le chapitre évaluation des conséquences [11], les limites de la connaissance scientifique, et des capacités prédictives des modèles qui étaient rappelées « *En pratique, aucune formule mathématique, même complexe, n'a permis de caractériser de façon absolument fiable le comportement d'un engrais NPK en fonction de ses propriétés physico-chimiques : cette caractérisation passe par la réalisation d'essais, dont le plus couramment utilisé est l'essai en auge.* »

Cependant, le phénomène d'auto-échauffement pourrait dans certaines circonstances conduire à une décomposition ou une DAE. En effet, depuis les années 60, aucun incident en liaison avec le phénomène d'auto-échauffement n'a été observé et ceci grâce à l'amélioration des procédés de synthèse d'engrais NPK et de la prévention dans les aires de stockage [20].

Bien que la prévention de ce type d'accident soit intégrée dans les bonnes pratiques depuis les années 60, celles-ci ne faisaient pas l'objet d'un classement spécifique dans la Directive Seveso II. A la suite de ces accidents, et à l'occasion de la révision de la Directive Seveso II, une rubrique spécifique a été mise en place pour les engrais NPK susceptibles de générer des DAE.

5.3 INCIDENTS RECENTS AYANT CONDUIT A DES EXPLOSIONS D'ENGRAIS A BASE DE NA (CONFORMES CE), SUR DES PETITS STOCKAGES OU EN TRANSPORT : SAINT-ROMAIN EN JAREZ, MIHALESTI ET BARRACAS

5.3.1 Les accidents

Après la catastrophe d'AZF, une attention particulière a été portée sur les stockages de grandes quantités de NA, d'engrais à base de NA, de NA déclassés et des engrais NPK dans le cadre des activités de contrôle des risques de la Directive Seveso II (modifiée).

A titre d'exemple en France, après la catastrophe de Toulouse, l'Inspection des Installations Classées a mené une action coup de poing auprès des exploitants pour faire remonter l'état des non-conformités aux réglementations en vigueur et concernant les plus gros stockages.

Plusieurs accidents impliquant des engrais à base de NA se sont produits après la catastrophe de Toulouse, faisant un nombre de victimes non négligeable. Bien qu'il s'agisse de configurations à risques a priori déjà connues, ces accidents apportent de nouveaux éclairages. En effet, ces accidents sont survenus en Europe (sans parler des deux catastrophes survenues en 2005 lors de transports ferroviaires de MD en Iran et Corée du Nord, où des explosions de wagons contenant du NA se sont produites).

Le tableau ci-après [20] rappelle que le nitrate d'ammonium et les produits en contenant, dans certaines conditions, sont susceptibles d'engendrer des explosions en masse dans certaines circonstances.

Date et lieu	Produit	Contexte	Phénomènes et circonstances	Conséquences
Octobre 2003, St Romain en Jarez, France	3 tonnes d'ammonitrate 33,5%	Stockage	Incendie suivi d'une explosion	26 blessés dont un grave
Mars 2004, Barracas, Espagne	25 tonnes d'engrais azoté simples à haute teneur en azote	Transport	Incendie suite à une collision transport puis explosion	2 morts
Mai 2004, Mihalesti, Roumanie	23 tonnes d'engrais azotés simples (33,5%) à base de nitrate d'ammonium en sacs	Transport	Suite à un accident routier, un incendie est suivi d'une explosion en masse	17 morts

Tableau 2: explosions récentes impliquant des engrais à base de NA



Figure 1 : Vue du développement du scénario d'incendie (avant l'explosion en masse) à l'origine de la catastrophe de Mihalesti (Roumanie, 2004).

NB : les prises de vue émanent d'une équipe de reporters qui ont péri dans l'accident.

5.3.2 Un risque émergent à mieux contrôler ?

Comme l'indique Marlair et Kordek en 2005 [21], ce sont des explosions impliquant des produits considérés comme « sûrs » par rapport au risque d'explosion. Ces trois explosions impliquaient des ammonitrates et pour les cas français et espagnol, ils avaient passé le test de détonation. *« Ils montrent que nous avons des manques dans nos connaissances sur les enjeux de sécurité dans le stockage et la manipulation d'engrais à base de NA même en faibles quantités »* et a minima qu'il existe encore des failles en matière de maîtrise des risques afférents à ces produits.

Ils confortent les probabilités du scénario accidentel – incendie suivi d'une explosion – qui, avec la diversité des configurations pouvant donner lieu à un incendie en présence de produits combustibles lorsque de faibles quantités sont impliquées, ne peut être exclu en particulier pour des engrais conformes. En particulier, certains des accidents évoqués ont développé des circonstances ayant rendu plus que probable l'occurrence d'une contamination des engrais impliqués en cours de scénario (fuite de carburant lors de transport terrestre par exemple). . Sur la base de l'analyse des accidents de la période de 1950-2000 de l'EFMA [7], le TNO conclut en 2004 [9] que *« les dangers du NA varient des effets toxiques suite à un incendie jusqu'à l'occurrence d'une explosion. Les effets d'un incendie dominant les analyses de risques parce que la fréquence d'un événement explosif est considérée comme très basse. Cependant, le potentiel d'effet de l'explosion justifie également le besoin de prendre en compte ce danger. »*.

Enfin un autre constat est que ces explosions n'ont pas nécessité un fort confinement. Récemment, le TNO en 2004 [9] a indiqué que *« du confinement »* (contrairement à un fort confinement) était nécessaire pour avoir le risque d'une explosion suite à un incendie.

Ce risque peut être considéré comme émergent au regard des potentiels de dangers plus importants des stockages de grande importance.

Pourtant, devant la multiplicité des lieux et des situations où ces risques peuvent être présents, ceux-ci devraient faire l'objet d'une certaine attention.

De fortes disparités réglementaires sont constatées en Europe [21] pour les activités employant de faibles quantités de produits.

L'EFMA [8], en 2007, ne signale pas spécifiquement ce problème tout en évoquant les accidents de transport : *« le développement de traitements pour la prévention du mottage et des procédés de granulation (prilling) au début des années 50, couplé avec des bonnes pratiques de sécurité plus claires, a aidé à développer la production à grande échelle de NA en granulés à haute densité pour l'utilisation en tant qu'engrais pour l'apport en azote. Ce produit a une haute résistance à la détonation et ses performances de sécurité sont très bonnes. Il n'y a pas eu d'explosion majeure avec l'AN fertilisant en stockage sur plus de 50 ans (l'explosion survenu au magasin de l'usine Cherokee Nitrogen aux USA en 1974, n'a impliqué que quelques tonnes de NA et il n'y pas eu de décès. Cependant, il y a eu quelques explosions pendant le transport ces dernières années »*.

5.4 LES CATASTROPHES D'OPPAU ET DE TOULOUSE ET LEURS IMPLICATIONS EN TERME DE RETOUR D'EXPERIENCE SUR L'EVALUATION DES CONSEQUENCES

A la suite de la catastrophe de Toulouse, le croisement de l'analyse des dommages et de l'inventaire des stockages dans le bâtiment 221-222 [31, 32] par l'INERIS dans le cadre de l'enquête de l'Inspection Générale de l'Environnement (rapport Barthelemy), a permis de fournir les éléments suivants [32] :

- une plage (provisoire) comprise entre 300 et 400 tonnes est admise pour la masse initiale de produit avant sinistre (remarque, in fine l'estimation de l'INERIS fut de 390 à 450 tonnes),
- et si l'estimation comprise entre 20 et 120 tonnes est retenue pour la masse ayant réagi (l'explosion d'une puissance de 20 à 40 tonnes en équivalent TNT a pu être produite par 20 à 120 tonnes de NA déclassés),

Cela avait conduit à des valeurs comprises entre 5 et 40 % pour la proportion p de la masse totale contenue dans un stock qui a « effectivement » participé à l'explosion. A partir de l'estimation finale de 390 à 450 tonnes, la proportion p passe de 5 à 31 %.

L'INERIS avait rappelé que cette dernière évaluation était à considérer avec prudence compte tenu des hypothèses importantes admises et des incertitudes évoquées tout au long de ce rapport [32] et méritera éventuellement d'être revue.

Par ailleurs, en référence notamment à l'analyse d'accident d'Oppau en 1921, l'enquête avait abouti à une proportion p de la masse totale contenue dans un stock (de NA-SA) qui a priori participe effectivement à l'explosion était de l'ordre de 10 %.⁹

Ces enseignements ont été retenus dans l'établissement de la Circulaire du 21 janvier 2002 relative aux Installations classées : Prévention des accidents majeurs dans les dépôts d'engrais soumis à autorisation au titre de la rubrique n° 1331 de la nomenclature.

5.5 LES GUIDES PROFESSIONNELS DE L'EFMA APRES LA CATASTROPHE D'AZF

Comme indiqué précédemment, l'EFMA après la catastrophe d'AZF a produit plusieurs guides dont :

- Un guide en 2003 pour les producteurs sur l'utilisation et la manipulation sécurisée des engrais non conformes.
- Un guide en 2004 pour les importateurs, distributeurs, marchands sur l'utilisation et la manipulation sécurisée des engrais non conformes.
- Un guide en 2007 révisant le guide de 1992 sur le stockage, la manipulation et le transport des engrais solides.

⁹ Dans l'accident d'OPPAU du 21/09/1921, la quantité dans le stockage est estimée à 4 500 Tonnes d'engrais NA-AS. La littérature donne une quantité ayant participé à l'explosion de 450 Tonnes. A l'aide de cette valeur et en se basant sur des bris de vitres avec une pression incidente de 10 mbars, en extrapolant les abaques, la distance d'effets calculée par rapport au centre de l'explosion est de plus de 15 km. Il a été rapporté que des bris de vitres avaient été signalés jusqu'à 30 km : la réflexion des ondes peut permettre d'atteindre de telles distances.

5.5.1 Le guide EFMA de 2003 pour les producteurs sur l'utilisation et la manipulation sécurisée des engrais non conformes [27]

Premier guide de l'EFMA [27] portant sur les engrais à base de NA après la catastrophe d'AZF, ce guide est un des enseignements direct puisqu'il porte sur les engrais non-conformes manipulés et stockés sur des sites.

Désormais, sur tous les guides EFMA, est introduit un avertissement :
« *L'information et le guidage dans ce document sont fournis de bonne foi. Les membres de l'EFMA et leurs employés n'acceptent aucune responsabilité pour toute perte ou dommage survenus après l'utilisation de ce guide.* »

Ainsi, il est rappelé en introduction que « *les produits (non-conformes) peuvent être potentiellement plus dangereux que les produits standards, et doivent donc être gérés avec attention pour ce qui est de leur sécurité de manipulation, de stockage, d'utilisation et d'évacuation.* »

Cependant, il est indiqué que ce guide ne porte pas sur les NA techniques.

Il est rappelé que sur le plan des risques potentiels, ceux-ci sont au nombre de trois pour les produits à base de NA, à savoir : l'incendie, la décomposition (dont DAE) et l'explosion (détonation).

