A close-up photograph of several blood test tubes in a rack. The tubes are filled with a dark red liquid, likely blood. The tubes have white labels with black text and barcodes. The background is slightly blurred, showing more tubes and the rack's structure.

Ce que vous devez
savoir à propos de
l'analyse forensique
toxicologique

La toxicologie est définie comme étant « la science qui étudie les effets néfastes des substances chimiques et biologiques sur les organismes vivants ». Dans un contexte médico-légal ou judiciaire, une analyse toxicologique montre de manière incontestable la présence de certaines substances dans l'organisme, ce qui peut contribuer à l'instruction.

Mais que peuvent donc analyser les toxicologues ? Comment procèdent-ils si vous leur demandez d'analyser du sang, de l'urine, des cheveux ou une autre matrice toxicologique ? Pourquoi certains stupéfiants et médicaments sont-ils si dangereux et quels effets ont-ils sur le consommateur ? Comment examine-t-on si un automobiliste a consommé des stupéfiants ?

Dans cette brochure pratique, nous avons brièvement résumé pour vous l'essence de la toxicologie forensique.

TABLE DE MATIERES



4 CE QUE SANG, URINE ET CHEVEUX NOUS APPRENNENT

- 5 C'est la dose qui fait le poison
- 7 Que devient une substance dans l'organisme?
- 8 Concentration d'une substance au moment des faits
- 8 Sang : la base de l'interprétation d'un dossier
- 9 Urine: une fenêtre de détection plus large
- 11 Salive : pour une consommation relativement récente
- 11 Cas
- 11 Cheveux : pour l'historique de consommation
- 12 Cas
- 13 Autres matrices



14 LES SUBSTANCES PSYCHOTROPES LES PLUS IMPORTANTES ET LEURS EFFETS

- 15 La base de la dépendance : le noyau accumbens
- 15 Substances psychotropes
- 21 Les nouvelles substances psychoactives



22 TYPES DE TECHNIQUES D'ANALYSE

- 23 Orienter sur le terrain
- 23 Identifier en laboratoire
- 25 Quantifier en laboratoire
- 27 Cas



28 AUTOMOBILISTES SOUS L'INFLUENCE DE DROGUES

- 29 La consommation récente fait pencher la balance
- 31 Du dépistage à la confirmation, de l'urine et du sang à la salive
- 33 L'analyse salivaire

Ce que le sang, l'urine et les cheveux peuvent nous apprendre

Les toxicologues recherchent des substances qui ne doivent pas se trouver dans l'organisme – en d'autres termes, les substances exogènes – et analysent leurs effets sur le corps. Dans un contexte médico-légal, l'investigation toxicologique peut se faire ante- ou post-mortem.

ANTE-MORTEM, l'analyse toxicologique essaye de trouver pourquoi une personne se comporte de l'une ou l'autre manière. La personne en question a-t-elle consommé des stupéfiants, des médicaments ou de l'alcool et cela a-t-il influencé son comportement ou ses actes ? Le contexte dans lequel cela se produit peut être très varié : d'un accident de la circulation (le chauffeur était-il sous influence au moment de l'accident ?), d'une affaire de viol (la victime s'est-elle vu administrer une substance par l'auteur ?), à une analyse qui doit confirmer dans un contexte familial si l'enfant chéri consomme des stupéfiants ou non.

POST-MORTEM, l'analyse toxicologique contribue à chercher la cause du décès d'une personne. L'analyse toxicologique permet de déterminer si l'on retrouve des stupéfiants, des médicaments, de l'alcool, des métaux ou d'autres composés toxiques dans les fluides corporels et les tissus de la personne décédée et si cela a joué un rôle éventuel dans le décès.

C'EST LA DOSE QUI FAIT LE POISON

Toutes les substances sont en principe toxiques, en fonction de la quantité que la personne en assimile. L'eau peut donc être toxique lorsqu'une personne en consomme, par exemple, plus de 20 litres en une seule fois. Par contre, pour l'héroïne, une très petite quantité suffit pour engendrer des effets toxiques. Le travail des toxicologues consiste à déterminer la concentration d'une substance donnée dans l'organisme et sur cette base, en évaluer l'effet sur le comportement d'une personne ou l'éventuel décès de celle-ci. On parle de concentration thérapeutique, toxique ou létale.

on thérapeutique peut également être néfaste : imaginez une personne dans un bar qui reçoit dans sa boisson un somnifère, l'effet de cette concentration thérapeutique n'est pas souhaité mais néfaste pour la victime en question.

CONCENTRATION TOXIQUE

Nous parlons de concentration toxique dès que s'ajoute à l'effet souhaité toute une série d'effets secondaires. Pour l'XTC par exemple, il peut y avoir une accélération du rythme cardiaque ou une augmentation de la température corporelle.

CONCENTRATION LÉTALE

Pour la plupart des gens, une concentration létale entraîne la mort.

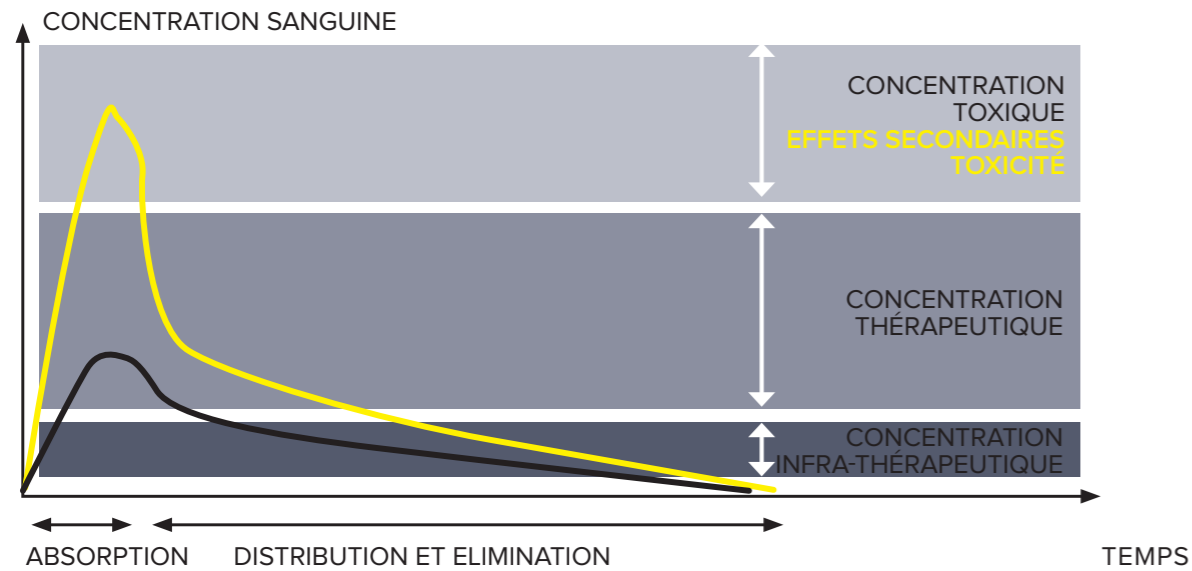
Il existe donc un lien entre la dose prise ou administrée par une personne et l'effet de la substance en elle-même. Une concentration thérapeutique minimale est nécessaire pour générer l'effet souhaité. Sous-doser n'a pas de sens, car, dans ce cas,

CONCENTRATION THÉRAPEUTIQUE

C'est la quantité de la substance nécessaire pour obtenir l'effet désiré. Pour un somnifère par exemple, il s'agit de la concentration nécessaire pour s'endormir; pour les stupéfiants, la quantité pour laquelle le consommateur atteint le résultat qu'il recherche en ingérant la substance.

En fonction du contexte, une concentrati-

concentration sanguine en fonction du temps



CONCENTRATIONS EN ALCOOL

Taux d'alcoolémie	Degré d'ébriété	Symptômes
0,1 - 0,3 g/L ou pour mille	Infraclinique	Pas de symptômes significants
0,3 - 1,0 g/L ou pour mille	Euphorie	Ivresse simple > Confiance en soi accrue > Attention réduite > Trouble de la coordination motrice
0,9 - 2,0 g/L ou pour mille	Ebriété	Ivresse > Augmentation du temps de réaction > Troubles visuels > Incoordination motrice > Surestimation des capacités
1,5 - 3,0 g/L ou pour mille	Ivresse	Intoxication sévère > Confusion mentale > Désorientation, démarche ébrieuse > Instabilité émotionnelle > Troubles visuels nets
2,5 - 4,0 g/L ou pour mille	Stupeur	Intoxication très sévère > Perte des fonctions motrices > Impossibilité de se tenir debout > Vomissements, incontinence > Décès possible (par exemple chez les enfants ou des consommateurs naïfs)
3,5 - 5,0 g/L ou pour mille	Coma	Inconscience, coma, hypothermie > Dépression respiratoire, décès possible
> 5,0 g/L ou pour mille	Mort	Mort par arrêt respiratoire

Kintz P., Toxicologie et Pharmacologie médico-légales, 1998

l'effet souhaité ne se produit pas. Surdoser est dangereux, car à partir d'une concentration toxique minimale donnée, un produit peut devenir potentiellement létal. Bien entendu, il convient d'ajouter que la même concentration d'alcool, par exemple, n'a pas le même effet sur tout le monde. C'est pour cela qu'une concentration létale peut « potentiellement » entraîner la mort chez « la plupart des gens ».

Nous pouvons l'illustrer à l'aide des effets des différentes concentrations en alcool : Le tableau montre qu'un taux d'alcoolémie supérieur à 2,5 g/L ou pour mille dans le sang peut entraîner la mort. Certaines personnes décèdent si elles ont un taux de 3,5 pour mille dans leur sang, alors que d'autres font encore pleinement la

fête avec le même taux. Ceci est lié à la tolérance : les consommateurs s'habituent à une substance lorsqu'ils la consomment régulièrement, de sorte qu'ils tolèrent des concentrations plus élevées que ceux qui ne la consomment qu'occasionnellement. Lorsqu'une personne consomme une substance, la concentration de cette dernière atteint un pic dans le sang plus ou moins rapidement après la prise. Parallèlement, le foie commence à dégrader la substance et après quelque temps, le corps élimine la substance. Bien entendu, la concentration trouvée lors de l'analyse dépend du moment du prélèvement de l'échantillon. C'est la raison pour laquelle les toxicologues parlent toujours de « concentration au moment du prélèvement sanguin ».

QUE DEVIENT UNE SUBSTANCE DANS L'ORGANISME ?

Lorsqu'une personne consomme ou se voit administrer une substance, le corps distribuera la substance et commencera ensuite à la dégrader pour finalement l'éliminer. La manière dont le processus se déroule dépend de la voie d'administration de la substance. L'inhalation d'une substance l'amène par exemple directement aux poumons et à partir de là très rapidement vers le cerveau, tandis qu'une substance avalée passe d'abord par le système gastro-intestinal et va ensuite vers le foie, où l'organisme commence déjà directement à la dégrader. Tout ceci a bien entendu un impact sur la concentration de la substance qui atteint le cerveau – et c'est là que l'effet final et le comportement sont définis – et également sur la concentration dans le sang, dans l'urine ou dans les cheveux que les toxicologues trouveront lors de l'analyse.

