

Notes

IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES DROGUES DE SYNTHÈSE : ÉTAT DES CONNAISSANCES ET QUESTIONS DE RECHERCHE ÉMERGENTES

RÉSUMÉ

— La production clandestine de drogues de synthèse génère cinq à trente fois leur volume en déchets chimiques, qui, rejetés anarchiquement, polluent les eaux, sols et atmosphères, et altèrent la biodiversité, même à de très faibles concentrations.

— Les stations d'épuration conventionnelles n'éliminent pas ou peu les résidus complexes de drogues de synthèse ; cette pollution peut les détériorer et entraîner des dommages écotoxicologiques graves, (troubles comportementaux, altérations génétiques et de la chaîne alimentaire).

— Des personnes peuvent, à leur insu, ingérer, respirer ou absorber par contact des résidus de drogues de synthèse, via l'eau, les aliments ou les lieux contaminés par le trafic ou la consommation.

— La clandestinité dérobe les producteurs de drogues de synthèse à leurs responsabilités dans la réparation des préjudices environnementaux, ce qui entrave de fait le principe légal pollueur-payeur et reporte souvent la charge financière sur les collectivités ou les propriétaires privés.

— Les études manquent pour cerner les dynamiques de contamination des milieux (air, sols et eaux), les risques pour la biodiversité terrestre et le fonctionnement des services écosystémiques selon le type de substances, les inégalités sociales d'exposition, les responsabilités juridiques des préjudices et le coût social engendré.

SOMMAIRE

Introduction : une préoccupation croissante et de nombreuses inconnues	2
Des contaminants émergents à la toxicité particulière	4
Origines des contaminations	5
Milieux environnementaux touchés et perte de biodiversité	7
Publics touchés, santé humaine et justice environnementale	9

Zones d'ombre et questions de recherche émergentes	9
Sources et méthodologie	13
Conclusion	14
Glossaire	15
Bibliographie	16

INTRODUCTION : UNE PRÉOCCUPATION CROISSANTE ET DE NOMBREUSES INCONNUES

L'enjeu de l'impact environnemental des drogues illicites se place dans le contexte plus large des préoccupations liées à l'impact du changement climatique et de la gestion des ressources naturelles. En 1997, la Division statistique des Nations unies définissait l'environnement comme « l'ensemble des conditions extérieures affectant la vie, le développement et la survie d'un organisme » (United Nations, 1997). Selon le Global Environment Outlook (GEO)¹ rattaché à l'ONU, l'environnement désigne le milieu ambiant, y compris l'eau, l'air, le sol et leurs interrelations, ainsi que toutes les relations entre ces éléments et les organismes vivants. Alors que la question environnementale entre aujourd'hui dans le périmètre de la responsabilité sociétale d'entreprise (RSE) des industries légales, cette préoccupation prend une tout autre ampleur lorsqu'elle est tournée vers les économies souterraines sur la scène mondiale, qui se dédouanent de toute norme de préservation environnementale et se déroberont à toute forme de contrôle, à l'instar des marchés des drogues illicites.

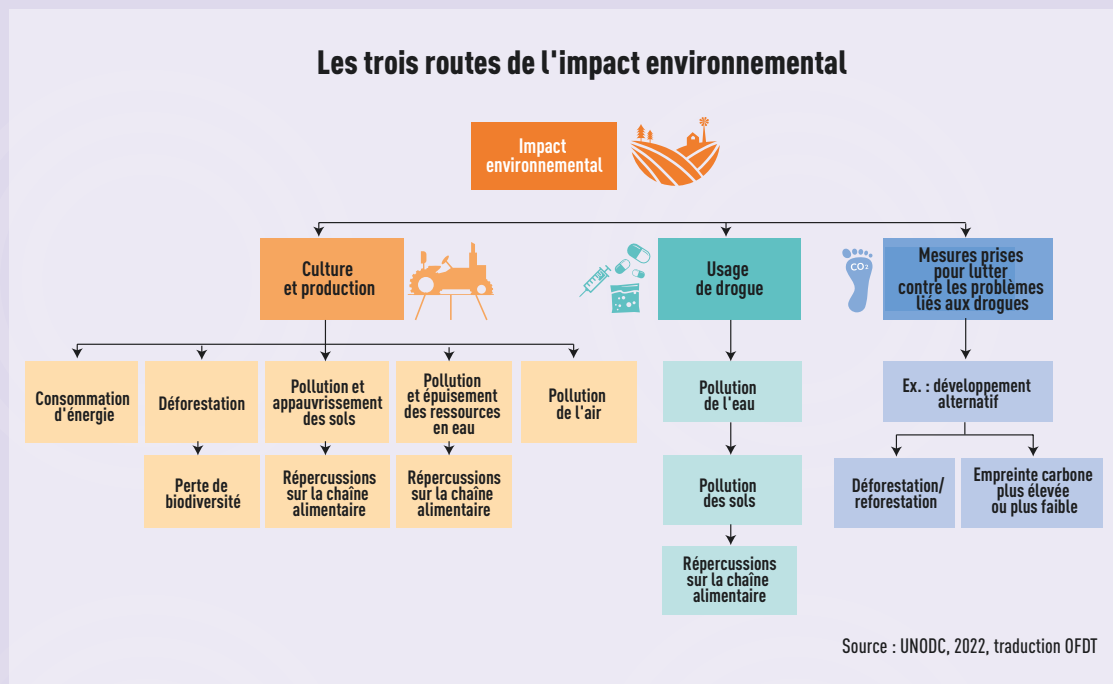
Les trois routes de l'impact environnemental des drogues illicites

Dans son rapport pilote (UNODC, 2022), auquel ont succédé des chapitres spécifiques dans les *World Drug Reports* de 2023 à 2025, l'ONUDC identifie trois routes de l'impact environnemental des drogues illicites, d'origine végétale ou chimique :

- la production et la culture de drogues qui provoquent une perte de diversité biologique et des effets sur la chaîne alimentaire, à travers la consommation d'énergie, le déboisement, la pollution et l'épuisement des sols et des eaux, la pollution de l'air et la perte de biodiversité ;

- l'usage de drogues qui a des effets sur la chaîne alimentaire, en polluant les sols et les eaux ;

- les réponses publiques déployées face aux drogues qui peuvent par exemple prendre la forme de cultures alternatives dont l'impact environnemental et l'empreinte carbone ne sont pas nécessairement meilleurs que celui des cultures de drogues.



1. Le GEO est un processus consultatif et participatif visant à préparer une évaluation indépendante de l'état de l'environnement, de l'efficacité de la réponse politique aux défis environnementaux et des voies possibles pour atteindre les différents objectifs environnementaux convenus au niveau international.

Depuis le début des années 2000, la littérature internationale en toxicologie a progressivement intégré les drogues illicites et leurs **métabolites**² dans la catégorie des **contaminants d'intérêt** émergent, aux côtés des résidus pharmaceutiques et des perturbateurs endocriniens (Daughton, 2011 ; Pal *et al.*, 2013). Des organisations internationales, tels l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Office des Nations unies contre la drogue et le crime (ONUDC), se sont saisies assez récemment du sujet environnemental soulevé par les substances psychoactives que sont le tabac, l'alcool, les médicaments psychotropes ou les drogues illicites. L'impact environnemental des drogues illicites, selon les trois routes identifiées par l'ONUDC (voir encadré), devient un sujet politique, à l'aune des volumes consommés au niveau mondial et des répercussions avérées ou présumées d'ordre écologique, sanitaire, juridique et financier.

Les drogues de synthèse – amphétamines, méthamphétamine, MDMA, MDA, kétamine, nouvelles substances psychoactives, etc. – représentent à cet égard un risque particulièrement préoccupant du fait de leur production en Europe y compris en zone urbaine peuplée. Leur production clandestine génère des volumes considérables de déchets chimiques toxiques (par exemple, six à dix fois plus de déchets que de MDMA produite). Leurs chaînes d'approvisionnement opaques compliquent toute traçabilité et leur forte activité pharmacologique interroge quant aux effets de leur dissémination dans l'environnement, même à très faibles concentrations (UNODC, 2022). En Europe, l'augmentation du nombre des laboratoires clandestins démantelés entre 2017 et 2023 ainsi que leur taille indiquent la hausse de la fabrication de drogues de synthèse dans cette zone (EUDA, 2025 ; UNODC, 2025b). Ces drogues de synthèse incluent tant les stimulants de type amphétaminique que les nouveaux produits de synthèse dits NPS. Leur production génère une quantité considérable de déchets dont le déversement dans les eaux, les sols et l'air suscite de vives inquiétudes au sein des communautés touchées et entraîne des coûts de dépollution considérables (UNODC, 2025b). À titre illustratif, en 2016, le coût minimal du démantèlement et du nettoyage par site de production de drogues synthétiques, de stockage et de décharge, a été estimé à 15 851 € en moyenne en Belgique et aux Pays-Bas, soit 13 566 € pour chacun des 322 sites aux Pays-Bas et 33 372 € pour chacun des 42 sites belges (UNODC, 2022). À l'heure où l'action publique est de plus en plus évaluée à l'aune de sa contribution aux objectifs de développement durable (ODD), cet impact écologique ne peut demeurer dans l'ombre, délaissé par la recherche ou hors de la ligne de mire des décideurs.

En France, la stratégie gouvernementale de lutte contre les drogues inclut traditionnellement les deux piliers de la sécurité publique et de la santé publique autour desquels s'organisent la coopération internationale et la recherche. Cependant, la question de l'empreinte environnementale de la production, du trafic et de la consommation des substances illicites, dimension longtemps ignorée, émerge avec une acuité croissante. Elle est évoquée pour la première fois par la stratégie définie pour la période 2023-2027 (MILDECA, 2023). La Mission interministérielle de lutte contre les drogues et les conduites addictives (MILDECA) a été l'une des premières instances à porter la question de l'impact environnemental des drogues auprès de l'ONUDC, initiative à l'origine du rapport pilote de 2022 (UNODC, 2022). En décembre 2024, le commandement pour l'environnement et la santé (Cesan) de la gendarmerie nationale a coorganisé avec la MILDECA le premier colloque international en France sur l'impact des drogues sur l'environnement. Dans le cadre de son programme de travail pour la période 2025-2027, l'Observatoire français des drogues et des tendances addictives (OFDT) ouvre un champ de réflexion sur l'impact environnemental des drogues en examinant, dans un premier temps, le sujet des drogues de synthèse. Le choix de cette famille de substances a été guidé par l'existence de risques multiples et d'incidences particulières encourus sur le territoire français au fil de leur cycle de vie et également par la disponibilité d'un corpus de travaux scientifiques sur le sujet.

