



PERSPECTIVES SUR LES DROGUES

Analyse des eaux usées et drogues – étude multivilles européenne

Les constatations du plus grand projet européen jamais lancé dans le domaine émergent de l'analyse des eaux usées sont évoquées dans la présente édition de «Perspectives on drugs». Ce projet a analysé les eaux usées d'environ 60 villes européennes (ci-après dénommées les «villes») afin d'étudier les habitudes de leurs habitants en matière de consommation de drogues. Ses résultats forment un instantané riche d'enseignements sur les flux de drogues dans les villes en question et révèlent des variations géographiques marquées.

L'analyse des eaux usées est une discipline scientifique en plein essor qui pourrait permettre de suivre en temps réel des données sur les tendances géographiques et temporelles en matière de consommation de drogues illicites. Initialement utilisée dans les années 1990 pour surveiller l'impact environnemental des rejets liquides des ménages, cette méthode sert depuis lors à estimer les niveaux de consommation de drogues illicites dans différentes villes (Daughton, 2001; van Nuijs et al., 2011; Zuccato et al., 2008;). Elle consiste à échantillonner une source d'eaux usées, par exemple un flux transporté par le réseau d'égouts vers une station d'épuration. Les scientifiques peuvent ainsi estimer la quantité de drogues consommée dans une communauté en mesurant les concentrations de drogues illicites et de leurs métabolites excrétées dans l'urine (Zuccato e.a., 2008).

Tester les eaux usées dans les villes européennes

En 2010, un réseau européen [Sewage Analysis CORE Group – Europe ou SCORE (Groupe central d'analyse des eaux usées en Europe)] a été créé dans le but de normaliser l'approche de l'analyse des eaux usées et de coordonner les études internationales au moyen de l'élaboration d'un protocole d'action commun ⁽¹⁾. La première activité du groupe SCORE fut la réalisation, en 2011, d'une enquête à l'échelle de l'Europe menée dans 19 villes européennes, qui a permis d'étudier pour la première fois les différences régionales au niveau de la consommation de drogues illicites en Europe à partir des eaux usées (Thomas et al., 2012). Cette étude

[emcdda.europa.eu/topics/
pods/waste-water-analysis](http://emcdda.europa.eu/topics/pods/waste-water-analysis)



⁽¹⁾ Ce protocole est disponible sur le site web de l'EMCDDA: www.emcdda.europa.eu/wastewater-analysis

comprenait également le premier exercice d'interétalonnage pour l'évaluation de la qualité des données analytiques, et a permis une caractérisation exhaustive des grandes incertitudes de l'approche (Castiglioni et al., 2014). À la suite du succès de l'étude initiale, des études de même nature ont été entreprises au cours des quatre années suivantes, couvrant 56 villes et 19 pays européens en 2017. Un protocole standard et un exercice commun de contrôle de la qualité ayant été appliqués sur tous les lieux étudiés, il a été possible de comparer directement les charges en drogues illicites en Europe sur une période d'une semaine pendant sept années consécutives. Pour la campagne de surveillance des eaux usées de 2017, des échantillons d'eau brute ont été prélevés sur 24 heures durant une semaine en mars. Ces échantillons ont été analysés pour déceler les biomarqueurs urinaires (c.-à-d. les caractéristiques mesurables) de la drogue mère (c.-à-d. la substance primaire) pour l'amphétamine, la méthamphétamine et la MDMA. De plus, les échantillons ont été analysés pour trouver les principaux métabolites urinaires (substances produites lorsque l'organisme décompose les drogues) de la cocaïne et du cannabis, à savoir le benzoylécgonine (BE) et le THC-COOH (11-nor-9-carboxy-delta9-tétrahydrocannabinol).

Le présent rapport s'intéresse tout particulièrement aux stimulants illicites. Aucune conclusion n'est disponible pour le cannabis dans la mesure où l'épidémiologie du THH-COOH dans les eaux usées présente certaines difficultés techniques qui font l'objet de recherches en cours (Causanilles et al., 2017a).

Modes de consommation des drogues illicites: variations géographiques et temporelles

Principales conclusions pour 2017

Le projet a permis de révéler des modes de consommation de drogues contrastés avec des variations géographiques et temporelles entre les villes européennes (voir «Contenu interactif: découvrir les données de l'étude»).

Les charges en benzoylécgonine (BE) observées dans les eaux usées indiquent que les consommations de cocaïne sont plus élevées dans les villes d'Europe occidentale et méridionale, en particulier en Belgique, aux Pays-Bas, en Espagne et au Royaume-Uni. L'analyse des eaux usées révèle que la consommation de cocaïne est très faible, voire négligeable, dans la majorité des villes d'Europe orientale.

Les charges en amphétamine détectées dans les eaux usées varient considérablement selon les villes étudiées, les niveaux les plus élevés ayant été observés dans les villes



du nord et de l'est de l'Europe. Il a été constaté que l'usage d'amphétamine était bien plus faible dans les villes du sud de l'Europe.

En revanche, la consommation de méthamphétamine, généralement faible et traditionnellement concentrée en République tchèque et en Slovaquie, semble désormais avoir atteint Chypre, l'est de l'Allemagne et le nord de l'Europe. Les charges en méthamphétamine observées ailleurs étaient très faibles, voire négligeables.

C'est dans des villes situées en Belgique, en Allemagne et aux Pays-Bas que les charges de masse de MDMA les plus élevées ont été détectées.

