

Technologies et méthodes en analyse de drogues
Fiches descriptives sur les principales technologies
et méthodes en analyse de drogues

Production de l'Institut universitaire sur les dépendances du
CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

Technologies et méthodes en analyse de drogues – Fiches descriptives sur les principales technologies et méthodes en analyse de drogues est une production de l’Institut universitaire sur les dépendances (IUD) du CIUSSS du Centre-Sud-de-l’Île-de-Montréal.

950 rue de Louvain Est
Montréal (Québec) H2M 2E8
514 385-1232
ciuss-centresudmtl.gouv.qc.ca

Crédits et collaborations

Direction scientifique

Pascale Leclerc, M. Sc., Direction de santé publique du CIUSSS du Centre-Sud-de-l’Île-de-Montréal

Carole Morissette, M.D., FRCPC, Médecin-conseil, Direction de santé publique du CIUSSS du Centre-Sud-de-l’Île-de-Montréal

Jorge Flores-Aranda Ph.D., Chercheur régulier à l’Institut universitaire sur les dépendances, et professeur à l’École de travail social de l’Université du Québec à Montréal

Jean-Sébastien Fallu Ph.D., Chercheur régulier à l’Institut universitaire sur les dépendances, et professeur agrégé, École de psychoéducation de l’Université de Montréal

Coordination

Lynda Benhadj, M. Sc., Institut universitaire sur les dépendances

Laurence D’Arcy Dubois, D. Ps., Institut universitaire sur les dépendances

Collecte de données et rédaction

Yan Ferguson, M. Sc., Institut universitaire sur les dépendances

Alexandrine Lussier, M. Sc., Institut universitaire sur les dépendances

Collaboration

Nous tenons à remercier Jean-François Masson, Ph.D.¹, Stéphanie Lessard, M.Sc.² et Thierry Lefrançois, B.Sc.² pour leur contribution à la révision de la section scientifique sur les techniques d’analyse pour la surveillance des drogues en milieu communautaire.

Nous tenons également à remercier Etienne Billard, Ph.D.³, et Éric Langlois, M.Sc.⁴, membres du comité aviseur au projet, pour leur contribution à la révision de ce document.

¹ Professeur titulaire, Département de chimie de l’Université de Montréal

² Service d’analyse des drogues, Santé Canada

³ Flying Safe / Vol plané

⁴ Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)

Dépôt légal : ISBN : 978-2-550-84980-3

© Institut universitaire sur les dépendances, 2019

La reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée à condition que la source soit mentionnée.

Pour citer ce document

Institut universitaire sur les dépendances (IUD) du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal.
Technologies et méthodes en analyse de drogues – Fiches descriptives sur les principales technologies et méthodes en analyse de drogues. Montréal, Qc : 2019.

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières.....	4
Glossaire.....	6
Introduction	8
Informations importantes.....	10
Fiches descriptives	12
TESTS COLORIMÉTRIQUES	12
BANDETTES DE DÉTECTION (TESTS IMMUNO-ENZYMATIQUES)	15
CHROMATOGRAPHIE SUR COUCHE MINCE (CCM/ <i>TLC</i>).....	18
SPECTROSCOPIE RAMAN	21
SPECTROSCOPIE INFRAROUGE À TRANSFORMÉE DE FOURIER (SITF/ <i>FTIR</i>).....	24
SPECTROMÉTRIE DE MOBILITÉ IONIQUE (SMI/ <i>IMS</i>).....	27
SPECTROMÈTRE DE MASSE (SM/ <i>MS</i>)	29
CHROMATOGRAPHIE EN PHASE LIQUIDE À HAUTE PERFORMANCE AVEC DÉTECTION UV (CLHP-UV/ <i>HPLC-UV</i>).....	31
CHROMATOGRAPHIE EN PHASE LIQUIDE À HAUTE PERFORMANCE AVEC SPECTROMÉTRIE DE MASSE (CLHP-SM/ <i>HPLC-MS</i>)	34
CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE AVEC SPECTROMÉTRIE DE MASSE (CPG-SM/ <i>GC-MS</i>).....	37
Autres technologies moins susceptibles de faire partie d'un service d'analyse de drogues ou moins documentées	40
Spectromètre de masse à haute résolution.....	40
Diffractométrie par rayons X	40

Résonance magnétique nucléaire.....	41
Électrophorèse capillaire avec détection UV ou spectrométrie de masse	41
Spectroscopie UV	42
Utilisation combinée des technologies et des méthodes- collaborations organisationnelles	43
Conclusion.....	44
Références	45

GLOSSAIRE

Adultérant : Substance ajoutée à une drogue pour en augmenter la quantité produite, en accroître l'effet pharmacologique et psychoactif ou en faciliter l'administration. Les adultérants peuvent être des produits psychoactifs (ex. : amphétamine, alprazolam) ou non psychoactifs (ex. : lactose, lidocaïne).

Analyse/résultat qualitatif : Analyse qui permet de déceler la présence ou l'absence d'une substance spécifique dans un échantillon donné.

Analyse/résultat quantitatif : Analyse visant à déterminer la quantité de drogue ou d'un composé présent dans le spécimen ou l'échantillon.

Destruction de l'échantillon : Dans le cadre du présent document, la définition de destruction de l'échantillon n'englobe pas seulement la modification de la structure chimique, mais aussi les situations où l'échantillon est difficilement récupérable, voire irrécupérable (par exemple s'il est mis en solution ou s'il est adsorbé sur un gel de silice).

Drogue : Dans le contexte du présent document, « drogue » signifie une substance psychoactive pouvant provoquer une accoutumance obtenue sur le marché illégal et consommée en dehors d'une prescription médicale.

Fiabilité : Mesure en lien avec une expérience, un essai ou une procédure de mesures qui fournit les mêmes résultats à plusieurs reprises.

Préparation d'échantillon : Ensemble des manipulations faites à un échantillon qui visent à le rendre adéquat pour une analyse. À titre d'exemple, dépendamment de la technique d'analyse employée, il peut s'agir d'une mise en solution, d'une filtration ou d'une réduction en poudre.

Résultat semi-quantitatif : Résultat extrapolé à partir d'une mesure d'une donnée quantifiable dans un échantillon donné.

Sensibilité ou limite de détection : Quantité minimale de substance qui doit être présente dans une drogue pour qu'une technologie ou une méthode soit capable de la détecter.

Site fixe : Service d'analyse de drogues dont les opérations sont effectuées dans des installations permanentes (ex. : laboratoire, local d'un organisme communautaire).

Site mobile : Service d'analyse de drogues dont les opérations sont effectuées sur place dans des événements avec une technologie portative ou dans un laboratoire mobile.

Spécificité (ou sélectivité) : Mesure en lien avec une méthode qui permet de détecter un composant particulier dans un mélange complexe sans interférence des autres éléments du mélange. Une méthode qui est parfaitement sélective pour un composant ou groupe composant est dite spécifique.

Substance psychoactive : Produit qui, lorsqu'il est consommé, entraîne des changements dans les perceptions, l'humeur, la conscience, le comportement et diverses fonctions physiques ainsi que psychologiques.

INTRODUCTION

Face à la diversité grandissante des drogues en vente sur le marché illégal et au risque important de leur adultération potentiellement mortelle (par exemple avec le fentanyl), la *Stratégie nationale 2018-2020 pour prévenir les surdoses d'opioïdes et y répondre* (1) met de l'avant l'importance d'évaluer la faisabilité d'implantation de services d'analyse de drogues à travers le Québec.

Les services d'analyse de drogues, ou *drug checking* en anglais, visent à offrir de l'information en ce qui a trait à la composition d'une drogue. Plus précisément, selon la technologie ou la méthode employée, les services d'analyse de drogues permettent dans une logique de chimie analytique, d'identifier les diverses molécules se retrouvant dans ladite drogue et, lorsque possible, la quantité d'une ou de plusieurs des molécules présentes.

L'analyse de drogues a une utilité qui va au-delà de l'identification des substances qui composent une drogue. Elle permet de transmettre, aux personnes qui les consomment, des informations (effets et risques) sur les composés trouvés dans les drogues, sur les moyens (et leurs limites) de réduire les risques associés à leur consommation, ainsi que sur les limites des résultats obtenus (2). L'offre de ces services d'analyse peut aussi être une occasion de créer un contact avec certains groupes plus difficiles à rejoindre et de leur offrir des activités de prévention et de promotion de la santé (2). Les résultats issus de ces analyses sont susceptibles de générer des outils d'information sur la nature des drogues (et autres composés) en circulation sur le marché illégal. Ces outils pourraient informer les personnes qui consomment des drogues sur les produits potentiellement dangereux qui circulent sur ce marché (3).

De nombreux services d'analyses de drogues ont été développés depuis le début des années 1990, principalement en Europe (4,5). Plus spécifiquement, on en trouve au Pays-Bas, en Autriche, au Luxembourg, en Suisse, en Belgique, en Angleterre, en Espagne, en France, au Portugal, au Pays-de-Galles, en Hongrie et en Slovénie (3,4). À l'extérieur de l'Europe, des pays tels que les États-Unis, la Colombie, le Mexique, la Nouvelle-Zélande, l'Australie et l'Uruguay ont vu des initiatives se développer au fil des années (3).

Diverses technologies et méthodes d'analyse s'offrent aux organisations souhaitant implanter un service d'analyse de drogues. Chacune présente des avantages et des limites notamment en lien avec la rapidité et la fiabilité de l'analyse, la complexité d'utilisation et la formation requise pour l'utiliser. Ainsi, une technologie ou méthode d'analyse donnée peut être adéquate pour un contexte d'utilisation, mais ne pas l'être pour un autre, et ce en raison des besoins et des réalités des personnes qui consomment et des organisations qui offrent ces services. De plus, les technologies employées dans le domaine de l'analyse de drogues évoluent rapidement, ce qui participe à l'augmentation de l'offre d'appareils disponibles sur le marché. En somme, pour toutes ces raisons, le choix d'une technologie ou méthode d'analyse (ou de plusieurs) peut s'avérer complexe.

Dans ce contexte, l'objectif de ce document est de faire le portrait des technologies existantes présentement connues, utilisées dans le contexte d'une offre de services d'analyse de drogues. Il est destiné à toute personne ou tout organisme qui accueille, côtoie ou travaille directement ou

indirectement avec des personnes consommatrices et qui pourrait être intéressé à offrir un service d'analyse de drogues.

Une recension des écrits scientifiques et de la littérature grise portant sur les technologies et méthodes employées dans les services d'analyse de drogues a permis la réalisation de ce portrait. Ce document ne se veut pas exhaustif, mais vise plutôt à rendre compte des technologies et méthodes qui, à ce jour, semblent les plus adaptées à des services d'analyse de drogues.

Après la présentation d'informations importantes à considérer, une série de fiches sont présentées. Celles-ci résument les dix technologies et méthodes les plus utilisées et les plus susceptibles de répondre aux besoins d'une offre de services en lien avec l'analyse de drogues, soit :

- les tests colorimétriques
- les bandelettes de détection
- la chromatographie sur couche mince
- la spectroscopie Raman
- la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier
- la spectrométrie de mobilité ionique
- la spectrométrie de masse
- la chromatographie en phase liquide à haute performance avec détection ultraviolette (UV)
- la chromatographie en phase liquide à haute performance avec spectrométrie de masse
- la chromatographie en phase gazeuse avec spectrométrie de masse.