Quelle que soit la voie d'administration d'une substance – orale, intraveineuse, par inhalation ou sniffée – chaque substan-

ce doit finir par arriver dans la circulation sanguine. À partir de là, elle est distribuée dans les tissus. Le sang est donc pour les toxicologues la matrice la plus appropriée pour obtenir une indication sur le comportement d'une personne. Ceci reste cependant relatif : le comportement est en effet déterminé par le cerveau et la concentration dans le cerveau d'une substance ne peut absolument pas être déterminée chez une personne vivante. Lorsque le corps dégrade une substance, elle arrive ensuite dans l'urine. L'urine est en quelque sorte un conteneur à déchets pouvant donner une indication de la consommation d'une personne, mais cela ne peut pas être mis en relation avec un comportement donné. L'analyse de l'urine donne donc des informations sur la présence ou non d'une substance dans l'organisme, mais pas sur l'effet de cette dernière sur le consommateur. Les substances consommées arrivent également ailleurs que dans l'urine, comme dans les cheveux, les ongles, la sueur et la salive. Ces matrices ne donnent pas

d'indication non plus sur le comportement possible de la personne en question mais divulguent chacune des informations spécifiques.

SANG : LA BASE DE L'INTERPRÉTATION D'UN DOSSIER

Comme il reflète la situation au moment du décès (en cas d'analyse post-mortem) ou au moment de son prélèvement dans un autre contexte (ante-mortem), le sang constitue la base de l'interprétation d'un dossier. Le sang permet d'évaluer de manière fiable l'effet de la substance absorbée sur le consommateur au moment du prélèvement de l'échantillon. Il a une fenêtre de détection relativement courte : cela signifie qu'il est préférable que la prise de sang ait lieu le plus rapidement possible après les faits, car sinon, la substance à rechercher pourrait déjà avoir disparu du sang.

Post-mortem, le sang sera prélevé par le médecin légiste à différents endroits du corps. Ceci est lié au processus de décomposition qui débute dans le corps au moment où la personne décède. Ce processus peut influencer la concentration de substances médicamenteuses et d'alcool. Comme la vitesse du processus de décomposition n'est pas la même partout, le médecin-légiste prélèvera du sang crânien (sous le crâne), du sang cardiaque (dans le cœur), et du sang fémoral (dans la cuisse). La décomposition est par exemple

beaucoup plus lente au niveau du crâne qu'au niveau de la région abdominale, de sorte que le sang crânien est un meilleur choix en cas de corps fortement putréfiés et reflète mieux la situation au moment du décès que le sang provenant de la région abdominale par exemple. Dans l'os également, le médecin trouve du sang moins exposé à la contamination par la dégradation post-mortem des organes par exemple..

Le prélèvement sanguin se fait de préférence à l'aide de tubes contenant du fluorure de sodium: cela stoppe l'activité des enzymes du sang qui pourraient dégrader très rapidement les substances comme la cocaïne. Cela empêche également la formation d'alcool dans l'échantillon, qui est causée in vitro par les bactéries. En d'autres termes, le fluorure dans un échantillon de sang garantit la stabilité de l'échantillon. En cas de décès suspect dans un incendie, le sang peut également servir pour effectuer une analyse de la carboxyhémoglobine: il est ainsi examiné si la victime a inhalé la fumée - et donc si elle vivait encore au moment de l'incendie.

Est-il possible de calculer et évaluer rétroactivement la concentration d'une substance au moment des faits ? Cela peut se faire pour l'alcool mais c'est plus difficile pour les stupéfiants et les médicaments.

Au cours des années 70, on avait déjà établi un lien entre la concentration d'alcool dans le sang et le risque relatif d'accident (mortel). Il a entre-temps été prouvé que le risque d'accident augmente de manière exponentielle à partir de 0.5 pour mille. C'est la raison pour laquelle ce chiffre est utilisé pour la limite légale. Nous connaissons donc pour l'alcool une valeur liée au comportement et qui est scientifiquement établie. De plus, d'innombrables études ont déjà été réalisées au cours des dernières décennies

concernant le délai d'élimination moyen de l'alcool dans l'organisme. Les nombreuses études sur l'alcool nous ont appris que le corps élimine en moyenne 0.15 gramme d'alcool par litre par heure les quatre premières heures suivant la consommation. Le corps élimine ensuite en moyenne 0.10 gramme par litre par heure. Grâce à ces chiffres, les toxicologues peuvent calculer rétroactivement la concentration en alcool dans le sang au moment d'un accident par exemple. La manière d'effectuer ce calcul est

établie par la loi. Une condition importante est toutefois que le conducteur n'ait pas bu de boissons alcoolisées entre le moment des faits et celui de la prise de sang.

Pour les stupéfiants, il n'y a pas de consensus pour le calcul rétroactif de la concentration au moment des faits. Dans ce cadre, les chercheurs utilisent cependant la « demi-vie » afin d'effectuer une estimation : il s'agit du temps nécessaire à l'organisme pour réduire de moitié la concentration d'une substance présente dans le sang. La demi-vie est surtout utilisée pour des médicaments.

UN EXEMPLE

Un calmant comme le diazépam a une demi-vie de 20 heu-

res. Lorsqu'une personne a une concentration thérapeutique dans le sang au moment de la prise de sang – qui a eu lieu 8 heures après les faits – alors, la concentration 8 heures plus tôt aurait sans doute été également thérapeutique. Avec une substance dont la demi-vie est de deux heures, il est beaucoup plus difficile de faire des estimations. Lorsqu'une personne a pris des amphétamines, cela devient encore plus difficile, car la vitesse d'élimination va dépendre dans ce cas du degré d'acidité de l'urine. Plus l'urine d'une personne est acide, plus vite la substance est éliminée de son organisme et inversement. Cela signifie que la demi-vie pour les amphétamines peut varier énormément d'une personne à l'autre.

URINE: UNE FENÊTRE DE DÉTECTION PLUS LARGE

On retrouve principalement des métabolites dans l'urine : il s'agit de produits de dégradation qui apparaissent après transformation dans le foie et qui sont rejetés dans la vessie. L'analyse toxicologique de l'urine peut montrer quelles substances ont éventuellement été consommées, mais ne permet pas d'évaluer l'effet de ces substances au moment du prélèvement d'échantillon.

Contrairement à la prise de sang, l'analyse d'urine n'est pas invasive mais n'est pas toujours aussi pratique à organiser. Dans le cadre des contrôles routiers, il faut en principe, prévoir une toilette pour des raisons d'intimité; en réalité, ceci mène parfois à une adultération ou falsification de l'échantillon. Alors que la fenêtre de détection est relativement limitée pour un échantillon sanguin, les substances peuvent être dé-

tectées plus longtemps dans les urines.

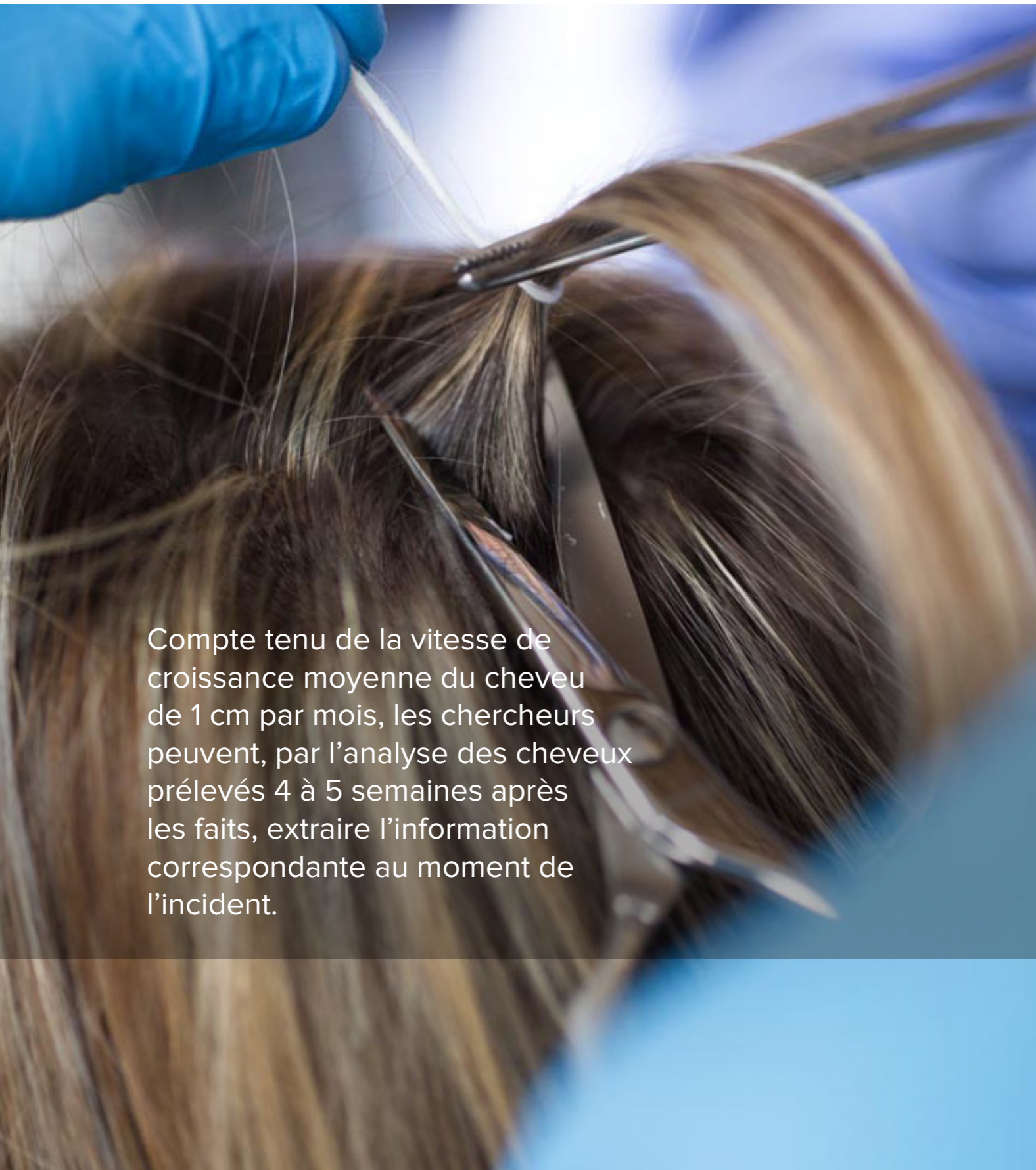
En cas d'investigation post-mortem, l'urine peut donner des informations sur les habitudes de consommation de la victime durant les jours précédant son décès, tandis que le sang donnera plutôt des informations sur le moment du décès.

En outre, l'analyse d'urine convient aussi pour un premier dépistage devant déterminer si la personne en question a consommé quelque chose ou non. D'autre part, on utilise souvent l'urine dans le cadre d'un « drug facilitated crime » (il s'agit d'infractions pour lesquelles la victime avait été droguée ou était sous l'influence de drogues, d'alcool ou de médicaments) en raison de sa fenêtre de détection plus longue. En effet, malheureusement de nombreuses victimes viennent faire leur déclaration assez tardivement..

SALIVE : POUR UNE CONSOMMATION RELATIVEMENT RÉCENTE

La salive peut être très utile pour des analyses toxicologiques spécifiques, comme les tests de consommation de drogues pour les usagers de la route (voir également le chapitre 4). Contrairement au

prélèvement d'urine, l'intimité ne pose dans ce cas-ci pas de problème : le test peut simplement être effectué en public, ce qui est plus difficile pour les échantillons d'urine. La détection des substances



Compte tenu de la vitesse de croissance moyenne du cheveu de 1 cm par mois, les chercheurs peuvent, par l'analyse des cheveux prélevés 4 à 5 semaines après les faits, extraire l'information correspondante au moment de l'incident.

dans la salive peut, par rapport à l'urine, démontrer une consommation relativement plus récente car la salive contient encore la molécule mère d'une substance (par exemple la substance active du cannabis, Δ^9 -tétrahydro-cannabinol (THC)), tandis que l'urine contient principalement le métabolite. Lorsque sur le terrain on recherche la consommation récente de stupéfiants chez les conducteurs, un test de dépistage salivaire est donc plus pratique et plus adapté qu'un test de dépistage urinaire.