Dix pays participant à la campagne de surveillance de 2017 comptaient au moins deux villes étudiées (Allemagne, Belgique, Chypre, Espagne, Finlande, France, Pays-Bas, Portugal, République tchèque et Slovaquie). L'étude a mis en évidence des différences entre villes d'un même pays, qui peuvent s'expliquer en partie par leurs diverses caractéristiques sociales et démographiques (universités, existence d'un quartier à vie nocturne et répartition des classes d'âge de la population). Dans la grande majorité des pays comptant plusieurs villes étudiées, les charges en cocaïne et en MDMA étaient généralement plus élevées dans les grandes villes que dans les petites. De telles différences n'ont pas été relevées pour les charges en amphétamine et en méthamphétamine.

Outre les variations géographiques, l'analyse des eaux usées peut permettre de détecter les fluctuations hebdomadaires des modes de consommation de drogues illicites. Dans plus de trois quarts des villes, les charges en BE et en MDMA mesurées dans les eaux usées étaient plus élevées pendant le week-end (du vendredi au lundi) qu'en semaine. En revanche, l'étude a constaté que la consommation d'amphétamine était répartie de façon plus régulière sur l'ensemble de la semaine.

Tendances

Depuis 2011, 21 villes ont participé à au moins cinq campagnes annuelles de surveillance des eaux usées, ce qui permet de réaliser une analyse des tendances en matière de consommation de drogues sur la base de l'analyse des eaux usées.

En ce qui concerne la consommation de cocaïne entre 2011 et 2015, on observe une tendance relative à la stabilité. Les tendances générales constatées étaient similaires pour les cinq premières campagnes de surveillance successives, les charges en BE mesurées les plus élevées et les plus basses se retrouvant dans les mêmes villes et régions. La plupart des villes affichent soit une tendance à la baisse, soit une tendance stable entre 2011 et 2015. On observe toutefois des signes de fluctuation de cette tendance dans 22 des 33 villes analysées, les données des campagnes de 2015 et 2016 faisant état d'une augmentation. Ces observations se sont confirmées en 2017 dans 19 des 31 villes analysées, les données des campagnes de 2016 et 2017 faisant état d'une augmentation des charges dans ces villes. Pour la plupart des 13 villes, les données de campagnes de 2011 et 2017 font état d'une augmentation des tendances à plus long terme.

Au cours des sept années de surveillance, les charges en MDMA les plus élevées ont été systématiquement enregistrées dans les eaux usées de villes de Belgique et des Pays-Bas. En ce qui concerne les tendances à plus long terme, dans la plupart des villes disposant d'au moins six points de données, les charges en MDMA dans les eaux usées étaient plus élevées en 2017 qu'en 2011, avec de fortes hausses observées dans certaines villes, notamment à Anvers et Amsterdam. Pour la plupart des villes faisant état de fortes hausses au cours de la période 2011-2016, la tendance semble s'être stabilisée en 2017.

Dans l'ensemble, les données relatives à l'amphétamine et à la méthamphétamine issues des sept campagnes de surveillance n'ont pas montré de changement majeur dans les modes généraux de consommation observés.

Comparaison avec les constatations d'autres outils d'observation

Étant donné que l'analyse des eaux usées (consommation collective de substances au sein d'une communauté) et les outils d'observation reconnus, tels que les enquêtes auprès de la population (prévalence au cours du dernier mois ou de la dernière année), fournissent des types d'informations différents, il est difficile d'établir une comparaison directe des données. Toutefois, les tendances et les modes détectés par l'analyse des eaux usées correspondent largement – mais pas entièrement – aux analyses issues d'autres outils d'observation.

Termes et définitions

Le rétrocalcul est le procédé par lequel les chercheurs calculent/estiment la consommation de drogues illicites d'une population en se basant sur les quantités de résidus de drogues identifiées dans les eaux usées qui entrent dans une station d'épuration.

La chromatographie liquide haute performance couplée à la spectrométrie de masse en tandem (CLHP-SM/SM)

est la méthode analytique la plus fréquemment utilisée pour quantifier les résidus de drogues dans les eaux usées. La CLHP-SM/SM est une technique de chimie analytique qui associe les techniques de séparation de la chromatographie liquide aux capacités d'analyse de la spectrométrie de masse. Compte tenu de la complexité de la matrice analysée et des faibles concentrations attendues dans les eaux usées, la CLHP-SM/SM, de par ses qualités de sensibilité et de spécificité, est l'une des techniques les plus efficaces pour ce type d'analyses.

Métabolites

Les résidus des drogues consommées finissent dans le réseau d'égouts, soit inchangés, soit sous forme d'un mélange de métabolites. Les métabolites, produits finaux du métabolisme, sont les substances produites lorsque l'organisme dégrade les drogues.