Ces fiches ont été élaborées de sorte à répondre aux interrogations concernant le contexte d'utilisation des technologies et méthodes, la formation requise, les drogues et autres substances pouvant être identifiées, les types de résultats pouvant être fournis ainsi que les coûts approximatifs qui y sont associés. Dans un second temps, d'autres technologies moins adaptées ou moins documentées dans un contexte de service d'analyse de drogues dans la communauté sont présentées. Finalement, les avantages à combiner certaines technologies sont abordés. Les données présentées dans ce rapport ont été validées auprès d'experts québécois dans le domaine.

Ce document est la première partie d'un rapport divisé en deux volets dans le cadre d'un projet de recherche portant sur les services d'analyses de substances (financé par le Programme sur l'usage et les dépendances aux substances). Les deux volets sont les suivants :

- Fiches descriptives sur les principales technologies et méthodes en analyse de drogues
- Portrait des besoins identifiés de services d'analyses de drogues offerts aux personnes consommatrices : le point de vue des personnes consommatrices, et des personnes et organismes qui accueillent, côtoient ou travaillent directement ou indirectement avec des personnes consommatrices.

Un comité aviseur composé de personnes consommatrices, d'organismes communautaires offrant des services de réduction des méfaits ainsi que d'institutions publiques, a été constitué afin d'accompagner l'équipe de recherche.

INFORMATIONS IMPORTANTES

Mesures de sécurité

Certaines des technologies et méthodes présentées dans ce document peuvent engendrer des risques de blessure en raison de l'utilisation de solvants, d'acides, de lumière UV et de lasers qu'elles impliquent. Par exemple, la majorité des réactifs utilisés pour les tests colorimétriques sont composés d'acide sulfurique qui est un produit corrosif. Il est important de suivre les recommandations de sécurité proposées par les différents manufacturiers des technologies et méthodes présentées. L'emploi de matériel de sécurité standard de laboratoire peut être recommandé, notamment des gants, des lunettes de sécurité, un habit protecteur (sarrau) ainsi que des souliers fermés (6). Il est aussi nécessaire de se renseigner sur la formation nécessaire avant l'utilisation de ces technologies et méthodes.

Matériel requis

Au-delà du matériel de sécurité, les différentes technologies et méthodes peuvent nécessiter l'utilisation d'outils et de matériel de laboratoire pour échantillonner des comprimés (une lame par exemple), pour manipuler des échantillons (une spatule par exemple) ou pour procéder à la dilution d'une substance (béchers ou vials par exemple). Dans le cas où du matériel particulier est nécessaire, celui-ci est indiqué à la section *Échantillon et autre matériel requis* de chacune des fiches descriptives. Enfin, des dispositions doivent être prises pour la gestion des déchets afin de minimiser les risques de vols et de contamination dans l'environnement. Par exemple, l'utilisation d'un contenant résistant aux objets tranchants est recommandée pour disposer du matériel souillé généré par l'analyse. De même, une *amnesty bin* (contenant sécurisé) peut servir à disposer les drogues de manière sécuritaire suite à l'analyse. Aussi, l'utilisation de produits de désactivation disponibles commercialement peut être envisagée (ex. Deterra). Ces dispositions sont à prévoir selon la loi en vigueur, incluant le transport de ces substances contrôlées (7).

Test de présomption

Les technologies et méthodes présentées dans ce document doivent être utilisées à des fins de tests de présomption, c'est-à-dire que le résultat obtenu reste préliminaire. Selon le contexte d'utilisation, il pourrait devoir être confirmé avec une autre technologie ou méthode.

Quantification

La quantification fait référence à la capacité d'estimer la quantité d'une (ou plusieurs) substance contenue dans un échantillon. Pour certaines technologies, il est possible d'obtenir des résultats de nature quantitative. Pour ce faire, un ensemble d'étapes doit être effectué. Dans un premier temps, il est

nécessaire de réaliser une courbe d'étalonnage avec la substance de référence. Dans un deuxième temps, une quantité précise de l'échantillon de la drogue est analysée. Ces deux étapes permettront d'identifier la quantité de la substance testée présente dans l'échantillon analysé. Cette méthode nécessite toutefois l'utilisation d'une plus grande quantité de la substance analysée (environ 50 mg) afin de réduire les imprécisions liées à la mesure (8).

Images

Les images qui illustrent chacune des technologies et méthodes retenues ne sont employées qu'à titre indicatif. Elles ne reflètent pas la diversité des modèles disponibles sur le marché, ni une préférence envers un modèle ou un manufacturier en particulier.

Coûts

Les informations concernant les coûts d'acquisition des différentes technologies et méthodes ne sont présentées qu'à titre indicatif. De plus, il est important de noter qu'aux coûts d'acquisition peuvent également s'ajouter les coûts de maintenance et d'utilisation, mais aussi des coûts de main-d'œuvre hautement qualifiée.

Exemption

Pour toute organisation désirant offrir un service d'analyse de drogues, une exemption à la *Loi réglementant certaines drogues et autres substances* (9) est obligatoire. Pour plus d'information, consulter le site :

<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/preoccupations-liees-sante/substances-controlees-precursseurs-chimiques/exemptions.html>

FICHES DESCRIPTIVES

TESTS COLORIMÉTRIQUES

Description de la méthode

Les tests colorimétriques misent sur l'utilisation de réactifs chimiques qui indiquent la présence d'une classe de drogues par un changement de couleur, lorsqu'exposés aux composés cibles. Quelques gouttes d'un réactif doivent être ajoutées à la drogue réduite en poudre. Il faut ensuite se fier à la charte de couleurs ou à l'application pour téléphones intelligents, proposés par le fabricant, afin de détecter la présence possible d'une substance, en fonction de la couleur obtenue et en référence à la charte de couleurs.

Le processus peut être répété avec différents réactifs sur de petites quantités du même échantillon, afin d'identifier les différentes substances qui se retrouvent dans la drogue testée. Lorsqu'un réactif est ajouté à un échantillon, des pétilllements, des bouffées de vapeur et des bulles peuvent se dégager. Ces réactions sont également prises en compte dans l'interprétation des résultats (2).

Temps d'analyse

Le temps nécessaire pour compléter l'analyse d'un échantillon avec un réactif est d'environ 2 à 5 minutes.

Drogues et autres substances identifiées

- Un test colorimétrique permet de détecter un seul composé à la fois (10).
- De nombreux réactifs existent et permettent d'identifier différentes drogues et substances, notamment : PMA, PMMA, MDA, MDE, MXE, BZP, TFMPP, NBOMe, méthamphétamine, amphétamine, MDMA, GHB, cocaïne et différents adultérants (levamisole, paracetamol, ibuprophène, éphédrine notamment), kétamine, cathinone, LSD, psilocine, morphine, codéine, oxycodone, héroïne, plusieurs opioïdes et fentanyl (2,11).
- Les différentes composantes d'un mélange ne peuvent pas être identifiées avec un seul test colorimétrique. Cependant, il est possible d'utiliser une combinaison de différents réactifs en séquence sur différents sous-échantillons, afin d'identifier différentes composantes d'un mélange.
- Les tests colorimétriques sont limités dans leur capacité d'identifier les composés présents en très faible quantité.



Réactif colorimétrique de type Marquis
(DanceSafe)

Crédit photo : DanceSafe
<https://dancesafe.org/wp-content/uploads/2019/08/2019-marquis-b.jpg>

Fiabilité des résultats

- Les résultats sont sujets aux variations de manipulation et aux erreurs d'interprétation.
- Ces erreurs peuvent dépendre de plusieurs facteurs, dont l'éclairage.
- Ayant une faible spécificité, il est possible qu'un réactif réagisse à plusieurs composés.
- Étant donné leur portée limitée et leur faible spécificité, les tests colorimétriques sont souvent utilisés comme méthode d'analyse préliminaire en tandem avec une autre technologie plus sélective ou sensible (voir section sur l'utilisation combinée des technologies et méthodes).

Type de résultats

Les résultats obtenus à l'aide de cette méthode sont de nature qualitative, c'est-à-dire qu'ils renseignent principalement sur la présence ou l'absence de certains composés dans un échantillon. Cependant, certains tests permettent une évaluation semi-quantitative d'un composé donné. Ces tests nécessitent d'introduire une quantité précise de l'échantillon testé dans un tube pour la faire réagir avec le réactif et comparer le résultat avec une échelle de nuances de couleur (2).

Formation requise

L'utilisation de tests colorimétriques et l'interprétation des résultats nécessitent peu de formation ou de connaissances spécialisées.

Portabilité et possibilité de faire de l'analyse hors laboratoire

Les tests colorimétriques peuvent être utilisés presque n'importe où. Cependant, certaines précautions doivent être employées pour l'entreposage des produits réactifs qui peuvent réagir au soleil et à la chaleur notamment.

Coût moyen (2019)

Le coût est très faible, soit inférieur à 0,50 \$ par test (2).

Contexte d'utilisation et disponibilité de la méthode

- Les tests colorimétriques sont fréquemment utilisés par des organismes en réduction des méfaits (sites fixes et mobiles), notamment dans des festivals (2,12), mais également par les forces policières (12).
- Cette méthode est employée, seule ou en combinaison, par différentes organisations offrant des services d'analyse de drogues aux Pays-Bas, en Espagne, en Belgique, aux États-Unis, en Slovaquie, au Canada, en Colombie, au Royaume-Uni, au Mexique, en Nouvelle-Zélande, en Pologne ainsi qu'en Uruguay (13).

Échantillon et autre matériel requis

- **Forme** : Solide ou liquide.
- **Préparation** : Dans le cas de comprimés, les réduire en poudre ; dans le cas de drogues déposées sur un papier buvard (ex. : LSD), découper 1 mm².
- **Quantité** : Environ 5 mg par test. Cependant, peut nécessiter plusieurs échantillons si on souhaite tester pour plusieurs composés.
- **Destruction** : L'échantillon est détruit durant l'analyse.
- **Autre matériel** : Réfrigérateur ou glacière pour l'entreposage des produits réactifs.

À retenir sur les tests colorimétriques

<u>Avantages</u>	<u>Limites</u>
<ul style="list-style-type: none">✓ Analyse rapide✓ Faible coût✓ Faciles d'utilisation✓ Portables✓ Permettent de faire plusieurs tests simultanément	<ul style="list-style-type: none">✓ Subjectivité dans l'interprétation des résultats (couleurs)✓ Faible spécificité, réactions à plus qu'une substance possible✓ Identifient un petit nombre de substances composant la drogue qui doivent faire partie de la « charte des nuances de couleur » du fournisseur✓ Ne permettent pas de quantifier les substances✓ Peut nécessiter plusieurs petits échantillons lorsque plusieurs tests doivent être réalisés✓ Destruction de l'échantillon

BANDETTES DE DÉTECTION (TESTS IMMUNO-ENZYMATIQUES)

Description de la technologie

Les tests immuno-enzymatiques impliquent la liaison d'un anticorps spécifique à un type de substance recherchée (antigène), ou à une famille de composés, ainsi qu'un révélateur du complexe formé par la liaison anticorps-antigène (11). Cette technologie a été développée pour la détection de métabolites (composés organiques issus du métabolisme) dans des liquides biologiques (principalement l'urine).