Cette note propose une synthèse sur l'impact environnemental des drogues de synthèse (IEDS) selon une approche pluridisciplinaire, en dressant un panorama international des connaissances sur les origines des contaminations et leurs effets sur les différents compartiments environnementaux (eau, air, sol), la **biodiversité** et la santé humaine. La note dresse ensuite un tableau des principales zones d'ombre pour la compréhension et la décision identifiées au fil de cette analyse, pour lesquelles la recherche scientifique est encore lacunaire. Ces points d'incertitude majeurs sont caractérisés par un noyau pluridisciplinaire de questions de recherche qu'il conviendrait d'investir pour soutenir l'action publique.

2. Un glossaire est proposé pour un ensemble de termes techniques indiqués en **mauve** dans le texte, empruntés aux domaines de la toxicologie ou de l'écologie scientifique.

DES CONTAMINANTS ÉMERGENTS À LA TOXICITÉ PARTICULIÈRE

Depuis les années 2000, la communauté scientifique classe les drogues illicites et leurs **métabolites** parmi les contaminants d'intérêt émergent (emerging contaminants), une catégorie qui inclut des substances décelées dans l'environnement et faisant l'objet d'une surveillance récente. Outre les drogues illicites, ces substances sont par exemple des résidus de médicaments, de produits hygiéniques ou cosmétiques et certains perturbateurs endocriniens (Archer *et al.*, 2017). Les drogues de synthèse présentent cependant des spécificités qui les distinguent et justifient une attention particulière.

- Une forte activité pharmacologique : conçues pour agir sur le système nerveux central, ces substances peuvent induire des effets biologiques sur les organismes non ciblés à de très faibles concentrations.
- Une variété de molécules et d'interactions chimiques : les drogues de synthèse et leurs **précurseurs chimiques** représentent un vaste ensemble de molécules aux propriétés chimiques hétérogènes complexes dont les interactions avec d'autres polluants ou les produits de traitement des eaux sont encore mal connues. Ce contexte complexifie leur détection dans l'environnement, l'analyse de leur **métabolisation** et leur traitement.
- Des chaînes de production clandestines, opaques et anarchiques : contrairement aux produits pharmaceutiques légaux, leur fabrication s'effectue dans des laboratoires clandestins qui génèrent des volumes importants de déchets chimiques (solvants, **précurseurs**, sous-produits de réaction) rejetés dans l'environnement sans aucun traitement (Kurdil, 2025). La nature illicite des marchés rend extrêmement difficile la quantification des flux de production, des volumes de déchets et l'attribution des sources de pollution.

Les milieux aquatiques naturels et la chaîne d'assainissement de l'eau (traitement des eaux usées et rejet en milieu naturel) semblent particulièrement affectés. Même si on ne peut exclure que de telles contaminations ont des conséquences sur les réseaux de potabilisation, la revue de littérature n'a pas permis d'identifier de données sur le sujet. Les concentrations des substances synthétiques dans l'environnement aquatique sont généralement de l'ordre du nanogramme par litre (ng/l) (Rodayan *et al.*, 2016). Si ces niveaux peuvent paraître faibles, trois phénomènes suscitent des inquiétudes écotoxicologiques saillantes : les cycles de vie longs, la **pseudo-persistance** et l'**effet cocktail** (ou effet combiné).

Des cycles de vie longs

Les cycles de vie des résidus chimiques des drogues de synthèse sont généralement décrits comme longs, de plusieurs mois ou années, du fait de leur persistance dans les substrats naturels pollués ou les surfaces ou leur transmission transgénérationnelle parmi les organismes contaminés. La stabilité des résidus en milieu aquatique explique la faisabilité de la surveillance de la consommation de drogues de synthèse via l'analyse des eaux usées (Köke *et al.*, 2022). Si cette persistance des résidus des drogues de synthèse permet en théorie de les détecter pour être traités plusieurs mois après leur émission, le manque de mécanismes de détection et la durée des instructions judiciaires des affaires des épisodes de pollution aiguë retardent les **remédiations** environnementales (ter Laak et Emke, 2023). De tels délais dans la dépollution aggravent la diffusion et l'accumulation des polluants dans les biotopes sur plusieurs années, et ce jusqu'aux eaux souterraines, ce qui potentialise leur persistance et les rend particulièrement difficiles à éliminer (*ibid.*).

Le cas de la méthamphétamine est particulièrement documenté par la recherche nord-américaine. Dans les habitations utilisées comme laboratoires clandestins de méthamphétamine, les résidus produits lors de la confection se déposent sur les surfaces et les textiles ; ils sont absorbés puis libérés au fil du temps, y compris après que le laboratoire a cessé ses activités, étant mis en suspension par les mouvements d'air dans ces espaces (Kuhn *et al.*, 2019 ; Wright *et al.*, 2016 ; Wright *et al.*, 2019). La contamination des habitations par la méthamphétamine peut aussi résulter de l'activité d'anciens laboratoires clandestins qui n'ont pas été découverts par les autorités avant de recevoir de nouveaux occupants (Kuhn *et al.*, 2021).

Un phénomène similaire d'accumulation est observé lorsque de la méthamphétamine est consommée en intérieur, les résidus demeurant détectables jusqu'à quatre semaines sur les surfaces après l'usage dans les habitations (Russell *et al.*, 2022) ou dans les véhicules (Kerry *et al.*, 2025). Cette persistance interroge tout particulièrement la dangerosité pour les enfants (Morrison *et al.*, 2015).

La persistance des résidus de drogues de synthèse dans l'environnement provoque en outre des dommages graves aux écosystèmes (Ripanda *et al.*, 2022). En milieu aquatique, elle peut entraîner la contamination d'organismes, dont les conséquences touchent plusieurs générations avec des dommages qui peuvent s'aggraver à travers la descendance : baisse de l'activité, déformations physiologiques et, au final, baisse de la fertilité (Dai *et al.*, 2022). Or, les organismes atteints par ce type de pollution sont parfois destinés à la consommation humaine, ce qui avive la problématique de la contamination de la chaîne alimentaire.

Des cas de **pseudo-persistance** de polluants sont rapportés, ces substances demeurant détectables quelle que soit leur durée de vie, du fait d'un réapprovisionnement par une ou plusieurs sources continues. Même si les molécules des drogues de synthèse se dégradent individuellement, des apports fréquents dans les milieux via les rejets d'eaux usées maintiennent une pression de contamination chronique sur les écosystèmes (Fontes *et al.*, 2020).

La persistance malgré les décontaminations

La persistance des résidus produits par la synthèse de méthamphétamine a été observée sur des surfaces non nettoyées (sept échantillons contaminés sur dix) et également après nettoyage à l'eau (deux échantillons contaminés sur dix) (Ciesielski *et al.*, 2021). La pollution générée par la production des drogues de synthèse demeure détectable dans les cours d'eau après le traitement des eaux usées et la décontamination de lieux pollués. Les stations d'épuration conventionnelles ne sont pas prévues pour traiter les déchets chimiques hautement toxiques issus des drogues de synthèse et, de manière générale, ne parviennent pas à les éliminer en totalité, qu'ils proviennent des eaux de surfaces comme des eaux usées (Krishnan *et al.*, 2023). C'est le cas pour la kétamine (Li *et al.*, 2017), la MDA, l'amphétamine et la méthamphétamine (Asadi *et al.*, 2025), l'éphédrine (Rodayan *et al.*, 2016) et la MDMA (Aydın *et al.*, 2022), à l'instar de résidus de substances pharmaceutiques tels que le 7-aminoflunitrazepam, **métabolite** de la benzodiazépine (Christophoridis *et al.*, 2021). La persistance de certains produits (tels l'amphétamine et ses résidus) tient au fait que leur **métabolisation** peut produire par transformation stéréosélective des **énantiomères** qui échappent aux processus de dégradations opérés par les stations d'épuration des eaux usées, mais sont susceptibles d'altérer une large gamme d'organismes vivants, même à très faibles concentrations (Evans *et al.*, 2016).

L'effet cocktail

L'**effet cocktail** désigne la présence simultanée de multiples substances actives (drogues, médicaments, pesticides, etc.) dont les interactions peuvent générer des effets toxiques synergiques imprévisibles (Rosi-Marshall *et al.*, 2015). À titre illustratif, la présence concomitante de microplastiques et d'amphétamines en milieu aquatique potentialise par interaction chimique leur toxicité propre sur des organismes végétaux ou animaux, à travers la chaîne alimentaire (Qu *et al.*, 2022).

ORIGINES DES CONTAMINATIONS

La littérature scientifique a identifié de multiples voies de contamination environnementale liées aux drogues de synthèse dont deux principales, particulièrement génératrices de déchets dans le cycle de vie de ces substances : en premier lieu la production et le transport, en second la consommation et la **métabolisation**. Ces voies impactent de manière différenciée les compartiments environnementaux et les habitats humains.

Contamination par les rejets de laboratoires illégaux et le transport

Bien que l'empreinte environnementale globale de la production de drogues illicites reste faible en comparaison du secteur agricole ou pharmaceutique légal, son impact local peut être dévastateur (UNODC, 2022). La fabrication de drogues de synthèse dans des laboratoires clandestins, sans encadrement légal ni respect des normes de sécurité, expose à de nombreux risques de contamination outre le risque élevé d'accidents. Durant le processus de synthèse, des résidus peuvent s'échapper dans l'air et se déposer sur des particules en suspension (Chen *et al.*, 2025b). La production de drogues telles que l'amphétamine, la méthamphétamine et la MDMA génère des déchets dont le volume est de cinq à trente fois supérieur à celui du produit final (UNODC, 2022). À titre illustratif, la synthèse de 1 kg d'amphétamine peut produire 20 à 30 kg de déchets chimiques (ibid). Ces déchets – incluant **précurseurs**, solvants, acides et sous-produits de réaction dont l'écotoxicité est souvent inconnue – sont déversés sans aucun traitement dans les sols ou les réseaux d'égouts, pour éviter aux trafiquants d'être identifiés par les autorités (Boni *et al.*, 2018). Entre 2016 et 2020, un total de 1 631 incidents de pollution liés aux laboratoires de synthèse ont été recensés aux Pays-Bas, dont 568 incidents (35 %) identifiés comme des rejets illégaux de déchets chimiques et 1 036 cas (64 %) qui n'ont pas été clairement caractérisés, en raison de la combustion des déchets dans 36,2 % des cas (ter Laak et Emke, 2023). Les situations rencontrées aux Pays-Bas et en Flandre mettent en évidence l'ampleur de l'élimination illégale des déchets liés aux drogues de synthèse (Pardal *et al.*, 2021). Chaque année, les autorités y recensent, en particulier dans la zone frontalière, des centaines de dépôts clandestins de fûts abandonnés dans des forêts, des fossés ou des zones rurales, sources de contaminations durables des sols et des eaux souterraines (Cheeseman, 2024 ; Kurdil, 2025 ; Pardal *et al.*, 2021).