Résidus

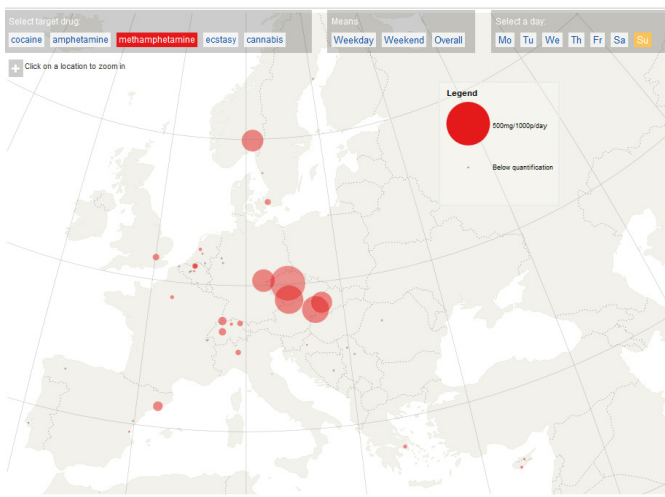
L'analyse des eaux usées repose sur le fait que des résidus de presque tout ce que nous consommons sont excrétés dans les urines, y compris les drogues illicites. Les résidus d'une drogue se retrouvent dans les eaux usées après l'excrétion. Ils sont utilisés pour quantifier la consommation de drogues illicites par la population.

Biomarqueurs urinaires

Dans les échantillons d'eaux usées, les chimistes analystes cherchent les biomarqueurs urinaires (caractéristiques mesurables permettant de calculer la consommation de drogues par la population) qui peuvent correspondre à la drogue mère (c.-à-d. la substance primaire) ou à ses métabolites urinaires.

Par exemple, aussi bien les données relatives aux saisies que celles relatives aux eaux usées dressent le tableau d'un marché des stimulants géographiquement clivé en Europe. Selon ce schéma, la cocaïne est plus répandue dans le sud et l'ouest, tandis que les amphétamines sont plus courantes dans les pays d'Europe centrale et septentrionale (EMCDDA, 2017). Les données issues d'enquêtes de population sur la consommation de drogues fournissent également des résultats similaires. Bien que la tendance générale observée grâce à l'analyse des eaux usées est conforme à celle détectée au moyen des outils d'observation reconnus, on

Contenu interactif



Contenu interactif: découvrez les données de l'étude:
emcdda.europa.eu/topics/pods/waste-water-analysis

note quelques exceptions: les charges en amphétamine dans les eaux usées de Paris se situaient en deçà du niveau de quantification lors des campagnes annuelles de surveillance consécutives, contrairement à ce qu'indiquaient d'autres outils d'observation.

Les données des indicateurs reconnus montrent que la consommation de méthamphétamine était traditionnellement limitée à la République tchèque, et plus récemment à la Slovaquie, bien qu'elle ait augmenté dans d'autres pays au cours des dernières années (EMCDDA, 2016a). Ces conclusions ont été confirmées par la récente épidémiologie basée sur les eaux usées, les charges en méthamphétamine les plus élevées ayant été observées dans des villes tchèques, slovaques, allemandes et finlandaises.

Les indicateurs établis montrent que jusqu'à récemment, la prévalence de la MDMA était en baisse dans de nombreux pays, après les pics observés entre le début et le milieu des années 2000. Les données issues des analyses des eaux usées et des indicateurs établis montrent que la tendance serait en train de s'inverser, des charges en MDMA plus élevées en 2016 ou en 2017 qu'en 2011 ayant été enregistrées dans la grande majorité des villes.

De même, les études basées sur l'usage de drogues auto-déclaré par les consommateurs et les données issues de l'analyse des eaux usées font apparaître des variations hebdomadaires similaires en matière d'usage, les stimulants tels que l'amphétamine et la cocaïne étant surtout consommés le week-end, lors d'événements musicaux et dans des contextes festifs (Tossmann e.a., 2001).

Un nombre limité, mais en constante augmentation, d'études sont publiées et comparent les estimations en matière

de consommation de drogues obtenues grâce à l'analyse des eaux usées et celles obtenues grâce aux enquêtes épidémiologiques (EMCDDA, 2016b; van Wel et al., 2015). Si, en 2012, une seule étude connue avait essayé d'évaluer l'analyse des eaux usées en se fondant sur des techniques épidémiologiques traditionnelles (Reid et al., 2012), on compte aujourd'hui près de 20 articles de recherche publiés s'attachant à comparer des informations tirées de l'analyse des eaux usées et des informations fournies par d'autres indicateurs.

Une première étude, menée à Oslo, en Norvège, et publiée en 2012, a comparé les résultats obtenus à partir de trois ensembles de données différents (une enquête de population générale, une enquête routière et une analyse des eaux usées) (Reid et al., 2012).

D'autres études, plus récentes, comparent et établissent une corrélation entre les estimations de la consommation de drogues illicites basées sur l'analyse des eaux usées et d'autres sources de données, ce qui inclut des données autodéclarées (Been et al., 2015; Castiglioni et al., 2016; van Wel et al., 2016a), des délits de consommation (Been et al., 2016a), des saisies de drogues illicites (Baz-Lomba et al., 2016; Kankaanpää et al., 2014, 2016), des estimations de la distribution de seringues (Been et al., 2015) des données toxicologiques (Kankaanpää et al., 2014, 2016) et le nombre de consommateurs de drogues suivant un traitement (Krizman et al., 2016).

La majorité des études comparatives ont été conduites en Europe, notamment en Belgique (van Wel et al., 2016a), en Croatie (Krizman et al., 2016), en Allemagne (Been et al., 2016a), en Finlande (Kankaanpää et al., 2014, 2016), en Italie (Castiglioni et al., 2016), en Suisse (Been et al., 2015; Been et al., 2016b) et dans les différents autres pays européens (Baz-Lomba et al., 2016; Castrignanò et al., 2018; Löve et al., 2018). Au-delà des frontières de l'Europe, des études publiées ces dernières années comparent les estimations fondées sur l'analyse des eaux usées avec d'autres sources de données en Chine (Du et al., 2015) en Australie (Tscharke et al., 2015) et dans des pays pour lesquels les données relatives à la consommation de drogues sont limitées en raison de contraintes budgétaires ou de l'absence d'outils d'observation (Archer et al., 2018).