Bandelette de détection du fentanyl
Modèle Rapid Response (BtNX inc.)

Crédit photo : *BtNX inc.*
https://www.btnx.com/files/BTNX_Fentanyl_Strips_Harm_Reduction_Brochure.PDF

Les tests immuno-enzymatiques permettent de détecter rapidement, et avec une certaine efficacité, différentes drogues notamment certains opioïdes et la cocaïne (11). Les résultats obtenus indiquent la présence ou l'absence du composé cible.

Plusieurs types de bandelettes misant sur différentes technologies sont actuellement distribués et utilisés en contexte d'analyse de drogues (11), notamment dans les rassemblements festifs (2). Le recours à cette méthode en analyse de drogues est très récent et peu documenté dans la littérature scientifique (2,11). De nombreux travaux scientifiques sont en cours afin d'évaluer la fiabilité des bandelettes dans un contexte d'analyse de drogues (2). Cette technologie a été utilisée dans le cadre d'un projet pilote mené en juillet 2016 au service de consommation supervisée (SCS) *Insite*, situé à Vancouver. Les personnes consommatrices recevaient des bandelettes et les instructions nécessaires pour tester leur drogue afin de détecter la présence de fentanyl. Les résultats de l'étude ont mené à l'expansion de cette technologie vers d'autres sites à Vancouver (12). Elles sont aussi utilisées dans les services d'injection supervisée (ou services de consommation supervisée) de Montréal et distribuées par plusieurs organismes de la région (14). Malgré les retombées positives associées à l'utilisation de bandelettes, cette technologie comporte plusieurs limites. À ce sujet, en juin 2018, Santé Canada a publié un avis (15) de mise en garde sur les limites des bandelettes de fentanyl lorsqu'utilisées avant la consommation de drogues.

Temps d'analyse

Environ 2 à 5 minutes (11,13).

Drogues et autres substances identifiées

Les tests immuno-enzymatique permettent la détection de substances ciblées et de certains composés leur étant structurellement similaires. C'est notamment le cas des bandelettes qui ont été développées pour le fentanyl qui sont aussi sélectives pour certains de ses analogues. (7, 9, 13).

Fiabilité des résultats

Cette technologie démontre une excellente sensibilité, alors qu'elle est en mesure de détecter le composé ciblé à l'échelle d'une dizaine de microgrammes dans un échantillon de drogues (17). Cependant, de nombreux faux positifs ont également été rapportés (11).

Type de résultats

Les résultats obtenus à l'aide de cette méthode sont de nature qualitative, c'est-à-dire qu'ils renseignent principalement sur la présence ou l'absence de certains composés dans un échantillon.

Formation requise

L'utilisation des bandelettes et l'interprétation des résultats obtenus requièrent une formation minimale. Cependant, l'interprétation des résultats peut varier selon la marque de bandelettes utilisée et celle-ci peut parfois être contre-intuitive (par exemple, l'absence de réaction indiquant la présence de fentanyl, plutôt que l'inverse).

Portabilité et possibilité de faire de l'analyse hors laboratoire

Les bandelettes de détection de fentanyl peuvent être utilisées n'importe où (11). Cette méthode est populaire dans les rassemblements, tels que les festivals où différentes organisations œuvrant en réduction des méfaits les distribuent auprès des personnes consommatrices (2).

Coût moyen (2019)

Le coût varie entre un et cinq dollars par bandelette (11).

Contexte d'utilisation et disponibilité de l'instrument

- Méthode initialement utilisée par les professionnels de la santé afin de détecter les métabolites du fentanyl et de certains de ses analogues dans l'urine (11).
- Méthode utilisée en contexte de réduction des méfaits sur le terrain, à partir d'échantillons de drogues, afin d'y détecter la présence de fentanyl et de certains de ses analogues rapidement, facilement et avec un minimum de matériel (2,11). Cette technologie est notamment employée à Montréal et ailleurs au Canada.

Échantillon et autre matériel requis

- **Forme** : Liquide ou solide.
- **Préparation** : Oui. L'échantillon doit être mis en solution dans de l'eau ou dans un solvant fourni par le fabricant.
- **Quantité** : Moins de 1 mg.
- **Destruction** : L'échantillon est détruit durant l'analyse.
- **Autre matériel** : Eau ou solvant et contenant pour la dilution de la substance (14,16).

À retenir sur les bandelettes de détection

<u>Avantages</u>	<u>Limites</u>
<ul style="list-style-type: none">✓ Analyse rapide✓ Faible coût✓ Faciles d'utilisation✓ Portables✓ Nécessitent une très faible quantité d'échantillons	<ul style="list-style-type: none">✓ Fiabilité faible à moyenne, en raison d'un risque de réaction à d'autres substances (faux positif)✓ Détectent uniquement certaines substances très spécifiques✓ Ne permettent pas de quantifier les substances✓ Destruction de l'échantillon

CHROMATOGRAPHIE SUR COUCHE MINCE (CCM/TLC)

Description de la méthode

La chromatographie sur couche mince (CCM), ou *Thin layer chromatography* (TLC), est une technique analytique permettant la séparation des différents composés chimiques d'un échantillon. La séparation se produit grâce aux différences d'interactions qu'ont les molécules présentes avec une phase mobile (un solvant, ou un mélange de solvants) et une phase stationnaire (généralement un gel de silice) sur une plaque habituellement en verre ou en aluminium (2). Les composés migrent sur la plaque à différentes hauteurs dépendamment de leurs propriétés particulières (polarité). Ils demeurent ensuite adsorbés à la surface de la silice.

Après la séparation des composés chimiques, une technique de détection doit être employée afin de pouvoir les identifier. Une lampe UV est généralement utilisée pour révéler la présence des composés. Différents réactifs colorimétriques peuvent aussi être utilisés et donneront une coloration aux composés sur la plaque de CCM. Les couleurs et les positions des substances révélées sur la plaque sont comparées à celles des drogues de référence connues. La présence de plusieurs points indique un mélange (2). Toutefois, la résolution de cette technique est faible et un seul point ne garantit pas la pureté.

Temps d'analyse

Environ 15 minutes et plus, mais cette technique offre la possibilité d'effectuer plusieurs analyses en même temps.

Drogues et autres substances identifiées

- Identifie une large gamme de substances, notamment les amphétamines, l'héroïne, la morphine, la cocaïne, les barbituriques, les benzodiazépines, le GHB, la MDMA, la kétamine, le LSD, le cannabis et les cathinones (11).
- Ne permet pas d'identifier des substances inconnues. L'identification des substances repose sur des échantillons de référence qu'il faut posséder et avoir sur le site d'analyses. Si un composé ne s'y retrouve pas, il ne pourra pas être identifié avec certitude, mais pourra être détecté.
- Ne peut être utilisée avec des drogues volatiles (nitrites ou *poppers*, solvants, aérosol, gaz hilarant) (13).



Ensemble pour la réalisation d'analyse
par CCM/TLC
Modèle TOXI-LAB® (Agilent Tech)

Crédit photo: Agilent Tech
<https://www.drg-diagnostics.de/42-1-TOXI-LAB+Drug+Identification+System.html>

Fiabilité des résultats

- Spécificité : la méthode est sujette aux erreurs de manipulation et aux erreurs d'interprétation (subjectivité humaine).
- Deux substances peuvent avoir la même hauteur de migration et ne pourront ainsi pas être distinguées sur cette seule base.
- Il est conseillé d'utiliser cette technologie en duo avec une autre méthode plus performante afin d'augmenter la précision et la confiance des résultats.

Type de résultats

Les résultats obtenus à l'aide de cette méthode sont de nature qualitative, c'est-à-dire qu'ils renseignent principalement sur la présence ou l'absence de certains composés dans un échantillon. Une estimation semi-quantitative peut être obtenue à l'aide de manipulations avancées et nécessite des échantillons de référence.

Formation requise

- Relativement simple d'utilisation.
- Nécessite une formation minimale. Cette méthode peut être utilisée par des personnes ayant des connaissances de base sur les drogues (2).
- Une personne qualifiée doit d'abord développer et mettre en place la méthode afin que les personnes menant les analyses puissent ensuite l'utiliser (2).

Portabilité et possibilité de faire de l'analyse hors laboratoire

- La méthode simple et le matériel nécessaire, qui peut tenir sur une table, signifient que l'analyse peut se faire dans de nombreuses circonstances, y compris dans des laboratoires mobiles ou fixes (2). Dans ce cas, les matériaux de référence doivent être transportés sur le site.
- Une bonne ventilation est nécessaire à cause des vapeurs de solvants. Idéalement, cette méthode devrait être utilisée dans une hotte, à défaut de quoi on doit préconiser un espace ouvert, à l'abri du vent et de la poussière ou du sable. De plus, les fortes vibrations (ex. : musique, mouvement, etc.) pouvant être présentes dans un laboratoire mobile pourraient aussi affecter les résultats.
- Les résultats obtenus au sujet de la migration des composés sur la plaque doivent être comparés à des valeurs de références, afin d'identifier les composés. Comme ces valeurs dépendent de l'humidité et des conditions environnementales, il est nécessaire de tester un ou plusieurs produits de références (qui peuvent être des substances non contrôlées, ex : caféine, aspirine) lors de chaque analyse afin de calibrer les valeurs. Une personne qualifiée doit avoir préalablement calibré les valeurs de référence de substances contrôlées afin que les personnes menant les analyses puissent faire des comparaisons valables. Autrement dit, si cette technologie est utilisée sur le site d'un événement, les valeurs de référence doivent être calibrées par une personne qualifiée pour chaque test dans ce même environnement, afin de pouvoir offrir une comparaison valable.

Coût moyen (2019)

Le prix des trousse de CCM varie largement selon leur contenu. Certaines se détaillent autour de 200 \$ (18), alors que d'autres peuvent s'élever à 10 000 \$ (10,11). Le coût par analyse varie de 1,50 \$ à 4,50 \$ (10).

Contexte d'utilisation et disponibilité de l'instrument

- La chromatographie en couche mince (CCM/TLC) est une méthode largement employée, seule ou en combinaison, notamment avec des tests colorimétriques, par différents services d'analyse de drogues dans le monde, et ce, tant en site fixe que mobile lors d'évènements (3). Elle est notamment utilisée par des services d'analyse de drogues en Espagne, en France, en Belgique, au Canada, au Portugal, en Colombie, au Mexique ainsi qu'en Uruguay (3).
- Cette technologie est également utilisée par les services de police, l'industrie pharmaceutique ainsi qu'en milieu universitaire (12).

Échantillon et autre matériel requis

- **Forme** : Solide ou liquide.
- **Préparation** : Oui. L'échantillon doit être mis en solution dans un solvant.
- **Quantité** : Moins de 1 mg (19).
- **Destruction** : L'échantillon est détruit durant l'analyse.
- **Autre matériel** : Pas d'autres matériels requis que la trousse de CCM/TLC.