Dénués par nature de dispositif de sécurité, les laboratoires clandestins sont des lieux propices aux incendies, explosions et contaminations toxiques, qui mettent directement en danger tant les fabricants que le voisinage. Ces accidents et contaminations se produisent en cas de défaillances techniques ou par accumulation de résidus chimiques, la méthode de synthèse de méthamphétamine *one pot* (consistant à mélanger tous les ingrédients dans un même récipient) étant particulièrement incriminée (Ciesielski *et al.*, 2021 ; Green *et al.*, 2017 ; Wright *et al.*, 2016). Les explosions peuvent être déclenchées tant par des erreurs de manipulation des « cuisiniers » (manipulateurs) que par des systèmes explosifs anti-intrusifs mis en place par les trafiquants qui, outre leur danger direct, ont un fort potentiel de dispersion des particules (Norman *et al.*, 2021). Au-delà des risques immédiats, ces activités illicites engendrent des atteintes plus insidieuses et durables à l'environnement et à la santé humaine.

En outre, l'importation de **précurseurs chimiques** et le transport des produits finis empruntent de nombreuses routes de trafic, parfois intercontinentales. L'expansion mondiale du trafic de drogues, particulièrement portée par l'émergence constante de nouveaux produits, se traduit notamment par une intensification du transport des produits par voie maritime (Coutansais, 2024). L'évaluation du trafic mondial, illégal, demeure complexe. Cependant, l'empreinte carbone associée à un tel volume de transport peut être considérée comme significative (Kerry *et al.*, 2025). Les saisies montrent que les cannabinoïdes de synthèse, largement consommés en Europe, entre autres territoires, sont majoritairement fabriqués en Chine et traversent donc le monde jusqu'aux lieux de consommation (Norman *et al.*, 2021). Au regard de son cycle de vie complet, la fabrication de 1 kg de sel de MDMA HCl (forme de sel hydrochloride sous laquelle la MDMA se consomme) génère une empreinte carbone totale estimée entre 400 et 1 500 kg de CO₂e, soit entre 0,07 et 0,31 kg de CO₂e par comprimé de MDMA (UNODC, 2025a).

Contamination par la consommation et l'excrétion humaines

La contamination environnementale résultant de la consommation humaine de drogues de synthèse constitue, à ce jour, la voie de transfert la mieux documentée. Elle affecte directement les milieux aquatiques par le rejet de résidus et de **métabolites** dans les eaux usées. Après consommation ou absorption par voie cutanée (contamination passive), les substances actives et leurs **métabolites** sont excrétés (principalement via l'urine) et rejoignent les réseaux d'assainissement. Or, les stations d'épuration des eaux usées (STEP) ne sont pas conçues pour éliminer ces molécules complexes et ne les dégradent que partiellement (Archer *et al.*, 2017). Les **effluents** des STEP deviennent ainsi une source ponctuelle ou

continue de contamination des cours d'eau, au point que leur analyse (*sewage epidemiology* ou FEUDS) permet aussi d'estimer la consommation de drogues à l'échelle d'une ville ou d'un territoire et constitue un mode de surveillance à l'interface de la santé publique et de l'environnement (Singer *et al.*, 2023).

D'autres sources plus ponctuelles de contamination aiguë existent, comme les événements festifs (festivals de musique, grands rassemblements) où se concentrent de hauts niveaux de consommation. Ces événements peuvent créer des pics de pollution très élevés, mais localisés dans le temps et l'espace, particulièrement dans les points d'eau à proximité, transformant certains sites en véritables *hot spots* de contamination (Aberg *et al.*, 2022 ; Bijlsma *et al.*, 2020 ; Brett *et al.*, 2022 ; Jiang *et al.*, 2015 ; Maasz *et al.*, 2021 ; Mackulák *et al.*, 2019 ; Senta *et al.*, 2023 ; Sims *et al.*, 2024).

MILIEUX ENVIRONNEMENTAUX TOUCHÉS ET PERTE DE BIODIVERSITÉ

Air et atmosphère

La contamination de l'air et de l'atmosphère reste largement sous-investie par la recherche. Les données quantitatives sur la présence de drogues de synthèse dans l'air ambiant sont très rares (Balducci *et al.*, 2024 ; Beaudreau *et al.*, 2025 ; Gent et Paul, 2021 ; Kerry *et al.*, 2025 ; Zambas-Adams et Honeychurch, 2022). Pourtant, plusieurs voies de contamination sont identifiées : les fumées et vapeurs issues des laboratoires clandestins, la volatilisation lors de la consommation (notamment la fumée) et les émissions lors de l'incinération de déchets ou de produits saisis (Ripanda *et al.*, 2022). Les risques liés à l'inhalation par les travailleurs exposés ou les riverains des sites de production sont quasiment inexplorés. La fabrication de stimulants de type amphétamine produit des composés organiques volatils, dont l'acétone, le toluène et l'éther –rapidement absorbables par voie pulmonaire et toxiques pour l'être humain – qui, après excrétion par les urines, peuvent de surcroît contaminer des nappes phréatiques (UNODC, 2022).

Eaux de surface et souterraines

Le milieu aquatique est le compartiment environnemental le plus étudié par la littérature scientifique internationale en raison de son étendue géographique et de son rôle crucial sur les plans sanitaire, biologique et écologique. S'avérant les plus touchées, les eaux de surface concentrent une majorité des études sur l'IEDS. Une méta-analyse mondiale récente a montré une contamination des rivières par diverses drogues illicites, observée sur les différents continents (Amérique du Nord, Moyen-Orient, Océanie, notamment) (Zhang *et al.*, 2024). Les stations d'épuration agissent comme des points chauds de redistribution, transformant une pollution diffuse issue des agglomérations en rejets concentrés dans les milieux aquatiques (Archer *et al.*, 2017). Parmi les substances les plus fréquemment détectées dans les stations d'épuration des eaux usées des pays où une surveillance est mise en place, figurent les amphétamines, la méthamphétamine, la MDMA, les cathinones, étudiées selon les cas dans différents États de l'Union européenne (Pays-Bas, Espagne, Grèce, Slovaquie, Slovénie), aux États-Unis, au Royaume-Uni, au Canada, au Brésil, en Afrique du Sud, en Australie et en Chine, entre autres.

En grandes quantités, ces rejets de résidus chimiques dans les eaux usées peuvent entraîner des dysfonctionnements graves au sein des stations d'épuration, notamment lorsqu'ils sont déversés dans le réseau d'assainissement. Ces impacts sont particulièrement marqués dans les filières de traitement biologique, où l'acidification des boues peut altérer les bactéries nitrifiantes impliquées dans le traitement (Emke *et al.*, 2018 ; Greif *et al.*, 2025). De telles dégradations non seulement compromettent le traitement biologique des eaux usées, mais aussi constituent une menace directe pour la qualité des milieux aquatiques récepteurs (Köke *et al.*, 2022). L'ampleur des dégradations peut être considérable : en 2016, le déversement de déchets issus de la synthèse d'amphétamine a entraîné une acidification importante des boues activées qui a requis de réintroduire 40 % du volume total de boue pour restaurer le fonctionnement d'une petite station d'épuration aux Pays-Bas (Emke *et al.*, 2018). Une étude sur modèle portant sur 23 installations

d'assainissement de petite ou moyenne taille a démontré qu'un seul lot de 40 kg d'amphétamine pouvait suffire à provoquer leur dysfonctionnement simultané (UNODC, 2022).

La faune et la flore des eaux de surface réceptrices des effluents des stations d'épuration pâissent de la pollution chimique résiduelle issue des drogues de synthèse. Diverses études ont ainsi détecté des cathinones en Espagne (Fontanals *et al.*, 2017), des traces d'amphétamine et de méthamphétamine dans des rivières sur le plateau tibétain et en Chine (Liu *et al.*, 2022 ; Wang *et al.*, 2018, 2019 ; Wu *et al.*, 2021), y compris dans la région de Pékin (Zhang *et al.*, 2017) ou de la MDMA en Espagne (Evans *et al.*, 2016 ; López-García *et al.*, 2021 ; Mastroianni *et al.*, 2016). La persistance chimique des substances et le risque écologique peuvent s'étendre sur plusieurs années (Evans *et al.*, 2016 ; Köke *et al.*, 2022 ; López-García *et al.*, 2021).

Cette contamination des effluents s'étend aux zones estuariennes et côtières, où des substances comme la cocaïne ou ses métabolites ont été détectées dans l'eau, dans les sédiments et sur certaines espèces cultivées (huîtres) ou sauvages (requins, saumons) (Brand, 2026 ; de Farias Araujo, 2024 ; Ortega, 2025). Elle soulève des craintes directes de sécurité sanitaire des produits de la mer qui appellent à une surveillance accrue des eaux côtières (Fernández-Rubio *et al.*, 2019). La contamination peut donc affecter l'entière des écosystèmes, allant des communautés bactériennes aux poissons et crustacés destinés à la consommation humaine, impactant ainsi les populations locales (UNODC, 2024 ; Wang *et al.*, 2018)2018.

En revanche, les connaissances sur la contamination des nappes phréatiques via la pollution des sols par les résidus des drogues de synthèse sont beaucoup plus limitées. Plusieurs études portent sur les zones de production et de déversement de déchets aux Pays-Bas et en Belgique (Claessens *et al.*, 2019 ; ter Laak et Emke, 2023). Ce type de contamination provoque un appauvrissement des sols et de la biodiversité qu'ils abritent, par la modification de leur salinité, de leur acidité ou de leur oxygénation (Gomes *et al.*, 2016). Le risque de contamination par des métaux lourds est également identifié (ibid.).