Ces exemples viennent confirmer l'avenir prometteur de l'épidémiologie basée sur l'analyse des eaux usées en tant qu'approche complémentaire pour obtenir une image plus précise et pondérée de la consommation de substances au sein des différentes communautés. L'analyse des eaux usées peut prédire les résultats des enquêtes de population et être utilisée comme un outil de «première alerte» dans le cadre de l'identification des nouvelles tendances en matière de consommation de drogue.

Limites de cette méthode

L'analyse des eaux usées constitue une source intéressante de données complémentaires pour la surveillance des quantités de drogues illicites utilisées au niveau de la population, mais elle ne peut informer sur la prévalence et la fréquence de consommation, sur les principales catégories d'usagers ni sur la pureté des drogues. Des difficultés supplémentaires naissent des incertitudes associées au comportement dans les égouts des biomarqueurs sélectionnés, aux différentes méthodes de rétrocalcul et aux différentes approches suivies pour estimer la taille de la population étudiée (Castiglioni et al., 2013, 2016; Lai et al., 2014; EMCDDA, 2016b). Les mises en garde à prendre en considération pour sélectionner les objectifs analytiques pour l'héroïne, par exemple, rendent le suivi de cette drogue dans les eaux usées plus compliqué que pour les autres substances (Been et al., 2015). De même, la pureté des produits vendus dans la rue fluctue de façon imprévisible dans le temps et selon le lieu. En outre, traduire les quantités totales consommées en un nombre correspondant de doses moyennes est compliqué, car les drogues peuvent s'administrer par différentes voies et en quantités très variables, et les niveaux de pureté fluctuent (Zuccato et al., 2008).

Des efforts sont actuellement déployés en vue d'améliorer les approches de contrôle des eaux usées. À titre d'exemple, des travaux ont été entrepris en vue de surmonter une source majeure d'incertitude liée à l'estimation du nombre de personnes présentes dans la zone de captage des égouts au moment de prélever les échantillons. Cela a impliqué l'utilisation de données provenant d'appareils mobiles afin de mieux estimer la taille de la population dynamique concernant l'épidémiologie basée sur les eaux usées (Thomas et al., 2017).

Les nouvelles évolutions et l'avenir

L'épidémiologie basée sur les eaux usées s'est affirmée comme un outil important de surveillance de la consommation de drogues illicites, et de nouvelles pistes en matière d'analyse des eaux usées ont été examinées (EMCDDA, 2016b).

Premièrement, l'analyse des eaux usées a été proposée en tant qu'outil permettant de répondre à certains défis liés au marché dynamique des nouvelles substances psychoactives. Parmi ces défis figurent le nombre élevé de nouvelles substances psychoactives, la prévalence d'utilisation relativement faible et le fait que de nombreux consommateurs ne savent en réalité pas exactement quelles substances ils utilisent. Une nouvelle technique a été créée pour identifier les nouvelles substances psychoactives.

Elle consiste à collecter et à analyser des urines mises en commun à partir d'urinoirs individuels portables situés dans des boîtes de nuit, des centres-villes et des festivals de musique afin de disposer de données sur les nouvelles substances psychoactives consommées à un moment donné en un lieu donné (Archer et al., 2013a, 2013b, 2015; Causanilles et al., 2017b; Kinyua et al., 2016; Mardal et al., 2017; Reid et al., 2014). Le projet européen «NPS euronet» a pour objectif d'améliorer la capacité d'identification et d'évaluer de nouvelles substances psychoactives utilisées en Europe. Le projet applique des méthodes innovantes, analytiques, chimiques et épidémiologiques ainsi qu'une solide procédure d'évaluation des risques afin d'améliorer l'identification des nouvelles substances psychoactives, d'évaluer les risques et d'estimer l'ampleur et les habitudes de consommation au sein de groupes spécifiques (par exemple lors de festivals de musique) et de la population générale (Bade et al., 2017; González-Mariño et al., 2016).

Deuxièmement, en plus d'estimer la consommation de drogues illicites, l'épidémiologie basée sur les eaux usées a été appliquée avec succès au cours de ces dernières années pour fournir des informations sur la consommation et l'abus d'alcool (Boogaerts et al., 2016; Mastroianni et al., 2017; Rodríguez-Álvarez et al., 2015), de tabac (Senta et al., 2015; van Wel et al., 2016b) et de médicaments au sein d'une population spécifique (Baz-Lomba et al., 2016, 2017; Been et al., 2015; Krizman-Matasic et al., 2018; Salvatore et al., 2016). En outre, l'analyse des eaux usées peut éventuellement fournir des informations sur les indicateurs de santé et de maladie au sein d'une communauté (Kasprzyk-Hordern et al., 2014; Thomaidis et al., 2016; Yang et al., 2015).