À retenir sur la chromatographie en couche mince (CCM/TLC)

<u>Avantages</u>	<u>Limites</u>
<ul style="list-style-type: none">✓ Simplicité du matériel✓ Faible coût✓ Très faible échantillon requis (moins de 1 mg)✓ Permet de tester une grande variété de substances✓ Nécessite une formation minimale✓ Matériel portable✓ Possibilité de faire plusieurs analyses en même temps	<ul style="list-style-type: none">✓ Sensibilité de moyenne à faible selon les substances✓ Risque d'erreur de manipulation et risque associé à l'interprétation humaine.✓ Analyse longue (15 minutes et plus)✓ Nécessite un environnement bien aéré✓ Les valeurs de référence nécessitent une calibration en fonction de l'environnement dans lequel l'analyse est réalisée✓ Destruction de l'échantillon

SPECTROSCOPIE RAMAN

Description de la technologie

La spectroscopie Raman mise sur l'utilisation d'un laser afin d'identifier les substances présentes dans un échantillon. Selon la substance présente, certains photons gagnent de l'énergie, alors que d'autres en perdent. Ainsi, l'intensité de la lumière diffusée à différentes longueurs d'onde crée un patron distinctif d'une substance et permet de déterminer la substance présente à partir de ce spectre, et donc de l'identifier (11).

La performance de ces appareils est liée à la longueur d'onde utilisée par le modèle et le choix dépend habituellement du type de substance à analyser (matériaux inorganiques, composés chimiques, etc.) De manière générale, les appareils Raman ayant une longueur d'onde plus longue sont moins performants et détectent plus difficilement les substances en faible quantité (11). En revanche, les lasers de courte longueur d'onde sont plus susceptibles à la fluorescence de l'échantillon, causant une interférence et empêchant l'analyse. La sélection de la longueur d'onde d'un instrument Raman est donc un compromis entre ces deux facteurs.

Temps d'analyse

Moins d'une minute (2).

Drogues et autres substances identifiées

- L'identification d'une substance dépend de la présence de son spectre dans la librairie de l'appareil. Les différents appareils possèdent tous leur propre librairie, ce qui joue un rôle important dans la détection de substances. Cependant, seulement certains modèles permettent la modification ou la mise à jour de la librairie par la personne utilisant l'instrument.
- L'instrument identifie une vaste gamme de substances, même les isomères (substances ayant la même formule chimique, mais un arrangement moléculaire différent) (2). Parmi les plus communes figurent des opioïdes (héroïne, oxycodone), des stimulants (amphétamines, cocaïne), des dépresseurs (diazepam, clonazepam), des perturbateurs (kétamine, MDMA), de nouvelles substances psychoactives disponibles sur le marché telles que les cannabinoïdes et les cathinones synthétiques, des antitussifs (éphédrine, acétique anhydride), ainsi que des adjuvants (agents de coupes et diluants - caféine et lactose) (17).
- Certains modèles permettent la détection de différents composants dans un mélange (11) alors que d'autres appareils identifieront seulement le composant majoritaire d'un mélange (2).



Appareil portable de spectroscopie de Raman
Modèle TruNarc®
(Thermo Fischer Scientific)

Crédit photo: Thermo Fischer Scientific

<https://ua.all.biz/en/pocket-raman-krs-a-spectrometer-trunarc-screening-g2374736#.XLY6hfnOWUk>

Fiabilité des résultats

- La détection de composés en faible concentration, tel le fentanyl, et l'analyse d'échantillons de couleur foncée ou à forte émission de fluorescence peuvent s'avérer difficiles. Cela est particulièrement vrai pour les appareils portatifs (11).
- L'analyse de mélanges est difficile. En effet, il peut être difficile d'obtenir un signal spécifique à une drogue, car tous les signaux obtenus pour chaque substance sont additionnés les uns aux autres ce qui rend l'interprétation parfois difficile, voire impossible.
- La précision est meilleure avec les appareils fixes qu'avec les appareils portables.

Type de résultats

Cette technologie renseigne sur la présence ou l'absence de certaines substances dans un échantillon. Des résultats de nature quantitative peuvent être obtenus à l'aide de manipulations avancées et nécessitent des échantillons de référence.

Formation requise

Le niveau de formation requis dépend du type d'appareil. Certains appareils portatifs exigent une formation de base alors que les appareils de table nécessitent du personnel hautement qualifié (2).

Portabilité et possibilité de faire de l'analyse hors laboratoire

Des modèles fixes et des modèles portatifs sont disponibles sur le marché (2).

Coût moyen (2019)

- Le coût des modèles portables varie entre 10 000 \$ et 60 000 \$ (2).
- Un appareil fixe de base coûte entre 80 000 et 100 000 \$ et les appareils les plus sophistiqués peuvent atteindre jusqu'à 500 000 \$.
- Des coûts supplémentaires sont associés à la mise à jour de la librairie de références. Le coût des librairies de spectres de référence et leurs mises à jour sont d'environ 1 000 \$, mais peuvent varier selon les fabricants.

Contexte d'utilisation et disponibilité de l'instrument

- Utilisée par les services de police et les agences frontalières pour l'identification rapide d'une substance, notamment dans les ports et les aéroports (20).
- Aussi utilisée en contexte de service d'analyse de drogues, notamment sur le lieu d'évènements au Canada et en Italie (3).

Échantillon et autre matériel requis

- **Forme** : Solide ou liquide (19).
- **Préparation** : Peu ou pas de préparation d'échantillon. L'analyse peut se faire à travers les emballages transparents tels que les emballages de plastique ou de verre. Certains appareils permettent aussi l'analyse à travers les emballages opaques en utilisant ce qu'on appelle SORS (*Spatially Offset Raman Spectroscopy*) (21). Il est à noter qu'une préparation est nécessaire pour les substances ayant une forte fluorescence telle que l'héroïne (11).
- **Quantité** : Environ 5 mg.
- **Destruction** : Non.
- **Autre matériel** : Pas d'autre matériel requis.

À retenir sur la spectroscopie Raman

<u>Avantages</u>	<u>Limites</u>
<ul style="list-style-type: none">✓ Analyse rapide✓ Spécificité élevée✓ Possibilité de quantifier les substances (modèles fixes)✓ Modèles portables disponibles✓ Ne nécessite pas de préparation d'échantillons✓ Permet d'analyser des échantillons sous différentes formes (solide, liquide, poudre)✓ Permet l'analyse à travers les emballages transparents✓ Certains modèles permettent la personnalisation de la librairie selon les besoins identifiés✓ Pas de destruction de l'échantillon	<ul style="list-style-type: none">✓ Faible sensibilité✓ Dépistage de substances ciblées devant avoir été référencées dans la librairie de l'appareil✓ Difficulté à analyser des mélanges✓ Capacité d'analyse limitée avec appareils portables et lorsque les substances sont foncées ou très fluorescentes

SPECTROSCOPIE INFRAROUGE À TRANSFORMÉE DE FOURIER (SITF/FTIR)

Description de la technologie

La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (SITF), ou *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*, fonctionne en projetant différentes longueurs d'onde de lumière infrarouge sur l'échantillon soumis pour analyse. La quantité du rayonnement absorbé pour chaque longueur d'onde utilisée est ensuite mesurée. Chaque substance possède un patron d'absorption unique qui forme conséquemment un spectre unique (une sorte d'empreinte digitale chimique). Les informations obtenues permettent ainsi d'identifier les substances présentes dans l'échantillon en fonction de leur spectre.

Plus précisément, dans les appareils de SITF/FTIR, l'information mesurée est décodée par une opération mathématique (transformation de Fourier) afin d'obtenir un spectre (8). Dans les appareils commerciaux, le logiciel contenant la base de données spectrale des références analyse le résultat afin de trouver une correspondance et identifier la substance (12).

Temps d'analyse

1 à 2 minutes par échantillon.

Drogues et autres substances identifiées

- Permet d'identifier une large gamme de substances. Cependant, ces dernières doivent avoir été répertoriées dans la librairie de spectres de l'appareil. Chaque modèle possède sa propre librairie de références : plus elle est importante, plus le nombre de substances pouvant être détectées est grand.
- La cocaïne, la MDMA, l'héroïne, les amphétamines et différents adultérants peuvent généralement être identifiés.
- Faible capacité à identifier des composés présents en faible concentration dans un mélange. Cette technologie identifie difficilement les substances ayant une concentration égale ou inférieure à 10 % en poids (12).



Appareil de SITF/FTIR
Modèle Alpha II (Bruker)

Crédit photo: Bruker

<https://www.bruker.com/fr/products/infrared-near-infrared-and-raman-spectroscopy/ft-ir-routine-spectrometers/alpha/overview.html>

Type de résultats

Les résultats obtenus à l'aide de cette technologie sont généralement de nature qualitative, c'est-à-dire qu'ils renseignent sur la présence d'un composé dans un échantillon. Des résultats de nature quantitative peuvent être obtenus à l'aide de manipulations avancées, mais nécessitent des échantillons de référence.

Fiabilité des résultats

- Excellente capacité à distinguer deux composés similaires. Par exemple, cette technologie est en mesure de distinguer l'éphédrine de la pseudoéphédrine (11).
- Capacité de détecter les différents composés d'un mélange ayant une concentration de 10 % et plus en poids (12). Certains modèles permettent la soustraction des spectres (7). Cependant, l'analyse de mélanges peut parfois s'avérer difficile puisque tous les signaux obtenus pour chaque substance sont additionnés les uns aux autres, ce qui complique l'interprétation.

Formation requise

- Une formation et des connaissances sommaires sont nécessaires afin de pouvoir manipuler cette technologie (surtout pour les modèles portables).
- D'autres modèles, notamment des modèles fixes, sont toutefois plus complexes et nécessitent une formation d'intermédiaire à expert.

Portabilité et possibilité de faire de l'analyse hors laboratoire

- Des modèles compacts et portables sont disponibles.
- Des modèles fixes sont également disponibles et peuvent être utilisés en contexte mobile. L'environnement où cette technologie est utilisée doit être considéré, car la lecture faite par les appareils peut être affectée par la vapeur d'eau (humidité importante), ainsi que par le dioxyde de carbone (20,22).

Coût moyen (2019)

- Le coût des appareils neufs de SIF/FTIR varie entre 10 000 \$ et 60 000 \$ (11).
- Des coûts sont également associés à la mise à jour de la librairie de références.

Contexte d'utilisation et disponibilité de l'instrument

- Cette technologie est souvent utilisée sur les lieux d'évènements festifs (13).
- Cette technologie est utilisée par différentes organisations proposant des services d'analyse de drogues en site fixe ou mobile au Canada, aux Pays-Bas, en France, en Australie, au Royaume-Uni (4), ainsi qu'en Nouvelle-Zélande (3).

Échantillon et autre matériel requis

- **Forme** : Solide ou liquide.
- **Préparation** : Dépend de la configuration de l'appareil. Certains modèles sont de type ATR-FTIR. L'ATR (*attenuated total reflection*) permet aux échantillons d'être analysés directement sur un cristal de diamant (7). Les échantillons solides doivent cependant être sous forme de poudre (7).
- **Quantité** : Environ 5 mg (11).
- **Destruction** : Non pour les modèles ATR.
- **Autre matériel** : Pas d'autre matériel requis.