Biodiversité aquatique et terrestre

Les conséquences sur la faune aquatique sont les mieux documentées. De nombreuses études en laboratoire et en milieu naturel ont montré que la bioaccumulation et l'exposition chronique à de faibles concentrations de méthamphétamine, MDMA ou cocaïne peuvent provoquer des effets sublétaux significatifs :

- Chez les poissons : stress oxydatif (Félix *et al.*, 2018), troubles de la locomotion (Archer *et al.*, 2023 ; Wang *et al.*, 2019), autres perturbations comportementales dont hyperactivité et modification de la prédation (Chen *et al.*, 2025a ; Liao *et al.*, 2018 ; Wang *et al.*, 2020a,b,c), dysfonction reproductive (Dai *et al.*, 2022 ; Li *et al.*, 2017), altérations génétiques et risques tératogènes (Aydın *et al.*, 2022 ; Horký *et al.*, 2021 ; Li *et al.*, 2025 ; Ribeiro *et al.*, 2023, 2024 ; Sancho Santos *et al.*, 2020, 2023 ; Wang *et al.*, 2020a,b), troubles neurologiques et même des phénomènes de dépendance (Falfushynska *et al.*, 2024).
- Chez les invertébrés (mollusques, crustacés, insectes) : stress oxydatif et altérations génétiques (Parolini *et al.*, 2016), altérations cardiaques (Iqbal *et al.*, 2023), altération de la croissance, de la reproduction et des réponses immunitaires (Rosi-Marshall *et al.*, 2015), perturbations comportementales défensives (Hossain *et al.*, 2019), perturbations du mouvement chez les insectes (Let *et al.*, 2023).
- Chez les végétaux : réduction cellulaire, par exemple (Qu *et al.*, 2022 ; Sun *et al.*, 2023).

En revanche, les données manquent quant aux effets de ces pollutions sur le fonctionnement global des écosystèmes et sur la faune terrestre, dont les animaux au contact direct des habitations contaminées (Norman *et al.*, 2021) ou touchés par des activités de braconnage et de trafic d'espèces rares étroitement liées au trafic de drogues (UNODC, 2024). Contrairement à d'autres polluants pharmaceutiques, les effets des drogues de synthèse sur les oiseaux, les mammifères, les insectes pollinisateurs ou les micro-organismes du sol et par conséquent sur les services écosystémiques essentiels (pollinisation, fertilité des sols, régulation du cycle de l'eau, etc.) restent peu explorés par la recherche.

PUBLICS TOUCHÉS, SANTÉ HUMAINE ET JUSTICE ENVIRONNEMENTALE

Si les risques sanitaires sont principalement associés à la consommation directe, la contamination environnementale soulève la question des expositions involontaires, chroniques ou aiguës. Les voies d'exposition indirecte pour la population générale incluent la consommation d'eau potable (Davoli *et al.*, 2019) et de produits de la mer (poissons, mollusques) qui peuvent bioaccumuler plusieurs substances. La contamination peut se faire également par les eaux de baignade (Drdanová *et al.*, 2025). L'exposition des non-consommateurs peut être qualifiée de passive et peut se faire par l'inhalation involontaire des substances ou par voie cutanée, au contact de surfaces ou textiles (vêtements, lingerie, ameublement) dans les habitations ou les véhicules contaminés (Ciesielski *et al.*, 2021 ; Morrison *et al.*, 2015), y compris dans les transports en commun (Beaudreau *et al.*, 2025). En 2024, le nombre d'habitations contaminées par la méthamphétamine au-delà des normes sanitaires moyennes est estimé à 5 millions (4 %) des habitations aux États-Unis (Dennison, 2024). S'ajoutent des expositions professionnelles spécifiques pour les personnes intervenant sur le démantèlement des laboratoires : les forces de l'ordre, les pompiers, les agents d'entretien, les travailleurs des stations d'épuration ou des filières de gestion des déchets (Beaudreau *et al.*, 2025 ; Cheeseman, 2024 ; Kurdil, 2025).

Les effets sanitaires potentiels de ces expositions chroniques à faibles doses sont mal connus. Les principales préoccupations concernent les populations les plus vulnérables (femmes enceintes, enfants) (Balducci, Green *et al.* 2016) et portent sur des effets à long terme, notamment neurodéveloppementaux, endocriniens ou immunitaires (Krishnan *et al.*, 2023). Chez les enfants et les adolescents contaminés par des résidus de méthamphétamine, les premiers problèmes de santé observés comprennent des troubles comportementaux et cognitifs (79 %), des troubles du sommeil (72 %), des troubles respiratoires (62 %) ainsi que des irritations des yeux et de la peau (55 %) (Wright *et al.*, 2020).

Enfin, la contamination d'habitats humains revêt une dimension de justice environnementale. Les populations défavorisées, vivant par exemple en aval des grandes agglomérations ou dans des quartiers où se concentrent trafic et consommation, pourraient cumuler les expositions et les vulnérabilités, subissant une double pénalisation sanitaire et environnementale (Burns-Edel, 2016 ; Maasz *et al.*, 2021). Les agriculteurs doivent parfois supporter le coût de la dépollution de leurs terres après le déversement des résidus de drogues de synthèse (UNODC, 2022).

ZONES D'OMBRE ET QUESTIONS DE RECHERCHE ÉMERGENTES

Malgré un intérêt croissant de la recherche sur le sujet, des incertitudes critiques demeurent en matière d'IEDS. L'identification des lacunes de la connaissance n'est pas un simple exercice académique. C'est une étape cruciale pour orienter efficacement les financements de la recherche et soutenir la construction des politiques publiques mieux informées, fondées sur des preuves robustes. Ce chapitre propose un ensemble de questions de recherche issues de l'état des connaissances et leurs brefs argumentaires. La numérotation des questions (Q.n) n'illustre pas de hiérarchie.

Spécificités métaboliques et chimiques des substances et dérivés

De nombreuses études documentent l'impact environnemental de la méthamphétamine alors que certains produits, tels les nitazènes, les cathinones de synthèse, la kétamine (Castiglioni *et al.*, 2015 ; Fontanals *et al.*, 2017 ; González-Mariño *et al.*, 2016) ou, de manière générale, les NPS, sont encore peu couverts faute de connaissance sur leur transformation par les organismes (Bijlsma *et al.*, 2020 ; Dennison, 2024). La similitude structurelle et pharmacologique des NPS avec des molécules préexistantes plus diffusées, à l'instar des benzodiazépines, peut entraîner des erreurs d'identification et donc de mesures de la dangerosité spécifique et des risques pour la santé publique (Bade *et al.*, 2020).

La méconnaissance générale sur la **métabolisation** des drogues de synthèse est un frein à la prise en compte de leur impact sur l'environnement. De nombreux auteurs déplorent notamment le manque de travaux sur les possibles effets synergiques (potentialisation, sensibilisation, etc.) des drogues de synthèse avec d'autres polluants chimiques présents dans les zones aquatiques (Aydın *et al.*, 2022 ; Félix *et al.*, 2018 ; Iqbal *et al.*, 2023 ; Parolini *et al.*, 2016 ; Wang *et al.*, 2024). Dans certains cas, les effets d'une exposition prolongée à ces substances et de leur **bioaccumulation** demeurent inconnus, que ce soit pour les êtres humains, la faune, la flore ou les écosystèmes. Les différences spécifiques aux **énantiomères** quant à leur action propre ou synergique avec d'autres polluants sur le métabolisme végétal, animal ou humain, ou sur les écosystèmes, sont insuffisamment documentées. Cette méconnaissance est particulièrement préjudiciable lorsque des zones sensibles pour l'équilibre environnemental sont impactées, comme les mangroves ou les terres agricoles contaminées (Balducci *et al.*, 2016 ; Bertin *et al.*, 2020 ; Chen *et al.*, 2025a ; Evans *et al.*, 2016 ; Ivanová *et al.*, 2018).

- Q1. Comment les résidus de synthèse des amphétamines, MDMA, nitazènes, cathinones, benzodiazépines de synthèse, en distinguant leurs **énantiomères**, réagissent avec les microplastiques (persistance, mobilité, transformation) pour dégrader :
 - a. le traitement chimique des eaux usées ?
 - b. le métabolisme de bactéries nitrifiantes impliquées dans l'assainissement des eaux usées ?
 - c. le métabolisme de différentes familles du vivant : algues et organismes aquatiques, insectes pollinisateurs et céréales ?

Dynamiques de pollution des sols et des nappes phréatiques

Si la contamination des eaux de surface est bien documentée, les travaux sur les sols et les eaux souterraines pollués par les rejets de laboratoires clandestins sont « ponctuels et géographiquement limités », se concentrant quasi exclusivement en Belgique et aux Pays-Bas (Cheeseman, 2024 ; Kurdil, 2025 ; UNODC, 2022). Des enjeux majeurs, comme la persistance des précurseurs et solvants dans les sols, leur vitesse de migration vers les nappes phréatiques – et donc potentiellement vers les captages d'eau potable –, les impacts sur la biodiversité des sols et les techniques de dépollution adaptées à ces cocktails chimiques spécifiques, restent à explorer.

- Q2. Quelle est la dynamique (persistance, mobilité, transformation) des résidus de synthèse (**précurseurs**, solvants, sous-produits, drogues) dans les sols et eaux souterraines à proximité de sites de production et de décharge (*dumping*) clandestins ?
- Q3. Quelles stratégies de **remédiation** écologique et juridique peuvent être mises en place, dans le contexte français et européen, face aux contaminations des sols et des eaux souterraines par les drogues de synthèse, leurs **précurseurs** et résidus ?

Biodiversité terrestre et services écosystémiques

La recherche sur les impacts écologiques des drogues de synthèse souffre d'un déséquilibre majeur. Elle se focalise presque exclusivement sur l'écotoxicologie en milieu aquatique (poissons, invertébrés). En revanche, les effets sur la faune terrestre (oiseaux, mammifères, insectes pollinisateurs), exposée via la chaîne alimentaire ou la fréquentation de sites contaminés, sont sous-documentés. Il en est de même pour l'impact sur les micro-organismes du sol et les fonctions écosystémiques fondamentales qu'ils assurent, comme le **cycle des nutriments** ou la régulation des pathogènes³. Il est important de mieux appréhender les répercussions écosystémiques sur le long terme dans les biotopes aquatiques et terrestres (Liu *et al.*, 2022 ; Maasz *et al.*, 2021 ; Mastroianni *et al.*, 2016 ; Parolini *et al.*, 2015 ; Sancho Santos *et al.*, 2023).