Troisièmement, la possibilité d'utiliser l'épidémiologie basée sur les eaux usées en tant qu'instrument de mesure des résultats, en particulier dans le cadre de l'évaluation de l'efficacité des interventions ciblant l'offre (par exemple, actions répressives) ou la demande (par exemple, campagnes de santé publique) de drogues, n'a pas encore été pleinement étudiée. Une collaboration étroite entre les différents acteurs concernés, notamment les épidémiologistes, les spécialistes des eaux usées et les autorités judiciaires, est fortement recommandée afin de commencer à examiner ces applications potentielles de l'analyse des eaux usées (EMCDDA, 2016b).

Quatrièmement, par rétrocalcul des charges journalières en résidus cibles des eaux d'égout, l'analyse des eaux usées peut fournir des estimations de la consommation totale, et des efforts ciblés sont maintenant déployés dans le but de déterminer les meilleures méthodes d'estimation de moyennes annuelles. En 2016, l'EMCDDA a présenté pour la première fois des estimations relatives à la taille du marché des drogues illicites en termes de quantité et de valeur pour les principales substances consommées (EMCDDA et

Europol, 2016c). Les conclusions de l'analyse des eaux usées pourraient être utilisées pour approfondir les travaux menés dans ce domaine.

Enfin, de nouvelles méthodes, telles que l'établissement d'un profil sur la base des énantiomères, ont été développées pour déterminer si les charges en drogues présentes dans les eaux usées proviennent d'une consommation ou de l'élimination des drogues non utilisées ou des déchets de production. Il est à présent important d'évaluer l'utilité potentielle de l'analyse des eaux usées pour l'établissement de rapports sur la dynamique de l'offre de drogues, notamment sur la production de drogues synthétiques (Emke et al., 2014).

L'analyse des eaux usées a démontré son potentiel en tant que méthode complémentaire aux outils d'observation déjà en place dans le domaine des drogues. Elle présente des avantages évidents par rapport à d'autres approches, car elle n'est pas sujette aux biais liés au déclaratif et permet de mieux identifier tout le spectre des drogues consommées, les usagers étant souvent dans l'ignorance du réel mélange des substances qu'ils consomment. Cet outil permet en outre de fournir au moment opportun et dans des délais courts des informations sur les tendances géographiques et temporelles. Dans le but de vérifier la qualité et l'exactitude des données, il est tout de même nécessaire de réaliser de nouvelles comparaisons entre l'analyse des eaux usées et les données obtenues au moyen d'autres indicateurs.

En tant que technique expérimentale, l'analyse des eaux usées a acquis le statut de nouvelle méthode dans la boîte à outils des épidémiologistes. Sa capacité à détecter rapidement les nouvelles tendances peut contribuer à cibler les programmes de santé publique et les initiatives politiques sur des groupes de personnes spécifiques et sur les différentes drogues qu'ils consomment.

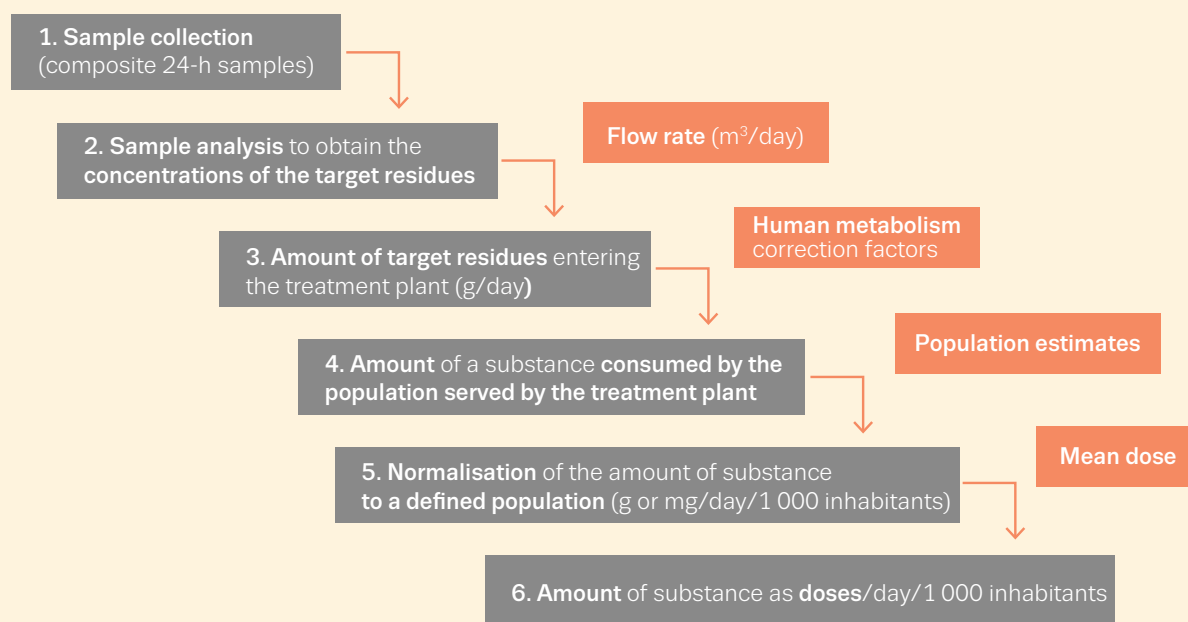
Comprendre la méthode d'analyse des eaux usées et réfléchir aux implications éthiques