À retenir sur la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (SITF/FTIR)

<u>Avantages</u>	<u>Limites</u>
<ul style="list-style-type: none">✓ Analyse rapide✓ Nécessite une préparation d'échantillon minimale✓ Permet d'analyser des échantillons sous différentes formes (solide réduit en poudre, liquide)✓ Modèles portables disponibles✓ Certains appareils permettent d'estimer la quantité présente d'une drogue (résultats quantitatifs)✓ Non-destruction pour les modèles ATR	<ul style="list-style-type: none">✓ Faible sensibilité de l'instrument✓ Dépistage de substances ciblées devant avoir été référencées dans la librairie de l'appareil✓ Hypersensibilité à l'eau limitant les analyses en contexte humide ou d'échantillons liquides contenant de l'eau.

SPECTROMÉTRIE DE MOBILITÉ IONIQUE (SMI/IMS)

Description de la technologie

La spectrométrie de mobilité ionique (SMI), ou *Ion Mobility Spectrometry (IMS)*, mise sur la séparation des ions en phase gazeuse selon leur taille, leur charge et leur forme. Une charge électrique ionise et propulse l'ion (la substance mesurée dans la procédure d'analyse) sous forme gazeuse à travers un tube. La vitesse à laquelle se déplace cet ion permet de savoir de quelle substance il s'agit.

Cette technologie est utile pour repérer des substances même si elles sont en très faible concentration (2). Cette technologie est peu adaptée pour l'identification de plusieurs substances, bien que cela puisse varier selon les appareils. Cette technologie est ainsi davantage utilisée en tant qu'outil d'analyse ciblée, c'est-à-dire pour détecter un composé ciblé (2). Notons que cette technologie peut également être couplée à un appareil de spectrométrie de masse afin d'augmenter sa capacité d'identification (11).

Temps d'analyse

Entre 20 et 40 secondes.

Drogues et autres substances identifiées

- Permet d'identifier une large gamme de substances. Cependant, ces dernières doivent avoir été répertoriées dans la librairie de spectres de l'appareil. Les substances identifiées dépendent donc de la librairie de références de l'appareil.
- Peu adaptée pour l'identification de plusieurs substances dans un mélange. Cependant, cette capacité peut varier selon les appareils.

Fiabilité des résultats

- Excellente sensibilité, cette technologie permet de détecter un composé à l'échelle de partie par milliard (11).
- Cependant, la grande sensibilité de cette technologie la rend très propice à la contamination, ce qui pourrait causer des faux positifs (2).

Type de résultats

Les appareils de spectrométrie de mobilité ionique offrent uniquement des résultats de nature qualitative, c'est-à-dire, la présence ou l'absence d'un composé cible.



Appareil de SMI/IMS
Modèle IONSCAN 500DT
(Smiths Detection)

Crédit photo: [securityinfowatch.com](https://www.securityinfowatch.com/perimeter-security/threat-detection-imaging-inspection/chemical-biological-radiation-nuclear-explosives-detection/product/10217798/smiths-detection-ionscan-500dt-multimode-threat-detectors)
<https://www.securityinfowatch.com/perimeter-security/threat-detection-imaging-inspection/chemical-biological-radiation-nuclear-explosives-detection/product/10217798/smiths-detection-ionscan-500dt-multimode-threat-detectors>

Formation requise

Facile à utiliser avec une formation minimale. L'échantillonnage et le fonctionnement sont simples et ces appareils peuvent être opérés par des personnes peu expérimentées.

Portabilité et possibilité de faire de l'analyse hors laboratoires

- Des modèles portables conçus pour l'analyse sur le terrain sont disponibles.
- La taille de certains modèles fixes permet d'envisager leur utilisation en contexte mobile.

Coût moyen (2019)

- Le coût d'un appareil varie entre 10 000 \$ et 50 000 \$. Toutefois, les appareils de spectrométrie de mobilité ionique sont beaucoup plus chers lorsqu'ils sont couplés avec un appareil de spectrométrie de masse (entre 50 000 \$ et 100 000 \$ supplémentaires).
- Des coûts supplémentaires sont associés à la mise à jour de la librairie de références (11).

Contexte d'utilisation et disponibilité de l'instrument

Utilisée par les services de police pour détecter un large éventail de composés (drogues et autres agents chimiques tels que des explosifs). Cette technologie est notamment utilisée dans les aéroports (2).

Échantillon et autre matériel requis

- **Forme** : Solide ou liquide.
- **Préparation** : Non.
- **Quantité** : Traces de drogues.
- **Destruction** : Oui.
- **Autre matériel** : Tampons ou frottis (*swabs*) pour l'échantillonnage.

À retenir sur la spectrométrie de mobilité ionique (SMI/IMS)

<u>Limites</u>	<u>Avantages</u>
<ul style="list-style-type: none">✓ Risque de faux positifs✓ Dépistage de substances ciblées devant avoir été référencées dans la librairie de l'appareil✓ Ne permet pas de quantifier les substances	<ul style="list-style-type: none">✓ Excellente sensibilité (détection de traces)✓ Très faible échantillon requis et détruit✓ Analyse rapide✓ Modèles portables disponibles et technologie mobile✓ Simplicité d'utilisation✓ Nécessite peu d'entretien

SPECTROMÈTRE DE MASSE (SM/MS)

Description de la technologie

Les appareils de spectrométrie de masse (SM), ou *mass spectrometry (MS)*, sont basés sur l'ionisation des composés et sur la séparation des ions sur la base de leur ratio masse/charge. Plusieurs méthodes d'ionisation et de séparation des ions existent. La spectrométrie de masse est utilisée pour identifier les composés en déterminant leur masse moléculaire et en examinant leur schéma de fragmentation.

Bien que cette technologie puisse être utilisée seule, les appareils de spectrométrie de masse sont le plus généralement couplés à des instruments de chromatographie qui permettent la séparation des composés dans un échantillon (voir fiches CPLHP-SM/HPLC-MS et le CPG-SM/GC-MS).



Spectromètre de masse
Modèle Continuity (Bayspec)

Crédit photo : Bayspec

<https://www.bayspec.com/spectroscopy/continuity-transportable-high-sensitivity-mass-spectrometer/>

Temps d'analyse

Quelques minutes.

Drogues et autres substances identifiées

- La spectrométrie de masse employée seule est plutôt adaptée pour identifier des substances pures ou quasi pures.
- N'importe quelle substance pourrait être identifiée à l'aide de la spectrométrie de masse à condition d'être répertoriée dans la librairie de références (2,3).

Fiabilité des résultats

- Dans le cas de l'analyse de composés connus, un ordinateur compare le spectre de l'analyse à ceux de la librairie de références associée à l'appareil.
- Les appareils de spectrométrie de masse permettent de détecter des composés inconnus, cependant leur identification nécessitera une analyse avancée menée par des professionnels, le plus souvent en contexte de laboratoire. Plus spécifiquement on utilisera l'ion moléculaire et le schéma de fragmentation obtenu par spectrométrie de masse en tandem et des indices provenant d'autres méthodes d'analyses (p.ex.: résonance magnétique nucléaire) (23).

Type de résultats

Cette technologie offre des résultats de nature qualitative, c'est-à-dire l'identification des composés dans un échantillon (3). Des résultats de nature quantitative peuvent être obtenus à l'aide de manipulations avancées et nécessitent des échantillons de référence.

Formation requise

L'utilisation des instruments de spectrométrie de masse, leur entretien et l'interprétation des résultats requièrent du personnel qualifié.

Portabilité et possibilité de faire de l'analyse hors laboratoire

Généralement, ce type de technologie est utilisé en laboratoire. Cependant, des appareils de spectrométrie de masse portables ont été développés, ce qui rend imaginable leur utilisation dans un contexte mobile. Au Canada, un site d'injection supervisé fait état de son utilisation (24).

Coût moyen (2019)

Peut varier entre 50 000 \$ et 100 000 \$.

Contexte d'utilisation et disponibilité de l'instrument

Cette technologie est depuis peu utilisée au Canada dans un contexte de service d'injection supervisée (24). Des technologies portables ont été développées pour détecter des narcotiques ou des explosifs (25,26).

Échantillon et autre matériel requis

- **Forme** : Solide ou liquide.
- **Préparation** : Variation selon le modèle.
- **Quantité** : Environ 5 mg.
- **Destruction** : L'échantillon est détruit durant l'analyse.
- **Autre matériel requis** : Pas d'autres matériels requis, mais cela peut varier selon le modèle.

À retenir sur la spectrométrie de masse (SM/MS)

<u>Avantages</u>	<u>Limites</u>
<ul style="list-style-type: none">✓ Excellente sensibilité✓ Excellente spécificité (sauf dans le cas d'isomères)✓ Analyse rapide✓ Appareil de laboratoire, mais mobile✓ Possibilité de quantifier les substances	<ul style="list-style-type: none">✓ Coût élevé✓ Difficulté à analyser des mélanges✓ Nécessite du personnel qualifié✓ Instrument portable, mais nécessite un étalonnage afin de prendre en compte les conditions environnementales✓ Destruction de l'échantillon

CHROMATOGRAPHIE EN PHASE LIQUIDE À HAUTE PERFORMANCE AVEC DÉTECTION UV (CLHP-UV/HPLC-UV)

Description de la technologie

La chromatographie en phase liquide à haute performance avec détection UV (CLHP-UV), ou *High Performance Liquid Chromatography with UV Detection (HPLC-UV)*, est une technologie d'analyse comportant deux étapes : une étape de séparation des composés d'une substance, puis celle de la détection et l'identification des composés.

La séparation des composés s'opère par chromatographie en phase liquide : en injectant l'échantillon solubilisé dans une colonne chromatographique au travers de laquelle circule un mélange de solvants pompé à haute pression. Les substances sont séparées sur la base de leur affinité entre la phase mobile (solvant) et la phase stationnaire (solide) contenue dans la colonne.

La seconde étape, la détection et l'identification, débute à la sortie de la colonne chromatographique, alors que les substances sont introduites en continu dans un détecteur UV où elles sont détectées puis identifiées sur la base de leur temps de rétention et de leur spectre d'absorption de la lumière UV.

Temps d'analyse

Environ 15 minutes par échantillon.

Drogues et autres substances identifiées

- Permet d'identifier une large gamme de substances.
- La détection de composés inconnus est possible, cependant leur identification ne pourra se faire que suite à l'utilisation de techniques de chimie analytique avancée, effectuées le plus généralement en laboratoire.
- Capacité d'identifier les différents composés d'un mélange.

Fiabilité des résultats

- Grande sensibilité qui permet de détecter différents adjuvants présents dans une drogue, par exemple le fentanyl (12). Cependant, la spécificité et la sensibilité de cette technologie (CLHP-UV/HPLC-UV) sont moins bonnes que lorsqu'elle est employée avec un appareil de spectrométrie de masse (CLHP-SM/HPLC-MS).



Appareil de CLHP-UV/HPLC-UV
Modèle Agilent 1200 series (Agilent Tech)

Crédit photo : Truesdail Laboratories inc.

<https://www.truesdail.com/wp-content/uploads/2016/03/agilent1200.jpg>

- Certains problèmes d'identification peuvent survenir si deux composés d'un mélange présentent un même temps de rétention. La modification des conditions expérimentales par une personne qualifiée pourrait permettre de séparer ces composés et en faciliter l'identification.

Type de résultats

Les résultats obtenus à l'aide de cette technologie sont de nature qualitative. Elle permet la détection et l'identification des composés d'une drogue. Des résultats de nature quantitative peuvent être obtenus à l'aide de manipulations avancées et nécessitent des échantillons de référence.