- Q4. Comment les drogues de synthèse et leurs **métabolites**, isolément et combinés à d'autres contaminants (pesticides, métaux, produits pharmaceutiques), affectent-ils la **biodiversité** terrestre et les services écosystémiques (pollinisation, régulation des pathogènes, **cycle des nutriments**, etc.), notamment dans les territoires où se concentrent trafic, production ou dépôts de déchets ?

3. Les sols contiennent une microflore bactérienne qui régule les populations de micro-organismes pathogènes susceptibles d'affecter les végétaux.

- Q5. Comment évoluent des espèces parapluies sur le long terme (plusieurs générations) dans des écosystèmes victimes d'une contamination liée à la production de drogues de synthèse ayant fait l'objet de **remédiation** différenciée (ex. : dépollution des eaux usées ou des boues d'épandage comparée à l'absence de remédiation ou à une réponse tardive) ?

Contamination humaine par inhalation

Les connaissances sur la présence de drogues de synthèse et de leurs sous-produits dans l'air ambiant ou en milieux clos sont qualifiées de « très fragmentaires » par la littérature (Ripanda *et al.*, 2022). Les voies de contamination sont identifiées (vapeurs des laboratoires, incinération, fumée de consommation), mais les concentrations, la dispersion et le devenir de ces polluants dans l'atmosphère sont inconnus. Par conséquent, les risques sanitaires pour les riverains de laboratoires, les professionnels intervenant sur les sites (forces de l'ordre, pompiers, etc.) et les travailleurs des filières de traitement des déchets restent pour partie hypothétiques.

- Q6. Comment caractériser, quantifier et modéliser les émissions atmosphériques de drogues de synthèse et de leurs sous-produits (production, consommation, incinération) ?
- Q7. Quelles sont les conséquences sanitaires des expositions par inhalation chroniques ou aiguës pour les populations riveraines et les intervenants de **remédiation** ?

Effets sanitaires chroniques et inégalités environnementales

Les risques directs pour la santé humaine liés à l'exposition aux contaminants issus de la production des drogues de synthèse sont qualifiés de « largement spéculatifs » (Fontes *et al.*, 2020). L'incertitude est quasi totale concernant les effets à long terme d'expositions chroniques à de très faibles doses de ces mélanges de substances psychoactives, en particulier sur les populations vulnérables. En outre, la dimension sociale et territoriale de ces expositions est peu étudiée. On ignore si certains groupes sociaux ou certains territoires (quartiers populaires, zones portuaires, etc.) sont surexposés et subissent des inégalités sociales spécifiques de contamination environnementale.

- Q8. Quels sont les effets neurodéveloppementaux, endocriniens, immunitaires, reproductifs (**tératogènes**, etc.) et psychosociaux chez l'être humain d'expositions chroniques ou répétées aux drogues de synthèse présentes dans l'environnement ?
- Q9. Comment les expositions environnementales aux drogues de synthèse, à leurs **précurseurs** et leurs résidus se distribuent-elles socialement et spatialement (quartiers populaires, zones portuaires, zones frontalières, territoires d'outre-mer) en France ?

Responsabilité juridique

La recherche internationale souligne « l'absence de cadres robustes de responsabilisation » des acteurs criminels pour les dommages écologiques qu'ils causent (Cheeseman, 2024 ; Kurdil, 2025). La responsabilité juridique en cas d'atteintes à l'environnement liées à la production des drogues de synthèse n'est pas clairement circonscrite et cette incertitude est de nature à retarder la **remédiation** et accroître encore le préjudice environnemental. Elle est susceptible de subordonner l'instruction et la prise en charge assurantielles de la **remédiation**. Le principe pollueur-payeur (article 110-1 du code de l'environnement en France) opposable dans l'Union européenne n'est pas applicable dans le cas de ces activités clandestines.

En cas de dégradation, faute d'auteur clairement identifié ou incriminable, la charge de la **remédiation** incombe souvent aux propriétaires des lieux contaminés ou aux maires au titre de leur charge exécutive « d'assurer le bon ordre, la sûreté, la sécurité et la salubrité publique » sur le territoire communal (article L.2212-2 du Code général des collectivités territoriales). Face aux enjeux financiers pesant sur ces particuliers, ou sur les collectivités locales, les Pays-Bas ont mis en place un fonds de restitution (Claessens *et al.*, 2019) et les autorités belges envisagent en 2025 la mise en place d'un fonds de compensation qui serait alimenté par les sanctions financières imposées aux trafiquants de drogues et auteurs d'infractions connexes, à l'instar du fonds des biens saisis mis en place en Espagne par la loi n° 17/2003 du 29 mai 2003 (UNODC, 2025a).

- Q10. Quelles pistes de systématisation et d'accélération de la **remédiation** offrent les jurisprudences française ou d'autres États membres de l'Union européenne, au regard notamment de l'attribution de la responsabilité juridique et assurantielle ?

Coût social de l'impact environnemental des drogues de synthèse

Les dommages pour la santé humaine engagent des frais de santé aujourd'hui non mesurés en France. Il en est de même pour les coûts de la réparation du parc immobilier endommagé ou contaminé, y compris au niveau des installations d'épuration des eaux usées (Emke *et al.*, 2018 ; Greif *et al.*, 2025), et de la dépollution chimique ou biologique des substrats contaminés. À la croisée des considérations de santé publique, de justice environnementale et d'inégalités sociales, émerge le besoin d'estimer le coût social de l'impact environnemental des drogues de synthèse, en France.

- Q11. Quels cadres d'évaluation intégrée (indicateurs, modèles, méthodes) permettent de caractériser et de quantifier les mesures de prévention, de réduction des risques, de contrôle de la production et de gestion des déchets liées à l'IEDS ?
- Q12. Quel est le coût social de la **remédiation** environnementale du marché illicite des drogues de synthèse, entre autres sur les plans écologique, sécuritaire, sanitaire, immobilier et de la gestion des déchets ?

Gouvernance et articulation des politiques

À l'international, la littérature scientifique et les rapports des organisations institutionnelles dressent le constat d'une « insuffisante intégration de l'environnement dans les politiques antidrogues » (Kurdil, 2025 ; UNODC, 2025a). Les cadres juridiques et institutionnels actuels traitant du démantèlement des laboratoires, de la sécurité publique, de la santé publique et de la dépollution semblent encore trop cloisonnés.

Plusieurs travaux récents invitent à replacer la pollution liée aux drogues dans le cadre plus large des objectifs de développement durable (ODD) (Kurdil, 2025). Cette approche permet de relier les enjeux de santé (ODD 3), d'eau propre (ODD 6) et de protection de la biodiversité aquatique (ODD 14) et terrestre (ODD 15). Cependant, les outils actuels d'évaluation de l'impact des politiques antidrogue restent toutefois sectoriels, sans intégrer les coûts ou les bénéfices environnementaux.

- Q13. Comment les régimes de prohibition, les priorités de la police et de la justice et les cadres de régulation environnementale (eau, sols, déchets) structurent-ils la production, la distribution et la gestion des déchets des drogues de synthèse ?
- Q14. Quels cadres d'évaluation intégrée (indicateurs, modèles, méthodes) permettent-ils de mesurer conjointement les effets des drogues de synthèse illicites sur la santé publique, la sécurité, l'environnement et la réalisation des objectifs de développement durable ?

Sources et méthodologie

Cette synthèse sur l'impact environnemental des drogues de synthèse (IEDS) a pour but d'identifier des questions de recherche émergentes dans le champ. Elle repose sur une revue systématique de la littérature scientifique internationale (articles de recherche, revues systématiques, méta-analyses) et de la littérature grise (rapports d'organismes internationaux et d'agences gouvernementales), selon la méthode *preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis* (PRISMA, figure 2). Menée dans le cadre d'un stage de master 2 en sciences économiques et sociales, supervisée par l'OFDT de février à octobre 2025, la revue a porté sur les publications disponibles en anglais ou en français publiées entre 2015 et 2025.

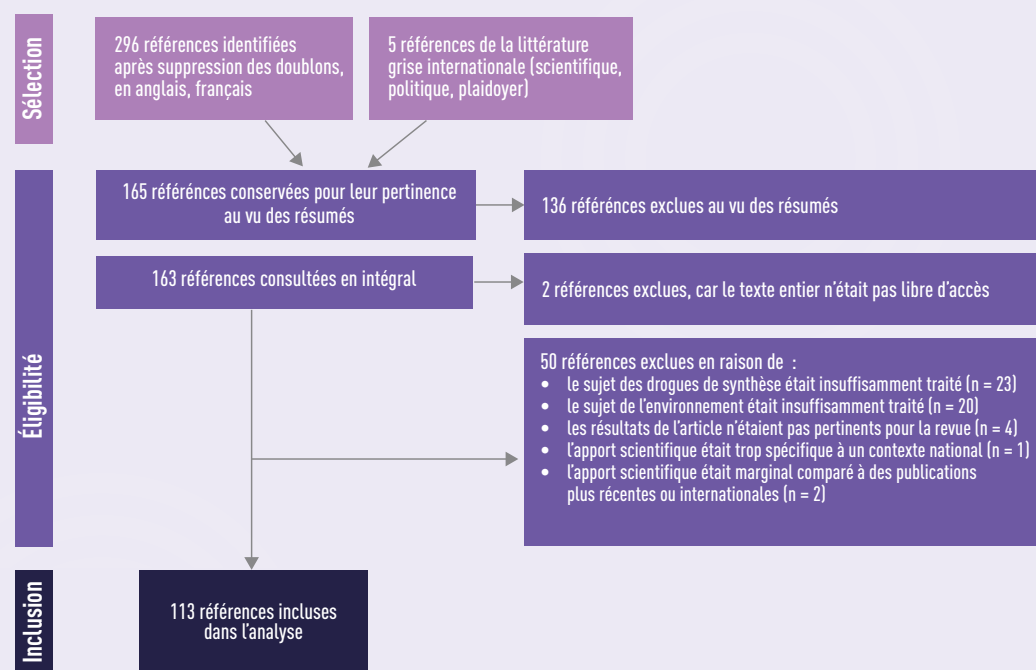
La revue a inclus un large spectre de disciplines aussi variées que l'écotoxicologie, la criminologie, la chimie analytique ou les sciences économiques et sociales. Huit bases de données bibliographiques ont été utilisées : Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, Cairn, BDoc (le portail documentaire de l'OFDT), Springer, Sage, la revue *Environmental Science and Pollution Research* et le site de la Setac, la Society of Environmental Toxicology and Chemistry (organisation professionnelle à but non lucratif travaillant sur les questions environnementales). Onze catégories de drogues de synthèse ont été retenues : new psychoactive substance (nouvelle substance psychoactive), synthetic drug, (drogue de synthèse), cathinone, cannabinoid, nitazene, benzimidazol, benzo, MDMA, amphetamine,

ketamine, methamphetamine, LSD, ecstasy, precursor (précurseur), reagent (réactif). Pour chacune, les équations de recherche ont été rédigées, en anglais et en français, selon le modèle suivant : « produit » AND (pollution OR depletion OR "biodiversity loss" OR "fertility loss" OR "disruption of the food chain" OR habitat OR "health effects" OR energy OR air OR atmosphere OR soil OR water OR "carbon footprint" OR dump* OR discharg* OR waste OR restoration OR fire OR contamin* OR "emergent contaminant"). Parmi les 301 références identifiées, 113, dont cinq rapports de l'ONU, ont été sélectionnées.