Afin d'estimer les niveaux de consommation de drogues à partir de l'analyse des eaux usées, les chercheurs tâchent d'abord d'identifier et de quantifier les résidus de drogues dans les prélèvements d'eaux usées. Ils réalisent ensuite un rétrocalcul pour remonter à la quantité de drogues illicites consommée par la population reliée aux stations d'épuration dans lesquelles ont été effectués les prélèvements (Castiglioni et al., 2014). Cette approche comporte plusieurs étapes (voir la figure). Dans un premier temps, des échantillons composites d'eaux usées non traitées sont prélevés dans les égouts d'une zone géographique définie. Ces échantillons sont ensuite analysés afin de déterminer les concentrations en résidus des drogues sélectionnées. Ensuite, la consommation de drogues est estimée par rétrocalcul en multipliant la concentration en résidus de chaque drogue sélectionnée (en nanogramme/litre) par le débit dans les égouts correspondants (en litre/jour). Un facteur de correction pour chaque drogue est pris en compte dans le calcul. Dernière étape, le résultat est divisé par la population reliée à la station d'épuration des eaux usées. Le résultat est exprimé en quantité d'une certaine substance consommée par jour pour 1 000 habitants. Les estimations de population sont obtenues à l'aide de calcul prenant en compte différents paramètres biologiques, mais aussi grâce aux données de recensement, au nombre de

raccordements de foyers au réseau d'égouts ou au débit maximal normal, mais la variabilité générale entre ces différentes estimations est habituellement très élevée..

Bien qu'elle serve surtout à étudier les tendances en matière de consommation de drogues illicites au sein de la population générale, l'analyse des eaux usées peut également être appliquée à de petites communautés, notamment des lieux de travail, des écoles (Zuccato et al., 2017), des festivals de musique, des prisons (Nefau et al., 2017) et des quartiers spécifiques (Hall et al., 2012).

Le recours à cette méthode dans de petites communautés peut poser des risques éthiques (Prichard e.a., 2014), par exemple la possibilité d'identifier un groupe particulier au sein d'une communauté. En 2016, le groupe SCORE a publié des directives éthiques concernant l'épidémiologie basée sur l'analyse des eaux usées et les domaines associés (Prichard et al., 2016). Ces directives ont pour but de présenter les principaux risques éthiques potentiels associés à l'analyse des eaux usées et de proposer des stratégies visant à réduire ces risques. Réduire les risques signifie réduire la survenue éventuelle d'événements indésirables et/ou atténuer les conséquences d'événements négatifs.



Source: Castiglioni et al., 2013a

Références

- Archer, J. R. H., Dargan, P. I., Hudson, S. and Wood, D. M. (2013a), 'Analysis of anonymous pooled urinals in central London confirms the significant use of novel psychoactive substances', *QJM*, 106(2), pp. 147–152.
- Archer, J. R. H., Hudson, S., Wood, D. M. and Dragan, P. I. (2013b), 'Analysis of urine from pooled urinals: a novel method for the detection of novel psychoactive substances', *Current Drug Abuse Reviews*, online publication, 5 December.
- Archer, J. R. H., Hudson, S., Jackson, O. (2015), 'Analysis of anonymized pooled urine in nine UK cities: variation in classical recreational drug, novel psychoactive substance and anabolic steroid use', *QJM*, 108 (12), pp. 929–933.
- Archer, E., Castrignanò, E., Kasprzyk-Hordern, B., Wolfaardt, G. M. (2018), 'Wastewater-based epidemiology and enantiomeric profiling for drugs of abuse in South African wastewaters', *Science of the Total Environment* 625, pp.7928–00.
- Bade, R., Bijlsma, L., Sancho, J. et al. (2017), 'Liquid chromatography-tandem mass spectrometry determination of synthetic cathinones and phenethylamines in influent wastewater of eight European cities', *Chemosphere* 168, pp.10321–041.
- Baz-Lomba, J. A., Salvatore, S., Gracia-Lor, E., et al. (2016), 'Comparison of pharmaceutical, illicit drug, alcohol, nicotine and caffeine levels in wastewater with sale, seizure and consumption data for 8 European cities', *BMC Public Health*, 16, 1, 1035.
- Baz-Lomba, J. A., Harman, C., Reid, M. and Thomas, K. V. (2017), 'Passive sampling of wastewater as a tool for the long-term monitoring of community exposure: Illicit and prescription drug trends as a proof of concept', *Water Research* 121, pp.2212–30.
- Been, F., Benaglia, L., Lucia, S., et al. (2015), 'Data triangulation in the context of opioids monitoring via wastewater analyses', *Drug and Alcohol Dependence*, 151, pp. 203–210.
- Been, F., Bijlsma, L., Benaglia, L., et al. (2016a), 'Assessing geographical differences in illicit drug consumption: A comparison of results from epidemiological and wastewater data in Germany and Switzerland', *Drug and Alcohol Dependence* 161, pp. 189–199.
- Been, F., Schneider, C., Zobel, F., Delémont, O., Esseiva, P. (2016b), 'Integrating environmental and self-report data to refine cannabis prevalence estimates in a major urban area of Switzerland', *International Journal of Drug Policy*, 36, pp. 33–40.
- Boogaerts, T., Covaci, A., Kinyua, J., et al. (2016), 'Spatial and temporal trends in alcohol consumption in Belgian cities: A wastewater-based approach', *Drug and Alcohol Dependence* 160, pp. 170–176.
- Bramness, J.G., Reid M.J., Solvik, K.F. and Vindenes, V. (2014), 'Recent trends in the availability and use of amphetamine and methamphetamine in Norway', *Forensic Science International*, 246, pp. 92–97.
- Castiglioni, S., Borsotti, A., Riva, F. and Zuccato, E. (2016), 'Illicit drug consumption estimated by wastewater analysis in different districts of Milan: A case study', *Drug and Alcohol Review* 35, pp. 128–132.
- Castiglioni, S., Thomas, K. V., Kasprzyk-Hordern, B., Vandam, L. and Griffiths, P. (2014), 'Testing wastewater to detect illicit drugs: State of the art, potential and research needs', *Science of the Total Environment* 487, pp. 613–620.
- Castiglioni, S., Bijlsma, L., Covaci A., et al. (2013), 'Evaluation of uncertainties associated with the determination of community drug use through the measurement of sewage drug biomarkers', *Environmental Science and Technology*, 47(3), pp. 1452–1460.

