

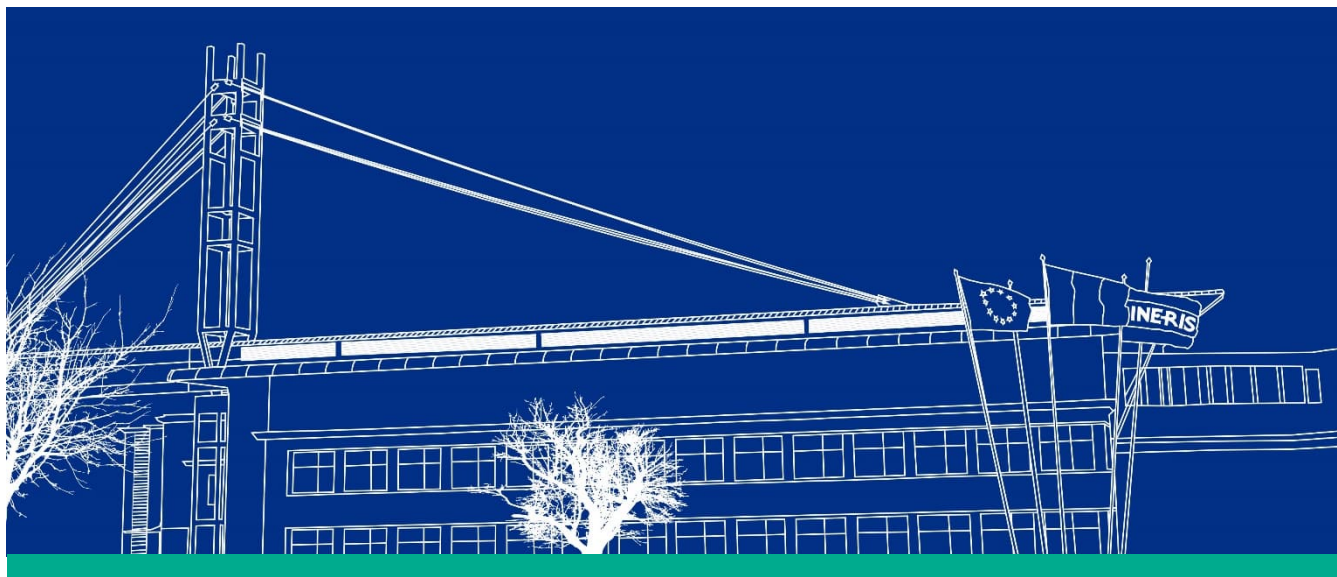


RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |



(ID Modèle = 454913)

Ineris – 233432 - 2851598 - v1.0

24/02/2026

**Appui à l'expertise de l'incendie survenu le
14 juin 2025 au sein de la société SPUR
Environnement de Rognac**

PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : DIRECTION INCENDIE, DISPERSION, EXPLOSION

Rédaction : COLLET Martin, VICOT Patricia

Vérification : CHAUMETTE SYLVAIN; STOUVENEL MICKAEL; DEAN MARY VIRGINIA

Approbation : BOUET REMY - le 24/02/2026

Table des matières

1	Introduction	5
1.1	Déontologie.....	5
1.2	Contexte	5
1.3	Réunions d'échanges	5
2	Description de l'installation concernée et informations sur l'événement.....	6
3	Réponses aux sollicitations posées par le BEA-RI	7
3.1	Hypothèse sur l'origine de l'incendie.....	7
3.2	Généralités sur le nitrate d'ammonium.....	8
3.3	Informations sur les produits susceptibles d'être stockés simultanément	10
3.3.1	Engrais minéraux composés ou complexes à base de nitrate d'ammonium	10
3.3.2	Produits phytosanitaires	12
3.3.3	Matériaux combustibles/inflammables.....	13
3.3.4	Substances comburantes	13
3.4	Recherches bibliographiques	14
4	Conclusion.....	21
5	Références	22
6	Annexes.....	23

Liste des figures

Figure 1	: Extrait des produits « jardinage » acceptés par la déchetterie de Rognac (Source : www.ecodds.com)	6
Figure 2	: Diagramme d'incompatibilités des engrais solides	7
Figure 3	: Formule du nitrate d'ammonium	8
Figure 4	: Essais DSC sur du nitrate d'ammonium	10
Figure 5	: Exemple de références commerciales d'engrais disponibles pour le grand public	11
Figure 6	: Scénario d'une décomposition auto-entretenu (DAE)	11
Figure 7	: Photo d'une décomposition auto-entretenu survenue à bord du navire Ostedijk (fev 2007) – (Source l'Agencia EFE)	12
Figure 8	: Exemple de références commerciales de produits phytosanitaires disponibles pour le grand public	13
Figure 9	: Effet du chlorure d'ammonium sur la réactivité du nitrate d'ammonium.[11].....	14
Figure 10	: Effet de la cellulose sur la réactivité de l'engrais HD (AN 33,5 %)	15
Figure 11	: Effet de l'urée sur la réactivité du nitrate d'ammonium	16
Figure 12	: Courbes de DSC - AN en mélange avec du soufre élémentaire	17
Figure 13	: Courbes d'ATD obtenues pour des mélanges AN-S-KCl)	18
Figure 14	: Courbes de DSC pour AN et AN + KCl à 5 K/min [6]	18
Figure 15	: Courbes de flux thermiques en fonction de la température pour le mélange AN/HCl à différentes proportions.....	19
Figure 16	: Courbes de flux thermiques en fonction de la température pour le mélange AN/H ₂ SO ₄ à différentes proportions.....	19
Figure 17	: Courbes d'ATD pour des mélanges AN/Zn.....	19
Figure 18	: Courbes de DSC pour des mélanges AN/huile et AN/émulsion d'eau	20
Figure 19	: Courbes d'évolution du flux thermique de mélanges AN/DCCNa et AN pur en fonction de la température en calorimètre C80 à 0,3 K/min	20
Figure 20	: Courbes d'évolution du flux thermique de mélanges AN/DCCNa et AN pur en fonction de la température en calorimètre C80 à 0,1 K/min	20
Figure 21	: Pictogrammes associés aux règles générales de stockage des engrais	21

Liste des tableaux

Tableau 1	: Propriétés du nitrate d'ammonium	9
Tableau 2	: Phase de transition du nitrate d'ammonium.....	9

Résumé

Le 14 juin 2025, vers 19h30, un incendie s'est déclaré dans les entrepôts de l'entreprise SPUR, spécialisée dans le traitement de déchets, sur la commune de Rognac (13). L'installation est classée Seveso, ce qui implique des risques élevés liés aux matières dangereuses potentiellement stockées et un cadre réglementaire strict de sécurité industrielle.

D'après les premières informations collectées, l'incendie aurait débuté dans une caisse « crocodile » utilisée pour le transport et le stockage de produits en provenance de plusieurs déchetteries du secteur. D'après l'exploitant, la caisse contenait des produits de jardinage pour les utilisateurs non professionnels. Le BEA-RI a sollicité l'Ineris afin d'identifier l'origine de ce départ d'incendie, ou du moins d'identifier de probables incompatibilités entre produits potentiellement mis en œuvre.

L'hypothèse avancée par l'Ineris est une incompatibilité entre un engrais faible dosage en nitrate d'ammonium (AN) (disponible pour le grand public) et un contaminant externe (produit phytosanitaire, produit comburant, matériau combustible, ...).

Plusieurs pistes d'incompatibilités chimiques potentielles ont pu être mises en évidence ou suggérées, notamment pour certaines associations impliquant le nitrate d'ammonium, en mélange avec du chlorure d'ammonium, du soufre et du chlorure de potassium, du dichloroisocyanurate de sodium (DCCNa), de l'huile ou autre. Ces résultats restent toutefois hypothétiques et ne permettent pas, en l'état, de conclure de manière définitive sur une implication directe de ces mélanges. Il est possible qu'un mélange de plusieurs composés évoqués ci-dessus ait pu avoir lieu et exercer un impact majeur sur la sensibilité de l'AN mais cela reste à prouver de manière expérimentale. Par ailleurs, l'hypothèse d'une non-implication du nitrate d'ammonium ne peut être exclue.

Le phénomène d'incendie observé pourrait résulter d'une combinaison de plusieurs facteurs (conditions de stockage chez le particulier, conditions ambiantes, cinétiques réactionnelles lentes, hétérogénéités locales des mélanges et effets d'échelle) qui auraient également pu exercer un impact sur la sensibilité des produits impliqués.

Pour citer ce document, utilisez le lien ci-après :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, **Appui à l'expertise de l'incendie survenu le 14 juin 2025 au sein de la société SPUR Environnement de Rognac**, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 233432 – 2851598 - v1.024/02/2026.