Une analyse déductive a alors été menée sur la base des résultats, discussions et conclusions de ces 113 références, en recourant à Nvivo 15, afin d'en extraire des lignes de convergence sur les connaissances engrangées et les zones d'ombre qui s'en dégagent. Neuf catégories thématiques ont été prises en compte : le pays d'origine, le principal produit étudié, la discipline, le milieu étudié (eau, air, sol, etc.), le contexte général de la pollution, la zone (urbaine ou naturelle), les conséquences identifiées (pollution, sanitaires, etc.), les réponses proposées et les limites décrites. Une attention particulière a été portée aux risques sur la santé humaine et aux implications pour les politiques publiques françaises.

De ce travail a émergé une quinzaine de questions de recherche, réparties entre huit zones d'ombre relevant de différents champs disciplinaires.

Figure 2. Diagramme PRISMA relatif à la recherche bibliographique sur l'IEDS



CONCLUSION

Cet état des connaissances mené par l'OFDT sur l'impact environnemental des drogues de synthèse a pour but de dresser un tableau pluridisciplinaire des questions de recherche émergentes sur ce vaste sujet. Il met en exergue, parmi les limites générales de la recherche, la méconnaissance de la **métabolisation** et autres transformations moléculaires. Cet état des lieux souligne également la couverture hétérogène des substances concernées du fait, notamment, de leur grande variété et des difficultés de détection de faibles concentrations et d'un intérêt marqué pour la méthamphétamine porté par les préoccupations de santé publique conjoncturelles, notamment en Amérique du Nord. Il révèle le caractère éparpillé des études tant au regard des sujets (nombre de celles recensées sont des études pilotes non reconduites ni reproduites) qu'en ce qui concerne leur disparité géographique (beaucoup de régions restent peu étudiées). S'ajoute le manque de travaux sur les répercussions sociologiques et économiques dans le contexte français. Une quinzaine de questions dans les domaines écotoxicologique, économique, sociologique, épidémiologique et de politique publique émerge de cette synthèse.

La fabrication illicite de drogues en laboratoire est en augmentation en Europe et constitue désormais un facteur avéré de dégradation environnementale, générant une quantité considérable de déchets, qui sont ensuite déversés sans précaution dans l'environnement, polluant air, eau et sols et affectant la **biodiversité**. L'ensemble des compartiments environnementaux est potentiellement touché et les impacts indirects peuvent inclure la perte de **biodiversité**, l'augmentation des risques sanitaires et la contribution au changement climatique (UNODC, 2025b).

Le poids croissant des préjudices environnementaux, sanitaires et les coûts considérables de **remédiation** suscitent de vives inquiétudes au sein des populations touchées, des corps professionnels impliqués, du secteur assurantiel et des décideurs. Les connaissances scientifiques internationales, bien qu'encore incomplètes, dressent un tableau sans équivoque d'une contamination diffuse et persistante des milieux aquatiques, des effets écotoxicologiques démontrés sur la faune. Elles indiquent des risques directs ou indirects potentiels pour la santé humaine, dans un contexte où la surveillance et la régulation de ces polluants spécifiques demeurent embryonnaires.

La dimension environnementale de la production de drogues de synthèse renvoie à de multiples externalités négatives que les politiques de mobilisation contre les drogues visent précisément à prévenir, y compris en termes d'inégalités sociales. L'éluder reporte le coût écologique des économies criminelles non seulement sur les milieux naturels, mais aussi, in fine, sur les populations les plus vulnérables. Dans le contexte français, l'enjeu est de rendre visibles ces externalités environnementales dans un débat public et politique encore largement dominé par les dimensions sécuritaires et sanitaires de l'usage de drogues, et d'inscrire les objectifs de protection des écosystèmes et de justice environnementale dans les politiques de lutte contre les drogues. Une telle évolution appelle à articuler plus étroitement les politiques sectorielles de la santé, de l'intérieur et de la transition écologique, et à intégrer les indicateurs de contamination par les drogues illicites dans les plans nationaux de surveillance, à l'image du plan micropolluants 2016-2021 pour préserver la qualité des eaux et de la biodiversité. Une approche intégrée de la gestion de ces risques environnementaux particuliers favoriserait la construction de réponses publiques plus cohérentes, justes et durables, tout en enrichissant les outils de régulation.

Glossaire

Bioaccumulation	Capacité des organismes à absorber certaines substances chimiques dans son milieu de vie ou par consommation d'aliments contaminés (végétaux, proies) et à les concentrer dans tout ou partie de leur organisme.
Biodiversité	Diversité des organismes vivants, qui s'apprécie en considérant la diversité des espèces, celle des gènes au sein de chaque espèce, ainsi que l'organisation et la répartition des écosystèmes.
CO₂e	Le CO ₂ e, ou équivalent dioxyde de carbone, est une unité standard pour mesurer l'empreinte carbone.
Contaminants d'intérêt émergent	Ensemble hétérogène de substances dont la présence dans l'environnement n'avait pas été décelée auparavant et dont l'étude et la surveillance sont relativement récentes. Ces substances sont dites aussi « contaminants émergents ».
Cycle des nutriments	Processus par lequel les composés organiques et minéraux sont réutilisés dans l'environnement physique par les organismes vivants pour produire de la matière.
Effet cocktail	Toxicité d'une combinaison d'agents chimiques qui est démultipliée par rapport à leur toxicité individuelle. Dit aussi « effet combiné ».
Effluents	Fluide résiduaire, traité ou non traité, d'origine agricole, industrielle ou urbaine, rejeté dans l'environnement, directement ou indirectement (à partir d'un plan d'eau naturel) par une structure humaine.
Énantiomères	Des énantiomères sont deux stéréo-isomères d'une molécule, l'un étant l'image de l'autre dans un miroir. La molécule est alors dite « chirale ».
Espèce parapluie	Espèce dont la protection permet de préserver un grand nombre d'autres espèces et de leurs habitats, jouant ainsi un rôle crucial dans la conservation de la biodiversité.
Isomères	Deux composés chimiques formés des mêmes atomes, dans les mêmes proportions, mais selon des enchaînements ou dispositions différents. Ce sont deux versions d'une molécule qui ont une formule brute identique, mais qui présentent des formules développées différentes et, de ce fait, des propriétés différentes.
Métabolisation	Transformation d'un composé chimique par un organisme vivant en composés plus simples.
Métabolite	Composé chimique issu de la dégradation d'une substance par voie organique (métabolisme) ou par voie physico-chimique (hydrolyse, UV, etc.).
Précurseurs chimiques	Composés chimiques nécessaires à la synthèse d'autres composés plus complexes, par réaction chimique. Pour plus de détails, voir Obradovic, 2025.
Pseudopersistance	Présence continue d'un polluant à courte durée de vie due à un réapprovisionnement constant d'une ou plusieurs sources continues.
Remédiation	Processus d'amélioration ou de correction d'une situation pour assainir l'environnement par l'arrêt ou la réduction d'une pollution ou par le nettoyage des substrats contaminés.
Stress oxydatif	Déséquilibre métabolique entre la production de composés oxydants (radicaux libres) et les capacités antioxydantes de l'organisme qui peut conduire à des dommages cellulaires et maladies chroniques (neurodégénératives, cancers, etc.)
Tératogène	Se dit d'un agent physico-chimique ou organique qui, appliqué à l'œuf ou à l'embryon, altère son développement et génère des malformations.

Adaptation de sources multiples dont le dictionnaire Larousse, le [Dictionnaire de l'environnement](#) et le texte réglementaire [Vocabulaire de l'environnement](#)