- Castrignanò, E., Yang, Z., Bade, R., et al. (2018), 'Enantiomeric profiling of chiral illicit drugs in a pan-European study', *Water Research* 130, pp.1511–60.
- Causanilles, A., Baz-Lomba, J. A., Burgard, D. A., et al. (2017a), 'Improving wastewater-based epidemiology to estimate cannabis use: Focus on the initial aspects of the analytical procedure', *Analytica Chimica Acta* 988, pp. 273–3.
- Causanilles, A., Kinyua, J., Ruttkies, C., et al. (2017b), 'Qualitative screening for new psychoactive substances in wastewater collected during a city festival using liquid chromatography coupled to high-resolution mass spectrometry', *Chemosphere* 184, pp. 11861–193.
- Daughton, C.G. (2001), 'Emerging pollutants, and communicating the science of environmental chemistry and mass spectrometry: pharmaceuticals in the environment', *American Society for Mass Spectrometry*, 12, pp. 1067–1076.
- Du, P. (2015), 'Methamphetamine and ketamine use in major Chinese cities, a nationwide reconnaissance through sewage-based epidemiology', *Water Research*, Volume 84, pp. 76–84.
- EMCDDA (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction) (2016a), *European Drug Report: Trends and Developments*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- EMCDDA (2016b), *Assessing illicit drugs in wastewater: Advances in wastewater-based drug epidemiology*, Insights, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- EMCDDA and Europol (2016c), *EU Drug Markets Report*, Joint publications, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- EMCDDA (2017), *European Drug Report: Trends and Developments*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Emke, E., Evans, S., Kasprzyk-Hordern, B. and de Voogt, P. (2014), 'Enantiomer profiling of high loads of amphetamine and MDMA in communal sewage: A Dutch perspective', *Science of The Total Environment* 487, pp.6666–72.
- González-Mariño, I., Gracia-Lor, E., Rousis, N., et al. (2016), 'Wastewater-based epidemiology to monitor synthetic cathinones use in different European countries', *Environmental Science and Technology* 50, pp.10089–10096.
- Hall, W., Prichard, J., Kirkbride, P., et al. (2012), 'An analysis of ethical issues in using wastewater analysis to monitor illicit drug use', *Addiction*, 107(10), pp. 1767–1773.
- Kankaanpää, A., Ariniemi, K., Heinonen, M., Kuoppasalmi, K., Gunnar T. (2016), 'Current trends in Finnish drug abuse: Wastewater based epidemiology combined with other national indicators', *Science of the Total Environment*, 568, pp. 864–874.
- Kasprzyk-Hordern, B., Bijlsma, L., Castiglioni, S., et al. (2014), 'Wastewater-based epidemiology for public health monitoring', *Water and Sewerage Journal*, 4, pp. 25-26.
- Kinyua, J., Negreira, N., Miserez, B., et al. (2016), 'Qualitative screening of new psychoactive substances in pooled urine samples from Belgium and United Kingdom', *Science of the Total Environment*, 573, pp. 1527–1535.
- Krizman, I., Senta, I., Ahel, M., Terzic, S. (2016), 'Wastewater-based assessment of regional and temporal consumption patterns of illicit drugs and therapeutic opioids in Croatia', *Science of the Total Environment*, 566-567, pp. 454–462.
- Krizman-Matasic, I., Kostanjevecki, P., Ahel, M. and Terzic, S. (2018), 'Simultaneous analysis of opioid analgesics and their metabolites in municipal wastewaters and river water by liquid chromatography-tandem mass spectrometry', *Journal of Chromatography A* 19, pp.1021–11.