Mots-clés :

BEA-RI, Incendie, SPUR Environnement, Traitement/élimination de déchets dangereux, Engrais, NPK, Produits phytosanitaires, Incompatibilité.

1 Introduction

1.1 Déontologie

L'Ineris n'a pas réalisé de prestation commerciale avec la société SPUR Environnement depuis plus de 5 ans. SPUR Environnement fait partie du groupe VEOLIA pour lequel nous avons réalisé une prestation depuis 2020, prestation qui n'a pas de lien avec le site SPUR Environnement, ni avec les travaux présentés dans ce document.

1.2 Contexte

Le 14 juin 2025, vers 19h30, un incendie s'est déclaré dans les entrepôts de l'entreprise SPUR, spécialisée dans le traitement de déchets, sur la commune de Rognac (13). L'installation est classée Seveso, ce qui implique des risques élevés liés aux matières dangereuses potentiellement stockées et un cadre réglementaire strict de sécurité industrielle.

Le feu a demandé une importante intervention des secours : jusqu'à 140 sapeurs-pompiers restés engagés sur le site et une trentaine de militaires de la gendarmerie nationale pour sécuriser la zone. Cinq personnes ont été légèrement blessées lors de l'intervention des secours.

Les relevés effectués dans plusieurs zones habitées à proximité n'ont pas révélé de toxicité significative de l'atmosphère. Le bassin de rétention des eaux d'extinction a débordé vers l'étang de Berre, entraînant une pollution localisée. Par mesure de précaution, les autorités ont pris des arrêtés interdisant la baignade, la pêche et les activités nautiques de loisir sur l'étang jusqu'à ce que les analyses de l'eau permettent de lever ces interdictions.

D'après les premières informations collectées, l'incendie aurait débuté dans une caisse « crocodile » homologuée pour le transport. Les produits présents dans cette caisse provenaient de plusieurs déchetteries du secteur. D'après l'exploitant, ce sont des produits de jardinage pour les utilisateurs non professionnels.

Le BEA-RI a ainsi sollicité l'Ineris afin d'identifier l'origine de ce départ d'incendie, ou du moins d'identifier de probables incompatibilités entre produits potentiellement impliqués.

1.3 Réunions d'échanges

Cet accompagnement a fait l'objet de plusieurs échanges entre le BEA-RI et l'Ineris, tenus les 30 juillet 2025 et 25 août 2025. Le support de synthèse de l'analyse de l'Ineris (sous forme de document de travail) présenté lors du dernier échange a été fourni au BEA-RI.

2 Description de l'installation concernée et informations sur l'événement

L'accident du 14 juin 2025 s'est produit aux alentours de 19 h, dans le stockage de déchets dangereux divers, provenant de différentes déchetteries. Ces déchets étaient stockés en amont de leur destruction par la société SPUR Environnement.

Par analyse de la vidéosurveillance, le point de départ de l'incendie a été identifié dans une caisse « crocodile » homologuée au transport. Il s'est ensuite propagé à l'ensemble de la cellule de stockage contenant divers produits conditionnés pour certains en GRV¹.

Aucune intervention humaine (travaux par point chaud, malveillance) n'a été observée lors du départ d'incendie. La cinétique du phénomène d'incendie semble rapide.

D'après l'exploitant, la caisse à l'origine de l'incendie contenait des produits de jardinage pour les utilisateurs non professionnels, sans précisions supplémentaires. Ces produits étaient tous sous forme solide. Le temps de stockage préalable à l'inflammation n'a pas dépassé les 12 h.

La Figure 1 reprend la nature des produits dénommés « produits de jardinage » acceptés par la déchetterie.



JARDINAGE

Figure 1 : Extrait des produits « jardinage » acceptés par la déchetterie de Rognac
(Source : www.ecodds.com)

Les conditions météorologiques enregistrées par la station météo à Marseille-Marignane (à 6 kms de Rognac) sur la période du 2 au 14 juin 2025 sont les suivantes :

- Températures minimales : 18 – 21°C,
- Températures maximales : 27 – 33 °C,
- Hygrométrie : 65 – 70 %,
- Précipitations : 0 mm (0,2 mm le 02/06/2025).

¹ GRV : Grand Récipient en Vrac

3 Réponses aux sollicitations posées par le BEA-RI

3.1 Hypothèse sur l'origine de l'incendie

La sollicitation principale du BEA-RI porte sur l'identification des mécanismes physico-chimiques pouvant être à l'origine de cet incendie.

Les produits listés dans la Figure 1 sont différents par leur nature et par les dangers qu'ils peuvent présenter. On retient des produits comburants (engrais inorganiques, chlorate de sodium), des combustibles (emballages), des produits inflammables (soufre), des produits dangereux pour l'environnement (bouillie bordelaise). De plus, certains peuvent être incompatibles les uns avec les autres.

L'hypothèse avancée par l'Ineris est une potentielle incompatibilité entre un engrais faible dosage en nitrate d'ammonium (AN), disponible pour le grand public, et un contaminant externe (produit phytosanitaire, matériau combustible ou comburant, ...). Cette contamination a pu avoir lieu aussi bien lors du stockage chez le particulier, que lors des opérations effectuées en déchetterie.

Cette hypothèse a été retenue en raison des propriétés dangereuses des engrais à base de nitrate d'ammonium. En effet, le nitrate d'ammonium peut présenter un risque d'incendie, de décomposition et dans certaines conditions de détonabilité lorsqu'il est en mélange avec diverses substances même en très faibles quantités (dérivés chlorés, oxyde métalliques, matières organiques, ...). De plus ces phénomènes peuvent être accrus en cas de cyclage² du nitrate d'ammonium, ou de prise en masse due à l'humidité. Il faut souligner que les produits apportés en déchetterie par le particulier peuvent avoir été stockés pendant de longue période et pas forcément dans des conditions adéquates. Dans ce cas, les engrais peuvent avoir un comportement moins stable en raison de leur vieillissement lié au cyclage de température et/ou à leur prise en masse.

Dans la littérature mais aussi dans l'accidentologie, un certain nombre de substances sont connues pour avoir un impact sur la décomposition du nitrate d'ammonium. Parmi ces substances, il figure même des substances utilisées dans l'agriculture et le jardinage. La Figure 2 [1] reprend les incompatibilités des engrais solides. On constate que les engrais disponibles pour le grand public (NPK, NP, NK) sont incompatibles avec le soufre et l'urée. Mais par leur utilisation (jardinage), on peut penser qu'ils pourraient être stockés ensemble en déchetterie.

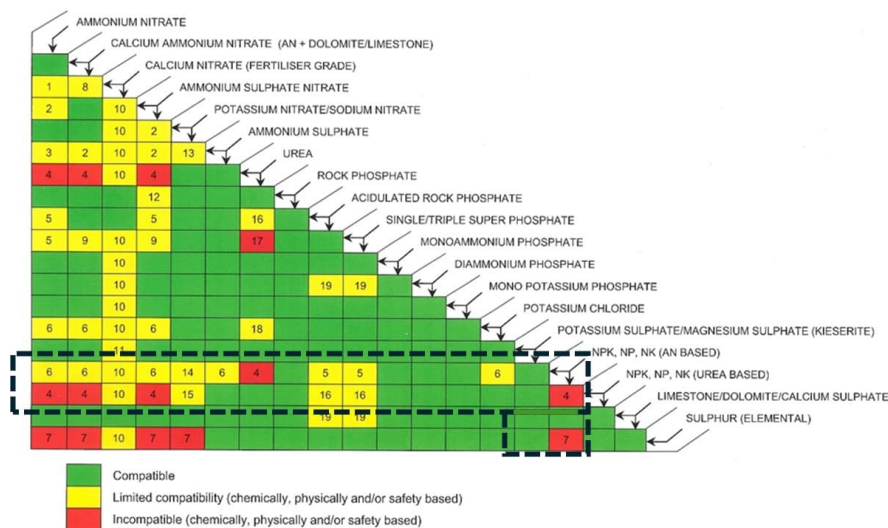


Figure 2 : Diagramme d'incompatibilités des engrais solides

² Variations des conditions atmosphériques (température, pression, humidité, ...)

Comme autres incompatibilités connues, nous pouvons citer [2] :

- Les liquides inflammables : essence, huiles de graissage, fiouls, solvants,
- Les gaz liquéfiés sous pression,
- Les produits phytosanitaires,
- Les liquides corrosifs, ou autres substances réactives : acides et chlorates, sels de cuivre,
- Les solides inflammables (soufre élémentaire, poussières métalliques),
- Liquides corrosifs, acides, alcalis et autres substances réactives (oxydantes ou réductrices) (chlorates, les hypochlorites, les nitrites, les sels de cuivre ou de chrome, les chromates, les permanganates),
- Métaux en poudre, métaux alcalins, zinc ou fer galvanisé, cuivre ou alliage de cuivre.
- Les produits organiques facilement combustibles : foin, paille, aliments pour animaux,
- Les substances qui dégagent une chaleur importante en présence d'humidité (chaux vive, cyanamide calcique),
- Les produits qui provoquent un dégagement d'ammoniac avec les engrais : ciment, chaux,
- Les sacs vides et les palettes ou tout matériau combustible en général (risque d'incendie).