Formation requise

Cette technologie requiert du personnel hautement qualifié dans l'utilisation de matériel de laboratoire pour préparer les échantillons, faire fonctionner les équipements et interpréter les résultats (10).

Portabilité et possibilité de faire de l'analyse hors laboratoire

- Il est rare d'utiliser la CLHP-UV/HPLC-UV dans un contexte hors laboratoire, mais cela est pratiqué ailleurs dans le monde (10).
- Dans le cas d'une utilisation hors laboratoire, les conditions environnementales doivent être prises en compte dans l'analyse (10).

Coût moyen (2019)

- Le coût d'acquisition se situe entre 60 000 \$ et 150 000 \$.
- Les coûts d'opération de l'équipement doivent être pris en compte et peuvent s'avérer élevés, car il y a de nombreuses composantes à remplacer (colonne, vials, filtres, pipettes, solvants).

Contexte d'utilisation et disponibilité de l'instrument

- La chromatographie en phase liquide avec détection UV est employée par différents services d'analyse de drogues à travers le monde. Notamment, celle-ci est utilisée en site fixe par des organisations en Espagne, en Slovénie, en Suisse et en Australie. Cette technologie est également employée sur le site d'évènements festifs par des organismes en Suisse et en Autriche (3).
- Cette technologie est de plus utilisée dans le domaine de l'industrie pharmaceutique, les milieux universitaires et dans le domaine médicolégal (19).

Échantillon et autre matériel requis

- **Forme** : Liquide ou solide.
- **Préparation** : Oui, l'échantillon doit être mis en solution dans un solvant et doit être filtré au préalable.
- **Quantité** : Environ 5 mg d'échantillon (10).
- **Destruction** : L'échantillon n'est pas récupéré après l'analyse.
- **Autre matériel requis** : Solvant, vials, pipettes ou seringues et filtres pour la préparation de l'échantillon (10).

À retenir sur la chromatographie en phase liquide à haute performance avec détection UV (CPLHP-UV/HPLC-UV)

<u>Avantages</u>	<u>Limites</u>
<ul style="list-style-type: none">✓ Séparation des composés d'un mélange✓ Bonne capacité de détection et d'identification des différents composés✓ Technologie pouvant être utilisée hors laboratoire (contexte mobile)✓ Possibilité de quantifier les substances	<ul style="list-style-type: none">✓ Analyse longue (environ 15 minutes)✓ Coût élevé✓ L'utilisation de cette technologie nécessite du personnel hautement qualifié✓ En contexte hors laboratoire, nécessite un étalonnage afin de prendre en compte les conditions environnementales✓ Destruction de l'échantillon

CHROMATOGRAPHIE EN PHASE LIQUIDE À HAUTE PERFORMANCE AVEC SPECTROMÉTRIE DE MASSE (CLHP-SM/HPLC-MS)

Description de la technologie

La chromatographie en phase liquide à haute performance avec spectrométrie de masse (CLHP-SM), ou *High Performance Liquid Chromatography with mass spectrometry* (HPLC-MS), est une technologie d'analyse comportant deux étapes : une étape de séparation des composés d'une substance, puis celle de la détection et l'identification des composés.

La séparation des composés s'opère par chromatographie en phase liquide alors que l'échantillon solubilisé est injecté dans une colonne chromatographique au travers de laquelle circule un mélange de solvants pompé à haute pression. Les substances sont séparées sur la base de leur affinité entre la phase mobile (solvant) et la phase stationnaire (solide) contenue dans la colonne.

La seconde étape, la détection et l'identification, débute à la sortie de la colonne alors que les composés sont introduits en continu dans la source du spectromètre de masse où le liquide est évaporé et les composés sont ionisés. Les ions sont finalement introduits dans le tube à vide du spectromètre de masse où ils sont détectés et identifiés sur la base de leur masse sur charge (spectre de masse).

Temps d'analyse

Environ 15 minutes.

Drogues et autres substances identifiées

- Permet d'identifier une large gamme de substances. Cependant, ces dernières doivent avoir été répertoriées dans la librairie de spectres de l'appareil.
- La détection de composés inconnus est possible, cependant leur identification ne pourra se faire que suite à l'utilisation de techniques de chimie analytique avancée, effectuées le plus généralement en laboratoire.
- Capacité d'identifier les différents composés d'un mélange (10).
- Cette combinaison de technologie est hautement adaptable aux nouvelles substances psychoactives.



Appareil de CLHP-SM/HPLC-MS
Système CLHP Shimadzu avec spectromètre de masse
MS-2020 (Shimadzu)

Crédit photo: *Institute of Chemistry,
University of Tartu,*
[https://analytical.chem.ut.ee/instruments/lc-gc-and-
ms/](https://analytical.chem.ut.ee/instruments/lc-gc-and-ms/)

Fiabilité des résultats

Excellentes spécificité et sensibilité. Les limites de détection sont de l'ordre de 1 partie par million (ppm) (12).

Type de résultats

Les résultats obtenus à l'aide de cette technologie sont principalement de nature qualitative. Des résultats de nature quantitative peuvent être obtenus à l'aide de manipulations avancées et nécessitant des échantillons de référence.

Formation requise

Cette technologie requiert du personnel hautement qualifié dans l'utilisation de matériel de laboratoire pour préparer les échantillons et faire fonctionner les équipements. L'interprétation peut nécessiter la présence de personnes hautement qualifiées en chimie analytique (10).

Portabilité et possibilité de faire de l'analyse hors laboratoire

- À l'instar de la CLHP-UV/HPLC-UV, il est rare d'utiliser CLHP-SM/HPLC-MS dans un contexte hors laboratoire toutefois, celle-ci peut être utilisée par exemple dans un laboratoire mobile (12).
- Dans le cas d'une utilisation hors laboratoire, les conditions environnementales doivent être prises en compte dans l'analyse (10).

Coût moyen (2019)

- Le coût varie entre 100 000 \$ et 750 000 \$.
- Les coûts d'opération de l'équipement doivent être également pris en compte et peuvent s'avérer élevés, car il y a de nombreuses composantes à remplacer (colonne, vials, filtres, pipettes, solvants).

Contexte d'utilisation et disponibilité de l'instrument

- Cette technologie est employée dans les services d'analyse de substances aux Pays-Bas (12), en Espagne (12), en Suisse et en Autriche (10) ainsi qu'en France (12).
- Elle est également utilisée dans le domaine de l'industrie pharmaceutique, les milieux universitaires, les laboratoires de chimie de l'environnement, par certaines forces policières aux États-Unis et dans le domaine médicolégal.

Échantillon et autre matériel requis

- **Forme** : Liquide ou solide.
- **Préparation** : Oui, l'échantillon doit être mis en solution dans un solvant et filtré au préalable.
- **Quantité** : Moins de 5 mg (10).
- **Destruction** : L'échantillon est détruit durant l'analyse.

- **Autre matériel requis** : Solvant, vials, pipettes ou seringues et filtres pour la préparation de l'échantillon (10).

À retenir sur la chromatographie en phase liquide à haute performance avec spectrométrie de masse (CLHP-SM/HPLC-MS)

<u>Avantages</u>	<u>Limites</u>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Séparation des composés d'un mélange ✓ Excellente sensibilité et spécificité ✓ Possibilité de quantifier les substances ✓ Instrument mobile pouvant être utilisé hors laboratoire 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Analyse longue (environ 15 minutes) ✓ Coût élevé ✓ L'utilisation de cette technologie nécessite du personnel hautement qualifié ✓ En contexte hors laboratoire, nécessite un étalonnage afin de prendre en compte les conditions environnementales ✓ Destruction de l'échantillon

CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE AVEC SPECTROMÉTRIE DE MASSE (CPG-SM/GC-MS)

Description de la technologie

La chromatographie en phase gazeuse avec spectrométrie de masse (CPG-SM), ou *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS), est une technologie d'analyse comportant deux étapes : une étape de séparation des composés d'une substance, puis celle de la détection et l'identification des composés.

La séparation des composés s'opère par chromatographie en phase gazeuse : l'échantillon est introduit dans l'appareil et exposé à la chaleur, ce qui amène l'évaporation des différents composés. Le temps entre l'injection et l'élution (ou détection) d'une substance, nommé temps de rétention, aide à identifier les composés.

La deuxième étape, la détection et l'identification des composés, se fait à l'aide d'un appareil de spectrométrie de masse qui permettra l'ionisation des composés et la séparation des ions sur la base de leur ratio masse/charge. L'identification des composés se fera entre autres en déterminant leur masse moléculaire (10).

Il existe des modèles fixes de CPG-SM/GC-MS ainsi que des modèles portables. Malgré leur portabilité, ces modèles ne sont toutefois pas petits (27). Enfin, il est important de noter que les appareils de CPG-SM/GC-MS nécessitent l'utilisation de bonbonnes de gaz vecteur et ce tant pour les modèles de table que les modèles portables.

Temps d'analyse

- Modèle fixe : 5 à 30 minutes.
- Modèle portable : moins de 10 minutes (11).

Drogues et autres substances identifiées

- Cette technologie permet d'identifier une large gamme de substances. Cependant, ces dernières doivent avoir été répertoriées dans la librairie de spectres de l'appareil, généralement celle du *National Institute of Standards and Technology* (NIST) (28).
- Les substances analysées doivent pouvoir s'évaporer et être stables à haute température. Par exemple, le GHB ne peut pas être analysé avec cette technologie : la température élevée (250 °C) risque de dégrader les molécules.



Appareil de CPG-SM/GC-MS
Modèle 7890D +spectromètre de masse 5977B
(Agilent Tech)

Crédit photo: Laboratoire CEISAM,
Université de Nantes
<http://www.sciences.univ-nantes.fr/CEISAM/index.php?page=31&lang=FR>

Fiabilité des résultats

- Cette technologie est la référence en matière d'analyse de drogue en raison de l'efficacité de sa méthode de séparation et de sa grande sensibilité. (8)
- En raison de son excellent pouvoir de séparation des composés, cette technologie permet d'identifier les différents composés dans un mélange.
- Cependant, la spécificité de cette technologie est inférieure à celle que l'on retrouve avec des appareils de CLHP-SM/HPLC-MS en raison de la nécessité que les composés de l'échantillon soient stables à haute température et puissent s'évaporer (12).

Type de résultats

Cette technologie fournit des résultats de nature qualitative. La quantification des différents composés présents est possible à l'aide de manipulations avancées et nécessitant des échantillons de référence.

Formation requise

- Dans le cas des modèles fixes, cette technologie requiert une personne hautement qualifiée dans l'utilisation de matériel de laboratoire pour préparer les échantillons, faire fonctionner les équipements et interpréter les résultats (10).
- Les modèles portables peuvent être parfois plus simples à utiliser. Cependant, l'utilisation, le fonctionnement et l'interprétation nécessitent une personne qualifiée (29).

Portabilité et possibilité de faire de l'analyse hors laboratoire

- Les appareils de CPG-SM/GC-MS sont le plus souvent utilisés en laboratoire.
- Des modèles portables sont disponibles sur le marché (26,30), cependant leur utilisation en contexte d'analyse de drogues dans la communauté n'a pas été documentée.

