



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

BARP !
DGPR SRT



Synthèse

Septembre 2025

Explosions de bouteilles de protoxyde d'azote dans les incinérateurs de déchets non dangereux Bilan 2024



AR ! **A**

Crédits photos :

Thierry DEGEN/TERRA

DR Exploitant

DREAL Bourgogne-Franche-Comté

Sommaire

INTRODUCTION.....	4
1. LE PROTOXYDE D'AZOTE.....	5
2. LE NOMBRE D'EVENEMENTS RECENSES.....	6
3. LA FREQUENCE DE CES EVENEMENTS.....	7
4. LES CONSEQUENCES.....	9
5. LE RETOUR D'EXPERIENCE DES EXPLOITANTS.....	11
CONCLUSION.....	13

INTRODUCTION

Des usages détournés du protoxyde d'azote, en raison de son effet euphorisant, sont observés depuis 1999 par le dispositif TREND¹. Une augmentation sensible de ces usages est recensée, avec des conséquences importantes sur la santé. L'augmentation de son utilisation génère une multiplication des déchets de bouteilles de protoxyde d'azote (cartouches métalliques). Ces bouteilles se retrouvent fréquemment dans les incinérateurs de déchets non dangereux et peuvent causer des explosions dans les fours lorsqu'elles ne sont pas totalement vides. En effet, dans ces circonstances, en raison des températures élevées, le gaz restant dans les bouteilles monte en pression jusqu'à ce que ces dernières explosent.

Les explosions de bouteilles de protoxyde d'azote peuvent rentrer dans le cadre des dispositions de l'article R. 512-69 du code de l'environnement². Quand elles ont pour conséquences l'arrêt d'un four d'incinération, elles donnent lieu à un enregistrement dans la base de données ARIA³.

Jusqu'à récemment, la majorité de ces événements ne faisait pas l'objet de déclaration de la part des exploitants, et n'était donc pas enregistrée dans la base. L'impact principalement économique de ces événements, sans conséquences environnementales ou humaines, pourrait expliquer cette situation.

Par ailleurs, les fédérations professionnelles ont diffusé plusieurs documents explicitant la récurrence et les conséquences de ces événements⁴.

Pour disposer d'un état des lieux de ces événements et de les enregistrer le cas échéant dans la base de données ARIA, la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) a décidé de lancer en mars 2025 un recensement, pour l'année 2024, des explosions ayant entraîné un arrêt technique non programmé de la ligne d'incinération. Il a été demandé aux DREAL de transmettre à tous les incinérateurs de leur région cette demande de recensement.

Ce document présente une analyse des retours obtenus à la date du 1^{er} avril 2025.

¹ Tendances récentes et nouvelles drogues (TREND) est un dispositif national de collecte d'informations, piloté depuis 1999 par l'Observatoire Français des Drogues et des Tendances addictives (OFDT)

² Article R. 512-69 du code de l'environnement : l'exploitant d'une installation soumise à autorisation, à enregistrement ou à déclaration est tenu de déclarer, dans les meilleurs délais, à l'inspection des installations classées les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation qui sont de nature à porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L. 511-1.

³ ARIA : la base de données ARIA est une base de données accessible gratuitement sur internet : <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>. Cette base de données est vivante et s'enrichit au fur et à mesure des remontées d'information, notamment de l'Inspection des Installations Classées. Il ne s'agit pas d'une base de données statistiques et n'est donc pas exhaustive de l'accidentologie observée.

⁴ https://www.fnade.org/ressources/documents/source/1/6260-rapport_protoxyde_d_azote_VF_SVDU.pdf

1

LE PROTOXYDE D'AZOTE

Le protoxyde d'azote ou monoxyde de diazote, ou oxyde nitreux, ou hémioxyde d'azote est un composé chimique de formule N_2O . Il est également communément appelé « gaz hilarant » ou « proto ».

Ce gaz comburant est incolore, d'odeur et de saveur légèrement sucrées. Il est principalement utilisé dans le domaine médical, mélangé à de l'oxygène, pour son action anesthésiante/analgésiante, ou dans le domaine culinaire, pour les siphons à chantilly par exemple.

Le conditionnement de ce gaz est effectué dans des bouteilles métalliques, sous pression. Le volume de ces dernières est variable en fonction de l'usage auquel il est destiné.