Pour ce qui est des propriétés explosives, il est rappelé que les engrais à base de NA ont une forte résistance à la détonation en particulier s'ils passent le test réglementaire prévu pour leur mise sur le marché (à présent référencé dans le règlement des engrais 2003/3003/CE) Cependant, il est mentionné différents paramètres affectant la sensibilité à la détonation :

- réduction de la taille des particules,
- accroissement de la porosité,
- ajouts d'additifs au-delà des limites de combustibles, de substances organiques ou d'autres contaminants comme le cuivre et les composés chlorés,

Les fines sont plus sensibles que le produit standard et peuvent comporter plus d'enrobés ce qui accroît la sensibilité. De même, l'ajout de Sulfate d'Ammonium peut accroître la sensibilité à la détonation et à la DAE.

Mais surtout, l'EFMA considère que l'approche « produit » n'est pas suffisante pour la maîtrise des risques: « *Etant donné que de nombreux facteurs, comme ceux mentionnés précédemment, peuvent affecter le l'occurrence ou la puissance d'une explosion accidentelle, la seule composition chimique des engrais concernés (par exemple via un seuil critique en termes de teneur en NA) est insuffisante par elle-même pour statuer sur la réalité du risque d'explosion des engrais à base de NA* ».»

Enfin des bonnes pratiques de traitement et d'élimination des engrais hors-spécification sont mentionnées (nouvelle filtration, recyclage, dissolution dans une solution aqueuse, vente pour des applications diverses, dilution dans des matériaux inertes) et selon leurs origines (fines et poussières, retours des départements de stockage, chargements, retours des sites externes, de sacs endommagés, de mélanges avec les poussières du sol, de mélange avec d'autres engrais, de produits répandus, de produits contaminés par des combustibles, par des composés chimiques). Dans certains cas, des évaluations des risques sont recommandées.

Par ailleurs, des potentiels de déviation des paramètres principaux des propriétés des engrais à base de NA font l'objet de remarques qualitatives quant à leurs conséquences en termes de risques. A titre d'exemple, est mentionné que « *pour les ammonitrates, les composés chlorés s'ils sont en concentration trop élevée peuvent sensibiliser le NA ; une évaluation des risques est recommandée ; des ajouts de stabilisant peuvent être envisagés.* » De même « *pour les engrais NPK, les produits chlorés peuvent accroître le risque de DAE* ».

Sur le plan de la gestion des risques, les effets de la Directive Seveso II peuvent être observés dans l'apparition du terme « système de management de la sécurité visant à la mise en œuvre des bonnes pratiques » (guide de 2003).

5.5.2 Le guide EFMA de 2004 pour les importateurs, distributeurs, négociants sur l'utilisation et la manipulation sécurisée des engrais non conformes

Ce guide de 2004 [28] s'adresse au secteur de la distribution des engrais plutôt qu'à celui de la production.

Il est rappelé comme principes de base :

- le classement du NA comme oxydant au regard de la classe 5.1 (classement pour le transport),
- et qu'un produit à base de NA dont la teneur en matière combustible serait supérieure à 0,2%, doit être considéré comme relevant de la catégorie des explosifs (classe 1 au transport).

Le guide contient également de nombreuses recommandations pratiques pour la gestion et l'élimination des produits hors-spécifications ou à une réduction de leurs risques.

5.5.3 guide EFMA de 2007 révisant le guide de 1992 sur le stockage, la manipulation et le transport des engrais solides [26]

Le guide de 2007 [26] mentionne plusieurs enjeux complémentaires nécessitant la mise à jour du guide de 1992 :

- l'élargissement du champ à tous les engrais solides (le guide concerne les engrais à base de NA, le SA, l'urée, le nitrate de potassium, le nitrate de calcium, les phosphates d'ammonium, les superphosphates, les muriates de potasse, les sulfates de potasse,...),
- l'intégration des enjeux de sûreté,
- le traitement des aspects environnementaux avec plus de précisions,

- des suggestions de « bonne gestion » avec une liste de bonnes pratiques, des recommandations pour les actions en situation d'urgence et les premiers secours,
- il insiste sur le partage du retour d'expérience et recommande la notification des accidents plus largement dans l'industrie,
- il renvoie aux 2 guides de 2003 et 2004 pour la gestion des engrais non-conformes,
- il indique que ce guide est un élément d'un programme plus grand d'engagements débuté en 2003 avec l'industrie « *(Product Stewardship) dans lesquelles les entreprises doivent se conformer aux recommandations ; Il est rappelé qu'une application stricte des mesures minimisera le risque d'un accident ; une vigilance continue est nécessaire pour s'assurer que les recommandations sont suivies en permanence* ». Le programme product Stewardship concerne les dimensions hygiène, sécurité, environnement, sécurité du public et sûreté. Ce programme s'appuie sur les réglementations et les meilleures technologies disponibles. En complément, un audit par un tiers indépendant est exigé.

Les risques de fumées toxiques en cas de décomposition ou de décomposition auto-entretenu sont rappelés.

Pour ce qui est du risque de détonation, il est rappelé qu'il est très difficile de faire détoner des engrais conformes à base de NA. Cependant, il est fait mention de facteurs qui peuvent diminuer cette résistance à la détonation (contamination, dégradation).

Il est rappelé les 2 mécanismes principaux pouvant donner lieu à la détonation : la décomposition thermique avec un risque de transition vers la détonation et un amorçage par choc.

Il est précisé que :

- « *le risque de décomposition avec transition vers la détonation est très improbable en cas d'incendie, **car les conditions sévères de confinement ne sont pas rencontrées en pratique**. Le risque est accru si du produit fondu est contaminé* ».
- « ***Dans des conditions normales de production, stockage et transport, une explosion de forte puissance à proximité des engrais est extrêmement improbable dans un scénario crédible d'accident industriel*** ».

Pour ce dernier scénario, il est fait mention des investigations et résultats sur des risques de projectiles en provenance d'équipements des procédés ou d'éléments de toiture du bâtiment, lesquels ne seraient pas d'une énergie suffisante pour démarrer la détonation des produits solides, mais il est signalé que « *les produits fondus ou contaminés seraient plus susceptibles de subir un amorçage d'une détonation selon ce mode d'activation* ».

Il est confirmé que « les engrais à base de NA chauffés avec un fort confinement comme un incendie peuvent se décomposer violemment et exploser. Ceci peut intervenir lors d'opérations de maintenance, lors de travaux par points chauds sur des équipements de procédés dans lesquels de l'engrais est confiné. La contamination avec des combustibles et d'autres substances chimiques accroît ce risque ».

Remarques : On constate avec cette série d'extraits du guide (de 2007) que certains enseignements du retour d'expérience sur des accidents de transport avec des explosions, avec un faible confinement ou sans confinement, mais consécutif à des incendies et à une contamination ne semblent pas être intégrés.

L'EFMA rappelle que les engrais à base de NA ne sont pas classés comme un explosif dans le schéma de classification relatif aux recommandations pour le transport de marchandises dangereuses.

Il est intéressant de noter l'avertissement général suivant qui indique qu'il ne faut pas avoir totalement foi dans les classements réglementaires et prendre des mesures de précaution : « la plupart des engrais ou préparations ne sont pas classées comme dangereuses dans les différentes réglementations. Cependant, certains engrais contenant des nitrates sont dangereux. Il est important de garder à l'esprit que même les engrais qui ne sont pas classés peuvent présenter des dangers. Il est donc prudent et de bonne pratique que de prendre en compte les propriétés dangereuses et d'appliquer les précautions même quand ils ne sont pas classés. »

Par la suite, le guide détaille (comme pour le guide de 1992) les bonnes pratiques pour les différents modes de conditionnement (sacs, big-bags, vrac) et de stockage (palettes, vrac) en silo et case.

On notera que pour l'évaluation des conséquences, aucune recommandation précise n'est formulée que ce soit pour la modélisation de la dispersion des fumées toxiques ou pour l'évaluation des effets de pression d'une détonation. A titre indicatif, l'EFMA renvoie à des essais du HSE publié en 2004 dans un document de l'IFS pour ce qui est de la dispersion des fumées et pour ce qui est de la détonation, l'EFMA renvoie à deux publications du TNO, l'une datant de 2004 et l'autre pour l'IFS de 2006.

5.6 PROBLEMATIQUES DE GESTION DES EXPLOSIFS OCCASIONNELS COMME LE NITRATE D'AMMONIUM

Les propriétés explosives du NA sont connues depuis les catastrophes d'Oppau en 1921, Texas City et Brest en 1947 et Toulouse en 2001.

Pourtant, et en raison aussi de ces retours d'expériences et d'expérimentations conduites, des différences peuvent être observées dans la définition des propriétés explosives du NA (tableau n°4) et des engrais à base de NA (tableau n°5) . Celles-ci ont été recensées en 2003 par Marlair et Kordek [21] à partir d'ouvrages de références et règles professionnelles. Les traductions de l'anglais sont réalisées par nos soins.

Source	Identification et évaluation du danger
NFPA 49, 13 th edition, 2002	« Si sujet à de forts chocs ou chauffé sous confinement ce qui accroît la pression, peut aller à la détonation »
NJ Dept of Health and Senior Services, 1998, USA	« le nitrate d'ammonium est une substance chimique hautement réactive et qui a un dangereux risque d'explosion »
Weiss, Hazardous Chemical Book, 2 nd Ed, 1986	« Feu : peut causer l'incendie et exploser au contact de combustible »
En Hollande, FDS, Kluwer, 1991	« Explosion : peut exploser si mélangé à des substances explosives » avec une note de bas de page : « Devient sensible aux chocs quand contaminé avec des substances organiques. Dans des espaces confinés de combustion, peut causer l'explosion »
Pohanish and Greene, Rapid guide to chemical incompatibilities, 1987	« Oxydant fort. Avec des agents réducteurs, combustibles, matières organiques, des métaux finement divisés, peut former un mélange explosif ou causer l'incendie et l'explosion »
Guide d'intervention des Sapeurs Pompiers Genevois, 1987	« Le produit ne brûle pas mais est explosif et comburant »
Loss Prevention library of fire safety, 1994	« Il peut exploser si chauffé à des hautes températures dans un container. Il explose plus facilement s'il est contaminé avec des matières combustibles »
NFPA, Fire Protection Handbook, 19 th ed. 2003	« Quand des engrais à base de NA sont mélangés intimement avec du fuel-oil, du polyéthylène (souillé ?), du papier (souillé ?), la transition de la combustion à la détonation est possible, bien que peu probable, dans des tas, qui sont typiques des stockages et transports »
EFMA guide de 1992 pour le stockage	« Il a une haute résistance à la détonation. Chauffé sous fort confinement, peut mener à un comportement explosif ».
IFS, Shah, 2001	« le NA est spécialement difficile à faire détoner (...) Chauffé sous confinement et avec l'initiation par un choc de NA fondu ou contaminé par un impact de projectile apparaîtrait comme être des mécanismes crédibles dans le contexte des opérations industrielles. Un certain nombre de facteurs peuvent faciliter la détonation ou une déflagration énergétique peut prendre place par ces mécanismes, incluant des conditions fortement acides, la présence de bulles, la présence de contaminant, l'absence de ventilation, présence d'une masse critique et d'un chauffage prolongé »
EFMA, 2004, guide pour le transport maritime	« les engrais à base de NA sont capables de détoner dans certaines conditions, et requièrent une importante source d'ignition. Les engrais standards ont une haute résistance à la détonation (...) Cependant, cette résistance peut être affectée par un certain nombre de facteurs comme des grains plus fins, une plus grande porosité (...), de hauts niveaux de combustible, de matières organiques ou sensibilisantes (...). Le chauffage sous confinement peut donner un risque d'explosion potentielle ».

