



Master

2018

Open Access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Les nouvelles technologies en médecine légale sous l'angle de la libre appréciation des preuves

Nguyen, Dao Thu-Trang

How to cite

NGUYEN, Dao Thu-Trang. Les nouvelles technologies en médecine légale sous l'angle de la libre appréciation des preuves. Master, 2018.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:102504>

© The author(s). This work is licensed under a Creative Commons Public Domain (CC0)

<https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>

LES NOUVELLES TECHNOLOGIES EN MÉDECINE LÉGALE SOUS L'ANGLE DE LA LIBRE APPRÉCIATION DES PREUVES

Mémoire de maîtrise en droit

par

Dao Thu Trang NGUYEN

de Fribourg (FR)

Sous la direction du Prof. Silke GRABHERR

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Genève, le 25 décembre 2017

« Je déclare que je suis bien l'auteur de ce texte et atteste que toute affirmation qu'il contient et qui n'est pas le fruit de ma réflexion personnelle est attribuée à sa source et que tout passage recopié d'une autre source est en outre placé entre guillemets. »

A handwritten signature in black ink, featuring a stylized 'D' and 'T' followed by a long horizontal stroke.

Dao Thu Trang NGUYEN

Table des matières

Table des abréviations.....	IV
Bibliographie	V
Introduction	1
I. La preuve et le juge	1
A. La liberté de la preuve	2
B. L'appréciation de la preuve	3
II. La preuve par l'expertise.....	5
A. L'expert.....	5
B. L'expertise	7
III. Les sciences au service de la justice.....	9
A. Les preuves fondées sur les sciences	10
B. Les nouvelles technologies en médecine légale	16
C. L'appréciation du juge face à l'émergence des nouvelles preuves scientifiques	22
Conclusion.....	24

Table des abréviations

ADN	Acide désoxyribonucléique
al.	alinéa
art.	article
CODIS	Combined DNA index system
CPC	Code de procédure civile du 19 décembre 2008 (RS 272)
CPP	Code de procédure pénale du 5 octobre 2007 (RS 312.0)
Cst	Constitution fédérale de la Confédération suisse du 18 avril 1999 (RS 101)
CT	Computed tomography
CURML	Centre universitaire romand de médecine légale
éd.	éditeur(s)
e.g.	exempli gratia (par exemple)
ENFSI	European network of forensic science institutes
FBI	Federal bureau of investigation
FF	Feuille fédérale
GC	Gas chromatography
GHB	acide gamma-hydroxybutyrique
ibid.	ibidem (au même endroit)
i.e.	id est (c'est à dire)
in	dans
infra	ci-dessous
IRM	Imagerie par résonance magnétique
LC	Liquid chromatography
LLE	Liquid liquid extraction
MDCT	Multiple detector computed tomography
MPMCTA	Multi-phase postmortem computed tomography angiography
MS	Mass spectrometry
part.	partie
p.	page
pp.	pages
PP	Protein precipitation
SFC	Supercritical fluid chromatography
SPE	Solid phase extraction
ss	suivant(e)s

Bibliographie

AUGSBURGER MARC, STAUB CHRISTIAN, *La toxicologie forensique, une discipline scientifique en plein essor*, Revue médicale suisse 2008, 4, pp. 1605 – 1608.

BIEDERMANN ALEX, VUILLE JOËLLE, TARONI FRANCO, *Apprécier le risque d'erreur lors d'une analyse ADN : de la nécessité d'être concret*, Pratique juridique actuelle 2013, pp. 1217 – 1223.

BOHNET FRANÇOIS, JEANNERET YVAN, *Preuve et vérité en procédures pénale et civile suisses*, Les preuves, Berne 2014, pp. 67 – 87.

BROSSARD RAPAHËL, *Plus de sécurité – moins de liberté ? Les techniques d'investigation et de preuve en question*, Revue suisse de criminologie 2003, 2, pp. 59 – 61.

BURRUS LOUIS, *Technologie et avocature : Ross, predictive coding et big data*, Revue de l'avocat 2016, pp. 325 – 329.

