

Bouteilles de protoxyde d'azote en UIOM

Octobre 2024



Table des matières

Résumé	2
1. Introduction	3
Contexte et enjeux	3
Objectifs	3
2. Contexte et situation actuelle en France	4
Présentation du SV DU et de ses missions	4
Explosions de bouteilles de protoxyde d'azote dans les incinérateurs	4
Bouteille de protoxyde d'azote généralités	4
Phénomène dans le four d'incinération.....	5
Fréquence des incidents observés	5
Evolution des puissances des explosions	6
Impact sur les incinérateurs et le personnel.....	6
Les principales actions menées à ce jour par la filière	11
Actions internes	11
Action externe	11
Impact sanitaire sur les jeunes	12
3. Situation dans les autres pays Européens	18
REX Belgique	18
REX Pays-Bas.....	19
REX Suède.....	19
4. Leviers	21
Premier levier : Réglementation européenne	21
Deuxième levier : Collecte et séparation du flux à la source par les services de propreté lors du nettoyage des rues	21
Troisième levier : Mise en place d'un système de consigne	21
5. Conclusion.....	22
Annexe.....	23

Résumé

Depuis cinq ans, le Syndicat National du Traitement et de la Valorisation des Déchets Urbains et Assimilés (SV DU) a constaté une recrudescence d'incidents dans les incinérateurs d'ordures ménagères et assimilées français, dus à l'explosion de bouteilles de protoxyde d'azote (N₂O), dont **l'usage détourné à des fins récréatives** s'est accru auprès de la jeunesse. Ce phénomène pose un enjeu sanitaire majeur : la banalisation de l'inhalation de N₂O pour ses effets euphorisants, couplée à sa facilité d'accès, expose les jeunes à des risques immédiats (pertes de coordination, hypoxie) et à des conséquences à long terme telles que des troubles neurologiques. Sur le plan technique, ces bouteilles, initialement utilisées en cuisine, médecine ou automobile, provoquent des explosions dangereuses lorsqu'elles sont exposées à la chaleur des fours d'incinération, provoquant une dilatation du gaz résiduel, entraînant des **explosions dangereuses**. Ces incidents causent des dégâts matériels, des arrêts de production coûteux et compromettent la sécurité des exploitants.

Les explosions affectent environ un **tiers des installations françaises**, avec des impacts importants :

- **Dommages matériels** : Les explosions endommagent les fours, chaudières, et autres équipements, causant des arrêts de production allant de 20 à 40 heures et des coûts de réparation allant jusqu'à **200 000 € par incident**.
- **Impact économique** : Les pertes pour la filière sont estimées entre **15 et 20 millions d'euros par an**.
- **Sécurité des opérateurs** : Les explosions engendrent des risques de blessures graves pour le personnel, notamment des brûlures, contusions et lésions internes dues aux effets de souffle.

Des mesures ont été mises en place :

- **Interne** : Renforcement des équipements de sécurité, sécurisation des accès aux fours et aux extracteurs mâchefers, sensibilisation des équipes et sensibilisation des collectivités.
- **Externe** : À la suite de l'alerte des exploitants, un arrêté a été publié en juillet 2023, limitant la vente aux particuliers de bouteilles de protoxyde d'azote à 8,6 g par cartouche. Cependant, cette mesure s'est révélée insuffisante, avec des bouteilles de plus grande capacité continuant d'arriver dans les incinérateurs.

La situation dans d'autres **pays européens** est tout aussi **inquiétante** qu'en France, avec des **impacts similaires**, tant sur les installations que sur les problématiques de consommation chez les jeunes.

Trois axes de solutions sont envisagés :

- **Réglementation européenne** : Imposer une soupape de sécurité sur les bouteilles de N₂O pour réduire le risque d'explosion.
- **Collecte ciblée** : Mettre en place une collecte spécifique des bouteilles via les services de propreté pour limiter leur présence dans les incinérateurs.
- **Consigne des bouteilles** : Introduire un système de consigne pour encourager la récupération et le recyclage des bouteilles usagées.

Les explosions de bouteilles de protoxyde d'azote dans les incinérateurs constituent une menace pour la **sécurité des installations, des opérateurs** et la **continuité du service public**. Une action coordonnée aux niveaux national et européen est essentielle pour mettre en place des mesures de prévention efficaces, assurer la sécurité des opérations de valorisation énergétique des déchets et protéger la **santé publique**.

1. Introduction

Contexte et enjeux

Depuis cinq ans, le Syndicat National du traitement et de la valorisation des déchets urbains et assimilés (SVDU) a observé une augmentation préoccupante des incidents dans les incinérateurs d'ordures ménagères et assimilées français, causés par l'explosion de bouteilles de protoxyde d'azote. Ces explosions engendrent des dégâts significatifs aux infrastructures, provoquant des arrêts de production prolongés et nécessitant des réparations coûteuses. De plus, ces incidents mettent en danger l'intégrité physique du personnel d'exploitation, avec des conséquences potentielles.

Il est à noter que l'évolution de la présence de ces bouteilles est liée à l'augmentation de la consommation de ce gaz pour un usage « récréatif » et par des utilisateurs principalement non professionnels. Au-delà de l'enjeu sanitaire pour la population et notamment sur la santé des jeunes populations, les impacts sur la filière de traitement des déchets sont importants.

En effet, sur le plan de continuité du service, les incidents nécessitent des arrêts des installations de traitement et par conséquent une incapacité de traitement de déchets engendrant un sujet de salubrité publique. Sur le plan économique, les interruptions et les réparations des incinérateurs entraînent des coûts importants de détournement des déchets non traités, une perte de quantité d'énergie valorisée et une diminution de l'efficacité opérationnelle. Sur le plan sécuritaire, la fréquence accrue des incidents pose une menace sérieuse à la santé et à la sécurité des exploitants et des installations. Il est donc impératif de trouver des solutions efficaces pour prévenir ces explosions et assurer un fonctionnement sûr et optimal des incinérateurs.

Objectifs

Le présent rapport vise à fournir à la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) une analyse approfondie du problème des explosions de bouteilles de protoxyde d'azote dans les incinérateurs des déchets ménagers et assimilés. En s'appuyant sur le retour d'expérience des opérateurs français et sur des informations recueillies auprès des opérateurs européens, ce rapport :

1. Expose la situation actuelle : Description détaillée des incidents survenus, de leurs causes et de leurs conséquences en France
2. Analyse et expose la situation au niveau Européen : Description des incidents survenus dans d'autres pays européens
3. Propose des solutions concrètes : Recommandations techniques et réglementaires pour réduire le risque d'explosion et améliorer la sécurité des installations.

En outre, ce rapport a pour ambition de fournir à la DGPR les éléments nécessaires pour formuler une demande exceptionnelle auprès de la Commission Européenne. L'objectif est d'obtenir un soutien pour la mise en place de nouvelles normes et pratiques visant à résoudre ce problème à l'échelle européenne, garantissant ainsi la sécurité et la durabilité des opérations de valorisation énergétique des déchets en France et en Europe.