Source	Identification et évaluation du danger
UNIFA 2000	« Les engrais minéraux à base de nitrates ne sont ni explosifs, ni inflammables. Dans des conditions normales de stockage et de manipulation, ce sont des produits inertes qui n'engendrent pas, spontanément de risques particuliers. De même la poussière d'engrais au NA, par nature incombustible, ne présente pas de risques d'explosion de poussières tels que ceux communément associés aux poussières de grains et matière organiques. Cependant, dans certaines conditions, en particulier lorsqu'il font l'objet d'un apport de chaleur d'origine externe, certains engrais peuvent être le siège d'un ensemble de réactions chimiques aboutissant à la décomposition du produit »
CNAM TS R428 (nouvelle édition 2006, modifiée en 2009)	Les ammonitrates présents sur le marché, c'est-à-dire conformes à la réglementation et exempts de contamination, sont très difficiles à faire détoner. Leur sensibilité au phénomène de détonation est susceptible d'augmenter de façon notable si on les mélange à des produits incompatibles ou s'ils sont significativement échauffés dans la masse (fusion partielle ou totale) ou s'ils sont soumis à la détonation d'une charge explosive notable (plusieurs dizaines de kilogrammes).

Tableau 3 : Propension à la détonation (ou explosion) des engrais à base de NA [21][39]

Dans les chapitres suivants, nous reviendrons plus en détail sur la problématique de cette perception et définition du risque d'explosion qui ont évolué notamment suite aux catastrophes.

5.7 LES ACCIDENTS MAJEURS ET L'ÉVOLUTION DES RÉGLEMENTATIONS

5.7.1 L'évolution de la directive Seveso II avec la catastrophe de toulouse

Par ailleurs, en raison des risques d'accidents majeurs, les engrais à forte teneur en azote et le NA technique avaient été nominativement intégrés dans les substances couvertes par la Directive Seveso (1996) (à l'annexe 1). Deux types de produits sont identifiés :

- nitrate d'ammonium : 350 tonnes (seuil bas), 2500 tonnes (seuil haut),
- nitrate d'ammonium sous la forme d'engrais : 1250 tonnes (seuil bas), 10 000 tonnes (seuil haut).

Après Toulouse, la CE a engagé une révision de la Directive Seveso II notamment pour intégrer les enseignements de la catastrophe de Toulouse.

Un séminaire a été organisé par la DG-Environnement de la Commission Européenne (CE) et le Joint Research Centre (JRC) à Ispra en Italie, du 30 Janvier au 1^{er} Février 2002, sur le thème du NA avec des autorités de contrôles, des industriels et des chercheurs. De nombreuses dimensions de la problématique de gestion des risques du NA et des engrais à base de NA ont été abordés à cette occasion comme en témoigne la liste des thèmes abordés lors des présentations et précisée dans le tableau en annexe.

Comme rappelé précédemment, les catastrophes sont des catalyseurs de changement. Aussi, à l'issue de ce séminaire, une nouvelle entrée dans la Directive SEVESO II a été créée : les produits à base de NA hors-spécifications.

En complément l'EFMA dans une communication sur le séminaire d'Ispra pour l'IFA en 2002, a précisé les suites de ce séminaire pour l'industrie, à savoir la réalisation d'un guide de bonnes pratiques dédié aux NA hors spécifications (fait par 2 guides en 2003 et 2004), la révision du guide de 1992 (fait en 2007) et l'intégration des enseignements sur les causes de la catastrophe (lorsqu'elles seront connues). L'EFMA mentionnait la demande de la CE d'un processus de révision impliquant plusieurs acteurs.

5.7.2 L'intégration des risques de DAE des engrais NPK dans la Directive Seveso II

Bien que la prévention de ce type d'accident soit intégrée dans les bonnes pratiques depuis les années 60, la prise en compte du risque de DAE ne faisait pas l'objet d'une entrée dédiée aux qualités d'engrais présentant ce type dans la Directive Seveso II originelle.

A la suite des 3 accidents de 2002, et à l'occasion de la révision de la Directive Seveso II intervenue en 2003 une quatrième entrée spécifique a été mise en place pour les engrais NPK susceptible de générer des DAE.

5.7.3 L'évolution de la réglementation française sur le NA après Toulouse

En France, au delà des enseignements généraux dans l'évaluation et la gestion des risques, intégrés dans la loi Bachelot de 2003 (n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages), le Ministère chargé de l'Ecologie a intégré de nombreux enseignements de la catastrophe relatifs aux propriétés du NA et mode de gestion des activités de stockage, dans plusieurs Arrêtés et Circulaires. Ces Arrêtés et Circulaires ont été discutés avec la profession notamment sur la nature des exigences réglementaires devant traduire les enseignements de prévention de la catastrophe :

- Création de la rubrique 1332 de la nomenclature des IC (Décret du 10 Août 2005) relative au stockage de nitrate d'ammonium, matières hors spécifications ou engrais n'étant pas conformes aux exigences de l'annexe III-2 du règlement européen n°2003/2003 du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 relatif aux engrais ; plus récemment extension du champ d'application de cette rubrique 1332 (intervenue en 2010) pour couvrir plus largement tous les produits à base de nitrate d'ammonium ne répondant pas / plus aux critères d'éligibilité des produits dans les rubriques 1330 ou 1331.
- Arrêté du 06/07/06 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous la rubrique n° 1331.
- Arrêté du 03/05/02 définissant les conditions de validité d'un essai de détonabilité pour un engrais à base de nitrate d'ammonium et à forte teneur en azote.
- Circulaire du 28/11/05 relative à la maîtrise des risques au sein d'installations de stockage d'engrais soumises à autorisation au titre de la rubrique 1331 de la nomenclature.

- Circulaire du 21/01/02 relative aux Installations classées : Prévention des accidents majeurs dans les dépôts d'engrais soumis à autorisation au titre de la rubrique n° 1331 de la nomenclature.

De plus, ces textes ont évolué ces dernières années avec la publication de l'arrêté du 13 avril 2010 relatif à la prévention des risques présentés par les stockages d'engrais solides à base de nitrate d'ammonium soumis à autorisation au titre de la rubrique 1331 et les stockages de produits soumis à autorisation de la rubrique 1332.

5.8 LA REGLEMENTATION IC ACTUELLE SUR LES STOCKAGES D'ENGRAIS A BASE DE NITRATES

A la suite de la catastrophe d'AZF, la réglementation française a été modifiée :

- Rubrique 1331 relative au stockage d'engrais à base de nitrate (voir annexe 15).
- Rubrique n°1332, relative au stockage de nitrate d'ammonium, matières **hors spécifications ou engrais n'étant pas conformes** aux exigences de l'annexe III-2 du règlement européen n°2003/2003 du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 relatif aux engrais. Les seuils réglementaires de classification (IC) sont équivalents aux seuils utilisés pour les explosifs.

Les évolutions de cette réglementation suite au retour d'expérience sont mises en évidence dans les chapitres 4 et 5.

5.9 RETOUR D'EXPERIENCE EN MATIERE DE SURETE DES PRODUITS A BASE DE NITRATE D'AMMONIUM

Bien que l'analyse des questions de sûreté n'entraîne pas véritablement dans le champ de la présente étude, il nous paraît utile d'évoquer brièvement cette problématique particulière.

Le caractère d'explosif occasionnel propre au NA et aux produits à haut dosage en nitrate d'ammonium a consacré parfois le détournement de son usage par des personnes mal intentionnées comme ingrédient explosif improvisé pour commettre des attentats. Parmi les attentats où l'utilisation d'engrais à base de NA a été reconnue, on peut citer les cas de l'attaque à l'explosif d'un immeuble à Oklahoma City (1995), celle du dancing à Bali (2000) ou beaucoup plus récemment l'attentat commis contre un bâtiment public à Oslo en Norvège (2011). Le retour d'expérience montre que la maîtrise des risques associés à la mise sur le marché des engrais à base de NA passe par la prise en compte des aspects sûreté, par exemple en termes de traçabilité des produits et de contrôle d'accès aux installations de stockage. Les produits non conformes relevant de la rubrique 1332 à risque d'explosion accidentelle aggravé peuvent également attirer des convoitises peu avouables.

Les aspects sécurité et sûreté sont souvent traités par des textes indépendants, tout en ayant parfois des répercussions notables sur l'utilisation « normale » des produits. A titre d'exemple, le NA est maintenant réglementé comme un précurseur d'explosif au Canada (2010). En Australie, l'attentat de Bali a incité les autorités compétentes au niveau fédéral à légiférer de manière assez agressive en considérant (avec de nombreuses contraintes à la clé pour toute la chaîne de valeur des produits concernés) les produits contenant plus de 45% de NA (dont les engrais inorganiques) comme des produits « *security sensitive* ». Cette réglementation a ainsi pratiquement conduit à l'abandon de l'utilisation des ammonitrates sur le marché australien. D'autres pays ont mis en place des restrictions ou des interdictions d'utilisation d'engrais à haut dosage en NA.

Au niveau européen, le 16 décembre 2008 a été adoptée la Décision 1348/2008/CE du Conseil de l'UE et du Parlement européen (modifiant la directive du Conseil 76/769/CEE) limitant la mise sur le marché et l'emploi de 5 substances chimiques, dont le nitrate d'ammonium (principal composant des engrais). Ensuite, en vertu du règlement de la Commission européenne No 552/2009, toutes les limitations introduites par le biais de la Directive 76/769/CEE ont été intégrées à l'Annexe XVII du règlement (CE) No 1907/2006 (REACH).

« 58 - Nitrate d'ammonium (AN) N o CAS 6484-52-2 N o CE 229-347-8

1. Ne peut être mis sur le marché pour la première fois après le 27 juin 2010, en tant que substance, ou dans des mélanges contenant plus de 28 % en poids d'azote provenant du nitrate d'ammonium, pour utilisation en tant qu'engrais solide, simple ou composé, à moins que l'engrais ne soit conforme aux dispositions techniques concernant les engrais à base de nitrate d'ammonium à forte teneur en azote, énoncées à l'annexe III du règlement (CE) n o 2003/2003 du Parlement européen et du Conseil.