Nota : Des composés susceptibles d'être impliqués dans l'incident sont soulignés dans le texte

3.2 Généralités sur le nitrate d'ammonium

L'espèce chimique Nitrate d'ammonium (NH_4O_3) n'est pas une substance naturelle. Elle est le plus souvent obtenue par réaction de l'acide nitrique HNO_3 sur la base NH_3 .

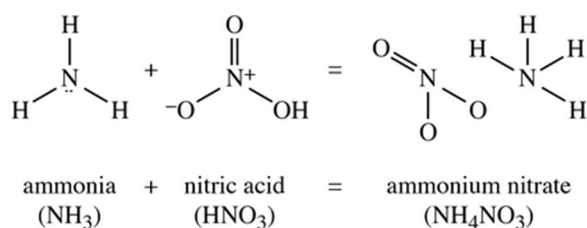


Figure 3 : Formule du nitrate d'ammonium

Le nitrate d'ammonium pur est un solide cristallin blanc, de masse molaire de 80 g/mol ayant un point de fusion à 169,6°C.

Ses principales propriétés sont les suivantes :

Tableau 1 : Propriétés du nitrate d'ammonium

Property	Property value
Molecular formula	NH ₄ NO ₃
Molecular weight	80
Heat of combustion	1,447.7 J/g
Heat of formation	4,594 J/g
Heat of explosion	1,447.7 J/g
Heat of fusion	76.7 J/g
Density	1.725 g/cm ³
Color	Colorless
Melting point <small>(valeur influencée par la présence d'humidité.)</small>	169.6°C
Specific volume	0.580 cm ³ /g
Solubility in water at 20°C	66 g/100 g
Oxygen content	60%
Available oxygen	20%
Estimated flame temperature	1500°C
Detonation velocity	1,250–4,650 m/s
Coefficient of thermal expansion at 20°C	9.82 × 10 ⁻⁴ %/°C
Specific heat from 0 to 31°C	1.72 J/mol
Vapor pressure at 205°C	7.4 mmHg

Le nitrate d'ammonium est un produit stable à température et pression ambiantes. Il peut être stocké sur une longue période dans de bonnes conditions de conservation.

Le nitrate d'ammonium peut exister sous plusieurs structures cristallines différentes en fonction de l'humidité, de la température, de la pression et d'autres facteurs. Il présente six phases cristallines connues dans des conditions de pression standard, qui sont stables dans des plages de température spécifiques.

Le Tableau 2 présente les plages de température de cinq phases du nitrate d'ammonium dont la structure est bien documentée dans la littérature [14],[15]. Ces transitions de phase entraînent un changement de volume de la phase solide du nitrate d'ammonium.

Tableau 2 : Phase de transition du nitrate d'ammonium

Phase	Gamme de température	Système cristallin
-	>169,6°C	Liquide
I	125,2°C à 169,6°C	Cubique
II	84,2°C à 125,2°C	Tetragonal
III	32,1°C à 84,2°C	α-rhombique
IV	-18°C à 32,1°C	β-rhombique
V	<-18°C	Tetragonal

On observe ces changements de phase (pic endothermique) dans la Figure 4 suivis par un pic exothermique dû à la décomposition du nitrate d'ammonium.

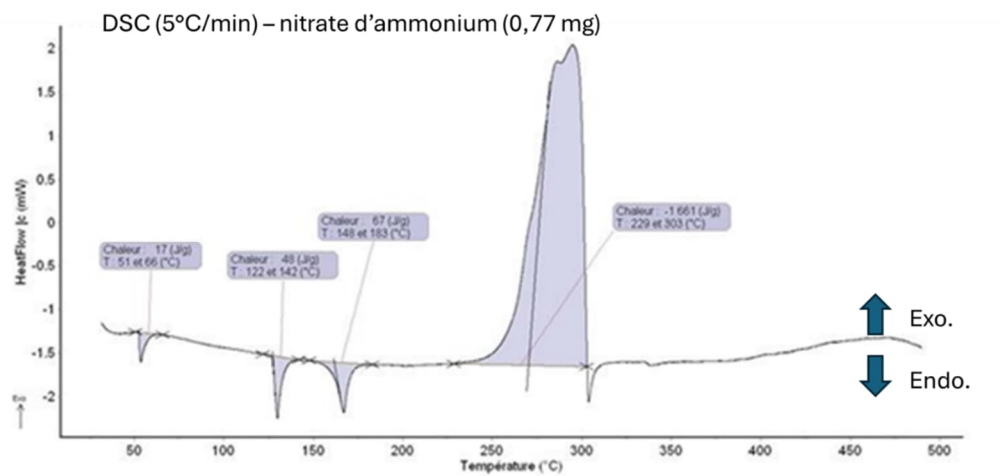


Figure 4 : Essais DSC sur du nitrate d'ammonium

Le nitrate d'ammonium sert surtout à la fabrication d'engrais chimiques dans l'agriculture.

Les produits à base de nitrate d'ammonium sont les suivants :

- Nitrate d'ammonium technique destiné à la fabrication des explosifs,
- Nitrate d'ammonium en solution chaude (NASC), qui est un produit intermédiaire industriel,
- Engrais ammonitrates à haut dosage (AN HD) avec une teneur en azote (N) de 28 à 34,5 %,
- Engrais ammonitrates à moyen dosage (AN MD), avec une teneur en azote (N) de 20 à 28 %,
- Engrais composés à base d'ammonitrates : engrais complexes et engrais de mélange (engrais NPK, NP, NK).

En raison de leur teneur en azote, seuls les engrais composés à base d'ammonitrates sont disponibles pour le grand public.

3.3 Informations sur les produits susceptibles d'être stockés simultanément

N'ayant pas d'informations sur les produits solides présents dans la caisse lors de l'incendie, il est détaillé ci-après des familles de produits.

3.3.1 Engrais minéraux composés ou complexes à base de nitrate d'ammonium

Les engrais composés à base de nitrate d'ammonium contiennent au moins deux éléments fertilisants majeurs. On distingue les engrais binaires (NP, NK, PK) et les engrais ternaires (NPK). Leur désignation provient des nutriments qu'ils contiennent. (le « N » la composition en azote élémentaire, « P » la composition en phosphates (exprimé en anhydride phosphorique de P_2O_5) et le « K » la composition en potassium (exprimé en oxyde de potassium K_2O)).

Le type d'engrais le plus répandu et accessible pour le grand public sont les fertilisants NPK à base de nitrate d'ammonium (N < 16 %) que l'on peut retrouver dans certaines références commerciales (Figure 5).



Figure 5 : Exemple de références commerciales d'engrais disponibles pour le grand public

Par leur teneur en nitrate d'ammonium, ce type de produit ne présente pas de risque de décomposition rapide entraînant des effets mécaniques (détonation). Cependant une décomposition thermique est possible en fonction de la structure (granulométrie, « âge », ...), d'une contamination, et/ou d'un apport externe d'énergie (incendie).

De plus, certains engrais NPK à base d'ammonitrates peuvent présenter un risque de décomposition auto-entretenue (DAE). Ces engrais ont généralement une composition dite en "V" c'est-à-dire une composition plus ou moins équivalente en "N" et "K" et moindre en "P".

Cette réaction de décomposition auto-entretenue (DAE) qui est assimilable à une déflagration de très faible vitesse, va être amorcée par une source de chaleur ou par un engrais non conforme (contamination). La température d'initiation peut être assez faible (à partir de 130°C). Mais une fois amorcée, cette source de chaleur n'est plus nécessaire à son développement.

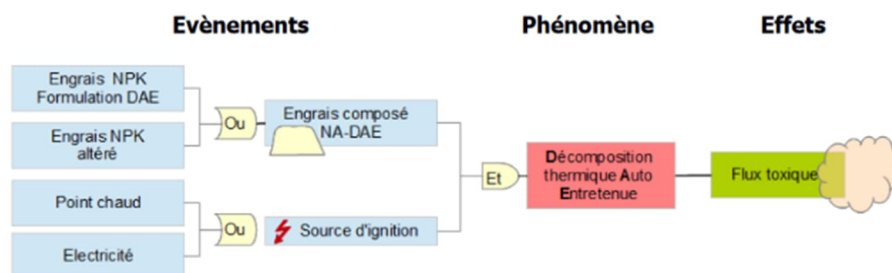


Figure 6 : Scénario d'une décomposition auto-entretenue (DAE)

Il faut souligner qu'à partir de la température de 185°C, la réaction devient exothermique et irréversible. Cette décomposition n'a pas d'effets mécaniques violents mais entraîne la production de gaz chauds irritants et de fumées de couleur rousse (ammoniac, acide nitrique, oxydes d'azote). Plus la température est élevée, plus la production de fumées est importante. Ces fumées, si elles sont respirées, peuvent entraîner des conséquences sur la santé (ex. œdème pulmonaire). Une période d'induction (sans flamme) de plusieurs heures peut survenir avant ce phénomène et la température maximale atteinte par ce phénomène est située entre 300 et 600°C. Certains éléments comme le cuivre et le soufre peuvent catalyser ce phénomène.