2 LE NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS RECENSES

Sur les 119 incinérateurs de déchets non dangereux de métropole, le BARPI a eu connaissance d'informations sur 48 d'entre eux à la date du 1^{er} avril 2025.

Ce recensement a permis d'enregistrer, dans la base de données ARIA, 148 explosions de bouteilles de protoxyde d'azote **ayant conduit à un arrêt technique non programmé**, au cours de l'année 2024.

6

3 LA FREQUENCE DE CES EVENEMENTS

Ces 148 événements concernent 29 installations d'incinération de déchets non dangereux. L'installation la plus impactée enregistre 19 arrêts techniques non programmés liés à des explosions de bouteilles de protoxyde d'azote. Cela représente plus de la moitié des arrêts techniques non programmés de cette installation (29 au total sur l'année 2024 sur ses 2 lignes d'incinération).

7

Explosion de bouteilles de protoxyde d'azote dans un incinérateur de déchets non dangereux ARIA 63891 – 01/01/2024 – Thiverval-Grignon (78)



Des bouteilles de protoxyde d'azote explosent dans un four d'un incinérateur de déchets non dangereux. À 4h07, le four est arrêté pour réparer les dégâts matériels.

Des barreaux de la grille sont cassés. La ligne d'incinération est arrêtée pendant 46 h. Les pertes financières sont estimées à 58 000 €. 500 t de déchets ne peuvent pas être incinérées et 255 MWh d'électricité ne sont pas produits.

L'exploitant prend les mesures suivantes :

- communication auprès du syndicat intercommunal de gestion des déchets de l'obligation de jeter les bouteilles de protoxyde d'azote en déchetterie et sensibilisation des adhérents ;
- contrôle de manière inopinée des camions avant vidage. Toutefois, les résultats sont peu probants car les bouteilles sont difficiles à déceler sans procéder à l'ouverture des sacs d'ordures ménagères ;
- programmation de la modification des barreaux de grille par une technologie différente au prochain arrêt technique annuel.

Sur l'année, l'incinérateur a connu 18 autres arrêts techniques non programmés liés à des explosions de bouteilles de protoxyde d'azote conduisant au total à l'indisponibilité d'une ligne d'incinération pendant 980 h (ARIA 63892, 63893, 63894, 63895, 63896, 63897, 63898, 63899, 63900, 63901, 63919, 63920, 63921, 63974, 63975, 63976, 63978, 63980). 11 553 t de déchets n'ont pas pu être incinérées, 6 087 MWh d'électricité n'ont pas été produits et le coût financier est de l'ordre de 1,3 M€.

Toutefois, la présence d'une bouteille de protoxyde d'azote dans les déchets arrivant dans une installation d'incinération de déchets non dangereux ne conduit pas forcément à une explosion dans le four d'incinération. Les bouteilles ayant contenu du protoxyde d'azote et totalement vides n'explosent pas et sont retrouvées en sortie de l'incinérateur dans les mâchefers. L'analyse des mâchefers et le recensement des bouteilles de protoxyde d'azote dans ces derniers peuvent permettre de montrer l'ampleur du phénomène.



Bouteilles de protoxyde d'azote retrouvées dans les mâchefers d'un incinérateur de déchets non dangereux

Ainsi, en 2023, un incinérateur a recensé durant 15 jours le nombre de bouteilles de protoxyde d'azote retrouvées dans les mâchefers et a dénombré une moyenne journalière de 60 bouteilles.

Par ailleurs, chaque explosion liée à la présence d'une bouteille de protoxyde d'azote dans le four d'incinération ne conduit pas systématiquement à un arrêt technique non programmé. Ainsi, en 2024, une installation a recensé 474 explosions de bouteilles de protoxyde d'azote sur ses 2 lignes d'incinération qui ont conduit au total à 6 arrêts techniques non programmés. Le recensement a, par ailleurs, été effectué avec un outil qui sous-estime le nombre d'explosions.

Explosion de bouteilles de protoxyde d'azote dans un incinérateur de déchets non dangereux ARIA 63910 – 24/01/2024 – Carrières-sous-Poissy (78)



Des bouteilles de protoxyde d'azote explosent dans un four d'un incinérateur de déchets non dangereux. Le four est arrêté pour réparer les dégâts matériels.