CECCHETTO GIOVANNI, BAJANOWSKI THOMAS, CECCHI ROSSANA, FAVRETTO DONATA, GRABHERR SILKE, ISHIKAWA TAKAKI, KONDO TOSHIKAZU, MONTISCI MASSIMO, PFEIFFER HEIDI, RIPPA BONATI MAURIZIO, SHOKRY DINA, VENNEMANN MARIELLE, FERRARA SANTO DAVIDE, *Back to the future – part. 1. The medico-legal autopsy from ancien civilization to the post-genomic era*, International journal of legal medicine 2017, 131, pp. 1069 – 1083.

CENTRE UNIVERSITAIRE ROMAND DE MÉDECINE LÉGALE (CURML), *Les unités*, <http://curml.ch/fr/les-unites>, consulté le 29 novembre 2017.

CHAMPOD CHRISTOPHE, TARONI FRANCO, *Probabilités au procès pénal – risques et solutions*, Revue pénale suisse 1994, 112, pp. 194 – 219.

CONSEIL FÉDÉRAL, *Message relatif à l'unification du droit de la procédure pénale*, FF 2005, pp. 1192 – 1194.

DE KEIJSER JAN, ELFFERS HENK, *Understanding of forensic expert reports by judges, defense lawyers and forensic professionals*, Psychology, crime & law 2012, 18 (2), pp. 191 – 207.

DEMEURISSE JOSIANE, *Expertise scientifique, histoire et preuve*, Questions de communication 2002, 2, pp. 83 – 94.

DONATSCH ANDREAS, SCHWARZENEGGER CHRISTIAN, WOHLERS WOLFGANG, *Strafprozessrecht*, 2^{ème} édition, Zurich 2014.

EUROPEN NETWORK OF FORENSIC SCIENCE INSTITUTES (ENFSI), *ENFSI guideline for evaluative reporting in forensic science*, http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/m1_guideline.pdf, consulté le 28 novembre 2017.

FERRARA SANTO DAVIDE, CECCHETTO GIOVANNI, CECCHI ROSSANA, FAVRETTO DONATA, GRABHERR SILKE, ISHIKAWA TAKAKI, KONDO TOSHIHAZU, MONTISCI MASSIMO, PFEIFFER HEIDI, RIPPA BONATI MAURIZIO, SHOKRY DINA, VENNEMANN MARIELLE, BAJANOWSKI THOMAS, *Back to the future – part. 2. Post-mortem assessment and evolutionary role of the bio-medicolegal sciences*, International journal of legal medicine 2017, 131, pp. 1085 – 1101.

FRIEDRICH CYRIELLE, *Les nouvelles technologies dans la procédure pénale : aspects techniques et juridiques de ces moyens de preuve*, Thèse de doctorat, Université de Genève 2013.

GALLUSSER ALAIN, *Recherche sur la perception par les magistrats de l'indice matériel comme moyen de preuve*, Revue pénale suisse 1999, 117, pp. 46 – 83.

GAUTHIER JEAN, *Quelques remarques sur la liberté des preuves et ses limites en procédure pénale*, Revue pénale suisse 1990, 108, pp. 184 – 189.

GRABHERR SILKE, *Nouveaux outils en médecine légale : l'angiographie post-mortem*, Revue médicale suisse 2016, http://titan.medhyg.ch/mh/formation/colloques-rms/20161124-S_Grabherr/, consulté le 28 novembre 2017.

GRABHERR SILKE, DJONOV VALENTIN, FRIESS ARMIN, THALI MICHAEL J., RANNER GERHARD, VOCK PETER, DIRNHOFER RICHARD, *Postmortem angiography after vascular perfusion with diesel oil and a lipophilic contrast agent*, American journal of roentgenology 2006, 187, pp. 515 – 523.

GRABHERR SILKE, DJONOV VALENTIN, YEN KATHRIN, THALI MICHAEL J., DIRNHOFER RICHARD, *Postmortem angiography : review of former and current methods*, American journal of roentgenology 2007, 188, pp. 832 – 838.