La Figure 7 illustre le type dégagement gazeux pouvant survenir lors d'une réaction de décomposition auto-entretenue sur un stockage de 6015 t d'engrais composé à base d'ammonitrates NPK 15.15.15.



Figure 7 : Photo d'une décomposition auto-entretenu survenue à bord du navire Ostedijk (fev 2007) – (Source l'Agencia EFE)

D'autres facteurs aggravants peuvent avoir un impact sur la sensibilité thermique du nitrate d'ammonium :

- Le vieillissement et les cyclages de température/humidité (conditions pouvant être retrouvées lors d'un stockage prolongé et non contrôlé chez un particulier) peuvent entraîner un changement de phase du nitrate d'ammonium. En effet, à la température de 32°C, le nitrate d'ammonium présente une transition de phase cristalline (cf. Tableau 2) passant de la forme cristalline orthorhombique à la forme cristalline monoclinique. Cette transition, qui est influencée par la présence d'eau dans le nitrate d'ammonium, s'accompagne d'une variation de volume du cristal. Il s'ensuit des contraintes qui se matérialisent par la formation de fissures et de vides internes ou externes au grain, voire à la rupture du grain avec formation de poussières (fines). La réactivité et la stabilité du nitrate d'ammonium sont susceptibles d'être modifiées. On parle de « vieillissement » du nitrate d'ammonium lorsque le produit a subi une ou plusieurs transitions cristallines successives à 32°C,
- Le nitrate d'ammonium présente un caractère fortement hygroscopique. En l'absence de conditions de stockage à atmosphère contrôlée, il adsorbe l'humidité ambiante, conduisant à la dissolution partielle de la phase cristalline et à la formation d'un film superficiel de solution aqueuse saturée. Cette phase liquide peut alors migrer par capillarité et imprégner les matériaux poreux adjacents (carton, bois, textile, ...). Ce comportement hygroscopique favorise en outre des phénomènes d'agglomération³ et de recristallisation lors du stockage prolongé (phénomène exacerbé au-delà de 60 % d'humidité relative), aboutissant à la formation de masses compactes et localement sur-concentrées. Ces hétérogénéités physico-chimiques peuvent induire une augmentation locale de la densité énergétique et, par conséquent, accroître la réactivité et la sensibilité du matériau.

3.3.2 Produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires, souvent désignés dans le langage courant sous le terme de pesticides, sont des formulations chimiques conçues pour protéger les végétaux contre des organismes nuisibles tels que les adventices (herbicides), les champignons pathogènes (fongicides), ou les insectes indésirables (insecticides).

Ils se composent d'une ou plusieurs substances actives, associées à des co-formulants qui optimisent leur distribution et efficacité :

- Matières actives d'origine chimique : Glyphosate, atrazine, chlorate de sodium, Sel de sodium d'acide dichloroisocyanurique, ...
- Matières actives d'origine naturelle : Pyrèthre, roténone, ...
- Matières actives d'origine minérale : Bouillie bordelaise (cuivre), bouillie nantaise (soufre), ou soufre élémentaire (principalement utilisées en tant que fongicides), ...

³ Phénomène appelé « mottage » quand les grains peuvent être séparés facilement et « enrochement » lorsque les grains forment un bloc compact



Figure 8 : Exemple de références commerciales de produits phytosanitaires disponibles pour le grand public

En France, depuis l'entrée en vigueur de la loi Labbé en 2019 et des décrets associés, la vente, la détention et l'utilisation de produits phytosanitaires chimiques par les particuliers sont en principe interdites, à l'exception de produits à faible risque, dit de biocontrôle⁴.

Cependant, il n'est pas à exclure la présence en déchetterie de produits phytosanitaires avec matière active chimique de synthèse interdites à l'heure actuelle dans le cas d'un dépôt de produit acheté avant l'interdiction.

Certains composants de ses produits peuvent être incompatibles avec le nitrate d'ammonium. Nous pouvons citer par exemple le soufre, principalement utilisé en tant que fongicide et acaricide, qui même en faible quantité entraîne une réactivité plus importante du nitrate d'ammonium pouvant aller jusqu'à la détonation sous certaines conditions.

3.3.3 Matériaux combustibles/inflammables

Les engrais, en particulier ceux à base de nitrate d'ammonium, peuvent être déposés concomitamment avec des déchets ménagers ou de bricolage contenant des liquides inflammables ou combustibles (restes de carburants, solvants, huiles), ainsi qu'avec des matériaux organiques combustibles tels que cartons, sacs, déchets végétaux ou aliments pour animaux.

De plus, la manipulation et la fragmentation de déchets métalliques à proximité peuvent conduire à la présence de poussières combustibles, susceptibles de se déposer sur ou à proximité des produits fertilisants. Cette co-localisation accidentelle ou opérationnelle peut créer des situations de risque accru, les engrais oxydants pouvant intensifier la combustion de matières combustibles adjacentes et modifier les scénarios d'incident, en particulier en cas d'échauffement, de contamination croisée ou d'incendie

3.3.4 Substances comburantes

Une situation analogue peut être observée pour les comburants et les produits destinés au traitement des piscines, fréquemment stockés à proximité de produits de jardinage et apportés en déchetterie par des particuliers. Ces produits, qui comprennent notamment des composés fortement oxydants tels que les hypochlorites, les chlorates ou les dichloro-isocyanurates, peuvent se retrouver en co-présence avec des engrais, des déchets contenant des liquides inflammables ou combustibles, des matières organiques, ainsi que des poussières combustibles, y compris métalliques.

⁴ Liste de produits phytopharmaceutiques et de biocontrôle autorisés, au titre des articles L.253-5 et L.253-7 du code rural et de la pêche maritime : <https://info.agriculture.gouv.fr/boagri/instruction-2025-43>

3.4 Recherches bibliographiques

Afin de vérifier l'hypothèse d'une incompatibilité entre un engrais et un contaminant externe, l'Ineris a effectué une revue bibliographique des travaux expérimentaux (externes et internes à l'Ineris) réalisés sur du nitrate d'ammonium, des engrais sous forme purs et contaminés.

Il faut souligner que la majeure partie des essais et des données recensées portent sur du nitrate d'ammonium ou des engrais à base de nitrate d'ammonium à haut dosage (HD). En effet comme le souligne L. MEDARD dans ses ouvrages « Les explosifs occasionnels », l'engrais NPK a des propriétés explosives faibles et ce risque ne se présente que parmi les engrais de cette nature ayant une teneur relativement élevée en nitrate d'ammonium. Aussi, les mécanismes de décomposition du nitrate d'ammonium sont quantifiés avec du nitrate d'ammonium purs ou des engrais avec une teneur élevée en nitrate d'ammonium (type engrais 33,5 %).

Les engrais NPK comportent plusieurs composés chimiques et notamment en matière de base comme le chlorure de potassium (KCl). Ces composés peuvent modifier les réactions thermiques de décomposition du produit : phénomène de décomposition auto-entretenu (DAE).

Cette complexité chimique plus élevée peut accroître leur sensibilité aux phénomènes d'incompatibilité chimique en cas de contamination. A titre d'exemple, une teneur de 0,5% d'ion chlorure peut rendre une DAE possible [16]. Cette diversité ionique favorise, en présence de sensibilités dues à la perte d'intégrité cristalline, des interactions susceptibles de modifier la cinétique de décomposition thermique par rapport à un nitrate d'ammonium techniquement pur ou stabilisé.