Bibliographie

Liens accessibles au 04/06/2026

- Aberg D., Chaplin D., et al. (2022) The environmental release and ecosystem risks of illicit drugs during Glastonbury Festival. Environmental Research, Vol. 204, art. 112061.
- Archer E., Petrie B., et al. (2017) The fate of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), endocrine disrupting contaminants (EDCs), metabolites and illicit drugs in a WWTW and environmental waters. Chemosphere, Vol. 174, p. 437-446.
- Archer E., Holton E., et al. (2023) Occurrence of contaminants of emerging concern in the Eerste River, South Africa : Towards the optimisation of an urban water profiling approach for public- and ecological health risk characterisation. Science of The Total Environment, Vol. 859, art. 160254.
- Asadi A., Zarei S., et al. (2025) Illicit drug use derived from wastewater-based epidemiology in Iran, their removal during wastewater treatment, and occurrence in receiving waters. Heliyon, Vol. 11, n° 3, art. e42516.
- Aydın S., Ulvi A., et al. (2022) Monitoring and ecological risk of illegal drugs before and after sewage treatment in an area. Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 194, n° 4, art. 294.
- Bade R., Ghetia M., et al. (2020) Determination of prescribed and designer benzodiazepines and metabolites in influent wastewater. Analytical Methods : Advancing Methods and Applications, Vol. 12, n° 28, p. 3637-3644.
- Balducci C., Green D.C., et al. (2016) Cocaine and cannabinoids in the atmosphere of Northern Europe cities, comparison with Southern Europe and wastewater analysis. Environment International, Vol. 97, p. 187-194.
- Balducci C., Cecinato A., et al. (2024) Psychotropic substances in the air of Italian cities ten years later: The chemical trace of (ab)use behaviours. Atmospheric Pollution Research, Vol. 15, n° 1, art. 101960.
- Beaudreau M., Pranav S., et al. (2025) Assessing fentanyl and methamphetamine in air and on surfaces of transit vehicles. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, Vol. 22, n° 4, p. 300-310.
- Bertin S., Yates K., et al. (2020) Enantiospecific behaviour of chiral drugs in soil. Environmental Pollution, Vol. 262, art. 114364.
- Bijlsma L., Celma A., et al. (2020) Monitoring psychoactive substance use at six European festivals through wastewater and pooled urine analysis. Science of The Total Environment, Vol. 725, art. 138376.
- Boni M.R., Chiavola A., et al. (2018) A study through batch tests on the analytical determination and the fate and removal of methamphetamine in the biological treatment of domestic wastewater. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 25, n° 28, p. 27756-27767.
- Brand J.A., Palm D., Cerveny D., Michelangeli M., Bose A.P.H., McCallum E.S., Hellström G., Fick J., Brooks B.W., Brodin T., Bertram M.G. (2026) Cocaine pollution alters the movement and space use of Atlantic salmon (Salmo salar) in a large natural lake. Current Biology, Vol. 36, n° 8, p. 2018-2027.
- Brett J., Siefried K.J., et al. (2022) Wastewater analysis for psychoactive substances at music festivals across New South Wales, Australia in 2019-2020. Clinical Toxicology, Vol. 60, n° 4, p. 440-445.
- Burns-Edel T. (2016) Environmental impacts of illicit drug production. Global Societies Journal, Vol. 4.
- Castiglioni S., Borsotti A., et al. (2015) Wastewater analysis to monitor spatial and temporal patterns of use of two synthetic recreational drugs, ketamine and mephedrone, in Italy. Environmental Science & Technology, Vol.49, n° 9, p. 5563-5570.
- Cheeseman K. (2024) The environmental impacts of illicit drug production. Brighton, Institute of Development Studies, coll. K4DD Rapid Evidence Review 35, 19 p.
- Chen J., Feng D., et al. (2025a) Occurrence, distribution, and potential ecological risks of psychoactive substances in the mangrove environment, Hainan Island of South China. Environmental Sciences Europe, Vol. 37, art. 3.
- Chen P., Wen W., et al. (2025b) Determination of seven precursor substances of 1-phenyl-2-propanone in atmospheric particulate matter by LC-MS/MS: A novel strategy for monitoring illicit drug synthesis and assessing potential health risks. Journal of Chromatography B, Vol. 1256, art. 124553.
- Christophoridis C., Veloutsou S., et al. (2021) Determination of illicit drugs and psychoactive pharmaceuticals in wastewater from the area of Thessaloniki (Greece) using LC-MS/MS: estimation of drug consumption. Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 193, n° 5, art. 249.
- Ciesielski A.L., Wagner J.R., et al. (2021) Surface contamination generated by "one-pot" methamphetamine production. ACS Chemical Health & Safety, Vol. 28, n° 1, p. 49-54.

- Claessens M., Hardyns W., et al. (2019) An analysis of the costs of dismantling and cleaning up synthetic drug production sites in Belgium and the Netherlands. Lisbon, EMCDDA, 76 p.
- Coutansais C.P. (2024) Mondialisation du trafic de drogues. Expansion ou déclin ? In : Ramses 2025. Paris, Dunod, coll. Hors collection, p. 294-297.
- Dai S., Wang Z., et al. (2022) Ketamine induction of physiological functions alterations in *Caenorhabditis elegans* by chronic and multigenerational exposure and corresponding aquatic environmental risk assessment. Chemosphere, Vol. 288, art. 132486.
- Daughton C.G. (2011) Illicit drugs: Contaminants in the environment and utility in forensic epidemiology. In : Reviews of Environmental Contamination and Toxicology Vol. 210, Whitacre D.M. (Dir.). New York, NY, Springer New York, p. 59-110.
- Davoli E., Zuccato E., et al. (2019) Illicit drugs in drinking water. Current Opinion in Environmental Science & Health, Vol. 7, p. 92-97.
- de Farias Araujo G., de Oliveira L.V.A., Hoff R.B., Wosnick N., Vianna M., Verruck S., Hauser-Davis R.A., Saggiaro E.M. (2024) "Cocaine Shark": First report on cocaine and benzoylecgonine detection in sharks. Science of The Total Environment, Vol. 948, art. 174798.
- Dennison J.E. (2024) Methamphetamine-contaminated residences in the United States: Assessment of the environmental health significance of third-hand exposure. medRxiv, doi : 10.1101/2024.07.30.24311229.
- Drdanová A.P., Tulipánová A., et al. (2025) Comprehensive analysis of pharmaceutical and illicit drugs contamination in thermal swimming pools: Occurrence, distribution, and potential impact. Environmental Pollution, Vol. 368, art. 125775.
- Emke E., Vughs D., et al. (2018) Wastewater-based epidemiology generated forensic information: Amphetamine synthesis waste and its impact on a small sewage treatment plant. Forensic Science International, Vol. 286, p. e1-e7.
- EUDA (2025) European Drug Report 2025: Trends and developments. Lisbon, European Union Drugs Agency.
- Evans S.E., Bagnall J., et al. (2016) Enantioselective degradation of amphetamine-like environmental micropollutants (amphetamine, methamphetamine, MDMA and MDA) in urban water. Environmental Pollution, Vol. 215, p. 154-163.
- Falfushynska H., Rychter P., et al. (2024) Illicit drugs in surface waters: How to get fish off the addictive hook. Pharmaceuticals, Vol. 17, n° 4, art. 537.
- Félix L.M., Vidal A.M., et al. (2018) Ketamine induction of p53-dependent apoptosis and oxidative stress in zebrafish (*Danio rerio*) embryos. Chemosphere, Vol. 201, p. 730-739.
- Fernández-Rubio J., Rodríguez-Gil J.L., et al. (2019) Psychoactive pharmaceuticals and illicit drugs in coastal waters of North-Western Spain: Environmental exposure and risk assessment. Chemosphere, Vol. 224, p. 379-389.
- Fontanals N., Marcé R.M., et al. (2017) Solid-phase extraction followed by liquid chromatography-high resolution mass spectrometry to determine synthetic cathinones in different types of environmental water samples. Journal of Chromatography A, Vol. 1524, p. 66-73.
- Fontes M.K., Maranho L.A., et al. (2020) Review on the occurrence and biological effects of illicit drugs in aquatic ecosystems. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 27, n° 25, p. 30998-31034.
- Gent L., Paul R. (2021) Air monitoring for illegal drugs including new psychoactive substances: A review of trends, techniques and thermal degradation products. Drug Testing and Analysis, Vol. 13, n° 6, p. 1078-1094.
- Gomes H.I., Mayes W.M., et al. (2016) Alkaline residues and the environment: a review of impacts, management practices and opportunities. Journal of Cleaner Production, Vol. 112, p. 3571-3582.
- González-Mariño I., Gracia-Lor E., et al. (2016) Wastewater-based epidemiology to monitor synthetic cathinones use in different European countries. Environmental Science & Technology, Vol. 50, n° 18, p. 10089-10096.
- Green M.K., Kuk R.J., et al. (2017) Collection and analysis of fire debris evidence to detect methamphetamine, pseudoephedrine, and ignitable liquids in fire scenes at suspected clandestine laboratories. Forensic Chemistry, Vol. 4, p. 82-88.
- Greif M., Frömel T., et al. (2025) Rapid assessment of samples from large-scale clandestine synthetic drug laboratories by soft ionization by chemical reaction in transfer-high-resolution mass spectrometry. Journal of the American Society for Mass Spectrometry, Vol. 36, n° 6, p. 1254-1263.
- Horký P., Grabic R., et al. (2021) Methamphetamine pollution elicits addiction in wild fish. Journal of Experimental Biology, Vol. 224, n° 13, art. jeb242145.
- Hossain M.S., Kubec J., et al. (2019) Environmentally relevant concentrations of methamphetamine and sertraline modify the behavior and life history traits of an aquatic invertebrate. Aquatic Toxicology, Vol. 213, art. 105222.
- Iqbal A., Ložek F., et al. (2023) Effect of psychoactive substances on cardiac and locomotory activity of juvenile marbled crayfish *Procambarus virginalis*. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 260, art. 115084.