2. Contexte et situation actuelle en France

Présentation du SVDU et de ses missions

Le Syndicat National du Traitement et de la Valorisation des Déchets Urbains et Assimilés (SVDU) est une organisation professionnelle qui regroupe les principaux acteurs français impliqués dans la gestion, le traitement et la valorisation des déchets ménagers et assimilés. Le SVDU, au travers de ces adhérents, représente 108 installations de valorisation énergétique de déchets sur les 116 en activité sur le territoire français. Le SVDU a pour mission de représenter les intérêts de ses membres auprès des instances nationales et européennes, de promouvoir les meilleures pratiques en matière de gestion des déchets et de contribuer à l'élaboration des législations et réglementations. En collaboration avec ses partenaires, le SVDU s'efforce de répondre aux enjeux environnementaux, économiques et sociaux liés à la valorisation énergétique des déchets.

Explosions de bouteilles de protoxyde d'azote dans les incinérateurs

Depuis environ cinq ans, les incinérateurs français connaissent une recrudescence d'incidents dus à l'explosion de bouteilles de protoxyde d'azote. Ces incidents surviennent lorsque des bouteilles de protoxyde d'azote, jetées par inadvertance dans les déchets ménagers alors qu'elles ne sont pas vides, sont traitées dans les incinérateurs. Lorsque les bouteilles sont soumises à la chaleur intense du processus d'incinération, la dilatation du gaz résiduel dans les bouteilles engendre une montée en pression qui provoque son explosion. Ces explosions violentes causent des dommages significatifs aux installations et présentant un grave danger pour les opérateurs.

Bouteille de protoxyde d'azote généralités

Le protoxyde d'azote (N_2O) est un gaz largement utilisé et commercialisé sous forme de cartouches en cuisine, médecine et automobile. Connu également comme « gaz hilarant », il est fréquemment détourné de son usage initial et sa consommation est actuellement en forte augmentation depuis 2019. Le protoxyde d'azote est stocké sous forme gazeuse ou liquéfiée sous pression. Prise dans un feu, une bouteille de N_2O éclate en produisant une onde de pression et propulse des fragments à grande vitesse. Le protoxyde d'azote est un comburant, il peut réagir avec des combustibles et contribuer à une réaction de combustion.



Figure 2 : Bouteilles protoxyde d'azote



Figure 1 : Bouteille N_2O avant et après explosion

Phénomène dans le four d'incinération

En règle générale, les gaz sous pression et les gaz liquéfiés sous pression sont stockés dans des récipients spécialement conçus pour supporter la pression, conformément aux normes en vigueur pour les équipements sous pression. Toutefois, en cas d'exposition au feu, l'augmentation de la température entraîne une hausse de la pression interne du récipient, tout en affaiblissant ses propriétés mécaniques. Cela aboutit fréquemment à une rupture du contenant, provoquant une expansion rapide du gaz sous pression et une vaporisation brusque du liquide, dans le cas des gaz liquéfiés. Cette réaction engendre la propagation d'une onde de choc dans l'environnement et la projection de fragments du contenant.

Lorsque des bouteilles de protoxyde d'azote explosent dans un four d'incinération d'ordures ménagères et assimilées, des fragments peuvent être projetés à l'intérieur de l'incinérateur, causant des dommages aux parois. Des répercussions à l'extérieur de l'incinérateur sont également possibles si des ouvertures sont présentes ou si des parties plus fragiles de la structure cèdent sous l'effet de l'explosion.

De plus, le caractère comburant du N_2O peut engendrer des risques supplémentaires, tels que l'apparition d'une explosion de flammes à l'intérieur du four, souvent qualifiée de "boule de feu". Ce phénomène est intimement lié à l'explosion des bouteilles de protoxyde d'azote.

Les explosions de bouteilles de protoxyde d'azote dans les incinérateurs ne menacent pas seulement les installations, mais également la sécurité des personnes. Les effets extérieurs, tels que les boules de feu et les projections de plaques métalliques, peuvent entraîner des conséquences dramatiques pour les opérateurs et le personnel d'exploitation. Ces incidents mettent en évidence la nécessité de renforcer les mesures de sécurité et de prévention pour protéger les travailleurs et garantir un environnement de travail sûr.

Fréquence des incidents observés

Les données recueillies par le SVDU révèlent une augmentation significative des explosions de bouteilles de protoxyde d'azote au cours des cinq dernières années. Ces incidents varient en gravité, allant de petites explosions causant des dommages mineurs à des explosions plus sévères entraînant des arrêts prolongés de production et nécessitant des réparations coûteuses.

La fréquence des explosions diffère d'une usine à l'autre et selon les régions : certaines usines enregistrent des explosions quelques fois par semaine, tandis que d'autres en subissent plusieurs par jour de manière constante. En 2021, les données indiquaient que près d'un tiers des installations à l'échelle nationale étaient affectées. En 2023, ce chiffre atteint près de la moitié des UIOM, représentant plusieurs millions de bouteilles retrouvées chaque année et entre 12 000 et 15 000 heures cumulées d'arrêt des lignes de traitement. Certaines UIOM, particulièrement impactées, enregistrent plus d'un mois d'arrêt cumulé sur l'ensemble des lignes de traitement.

La fréquence des incidents est d'autant plus révélatrice à travers les médias. Des articles ont été publiés sur le sujet dans les médias français depuis 2020.¹

¹ Annexe 1

Evolution des puissances des explosions

N'ayant ni consignation, ni filière spécifique de traitement, les bouteilles de protoxyde d'azote se retrouvent dans la filière des ordures ménagères et assimilées à destination des centres de valorisation énergétique ou d'enfouissement. Pour autant, ces produits ne sont pas autorisés.

Avant 2019, le gaz était stocké dans des contenants de taille modeste (< 10 g) pour un usage domestique et dans des bouteilles plus conséquentes pour les utilisateurs professionnels. Après cette date, les producteurs ont utilisé des contenants plus importants et qui ont pu être commandé par des utilisateurs non professionnels. Cette évolution a provoqué une augmentation majeure des fréquences mais aussi des puissances des explosions dans les fours.

Impact sur les incinérateurs et le personnel

Les explosions de bouteilles de protoxyde d'azote entraînent des conséquences multiples sur les incinérateurs des déchets ménagers et assimilés.

- **Dommages matériels et arrêts de production**

Les explosions de bouteilles de protoxyde d'azote peuvent causer des dommages considérables aux équipements, nécessitant des réparations coûteuses et des arrêts de production prolongés. Les zones les plus touchées sont généralement les fours, les chaudières et les extracteurs de mâchefers, avec des conséquences graves telles que la casse ou la perte de barreaux de grille, des fissures latérales des fours, la casse de réfractaires et la détérioration des tubes de chaudières. Ces incidents perturbent fréquemment l'exploitation, compromettant la continuité de service de salubrité, l'efficacité des opérations de gestion des déchets et augmentant les coûts.