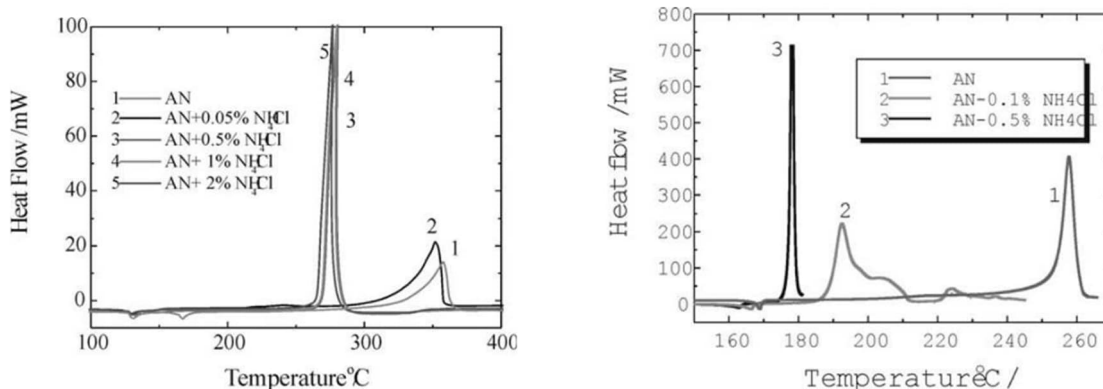
Les essais réalisés à l'Ineris ne l'ont pas été spécifiquement dans le cadre de cet appui au BEA-RI. Nous nous sommes focalisés, en particulier, sur des substances ayant pu entrer en contact avec le nitrate d'ammonium. Ce chapitre est une synthèse de ces travaux.

Nitrate d'ammonium et le chlorure d'ammonium

Le chlorure d'ammonium qui se présente sous la forme de poudre blanche est utilisé, entre autres, comme additif pour l'alimentation des ruminants. En raison de son utilisation, une contamination en amont de la déchetterie est éventuellement possible.

Les essais en calorimètre différentiel à balayage (DSC) et en calorimètre adiabatique C80 de la Figure 9 montrent que le nitrate d'ammonium en mélange avec 0,1 % de chlorure d'ammonium a un comportement accéléré par rapport à celui du nitrate d'ammonium pur. La réaction de décomposition du nitrate d'ammonium démarre plus tôt en présence du chlorure d'ammonium. En raison des quantités d'échantillon testées et de la loi de chauffe appliquée, cette température est plus précise en calorimètre C80 (170°C (courbe 3) au lieu de 250°C (courbe 1)).

Il faut donc noter qu'en cas de faible contamination avec du chlorure d'ammonium, le nitrate d'ammonium est moins stable thermiquement. Ce comportement étant dû à la présence des chlorures.



Courbe de DSC (2 mg - 10°K/min)

Courbe de C80 (500 mg - 0,1°K/min)

Figure 9 : Effet du chlorure d'ammonium sur la réactivité du nitrate d'ammonium.[11]

Nitrate d'ammonium et matière organique

Sous le terme de matière organique, il est regroupé un nombre important de substances. Nous pouvons citer à titre d'exemple le caoutchouc, le foin, la poussière de bois, le carton, la cellulose.

La contamination du nitrate d'ammonium par des matières organiques rend le produit plus réactif, pouvant entraîner une détonation dans certaines conditions.

Pour illustrer ce point, la Figure 10 reprend des essais effectués en calorimètre DSC sur de l'engrais haut dosage (AN 33,5 %) pur ou en mélange avec 5 % de cellulose. On constate bien que la présence de cellulose entraîne une réactivité plus importante de l'engrais à base de nitrate d'ammonium ainsi qu'une température de début réaction plus basse.

Ces résultats montrent l'importance d'éviter le contact des engrais à base de nitrate d'ammonium avec des matières organiques comme la cellulose.

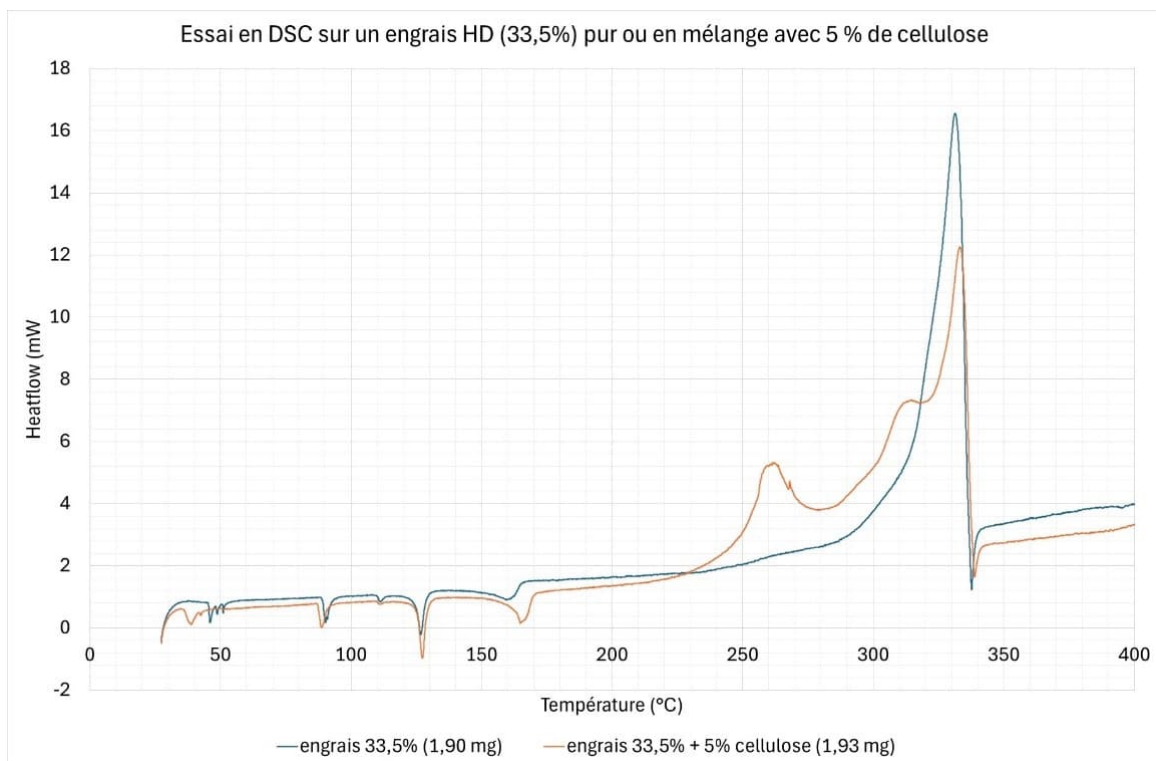


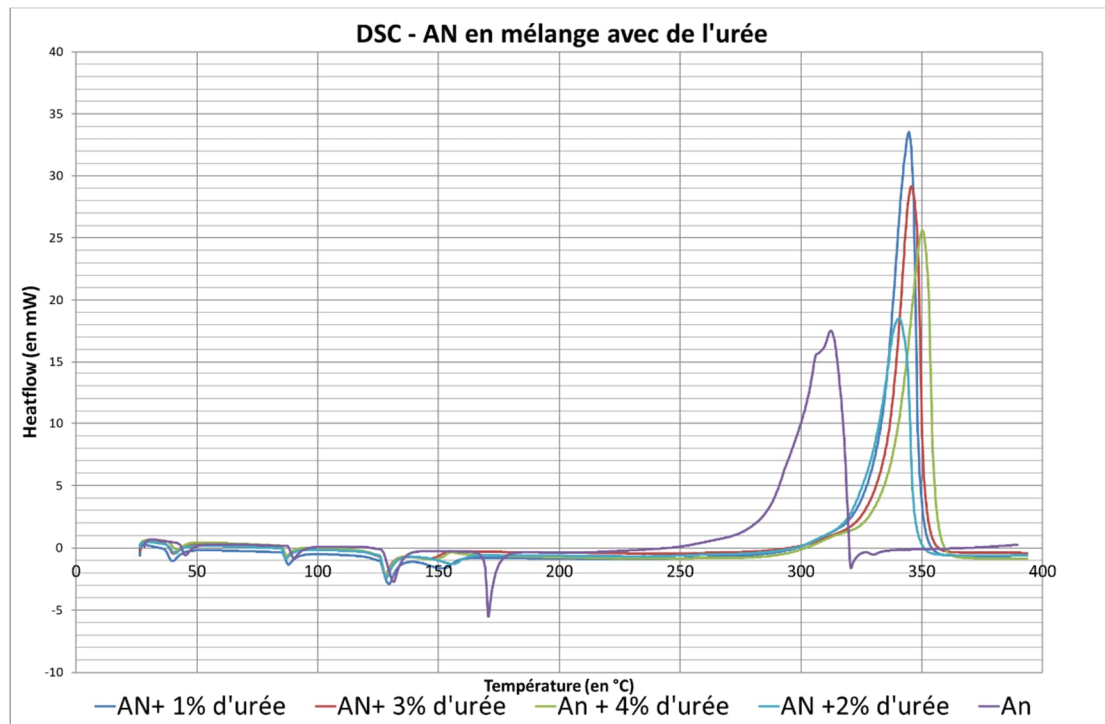
Figure 10 : Effet de la cellulose sur la réactivité de l'engrais HD (AN 33,5 %)

Nitrate d'ammonium et urée

En raison de leur utilisation comme engrais, une éventuelle mise en contact des deux produits est possible. Le nitrate d'ammonium en présence d'urée a un comportement plus violent pouvant aller jusqu'à la détonation en cas de confinement.