Par la suite, la salive peut également être prélevée avec un collecteur de salive, de sorte que l'analyse du collecteur puisse être poursuivie en laboratoire. Le prélèvement de cet échantillon ne nécessite pas la présence d'un médecin, ce qui est par contre toujours le cas pour les prises de sang. En ce sens, une analyse salivaire est donc très pratique. Enfin, la fenêtre de détection dans la salive est un peu plus longue que celle du sang, mais plus courte que celle de l'urine.

CHEVEUX: POUR L'HISTORIQUE DE CONSOMMATION

Tout comme le sang, l'urine ou la salive, les cheveux d'une personne peuvent également être révélatrices, et ce au sens littéral, car chaque centimètre de cheveux raconte son propre récit de consommation de stupéfiants, de médicaments ou d'alcool de la personne en question. Si le sang et les urines peuvent détecter des consommations datant de plusieurs heures voire plusieurs jours, les cheveux permettent de remonter à des consom-

mations bien plus anciennes. Cette large fenêtre de détection est le plus grand avantage de l'analyse toxicologique des cheveux. Notamment dans les affaires de viol, où l'on suspecte souvent qu'un stupéfiant a été administré à la victime et où la victime hésite souvent plusieurs jours avant de déposer plainte, la large fenêtre de détection des cheveux est alors un atout. L'analyse de sang ou d'urine n'est pas une option dans de tels cas, car la substance a

CAS

Lorsqu'une jeune fille va en consultation chez son gynécologue pour faire placer un stérilet hormonal, elle est sédaturée par le médecin. Quelque temps plus tard, la jeune fille se réveille et constate qu'il se passe des choses inacceptables. Elle porte plainte et une trentaine d'heures après les faits, du sang et de l'urine lui sont prélevés. Les chercheurs constatent que la jeune fille a deux traces d'injection sur le bras. L'analyse de l'échantillon d'urine montre qu'il a été administré à la victime de la kétamine et du valium. C'est une combinaison connue chez les anesthésistes en milieu hospitalier : la kétamine endort et possède des effets hallucinogènes. Elle est

parfois combinée au valium pour maintenir l'anesthésie et contrer les effets secondaires de la kétamine. Sur la base de ces résultats, le magistrat ordonne l'exécution d'une perquisition chez le gynécologue afin de voir quelles substances ce dernier détient dans son cabinet privé. Les enquêteurs y découvrent différentes substances visées par la réglementation sur les substances stupéfiantes et réservées à l'usage hospitalier. Il s'agit d'un exemple montrant comment une analyse toxicologique ante-mortem peut mettre la justice sur la bonne voie et confirmer les soupçons du magistrat.

probablement alors déjà disparue de l'organisme. Il est alors conseillé aux victimes de revenir quatre à cinq semaines plus tard afin de procéder au prélèvement d'un échantillon de cheveux. À ce moment, la section des cheveux la plus proche du crâne correspond à la période des faits. Pour pouvoir procéder à l'analyse, il faut donc que les cheveux aient repoussé

suffisamment. En effet, la section de cheveux la plus proche du crâne au moment des faits reflète la situation du mois précédent. Avec une croissance de cheveux d'un centimètre en moyenne par mois, les chercheurs ne peuvent donc chercher des informations relatives à la période des faits que 4 à 5 semaines après les faits. Un autre avantage de l'analyse des che-

Lorsqu'une dame de 88 ans en bonne santé décède soudainement, cela interpelle fortement la famille. En outre, certains éléments étonnants apparaissent dans son testament. Il est décidé de procéder à une autopsie. Il en ressort que la dame a plusieurs côtes cassées (alors qu'il n'y avait pas eu de manœuvres de réanimation) et qu'elle a différentes lésions cutanées. Après une analyse d'urine, de sang et du contenu gastrique de la victime, les analystes trouvent des traces d'un calmant et d'un diurétique. Son mari confirme qu'au cours des derniers jours, sa femme se sentait somnolente. Le calmant s'est avéré être du bromazépan. L'analyse toxicologique du sang montre cependant que les concentrations dans le sang crânien de la substance sont thérapeutiques et ne peuvent donc expliquer le décès. Le calmant peut peut-être expliquer les côtes cassées : un tel médicament peut en effet altérer la vigilance et être la cause de troubles de l'équilibre ou de chutes.

Le magistrat se pose de nombreuses questions : Pourquoi cette dame avait-elle consommé un calmant et un diurétique si elle n'avait pas reçu de prescription médicale pour ceux-ci de la part de son médecin ? Il ordonne une perquisition chez l'aide familiale qui assistait le vieux couple chaque jour pour les tâches domestiques. Les enquêteurs ont trouvé les deux médicaments dans sa maison. Le magistrat soupçonne que l'aide familiale a administré les médicaments à la victime, mais depuis combien de temps déjà ? Il demande une analyse toxicologique des cheveux. Cette

dernière montre la consommation des médicaments pendant environ les six derniers mois avant son décès, l'analyse toxicologique révèle également que les concentrations mesurées dans les cheveux augmentent au fil du temps jusqu'au décès de la victime. L'aide familiale a-t-elle augmenté les doses ? Ou la victime de 88 ans souffrait-elle de problèmes fonctionnels (insuffisance rénale/hépatique) de sorte que les concentrations sanguines de ces médicaments et donc également leurs concentrations dans les cheveux, s'accumuleraient au fil du temps ? Comme il ressortait du dossier que l'aide familiale avait pris des congés pendant une période de 15 jours, les analystes ont observé qu'un seul segment de cheveux montrait des concentrations qui diminuaient par rapport aux autres segments positifs des 6 derniers mois de la victime. Les estimations temporelles effectuées pour associer cette diminution de consommation de médicaments, ont été compatibles avec l'absence de l'aide familiale pour vacances annuelles.

Ce cas montre qu'une analyse toxicologique ne permet pas toujours de trouver la cause du décès, mais contribue à confirmer ou infirmer certaines pistes de réflexion. L'analyse toxicologique est donc généralement un élément dans un contexte d'enquête plus large et est souvent moins décisive que les autres expertises comme l'analyse ADN par exemple.

veux est la possibilité de segmentation : les cheveux sont analysés centimètre par centimètre, afin de déterminer ainsi un historique mensuel de la consommation de stupéfiants ou de médicaments de la personne en question. Même après la consommation / administration unique d'une drogue ou d'un médicament, les cheveux permettent de déterminer si quelqu'un a consommé ou s'est vu administrer une substance. Il est également possible de re-

chercher la présence d'éthylglucuronide: il s'agit d'un marqueur direct de consommation d'alcool permettant de différencier d'une part le consommateur chronique du consommateur récréatif et d'autre part, le consommateur récréatif de l'abstiné. En Allemagne, en Italie et en Suisse, cet examen spécifique est réalisé lorsqu'il faut décider si une personne peut récupérer son permis de conduire.

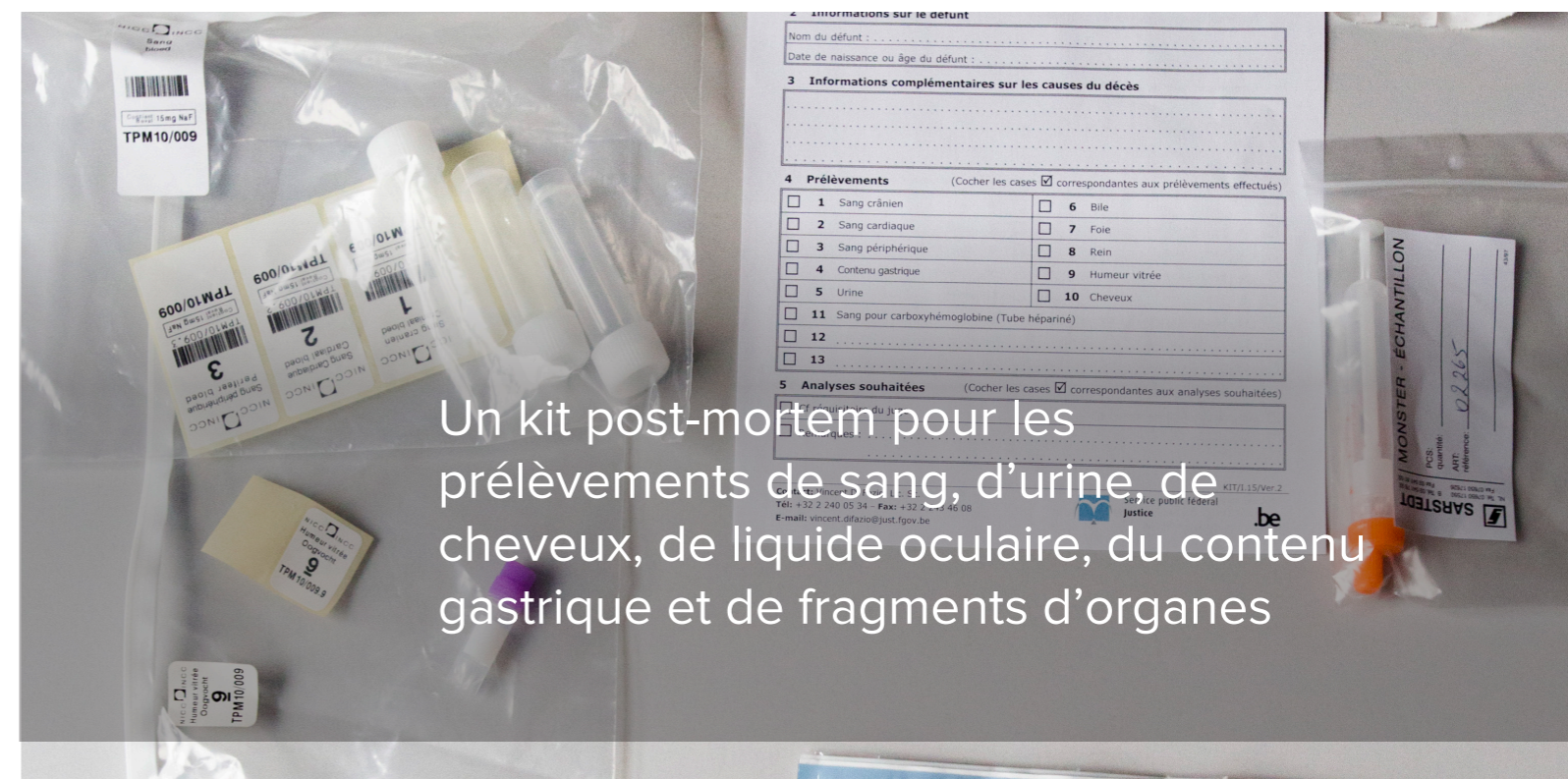
CAS

AUTRES MATRICES

Post-mortem, il est également possible d'analyser le contenu gastrique, le liquide oculaire et d'autres organes pour confirmer certaines observations. Si l'on retrouve par exemple des pilules dans l'estomac de la victime, cela peut confirmer la forte concentration de la substance mesurée dans le sang. Des fragments d'organes comme le foie, la rate, les reins et les poumons, peuvent également être examinés,

de même que liquide oculaire. En effet, la cavité oculaire est bien protégée et résiste bien au processus de décomposition du corps. Lorsqu'on doit évaluer la consommation d'alcool, le liquide oculaire est systématiquement analysé. En effet, à cet endroit, l'alcool ne peut provenir que d'une consommation exogène car la production d'éthanol post-mortem liée à la présence de bactéries n'y est pas envisageable.

Le choix de la matrice toxicologique à analyser dépend fortement des informations souhaitées afin d'étayer une affaire juridique, mais dépend également du temps qui s'écoule entre le prélèvement de l'échantillon et les faits présumés. Chaque matrice présente des avantages et des inconvénients et permettra de décortiquer une partie du puzzle.