2. Ne peut être mis sur le marché après le 27 juin 2010 en tant que substance ou dans des mélanges contenant 16 % ou plus en poids d'azote provenant du nitrate d'ammonium, sauf pour livraison:

a) aux utilisateurs et aux distributeurs en aval, y compris aux personnes physiques et morales possédant une licence ou une autorisation au sens de la directive 93/15/CEE du Conseil ;

b) aux agriculteurs pour l'utilisation dans les activités agricoles à temps complet ou à temps partiel et pas nécessairement en fonction de la superficie des terres cultivées.

Aux fins du présent sous-paragraphe, on entend par:

i) "agriculteur" une personne physique ou morale ou un groupement de personnes physiques ou morales, quel que soit le statut juridique conféré selon le droit national au groupement ainsi qu'à ses membres, dont l'exploitation se trouve sur le territoire de la Communauté, tel que défini à l'article 299 du traité, et qui exerce une activité agricole;

ii) "activité agricole" la production, l'élevage ou la culture de produits agricoles, y compris la récolte, la traite, l'élevage et la détention d'animaux à des fins agricoles, ou le maintien des terres dans de bonnes conditions agricoles et environnementales, telles que définies à l'article 5 du règlement (CE) n o 1782/2003 du Conseil,

c) personnes physiques ou morales se livrant à titre professionnel à des activités telles que l'horticulture, la culture sous serre, l'entretien de parcs, de jardins ou de terrains de sport, la sylviculture ou d'autres activités similaires.

3. Toutefois, les restrictions formulées au paragraphe 2 ne font pas obstacle à ce que les États membres appliquent, pour des raisons socio-économiques, jusqu'au 1^{er} juillet 2014, une limite maximale de 20 % en poids d'azote provenant du nitrate d'ammonium aux substances et aux mélanges mis sur le marché sur leur territoire. Ils en informent la Commission et les autres États membres. »

En 2011, le groupe d'experts chargé de substances chimiques et des services anti-terroristes des États-membres de l'UE a travaillé sur l'accès aux substances chimiques susceptibles d'être utilisées pour la fabrication d'explosifs. Concernant le nitrate d'ammonium, il a été proposé de maintenir le règlement REACH, tout en imposant le monitoring de transactions suspectes.

6. SYNTHESE

6.1 DES ACCIDENTS ET DU RETOUR D'EXPERIENCE SUR UN SIECLE D'UTILISATION DU NITRATE D'AMMONIUM [6, 7, 8]

Le Nitrate d'Ammonium (NA) est un produit très important dans l'industrie chimique, en particulier dans celle des engrais :

- l'EFMA [8] indique que la production mondiale d'engrais à base de NA est d'environ 25 millions de tonnes par an. La production mondiale de nitrate d'ammonium technique est de 10 millions de tonnes par an,
- il est produit depuis environ 100 ans.

Ces deux faits conduisent à penser que l'on dispose d'un très grand retour d'expérience.

Cependant, les formulations et les productions d'engrais inorganiques à base de NA ont connu des évolutions significatives souvent à la suite de catastrophes industrielles.

Ainsi pour l'industrie (Heather pour l'EFMA [7]), début 2002, il a été distingué 2 grandes périodes au vu du retour d'expérience et des catastrophes : de 1900 à 1950 et de 1950 à 2000.

Pour l'INERIS, avec l'occurrence de la catastrophe AZF et la résurgence de la menace terroriste avec le 11 Septembre 2001, l'année 2001 semble être un tournant pour l'ensemble du système socio-technique participant à la gestion des risques. D'autres accidents et actions terroristes semblent confirmer cette inflexion.

Il est ainsi possible de distinguer 3 grandes périodes : de 1900 à 1950, de 1950 à 2000 et depuis 2001 :

- La période de 1900 à 1950 : un demi-siècle de catastrophes : les propriétés explosives du NA sont découvertes avec les explosions par amorçage dans les années 20 ; puis, l'impact des combustibles et du confinement est constaté avec les accidents à bord de bateaux en 1947.
- La période de 1950 à 2000 : des avancées majeures sont réalisées pour la sécurité industrielle : en effet, à la suite de ces catastrophes, le risque est réduit par une meilleure gestion des risques : des bonnes pratiques sont formalisées, les procédés et produits sont améliorés, notamment les engrais à haute densité et faible porosité ; les connaissances sur les propriétés du NA et des engrais à base de NA se développent ; les accidents sont nettement moins catastrophiques, se répètent et confirment les risques liés au NA dans des conditions précises avec des scénarios redoutés, mais attendus, de décomposition suite à un incendie, d'explosion suite à un incendie dans des conditions de pollution ou confinement ; sur cette période, le retour d'expérience a pu générer des illusions ou tout au moins une confiance parfois excessive dans le niveau de maîtrise des risques acquis à ce stade.

- Depuis 2001 avec AZF et le 11 Septembre : la fin du risque zéro : le retour de la prise en compte de la dimension « complexité » des propriétés du NA et de nouvelles menaces à intégrer ? La catastrophe d'AZF rappelle la complexité des propriétés du NA et des engrais à base de NA, notamment sur la thématique des incompatibilités ; les propriétés de certains produits, hors-spécifications, n'étaient pas étudiées ; d'autres accidents rappellent les risques de contamination en situation accidentelle et induisent des doutes sur le paramètre du confinement en tant que condition nécessaire à la détonation ; enfin les menaces résurgentes du terrorisme sont susceptibles d'affecter en profondeur l'industrie et ses réglementations.

Le retour d'expérience des engrais NPK, au delà du précurseur de 1949 en Norvège, les accidents (Décompositions Auto-Entretenues) des années 60 feront prendre conscience de ce risque. Des recherches et des mesures seront prises pour réduire la probabilité d'occurrence mais n'ont pu prévenir l'occurrence de nouveaux accidents notamment en 2002 (en Espagne, aux Pays-Bas et en France) et rappellent la complexité des phénomènes et les difficultés de la prévention. Ces accidents obligeront la CE à introduire une rubrique spécifique relative aux engrais NPK lors de la modification de la Directive Seveso II suite à la catastrophe d'AZF.

6.2 LES ACCIDENTS IMPLIQUANT DU NA ET LEURS CONSEQUENCES DANS LA FORMALISATION DES CONNAISSANCES ET BONNES PRATIQUES

Les catastrophes sont des catalyseurs de changements [29] et ont entraîné de nombreuses évolutions sur plusieurs dimensions :

- la connaissance des risques du NA et de ses dérivés : le risque d'explosion, le risque de décomposition auto-entretenu,
- la technologie : les procédés ont été développés pour introduire des agents anti-mottants, pour essayer de produire des produits ayant des résistances à la détonation de plus en plus grandes, pour éviter les auto-échauffements,
- des pratiques ont été abandonnées : démottage à l'explosif, utilisation d'enrobage à base de produits organiques,
- des bonnes pratiques et règles de sécurité ont été développées notamment pour le stockage, le transport et la manipulation des produits (type de bâtiment, pratiques de manipulation, gestion des incompatibilités, présence des combustibles, distances d'éloignement),
- des réglementations à partir des années 50 dans le transport, en France avec les Installations Classées et en Europe avec la circulation des produits dans l'UE et la Directive Seveso, et enfin depuis AZF et le 11 Septembre 2001.

Ainsi des contradictions sont observées [21] « *de manière surprenante, ni le NA ni les engrais à base de NA ne sont consacrées comme des substances dangereuses ou des préparations dangereuses par application des Directives 67/548/EEC et 1999/45/EC contrairement aux recommandations ONU pour le TMD* ».

6.3 LES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES

6.3.1 Les guides de bonnes pratiques

Depuis 2001, avec la catastrophe de Toulouse, on constate une accélération de la production de règles de sécurité professionnelles et de réglementations dans les domaines de la sécurité.

De manière très globale, avec des indicateurs de nombre de publications ou de nombre de guides de bonnes pratiques formalisés (et de fait sans se référer à la teneur de leur plus value sur le fond, c'est à dire sur la gestion des risques), cette accélération de la formalisation des connaissances et de guides de bonnes pratiques depuis 2001 est illustrée par le tableau suivant (supérieur au triplement en moyenne).

Organisation professionnelle	European Fertilizer Manufacturers' Association (EFMA)	International Fertilizer Society (IFS)	International Fertilizer Industry Association (IFA)
Avant 2001	2 guides sur 10 ans (1992-2001), soit environ, une publication tous les 5 ans	32 publications de 1969 à 2001, sur plus de 30 ans, soit environ, une publication par an	7 publications de 1986 à 2000, sur plus 15 ans, soit environ, une publication tous les 2 ans
Depuis 2001	11 guides depuis 2001, soit environ 1 publication par an.	22 publications depuis 2001, soit environ 2 publications par an	18 publications depuis 2001, soit 2 publications par an

Tableau 4 : Accélération de la formalisation des connaissances depuis 2001 sur les engrais solides à base de nitrate d'ammonium

6.3.2 L'organisation du retour d'expérience : les échecs de la transversalité

La gestion du retour d'expérience dans l'industrie des engrais illustre un échec récurrent sur la gestion du retour d'expérience par les industries à hauts-risques : celui de la transversalité [33]. La transversalité étant dans ce cadre l'échange et l'appropriation du retour d'expérience et sa mutualisation entre organisations.

La gestion du retour d'expérience sur accidents, incidents, presque accidents n'est toujours pas, semble-t-il, totalement structurée et systématique avec une (ou plusieurs) organisation(s) professionnelle(s) centralisant celui-ci, en assurant son analyse et en animant une redescende des enseignements et changements envisagés vers les organisations concernées. La démarche reste essentiellement réactive, en particulier à la suite d'accidents majeurs.

En effet, seulement récemment, l'EFMA, dans son guide d'Avril 2007 [26], souligne l'importance d'un processus de retour d'expérience systématique et indique « *qu'apprendre des accidents de chacun joue un rôle important dans les efforts pour la sécurité. En reconnaissant ce fait, l'EFMA a établi un schéma de retour d'expérience pour ses membres pour les encourager à notifier leurs accidents à l'EFMA. Les informations de l'accident sont disséminées aux autres membres et les données compilées des accidents notifiés sont analysés par l'EFMA dans le but d'identifier les pratiques plus sûres.* ». De fait, l'EFMA gère les informations correspondantes sous la forme d'une base de données interactive, à usage restreint à la profession.

6.4 LES CONFLITS SOULEVES DANS LES APPROCHES DE PREVENTION DES RISQUES AU SEIN DES REGLES DE SECURITE

Au vu de cette étude, le principal conflit soulevé est celui qui naît entre un processus d'analyse et de gestion des risques reposant sur une approche focalisant sur le produit et celui reposant sur une approche plus globale du système industriel et son contexte (stockage, transport). De manière sous-jacente sont articulées plusieurs dimensions.