En moyenne, les arrêts de production liés à ces incidents durent entre 20 et 40 heures, avec des coûts qui varient de 20 000 à 200 000 euros par arrêt, en fonction de l'étendue des dommages matériels et de la capacité du site à l'arrêt. Ces coûts incluent non seulement les réparations (main-d'œuvre et pièces), mais aussi les pertes liées à l'interruption du traitement des déchets, la diminution des recettes provenant de la production électrique et thermique, ainsi que l'augmentation de la consommation de combustibles (fuel/gaz) lors des procédures d'arrêt et de redémarrage des installations.

Le préjudice économique pour l'ensemble de la filière est estimé entre 15 et 20 **millions d'euros par an**. Cette perte financière pèse lourdement sur les entreprises exploitantes, d'autant plus qu'à ce jour, aucune collectivité ne prend en charge ces coûts. Cette situation soulève une véritable problématique quant à la santé financière des entreprises concernées, qui, en principe, ne devraient pas recevoir des déchets ménagers et assimilés contenant des bouteilles de protoxyde d'azote. Pourtant, elles subissent de plein fouet les conséquences de ces bouteilles indésirables dans leur processus de traitement.

- **Impact environnemental**

Les exploitants d'installation font également état de pics d'émission de CO lors des phénomènes d'explosion engendrant un risque de dépassement des valeurs limite d'émission autorisées par la réglementation.

- **Sécurité des opérateurs**

Les explosions des bouteilles de protoxyde d'azote représentent un véritable danger immédiat et grave pour la sécurité des opérateurs, avec des risques potentiels de blessures graves, voire mortelles. Une explosion peut déclencher plusieurs mécanismes susceptibles de provoquer divers effets délétères :

- **Effet de souffle** : Cet effet peut entraîner des lésions importantes chez les opérateurs, telles que :
 - Contusions ou ruptures des tympans,
 - Lésions du larynx,
 - Contusions pulmonaires,
 - Lésions des organes creux abdominaux.

L'effet de souffle peut également provoquer des projections de matériaux, mettant en danger les exploitants. Des morceaux de tôle, des boulons, des fragments de bouteilles de protoxyde d'azote, ou encore des matières en cours d'incinération peuvent être projetés à grande vitesse, atteignant les opérateurs au niveau du visage, des zones découvertes, et sur le reste du corps.

- **Brûlures** : Les brûlures peuvent être causées de deux manières :
 1. Par contact avec un front de flamme lors de l'explosion, notamment via un événement.
 2. Par contact avec des matières chaudes en cours d'incinération projetées lors de l'explosion, par de l'eau surchauffée en cas de rupture d'une canalisation du réseau ou par une projection de l'eau de refroidissement de l'eau de l'extracteur mâchefers.

Les brûlures peuvent être externes ou internes (touchant les voies respiratoires par inhalation des fumées). Les brûlures externes touchent principalement le visage, car les flammes s'échappent des trappes de visite, situées à hauteur d'homme.

Pour exemple, en 2023, dans une des installations, une déflagration dans un four a provoqué la projection de cendres chaudes via la trappe de la trémie sous la chaudière, touchant un exploitant. Cet incident a causé des brûlures, des douleurs, et des contusions. C'est un exemple concret des risques auxquels sont exposés les opérateurs.

Le caractère imprévisible et incontrôlable des explosions engendre une anxiété croissante parmi les exploitants, notamment lors des opérations à proximité des installations (rondes, vérifications, actions de maintenance). Cette inquiétude est exacerbée par la hausse de la fréquence des explosions, rendant la sécurité des opérateurs un enjeu essentiel.

Ci-joint une liste de photos illustrant d'autres exemples de dommages causés par les explosions de bouteilles de protoxyde d'azote :



Figure 3 : Barreaux de grille cassés



Figure 4 : Porte d'accès cassée en deux à cause de l'explosion



Figure 6 : Bouteille de protoxyde d'azote explosée trouvée au niveau de la vis d'extraction des fines



Figure 5 : Fissure latérale four



Figure 8 : Différents types de bouteilles de protoxyde d'azote retrouvées dans les mâchefers



Figure 7 : Hublot du four cassé à cause d'une bouteille de protoxyde d'azote



Figure 10 : Trappe qui a sauté sous le souffle de l'explosion



Figure 9 : Bouteilles de protoxyde d'azote récupérées sur plusieurs mois au niveau des mâchefers



Figure 11 : Grilles endommagées



Figure 13 : La projection d'un fragment de bouteille de protoxyde d'azote dans le four

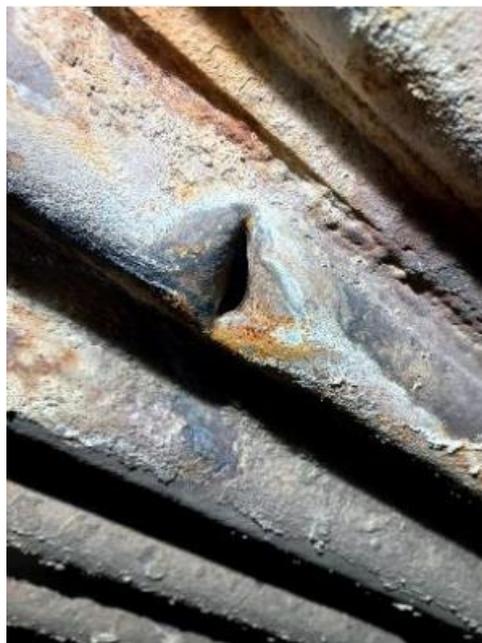


Figure 12 : Casse de tubes chaudières

Les principales actions menées à ce jour par la filière

Actions internes

Les principales actions menées à ce jour concernent la sécurité du personnel et des mesures de prévention/d'action :

- Renforcement des équipements de sécurité
- Renforcement des équipements (extracteurs mâchefers)
- Contrôles renforcés au niveau des apports d'OM et écartement régulier de bouteilles de gaz sous pression (N₂O) lorsque identification avant déchargement en fosse (lorsque cela est possible)
- Sensibilisation, communication sur les risques en interne et externe
- Renforcement des mesures de sécurité
- Contrôles ponctuels des apports via des vidages au sol (ponctuel), même si les bouteilles restent difficilement identifiables au sein des déchets
- Surveillance visuelle active des pontiers et agents de quai (mais difficulté de repérer les bouteilles et impossibilité de les récupérer au grappin).
- Mise en place d'indication de suivi des surpressions/explosions
- Étude de nouveaux systèmes de barreaux
- Sécurisation des accès aux fours et aux extracteurs mâchefers
- Sensibilisation des apporteurs, notamment des collectivités

Action externe

Au cours des dernières années, la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) a été alertée par de nombreux exploitants qui ont constaté une augmentation significative des incidents sur leurs installations, liée à l'augmentation de la présence de cartouches de grandes capacités de protoxyde d'azote. En réponse à ces préoccupations, et à la suite des discussions approfondies entre les représentants de la filière et la DGPR, un arrêté a été publié le 19 juillet 2023. Cet arrêté fixe la quantité maximale autorisée pour la vente aux particuliers de produits contenant du protoxyde d'azote, conformément à l'article L. 3611-1 du Code de la santé publique.