Un kit post-mortem pour les prélèvements de sang, d'urine, de cheveux, de liquide oculaire, du contenu gastrique et de fragments d'organes

Les substances psychotropes les plus importantes et leurs effets



LA BASE DE LA DÉPENDANCE: LE NOYAU ACCUMBENS

Le noyau accumbens a été découvert dans les années 50 par plusieurs scientifiques au cours d'une expérience. Ce centre du plaisir dans notre cerveau est également appelé « zone de récompense ». Lors de cette expérience, une électrode a été implantée dans le noyau accumbens d'un rat. Le rat pouvait lui-même activer l'électrode et donc s'octroyer un stimulant ou une récompense. Il est rapidement apparu que le rat avait oublié toute faim ou soif et appuyait de manière obsessionnelle sur le levier pour se donner une stimulation. C'est la base de la dépendance et de l'assuétude : le consommateur a une sensation de plaisir qui est tellement agréable qu'il veut la répéter rapidement.

Dans notre vie quotidienne également, l'assuétude se présente sous de nombreuses

formes. La première tasse de café le matin donne précisément le même sentiment de plaisir que la stimulation ressentie par le rat de l'expérience. Avec une seconde tasse de café, nous espérons pouvoir expérimenter cette même récompense physiologique. La dixième tasse de café n'aura pourtant pas le même effet que la première. En effet, une sorte d'accoutumance ou de tolérance s'installe en fonction de la substance que nous consommons. Pour ressentir à nouveau la récompense physiologique avec la même intensité, nous devons absorber une plus grande quantité de substance que la première fois. C'est ainsi que certaines personnes entrent dans un cercle vicieux d'assuétude et de dépendance.

SUBSTANCES PSYCHOTROPES

Le café, l'alcool, la nicotine, la cocaïne, les somnifères et les calmants sont des substances psychotropes induisant une certaine dépendance chez leurs consommateurs. Nous distinguons les psycholeptiques, les psychoanaleptiques et les psychodysleptiques.

1. PSYCHOANALEPTIQUES : LES DÉPRESSEURS

Les dépresseurs ou psycholeptiques, sont des substances qui dépriment le système nerveux central.

1.1 ANALGÉSQUES NARCOTIQUES OU OPIACÉS

Les analgésiques narcotiques, ou opiacés, sont des substances qui ont un effet analgésique et donnent un sentiment de bien-être. Ce groupe comprend les opiacés naturels, semi-synthétiques et synthétiques (produits dérivés de l'opium).

- **L'OPIUM** est le latex séché des capsules du papaver somniferum. Cette substance brunâtre est fumée dans des pipes à opium spéciales ou mâchée. L'opium contient certains narcotiques comme la morphine et la codéine.

- L'isolation de la **MORFINE** de l'opium était tout d'abord une grande avancée dans le traitement de la douleur. La morphine est utilisée comme analgésique pour des douleurs modérées à graves, mais est hélas également consommée comme stupéfiant.

- La **CODEÏNE** est également un opiacé. C'est un des opiacés les plus utilisés au monde et il est disponible en pharmacie comme composant de sirops contre la toux et d'antidouleurs. Elle est bien moins forte en termes de dépendance par rapport à la morphine ou à l'opium, mais des per-

sonnes deviennent quand même dépendantes au Dafalgan Codéine par exemple ainsi qu'au sirop contre la toux contenant de la codéine.

- Via un processus synthétique, Bayer a en outre fait de la morphine de l'**HEROÏNE** Le but était de créer une substance moins addictive que la morphine ou l'opium, mais c'est l'inverse qui s'est produit. Comme l'héroïne est plus liposoluble que la morphine, elle traverse plus rapidement la barrière hématoencéphalique et créera donc très rapidement l'effet «high». La récompense physiologique pour le consommateur est tellement intense que le risque de répétition est énorme. L'héroïne est donc un produit très addictif, tant sur le plan psychique que physique. Les opiacés — et l'héroïne en particulier — s'accrochent en effet aux récepteurs du cerveau sur lesquels se fixent normalement les endorphines (les antidouleurs naturels). L'administration exogène d'opiacés met fin à la fabrication d'endorphines. En d'autres termes, les héroïnomanes n'ont plus d'antidouleurs naturels dans leur corps. Le sevrage de l'héroïne est donc terriblement difficile : l'immense douleur physique rend le risque de rechute très important. Le syndrome de sevrage que vivent les consommateurs lorsqu'ils arrêtent est également appelé « cold turkey » .

Les opiacés sont extrêmement dangereux, car ils entraînent une dépression du système respiratoire. D'une part, un consommateur doit absorber une quantité toujours plus grande, car il devient plus tolérant à l'effet de la substance, mais par contre, son corps ne s'habitue pas de la même manière à la dépression respiratoire. L'absorption de doses de plus en plus importantes peut provoquer une forte dépression respiratoire chez le consommateur, pouvant le plonger dans le coma voire même entraîner le décès.

Un danger supplémentaire est qu'une même concentration n'est pas potentielle-

ment létale pour tout le monde. Ceci est lié au degré de tolérance de la personne à la substance, qui varie non seulement d'une personne à l'autre, mais qui fluctue également en fonction de la fréquence de consommation. Une dose d'héroïne peut ainsi être létale pour une personne qui n'en a jamais consommé, alors qu'elle peut très bien n'avoir que peu d'effet sur l'utilisateur régulier. Cependant, un consommateur régulier d'héroïne habitué à prendre une dose précise peut très bien mourir d'overdose lorsque par exemple il reprend pour la première fois sa dose habituelle après un séjour en prison par exemple : son corps s'est en effet adapté en prison et sa tolérance a diminué. Il est donc souvent difficile pour les toxicologues de dire si la substance absorbée a effectivement causé la mort : la concentration trouvée dans le sang peut être mortelle pour une personne, mais ne pas l'être pour une autre.

En outre, les consommateurs d'héroïne et d'autres opiacés peuvent également prendre d'autres substances entre deux shoots afin de faire diminuer les symptômes ressentis : cannabis, alcool, somnifères et calmants... Cette polyconsommation complique l'identification de la substance qui a précisément causé le décès. Il s'agit souvent d'une combinaison de substances psychoactives.

1.2 SOMNIFÈRES ET CALMANTS

Les somnifères et les calmants sont très facilement disponibles en pharmacie. Il existe au total une trentaine de substances sur le marché, principalement les benzodiazépines. Ils ne sont délivrés que sur ordonnance, mais ces substances circulent aussi assez facilement.

Une intoxication aiguë à une de ces substances provoque de la somnolence, de la confusion et une amnésie. Il est donc logique qu'ils apparaissent souvent dans le contexte des drug facilitated crimes ou des abus sexuels : les victimes sont droguées à l'aide de ces substances afin de

pourvoir en abuser. Les consommateurs de drogues dures et les personnes issues du monde de la nuit (consommateurs de stimulants comme la cocaïne) prennent souvent des somnifères et des calmants pour pouvoir redevenir calme.

Un somnifère ou calmant n'est pas l'autre: la durée de l'effet diffère fortement. Certaines substances engendrent très rapidement une somnolence et perdent très vite leur effet, d'autres ont une action tardive et restent donc plus longtemps dans le corps. Ces substances ne sont mortelles que lorsqu'elles sont combinées à l'alcool ou à d'autres substances qui agissent en tant que dépeisseurs du système nerveux central.

1.3 NEUROLEPTIQUES

Les neuroleptiques ou antipsychotiques sont des médicaments utilisés dans le cadre de l'agressivité, de la schizophrénie, de la psychose, du trouble obsessionnel compulsif... On les rencontre de plus en plus souvent dans les analyses toxicologiques ces derniers temps. Comme ils sont généralement faiblement dosés, il faut des techniques spécifiques et sensibles pour pouvoir les analyser.

2 PSYCHOANALEPTIQUES: LES STIMULANTS

Les stimulants ou psychoanaleptiques sont des substances qui stimulent le système nerveux central.

2.1 COCAÏNE

Tout comme l'opium, la cocaïne est plutôt une ancienne drogue. Elle provient de la plante de coca, qui pousse à haute altitude dans la Cordillère des Andes. La population mâche depuis des siècles la cocaïne, car elle a un effet stimulant et améliore en même temps la résistance. Celui qui en absorbe a également moins faim, soif, est moins fatigué et peut tout affronter physiquement et psychiquement. Il y a longtemps, on en trouvait même dans

la formule originale du Coca-Cola ! Elle a également longtemps été un anesthésique local utilisé pour les opérations du nez, de la gorge et des oreilles.

Elle est aussi bien sniffée que fumée. Elle se fume principalement aux États-Unis: les consommateurs chauffent des petits morceaux de cocaïne, et comme cela engendre un son de craquement, c'est également appelé du « crack ». Certains consommateurs se l'injectent également en intraveineuse, combinée ou non à l'héroïne (speedball).

Fumer de la cocaïne est extrêmement addictif au niveau psychique. En effet, la substance engendre très rapidement un effet stimulant lorsqu'elle est inhalée : elle provoque de l'euphorie et de l'agitation. Cet effet s'estompe toutefois aussi très rapidement et après la phase de «rush» vient la phase de «crash» lors de laquelle les consommateurs se sentent très mal et ont peur de ne plus pouvoir fonctionner normalement. En outre, une certaine tolérance à la substance s'installe également: la consommation de cocaïne fait diminuer le nombre de récepteurs dopaminergiques dans le cerveau, de sorte que les stimulations comme manger, boire ou avoir des relations sexuelles ne suffisent plus aux consommateurs pour se sentir bien. Ils se rabattent ainsi rapidement sur la drogue.

Comme la cocaïne est très cardiotoxique car elle accélère le rythme cardiaque et provoque des troubles du rythme. Elle est encore plus dangereuse quand elle est combinée à l'alcool : il se forme alors du cocaéthylène, qui reste longtemps dans le corps et est très toxique pour le cœur. La consommation chronique de cocaïne peut entraîner des psychoses, des hallucinations et des convulsions.

La cocaïne est très facile à camoufler et est donc souvent introduite frauduleusement via les aéroports et le port d'Anvers. Elle se présente sous forme de sel ou de base et peut être convertie d'une forme à l'autre. L'une est soluble dans un solvant orga-

nique, l'autre dans l'eau. Les trafiquants et les producteurs jouent là-dessus et l'imprègnent par exemple dans un vêtement pour ensuite l'en extraire. Il existe ainsi des centaines de manières de camoufler et de trafiquer la cocaïne : sur du papier, des prunes séchées, dans des valises ou bouteilles d'huile d'olive ou encore via des bodypackers (personnes qui ingèrent des drogues emballées afin de passer la frontière).

2.2 AMPHÉTAMINES

Les amphétamines sont synthétiquement dérivées de la phényléthylamine et sont liées à l'éphédrine, alcaloïde naturel. Il y a eu des initiatives pour utiliser les amphétamines et leurs analogues comme médicaments en psychiatrie, afin de traiter les personnes souffrant de dépression, de narcolepsie ou de troubles alimentaires. Ces substances se sont avérées être trop fortes, avec trop d'effets secondaires, et

elles n'ont pu être produites à cette fin.

Les amphétamines sont produites dans des laboratoires clandestins, dont bon nombre se trouvent en Belgique et aux Pays-Bas. Le nombre de laboratoires clandestins a augmenté ces dernières années. Souvent, ces laboratoires séparent le processus de synthèse et ne produisent donc pas les amphétamines complètement en un seul endroit, mais un laboratoire produit uniquement le précurseur (exemple BMK pour l'amphétamine et PMK pour l'ecstasy) à partir d'un pré-précurseur (APAAN pour le BMK par exemple). Les pré-précurseurs et les précurseurs sont de plus en plus interceptés à l'aéroport de Zaventem.