GRABHERR SILKE, DOENZ FRANCESCO, STEGER BEAT, DIRNHOFER RICHARD, DOMINGUEZ ALEJANDRO, SOLLBERGER BARBARA, GYGAX ERICH, RIZZO ELENA, CHEVALLIER CHRISTINE, MEULI RETO, MANGIN PATRICE, *Multi-phase post-mortem CT angiography : development of a standardized protocol*, International journal of legal medicine 2011, 125, pp. 791 – 802.

GRABHERR SILKE, DOMINGUEZ ALEJANDRO, MANGIN PATRICE, *L'angio-CT post-mortem : un nouvel outil diagnostique*, Revue médicale suisse 2011, 7, pp. 1507 – 1510.

GRABHERR SILKE, GYGAX ERICH, SOLLBERGER BARBARA, ROSS STEFFEN, OESTERHELWEG LARS, BOLLIGER STEPHAN, CHRISTE ANDREAS, DJONOV VALENTIN, THALI MICHAEL J., DIRNHOFER RICHARD, *Two-step postmortem angiography with a modified heart-lung machine : preliminary results*, American journal of roentgenology 2008, 190, pp. 345 – 351.

GRABHERR SILKE, HESS ANDREAS, KAROLCZAK MAREK, THALI MICHAEL J., FRIESS SEBASTIAN D., KALENDER WILLI A., DIRNHOFER RICHARD, DJONOV VALENTIN, *Angiofil-mediated visualization of the vascular system by microcomputed tomography : a feasibility study*, Microscopy research and technique 2008, 71 (7), pp. 551 – 556.

GRABHERR SILKE, LESTA DEL MAR MARIA, RIZZO ELENA, MANGIN PATRICE, BOLLMANN MARC, *L'imagerie forensique*, Revue médicale suisse 2008, 4, pp. 1609 – 1614.

GREMAUD JEAN-LUC, GEHRIG CHRISTIAN, SABATASSO SARA, CASTELLA VINCENT, *Identification génétique de personnes défunt*es : quel échantillon de référence choisir ?, Revue médicale suisse 2008, 4, pp. 1615 – 1618.

GRISEL CLÉMENCE, *L'obligation de collaborer des parties en procédure administrative*, Zurich 2008, pp. 248 – 268.

GURTNER JEROME, *L'innovation et l'avenir de la profession d'avocat*, Revue de l'avocat 2017, pp. 15 – 18.

HELFENSTEIN MARC, *Der Sachverständigenbeweis im schweizerischen Strafrecht*, Thèse de doctorat, Université de Zurich 1978.

HUREAU JACQUES, *La preuve scientifique appliquée à l'expertise*, Académie nationale de chirurgie 2008. 7 (2), pp. 76 – 78.

INNOCENCE PROJECT, <https://www.innocenceproject.org>, consulté le 29 novembre 2017.

JACKOWSKI CHRISTIAN, PERSSON ANDERS, THALI MICHAEL J., *Whole body postmortem angiography with a high viscosity contrast agent solution using poly ethylene glycol as contrast agent dissolver*, Journal of forensic sciences 2008, 53 (2), pp. 465 – 468.

JOLIBERT MARIANNE, COHEN F., BARTOLI C., BOVAL C., VIDAL V., GAUBERT J.-Y., MOULIN G., PETIT P., BARTOLI J.-M., LEONETTI G., GORINCOUR G., *Angioscanner post-mortem : faisabilité de l'abord artériel sous guidage échographique*, Journal de radiologie 2011, 92, pp. 446 – 449.

KLOOSTERMAN ATE, MAPES ANNA, GERADTS ZENO, VAN EIJK ERWIN, KOPER CAROLA, VAN DEN BERG JORRIT, VERHEIJ SASKIA, VAN DER STEEN MARCEL, VAN ASTEN ARIAN, *The interface between forensic science and technology : how technology could cause a paradigm shift in the role of forensic institutes in the criminal justice system*, Philosophical transactions royal society B 2015, 370 (1674), pp. 1 – 10.