Au préalable, certaines problématiques sont posées. La première est celle de l'apport de la science pour la décision et notamment pour la réglementation. La connaissance reste dépendante d'un contexte. Pourtant, on attend encore souvent d'elle qu'elle apporte des vérités absolues pour permettre aux décideurs de trancher. En effet, la connaissance des risques sur le NA et les engrais à base de NA, a évolué et s'enrichira sans cesse comme l'ont montré les accidents et les essais. Par ailleurs, les produits continueront à évoluer pour des raisons agronomiques, suscitant de nouveaux besoins en connaissances nouvelles pour la maîtrise des risques.

Cependant, les acteurs de la gestion des risques ont été, sont et seront confrontés à des prises de décision pour l'action notamment pour les mesures de prévention et les réglementations associées. Ainsi comme nous l'avons rappelé au travers de Médard [3], pour des besoins pratiques notamment pour la définition de critère d'explosibilité dans la réglementation, des critères arbitraires (dans une vision mécaniste et déterministe) sont introduits en support de l'approche produit. Sans ignorer certaines possibilités de définition de critères induites par des effets de seuils (avec une certaine probabilité), ces critères arbitraires peuvent masquer les notions de continuum dans l'évolution des propriétés de produits, des mélanges, des réactions notamment au vu des résultats d'essais.

Auquel cas on obtient un décalage entre des quasi-certitudes dans des discours de haute résistance à la détonation des engrais à base de NA (ce qui est vrai dans les essais de produit en situations normales ou définies), voire de sécurité intrinsèque, ou dans les guides de bonnes pratiques qui visent aussi à rassurer quant à la capacité des industriels à maîtriser les risques à faible probabilité et une autre réalité qui est celle de la complexité des phénomènes ou leur méconnaissance actuelle, constatés par les chercheurs et la diversité des circonstances accidentelles rencontrées dans les accidents. En effet, en situation accidentelle, certaines barrières de sécurité sont inadéquates ou contournées (situations anormales, en mode dégradé, apports de combustibles, de contaminant, et/ou de sources de chaleur non prévues,...). Ce type de circonstances révèle alors le risque latent de détonation des engrais à base de NA.

Au final, il convient de reconnaître que les analyses des risques et les règles de sécurité sont établies à partir d'une certaine connaissance des risques qui dépend de la perception qu'en ont les acteurs (industriels, utilisateurs, réglementeurs...) dans un contexte et une époque donnée.

6.5 L'IMPACT DU RETOUR D'EXPERIENCE

Comme précisé précédemment par Médard [3], l'impact du retour d'expérience a été considérable puisqu'il a « permis » de révéler certains risques spécifiques. La connaissance des risques a ainsi été enrichie de manière complémentaire par des essais visant à comprendre et expliquer les accidents.

De même lors de développement de technologies, on dispose de peu de retour d'expérience de fonctionnement. De fait des prises de risques sont réalisées à chaque développement, sans une réelle conscience de la totalité des risques et menaces. Certains accidents ont illustré cette ignorance des propriétés dangereuses des produits. Les représentations qu'ont les acteurs des risques sont parfois inadaptées comme le montrent les découvertes du comportement des produits à base de NA.

Le retour d'expérience peut lui-même confirmer des erreurs d'appréciation sur les risques réels encourus. Les risques des pratiques d'amorçage ne seront connus qu'après plus de 20 000 tirs à l'usine d'Oppau. L'impact du confinement dans les explosions qui semblait fort avec les explosions dans les bateaux en 1947 et aujourd'hui avec les catastrophes de Toulouse, et les accidents de Barracas et Mihalesti où celui-ci ne semble plus aussi évident.

Par ailleurs le retour d'expérience peut amener certaines modifications de technologies, de pratiques qui sont perçues comme positives au vu des premiers résultats de sécurité. Elles peuvent entraîner un excès de confiance en croyant que le problème a été résolu.

Enfin le retour d'expérience, sur des événements à faible probabilité et conséquences élevées atteint ses limites. En effet, ces événements ont en théorie des périodes de retour élevées. L'exploitation du retour d'expérience sur des périodes très courtes peut amener les acteurs à extrapoler mais reste dangereux [24].

Les catastrophes marquent les esprits et les représentations. Elles sont l'occasion de réaliser de nouveaux développements de connaissance. Les presque accidents significatifs ne sont pas toujours considérés à la hauteur des opportunités d'apprentissage qu'ils constituent.

Nous avons souligné l'échec du retour d'expérience transversal, en ce sens que de nombreux accidents se répètent dans des pays et organisations différentes, par exemple sur les démottages à l'explosif en Allemagne en 1920 (Kriewald et Oppau) puis Tessengerloo en 1942. Cela se renouvellera avec Texas City et Brest en 1947 sur le NA enrobé de matières organiques. Le commentaire identique pourrait être fait pour les DAE de NPK. Le retour d'expérience transversal se heurte parfois aussi à des divergences d'interprétation entre acteurs de certains sinistres (cas de la décomposition d'engrais survenue sur le bateau Ostedijk par exemple).

En réalité le retour d'expérience, en tant que moteur de changement, se heurte à d'autres dimensions dans les arbitrages entre production, qualité et sécurité. Comme l'avait souligné Medard en 1979 [3], des engrais NPK avec des chlorures continueraient probablement d'être fabriqués en raison de leur faible coût de revient. La classification en tant que produit explosif pour les NA et engrais à base de NA générerait un coût très important pour l'industrie et sans doute démesuré au regard de la faible probabilité d'occurrence d'un sinistre majeur. Il en est de même pour l'intégration du risque terroriste dans la production de produits intrinsèquement sûrs.

6.6 DES RISQUES EMERGENTS ET DE NOUVELLES MENACES A INTEGRER ?

La catastrophe d'AZF en 2001 a rappelé la complexité des propriétés du NA et des engrais à base de NA, notamment sur la thématique des incompatibilités. De plus, les propriétés de certains produits, hors-spécification, n'étaient pas étudiées, ni réglementées.

D'autres accidents rappellent les risques de contamination en situation accidentelles et induisent des doutes sur le paramètre du confinement en tant que condition nécessaire à la détonation. Il semble que **des accidents récents sur de petites installations de stockage et lors de transport**, sur des engrais conformes (notamment au test de détonation), devraient entraîner des réflexions sur la prévention de ses risques et leur réglementation au côté de celles largement développées pour les stockages à important potentiel de danger suite à la catastrophe d'AZF.

Enfin, **l'impact du terrorisme** n'est pas à négliger quant à l'évolution future des procédés et des règles de sécurité. Il est possible que ce facteur externe à l'industrie ait de sérieuses conséquences sur l'organisation de l'industrie du NA et des engrais. Des changements dans la fabrication des produits à base de NA et des changements réglementaires sont menés dans deux directions :

- développer des produits à base de NA désensibilisés du risque d'explosion : la sécurité intrinsèque,
- des modes de contrôle de l'accès aux produits, de leurs stockages plus stricts.

A titre d'exemple, l'Australie a mis en place des procédures d'autorisation, pour un transport de quantité supérieure à 20 kg, pour un stockage supérieur à 3 kg et pour tous les fermiers qui emploient des engrais à base de NA (contenant plus de 45% de NA).

Enfin, comme le rappelle Marlair et Kordek [21] « *au vu des connaissances actuelles, il apparaît assez difficile (et si c'est faisable) de définir une limite absolument sûre de taux de NA dans un engrais qui supprimerait tout risque de détonation, et ce quelque soit les caractéristiques des produits sachant que plusieurs paramètres ont un impact sur la propension à la détonation. Cependant, des valeurs aussi basses que 15,75% en azote ont été retenues dans plusieurs documents officiels comme un seuil de sécurité pour les engrais minéraux à base de NA* ». Au regard du détournement d'usage potentiel des produits, il n'est même pas certain qu'un tel seuil empêcherait toute possibilité d'utilisation frauduleuse en temps que précurseur d'explosif improvisé [40].

7. BIBLIOGRAPHIE

[1] :	Règlement européen 2003/2003 du 13 octobre 2003 relatif aux engrais.
[2] :	Directive européenne n°2003/105 (SEVESO II modifiée) du 16 décembre 2003.
[3] :	Les explosifs occasionnels, deuxième édition revue, Technique et Documentation (Lavoisier), 1987, Volume 2.L.Médard.
[4] :	Bureau des Analyses des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI) du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (France) : Résultats sur base de données ARIA.
[5] :	J. A Davenport, « Storage and Handling of Chemicals », chapitre 23 section. dans l'ouvrage Fire Protection Handbook, 19 ^e édition, NFPA, Quincy (USA), 2003 (6-323-6-324).
[6] :	Les grands accidents technologiques, Les cahiers de prévention, Editions Préventique, 2002, ISBN 2-911221-15-X.
[7] :	D. Heather, A Review of Past Ammonium Nitrate Accidents and Lessons Learned, EFMA Paper Presented at the "Workshop on Ammonium Nitrate", 30 January–1 February 2002, European Commission Joint Research Centre, Ispra, Italy (http://mahbsrv.jrc.it/ispra-AN/ispra-AN-overview.html).
[8] :	EFMA Guidance for the Storage, Handling and Transportation of Solid Mineral Fertilize (2007).
[9] :	R.J.A. Kersten, W.A. Mak, Explosion hazards of ammonium nitrate, how to assess the risk? in: Proceedings of the International Symposium on Safety in the Manufacture, Storage, Use, Transport and Disposal of Hazardous Materials, Tokyo, 10–12 March 2004.
[10] :	Le guide de l'exploitant relatif aux bonnes pratiques du stockage des engrais solides à base de nitrates (UNIFA, FFCAT, FNA, GROUPAMA, ITCF) 1998-consécutif UNIFA.
[11] :	Le guide de l'UNIFA : éléments pour la réalisation d'une étude des dangers d'un stockage d'engrais à base de nitrates, mesures de prévention et d'intervention, version de Mars 2000.
[12] :	Handbook for the Safe Storage of Ammonium Nitrate Based Fertilizers, IFA-EFMA, 1992.
[13] :	Shah K. D. (1996), Safety of ammonium nitrate fertiliser, Proceedings N°384 of the International Fertiliser Society.
[14] :	Dechy N., Gaston D., Salvi O. (2007), AZF : les leçons d'une catastrophe industrielle, Annale des Mines, Responsabilité et Environnement n°45, Janvier 2007.
[15] :	Beck, Ulrich (1992): Risk Society. Towards a New Modernity. London, Sage Publications from Beck, U. (1986). Risikogesellschaft. Suhrkamp.
[16] :	Salvi O. Gaston D. (2004), "Risk assessment and risk decision-making process related to hazardous installation in France" – Journal of Risk Research 7 (6), 599-608, september 2004 – Carfax Publishing, Taylor and Francis Group.