• **SPEED:** De nombreux laboratoires clandestins produisent du speed ou un précurseur de celui-ci. Le speed est produit à partir du mélange d'amphétamine et de caféine, un adjuvant. Il engendre une

meilleure résistance et est principalement sniffé.

• **ECSTASY** (ou MDMA, 3,4-méthylène-dioxy-méthamphétamine) a fait fureur dans les années 90 dans le milieu de la techno, dans les discothèques, dans les raves parties et dans les clubs. Il s'agit en fait d'une amphétamine synthétique et donc un analogue à l'amphétamine. La popularité de l'XTC est due au fait qu'elle stimule (elle augmente la résistance, elle empêche la sensation de faim, de soif et de fatigue) et a en même temps un effet entactogène : elle fait en sorte que le consommateur se sente heureux, ait un sentiment d'appartenance et se sente intime avec les autres. Elle est principalement consommée sous forme de comprimé.

Une dose normale crée un sentiment d'euphorie, de bien-être général et d'acuité mentale et émotionnelle, mais chez les consommateurs naïfs, elle peut également provoquer des angoisses et de la paranoïa. Une dose plus élevée peut même provoquer des hallucinations, une dépression et un comportement irrationnel. Dans ce sens, les substances comme l'ecstasy se trouvent à mi-chemin entre les stimulants et les hallucinogènes..

Comme la MDMA altère les signaux de faim, de soif et de fatigue et augmente en même temps la température corporelle, le rythme cardiaque et la tension artérielle, la consommation d'ecstasy comporte un risque de déshydratation important, d'autant plus qu'elle est souvent prise dans les boîtes de nuit, où il fait chaud et où les gens dansent. Lorsqu'une personne décède suite à la consommation de MDMA, le décès est donc souvent dû à une hyperthermie (température corporelle fortement augmentée).

• La **MÉTHAMPHÉTAMINE** est connue en Belgique à cause de la série Breaking Bad, mais n'est heureusement pas encore

très répandue dans notre pays. Il s'agit à nouveau d'une variation de la structure de l'amphétamine et est très très addictive. On l'appelle également le crack du pauvre: elle est fumée comme substitut de la cocaïne, qui est plus chère. Son impact sur l'organisme est énorme. Les consommateurs déclinent à vue d'œil..

• **GHB:** Tout comme la cocaïne, le gammahydroxy-butyrate (GHB) était initialement un anesthésique utilisé pour les opérations. Dans les années 80, il a fait son entrée dans le monde du bodybuilding en tant qu'hormone de croissance jusqu'à ce qu'il soit interdit en 1990 par la Food & Drug Administration. Tout comme l'XTC, il est ensuite apparu dans le monde de la nuit, présenté comme l'« ecstasy liquide » et la « drogue du viol ».

À une faible dose, l'effet du GHB est le même que celui de l'XTC : le consommateur ressent de l'euphorie, se sent moins limité socialement et a une augmentation de sa libido. À une dose un peu plus élevée, le GHB a cependant un effet sédatif et peut entraîner la perte de conscience voire même le coma. Après quelques heures, une personne qui a consommé ou s'est vue administrer du GHB redevient elle-même, mais souffre d'une amnésie complète sur les heures qui ont suivi la prise de la substance. C'est précisément pour cela qu'on l'appelle la drogue du viol. De plus, il est complètement incolore et inodore.

La frontière entre l'usage récréatif en raison de son effet galvanisant et la dose élevée qui déprime le système nerveux central est très mince. Une overdose est donc vite arrivée, d'autant plus que le GHB agit plus lentement que l'XTC. Lorsqu'un consommateur régulier d'XTC essaye le GHB et ne sent pas directement l'effet et en prend un peu plus, le risque de perdre connaissance est donc bien réel. Certaines zones de police sont extrême-



Un danger complémentaire est qu'une même concentration n'est pas potentiellement létale pour tout le monde

ment vigilantes quant à la consommation de GHB par les usagers de la route. En effet, le GHB n'est pas détectable sur place avec les tests de dépistage immunologiques par l'urine ou la salive. Si la police rencontre un chauffeur inconscient dont le moteur tourne, il est alors possible qu'il s'agisse d'une consommation de GHB.

Le GHB n'est détectable que très peu de temps dans le sang (4 à 6 heures) et dans l'urine (12 heures). La possibilité de le détecter est donc limitée surtout lorsque les victimes se souviennent difficilement des faits et ne déposent donc pas plainte immédiatement. Il n'est pas simple non plus de le détecter dans les cheveux : en effet, le GHB est une substance endogène (produite par l'organisme lui-même) dont la concentration dans les cheveux est relativement faible. Il n'y a pas encore assez de données de recherche pour distinguer clairement une prise de GHB de la concentration endogène dans les cheveux.

3 PSYCHODYSLEPTIQUES : LES HALLUCINOGENES

Les psychodysleptiques sont des substances qui perturbent le système nerveux central et ont des effets hallucinogènes. Les vrais psychédéliques, comme le LSD, la psilocine et la mescaline — sont très rares en Belgique. En revanche, le cannabis est fortement présent en Belgique.

- Le **CANNABIS** est un psychodysleptique modéré. Il contient le composant psychoactif delta-9-tétrahydrocannabinol (THC), qui agit sur les récepteurs cannabinoïdes du cerveau et par exemple dans les parties du cerveau contrôlant les mouvements. C'est la raison pour laquelle les personnes souffrant de sclérose multiple bénéficient d'une médication à base de cannabis. Les consommateurs prennent du cannabis, car il modifie leurs perceptions sensorielles et leur donne un sentiment d'euphorie et de relaxation. Le can-

nabis provoque toutefois également une perte de la concentration et est nocif pour la mémoire à court terme. En effet, le THC agit également sur les parties du cerveau gérant la mémoire. En outre, les consommateurs de cannabis montrent souvent un manque de motivation. La consommation chronique peut même créer un « syndrome amotivationnel » : une forme d'apathie constante où les consommateurs ne peuvent plus fixer des objectifs à moyen terme. Elle peut également entraîner des épisodes psychotiques.

De plus, fumer du cannabis est nocif et même plus nocif que fumer une simple cigarette : lorsqu'il fume, un consommateur inhale 2 000 composants, dont la plupart sont mauvais pour la santé.

L'effet du cannabis est rapidement perceptible, car il est en général fumé. Il s'agit d'un produit hautement liposoluble, de sorte qu'il traverse rapidement la barrière hémato-encéphalique vers le cerveau et se retrouve partout dans le tissu adipeux de l'organisme. Il reste également longtemps détectable dans l'urine : alors que l'effet du cannabis dure 3 à 6 heures, on peut détecter des traces de cannabis pendant 2 à 3 jours après la consommation chez une personne qui fume 1 à 2 joints par semaine. Chez le consommateur chronique, on peut le détecter durant 3 à 4 semaines même après l'arrêt de toute consommation. L'effet se manifeste plus tardivement lors de la consommation de space cake : le consommateur ingère le cake par voie orale, de sorte que les substances actives doivent d'abord passer par l'estomac et le foie et sont donc déjà partiellement métabolisées.

L'effet du cannabis sur le comportement d'une personne dépend de la teneur en THC dans la drogue consommée. Alors qu'auparavant, les chercheurs pouvaient à l'aide des concentrations de THC déterminer si une personne fumait de la marijuana (la plante, les sommités fleuries) ou consommait du haschich (résine concen-

trée de la plante, en blocs), ce n'est plus aussi facile maintenant. En effet, les produits du cannabis sont devenus plus puissants ces dernières années. Alors que la concentration moyenne de THC dans la marijuana était avant de 1 à 5 %, on rencontre maintenant régulièrement des concentrations de 10 % ou plus.

- Le **LSD** est l'exemple type des hallucinogènes plus puissants. Il est très rare en Belgique. Les substances hallucinogènes, et certainement le LSD, agissent sur les récepteurs liés à la sérotonine : un neurotransmetteur responsable de l'humeur. Un élément typique des psychédéliques est le mélange des perceptions sensorielles. Quelqu'un écoute par exemple de la musique et voit apparaître des notes de musique sur son bras. Le grand danger est que les consommateurs peuvent complètement se déconnecter de la réalité. Ils pensent par exemple qu'ils peuvent voler. Plus tard également, un consommateur peut avoir à n'importe quel moment un flash-back ou un bad trip, au cours duquel il ressent à nouveau l'effet et se décon-

necte à nouveau de la réalité sans avoir consommé une nouvelle fois la substance.

- **PSILOCINE ET MESCALINE**: La psilocine est vendue comme champignons hallucinogènes aux Pays-Bas ou via internet. La mescaline est également une substance provenant d'un cactus. Elle est utilisée sous sa forme originale par les Indiens lors de certains rituels, mais comme elle a une structure amphétaminique, elle peut également être créée synthétiquement.

- La **KETAMINE** est un anesthésique local et général à action rapide qui est actuellement souvent utilisé à des fins vétérinaires. Cependant, elle apparaît à présent dans le milieu de la nuit, surtout en Asie, et est utilisée à mauvais escient comme nouvelle substance psychoactive. Elle est également connue sous le nom de « Special K ». Une dose légère donne une sensation de rêve et d'euphorie, mais une dose élevée provoque une expérience de mort imminente avec décorporation. Cette expérience est également appelée « K-hole ».

LES NOUVELLES SUBSTANCES PSYCHOACTIVES ?

Les nouvelles substances psychoactives (NSP) connaissent depuis quelques années une forte progression. Il s'agit de substances qui ne sont pas mentionnées dans les conventions des Nations Unies de 1961 et 1971 réglementant les substances narcotiques et psychoactives. Les principaux groupes sont les cannabinoïdes synthétiques, les phényléthylamines, les tryptamines, les pipérazines et les cathinones. Le «European Monitoring Centre for Drugs and Drug Abuse» a recensé environ 450 nouvelles substances psychoactives sur le marché, parmi lesquelles les plus courantes sont les cannabinoïdes synthétiques

et les cathinones.

La structure des cannabinoïdes synthétiques ne ressemble généralement pas au cannabis classique, mais ils agissent sur les mêmes récepteurs au niveau du cerveau. Les cathinones sont des variantes de la structure de base de la cathinone, le principe actif du qat (également appelé khat).

Ces substances ont des effets comparables aux drogues classiques, mais leur structure a été légèrement modifiée, entre autres pour échapper à la législation sur les drogues. En effet, le législateur belge travaille avec des listes de stupéfiants interdits et tout ce qui n'est pas sur ces listes est

pour l'instant légal. Les producteurs de drogues manipulent la structure de base des substances illégales et imaginent ainsi toujours de nouvelles substances qui sont légales jusqu'au moment où elles arrivent sur la liste des substances interdites. En outre, ces substances sont souvent plus fortes : elles produisent le même effet avec un dosage plus faible. C'est pour cette raison que le terme «legal highs» utilisé parfois est trompeur. Ces substances ne sont pas moins dangereuses que les drogues classiques, c'est parfois même le contraire.

Types de techniques d'analyse



Le chromatographe en phase gazeuse

Les instruments utilisés lors de l'analyse toxicologique sont extrêmement déterminants pour le résultat. Plus la technique est perfectionnée, plus le résultat est précis. Cependant, le choix de la technique dépend de l'objectif analytique : orienter, identifier ou quantifier.