KRENTZ BEATRIZ V., ALAMO LEONOR, GRIMM JOCHEN, DÉDOUIT FABRICE, BRUGUIER CHRISTINE, CHEVALLIER CHRISTINE, EGGER CORALINE, DA SILVA LUIZ F. F., GRABHERR SILKE, *Performance of post-mortem CT compared to autopsy in children*, International journal of legal medicine 2016, 130, pp. 1089 – 1099.

LEGAL CHEEK, *Computer science student, 19, says legal profession should be « very scared » of his new « robot lawyer »*, <https://www.legalcheek.com/2016/01/computer-science-student-19-says-legal-profession-should-be-very-scared-of-his-new-robot-lawyer/>, consulté le 1^{er} décembre 2017.

LEMONDE.FR, *Une intelligence artificielle fait son entrée dans un cabinet d'avocats*, http://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/05/27/une-intelligence-artificielle-fait-son-entree-dans-un-cabinet-d-avocats_4927806_4408996.html, consulté le 27 novembre 2017.

MACALUSO ALAIN, PIQUEREZ GÉRARD, *La présomption d'innocence*, Procédure pénale suisse manuel, 3^{ème} édition, Zurich 2011.

MAILONLINE, *Plucky student entrepreneur who created parking ticket appeal website now launches robot to give Britons free legal helps*, http://www.dailymail.co.uk/money/news/article-3394093/Joshua-Browder-created-DoNotPay-launches-robot-Britons-free-legal-help.html?ITO=1490&ns_mchannel=rss&ns_campaign=1490, consulté le 1^{er} décembre 2017.

MOREILLON LAURENT, in LA HARPE ROMANO, UMMEL MARINETTE, DUMOULIN JEAN-FRANÇOIS, *Droit de la santé et médecine légale*, Genève 2014.

MOREILLON LAURENT, VUILLE JOËLLE, BIEDERMANN ALEX, CHAMPOD CHRISTOPHE, *Les nouvelles lignes directrices du European Network of Forensic Sciences Institutes en matière d'évaluation et de communication des résultats d'analyses et d'expertises scientifiques*, Forumpoenale 2017, 2, pp. 105 – 110.

MOREILLON LAUREN, PAREIN-REYMOND AUDE, *Petit commentaire du CPP – Code de procédure pénale*, Bâle 2013.

NEUMANN C., EVETT I. W., SKERETT J., *Quantifying the weight of evidence from a forensic fingerprint comparison : a new paradigm*, Journal of the royal statistical society A 2012, 175 (2), pp. 371 – 415.

NGUYEN DAO T.-T., GUILLARME DAVY, RUDAZ SERGE, VEUTHEY JEAN-LUC, *New trends in fast liquid chromatography*, Chimia 2007, 4, 186 – 189.

NGUYEN DAO T.-T., GUILLARME DAVY, RUDAZ SERGE, VEUTHEY JEAN-LUC, *Validation of an ultrat-fast UPLC-UV method for the separation of anti-tuberculosis tablets*, Journal of separation science 2008, 30, pp. 1050 – 1056.

NICOLAS OLIVIER, ROBERT DAMIEN, KELLY MARIE T., BRESSOLLE FRANÇOISE, *Traitements de l'échantillon biologique avant l'analyse chromatographique. Application à la pharmacocinétique et à la toxicologie*. Annales de toxicologie analytique 2004, 16 (3), pp. 199 – 213.

NICOLI RAUL, GUILLARME DAVY, LEUENBERGER NICOLAS, BAUME NORBERT, ROBINSON NEIL, SAUGY MARTIAL, VEUTHEY JEAN-LUC, *Analytical strategies for doping control purposes : needs, challenges, and perspectives*, Analytical chemistry 2016, 88, pp. 508 – 523.

PIQUEREZ GÉRARD, *Traité de procédure pénale suisse*, 2^{ème} édition, Zurich 2006.

PIQUEREZ GÉRARD, MACALUSO ALAIN, *Manuel de procédure pénale suisse*, 3^{ème} édition, Zurich 2011.