La présence d'urée augmente l'énergie libérée par la décomposition du nitrate d'ammonium. Comme on peut le voir sur la Figure 11, avec 4 % d'urée, une augmentation de 23 % de l'énergie est mesurée. Cependant, il faut noter que la température à laquelle la réaction se produit est plus élevée pour le nitrate d'ammonium en présence d'urée que pour le nitrate d'ammonium pur.

Le nitrate d'ammonium contaminé avec de l'urée est plus stable thermiquement mais à la différence du nitrate d'ammonium pur, lors des essais de détonabilité de l'ONU (l'épreuve ONU 2a), il peut propager la détonation.



Mélange	AN	AN+ 1% urée	AN + 2% urée	AN+ 3% urée	AN + 4% urée
Chaleur ΔH (J/g)	1441	1590	1524	1657	1768
$(\Delta H_{AN+Uree} - \Delta H_{AN}) / \Delta H_{AN}$	0%	10%	6%	15%	23%

Figure 11 : Effet de l'urée sur la réactivité du nitrate d'ammonium

Nitrate d'ammonium et soufre

Le soufre étant utilisé comme fongicide, une contamination du nitrate d'ammonium par celui-ci est donc possible.

Des essais en DSC à 5 K/min réalisés sur du nitrate d'ammonium ont montré une synergie entre le nitrate d'ammonium et le soufre. En effet, la réaction de décomposition du mélange nitrate d'ammonium et soufre à différentes concentrations démarre environ 50°C avant la réaction de décomposition de l'AN pur. L'énergie libérée lors de la décomposition du nitrate d'ammonium contaminée augmente avec la teneur en soufre. Avec 4 % de contaminant, l'augmentation de l'énergie est de 122 % par rapport à celle mesurée pour le nitrate d'ammonium pur.

Ces résultats montrent l'importance d'éviter le contact du nitrate d'ammonium avec le soufre.

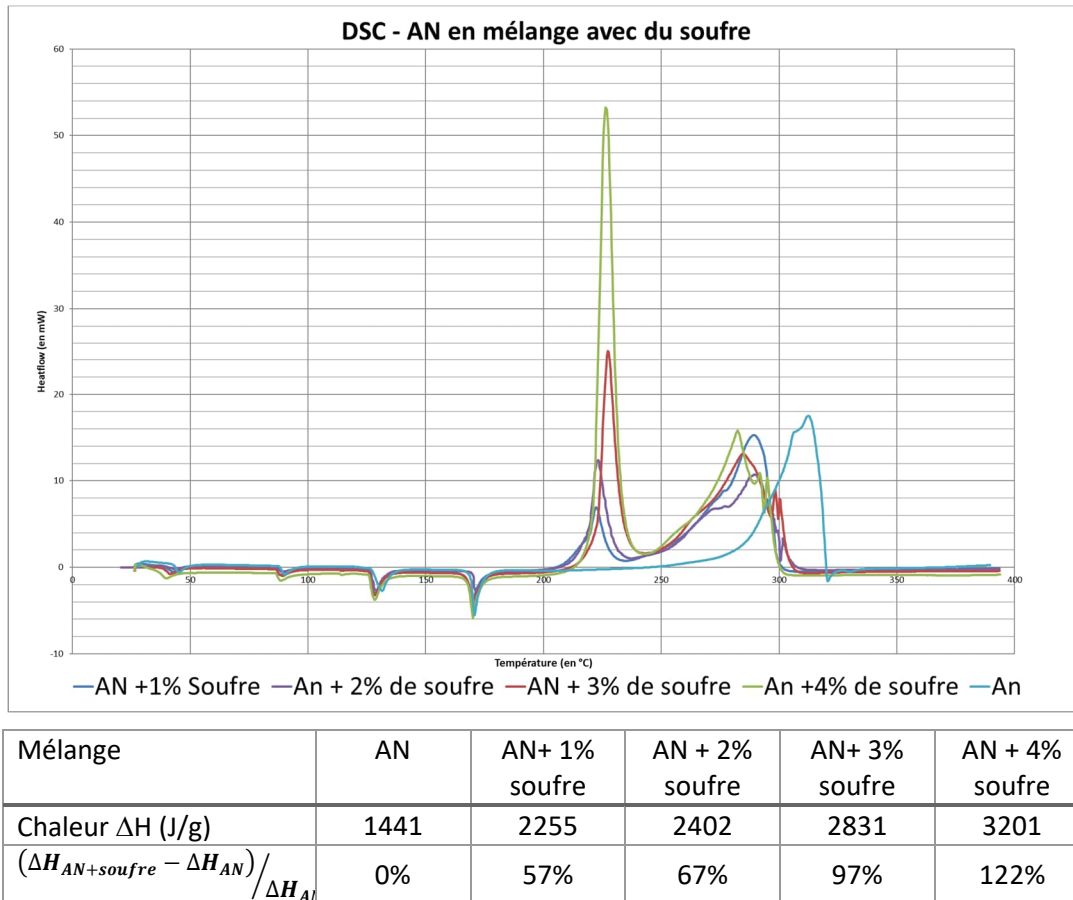


Figure 12 : Courbes de DSC - AN en mélange avec du soufre élémentaire

De plus, des essais de détonabilité de l'ONU (l'épreuve ONU 2a)), réalisés à l'Ineris ont montré que le mélange nitrate d'ammonium pur avec 5 % de soufre pouvait détoner.

Nitrate d'ammonium et chlorure

Une contamination du nitrate d'ammonium par des chlorures est une hypothèse retenue pour cette étude. Les chlorures font partie, dans la littérature, des substances susceptibles de modifier le comportement du nitrate d'ammonium, comme on peut le constater dans les deux figures suivantes. Le chlorure, déjà présent dans de nombreuses formulations NPK, pourrait avoir joué un rôle important dans cet incident. La présence d'ions chlorure (Cl^-) est généralement plus fréquente dans les engrais de type NPK que dans les engrais à base de nitrate d'ammonium seul, en raison de l'utilisation du chlorure de potassium (KCl). Cette présence est pertinente pour l'analyse des mécanismes de décomposition thermique, car les espèces chlorures peuvent interagir avec l'acide nitrique issu de la dissociation du nitrate d'ammonium ainsi qu'avec d'autres intermédiaires réactionnels. Ces interactions sont susceptibles de modifier ou d'accélérer certaines voies de décomposition thermique.

Que ce soit pour les essais en ATD (analyse thermique différentielle) ou en DSC (cf. Figure 14), on observe que la présence du catalyseur chloré [4], [5], [6], entraîne une décomposition du nitrate d'ammonium plus rapide (sous forme d'un pic) et à une température plus basse que pour le nitrate d'ammonium pur.

En effet, la présence d'ions chlorures par effet synergique, abaisse la température de décomposition du nitrate d'ammonium selon la réaction :

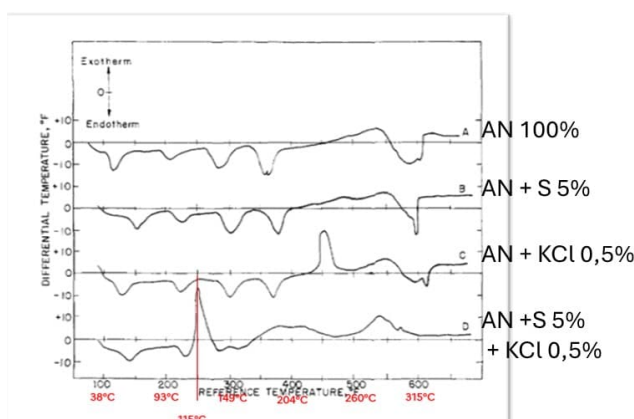
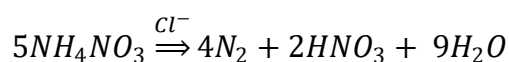


Figure 13 : Courbes d'ATD obtenues pour des mélanges AN-S-KCl)

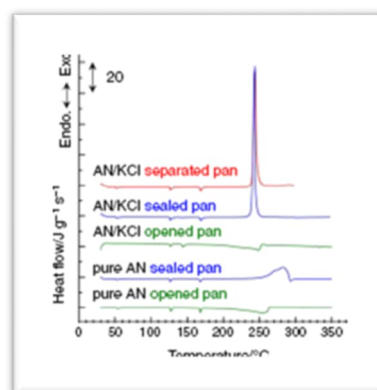


Figure 14 : Courbes de DSC pour AN et AN + KCl à 5 K/min [6]

On observe que la réaction de décomposition commence aux alentours de 115°C pour le mélange ternaire AN/S/KCl (cf. Figure 13), ce qui correspond à la température de fusion du soufre élémentaire. Une réaction entre le soufre fondu et le dioxyde d'azote produit par la décomposition de l'AN catalysée par le chlore a été identifiée par Keenan et Dimitriades [4].