[17] :	J.M. Ham, J.J. Meulenbrugge, N.H.A. Versloot, N. Dechy, J-C. Lecoze, O. Salvi (2006) A Comparison between the Implementations of Risk Regulations in The Netherlands and France under the Framework of the EC SEVESO II Directive – Proceedings of the 21 st annual CCPS international conference, 23-26 th April 2006, Orlando, FL, USA.
[18] :	Llory, M., Accidents industriels : le coût du silence, opérateurs privés de parole et cadres introuvables, 1996, édition l'Harmattan.
[19] :	Mouilleau Y., Dechy N., INERIS (2001) Première analyse des dommages observés à Toulouse après le sinistre du 21 Septembre 2001 sur le site AZF de la Grande Paroisse, Annexe du Rapport de l'Inspection générale de l'Environnement (rapport Barthelemy.
[20] :	Kordek M-A., INERIS (2005) Les engrais solides à base de nitrate d'ammonium, 02/05/2005 – PUBLIC- WEB INERIS.
[21] :	Marlair G. and Kordek M.-A. (2005) Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilisers, Journal of Hazardous Material A123.
[22] :	Kordek, 2002, Research program on ammonium nitrate (INERIS), IGUS-OECD Workshop at JRC Ispra, Italy, January 30 st to February 1 st of 2002.
[23] :	Turner, B., 1978. Made-man Disaster: The Failure of Foresight. Butterworth-Heinmann.
[24] :	Dechy N., Descourriere S., Bouissou C., 2004, Recent accident frequency on fixed installations in France and in the EU – <i>Proceedings of the PSAM 7 – ESREL 2004 conference</i> , Berlin Germany, Ed by Spitzer C., Schmocker U and Dang V.N. – ISBN 1-85233-827-X – Springer-Verlag.
[25] :	EFMA statement on safety of ammonium nitrate fertilisers on the December 2001 the 17th, IGUS-OECD Workshop at JRC Ispra, Italy, January 30 st to February 1 st of 2002.
[26] :	EFMA Guidance for the Storage, Handling and Transportation of Solid Mineral Fertilizer (2007).
[27] :	EFMA Guidance for Safe Handling and Utilization of Non-conforming Fertilizers and Related Materials for Fertilizer Producers (2003).
[28] :	EFMA Guidance for Safe Handling and Utilization of Non-Conforming Solid Fertilizers and Related Materials for Fertilizer Importers, Distributors and Merchants (2004).
[29] :	Salvi O. and Dechy N. (2005) Toulouse disaster prompts changes in French risk management, Environment and Poverty Times - January 2005 - 03 - a periodic publication by UNEP/GRID-Arendal- for the World Conference on Disaster Reduction - 2005, Kobe, Japan.
[30] :	Heather D. J. and Van Balken H. (2004) Review of recent legislation affecting the fertiliser industry, Proceedings 534 de l'International Fertiliser Society.
[31] :	Didier Gaston, Nadine Ayrault (2001) Inventaire des produits susceptibles d'être stockés dans le bâtiment 221-222 et état des stocks le 21 septembre 2001, rapport intermédiaire de l'INERIS pour l'IGE, Octobre 2001.
[32] :	Yvon Mouilleau, Nicolas Dechy (2001) : Première analyse des dommages observés à Toulouse après le sinistre du 21 septembre 2001 sur le site de AZF de la société Grande Paroisse, rapport intermédiaire de l'INERIS pour l'IGE, 24 Octobre 2001.

[33] :	N. Dechy, Y. Dien (2007- en cours), Les échecs du retour d'expérience dans l'industrie : problèmes de verticalité et/ou de transversalité ? Papiers de la conférence IMdR – GRID sur la thématique cindyniques des 13-14 Décembre 2007 à Paris – Les entretiens du du risque - Maîtrise des malveillances et conception des systèmes d'information face aux risques.
[34] :	Descourrière S., Salvi O. INERIS (2001). Avis sur la Maîtrise de l'Urbanisation autour des trois sites chimiques de Toulouse – rapport pour l'IGE suite à la catastrophe de Toulouse [A].
[35] :	KORDEK M.A., MARLAIR G., MICHOT C. IGUS-EOS "Tests results on molten ammonium nitrate fertilisers.", annual meeting, 5-7 avril 2006, Washington DC, USA. [Communication orale].
[36] :	M -A. Kordek-Soenen & G. Marlair "Safety in storage and transport involving ammonium nitrate fertilisers : post Toulouse incidents », Communication to Industrial Risks of explosion, Issep, Hornu (Begium), 4 December 2007.
[37] :	G. Marlair and M-A. Kordek "Self-Sustained Decomposition of ammonium nitrate fertilizers on board the Ostedijk", ¹ , communication at the IGUS EOS meeting, TNO Defense, Safety and Security, Rijswijk (NL), 9/11 May 2007.
[38] :	Guy MARLAIR, Marie-Astrid SOENEN-KORDEK, Christian MICHOT "High Challenge Warehousing : ammonium nitrate as a typical case study,", Sup-Det 2010 Symposium, 16 – 19 February 2010, Orlando, FL USA.
[39] :	CNAMTS, Recommandation R428 ; Le stockage du nitrate d'ammonium et des ammonitrates solides ; Prévention des risques professionnels ; Novembre 2009 (édition 2006 corrigée).
[40] :	MARYE ANNE FOX et al, NAS, «Containing theThreat from Illegal Bombings», NAP, Washington DC (1998).

Principaux rapports publics sur la catastrophe AZF à Toulouse :

[A]	Rapport de l'Inspection Générale de l'Environnement conjointe avec l'Inspection des poudres et avec le concours de l'INERIS pour le Premier Ministre et le Ministre de l'Ecologie et du Développement Durable, rapport Barthélémy).
[B]	Rapport Parlementaire (rapport Loos-Le Déaut).
[C]	Rapport relatif à l'organisation de débat sur les risques Industriels en France (rapport Essig).
[D]	Rapport du Conseil Général des Ponts et Chaussées pour le Ministère des Transports, de l'Equipement, du Tourisme et de la Mer (rapport Mathieu-Levy).
[E]	rapport de l'Institut National d'Etudes pour la Sécurité Civile (devenu INHES).
[F]	Rapports et bulletins de l'Institut National de Veille Sanitaire.
[G]	Rapport de la Fédération Française des Sociétés d'Assurances.
[H]	Summary report - workshop on ammonium nitrate ; 30 january – 1 february 2002, ispra/Italy, (http://www.sache.org/files/2005/ChemReacHaz/documents/FinalPublishedReport_AN_July2002.pdf).

8. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation précise	N°pages
1	Liste des guides de bonnes pratiques, des documents, des publications de différentes organisations professionnelles	12

Annexe 1:

Liste des guides de bonnes pratiques, des documents, des publications de différentes organisations professionnelles

ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES

EFMA (European Fertilizer Manufacturers Association) : organisation professionnelle européenne basée à Bruxelles, (www.efma.org), créée en 1988 par la fusion de trois organisations professionnelles. Ses membres (40) sont les fabricants d'engrais en Europe, ainsi que les organisations professionnelles dans certains pays de l'UE (dont l'UNIFA pour la France).

UNIFA (Union des Industries de la Fertilisation) : www.unifa.fr.

IFS (International Fertiliser Society), créée en 1947 et basée à Londres, (www.fertiliser-society.org). Elle couvre actuellement plus de 50 pays dans le monde.

IFA (International Fertiliser Association), basée à Paris. 450 compagnies membres (production, distribution des engrais) dans 80 pays dont la moitié dans les pays en développement.

L'IFA dispose de comités techniques « afin d'encourager le développement et l'adoption des améliorations des technologies qui peuvent amener une meilleure efficacité de la production, de la réduction des émissions et rejets, ainsi que de meilleurs standards d'hygiène et sécurité. Elle conduit régulièrement des enquêtes, produit des rapports sur les statistiques clés de l'industrie, incluant l'efficacité énergétique, la sécurité, les émissions. Cela permet aux membres de l'IFA d'évaluer leurs opérations au cours du temps, de faire des comparaisons sur la performance d'usines similaires, de déterminer les besoins de développement technologiques et d'identifier les bonnes pratiques industrielles et de management. »

Dans le domaine de la sécurité, « depuis 2001, l'IFA a réalisé un benchmark relatif à la sécurité dans l'industrie en surveillant les membres et rapport les accidents du travail avec arrêt. Au regard de la collecte sur les 3 premières années, le benchmark donne un taux compris entre 4,60 et 5,90 d'accident avec arrêt de travail (Lost Time Injuries), très bas et respectable au regard des autres industries. »

TFI (Technical Fertilizer Institute) : représentant de l'industrie pour ce qui est de la réglementation, des besoins de communication et de statistiques des producteurs, revendeurs et transporteurs, créé en 1969, (www.tfi.org).

Guides de bonnes pratiques de la European Fertilizer Manufacturer's Association (EFMA)

Année	Titre du guide téléchargeable sur le site
1992	Handbook for the Safe Storage of Ammonium Nitrate Based Fertilizers
1996	Guidance for the Compilation of Safety Data Sheets for Fertilizer Materials
1998	Guidelines for transporting nitric acid in tanks
2002	Recommendations for the Safe and Reliable Inspections of Atmospheric, Refrigerated Ammonia Storage Tanks
2003	Guidance for Safe Handling and Utilization of Non-conforming Fertilizers and Related Materials for Fertilizer Producers
2004	Guidance for Sea Transport of Ammonium Nitrate based Fertilizers , annex 1 - annex 2 - annex 3 - annex 4 - annex 5 and 6
2004	Guidance for Safe Handling and Utilization of Non-Conforming Solid Fertilizers and Related Materials for Fertilizer Importers, Distributors and Merchants
2005	Guidance for Transporting Ammonia by Rail
2005	Guidance for the Storage of Hot Ammonium Nitrate Solutions
2006	Guidance for the Compatibility of Fertilizer Blending Materials
2006	Guidance for UN classification of Ammonium Nitrate Based Substances
2007	Guidance for the Storage, Handling and Transportation of Solid Mineral Fertilizer
2008	Guidance for the preparation of safety data sheets for fertilizers materials
2009	Guidance for safe and secure storage of fertilizers on farms
Inconnue	Guidance For Handling Non-Conforming Ammonium Nitrate Based Fertilizers in Distribution Chain (A-3 poster)
Inconnue	DO'S AND DONT'S. Safe Storage of Fertilizers Containing AN (A-4 poster)

Documents de l'UNIFA

- Éléments pour la réalisation d'une étude des dangers d'un stockage d'engrais à base de nitrates, mesures de prévention et d'intervention, Mai 2000, UNIFA
- Le guide de l'exploitant, les bonnes pratiques du stockage des engrais solides à base de nitrates, FFCAT, FNA, GROUPAMA, ITCF, UNCAA, UNIFA Fiche de 3 pages UNIFA, Bonnes pratiques pour le stockage des produits fertilisants solides (conformes aux normes françaises NFU 42001, aux directives européennes (engrais CE) :
 - 1 page : préconisations de stockage des produits fertilisants solides
 - 1 page : consignes en cas d'incendie ou de décomposition de produits fertilisants azotés
 - sous forme informatique dans le CD-ROM du GTN engrais

Publications de l'International Fertiliser Society (IFS)