ORIENTER SUR LE TERRAIN

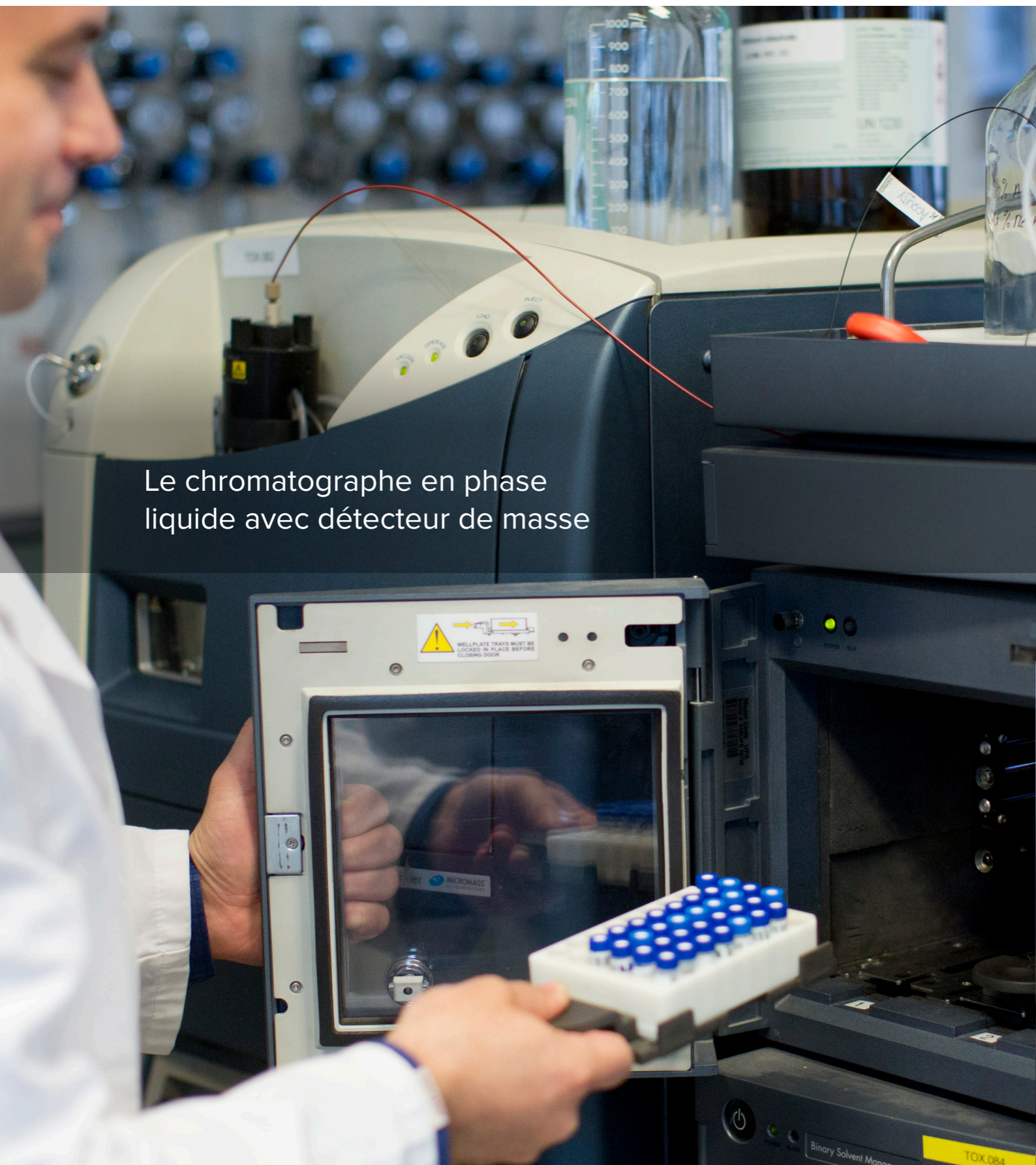
Les tests d'orientation visent à pouvoir prendre des décisions rapidement. Pensons par exemple à un test salivaire lors de contrôles de police ou lors d'un accident de la circulation. Dans ce cas, la police doit pouvoir rapidement tester sur place si quelqu'un a récemment consommé une substance ou non, de sorte que le conducteur en question peut être écarté de la route si nécessaire. Le médecin légiste peut également utiliser un test d'orientation pour un dépistage d'un échantillon d'urine lors d'une autopsie, par exemple, pour pouvoir évaluer si la victime consommait des stupéfiants ou non.

Si le test d'orientation est positif, s'ensuivent alors une analyse plus approfondie et un prélèvement d'échantillon supplémentaire. Les tests d'orientation donnent aux enquêteurs une indication, mais ne servent pas à juger des personnes. Dans le cadre des drogues, un test d'orientation peut en effet indiquer qu'une amphétamine a par exemple été trouvée, mais pas de quelle amphétamine il s'agit, ni la concentration de celle-ci. Il arrive également qu'il y ait de faux résultats positifs (= le résultat du dépistage est positif, mais n'est pas confirmé lors de l'analyse approfondie).

IDENTIFIER EN LABORATOIRE

En laboratoire, les chercheurs utilisent des méthodes de dépistage chromatographiques afin de déterminer exactement les composants présents dans l'échantillon. Un chromatographe en phase gazeuse ou un chromatographe en phase liquide sépare les différents composants d'un mélange et les représentera dans un « chromatogramme ». Un spectromètre de masse identifiera ensuite chaque composant rencontré à l'aide d'un spectre de fragments de masse : il s'agit d'une sorte d'empreinte digitale qui confirme de manière non équivoque qu'il s'agit bel et bien d'amphétamine ou de cocaïne, par exemple.

La valeur probante de l'identification sera influencée par la sensibilité de la technique choisie ou de la qualité de la bibliothèque spectrale utilisée. Le toxicologue cherche l'aiguille dans une botte de foin et ne peut donc pas rechercher tous les composants imaginables. Tous les médicaments, autant de drogues possibles, des substances végétales, des pesticides sont détectés dans les laboratoires de toxicologie, mais l'actualisation des bibliothèques spectrales avec toutes les nouvelles substances constitue un défi à lui seul. Plus le toxicologue obtient des informations dans un dossier, plus il peut cibler ses recherches.



Le chromatographe en phase liquide avec détecteur de masse

QUANTIFIER EN LABORATOIRE

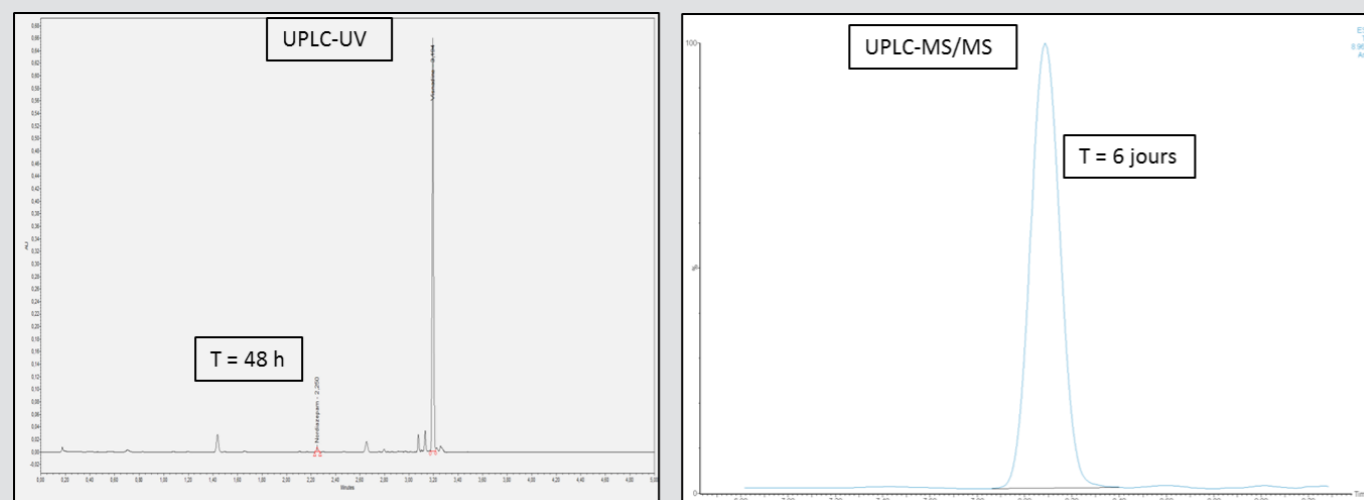
Dans un test quantitatif en laboratoire, les chercheurs détermineront finalement quelle concentration d'une substance donnée se trouve dans l'échantillon à l'aide de méthodes par chromatographie en phase gazeuse ou en phase liquide. Cette information peut servir de base afin d'évaluer quel effet potentiel le consommateur a obtenu avec cette substance. Cependant, il convient toujours d'ajouter que la tolérance et l'accoutumance peuvent jouer un rôle et que tout le monde n'obtient pas le même effet sur base de la même concentration. La qualité de la quantification est extrêmement contrôlée dans les laboratoires de toxicologie via des directives internationales comme celle relative à la validation (= étalonnage d'une méthode). En outre, les laboratoires qui utilisent le label de qualité ISO 17025 s'engagent à se faire auditer par des organisations externes : ces derniers contrôlent si le laboratoire travaille selon ces directives ou s'il exécute les quantifica-

tions correctement vérifiées via des échantillons de contrôle ou si le laboratoire travaille avec du personnel bien formé.

Le choix de la technique d'identification et de quantification est très important dans le processus d'une analyse toxicologique. Certaines techniques peuvent détecter toute une série de substances, mais pour cette raison, pas en faible concentration. D'autres techniques ne détecteront quant à elles que quelques composés (et donc ne détecteront pas certaines substances), mais avec une sensibilité élevée par contre. La technique choisie influence donc fortement le résultat obtenu et l'interprétation finale. Le toxicologue va donc devoir utiliser différentes techniques afin de pouvoir détecter avec certitude toutes les substances avec une sensibilité suffisante et pour pouvoir garantir une interprétation adéquate sur le niveau d'influence potentiel ou sur les faits.



Identification d'un composé via le spectre masse dans une bibliothèque spectrale.



Vous trouverez ci-dessus un schéma avec un exemple d'analyse d'urine après une absorption unique d'une faible dose de nordiazépam (un calmant) via une technique HPLC-UV généralement utilisée et via une technique UPLC-MS/MS target très sensible. Dans le premier cas, on peut retrouver le nordiazépam jusqu'à 48 heures après l'absorption. En utilisant la technique MS/MS, on retrouve la molécule dans l'urine, jusqu'à 6 jours après l'absorption. En fonction du temps écoulé entre le pré-

lèvement de l'échantillon et les faits présumés et la technique utilisée, les toxicologues tireront donc des conclusions très différentes. L'impact de la technique utilisée sera extrêmement important, surtout pour des dossiers dans lesquels le temps écoulé entre le prélèvement d'échantillon et les faits est très long ou pour des cas dans lesquels les doses sont très faibles (une boisson trafiquée dans une affaire de viol par exemple).

CAS

Un homme de 35 ans se réveille un matin après avoir passé la nuit avec une prostituée dans un hôtel et ne se sent pas bien. Le réveil est difficile bien qu'il n'ait bu qu'une seule boisson alcoolisée au cours de la soirée précédente. Une fois chez lui, il consulte son compte bancaire et constate que différents retraits d'argent ont été effectués avec sa carte, ainsi que des paiements dans des nightshops, dont il n'a aucune souvenir. Il dépose plainte contre la prostituée auprès de la police. Les circonstances font que le prélèvement d'un échantillon d'urine de l'homme n'a pu être réalisé que 5 jours après les faits. Un test d'orientation est effectué à l'hôpital et se révèle être positif aux benzodiazépines. Un test d'orientation ne peut cependant pas indiquer de quelle substance il s'agit exactement. Le dossier médical montre que la victime prenait un traitement médical comprenant un certain nombre de médicaments contre la dépression, à savoir un antidépresseur, un neuroleptique et une benzodiazépine.