Nitrate d'ammonium et acides

Une contamination par un acide fort n'est a priori possible qu'en amont du dépôt à la déchèterie.

Le mélange du nitrate d'ammonium avec un acide fort est déconseillé selon la littérature étant donné qu'il peut entraîner des réactions violentes, voir explosives. Cette réactivité significative est observée en calorimètre C80 (0,3 K/min) pour le mélange AN/HCl (Figure 15) et dans une moindre mesure pour le mélange AN/H₂SO₄ (Figure 16) [7].

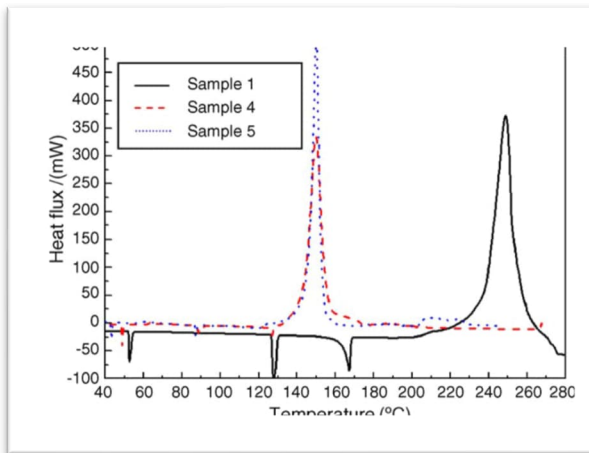


Figure 15 : Courbes de flux thermiques en fonction de la température pour le mélange AN/HCl à différentes proportions

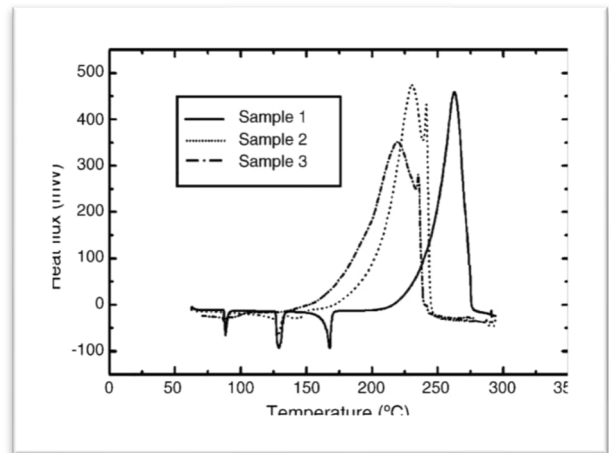


Figure 16 : Courbes de flux thermiques en fonction de la température pour le mélange AN/H₂SO₄ à différentes proportions

Nitrate d'ammonium et poussières métalliques

Le Nitrate d'ammonium fondu présente un risque de réaction violente avec un grand nombre de métaux (Sb, Bi, Cd, Cr, Co, Cu, Mg, Ni, Pb, Zn) pouvant aller jusqu'à l'explosion. Un mélange de poudre de zinc et de nitrate d'ammonium peut s'enflammer en présence de 8 à 18 % de sels (NH₄Cl, NaCl, CaCl₂, ...) ou en présence d'une quantité minimale d'humidité et de matière organique ou en présence de chlorures ou thiocyanates [12].

La présence de Zinc sous forme pulvérulente, sulfate ou oxydée, exerce un impact sur la réactivité du nitrate d'ammonium [5]. On observe une réaction exothermique du Zinc pulvérulent après le point de fusion de l'AN (autour de 188°C) puis une décomposition (Figure 17) ainsi qu'une stabilisation de l'AN par l'oxyde de zinc puis une réaction exothermique violente à la température de décomposition de l'AN (Figure 17).

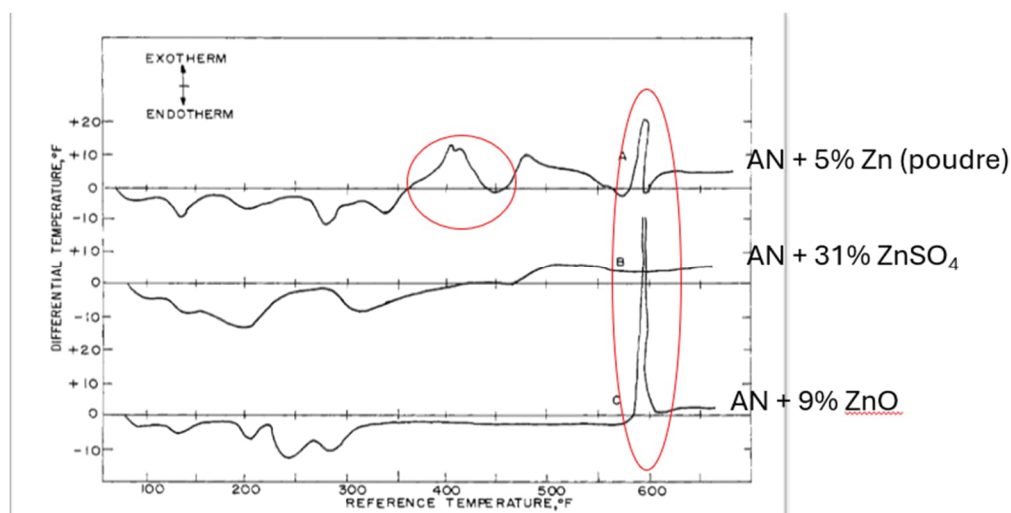


Figure 17 : Courbes d'ATD pour des mélanges AN/Zn

Nitrate d'ammonium et huiles

L'huile (ou d'autres liquides inflammables/combustibles) peuvent se retrouver en mélange avec le nitrate d'ammonium lors du stockage chez le particulier.

Pour rappel, les mélanges dénommés « nitrate fioul » sont des mélanges explosifs. Ils sont constitués de nitrate d'ammonium et d'huiles minérales, en général du fioul domestique, dans une certaine proportion. La qualité du nitrate, et en particulier sa porosité, joue un rôle important sur les performances du nitrate-fioul.

Le mélange nitrate d'ammonium et huile minérale est plus sensible que le nitrate pur (Tonset plus faible : 292°C au lieu de 322°C pour un mélange à 5 % d'huile, Figure 18). Cependant, cette température de début de réaction augmente en même temps que la concentration en huile dans le mélange [8].

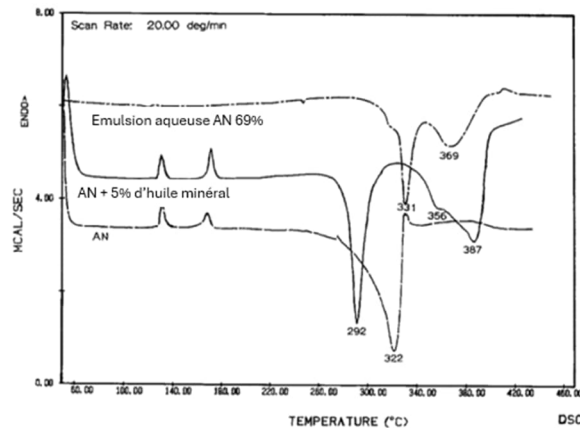


Figure 18 : Courbes de DSC pour des mélanges AN/huile et AN/émulsion d'eau

Nitrate d'ammonium et substances comburantes

Différents composés comburants comme le dichloroisocyanurate de sodium (DCCNa) ou le chlorate de sodium (NaClO_3), respectivement utilisés en tant que désinfectants pour piscine et désherbants, ont possiblement pu être en contact avec du nitrate d'ammonium. Un mélange de ces produits est possible lors du stockage chez le particulier (abri de jardin) ou directement en déchèterie pour le chlorate de sodium.

On observe une baisse significative (d'environ 100°C) de la température de début de décomposition lors du mélange de nitrate d'ammonium et DCCNa en calorimètre C80 (Figure 19 et Figure 20).