- | Lai, F.Y., Anuj, S., Bruno, R., et al. (2014), 'Systematic and day-to-day effects of chemical-derived population estimates on wastewater-based drug epidemiology', *Environmental Science and Technology* 49, pp. 999–1008.
- | Löve A. S. C., Baz-Lomba, J. A., Reid, M., et al. (2018), 'Analysis of stimulant drugs in the wastewater of five Nordic capitals', *Science of the Total Environment* 627, pp.10391–047.
- | Mardal, M., Kinyua, J., Ramin, P., et al. (2017), 'Screening for illicit drugs in pooled human urine and urinated soil samples and studies on the stability of urinary excretion products of cocaine, MDMA, and MDEA in wastewater by hyphenated mass spectrometry techniques', *Drug Testing and Analysis* 9, pp. 1061–14.
- | Mastroianni, N., López-García, E., Postigo, C., et al. (2017), 'Five-year monitoring of 19 illicit and legal substances of abuse at the inlet of a wastewater treatment plant in Barcelona (NE Spain) and estimation of drug consumption patterns and trends', *Science of the Total Environment* 609, pp. 9169–26.
- | Néfau, T., Sannier, O., Hubert, C., Karolak, S., Lévi, Y. (2017), 'Analysis of drugs in sewage: an approach to assess substance use, applied to a prison setting', Observatoire Français des Drogues et des Toxicomanies, Paris.
- | Ort, C., van Nuijs A.L.N., Berset J-D, et al. (2014), 'Spatial differences and temporal changes in illicit drug use in Europe quantified by wastewater analysis', *Addiction*, 109, doi: 10.1111/add.12570
- | Prichard, J., Hall, W., de Voogt, P. and Zuccato, E. (2014), 'Sewage epidemiology and illicit drug research: the development of ethical research guidelines', *Science of the Total Environment*, 47(2), pp. 550–555.
- | Prichard, J., Hall, W., Zuccato, E., de Voogt, P., Voulvoulis, N., Kummerer, K., Kasprzyk-Hordern, B. et al. (2016), 'Ethical research guidelines for wastewater-based epidemiology and related fields': www.emcdda.europa.eu/activities/wastewater-analysis.
- | Reid, M. J., Langford, K. H., Grung, M., et al. (2012), 'Estimation of cocaine consumption in the community: a critical comparison of the results from three complimentary techniques', *BMJ Open*, 2(6).
- | Reid, M. J., Baz-Lomba, J. A., Ryu, Y. and Thomas, K. V. (2014), 'Using biomarkers in wastewater to monitor community drug use: a conceptual approach for dealing with new psychoactive substances', *Science of The Total Environment* 487, pp. 651–658.
- | Rodríguez-Álvarez, T., Racamonde, I., González-Mariño, I., et al. (2015), 'Alcohol and cocaine co-consumption in two European cities assessed by wastewater analysis', *Science of the Total Environment* 536, pp. 91–98.
- | Senta, I., Gracia-Lor, M., Borsotti, A., et al. (2015), 'Wastewater analysis to monitor use of caffeine and nicotine and evaluation of their metabolites as biomarkers for population size assessment', *Water Research* 74, pp. 23–33.
- | Thomaidis, N., Gago-Ferrero, P., Ort, C., et al. (2016), 'Reflection of socioeconomic changes in wastewater: licit and illicit drug use patterns', *Environmental Science & Technology* 50, 18 pp.100651–0072.
- | Thomas, K. V., Bijlsma, L., Castiglioni, S., et al. (2012), 'Comparing illicit drugs use in 19 European cities through sewage analysis', *Science of the Total Environment*, 432, pp. 432–439.
- | Thomas, K. V., Amador, A., Baz-Lomba, J. A. and Reid, M. (2017), 'Use of mobile device data to better estimate dynamic population size for wastewater-based epidemiology', *Environmental Science and Technology* 51, 19, pp. 113631–1370.

- | Tossmann, P., Boldt, S. and Tensil, M.-D. (2001), 'The use of drugs within the techno party scene in European metropolitan cities', *European Addiction Research*, 7(1), pp. 2–23.
- | Tscharke, B. J., Chen, C., Gerber, J. P., White, J. M. (2015), Trends in stimulant use in Australia: A comparison of wastewater analysis and population surveys', *Science of the Total Environment*, 536, pp. 331–337.
- | Van Nuijs, A., Mougel, J.-F., Tarcomnicu, I., et al. (2011), 'Sewage epidemiology: a real-time approach to estimate the consumption of illicit drugs in Brussels, Belgium', *Environment International*, 27, pp. 612–621.
- | van Wel, J., Kinyua, J., van Nuijs, A., van Hal, G., Covaci, A. (2015), 'Methodological considerations for combining wastewater-based epidemiology with survey research', *Archives of Public Health*, 73, Suppl. 1, p. 29.
- | van Wel, J. H. P., Kinyua, J., van Nuis, A. L. N., et al. (2016a), 'A comparison between wastewater-based drug data and an illicit drug use survey in a selected community', *International Journal of Drug Policy*, 34, pp. 20–26.
- | van Wel, J. H. P., Gracia-Lor, E., van Nuijs, A. L. N., et al. (2016b), 'Investigation of agreement between wastewater-based epidemiology and survey data on alcohol and nicotine use in a community', *Drug and Alcohol Dependence* 162, pp. 170–175.
- | Yang, Z., Anglès d'Auriac, M., Goggins, S., et al. (2015) 'A novel DNA biosensor using a ferrocenyl intercalator applied to the potential detection of human population biomarkers in wastewater', *Environmental Science and Technology* 49(9), pp. 5609–5617.
- | Zuccato, E., Chiabrando, C., Castiglioni, S., Bagnati, R. and Fanelli, R. (2008), 'Estimating community drug abuse by wastewater analysis', *Environmental Health Perspectives*, 116(8), pp. 1027–1032.
- | Zuccato, E., Castiglioni, S., Senta, I., et al. (2016), 'Population surveys compared with wastewater analysis for monitoring illicit drug consumption in Italy in 2010–2014', *Drug and Alcohol Dependence* 161, pp 178–188.
- | Zuccato, E., Gracia-Lor, E., Rousis, N. I., Parabiaghi, A., Senta, I., Riva, F. and Castiglioni S. (2017), 'Illicit drug consumption in school populations measured by wastewater analysis', *Drug and Alcohol Dependence* 178, pp.2852–90.