Le traitement avait cependant été arrêté six mois plus tôt. La question du magistrat est évidemment la suivante : dans quelle mesure le résultat du test d'urine peut-il être lié aux médicaments prescrits ? Le seul composé qui pourrait expliquer le résultat du test d'orientation est la benzodiazépine. L'homme a cependant affirmé qu'il ne prenait plus ce médicament depuis six mois déjà. Si l'homme dit la vérité, la benzodiazépine dans l'échantillon ne peut donc pas provenir de son traitement étant donné la fenêtre de détection limitée dans l'urine. Mais la victime a-t-elle bien dit la vérité ? Seule une analyse de cheveux pourrait

éclairer les chercheurs, mais comme l'homme en question a des cheveux vraiment très courts, ce n'est pas une option envisageable.

Finalement, il est décidé de demander au laboratoire clinique l'échantillon original et faire une identification précise et une quantification au laboratoire de l'INCC, dans l'espoir de pouvoir déterminer quelle molécule est responsable du test d'orientation positif. La benzodiazépine provenant du traitement de l'intéressé (loprazolam) n'a pas été retrouvée. Cela suggère que l'homme dit la vérité et n'a effectivement pas pris le loprazolam pendant la période durant laquelle les faits se sont déroulés. Les chercheurs ont cependant trouvé une autre benzodiazépine dans l'urine, à savoir le diazépam, et ses métabolites. Cette dernière substance ne fait pas partie du traitement médicamenteux contre la dépression. Cela montre donc qu'on a administré une substance à cet homme, mais on n'est pas sûr à 100% : en effet, l'échantillon d'urine a été prélevé cinq jours après les faits. L'homme peut très bien avoir pris entre-temps un valium, expliquant la présence de cette substance dans l'urine.

Il s'agit une fois de plus d'un bel exemple montrant qu'une analyse toxicologique ne permet pas toujours de trouver la réponse à la question posée mais bien d'exclure ou de confirmer certaines pistes de réflexion. En outre, ce cas montre également la différence entre un test d'orientation (qui était positif pour une benzodiazépine) et un test d'identification (qui a montré qu'il s'agissait d'une autre benzodiazépine que celle du traitement médical).



À la recherche d'automobilistes sous l'influence de drogues

De récentes statistiques produites par la Commission Européenne montrent qu'en Europe, 25.700 personnes sont décédées sur les routes en 2014. Selon les estimations, environ un quart de ces décès sont dus à une consommation d'alcool combinée à la conduite d'un véhicule. L'alcool est la substance la plus répandue et la substance influençant la conduite qui est la mieux documentée. Toutefois, il apparaît dans différentes études internationales, entre autres de l'Organisation Mondiale de la Santé, que la consommation de drogue influence également le risque d'accident et le taux de mortalité.

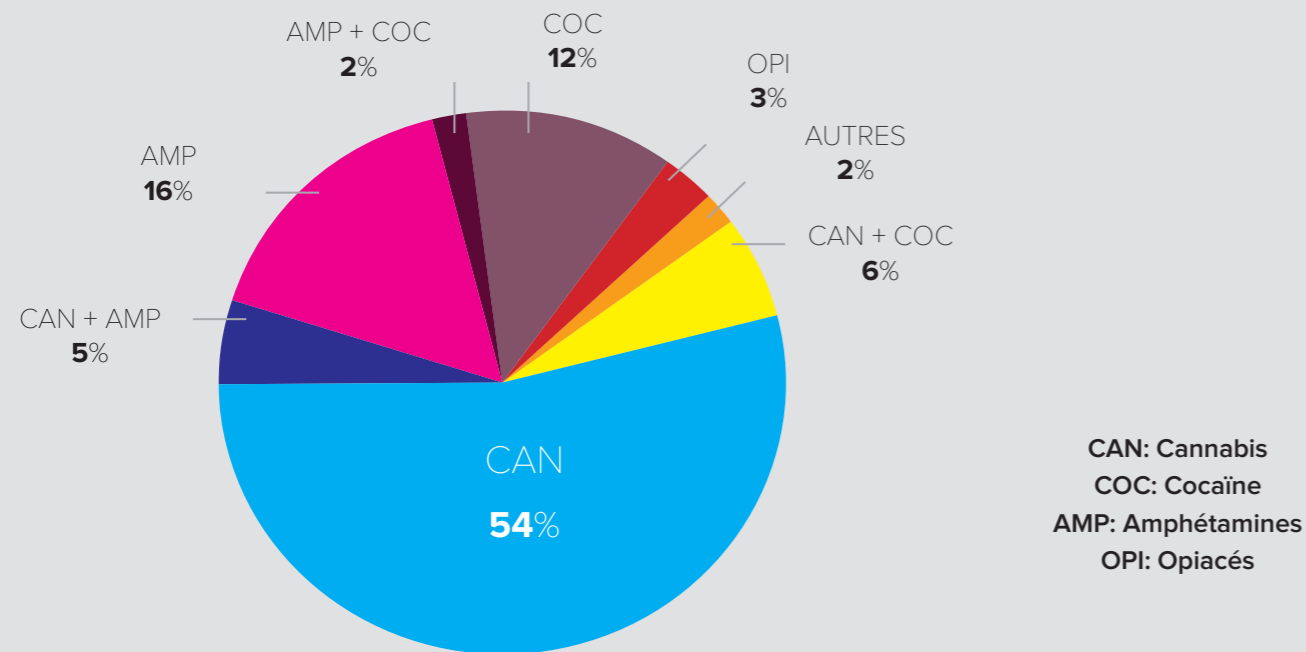
La Belgique lutte contre des taux d'accidents relativement élevés et les conducteurs de notre pays ont le sentiment que le risque de se « faire prendre » est très limité. Il a donc été jugé nécessaire d'augmenter les contrôles d'alcoolémie et de drogue dans le cadre de la sécurité routière. Alors que la législation relative à l'alcool date de 1968, ce n'est qu'en 1999 qu'une législation relative aux drogues dans la circulation routière a été rédigée pour rendre des contrôles de police ciblés possibles. Depuis lors, la police peut effectuer des tests sur les automobilistes afin de contrôler s'ils roulent après avoir consommé de la cocaïne, de l'héroïne, des amphétamines ou du cannabis.

En 2009, la législation initiale de 1999 a été adaptée après des remarques pertinentes de l'Institut Belge pour la Sécurité Routière et de la police qui déclaraient que la procédure initiale était complexe, chronophage et coûteuse. L'investigation effectuée avait également montré que les gens considéraient que le risque de se faire arrêter était minime. Le SPF Mobilité voulait donc accroître le nombre de contrôles. Les consommateurs seraient ainsi sensibilisés et prendraient moins facilement le volant après avoir consommé de la drogue. La modification législative de 2009 a rectifié quelques problèmes pratiques et a mis en place un certain nombre de solutions économiques et scientifiques.

LA CONSOMMATION RÉCENTE FAIT PENCHER LA BALANCE

Après consommation d'une drogue, celle-ci agira sur le cerveau et influencera ainsi la capacité de conduite de quelqu'un. Étant donné que nous ne pouvons pas prélever un échantillon de cerveau sur des personnes vivantes, nous devons nous servir d'une autre matrice telle qu'un échantillon de sang, de salive ou d'urine pour évaluer le « niveau d'influence ». Cette interprétation n'est cependant pas évidente étant donné qu'il n'y a pas de concentrations exactes établies en stupéfiants associées

à un risque de conduite automobile. En outre, le rapport concentration-effet pour certaines drogues est souvent complexe. Cela s'observe par exemple dans le cadre de la consommation de cannabis : dans le sang, les concentrations augmentent très rapidement après avoir fumé un joint, mais elles diminuent également très rapidement. Ainsi, l'effet de la drogue n'atteint son maximum que lorsque la concentration dans le sang a déjà fortement diminué, et non lors du pic de concentration. Cela complique



Drogues identifiées dans 10603 analyses sanguines positives aux stupéfiants dans le cadre de la circulation routière entre le 1er octobre 2010 et le 31 décembre 2015

l'établissement d'un lien entre la concentration de THC dans le sang et son effet. Tester l'influence d'une drogue sur la capacité de conduite est simplement beaucoup plus difficile que pour l'alcool : l'alcool est légal, les chercheurs peuvent donc faire boire quelqu'un pour évaluer ensuite son comportement. C'est plus compliqué pour les stupéfiants. Il existe cependant déjà des études indiquant que seul l'effet physique de la drogue peut influencer la manière de conduire. Si une personne a par exemple les pupilles dilatées, elle est très faiblement aveuglée si un flash surgit. Pour les consommateurs d'amphétamines par exemple, on sait déjà également qu'ils peuvent conduire en restant concentrés sur une bande, mais qu'ils ont une sorte de vision en tunnel, de sorte qu'ils ne verront pas d'autres stimuli comme un feu rouge ou un piéton qui traverse soudainement.

Il est important de savoir que l'approche belge en matière de stupéfiants dans la circulation routière ne se réfère pas à «être sous influence», mais plutôt à «avoir consommé récemment» et que le législateur travaille avec des valeurs seuils, pour l'analyse sanguine comme pour l'analyse salivaire. La position belge est la suivante: si une personne a consommé et qu'elle prend le volant, elle devient alors potentiellement dangereuse et nous préférons l'écarter de la voie publique. Ceci est également lié à notre approche de tolérance zéro vis-à-vis du domaine des stupéfiants: les stupéfiants sont illégaux, il est donc de toute façon interdit d'en consommer et encore plus de conduire après en avoir consommé. Les pays tolérant la consommation de drogues tenteront plutôt d'orienter leur législation sur la question de la concentration à partir de laquelle une drogue influence la capacité de conduite.

DU DÉPISTAGE À LA CONFIRMATION, DE L'URINE ET DU SANG À LA SALIVE

La procédure compte trois étapes :

1. une présélection des conducteurs basée sur des signes extérieurs,
2. une technique de dépistage initiale utilisée par la police sur le terrain afin d'obtenir une indication rapide d'une éventuelle consommation récente et
3. une analyse chromatographique en laboratoire qui identifie et quantifie la drogue consommée.

La raison pour laquelle on a d'abord recours à une technique de dépistage s'explique par le fait qu'une analyse en laboratoire prend beaucoup de temps. En outre, une technique de dépistage sur le terrain est nécessaire afin que la police puisse immédiatement écarter de la voie publique les conducteurs potentiellement dangereux afin de garantir la sécurité. S'il n'y a pas de test effectué sur le terrain, cela signifie que les contrôles ciblés de la police ne sont plus possibles et que le «risque de se faire prendre » et l'effet dissuasif vont fortement diminuer.

DEPUIS LA LOI DE 2009:

La batterie de tests a été remplacée par une check-list pour les drogues. Les services de police estimaient que la batterie de tests, une série d'exercices pratiques comme marcher sur une ligne, toucher son nez en ayant les yeux fermés ... leur faisait perdre beaucoup de temps. En outre, l'efficacité de cette batterie de tests dans la détection de consommation de drogues stimulantes était fortement contestée par la communauté scientifique, étant donné que ces tests avaient été élaborés pour détecter la consommation d'alcool.