Cet arrêté visait à réguler non seulement la quantité totale de protoxyde d'azote pouvant être vendue aux particuliers, mais aussi le poids maximal des cartouches individuelles.

Les principales mesures adoptées sont les suivantes :

- Limitation des cartouches à un poids individuel égal ou inférieur à 8,6 grammes ;
- Imposition d'une limite de dix cartouches par conditionnement (boîte).

Cependant, malgré l'entrée en vigueur de cet arrêté au 1er janvier 2024, les conséquences sur les incinérateurs de déchets ménagers et assimilés et sur le personnel restent préoccupantes. Aucune diminution notable des explosions n'a été observée, et une nouvelle tendance inquiétante se dessine : l'arrivée de bouteilles de protoxyde d'azote avec des dimensions plus grandes. Cette évolution suggère que les consommateurs se tournent vers des bouteilles de plus grande capacité, ce qui entraîne des explosions de plus forte intensité, avec des conséquences encore plus graves pour les opérateurs de ces installations, pour les équipements mais aussi pour la disponibilité ces outils permettant de maintenir la salubrité publique.

Malgré les efforts déployés par la filière, tant en interne au sein des usines qu'à travers l'application de l'arrêté, ces mesures se révèlent insuffisantes. La recrudescence des explosions de bouteilles de protoxyde d'azote dans les incinérateurs français constitue un problème sérieux aux implications multiples. Cette situation affecte non seulement la sécurité des infrastructures et des opérateurs, l'efficacité opérationnelle, ainsi que les coûts de gestion des déchets, mais aussi la santé de la population, et plus particulièrement celle des jeunes.

Impact sanitaire sur les jeunes

Le protoxyde d'azote est principalement consommé par inhalation à partir de bouteilles de protoxyde d'azote, avec une croissance alarmante de son usage chez les jeunes en France et en Europe ces dernières années.

Cette consommation est particulièrement répandue chez les jeunes âgés de 15 à 25 ans, en raison de plusieurs facteurs :

- **Facilité d'accès** : le gaz est disponible sous forme de cartouches ou de bouteilles à usage alimentaire ou industriel, et son achat n'est pas strictement contrôlé.
- **Faible coût** : une cartouche/bouteille est peu onéreuse, ce qui en facilite l'acquisition par les jeunes.
- **Banalisation de l'usage** : les réseaux sociaux jouent un rôle majeur dans la promotion du protoxyde d'azote, en mettant en avant ses effets euphorisants tout en minimisant les dangers.

Selon le dossier de presse publié par la Mission interministérielle de lutte contre les drogues et les conduites addictives (MILDECA), en 2022, environ un jeune sur trois, âgé de 18 à 25 ans, a expérimenté le protoxyde d'azote. Cette pratique est particulièrement courante lors de soirées festives, mais de plus en plus de jeunes en font un usage répété et isolé.

Les effets du protoxyde d'azote se manifestent quelques secondes après l'inhalation et durent généralement de 1 à 2 minutes. Cependant, ses risques immédiats sont loin d'être anodins :

- **Troubles de l'équilibre et de la coordination** : des sensations de vertige, des chutes ou une perte de conscience peuvent survenir.
- **Risque d'hypoxie** : l'inhalation directe du gaz comporte un risque élevé de privation d'oxygène, pouvant entraîner suffocations ou troubles cardiovasculaires.
- **Accidents graves** : plusieurs cas de traumatismes crâniens et de blessures dues à des chutes ont été rapportés en raison de la désorientation et de la perte de coordination motrice.

Une consommation régulière et prolongée de protoxyde d'azote entraîne des risques sanitaires sérieux, particulièrement chez les jeunes dont le cerveau et le système nerveux sont encore en développement. Parmi les effets à long terme, on note :

- **Troubles neurologiques** : une consommation fréquente peut entraîner des atteintes du système nerveux périphérique, telles que des fourmillements dans les membres, des pertes de sensibilité, des douleurs musculaires et des difficultés motrices.
- **Carences en vitamine B12** : le protoxyde d'azote provoque une inactivation de la vitamine B12, essentielle au bon fonctionnement neurologique. Cela peut entraîner des troubles neuropsychiatriques (pertes de mémoire, dépression), des troubles de l'humeur et des risques de paralysie.

- **Dépendance psychologique** : si le protoxyde d'azote ne provoque pas de dépendance physique, son usage répété à la recherche d'euphorie peut engendrer une dépendance psychologique, en particulier chez les jeunes en quête de sensations fortes ou d'évasion.

Les accidents liés à la consommation de protoxyde d'azote sont en forte augmentation. En 2020, plus de 500² signalements d'intoxications et d'accidents liés à l'utilisation du gaz hilarant ont été rapportés par les centres antipoison en France. Ces chiffres représentent une augmentation de plus de 500 % par rapport à 2018, témoignant de l'ampleur du phénomène. Les hôpitaux rapportent également des cas d'hospitalisations pour des complications neurologiques, des accidents cardiaques ou des lésions physiques dues à des chutes ou des suffocations.

Face à l'ampleur du phénomène et aux risques sanitaires, plusieurs mesures ont été mises en place pour sensibiliser les jeunes et limiter les dangers :

- **Interdiction de vente aux mineurs** : la loi interdit désormais la vente de cartouches de protoxyde d'azote aux mineurs et limite sa promotion dans les lieux publics.
- **Campagnes de sensibilisation** : des programmes de prévention dans les établissements scolaires et sur les réseaux sociaux visent à informer les jeunes sur les dangers du protoxyde d'azote.
- **Limitation des ventes en ligne pour les particuliers** : les cartouches font l'objet de restrictions en termes de poids et de quantité pour les particuliers.

Pour cette dernière mesure, il est possible d'acheter librement sur internet n'importe quelle quantité, avec des bouteilles de poids conséquent, en choisissant le goût et la livraison, qui peut se faire sur Paris en une heure après la commande. Ci-joint une liste de sites où l'achat s'effectue sans difficulté des bouteilles de protoxyde d'azote :

² <https://www.drogues.gouv.fr/protoxyde-dazote-un-gaz-tout-sauf-hilarant-aux-sequelles-tres-loin-detredroles~:text=Cette%20consommation%20peut%20%C3%AAtre%20responsable,l'arr%C3%AAt%20de%20la%20consommation.>