RODRIGUEZ EMILIE, *L'interprétation des preuves scientifiques par les tribunaux*, Revue suisse de criminologie 2013, 2, pp. 21 – 33.

ROCKET LAWYER, <https://www.rocketlawyer.com/fr/fr>, consulté le 1^{er} décembre 2017.

ROTH ROBERT, *Variation sur le thème in dubio pro reo*, Semaine judiciaire 1993, pp. 513 – 527.

SAUNDERS SARAH L., MORGAN BRUNO, RAJ VIMAL, ROBINSON CLAIRE E., RUTTY GUY N., *Targeted post-mortem computed tomography cardiac angiography : proof of concept*, International journal of legal medicine 2011, 125 (4), pp. 609 – 616.

SCHMIDT NIKLAUS, *Handbuch des schweizerischen Strafprozessrechts*, Zurich 2009.

SOCIÉTÉ SUISSE DE MÉDECINE LÉGALE, <https://www.sgrm.ch/fr/ssml-home/>, consulté le 11 décembre 2017.

SWISS EXPERTS, *Chambre suisse des experts judiciaires techniques et scientifiques*, <http://www.swiss-experts.ch>, consulté le 29 novembre 2017.

THE GUARDIAN, *Thirty years in jail for a single hair : the FBI's « mass disaster » of false conviction*, <https://www.theguardian.com/us-news/2015/apr/21/fbi-jail-hair-mass-disaster-false-conviction>, consulté le 29 novembre 2017.

THE VERGE, « *World's first robot lawyer* » now available in 50 states, <https://www.theverge.com/2017/7/12/15960080/chatbot-ai-legal-donotpay-us-uk>, consulté le 1^{er} décembre 2017.

THE WASHINGTON POST, *FBI admits flaws in hair analysis over decades*, https://www.washingtonpost.com/local/crime/fbi-overstated-forensic-hair-matches-in-nearly-all-criminal-trials-for-decades/2015/04/18/39c8d8c6-e515-11e4-b510-962fcfab310_story.html?utm_term=.449dd48553a4, consulté le 29 novembre 2017.

THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010.

VERNIORY JEAN-MARC, *La libre appréciation de la preuve pénale et ses limites*, Revue pénale suisse 2000, 118, pp. 378 – 413.

VERNIORY JEAN-MAC, in KUHN ANDRÉ, JEANNERET YVAN (éd.), *Commentaire romand du Code de procédure pénale suisse*, Bâle, 2011.

VILLAGE DE LA JUSTICE, *Lancement officiel de Rocket Lawyer en France*, <https://www.village-justice.com/articles/Lancement-officiel-Rocket-Lawyer-France,24761.html>, consulté le 1^{er} décembre 2017.

VUILLE JOËLLE, *A s'arracher les cheveux*, Revue de l'avocat 2015, pp. 385 – 390.

VUILLE JOËLLE, *L'activité menant au (non-) dépôt d'ADN dans une affaire de viol : critique de l'arrêt du Tribunal fédéral du 7 octobre 2011 6B_150/2011*, Forum poenal 2012, 4, pp. 247 – 252.

VUILLE JOËLLE, « *L'ADN, c'est la signature de Dieu* » : ce que la justice pénale dit de la preuve génétique, *Revue suisse de criminologie* 2012, 1, pp. 3 – 16.

VUILLE JOËLLE, *L'avocat face aux indices scientifiques – comparaison des pratiques suisse et américaine*, *Revue de l'avocat* 2014, pp. 485 – 491.

VUILLE JOËLLE, *Les biais d'interprétation des expertises : le biais du procureur, le biais du défenseur et l'importance de la prise en compte des taux d'erreur des instruments d'analyse*, *Circulation routière* 2011, 2, pp. 34 – 39.

VUILLE JOËLLE, *Traces d'oreille et preuve à charge : le Tribunal fédéral n'est pas sourd aux droits de la défense*, *Forumpoenale* 2014, 6, pp. 347 – 350.

VUILLE JOËLLE, HICKS TACHA, KUHN ANDRÉ, *Les recherches familiales basées sur les profils d'ADN (ou recherches en parentèle) en droit suisse*, *Revue pénale suisse* 2013, 131, pp. 141 – 176.