Des barreaux de grille sont cassés. Des dépassements sont observés sur les VLE en CO et COT. La ligne d'incinération est arrêtée pendant 37 h. Les pertes financières (pertes d'exploitation et frais de maintenance) sont de l'ordre de 55 000 €.

L'exploitant prend les mesures suivantes :

- communication et sensibilisation auprès du syndicat sur la gestion des déchets de bouteilles de protoxyde d'azote ;
- réflexion sur une nouvelle technologie de barreaux de grille en lien avec des travaux du groupe auquel il appartient.

Sur l'année, l'incinérateur a connu 5 autres arrêts techniques non programmés liés à des explosions de bouteilles de protoxyde d'azote conduisant au total à l'indisponibilité d'une ligne d'incinération pendant 188 h (ARIA 63912, 63914, 63917, 63918, 63927). Les pertes financières sur l'année sont de 328 000 €. Un outil interne a estimé 474 explosions de bouteille de protoxyde d'azote sur les 2 lignes d'incinération au cours de l'année. Cet outil sous-estime le nombre réel. En raison de ces explosions, des travaux supplémentaires ont été réalisés lors de l'arrêt technique annuel sur les barreaux des grilles, les réfractaires et les tubes des chaudières.

4 LES CONSEQUENCES

Les conséquences sont de diverses natures :

- matérielles : des équipements de grille cassés (barreaux, demi-lune...), des chutes de réfractaire sur la grille, des convoyeurs bloqués, des défauts sur le béton réfractaire, des fuites de cendres ;
- environnementales : des dépassements de VLE (Valeurs Limites d'Émission) semi-horaires dans les rejets atmosphériques pour les paramètres CO et COT. Ces dépassements sont liés à la perturbation de la combustion dans le four lors des phases d'arrêt et de redémarrage ;
- économiques : liées aux dégâts matériels mais également à la perte de la capacité d'incinération des déchets, la perte de la fourniture de chaleur, la perte de production d'électricité et une consommation de gaz supplémentaire (liée à l'arrêt du four).

Le coût de ces conséquences peut être important, chiffré dans un cas à plus de 800 000 euros pour un seul arrêt technique (comprenant les dégâts matériels et les pertes d'exploitation).

Explosion de bouteilles de protoxyde d'azote dans un incinérateur de déchets non dangereux ARIA 63922 – 10/11/2024 – Saint-Ouen-l'Aumône (95)



Des bouteilles de protoxyde d'azote explosent dans un four d'un incinérateur de déchets non dangereux. À 23h14, le four est arrêté pour réparer les dégâts matériels.

Les grilles sont abîmées et de nombreux sommiers sont déformés. La ligne d'incinération est arrêtée pendant 157 h. Les pertes financières sont estimées à 818 000 € comprenant notamment les dégâts matériels et les pertes d'exploitation concernant les déchets non incinérés et l'arrêt de production de chaleur et d'électricité. 1 570 t de déchets ne peuvent pas être incinérées, 490 MWh d'électricité ne sont pas produits et 1596 MWh de chaleur ne sont pas distribués.

Pour 74 événements, les conséquences économiques ont été communiquées et s'élèvent à un total de plus de 6,7 millions d'euros, soit une moyenne de l'ordre de 90 000 euros par événement.

Par ailleurs, les exploitants rapportent que la répétition d'explosions entraîne une usure prématurée des équipements et nécessite des travaux plus importants lors des arrêts techniques annuels programmés sur les fours (casses mécaniques, défauts sur les réfractaires), sur la chaudière (impacts sur les tubes, génération de fuites), sur les extracteurs sous le four ou les convoyeurs (casses mécaniques). Toutefois, ce phénomène d'usure reste difficilement quantifiable.

Au-delà de ces conséquences directes, des conséquences indirectes liées à la prise en charge des déchets en attente d'incinération apparaissent, que ce soit par une augmentation des stockages sur les sites, une réorientation des déchets vers d'autres sites de traitement de déchets non dangereux,

impliquant une multiplication des transports, voire une modification du traitement final avec un envoi dans des installations de stockage de déchets non dangereux.

Les événements recensés en 2024 n'ont pas eu de conséquences humaines. Toutefois, un des exploitants a mentionné le cas de vitres de protection des hublots de chaudières soufflées par l'explosion, qui auraient pu blesser des opérateurs.