No IFS.	Année	Auteur	Titre
110	1969	R W R Carter, A G Roberts	Production of Ammonium Nitrate including Handling and Safety
124	1971	G Perbal	Thermal Stability of Fertilisers Containing Ammonium Nitrate
137	1973	G Perbal	Safety in Works
137	1973	G Perbal	Safety of Products and Raw Materials
137	1973	V P England	Safety Systems and Legal Requirements
137	1973	J F Killeen	Safety and Design and Operation
156	1976		Fertilisers and the Environment - Symposium
156	1976	F W Bennett, B C Spall	Effluent Problems in Fertiliser Manufacture - A Review
156	1976	L Whalley	Environmental Impact of Gaseous Emissions from the Manufacture of Fertilisers
156	1976	L Carter	Effects of Waste Chemicals from the Manufacture of Fertilisers on the Marine Environment
156	1976	C Thomas	Noise Pollution
156	1976	J Gardner	Health and Safety at Work Act (UK)
182	1979	Sir Frederick Warner	Risk Analysis and Fertiliser Plant
207	1982	R S Hullcoop	Surface treatments - Symposium on Materials of Construction in Fertiliser Plants. Session 2
207	1982	R S Hullcoop	Protecting Fertiliser Manufacturing Plant: The Role of Surface Coatings
207	1982	D W May	Corrosion and Protection of Concrete in an Ammonium Nitrate Environment
207	1982	P Furnival	Solving Wear Problems in a Compound Fertiliser Plant
265	1988	W van Hijfte	Storage and Distribution of Straight Ammonium Nitrate Fertilisers in Bulk
267	1988	D J Heather	Development of Legislation Affecting the Production, Distribution, Storage and Use of Fertilisers - The UK Experience
307	1991	L Lunde, R Nyborg	Stress Corrosion Cracking of Carbon Steel Storage Tanks for Anhydrous Ammonia
334	1993	V Bizzotto	Design and Operation of a Safe and Environmentally Friendly Nitrogen Fertiliser Plant - Eighteenth Francis New Lecture
352	1994	D J Heather, G E N Lance	Legislation Affecting the Production, Distribution, Storage and Use of Fertilisers in the 1990s
382	1996	R Nyborg, L Lunde, P-E Drønen	Control of Stress Corrosion Cracking in Liquid Ammonia Storage Tanks
383	1996	M R Bailey, R J Milborne, I K Watson	Safe Operation of Fertiliser Plants

No IFS.	Année	Auteur	Titre
384	1996	K D Shah	Safety of Ammonium Nitrate Fertilisers
385	1996	H Hagen	Risk Assessment in EU Safety Legislation - Adoption and Use
401	1997	K D Shah	Ammonia: Safety, Health and Environmental Aspects
406	1997	D M Martin, R S N Carne	Product Stewardship (Fertilisers)
441	1999	M N Hall, J L Jones	Public Confidence in Fertilisers and in Food Quality and Safety
448	2000	K D Shah, D C Thompson	Ammonium Nitrate: Safety Aspects of Blended and Granulated Compound Fertilisers based on Ammonium Nitrate
450	2000	H Kiiski	Ammonium Nitrate: Self-Sustaining Decomposition of NPK Fertilisers Containing Ammonium Nitrate
482	2001	J Kristensen, R Fogg	De-Commissioning of Ammonia Cold-Storage Tanks
492	2002	K D Shah	Safety Legislation and the Fertiliser Industry
494	2002	K D Shah, H van Balken	Off-spec and Reject Fertiliser: Management Guidelines
496	2002	G Atkinson, W D Adams	Ammonium Nitrate: Toxic Fume Risk from Fires in Storage
508	2003	H Kiiski, R J Milborne	Product Stewardship Applied to Fertilisers
515	2003	M Voorwinden, J-B Peudpièce, J-F Granger	Ammonium Nitrate Production Using a Pipe Reactor: Experiences over 10 Years
516	2003	K D Shah	Safety Assessment of Materials used in Construction and Equipment for Ammonium Nitrate Production and Storage
534	2004	D J Heather, H van Balken	Review of Recent Legislation Affecting the Fertiliser Industry
537	2004	J A Hudson	Nitric Acid Production - Operational Safety
541	2004	K D Shah	Legislation Affecting Nitric Acid Operations
546	2004	H Kiiski	Micronutrient Inclusion in Fertilisers: Safety and Compatibility
561	2005	K DeMarsh	Urea-Ammonium Nitrate Solution: Corrosive Characteristics and Hazards
580	2006	R J A Kersten, E I V van den Hengel, A C van der Steen	Safety Testing of Ammonium Nitrate Products
581	2006	K D Shah, H van Balken	Ammonium Nitrate Handling Operations: Guidance for Safe Practice
583	2006	H Kiiski	Phase Stabilisation of Ammonium Nitrate Fertilisers
585	2006	K D Shah, J F D Chys	Ammonium Nitrate Transport: Accidents and Investigations
597	2007	G P Smith	Fertiliser Security and Traceability - The UK Approach

No IFS.	Année	Auteur	Titre
627	2008	H.Kiiski	Ammonium Nitrate Fertilisers: Analysis and Appraisal of Classification Categories
628	2008	R H Dyson , P Waller K D Shah	Safety Assessment of Bitumen-based Asphalt (Tarmac) Flooring in Ammonium Nitrate Fertiliser Stores
629	2008	K D Shah	Ammonium Nitrate Production, Storage and Distribution: Accidents and Investigations
672	2010	K D Shah C Blackman	Decommissioning and Demolition of an Ammonium Nitrate Fertiliser Complex
673	2010	P Eames , J R Brightling	Process Safety in the Fertiliser Industry
674	2010	J-P Fossum , H Navsaria	A Fertiliser Company Approach to Improving Process Safety Performance

Publications de l'International Fertilizer Industry Association (IFA)

Avec le mot clé : « safety » : 20 résultats

Année	Titre	Auteur(s)
2011	A New Vision for Safety Performance Excellence: Preventing Serious Injuries, Fatalities and Catastrophic Events	Krause, T.R
2010	Process Safety in Yara - Lessons Learned from Recent Accidents	Fossum, J.-P
2009	The Role of Safety Qualifications in Enhancing Safety Performance	Morris, D.
2009	The Role of Safety Management Systems in Enhancing Safety Performance	Pitblado, R.; Urwin, C.
2009	The Experience of Indian Fertilizer Manufacturers in Safety Enhancement	Kaul, K.K.
2007	REACH Regulations and their Implications on Fertilizer Supply	Werner, A
2006	Code of Practice as a Tool to Improve Safety	Kankaanpää, T.
2006	Detonation Characteristics of Ammonium Nitrate Products	Kersten, R.
2006	Improving Workplace Safety: DuPont Commitment	Aleksandrowicz, M.
2006	Workplace Safety Management at GPIC: A Case Study Approach	Yasser A. Rahim Mohammed Ahmed/ Al Ansari, Fadhel
2004	Possibilities for Using Thermography in Improving Safety in the NPK Fertilizer Industry	Perälä, M.
2003	Safety Milestone - Implementation of HSE Management System at Ruwais Fertilizer Industries (FERTIL)	Al Rashid, M.R. / Bukhari, H.I. / Fikry, M.
2002	Safety Aspects of Ammonium Nitrate Fertilizers	Shah, K.D.
1998	GPIC'S INTEGRATED APPROACH TO SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT MANAGEMENT	YOUSIF ABDULLA YOUSIF
1996	IMPROVED TRAINING OF PROCESS WORKERS FOR THE SOUTH AFRICAN FERTILIZER INDUSTRY	DU PLESSIS, G.C. AND LOTZ, J.W.
1996	RE-ENGINEERING OF SAFETY SYSTEM IN A LARGE FERTILIZER COMPLEX	AGGARWAL, A.N. AND KHAMKAR, R.H.
1996	SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT (SHE)MANAGEMENT IN A LARGE MODERN NITROGENOUS FERTILIZER COMPLEX - NFCL'S APPROACH	KOORSE, G.M. AND KAMESWARA RAO, G.
1988	INVESTIGATIONS INTO THE INITIATION OF A DETONATION OF MOLTEN AMMONIUM NITRATE BY FALLING OBJECTS	HEEMSKERK, A.H., SCHUURMAN, P. AND STEEN, A. C.
1988	SAFETY REQUIREMENTS IN FERTILIZER PLANTS	PURUCKER, B.
1986	THE HAZARDOUS PROPERTIES OF AMMONIUM NITRATE FERTILIZERS AND THE REGULATIONS TO WHICH THEY ARE SUBJECTED	BARCLAY, K.S.

Avec le mot clé : « accident » : 5 résultats

Année	Titre	Auteurs
2009	Case study : explosion NPK plant	Slatten B.
2009	Case study : Lawsuit of AZF - France	Planquette L.
2008	Safety, Health and Environmental Risk Management on Fertilizer Sites	Lvov, V.V.
2002	The Future for Ammonium Nitrate in Europe	Maene, L.M.
2001	Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level	Goldschmitt, E.

IFA/IFDC Nitrogen Fertilizer Production Technology Workshop, octobre 2011

IFA Global Safety Summit 2009

Les thèmes des présentations lors du séminaire IGUS-OCDE organisé par la CE-DG Environnement au JRC à Ispra en Italie en Janvier 2002

Thème	Intervenant
The "Toulouse" follow-up from a European perspective: Update on DG-Environment actions	Jürgen Wettig
The Major Hazard in Toulouse September 21 st , 2001	Dominique Gilbert
Analysis of explosion effects further to the accident of 21 September 2001 in Toulouse	Marie-Astrid Kordek
Grande Paroisse plant : buildings 221-225	Marie-Astrid Kordek
Ammonium nitrate fertilizer grade : Liability to detonation	Marie-Astrid Kordek
Range of actions undertaken within this industrial sector after the major hazard: Proposals	Dominique Gilbert
Research program on ammonium nitrate (INERIS)	Marie-Astrid Kordek
Memorandum presented at the Environmental Council Meeting on October 29th, 2001	Dominique Gilbert
A review of past ammonium nitrate accidents and lessons learned	David Heather
Ammonium nitrate: Production and importance, properties and potential hazards	Kish D. Shah
Bibliography survey and laboratory tests on ammonium nitrate thermal decomposition	Jean-François Granger
Detonation properties of ammonium nitrate	Albert van der Steen, Ronald Kersten, Ed de Jong
The toxic effects from a fire involving ammonium nitrate	W. David Adams
Ammonium nitrate safety tests	Harri Kiiski, Torbjorn Legard
An hierarchy of control measures for the storage and handling of ammonium nitrate	W. David Adams
Best practices for storage and handling of ammonium nitrate fertilisers	Hans van Balken
Main points arising from EFMA papers	EFMA
EFMA statement on safety of ammonium nitrate fertilisers	EFMA
Ammonium nitrate risks in ports and marshalling yards	Jean-Jacques Ambroise
The Best Available Techniques Reference Document (BREF) for large volume inorganic chemicals – ammonia acids and fertilisers	Andrew Harrison
Public involvement in regulation of ammonium nitrate: The role of the APELL process	Fritz Balkau
Regulations for storage and transportation of ammonium nitrate and fertilisers based on ammonium nitrate in Germany	Heike Michael-Schulz
Ammonium nitrate production and storage in the Netherlands: The Dutch policy on safety	Henk van der Veen, Paul Uijt de Haag, P. H. Bottelberghs
Practices for managing ammonium nitrate risks (United Kingdom)	W. David Adams
Ammonium nitrate storage (Canada)	Robert Reiss, Jean-Paul Lacoursière