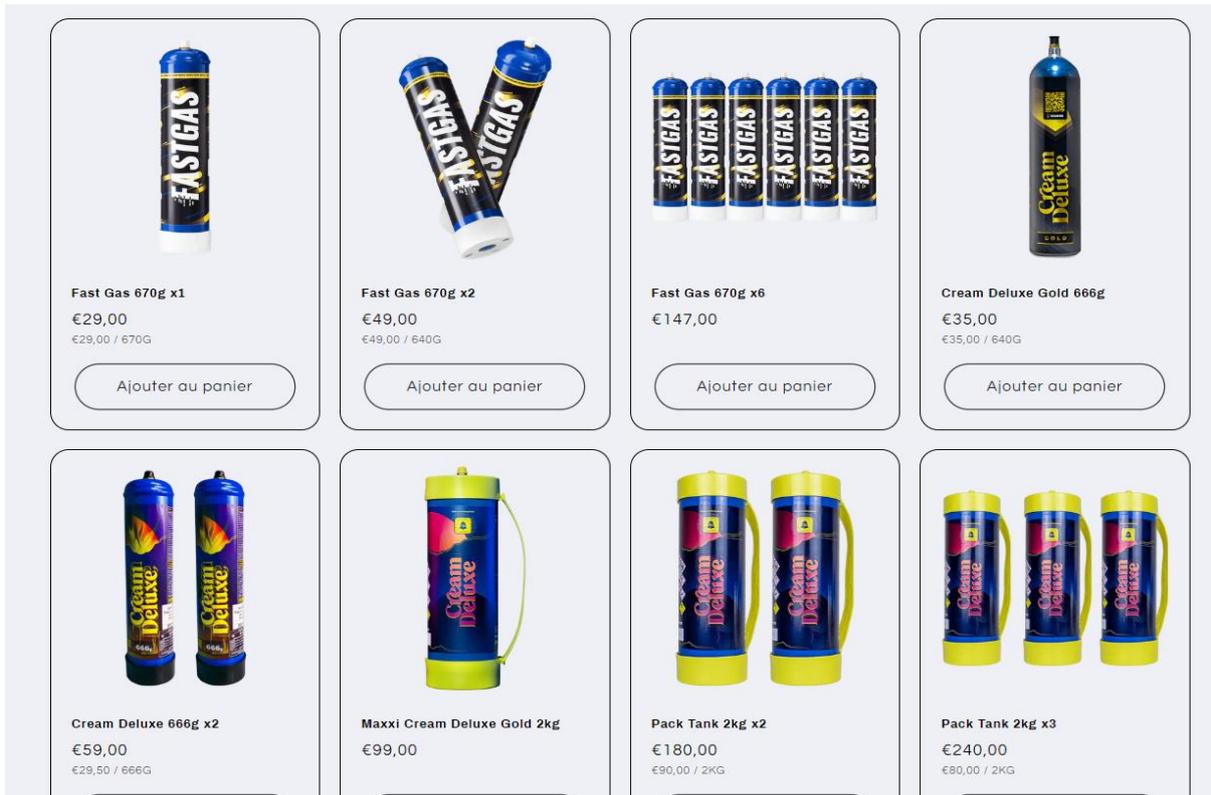


Figure 14 : Site : <https://h24paris.com/collections/ballons>

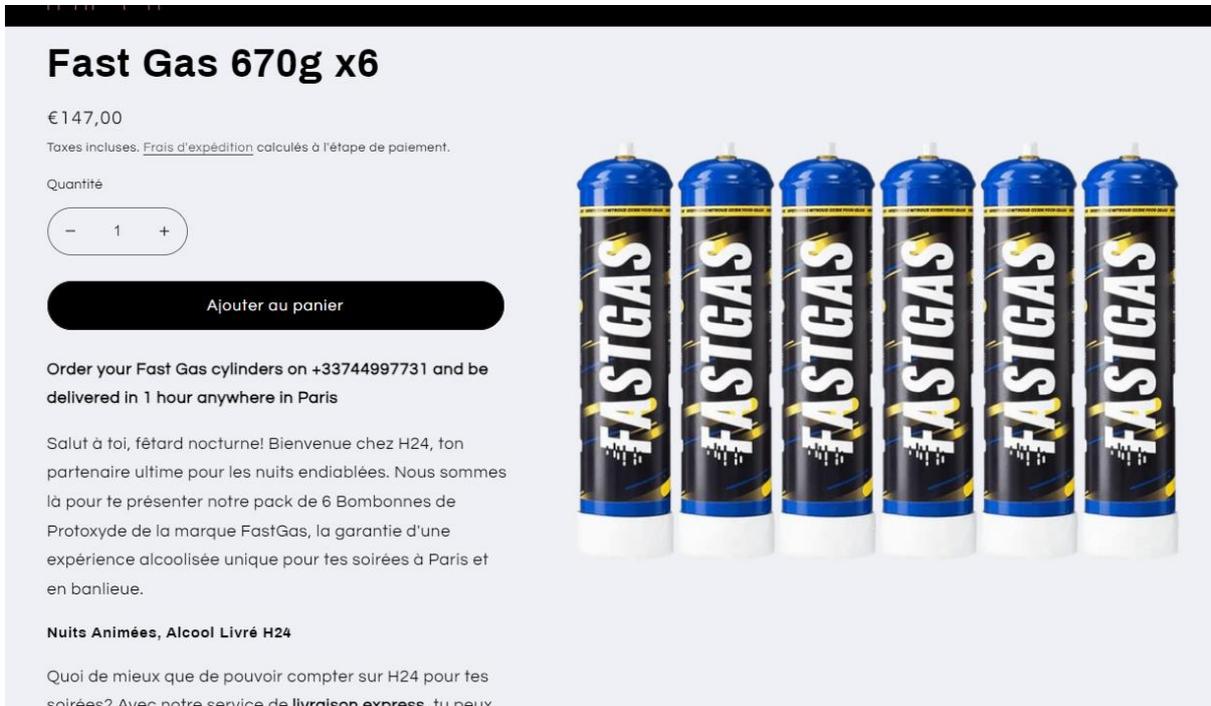


Figure 15 : Site : <https://h24paris.com/collections/ballons>

Pack Tank 2kg x2

€180,00
€90,00 / 2KG
Taxes incluses. [Frais d'expédition](#) calculés à l'étape de paiement.

Quantité

- 1 +

Ajouter au panier

Pack de 2 tanks Cream Deluxe : L'essentiel pour une nuit festive H24 à Paris et en banlieue



Figure 16 : Site : <https://h24paris.com/collections/ballons>

Bienvenue ! [Connectez-vous](#) ou [inscrivez-vous](#) eBay estimation Bons Plans Aide Un appareil à réparer ? Vendre Objets suivis Mon...

Explorer par catégorie

Toutes les catégo...

Rechercher

Inclure la...