VUILLE JOËLLE, ARNOLD JÖRG, *Moyens de preuve techniques et appréciation des preuves lors de la reconstruction d'accidents de la route*, *Circulation routière* 2015, 2, pp. 51 – 55.

VUILLE JOËLLE, TARONI FRANCO, *Le juge et les probabilité – commentaire du jugement de l'Obergericht du canton de Zurich du 19 août 2008 dans la cause L. contre Stadtrichteramt Zürich*, *Forumpoenale* 2009, 6, pp. 365 – 368.

YOUTUBE, *The World's First Robot Lawyer*, <https://www.youtube.com/watch?v=-rabJDCBUbY>, consulté le 1^{er} décembre 2017.

Introduction

La preuve est traditionnellement définie comme la démonstration de l'existence d'un fait ou d'un acte¹. Dans une procédure pénale, la preuve permet d'élucider et de démontrer les faits constitutifs d'une infraction et/ou d'identifier son auteur². Le juge suisse n'est pas limité par les moyens de preuves (pas de *numerus clausus*). Le juge a également le pouvoir de librement apprécier les preuves qui lui sont soumises (valeur probante des preuves).

Pour élucider des questions de fait, dont la solution requiert des connaissances spécifiques, le juge, souvent profane en matière de preuve scientifique, fait appel à des experts. Le nombre d'expertises ne cesse de croître, dus aux progrès techniques et scientifiques qui ont suivi une progression exponentielle ces dernières années³. De nouvelles technologies – qui n'étaient auparavant pas réalisables – permettent de découvrir des indices. Face à ces nouvelles preuves (e.g. autopsie virtuelle, analyse toxicologique de traces dans des matrices complexes, etc.), le juge doit garder un œil critique sur les résultats présentés, afin de pouvoir apprécier librement et justement la preuve. La compréhension de la technologie est une opération déjà complexe, à laquelle vient s'ajouter une difficulté supplémentaire, lorsque l'expert présente des probabilités pour soutenir la force probante de ses résultats⁴.

Ce travail est découpé en trois parties. La première partie abordera le thème de la preuve et du juge (*infra I*), notamment la liberté de la preuve (*infra I.A*) et l'appréciation de la preuve par le juge (*infra I.B*). La seconde partie traitera de l'expertise comme moyen de preuve (*infra II*) en définissant la notion d'expert (*infra II.A*) et d'expertise (*infra II.B*). Pour terminer, les sciences au service de la justice seront discutées (*infra III*), plus particulièrement les preuves fondées sur les sciences (*infra III.A*), les nouvelles technologies en médecine légale (*infra III.B*) et l'appréciation du juge face à l'émergence des nouvelles preuves scientifiques (*infra III.C*).

I. La preuve et le juge

L'aveu n'est plus la reine des preuves, mais qu'en est-il des preuves matérielles et objectives issues des nouvelles technologies ? Le système procédural suisse ne fixe pas de valeur probante aux

¹ GALLUSSER ALAIN, *Recherche sur la perception par les magistrats de l'indice matériel comme moyen de preuve*, Revue pénale suisse 1999, 117, p. 46 ; DEMEURISSE JOSIANE, *Expertise scientifique, histoire et preuve*, Questions de communication 2002, 2, p. 90.

² DONATSCH ANDREAS, SCHWARZENEGGER CHRISTIAN, WOHLERS WOLFGANG, *Strafprozessrecht*, 2^{ème} édition, Zurich 2014, p. 115.

³ PIQUEREZ GÉRARD, *Traité de procédure pénale suisse*, 2^{ème} édition, Zurich 2006, p. 501.

⁴ CHAMPOD CHRISTOPHE, TARONI FRANCO, *Probabilités au procès pénal – risques et solutions*, Revue pénale suisse 1994, 112, p. 194.

preuves, c'est au juge de l'apprécier selon son intime conviction. Néanmoins, la croyance qu'une preuve scientifique ou technique soit infaillible pousse le juge à privilégier ces preuves sans débattre de leur valeur⁵. La liberté de la preuve (*infra I.A*) ainsi que l'appréciation de la preuve par le juge (*infra I.B*) seront abordés ci-après.