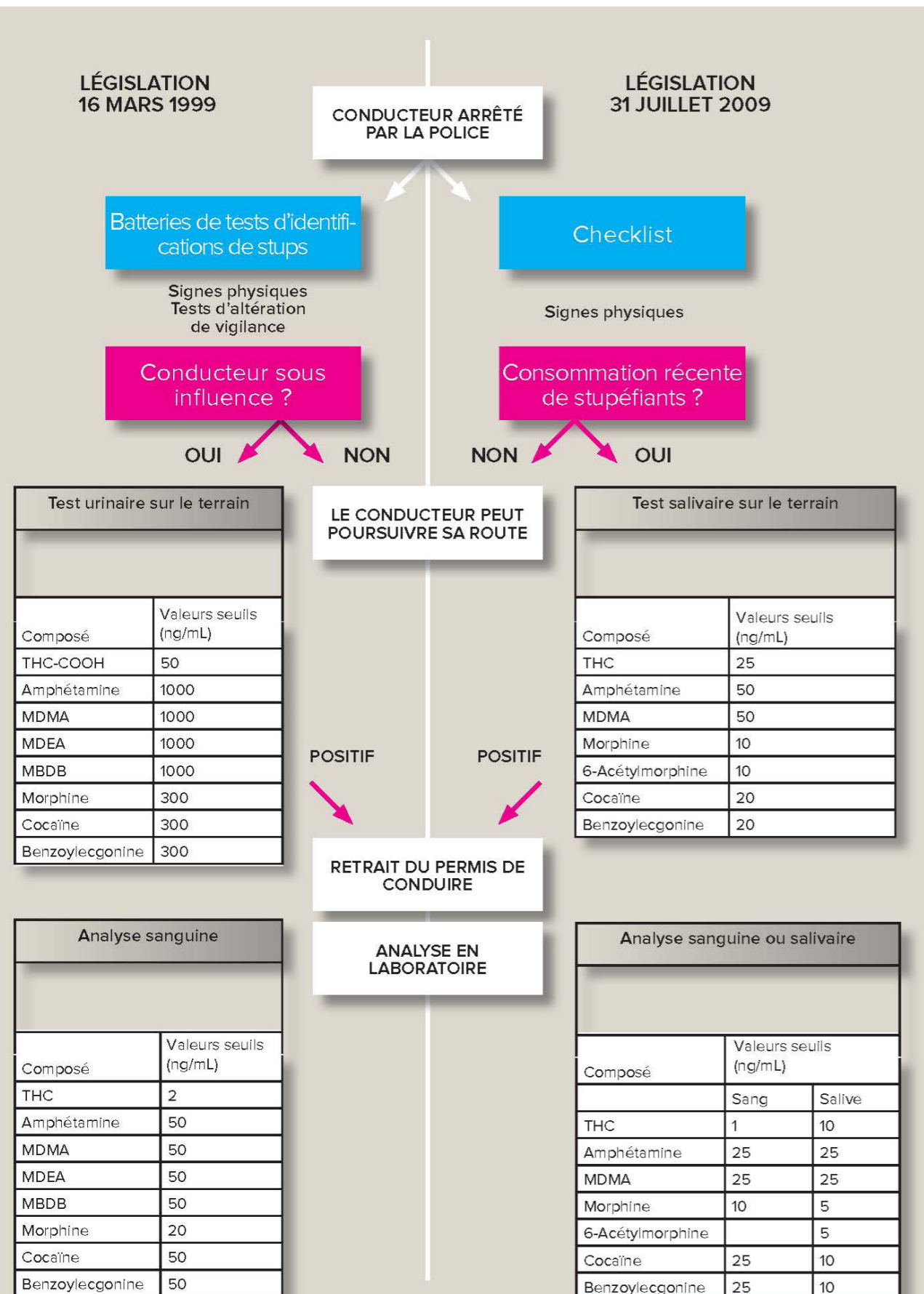
La nouvelle checklist est une liste limitée de paramètres que les agents doivent parcourir lors d'un contrôle. Cette liste porte par exemple sur la taille de la pupille,

la rougeur des yeux, le grincement des dents...

Si une personne est positive pour un certain nombre de paramètres de la checklist, on réalise alors un dépistage salivaire et non plus urinaire. Le test de dépistage salivaire a pu être introduit en 2009 en raison de la fiabilité améliorée, de la facilité d'utilisation (plus besoin de toilettes et plus de prélèvement d'échantillon non supervisé pour des raisons d'intimité !) et aussi en raison d'un avantage toxicologique : dans les milieux scientifiques internationaux, on s'accorde à dire qu'un test salivaire positif est plus représentatif pour la période au cours de laquelle la drogue agit sur la capacité de conduite qu'un test d'urine positif, étant donné la fenêtre de détection et les composés examinés (généralement la molécule mère dans la salive et les métabolites dans l'urine).

Un test salivaire est donc non seulement bien plus pratique qu'un test d'urine, mais en plus, il dépiste plutôt la consommation récente, tandis que le test d'urine recherche des métabolites. Cela posait surtout problème pour le cannabis : en effet, le métabolite du cannabis reste très longtemps dans l'urine. Il arrivait ainsi qu'une personne avait un dépistage positif pour le cannabis, mais que cela n'était pas confirmé dans le sang, car il s'agissait d'une consommation non récente. Un test de dépistage salivaire n'est toutefois qu'une indication de consommation récente de stupéfiants et n'est jamais sûr à 100 %. L'objectif principal reste de retirer de la circulation les conducteurs potentiellement dangereux, mais il doit toujours y avoir par après une analyse de confirmation.

Si le test de dépistage salivaire est positif, un médecin est alors appelé sur place



pour prélever un échantillon sanguin. Ce dernier est ensuite envoyé au laboratoire pour analyse, identification et quantification. La confirmation se fait donc encore actuellement via un échantillon sanguin, mais sera bientôt remplacée par une confirmation dans la salive. En effet, quelques inconvénients demeurent pour la confirmation sanguine : comme les agents doivent appeler un médecin pour la prise de sang, cela peut prendre du temps avant que ce dernier arrive sur place, ce qui fait perdre un temps précieux pendant lequel la substance consommée est métabolisée par l'organisme. Cela pose certainement problème dans le cas du cannabis, car cette substance est rapidement éliminée et cela peut ainsi influencer le résultat.

La recherche récemment publiée par l'INCC dans la littérature scientifique internationale sur l'effet des adaptations de la législation, montre que le nombre

d'échantillons sanguins négatifs associés à un test de dépistage positif a diminué de 17 % pour la législation utilisant le dépistage urinaire - à 8 % avec la nouvelle procédure. Les chiffres récents montrent que le pourcentage a encore baissé pour atteindre 6 % avec la nouvelle génération de tests de dépistage salivaire utilisés sur le terrain. Ceci implique que grâce à une présélection limitée de conducteurs, un nombre plus important de conducteurs sont déchu à juste titre du droit de conduire. Il est également clairement indiqué que le nombre de conducteurs contrôlés a fortement augmenté. La modification de la législation a clairement eu un effet positif ! Depuis son entrée en vigueur, la récente législation belge en la matière est ainsi prise en exemple par différents scientifiques et politiciens, notamment en France, aux Pays-Bas, en Angleterre et en Espagne.

L'ANALYSE SALIVAIRE

Grâce à la nouvelle législation, la police pourra à l'avenir prélever, après un test salivaire positif, un échantillon de salive à l'aide d'un collecteur de salive déterminé qui sera ensuite envoyé au laboratoire pour analyse. L'avantage d'une analyse salivaire est que cette matrice toxicologique montre la consommation récente de stupéfiants et que cette même matrice biologique est utilisée pour le dépistage comme pour la confirmation. La fenêtre de temps pour la détection est donc la même pour les deux tests, ce qui est certainement plus logique. En outre, le prélèvement d'un échantillon de salive peut être effectué par la police elle-même alors qu'un médecin est nécessaire pour effectuer la prise de sang. La période s'écoulant entre le moment du contrôle ou de l'accident et le prélèvement de l'échantillon est ainsi nettement réduite et l'analyse donnera donc également un

meilleur aperçu de la concentration réelle au moment des faits. De plus, cela engendrera certainement un gain de temps pour la police et une réduction des coûts pour la Justice.

Il faut néanmoins encore attendre pour l'instant : l'Arrêté Royal (AR remplaçant l'AR du 4 juin 1999) lié à l'introduction du collecteur de salive a été publié le 30 novembre dernier, mais doit encore entrer en vigueur. L'AR décrit les spécificités techniques du système de collecte de salive, les règles de la mise en oeuvre de l'incertitude de mesure, l'agrément des laboratoires pouvant effectuer cette analyse et les frais de justice.

Le système de prélèvement de salive sera sélectionné via un cahier des charges spécifique devant encore être publié par le SPF Justice. En effet, il est extrêmement

important qu'un seul collecteur agréé soit utilisé et non un autre étant donné que le type de collecteur a une incidence sur le résultat de l'analyse. Les systèmes de prélèvement de salive seront évalués sur base de leur facilité d'utilisation sur le terrain mais aussi sur base de plusieurs critères importants pour la qualité du résultat de l'analyse (traçabilité et stabilité de l'échantillon).

Le système de prélèvement de salive est composé de deux parties : un élément collecteur et un élément conservateur de salive. L'élément collecteur contient une partie absorbante placée sous la langue de la personne contrôlée. Il contient un indicateur qui signale lorsque la partie absorbante est saturée en salive. Dans tous les cas, même si l'indicateur n'est pas coloré, la collection de salive doit prendre fin après 5 minutes car il y aura alors assez de salive collectée pour permettre une analyse. Comme les concentrations de stupéfiants dans la salive sont supérieures à celles du sang, le laboratoire peut en effet procéder à l'analyse avec un très petit volume d'échantillon. Après le prélèvement, l'élément collecteur doit être placé avec précaution dans l'élément conservateur de salive. Ce dernier contient une solution stabilisante qui est extrêmement importante pour la conservation de l'échantillon.

Au laboratoire, le système de prélèvement de salive collecté sera pesé, ces données sont prises en compte lors de l'interprétation des résultats. Cette méthode gravimétrique a été développée dans le cadre d'une étude scientifique européenne intitulée «Driving under the influence of Drugs and Medication» et est mentionnée dans l'AR. Il est donc important que le même collecteur soit utilisé par tous les services de police, car les procédures en laboratoire et la méthode analytique pour l'analyse salivaire sont adaptées à ce collecteur. En outre, le laboratoire devra tenir compte de l'incertitude de mesure, en d'autres

termes, de petites variations possibles du résultat final en raison d'une incertitude de la mesure analytique, du calcul via la formule de pondération, etc. Cette incertitude de mesure est inévitable : elle s'applique déjà pour les analyses sanguines d'alcool au volant (raison pour laquelle on retirera 0,1 g/L du résultat mesuré en cas d'analyse d'alcool). Pour les stupéfiants, on retirera 30% du résultat mesuré afin de corriger l'incertitude de la mesure. Le fonctionnement général du laboratoire et l'exécution correcte de l'analyse salivaire telle que décrite dans la littérature scientifique internationale et la mise en oeuvre de l'arrêté royal seront évalués par un organe de contrôle de la qualité indépendant BELAC. Seuls les laboratoires accrédités pourront donc à l'avenir effectuer les analyses de sang et de salive.

Le sang en tant que matrice ne disparaîtra jamais complètement du cadre de la conduite automobile sous l'influence de drogues étant donné qu'il y a des circonstances dans lesquelles un échantillon de salive ne peut pas être pris. Dans les accidents graves où une personne est inconsciente et où l'on ne peut certainement pas mettre un collecteur de salive dans sa bouche pour des raisons médicales évidentes ou les cas où la police peut prouver clairement des signes d'ivresse, mais où le test salivaire est négatif, alors dans ces cas, une prise de sang est toujours possible.

L'analyse salivaire semble en tout cas prometteuse dans le cadre d'une législation réussie sur la consommation de drogue au volant, comme celle qui existe déjà à Victoria (Australie) depuis 2003. Le développement d'une méthodologie d'analyse à la pointe du progrès est un défi pour les toxicologues. Avec de nombreuses études scientifiques internationales publiées et une accréditation, l'INCC est déjà prête à le relever !

CONTACT

Lic. Sc. Vincent Di Fazio
Dr. Apr. Nele Samyn
Ing. Evi Ruysinckx

vincent.difazio@just.fgov.be
nele.samyn@just.fgov.be
evi.ruysinckx@just.fgov.be





Institut National de
Criminalistique et de Criminologie
Chaussée de Vilvorde 100,
1120 Bruxelles
T +32 2 240 05 00
F +32 2 241 61 05
nicc-incc@just.fgov.be
www.incc.fgov.be