Catégorie 8 résultats pour Gaz Hilarant [Enregistrer cette recherche](#)

Tout Destination: 93300

Vêtements et accessoires
Tout
Enchères
Achat immédiat
État
Provenance
À proximité
Trier: Pertinence

[Sweats et vestes à capuches pour homme](#)

[T-shirts pour homme](#)

[Plus +](#)

[Livres, bandes dessinées et revues](#)

[Manuels scolaires pour adulte et université](#)

[Plus +](#)

2x Gaz Hilarant 640g Protoxyde Azote ROTASS
Neuf | Particulier

114,99 EUR mousbaz-0 (10) 100%

ou Faire une offre
Livraison gratuite

Cream Deluxe noix de coco N2O - 666 g gélules de crème gaz hilarant
Neuf | Particulier

64,99 EUR mousbaz-0 (10) 100%

ou Faire une offre
Livraison gratuite

État

Neuf (94)

Occasion (8)

[tout afficher](#)

Prix

Moins de 30,00 EUR

Entre 30,00 EUR et 65,00 EUR

Plus de 65,00 EUR

Min. € et Max. € →

Figure 17: Site ebay.com

Page 15 sur 24

28 Rue de la Pépinière, 75008 Paris - Syndicat national du traitement et de la Valorisation des Déchets Urbain - gvolcovschi@fedene.fr

Magasin / N2O < >



Cartouche de Crème à la Noix de Coco Exotic Whip 2000 grammes

65,00 €
Le prix comprend la TVA (20%) 10,83 €

En stock

Ajouter au Panier

Détails du produit
Doté d'oxyde nitreux de qualité européenne et de cylindres certifiés, avec des procédures strictes pour garantir une capacité de gaz précise et un design dynamique qui nous distingue. Ce siphon à crème garantit qualité et fiabilité.
Gout Noix de Coco !

Specifications
Poids:5,8 kg
Dimensions:12,3 × 12,3 × 35,5 cm
Capacité:2000 grammes
Taper:Cartouches de crème chantilly
Gaz:Protoxyde d'azote
Pays:France

Figure 18 : Site : gofastgas.com

VAPEA LOGGA IN / REGISTRERA

ENGÅNGS VAPE VITT SNUS E-CIGARETTER E-JUICE RÖKTILLBEHÖR MÄRKEN NYA PRISER

HEM • BUTIK • LUSTGAS STOCKHOLM • LUSTGAS CREAM DELUXE 666G



Lustgas Cream Deluxe 666g

från 213.17 kr

Lustgas Cream Deluxe 666g

- Tillverkad inom EU!
- Premium!
- Bra pris!

Läs mer om produkten →

Slut i lager

🔖 Lagg i köplista
Gå med i bevakningslistan för att få ett e-post när den här produkten blir tillg

BEVAKA PRODUKT

Figure 19 : Site : <https://vapea.se/butik/lustgas-cream-deluxe-666g/>



Låda Lustgas GreatWhip Platinum – 640g Aluminium

~~1,320.00kr~~ **1,200.00kr**

Självklart **bjuder vi på frakten** när du väljer att köpa en kartong! – En kartong innehåller **6 tuber**, samt 6 stycken munstycken.

Vi är stolta över att vara den enda distributören av GreatWhip lustgas i Sverige, och det gör oss till det mest prisvärda alternativet för våra kunder.



• Göteborg – Köpcentrum Backaplan

Figure 20 : Site : <https://pureaura.se/product/kartong-greatwhip-platinum-640g-aluminium/>

LACHGAS-VOORDEEL.nl

Nu is jouw Laatste kans om Lachgas in te slaan! Lachgas is oneindig houdbaar. Nummer 1 van Benelux sinds 2015.

INLOGGEN / REGISTREREN WINKELWAGEN 🛒

HOME LACHGAS TANKS SHOP GROOTHANDEL INFORMATIE NEDERLANDS Zoeken...

DE BESTE SERVICE

- Binnen 24 uur in huis!
- De scherpste prijzen op het hele assortiment
- Pakketjes discreet en onherkenbaar verzonden
- Bestelling ophalen bij afhaalpunt mogelijk!
- Onafhankelijk als beste beoordeeld door klanten
- Via Track & Trace je bestelling volgen

SNEL EN VEILIG BETALEN

Veilig online betalen via uw eigen bank

KORTING!

NIEUW!

2 KG

FASTGAS

HOME / LACHGAS TANKS

2KG Wegwerp Tank Nieuw 2022

€75.00 €57.99

Een perfecte grotere wegwerp lachgas tank met circa 2 KiloGram Lachgas. Géén borg! Gratis vul accessoires inbegrepen!

- 1 +

TOEVOEGEN AAN WINKELWAGEN

f t e

Figure 21 : Site : <https://lachgas-voordeel.nl/2kg-wegwerp-tank-nieuw/>

Permettre aux individus d’acheter librement de grandes bouteilles de protoxyde d’azote présente des dangers et constitue un risque sanitaire majeur pour les jeunes, tant en raison de ses effets immédiats que de ses conséquences à long terme. La sensibilisation aux dangers de cette substance, associée à une réglementation stricte de son accès, est essentielle pour limiter son usage récréatif et préserver la santé des jeunes. Il est indispensable de renforcer les actions de prévention et de contrôle afin d’endiguer ce phénomène et de réduire les accidents liés à l’usage du protoxyde d’azote.

De plus, la mauvaise gestion des déchets liés à la consommation de ce gaz provoque des explosions dangereuses dans les installations d’incinération, soulevant ainsi des préoccupations environnementales et industrielles. Face à cette situation préoccupante, il est impératif de renforcer les mesures correctives et préventives pour minimiser les risques et garantir la sécurité des installations ainsi que celle des travailleurs.

3. Situation dans les autres pays Européens

CEWEP, Confederation of European Waste-to-Energy Plants, est l'association qui regroupe des exploitants d'usines de valorisation énergétique des déchets, représentant environ 410 usines dans 23 pays. Elle représente plus de 80 % de la capacité de valorisation énergétique des déchets en Europe.

Ci-joint quelques retours d’expérience que le CEWEP partage sur les explosions des bouteilles de protoxyde d’azote en UIOM.

REX Belgique

L'association Belgian Waste-to-Energy observe une augmentation alarmante des explosions hebdomadaires, voire multiples par jour, dans certaines Unités d’Incinération des Ordures Ménagères et assimilées (UIOM) parmi leurs adhérents.

Voici un aperçu des fréquences d'explosions dans trois usines :

- Usine A : Sur une période de 70 jours, 89 explosions ont été enregistrées sur deux lignes, soit une moyenne de 4,45 explosions par semaine et par ligne.
- Usine B : En 305 jours, 530 explosions ont été comptabilisées sur trois lignes, avec une moyenne de 4 explosions par semaine et par ligne.
- Usine C : En 305 jours, 67 explosions ont eu lieu sur deux lignes, soit 0,7 explosion par semaine et par ligne.

Estimations de coûts selon Belgian Waste-to-Energy :

- Coûts variables : Le coût par arrêt dépend de l’ampleur des dommages, variant de 20 000 € à 150 000 € par incident, en prenant en compte les réparations, la perte de revenus et d'autres coûts indirects.
- Impact financier : Une seule usine a déclaré des pertes atteignant 10 millions d’euros en 2023 à cause des explosions de bouteilles de protoxyde d’azote.

Coûts directs et indirects :

Coûts directs	Coûts indirects
- Réparations des dommages causés par les explosions.	- Mise en place de précautions supplémentaires pour le tri en amont.

<ul style="list-style-type: none"> - Coûts de maintenance engendrés par les arrêts imprévus. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion spécifique de la livraison et du traitement des déchets contenant des bouteilles de protoxyde d'azote. - Pertes de production d'énergie dues aux arrêts. - Pertes liées à l'impossibilité temporaire de valoriser les déchets.
---	--

Depuis fin 2022, on dénombre 60 arrêts supplémentaires dans cinq usines de valorisation énergétique (WtE) uniquement dus au protoxyde d'azote. Ces arrêts non planifiés ont duré de quelques heures à plusieurs jours, en fonction de l'intensité et de la localisation de chaque explosion.