Explosion de bouteilles de protoxyde d'azote dans un incinérateur de déchets non dangereux
ARIA 64001 – 18/11/2024 – Lyon (69)



Des bouteilles de protoxyde d'azote explosent dans un four d'un incinérateur de déchets non dangereux. Le four est arrêté pour réparer les dégâts matériels.

Cinq barreaux de la grille sont cassés. La ligne d'incinération est arrêtée pendant 3 jours.

Plusieurs fois par semaine, des déflagrations liées à la présence de bouteilles de protoxyde d'azote sont constatées et les bouteilles sont retrouvées dans les mâchefers. La modification de la technologie sur les fixations des barreaux de grille de combustion, permet de maintenir les barreaux en place même s'ils sont cassés dans 80 % des cas selon l'exploitant. La fréquence des arrêts techniques non programmés a ainsi considérablement baissé sur le site par rapport aux années post-Covid, où entre 5 et 10 arrêts non programmés par an étaient nécessaires. Des vitres de protection des hublots de chaudières ont également été soufflées, montrant la dangerosité de ces explosions pour les opérateurs.

10

Sur les 148 événements recensés en 2024, la durée de l'arrêt technique est connue pour 118 événements et est comprise entre 24 minutes et 227 heures (soit 9 jours et 11 heures), avec une moyenne de 56 heures et une médiane de 49 heures.

Explosion de bouteilles de protoxyde d'azote dans un incinérateur de déchets non dangereux
ARIA 63952 – 07/10/2024 – Sarcelles (95)



Des bouteilles de protoxyde d'azote explosent dans un four d'un incinérateur de déchets non dangereux. Le four est arrêté pour réparer les dégâts matériels.

La ligne d'incinération est arrêtée pendant 227 h. De la chaleur ne peut pas être distribuée et de l'électricité ne peut pas être produite.

L'exploitant prend les mesures suivantes :

- sensibilisation des équipes à la problématique. Il est toutefois difficile de détecter une bouteille dans plusieurs tonnes de déchets ;
- communication auprès de l'établissement public en charge de la gestion des déchets ;
- réalisation d'une maintenance approfondie des grilles pendant les arrêts techniques pour limiter l'impact des explosions ;
- reprise du béton réfractaire à l'intérieur des fours pour éviter toute perte d'étanchéité entre l'enceinte du four et l'extérieur, et garantir la sécurité des employés.

Sur l'année, l'exploitant recense en moyenne par jour une dizaine d'explosions cumulées sur les 2 lignes d'incinération de son installation. L'incinérateur a, par ailleurs, connu un autre arrêt technique non programmé lié à des explosions de bouteilles de protoxyde d'azote conduisant au total à l'indisponibilité d'une ligne d'incinération pendant près de 305 h (ARIA 63965). Le coût financier est de l'ordre de 570 000 €, dont 300 000 € liés au détournement des déchets vers d'autres exutoires.

LE RETOUR D'EXPERIENCE DES EXPLOITANTS

Les déchets de bouteilles de protoxyde d'azote ne devraient pas être jetés avec les ordures ménagères et donc ne pas se retrouver dans les incinérateurs de déchets non dangereux. Cela est également vrai pour d'autres déchets. La particularité des bouteilles de protoxyde d'azote réside dans le fait qu'il s'agit de contenants sous pression qui peuvent exploser lors du processus d'incinération quand ils ne sont pas vides. Par ailleurs, l'augmentation de l'usage récréatif est à l'origine d'une recrudescence de ces bouteilles sur la voie publique. Enfin, ce type de déchets ne dispose pas, à ce jour, d'une filière dédiée.

Les mesures prises ou proposées par des exploitants sont les suivantes :

- sur l'état des lieux :
 - réalisation d'audits sur les mâchefers afin d'évaluer le taux de bouteilles de protoxyde d'azote par tonne de déchets traités ;
 - mise en place ou amélioration d'un outil de suivi du nombre d'explosions dans les fours ;
- sur la conception des installations :
 - recherche de nouvelles solutions techniques pour modifier la conception des barreaux de four (à noter qu'un exploitant a changé la conception de ses barreaux, mais finalement sans l'impact positif escompté) ;
 - modification de la technologie de fixation des barreaux de grille de combustion, permettant de maintenir les barreaux en place même s'ils sont cassés dans un certain nombre de cas ;
 - diminution de la course de grille afin de réduire l'impact des explosions sur le nez des barreaux qui est une zone fragile ;
- sur la prévention :
 - examen de la possibilité d'implantation de points de collecte des bouteilles de protoxyde d'azote dans des lieux ciblés de la commune. L'installation de tels points de collecte engendre toutefois un coût de prise en charge pouvant être important pour la collectivité ;
 - recherche de solutions pour identifier les bouteilles de protoxyde d'azote en amont dans les bennes de déchets non dangereux ;