Documents de référence du Groupe sectoriel « engrais »

Les documents de référence produits sont :

- Un CD-ROM datant de Juin 2004 contenant le Guide pour la sécurité des stockages d'engrais construits en bois (partiellement ou totalement) (2004), TECHNIP, UNIFA et MEDD, + annexes essais NPK et essais ammonitrates.
- 1 CD-ROM contenant les documents et présentations des réunions de GT du 19/05/2005 et 30/06/2005 sur les engrais à base de NA : risques et interventions : Quatre grandes thématiques ont été retenues :
 - Risques, types d'accidents, enjeux :
 - (risques, types d'accidents, enjeux (présentations PowerPoint INERIS et renvoi vers le rapport INERIS (Kordek, 2005 sur les engrais solides à base de NA risques, types d'accidents, enjeux),
 - vidéo : illustration du phénomène de décomposition auto-entretenu par l'EFMA et Norsk Hydro,
 - vidéo : tenue au front de décomposition d'une paroi bois par Technip/UNIFA/MEDD.
 - Accident illustratif :
 - décomposition auto-entretenu Hoechst (1966) par l'EFMA et Norsk Hydro,
 - décomposition auto-entretenu à Murcie (2002), source : protection civile de la région de Murcie, Espagne,
 - détonation à Saint-Romain en Jarez (2003) par l'INERIS : relevé des impacts et dégâts.
 - Retour d'expérience en terme de moyens de prévention et de protection :
 - présentation d'un exercice POI face à une DAE par Yara
 - intervention face à la DAE survenue sur le cargo Deneb (2002).
 - Prévention des risques et bonnes pratiques de stockage :
 - vidéo de l'EFMA sur les engrais susceptibles de DAE,
 - synoptique d'identification des engrais classés – rubrique 1331 par le MEDD,
 - fiche technique prévention des risques professionnels du Ministère de l'Agriculture,
 - plaquette à l'usage des exploitants par l'UNIFA,
- Document de référence élaboré par le GTN engrais : Quantification du scénario de décomposition auto-entretenu de certains engrais composés à base de nitrate d'ammonium, Courrier SEI du 14 mars 2005

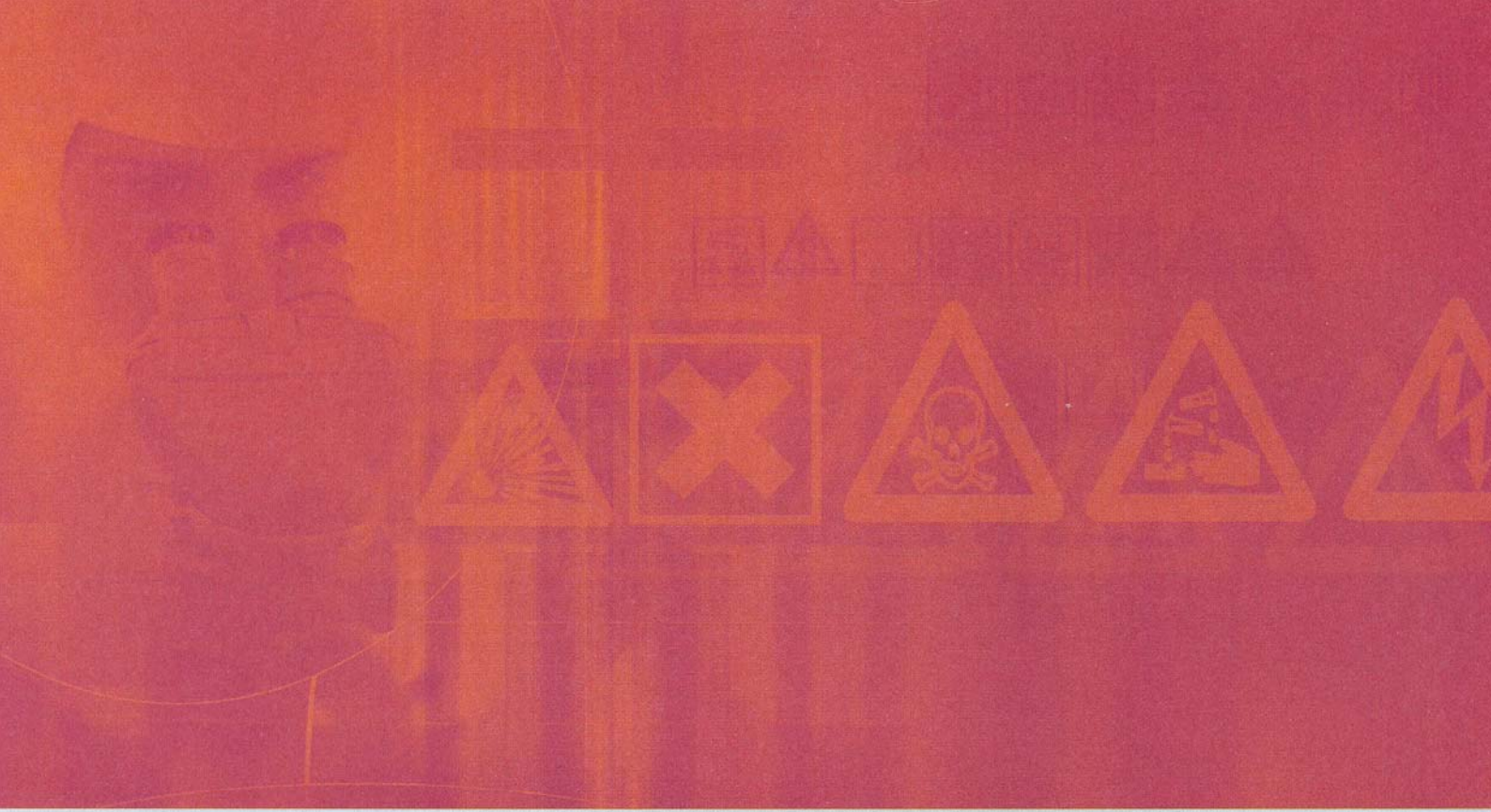
Un référentiel professionnel sur le stockage d'engrais solides à base de nitrate d'ammonium a également été élaboré et diffusé unilatéralement par la profession (en 2010) à des fins de formation des acteurs concernés. En revanche, ce document n'a pas été formellement approuvé par le GT en raison de points de divergence non résolus.

Il aborde notamment :

- en partie IV, les mesures de prévention et protection,
- des annexes relatives à :
 - Annexe 1 : Définitions, glossaire relatif aux risques industriels et à leur gestion dans le cadre des installations classées – 24/11/2004 – MEDD / DPPR /SEI et Groupe de travail de la profession – 2005,
 - Annexe 2 : Logigrammes sur la réglementation 1331/1332 et sur la directive Seveso, groupe de travail de la profession – 2005,
 - Annexe 3 : Principes généraux pour l'élaboration et la lecture des études de dangers, guide MEDD version n°1 – 24/03/2004,
 - Annexe 4 : Formation, Groupe de travail de la profession – 2005,
 - Annexe 5 : Traitement des produits non conformes de la rubrique 1332, groupe de travail de la profession – 2005,
 - Annexe 6 : comportement au feu des structures, Technip, 2004,
 - Annexe 7 : Argumentaire bâchage, groupe de travail de la profession – 2005,
 - Annexe 8 : Avis sur les hypothèses d'une modélisation du scénario de DAE composés à base de NA, Groupe de travail engrais (MEDD, DRIRE, INERIS, Technip, Profession) – 2005,
 - Annexe 9 : Consigne d'intervention en cas de sinistre sur un magasin d'engrais - groupe de travail de la profession – 2005.
- remarques de l'Inspection des IC sur le projet de référentiel sur la partie IV sur la version du 4 juillet 2005,
- avis sur le référentiel – partie IV – version du 4 juillet 2005 – INERIS n°65281/03 du 22/08/2005 (Kordek, 2005),
- note INERIS-DEC-LEMD-74968 – M-A. Kordek – du 12 Avril 2006 sur la rubrique 1332,
- synthèse des points de divergences exprimés au sein du GT Engrais, sur le référentiel, partie IV, version du 27 Avril 2006.

Documents produits par le CERCHAR et l'INERIS (sélection)

- Bigourd J, CERCHAR (1974) note du 24 octobre 1974.
- Bigourd J., Michot C. et Dangreaux J. (1978) Communication au colloque sur la sécurité dans l'industrie chimique à Mulhouse.
- C. Cwiklinski, l'essai en grand, une approche préventive et prévisionnelle pour l'incendie en milieu industriel, RGS, vol 97, Octobre 1990.
- G. Marlair, C. Cwiklinski, F. Marlière, C. Costa, A Review of Large-Scale Fire Testing Focusing on the Fire Behaviour of Chemicals, Interflam' 96, in: Proceedings of the Interscience Comm. Ltd., London, UK, 1996, pp. 371–382.
- Analyse des produits et des réglementations étrangères dans le cadre de l'enquête de l'Inspection Générale de l'Environnement sur la catastrophe d'AZF en 2001.
- Les réglementations des engrais à base de nitrate d'ammonium et les caractéristiques des nitrates en terme de détonabilité, Janvier 2002.
- Stabilité du nitrate d'ammonium, Mars 2003, (NON-PUBLIC, pour le MEDD).
- Les engrais solides à base de nitrate d'ammonium, 02/05/2005 – PUBLIC-WEB INERIS.
- Avis d'expert sur le rapport TECHNIP « Guide pour la sécurité des stockages construits en bois (partiellement ou totalement) » Partie 2 : les risques des engrais NPK liés à l'activité de stockage pour le GT Engrais et le MEDD, Novembre 2004.
- Quantification du scénario de décomposition des engrais composés à base de nitrate d'ammonium, pour le MEDD, Novembre 2004.
- Kordek M-A., INERIS (2005) Les engrais solides à base de nitrate d'ammonium, 02/05/2005 – PUBLIC- WEB INERIS.
- Marlair G. and Kordek M-A. (2005) Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilisers, Journal of Hazardous Material A123.
- MARLAIR G., KORDEK M-A., MICHOT C., High challenge warehousing : ammonium nitrate as a typical case study., Proceedings of the Technical working conference "Suppression, detection and signaling : research and applications" (SUPDET 2010), 16-19 february 2010, Orlando, USA, pp 125-127.



INERIS

*maîtriser le risque |
pour un développement durable*