Un incident grave s'est produit lorsqu'un employé a été projeté par la forte pression d'une explosion de bouteilles de protoxyde d'azote alors qu'il intervenait pour éliminer un blocage. Heureusement, il n'a pas été blessé. Cependant, toute intervention, qu'il s'agisse de contrôles ou d'entretien, comporte des risques accrus, en particulier lors de l'ouverture de trappes ou de portes :

- Contrôles quotidiens : Inspection des convoyeurs de mâchefers situés sous les grilles.
- Nettoyage en ligne des électrofiltres (ESP) : Nécessité d'ouvrir le trou d'homme situé entre la chaudière et l'ESP.

REX Pays-Bas

L'association professionnelle Dutch Waste Management Association (DWMA) observe entre 250 – 300 explosions par semaine sur le parc d'incinération néerlandais.

Coûts totaux estimés pour l'industrie néerlandaise de valorisation énergétique des déchets : 65 millions d'euros par an, y compris les arrêts supplémentaires et excluant les coûts pour les clients des usines (municipalités, collecteurs) pour retirer autant que possible des déchets les bouteilles de protoxyde d'azote. Malgré des efforts pour retirer en amont, le nombre d'explosions ne diminue pas.

Les risques pour les employés opérationnels sont une préoccupation majeure pour les exploitants au quotidien. De nombreuses mesures coûteuses ont été prises pour limiter autant que possible les risques.

En 2023, un nombre énorme d'environ 500 000 de bouteilles de protoxyde d'azote ont été trouvées/interceptées dans les espaces publics, dans la chaîne de traitement de déchets ou par les Douanes/Police.

REX Suède

Au cours des dernières saisons d'exploitation, une augmentation significative des explosions a été constatée sur l'installation d'incinération des ordures ménagères et assimilées de l'usine Linköping. Ce phénomène concerne les cinq lignes d'incinération de l'usine et reflète une tendance observée dans de nombreuses autres installations de valorisation énergétique des déchets en Suède et en Europe. En 2023, 122 explosions ont été recensées, tandis qu'entre janvier et mars 2024, 74 explosions supplémentaires ont été enregistrées. Ce rythme soutenu,

avec plusieurs explosions par semaine et parfois plusieurs le même jour, suscitant de vives inquiétudes.

Les explosions varient en intensité : certaines perturbent légèrement le fonctionnement de l'installation, tandis que d'autres provoquent des dommages plus graves, entraînant des interruptions de service. Les explosions les plus sévères peuvent causer des surpressions importantes dans le four, compromettant non seulement le fonctionnement de l'installation, mais aussi le respect des limites d'émission de CO imposées par les réglementations en vigueur. Dans certains cas, les dégâts sont tels qu'il est nécessaire d'arrêter complètement l'installation pour procéder aux réparations.

Un exemple particulièrement frappant illustre cette situation : peu de temps après la remise en service de la chaudière à la suite de l'arrêt de maintenance annuel, une explosion majeure s'est produite, entraînant le détachement de plusieurs barreaux de la grille ainsi que la formation d'un large trou en son centre. Cet incident a conduit à l'arrêt immédiat de la ligne concernée, nécessitant une intervention prolongée pour la remise en état de l'équipement.



Figure 22 : Exemple d'une explosion dans le four qui a mis la chaudière à l'arrêt.

Face à ces incidents récurrents, des mesures préventives ont été mises en place. Lors d'un arrêt d'urgence alors qu'il reste du combustible sur la grille, l'exploitant a intégré dans ses procédures l'obligation de sensibiliser le personnel aux risques associés aux bouteilles de gaz. Cette sensibilisation est désormais incluse dans l'analyse des risques avant toute intervention dans la chaudière-four.

Des comportements similaires ont été observés dans d'autres pays européens, tels que la **Norvège, le Luxembourg, l'Allemagne, la République Tchèque et l'Irlande**, où des explosions dans les fours d'incinération ont également été signalées. Ces incidents mettent en évidence un problème commun à l'échelle européenne : la consommation de protoxyde d'azote à des fins récréatives n'est pas un phénomène isolé à la France, mais un fléau qui touche de nombreux pays européens.

Que ce soit en France ou au niveau européen, la situation est préoccupante et uniforme. La problématique de l'utilisation du protoxyde d'azote à des fins récréatives dépasse les frontières et nécessite une approche collective pour être efficacement abordée.

4. Leviers

Plusieurs leviers peuvent être mobilisés pour résoudre le problème des bouteilles de protoxyde d'azote.

Premier levier : Réglementation européenne

Réglementer les bouteilles de protoxyde d'azote au niveau européen en imposant l'ajout d'une soupape de sécurité. Cette mesure permettrait de réduire le risque d'explosion en cas d'exposition à une source de chaleur élevée, en offrant une voie d'échappement pour le gaz avant que la pression interne n'atteigne le niveau de rupture du contenant. Une telle réglementation renforcerait la sécurité d'utilisation de ces bouteilles et limiterait les incidents liés à leur manipulation ainsi qu'à leur arrivée dans les unités d'incinération des ordures ménagères et assimilées (UJOM).

Deuxième levier : Collecte et séparation du flux à la source par les services de propreté lors du nettoyage des rues

Cela consiste à travailler en étroite collaboration avec les collectivités locales, en particulier les services de propreté, pour sensibiliser à l'importance du tri spécifique de ces bouteilles. Il s'agit également d'identifier les zones où ces bouteilles sont le plus fréquemment déposées et de cibler les tournées de ramassage les plus concernées. Cette approche pourrait prouver son efficacité dans certaines villes et ainsi limiter l'arrivée de ces déchets dans les incinérateurs. Toutefois, cette méthode demeure partielle et ne permet pas de capturer l'ensemble des flux de bouteilles.

À l'échelle locale, les bouteilles se retrouvent dans l'espace public : corbeilles de rue, dépôts sauvages, dépôts sur la voirie.



Figure 24 : Des bouteilles de protoxyde d'azote à Montpellier ©JMA / Métropolitain



Figure 23 : Des bouteilles de protoxyde d'azote à Paris

Il est important de renforcer la collaboration avec les services de propreté et de collecte pour améliorer ce dispositif. Par ailleurs, les collectivités locales, confrontées à des contraintes budgétaires, ont besoin d'un soutien financier pour assurer la reprise et le traitement de ces bouteilles. Un tel appui est indispensable pour garantir la pérennité des efforts engagés dans la gestion de ces déchets spécifiques.

Troisième levier : Mise en place d'un système de consigne

La création d'un système de consigne pourrait considérablement contribuer à la réduction des bouteilles de protoxyde d'azote en circulation. En incitant les utilisateurs à retourner les

bouteilles usagées, ce dispositif intégrerait les principes de l'économie circulaire, en permettant leur recyclage dans des conditions appropriées. Après inspection et certification de la sécurité des bouteilles, celles-ci pourraient être réutilisées, ce qui limiterait leur impact environnemental.