- étude de l'amélioration du tri de ce type de bouteilles dans les centres de tri, transit, regroupement de déchets non dangereux, situés en amont des installations d'incinération, afin d'accroître la captation des bouteilles de protoxyde d'azote avant l'incinération des déchets ;
 - contrôle de manière inopinée des camions avant vidage. Toutefois, les résultats sont peu probants car les bouteilles sont difficiles à déceler sans procéder à l'ouverture des sacs d'ordures ménagères ;
 - actions de communication et de sensibilisation auprès des collectivités sur les risques liés à la présence de ces bouteilles dans les déchets voués à être incinérés. Une attention renforcée est demandée notamment lors des collectes des poubelles de rues, particulièrement aux abords des lieux de fêtes ou de sorties. À ce titre, il peut être envisagé d'intégrer cette problématique dans tous les plans « fêtes » des communes. Ces actions peuvent être également ciblées auprès des directeurs de services techniques, des agents municipaux, des jeunes publics (un exploitant a diffusé un film sur les réseaux sociaux), des parents, des usagers des déchetteries, de l'ensemble des apporteurs de déchets des incinérateurs (avec par exemple la création d'une affiche) ;
- sur l'exploitation :
 - sensibilisation des équipes au retrait des bouteilles qui seraient repérées lors du déchargement des ordures ménagères dans la fosse. Il est toutefois difficile de détecter une bouteille dans plusieurs tonnes de déchets ;
 - prise en compte dans les procédures d'exploitation de la possibilité d'explosion dans le four lors d'une ronde de contrôle ou lors d'une intervention de maintenance ;
 - sur la maintenance :
 - mise en place d'une procédure pour l'inspection des grilles de four ;
 - réalisation d'une maintenance approfondie des rouleaux ou des grilles pendant les arrêts techniques pour limiter l'impact des explosions ;
 - reprise du béton réfractaire à l'intérieur des fours, lors d'un arrêt technique programmé, pour éviter toute perte d'étanchéité entre l'enceinte du four et l'extérieur, et garantir la sécurité des employés.

CONCLUSION

Véritable enjeu de société, en raison de ses usages détournés, le protoxyde d'azote est également un sujet majeur pour les exploitants d'installations d'incinération de déchets non dangereux. En effet, les bouteilles le contenant sont trop souvent dirigées vers les filières de traitement des ordures ménagères résiduelles, qui ne sont adaptées à ce type de déchets. Ces bouteilles lorsqu'elles ne sont pas totalement vidées, sont à l'origine d'explosions dans les fours des unités d'incinération. Ce phénomène dangereux a pour conséquence principale des détériorations matérielles, qui génèrent soit une usure prématurée du four d'incinération conduisant à des travaux plus conséquents lors des arrêts techniques programmés, soit des arrêts techniques non programmés afin de maintenir le four en fonctionnement. Au-delà des conséquences économiques directes (travaux de réparation mais également perte de la capacité d'incinération des déchets, de la fourniture de chaleur, de la production d'électricité et consommation de gaz supplémentaire), la gestion des déchets ne pouvant être incinérés durant ces arrêts forcés est un véritable enjeu.

Ce bilan pour l'année 2024 établit que de nombreuses installations d'incinération de déchets non dangereux sont concernées par la problématique des explosions de bouteilles de protoxyde d'azote. Il met également en exergue les mesures prises ou proposées par les exploitants pour tenter de limiter ce risque. Sa diffusion contribue ainsi au partage de retour d'expérience sur cette thématique.



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction générale de la prévention des risques
Service des risques technologiques
Bureau d'analyse des risques et pollutions
industriels

5, place Jules Ferry - 69006 Lyon

Tél. 33 (04) 26 28 62 00

barpi@developpement-durable.gouv.fr

Site Internet :

www.aria.developpement-durable.gouv.fr