Coût moyen (2019)

- Coût similaire aux appareils de CLHP-SM/HPLC-MS, soit entre 100 000 \$ et 750 000 \$ pour les modèles fixes (12).
- Cette technologie nécessite l'utilisation d'un gaz vecteur qui doit être pris en considération dans les coûts d'exploitation. Le coût des bonbonnes est assez faible (environ 50 à 100 \$) et ces dernières durent longtemps.

Contexte d'utilisation et disponibilité de l'instrument

- La chromatographie en phase gazeuse avec spectrométrie de masse est employée par différents services d'analyse de drogues à travers le monde, souvent comme méthode de confirmation, principalement en laboratoire (10). Notamment, celle-ci est utilisée au Canada (24), aux Pays-Bas (12), en Suisse, en Belgique, en France, en Espagne, en Slovénie, aux États-Unis, en Australie, en Colombie, en Autriche et au Luxembourg (3).

- Cette technologie est également largement utilisée dans le domaine pharmaceutique et en sciences judiciaires (12).

Échantillon et autre matériel requis

- **Forme** : Solide ou liquide. L'échantillon analysé doit pouvoir s'évaporer facilement.
- **Préparation** : Oui, l'échantillon doit être mis en solution et être filtré.
- **Quantité** : Moins de 5 mg (2,10).
- **Destruction** : L'échantillon est détruit durant l'analyse.
- **Autre matériel requis** : Nécessite des bonbonnes de gaz vecteur.

À retenir sur la chromatographie en phase gazeuse avec spectrométrie de masse (CPG-SM/GC-MS)

<u>Avantages</u>	<u>Limites</u>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Très grande sensibilité ✓ Possibilité de quantifier les substances ✓ Analyse rapide pour les appareils portatifs (moins de 10 minutes) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Destruction de l'échantillon ✓ Analyse longue pour les modèles fixes (5 à 30 minutes) ✓ Coût élevé de la technologie ✓ Substances analysées doivent pouvoir s'évaporer et être stables à haute température ✓ Personnel hautement qualifié (modèles fixes)

AUTRES TECHNOLOGIES MOINS SUSCEPTIBLES DE FAIRE PARTIE D'UN SERVICE D'ANALYSE DE DROGUES OU MOINS DOCUMENTÉES

De nombreuses autres technologies en analyse de drogues sont utilisées quotidiennement en laboratoire. Ces technologies n'ont pas fait l'objet de fiches techniques étant donné leur faible potentiel d'utilisation à court ou à moyen terme dans le cadre d'un service d'analyse de drogue dans la communauté, pour différentes raisons (par exemple, le niveau d'expertise requis pour les utiliser et les entretenir, leur coût et les conditions environnementales requises). Certaines sont présentées dans cette section à titre informatif.

Spectromètre de masse à haute résolution

Le spectromètre de masse à haute résolution est une technologie de laboratoire qui permet de mesurer la masse moléculaire des ions d'une substance, en déterminant leur rapport masse sur charge, et ce, en quelques minutes. Cette technologie nécessite en général une séparation, une ionisation et, finalement, une étape d'identification. La phase de séparation peut être accomplie par une technique de chromatographie gazeuse, de chromatographie liquide ou encore par électrophorèse capillaire. En ce qui a trait à l'ionisation, plusieurs méthodes existent (11).

La spectrométrie de masse à haute résolution permet de mesurer très précisément la masse moléculaire d'un composé (2). Ceci permet de déterminer sa formule moléculaire, ce qui facilite grandement l'identification de nouvelles substances (2). Il s'agit actuellement de la méthode d'excellence utilisée pour l'identification de substances dans le domaine de l'analyse médico-légale des drogues (11). Enfin, cette technologie est particulièrement coûteuse, alors que son coût d'acquisition oscille autour de 500 000 \$ à 1 500 000 \$ auxquels s'ajoutent les coûts de la main-d'œuvre hautement qualifiée pour l'utilisation et la maintenance (2,11).

Diffraction par rayons X

Cette technologie informe sur la structure de la substance, qui peut ainsi être identifiée de manière très précise. Elle permet également d'identifier les produits adultérants (11). Aucune préparation de l'échantillon n'est nécessaire et une très faible quantité est requise. Cependant, cette méthode ne peut être utilisée qu'avec des solides cristallins (11). L'échantillon à analyser est bombardé de rayons X à haute énergie. Les réseaux cristallins contenus dans la substance testée dispersent alors les rayons X dans différentes directions. La manière dont les rayons sont diffusés permet d'identifier la structure des molécules se retrouvant dans l'échantillon, ainsi que la position de leurs atomes.

La diffraction par rayons X ne peut être utilisée à l'extérieur des laboratoires. Des protocoles de sécurité doivent être suivis de manière rigoureuse étant donné la dangerosité des rayons X (11). De plus, son utilisation requiert une formation avancée (11). Enfin, le coût de l'appareil varie entre 50 000 \$ et plus de 250 000 \$ (11).

Résonance magnétique nucléaire

Cette technologie est, entre autres, utilisée en contrôle de qualité et pour déterminer la pureté d'un échantillon (13). Elle est largement utilisée pour la caractérisation de la structure de substances organiques (10).

La résonance magnétique nucléaire présente plusieurs avantages :

- Elle permet d'identifier des substances sans l'utilisation de composés de référence (10,13).
- Elle permet d'identifier de nouvelles substances lorsqu'elle est couplée avec d'autres technologies (10).
- Elle permet des analyses rapides (entre 5 à 10 minutes).
- Elle permet l'analyse sans détruire l'échantillon soumis, à condition de pouvoir séparer la drogue du solvant utilisé (10).

Cette technique se limite toutefois aux composés solubles. De plus, l'interprétation des résultats, l'utilisation et l'entretien de l'instrument requièrent une personne hautement qualifiée (6). De plus, sa sensibilité est plus faible que d'autres méthodes, comme la chromatographie liquide à haute performance, ou gazeuse, couplée à la spectrométrie de masse (10). Cette technique spectroscopique est cependant plus sensible que le SIFT/FTIR ou le Raman.

Cette technologie est coûteuse (environ 675 000 \$) et est uniquement disponible en contexte de laboratoire. Les coûts associés au personnel hautement qualifié et à l'entretien de l'appareil rendent l'utilisation de cette technologie peu réaliste dans le cadre d'un service d'analyse de drogues dans la communauté.

Électrophorèse capillaire avec détection UV ou spectrométrie de masse

Cette technologie comporte deux étapes : une étape de séparation des composés et une étape de détection. La séparation des composés de l'échantillon s'opère par le passage de l'échantillon dans un capillaire. Les différents composés sont alors séparés en fonction de leur charge et de leur taille. Ensuite, la détection des composés, ayant voyagé dans le capillaire, se fait par l'emploi d'un appareil de détection UV ou par l'utilisation d'un appareil de spectrométrie de masse.

À elle seule l'électrophorèse capillaire est peu coûteuse (3 000 à 10 000 \$), mais son couplage avec un appareil de spectrométrie de masse la rend très coûteuse. Le temps d'analyse associée à cette technologie varie entre 10 et 20 minutes par échantillon ce qui pourrait la rendre pertinente pour des situations où un grand volume d'analyses doit être effectué. L'électrophorèse présente une bonne fiabilité, notamment dans la détection des amphétamines et de la méthamphétamine (19). Cependant, cette technologie offre une sensibilité entre 10 à 100 fois plus faible que les technologies de chromatographie en phase liquide présentées plus haut (12), même si sa sensibilité reste plus grande que la spectroscopie Raman (12).

Spectroscopie UV

La spectroscopie UV est une technologie de détection peu coûteuse (entre 3 000 \$ et 10 000 \$) qui est basée sur la capacité d'absorption d'énergie lumineuse par les électrons contenus dans une substance. La projection de rayons UV sur le composé à analyser couplée à un spectrophotomètre mesurant l'intensité de la lumière traversant l'échantillon permet d'identifier un spectre caractéristique associé au composé. Cette méthode présente l'avantage de ne pas détruire l'échantillon à condition de pouvoir séparer la drogue du solvant utilisé. Cette technologie permet d'identifier plusieurs substances psychoactives couramment utilisées (MDMA, cocaïne, cocaïne, diazépam, phénobarbital, barbituriques). Cependant en raison de la similarité des spectres de certaines substances, cette technologie ne permet pas de discriminer deux substances similaires. Afin de pallier à cette lacune, la spectroscopie UV peut être combinée avec une technique de chromatographie (CLHP-UV/HPLC-UV) afin d'obtenir une plus grande spécificité et sélectivité (11).

Les résultats peuvent être obtenus en quelques minutes, cependant ils peuvent nécessiter une interprétation par une personne possédant des connaissances avancées en analyse. Enfin, la spectroscopie est peu adaptée pour détecter plusieurs drogues dans un même échantillon (11).

UTILISATION COMBINÉE DES TECHNOLOGIES ET DES MÉTHODES-COLLABORATIONS ORGANISATIONNELLES

Utilisation combinée des technologies et des méthodes

Chacune des technologies présentées dans ce document démontrent des forces et des faiblesses qu'il est important de prendre en considération. Pour cette raison, la combinaison des technologies est une pratique fréquente dans les services d'analyse de drogues. Par exemple, certaines technologies sont plus faciles à utiliser dans des contextes où les conditions environnementales peuvent être difficiles à contrôler, comme en contexte de festival extérieur, mais, en contrepartie, sont d'une fiabilité moyenne et, ou, ont une portée limitée. C'est notamment le cas des tests colorimétriques, des bandelettes de détection du fentanyl, de la chromatographie en couches minces (CCM/TLC) qui sont souvent employées en combinaison avec des appareils de spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (SITF/FTIR) ou des appareils de type Raman en contexte d'évènements festifs (10,11).

À l'inverse, des technologies présentant de bonnes capacités de détection peuvent présenter des limites qui peuvent être outrepassées par l'utilisation combinée d'une technologie plus simple. À titre d'exemple, les appareils de SITF/FTIR sont limités dans leur capacité à détecter de faibles concentrations d'adultérants par exemple le fentanyl et ses dérivés. Dans ce contexte, le jumelage de cette technologie avec les bandelettes de détection de fentanyl s'avère une option intéressante pour un service d'analyse de drogues (12).

Dans le même ordre d'idées, les appareils de spectrométrie de type Raman portables présentés ci-haut sont limités dans leur capacité à identifier les différents composés d'un mélange ou à détecter la présence d'adultérants en faible quantité, tel que le fentanyl (11,17). De plus, ce type d'appareil présente des difficultés à identifier des substances ayant une forte fluorescence, telle que l'héroïne (11,31). Dans ce contexte, il est suggéré, d'une part, d'utiliser les appareils portatifs comme outils de dépistage en combinaison avec une technologie ou une méthode plus fiable afin de pouvoir confirmer les résultats obtenus. D'autre part, il est recommandé d'utiliser également des technologies simples telles que les bandelettes pour la détection de composés psychoactifs qui pourraient être présents en faible concentration. (7, 13, 29)

Collaborations organisationnelles

La recension des différentes technologies disponibles en analyse de drogues a permis de noter la présence de différents partenariats entre des organismes en réduction des méfaits et des laboratoires d'analyse de drogues. En Suisse, par exemple, un laboratoire effectue des analyses à l'aide de la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM/GC-MS) pour des organisations externes (10). Ces collaborations permettent, entre autres, l'accès à des standards de référence de drogues, mais aussi l'accès à des technologies d'analyse avancées afin de valider les résultats obtenus par d'autres méthodes plus simples, en cas de doutes ou de résultats non attendus (10).