- Ivanová L., Mackuľák T., et al. (2018) Pharmaceuticals and illicit drugs – A new threat to the application of sewage sludge in agriculture. Science of The Total Environment, Vol. 634, p. 606-615.
- Jiang J.-J., Lee C.-L., et al. (2015) Impacts of emerging contaminants on surrounding aquatic environment from a youth festival. Environmental Science & Technology, Vol. 49, n° 2, p. 792-799.
- Kerry G.L., Ross K.E., et al. (2025) Determining extent and distribution of methamphetamine in cars: Air vs. surface vs. fabrics. Forensic Chemistry, Vol. 42, art. 100628.
- Köke N., Greif M., et al. (2022) Stability of selected substances related to the clandestine production of amphetamine-type stimulants in wastewater: Identification of transformation products. Talanta Open, Vol. 5, art. 100104.
- Krishnan R.Y., Manikandan S., et al. (2023) Origin, transport and ecological risk assessment of illicit drugs in the environment – A review. Chemosphere, Vol. 311, art. 137091.
- Kuhn E.J., Walker G.S., et al. (2019) Household contamination with methamphetamine: Knowledge and uncertainties. International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 16, n° 23, art. 4676.
- Kuhn E.J., Walker G.S., et al. (2021) Public health challenges facing Environmental Health Officers during COVID-19: methamphetamine contamination of properties. Australian and New Zealand Journal of Public Health, Vol. 45, n° 1, p. 9-12.
- Kurdil N. (2025) Environmental impact of synthetic drugs production and consumption. One Health and Nutrition Problems of Ukraine, Vol. 61, p. 7-22.
- Let M., Grabicová K., et al. (2023) Bioconcentrations, depuration, shift in metabolome and a behavioural response in the nymphs of the dragonfly Aeshna cyanea (Müller, 1764) to environmentally relevant concentrations of methamphetamine. Aquatic Toxicology, Vol. 259, art. 106479.
- Li S.-W., Wang Y.-H., et al. (2017) Ecotoxicological effect of ketamine: Evidence of acute, chronic and photolysis toxicity to Daphnia magna. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 143, p. 173-179.
- Li S.-Y., Ma D., et al. (2025) New psychoactive substance esketamine causes endocrine-disrupting effects and developmental toxicity. Environmental Science & Technology, Vol. 59, n° 17, p. 8417-8427.
- Liao P.-H., Yang W.-K., et al. (2018) Illicit drug ketamine induces adverse effects from behavioral alterations and oxidative stress to p53-regulated apoptosis in medaka fish under environmentally relevant exposures. Environmental Pollution, Vol. 237, p. 1062-1071.
- Liu W., Zhang H., et al. (2022) Occurrence, distribution, and ecological risk of psychoactive substances in typical lakes and rivers in Qinghai-Tibet Plateau. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 242, art. 113928.
- López-García E., Mastroianni N., et al. (2021) Drugs of abuse and their metabolites in river sediments: Analysis, occurrence in four Spanish river basins and environmental risk assessment. Journal of Hazardous Materials, Vol. 401, art. 123312.
- Maasz G., Molnar E., et al. (2021) Illicit drugs as a potential risk to the aquatic environment of a large freshwater lake after a major music festival. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 40, n° 5, p. 1491-1498.
- Mackuľák T., Brandeburová P., et al. (2019) Music festivals and drugs: Wastewater analysis. Science of The Total Environment, Vol. 659, p. 326-334.
- Mastroianni N., Bleda M.J., et al. (2016) Occurrence of drugs of abuse in surface water from four Spanish river basins: Spatial and temporal variations and environmental risk assessment. Journal of Hazardous Materials, Vol. 316, p. 134-142.
- MILDECA (2023) Stratégie interministérielle de mobilisation contre les conduites addictives 2023-2027. Paris, MILDECA, 56 p.
- Morrison G., Shakila N.V., et al. (2015) Accumulation of gas-phase methamphetamine on clothing, toy fabrics, and skin oil. Indoor Air, Vol. 25, n° 4, p. 405-414.
- Norman K., Ciesielski A.L., et al. (2021) Identification and associated hazards of clandestine drug laboratories. WIREs Forensic Science, Vol. 3, n° 3, art. e1393.
- Obradovic I., Voisin A. (2025) Les précurseurs chimiques de drogues : enjeux et défis de régulation d'un marché en essor. Paris, OFDT, coll. Théma, 58 p.
- Ortega A.d.S.B., Roveri V., et al. (2025) Occurrence and potential ecological risks of pharmaceuticals and illicit drugs (PhIDs) in the Santos-São Vicente Estuarine System (SSVES), Brazil. Marine Pollution Bulletin, Vol. 219, art. 118291.
- Page M.J., McKenzie J.E., et al. (2021) The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. British Medical Journal, Vol. 372, art. n71.
- Pal R., Megharaj M., et al. (2013) Illicit drugs and the environment – A review. Science of The Total Environment, Vol. 463-464, p. 1079-1092.
- Pardal M., Colman C., et al. (2021) Synthetic drug production in Belgium – Environmental harms as collateral damage? Journal of Illicit Economies and Development, Vol. 3, p. 36-49.

- Parolini M., Magni S., et al. (2015) Realistic mixture of illicit drugs impaired the oxidative status of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). Chemosphere, Vol. 128, p. 96-102.
- Parolini M., Magni S., et al. (2016) Genotoxic effects induced by the exposure to an environmental mixture of illicit drugs to the zebra mussel. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 132, p. 26-30.
- Qu H., Wang F., et al. (2022) Synthetic effect of microplastics and chiral drug amphetamine on a primary food source algae *Chlorella pyrenoides*. Food and Chemical Toxicology, Vol. 169, art. 113415.
- Ribeiro O., Ribeiro C., et al. (2023) Effects of acute metaphedrone exposure on the development, behaviour, and DNA integrity of zebrafish (*Danio rerio*). Environmental Science Pollution Research, Vol. 30, n° 17, p. 49567-49576.
- Ribeiro O., Félix L., et al. (2024) Unveil the toxicity induced on early life stages of zebrafish (*Danio rerio*) exposed to 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA) and its enantiomers. Science of The Total Environment, Vol. 955, art. 176906.
- Ripanda A.S., Rwiza M.J., et al. (2022) Contribution of illicit drug use to pharmaceutical load in the environment: A focus on Sub-Saharan Africa. Journal of Environmental and Public Health, Vol. 2022, art. 9056476.
- Rodayan A., Afana S., et al. (2016) Linking drugs of abuse in wastewater to contamination of surface and drinking water. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 35, n° 4, p. 843-849.
- Rosi-Marshall E.J., Snow D., et al. (2015) A review of ecological effects and environmental fate of illicit drugs in aquatic ecosystems. Journal of Hazardous Materials, Vol. 282, p. 18-25.
- Russell M., Nicolle S., et al. (2022) Deposition of methamphetamine residues produced by simulated smoking. Forensic Science International, Vol. 338, art. 111407.
- Sancho Santos M.E., Grabicová K., et al. (2020) Environmental concentration of methamphetamine induces pathological changes in brown trout (*Salmo trutta fario*). Chemosphere, Vol. 254, art. 126882.
- Sancho Santos M.E., Horký P., et al. (2023) From metabolism to behaviour – Multilevel effects of environmental methamphetamine concentrations on fish. Science of The Total Environment, Vol. 878, art. 163167.
- Senta I., Krizman-Matasic I., et al. (2023) Assessing the impact of a major electronic music festival on the consumption patterns of illicit and licit psychoactive substances in a Mediterranean city using wastewater analysis. Science of The Total Environment, Vol. 892, art. 164547.
- Sims D.B., Monk J.R., et al. (2024) Occurrence, source, and ecological risk of pharmaceuticals and illicit drugs in surface water in Las Vegas, USA. International Journal of Environmental Science and Technology, Vol. 21, n° 12, p. 7865-7880.
- Singer A.C., Thompson J.R., et al. (2023) A world of wastewater-based epidemiology. Nature Water, Vol. 1, n° 5, p. 408-415.
- Sun Y., Li M., et al. (2023) Theoretical investigation on the transformation of ketamine initiated by $\text{HO}^\bullet/\text{SO}_4^{\bullet-}$ in aqueous solution: Mechanisms, kinetics and ecotoxicity assessment. Journal of Environmental Chemical Engineering, Vol. 11, n° 3, art. 110261.
- ter Laak T.L., Emke E. (2023) Environmental impact of synthetic drug production: analysis of groundwater samples for contaminants derived from illicit synthetic drug production waste. Lisbon, EMCDDA, 26 p.
- United Nations (1997) Glossary of environment statistics. New York, Department for Economic and Social Information and Policy Analysis statistics, 96 p.
- UNODC (2022) World drug report 2022: Booklet 5 - Drugs and the environment. New York, United Nations, 91 p.
- UNODC (2024) World drug report 2024. New York, United Nations.
- UNODC (2025a) World drug report 2025: Contemporary issues on drugs. New York, United Nations, 106 p.
- UNODC (2025b) World drug report 2025: Special points of interest. New York, United Nations, 19 p.
- Wang Z., Xu Z., et al. (2018) Biodegradation of methamphetamine and ketamine in aquatic ecosystem and associated shift in bacterial community. Journal of Hazardous Materials, Vol. 359, p. 356-364.
- Wang Z., Xu Z., et al. (2019) Impacts of methamphetamine and ketamine on *C. elegans*'s physiological functions at environmentally relevant concentrations and eco-risk assessment in surface waters. Journal of Hazardous Materials, Vol. 363, p. 268-276.
- Wang Z., Han S., et al. (2020a) Environmental behavior of methamphetamine and ketamine in aquatic ecosystem: Degradation, bioaccumulation, distribution, and associated shift in toxicity and bacterial community. Water Research, Vol. 174, art. 115585.
- Wang Z., Mao K., et al. (2020b) Diluted concentrations of methamphetamine in surface water induce behavior disorder, transgenerational toxicity, and ecosystem-level consequences of fish. Water Research, Vol. 184, art. 116164.
- Wang Z., Xu Z., et al. (2020c) Impact of ketamine on the behavior and immune system of adult medaka (*Oryzias latipes*) at environmentally relevant concentrations.

trations and eco-risk assessment in surface water. Journal of Hazardous Materials, Vol. 393, art. 121577.

Wang Z., Xu J., et al. (2024) Antagonistic interaction between caffeine and ketamine in zebrafish: Implications for aquatic toxicity. Environmental Science and Ecotechnology, Vol. 21, art. 100437.

Wright J., Edwards J., et al. (2016) Exposures associated with clandestine methamphetamine drug laboratories in Australia. Reviews on Environmental Health, Vol. 31, n° 3, p. 329-352.

Wright J., Walker G.S., et al. (2019) Contamination of homes with methamphetamine: Is wipe sampling adequate to determine risk? International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 16, n° 19, art. 3568.

Wright J., Kenneally M., et al. (2020) Environmental methamphetamine exposures and health effects in 25 case studies. Toxics, Vol. 8, n° 3, art. 61.

Wu J., Huang B., et al. (2021) Occurrence, mass loads, and ecological risks of amphetamine-like substances in a rural area of South China. Science of The Total Environment, Vol. 797, art. 149058.

Zambas-Adams P., Honeychurch K.C. (2022) Analytical Approaches and Trends in the Determination of Psychoactive Drugs in Air. Sci, Vol. 4, n° 1, art. 1.

Zhang Y., Zhang T., et al. (2017) Drugs of abuse and their metabolites in the urban rivers of Beijing, China : Occurrence, distribution, and potential environmental risk. Science of The Total Environment, Vol. 579, p. 305-313.

> Pour citer cette publication : Mutatayi C., Letsis A. (2026) Impact environnemental des drogues de synthèse : état des connaissances et questions de recherche émergentes. Paris, OFDT, coll. Notes de bilan, 20 p.

Remerciements

Au Capitaine Arthur Ribeiro de Carvalho, directeur du programme « Outils de la gendarmerie de l'environnement », département Innovations du Commandement pour l'Environnement et la santé (CESAN) et à Mme Laura d'Arrigo, Conseillère diplomatique à la Mission interministérielle de lutte contre les drogues et les conduites addictives (Mildeca), pour le partage de leurs connaissances sur le sujet.



Observatoire français des drogues et des tendances addictives

69 rue de Varenne 75007 Paris

Tél : 01 41 62 77 16

e-mail : ofdt@ofdt.fr

ISBN : 978-2-488392-27-3

Photo copyrights : © Алексей Бондаренко / © Олег Копьев (Adobe Stock)

www.ofdt.fr