5. Conclusion

Les professionnels du secteur de la valorisation énergétique des déchets sont confrontés à un afflux massif et quasi continu de bouteilles de protoxyde d'azote dans leurs installations. Ces bouteilles, classées comme déchets dangereux, nécessitent une collecte et un traitement spécifiques. Cependant, lorsqu'elles arrivent sur les sites de traitement des déchets non dangereux, elles causent des dommages considérables aux installations, mettant en péril à la fois les infrastructures et la sécurité des opérateurs.

Malgré l'entrée en vigueur de l'arrêté réglementant la vente de bouteilles de protoxyde d'azote aux particuliers, la situation n'a malheureusement pas évolué pour les Unités d'Incinération d'Ordures Ménagères et assimilés (UIOM). Les opérateurs continuent de faire face à des risques significatifs au quotidien, sans que des solutions efficaces aient été mises en place pour atténuer ces dangers.

Nous espérons vivement que ce rapport incitera la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) à engager une action décisive du gouvernement français auprès de la Commission Européenne, car il s'agit d'un problème majeur qui dépasse les frontières de la France et concerne de nombreux autres pays européens. Un soutien national et européen est crucial pour aborder cette problématique de manière globale et efficace, et nous sommes convaincu qu'une intervention coordonnée au niveau européen pourrait apporter des solutions durables.

C'est pourquoi nous sollicitons la DGPR pour qu'elle prenne l'initiative d'un appel à l'action auprès de la Commission Européenne, une réponse concertée entre les États membres étant essentielle pour la mise en œuvre de mesures de prévention et de sécurité adaptées, afin de protéger les personnes et les biens.

Il est important de souligner que ce problème ne concerne pas uniquement les installations d'incinération des ordures ménagères et assimilées, mais aussi les centres de tri, qui sont également exposés à des risques similaires. Les explosions de bouteilles de protoxyde d'azote peuvent survenir à n'importe quel stade du traitement des déchets, rendant indispensable la mise en place de mesures rigoureuses tout au long de la chaîne de gestion des déchets.

Il est impératif que des actions soient prises sans délai pour répondre à cette menace croissante. Les leviers proposés dans ce rapport doivent être adoptés et mis en œuvre rapidement pour garantir la sécurité des travailleurs, des installations, et de l'ensemble de la chaîne de gestion des déchets en France et en Europe.

Annexe

Articles parus sur le sujet dans les médias français :

2020 :

Déchets-Infos : <https://dechets-infos.com/protoxyde-les-cartouches-de-gaz-qui-ne-font-par-rire-les-collectivites-4924503.html>

2021:

BFMTV : https://www.bfmtv.com/economie/entreprises/industries/quand-le-gaz-hilarant-explose-dans-les-usines-d-incineration-de-dechets_AV-202108050132.html

Lefigaro : <https://www.lefigaro.fr/societes/les-bonbonnes-de-gaz-hilarant-cauchemar-des-usines-de-traitement-des-dechets-20210804>

Le Parisien : <https://www.leparisien.fr/val-de-marne-94/toute-la-france-est-concernee-les-bonbonnes-de-gaz-hilarant-font-derailer-les-usines-dincineration-des-dechets-03-08-2021-OUSQOSTEBNA2PHGFX7DIY5D2NQ.php>

2022:

Echo du Mardi : <https://www.echodumardi.com/politiqueeterritoire/comment-le-protoxyde-dazote-met-la-pression-sur-lincinerateur-de-dechets-de-vedene/>

Actu Vaucluse : https://actu.fr/provence-alpes-cote-d-azur/vedene_84141/vaucluse-les-fours-de-vedene-a-l-arret-a-cause-du-gaz-hilarant_50404959.html

2023:

France 3 : <https://france3-regions.francetvinfo.fr/bourgogne-franche-comte/doubs/protoxyde-d-azote-ce-dechet-orphelin-provoque-regulierement-des-explosions-dans-l-usine-d-incineration-de-besancon-2885015.html>

Est Républicain : https://c.estrepublicain.fr/economie/2023/12/05/explosion-de-bouteilles-de-gaz-au-centre-de-tri-des-dechets-l-alerte-du-sybert?utm_medium=social&utm_source=Facebook&fbclid=IwAR2WzFdOOF4nd6KecbfRYbS7uZ7F0VwyYbuNlx6gbgHCsmm0KP-xwxwQh00Echobox=1701795196

MaCommune.info : <https://www.macommune.info/des-explosions-a-repetition-a-lusine-dincineration-des-ordures-menageres-de-besancon/>

La Dépêche : <https://www.ladepeche.fr/2023/01/05/toulouse-le-fleau-des-bonbonnes-de-gaz-hilarant-qui-explosent-dans-les-fours-de-lincinerateur-de-dechets-10904678.php>

Le Parisien : <https://www.leparisien.fr/essonne-91/le-protoxyde-dazote-nouvel-ennemi-des-dechetteries-en-essonne-cest-comme-jeter-des-bombes-a-la-poubelle-29-07-2023-B6BTWGNQKBE5VMHRDA5B3VWRGE.php>

2024:

Ouest-France : <https://www.ouest-france.fr/environnement/dechets/enquete-cest-catastrophique-des-bouteilles-de-gaz-hilarant-explosent-dans-des-incinerateurs-59cd466a-f32b-11ee-9bee-6b4d91ded6b2>

ActuEssone : https://actu.fr/ile-de-france/villejust_91666/explosion-des-bouteilles-de-protoxyde-d-azote-un-nouvel-incident-dans-une-dechetterie-de-l-essonne_61301384.html

Nice matin : <https://www.nicematin.com/faits-de-societe/protoxyde-d-azote-comme-des-bombes-a-univalom-896544>

Republicain Lorrain : <https://www.republicain-lorrain.fr/societe/2024/02/21/protoxyde-d-azote-ces-bombes-retrouvees-dans-vos-poubelles>

Articles parus sur le sujet dans les médias européens :

Belgique :

2023:

RTL Belgique : <https://www.rtl.be/page-videos/belgique/faits-divers/des-cartouches-de-protoxyde-dazote-explosent-dans-les-incinerateurs-de-dechets/2023-12-28/video/621717>

Brussels Times : <https://www.brusselstimes.com/362201/laughing-gas-capsules-cause-explosions-in-waste-incinerators>

Pays Bas :

2023:

Euwid-recycling : <https://www.euwid-recycling.com/news/business/dutch-waste-industry-seeks-state-help-in-dealing-with-ni-trous-oxide-canisters-240723/>

Nl times : <https://nltimes.nl/2023/12/22/exploding-nitrous-oxide-cylinders-caused-eu65-million-damage-waste-processors-claim>

2024:

Dutch News : <https://www.dutchnews.nl/2024/06/nitrous-oxide-no-laughing-matter-for-waste-incineration-firms/>