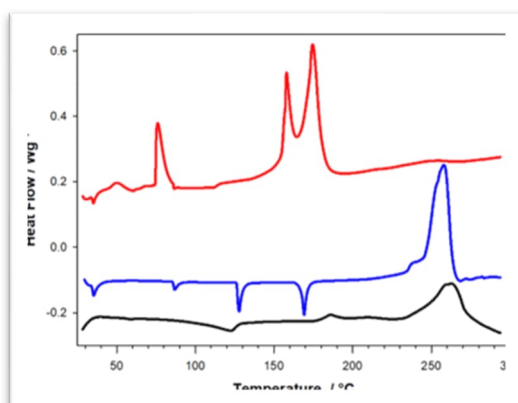


Figure 19 : Courbes d'évolution du flux thermique de mélanges AN/DCCNa et AN pur en fonction de la température en calorimètre C80 à 0,3 K/min

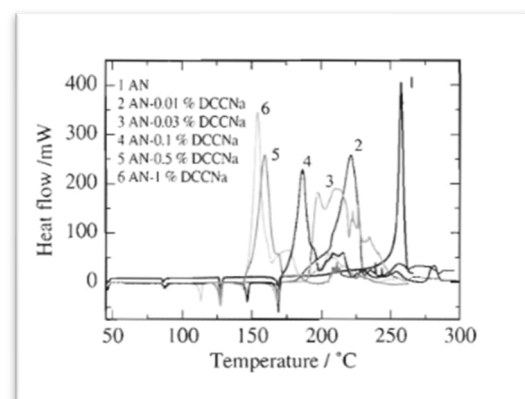


Figure 20 : Courbes d'évolution du flux thermique de mélanges AN/DCCNa et AN pur en fonction de la température en calorimètre C80 à 0,1 K/min

4 Conclusion

Il demeure très difficile d'identifier avec certitude les phénomènes physico-chimiques à l'origine des événements observés. Les recherches bibliographiques effectuées n'ont pas permis de mettre en évidence un mécanisme unique et clairement attribuable à un composé isolé.

Néanmoins, plusieurs pistes d'incompatibilités chimiques potentielles ont pu être mises en évidence ou suggérées, notamment pour certaines associations impliquant le nitrate d'ammonium (AN) faible dosage, en mélange avec du chlorure d'ammonium, du soufre et du chlorure de potassium, du dichloroisocyanurate de sodium (DCCNa), de l'huile ou autre.

Ces résultats restent toutefois hypothétiques et ne permettent pas, en l'état, de conclure de manière définitive sur une implication directe de ces mélanges. Il est possible qu'un mélange de plusieurs composés évoqués, ci-dessus, ait pu avoir lieu et exercer un impact majeur sur la sensibilité de l'AN mais cela reste à prouver de manière expérimentale. Par ailleurs, l'hypothèse d'une non-implication du nitrate d'ammonium ne peut être exclue.

L'identification de l'origine énergétique de l'initiation (source d'énergie, énergie d'activation, mécanisme d'amorçage thermique ou chimique) apparaît tout aussi complexe. Le phénomène d'incendie observé pourrait résulter d'une combinaison de plusieurs facteurs (conditions de stockage chez le particulier, conditions ambiantes, semi-confinement de la caisse de stockage, cinétiques réactionnelles lentes, hétérogénéités locales des mélanges et effets d'échelle). Au vu des informations disponibles, l'hypothèse d'une seule décomposition DAE n'est pas prioritaire en raison de la quantité d'engrais NPK susceptible d'être présente dans la caisse de transport et du confinement thermique associé.

Enfin, il convient de souligner que les essais rapportés dans la littérature, ainsi que ceux menés à l'Ineris et présentés dans ce travail, ne sont pas directement comparables entre eux. Les différences significatives de protocoles expérimentaux (type et inertie de l'équipement, rampes et modes de chauffe, masses et géométries d'échantillons, atmosphère d'essai, ...) limitent fortement toute comparaison directe. Néanmoins, certaines tendances générales peuvent être dégagées, en particulier, la sensibilité accrue de certains systèmes à la présence de mélanges ou de contaminations croisées.

Au regard de ces éléments, une première recommandation de nature préventive consiste à privilégier une séparation stricte du stockage des engrais à base de nitrate d'ammonium vis-à-vis d'autres produits, notamment les produits phytosanitaires, les matières combustibles, ainsi que les engrais à base d'urée ou contenant des additifs organiques. Une vigilance particulière doit être accordée à l'identification et à la gestion des conditionnements souillés ou contaminés. En cas d'emballage défectueux (contamination, rupture, etc.), il est recommandé de refuser le produit afin de prévenir tout déversement et risque de contamination, ou, à défaut, de l'isoler dans un suremballage.

Cette recommandation est appuyée par le fait que, dans les règles générales de stockage des engrais, il est conseillé de le stocker à l'écart de tous produits pouvant interagir avec.



Figure 21 : Pictogrammes associés aux règles générales de stockage des engrais

5 Références

- [1] E. J. Gilbertson et E. Vallin, « HANDBOOK OF SOLID FERTILISER BLENDING Code of Good Practice for Quality ».
- [2] « fiche_nitrate_ammonium-1-2 (2).pdf ».
- [3] « sit-013-v1-nitrate-dammonium(2).pdf ».
- [4] A. G. Keenan et B. Dimitriades, « Mechanism for the Chloride-Catalyzed Thermal Decomposition of Ammonium Nitrate », *J. Chem. Phys.*, vol. 37, n° 8, p. 1583-1586, oct. 1962, doi: 10.1063/1.1733343.
- [5] D. R. Forshey et F. J. P. Perzak, « Fire hazards of ammonium nitrate-sulfur systems », *J. Agric. Food Chem.*, vol. 15, n° 6, p. 954-966, nov. 1967, doi: 10.1021/jf60154a020.
- [6] L. X.-R. et K. H., « Study on the Contamination of Chlorides in Ammonium Nitrate », *消防研究所報告 Rep. Natl. Res. Inst. Fire Disaster*, n° 100, p. 299-305, mars 2006.
- [7] J. Sun, Z. Sun, Q. Wang, H. Ding, T. Wang, et C. Jiang, « Catalytic effects of inorganic acids on the decomposition of ammonium nitrate », *J. Hazard. Mater.*, vol. 127, n° 1-3, p. 204-210, déc. 2005, doi: 10.1016/j.jhazmat.2005.07.028.
- [8] J. C. Oxley, S. M. Kaushik, et N. S. Gilson, « Thermal decomposition of ammonium nitrate-based composites », *Thermochim. Acta*, vol. 153, p. 269-286, nov. 1989, doi: 10.1016/0040-6031(89)85441-3.
- [9] Investigation of the Fertilizer Fire aboard the Ostedijk -RORY HADDEN, FREDDY X. JERVIS and GUILLERMO REIN
- [10] Agencia EFE, 2007
- [11] X.-R. LI and H. KOSEKI, "Study on the contamination of chlorides in ammonium nitrate" - *Process Safety and Environmental Protection*, 83(B1): 31–37
- [12] INRS Nitrate d'ammonium
- [13] Règlement (UE) 2019/1009 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 établissant les règles relatives à la mise à disposition sur le marché des fertilisants UE, modifiant les règlements (CE) n° 1069/2009 et (CE) n° 1107/2009 et abrogeant le règlement (CE) n° 2003/2003 (JO L 170 du 25.6.2019, p. 1–114).
- [14] Dunuwille, M.; Yoo, C.S. Phase diagram of ammonium nitrate. *J. Chem. Phys.* **2013**, *139*, 214503.
- [15] Herrmann, M.J.; Engel, W. Phase transitions and lattice dynamics of ammonium nitrate. *Propell. Explos. Pyrot.* **1997**, *22*, 143–147
- [16] Les explosifs occasionnels, deuxième édition revue, Technique et Documentation (Lavoisier), 1987, Volume 2.L.Médard

6 Annexes

Annexe 1 : Lettre de saisine – 1 page.

Mission conjointe BEA-RI Ineris

Le BEA-RI a décidé le 16/06/2025 d'ouvrir une enquête sur l'évènement survenu le 13/06/2025 au sein de l'entreprise SPUR Environnement, site classé Seveso seuil Haut située à Rognac (13).

Deux enquêteurs du BEA-RI se sont rendus sur site.

Selon les premiers éléments de l'enquête, cet accident semble être la conséquence d'une réaction entre deux déchets incompatibles dans une caisse de déchets de produits phytosanitaires au sein d'un bâtiment abritant une activité de tri de déchets dangereux diffus.

Nous souhaiterions mobiliser l'expertise de l'Ineris, dans le cadre de notre convention de coopération, pour identifier, sur la base d'une analyse bibliographique, les réactions chimiques qui peuvent impliquer des produits phytosanitaires et expliquer le phénomène observé le jour de l'accident.

Nous souhaiterions pouvoir disposer de vos conclusions sous un format libre selon un calendrier qui sera défini entre vos équipes et les enquêteurs en charge de l'affaire.

Fait à la Défense, le 24/07/2025

**Pour le Directeur empêché
Le directeur adjoint du BEA-RI**


Laurent OLIVÉ