CONCLUSION

Les informations présentées dans ce document dénotent la complexité et la multiplicité des technologies et méthodes existantes pour analyser le contenu des drogues. Cette réalité évolue de façon constante et rapide dans le contexte de l'actuelle crise des surdoses liées à l'utilisation d'opioïdes au Canada. Rappelons que le présent document ne prétend pas à l'exhaustivité, mais décrit les technologies et méthodes les plus adaptées à l'analyse de drogues dans la communauté en 2019.

Chacune des différentes technologies et méthodes présentées possède des avantages et des limites en lien avec sa capacité d'analyse et les contextes dans lesquels elle peut être utilisée. En effet, certaines technologies sont davantage utilisées à des fins d'analyse en laboratoire alors que d'autres sont d'ores et déjà utilisées par différents services d'analyse de drogues, notamment en milieu festif et dans les services d'injection supervisée.

Au Québec, seuls les services d'injection supervisée (SIS) (32) à Montréal ont reçu une exemption à la *Loi réglementant certaines drogues et autres substances* (9) pour offrir des services d'analyse de drogues en communauté. Ainsi, dans les SIS, des bandelettes de détection de fentanyl sont mises à la disposition des personnes consommatrices, qui peuvent réaliser leurs analyses sur place (14). Les organismes n'ayant pas reçu d'exemption peuvent distribuer des bandelettes de détection de fentanyl, aux personnes consommatrices, sans offrir un service d'analyse sur place.

Face au grand nombre de technologies offertes sur le marché, le choix d'une technologie ou méthode dépend des besoins des personnes consommatrices de drogues et des organisations qui offrent ces services. Les contextes dans lesquels ces services sont offerts doivent être également considérés. À cet effet, il est nécessaire de bien connaître les objectifs poursuivis par l'organisation qui souhaite mettre en œuvre un service d'analyse de drogues, la réalité et les besoins des personnes auxquelles le service s'adresse, mais aussi les principales drogues qui sont en circulation dans la région où le service sera offert. Afin de s'assurer de l'adéquation entre les besoins et la technologie choisie, il pourrait être intéressant pour les organisations intéressées à mettre en œuvre un service d'analyse de drogues de contacter les manufacturiers des différentes technologies avant d'en faire l'acquisition. Cela leur permettrait de communiquer leurs réalités et leurs besoins, mais aussi de demander de tester les appareils dans une situation réelle.

Finalement, malgré l'importance et la popularité grandissante des services d'analyse de drogues, ceux-ci s'inscrivent dans un éventail de services en réduction des méfaits et, de ce fait, ne représentent qu'un élément de l'offre de services aux personnes qui consomment des drogues. En effet, en plus de fournir un résultat à l'analyse de la drogue, des messages de prévention, d'éducation et de réduction des méfaits devraient être offerts. Dans ce contexte, il est nécessaire de s'assurer que les différents services soient mis en place de façon cohérente afin de répondre aux différents besoins des personnes qui consomment des drogues.

RÉFÉRENCES

1. Ministère de la Santé et des Services sociaux. Stratégie nationale 2018-2020 pour prévenir les surdoses d'opioïdes et y répondre [Internet]. Québec; 2018. Disponible à: <http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2018/18-233-04W.pdf>
2. Sage C, Michelow W. Drug checking at music festivals: A how-to guide. Nelson, BC Canada: ANKORS; 2016.
3. Baratt MJ, Kowalski M, Maier LJ, Ritter A. Global review of drug checking services operating in 2017. Sydney, Australia: National Drug and Alcohol Research Centre; 2018. (Drug Policy Modelling Program Bulletin).
4. Brunt T. Drug checking as a harm reduction tool for recreational drug users: opportunities and challenges [Internet]. EMCDDA; 2017 p. 21. Disponible à: http://www.emcdda.europa.eu/system/files/attachments/6339/EuropeanResponsesGuide2017_BackgroundPaper-Drug-checking-harm-reduction_0.pdf
5. Leece P. Evidence Brief: Drug Checking services as a harm reduction intervention [Internet]. Toronto, Ontario: Public Health Ontario; 2017. (Evidence Brief). Disponible à: <https://www.publichealthontario.ca/-/media/documents/eb-drug-checking.pdf?la=en>
6. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST). Répertoire toxicologique ; Équipement de protection:Symboles. 2019.
7. McCrae K, Tobias S, Stunden C. Drug Checking - Operational Technician Manual [Internet]. Vancouver, BC: British Columbia Centre on Substance Use (BCCSU); 2019. Disponible à: <http://www.bccsu.ca/wp-content/uploads/2019/03/BCCSU-Technician-Manual-March-2019.pdf>
8. Skoog DA, West DM, Holler FJ. Chimie analytique. 3e éd. Édition de Boeck Université; 2002.
9. Loi réglementant certaines drogues et autres substances [Internet]. L.C. 1996, ch. 19. Disponible à: <https://laws.justice.gc.ca/PDF/C-38.8.pdf>
10. Trans European Drug Information (TEDI). Guidelines for drug checking methodology Nightlife Empowerment & Well-being Implementation Project (NEWIP) [Internet]. Disponible à: http://newip.safernightlife.org/pdfs/digital_library/Guidelines%20for%20Drug%20Checking%20Methodology.pdf
11. Harper L, Powell J, Pijl EM. An overview of forensic drug testing methods and their suitability for harm reduction point-of-care services. Harm Reduct J. 31 juill 2017;14(1):52.
12. Kerr T, Tupper K. Drug Checking as a harm reduction intervention: evidence review report. Vancouver, BC: British Columbia Centre on Substance Use; 2017.
13. Baratt MJ, Kowalski M, Maier LJ, Ritter A. Profiles of drug checking services in 2017. Sydney, Australia: National Drug and Alcohol Research Centre; 2018. (Drug Policy Modelling Program Bulletin).
14. Direction régionale de santé publique de Montréal. Comment utiliser les bandelettes de test pour la détection de fentanyl et de certains de ses analogues. Centre intégré universitaire de santé et services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal; 2019.
15. Gouvernement du Canada SC. Santé Canada rappelle aux Canadiens les limites des bandelettes de test du fentanyl utilisées avant la consommation de drogues de rue [Internet]. 2018 [cité 9 avr 2019]. Disponible à: <http://canadiensensante.gc.ca/recall-alert-rappel-avis/hc-sc/2018/67106a-fra.php>
16. DanceSafe. Testing Kit Instructions [Internet]. DanceSafe. [cité 29 avr 2019]. Disponible à: <https://dancesafe.org/testing-kit-instructions/>
17. Sherman S, Green T. Fentanyl Overdose Reduction Checking Analysis Study (FORECAST). Baltimore: Bloomberg American Health Initiative;

18. Bunk Police. Curiosity (Pro-Level) Separation Package [Internet]. The Bunk Police. [cité 21 mars 2019]. Disponible à : <https://bunkpolice.com/products/curiosity-pro-level-separation-package>
19. United Nations Office on Drugs and Crime. Recommended methods for the identification and analysis of amphetamine, methamphetamine and their ring-substituted analogues in seized materials manual for use by national drug testing laboratories. [Internet]. New York: United Nations; 2006. Disponible à : <https://www.unodc.org/pdf/scientific/stnar34.pdf>
20. Penido CAFO, Pacheco MTT, Zângaro RA, Silveira L. Identification of Different Forms of Cocaine and Substances Used in Adulteration Using Near-infrared Raman Spectroscopy and Infrared Absorption Spectroscopy. *J Forensic Sci.* 2015;60(1):171-8.
21. Olds WJ, Jaatinen E, Fredericks P, Cletus B, Panayiotou H, Izake EL. Spatially offset Raman spectroscopy (SORS) for the analysis and detection of packaged pharmaceuticals and concealed drugs. *Forensic Sci Int.* 10 oct 2011;212(1-3):69-77.
22. Shimadzu Corporation. FTIR Analysis Q&A [Internet]. 2019. Disponible à : <https://www.shimadzu.com/an/ftir/support/faq/index.html>
23. Silverstein R, Webster F, Kiemle D, Bryce D. Spectrometric Identification of Organic Compounds, 8th Edition [Internet]. 8th éd. Wiley; 2014 [cité 16 avr 2019]. Disponible à : <https://www.wiley.com/en-ca/Spectrometric+Identification+of+Organic+Compounds%2C+8th+Edition-p-9780470616376>
24. Sandy Hill Community Centre. Drug Checking Results | Sandy Hill CHC [Internet]. 2019 [cité 26 avr 2019]. Disponible à : <https://www.shhc.ca/programs/oasis/drug-checking>
25. Giannoukos S, Brkić B, Taylor S, Marshall A, Verbeck GF. Chemical Sniffing Instrumentation for Security Applications. *Chem Rev.* 27 juill 2016;116(14):8146-72.
26. de Araujo WR, Cardoso TMG, da Rocha RG, Santana MHP, Muñoz RAA, Richter EM, et al. Portable analytical platforms for forensic chemistry: A review. *Anal Chim Acta.* 30 nov 2018;1034:1-21.
27. Van Truong T, Porter NL, Lee ED, Thomas RJ. The Applicability of Field-Portable GC–MS for the Rapid Sampling and Measurement of High-Boiling-Point Semivolatile Organic Compounds in Environmental Samples. *Curr Trends Mass Spectrom.* juill 2016;20-6.
28. Mass Spectrometry Data Center, NIST [Internet]. [cité 16 avr 2019]. Disponible à : <https://chemdata.nist.gov/>
29. Hi-Tech Detection Systems (HTDS). Spectromètre GC MS portable Griffin 510 [Internet]. [cité 21 mars 2019]. Disponible à : https://www.htds.fr/fr/surete/detecteurs-nrbce/risques-chimiques/spectrometre_gcms/spectrometre-gc-ms-portable-griffin-510/
30. Eckenrode BA. Environmental and forensic applications of field-portable GC-MS: an overview. *J Am Soc Mass Spectrom.* 1 juin 2001;12(6):683-93.
31. Guidelines on Raman Handheld Field Identification Devices for Seized Material. [Internet]. United Nations Office on Drugs and Crime.; 2017. Disponible à : https://www.unodc.org/documents/scientific/Guidelines_Raman_Handheld_Field_identification_Devices.pdf
32. Ministère de la Santé et des Services sociaux. Balises pour les établissements de santé et de services sociaux et les organismes communautaires désirant offrir des services d'injection supervisée aux personnes qui font usage de drogues par injection [Internet]. Ministère de la Santé et des Services sociaux - Santé publique; 2013. Disponible à : <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2013/13-313-01W.pdf>

Une initiative de l'Institut universitaire sur les dépendances (IUD), avec la précieuse collaboration de :

Santé Canada

Ministère de la Santé et des Services Sociaux

Avec le soutien de la Direction de l'enseignement universitaire et de la recherche.

Mentions spéciales

« Les vues exprimées ici ne reflètent pas nécessairement celles de Santé Canada. »

« Les vues exprimées ici ne reflètent pas nécessairement celles du ministère de la Santé et des Services sociaux. »

**Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
du Centre-Sud-
de-l'Île-de-Montréal**

Québec 