A. La liberté de la preuve

Le principe de la liberté des preuves (art. 139 al. 1 CPP) implique qu'il n'existe pas de *numerus clausus*⁶ ni aucune hiérarchisation⁷ des moyens de preuves. Le juge est autorisé à recourir à tout moyen de preuve, même inédit et donc jusqu'alors inconnu⁸. Théoriquement, tout moyen probatoire pertinent (art. 139 al. 2 CPP) et légal (c'est à dire pas interdit par une norme) est envisageable, du moment qu'il est propre à établir la vérité⁹. En donnant cette grande marge de manœuvre au juge, le législateur voulait laisser la porte ouverte à tout nouveau moyen de preuve pouvant apparaître au gré des progrès scientifiques, de l'évolution des connaissances et de l'expérience¹⁰. Toutefois, la liberté des preuves n'est pas absolue et comporte des limites¹¹. Les preuves recueillies de manière à porter atteinte aux droits fondamentaux sont interdites¹². Le principe de la légalité exclut tout procédé qui porte atteinte à la liberté personnelle (e.g. contrainte, séquestre, torture, traitements cruels), à moins qu'une base légale le permette et, ce, dans le strict respect du droit supérieur. Un moyen de preuve obtenu illégalement ne sera pas exploitable (art. 141 al. 1 CPP) à moins que son exploitation soit indispensable pour élucider des infractions graves (on pensera en premier lieu aux crimes d'ordre terroriste) et sous conditions restrictives (art. 141 al. 2 CPP).

Les moyens de preuves les plus utilisées en procédure pénale suisse sont la déposition des parties, des témoins, et des personnes appelées à donner un renseignement¹³ (art. 142 à 181 CPP). L'aveu et le témoignage demeurent parmi les modes de preuves les plus anciens¹⁴, mais ils restent imparfaits, du fait qu'ils peuvent être erronés ou mensongers. Parmi les moyens de preuves matérielles les plus courantes, on peut citer les pièces à conviction (art. 192 CPP) regroupant

⁵ MACALUSO ALAIN, PIQUEREZ GÉRARD, *La présomption d'innocence*, Procédure pénale suisse manuel, 3^{ème} édition, Zurich 2011, p. 390.

⁶ BOHNET FRANÇOIS, JEANNERET YVAN, *Preuve et vérité en procédures pénale et civile suisses*, Les preuves, Berne 2014, p. 68.

⁷ *Ibid.*, p. 73.

⁸ GAUTHIER JEAN, *Quelques remarques sur la liberté des preuves et ses limites en procédure pénale*, Revue pénale suisse 1990, 108, p. 184.

⁹ BOHNET FRANÇOIS, JEANNERET YVAN, *Preuve et vérité en procédures pénale et civile suisses*, Les preuves, Berne 2014, p. 68.

¹⁰ MOREILLON LAUREN, PAREIN-REYMOND AUDE, *Petit commentaire du CPP – Code de procédure pénale*, Bâle 2013, art. 139, N2.

¹¹ GAUTHIER JEAN, *Quelques remarques sur la liberté des preuves et ses limites en procédure pénale*, Revue pénale suisse 1990, 108, p. 184.

¹² RS 0.105 Convention contre la torture

¹³ BOHNET FRANÇOIS, JEANNERET YVAN, *Preuve et vérité en procédures pénale et civile suisses*, Les preuves, Berne 2014, p. 73.

¹⁴ GALLUSSER ALAIN, *Recherche sur la perception par les magistrats de l'indice matériel comme moyen de preuve*, Revue pénale suisse 1999, 117, p. 48.

diverses formes, telles que lettre de menace, fausse monnaie, pistolet, voiture volée, etc. voire tout objet sans rapport direct avec l'infraction, mais de nature à être utilisée durant le procès, telles que traces de sang, vidéo surveillance, testament, etc. L'expertise est également un moyen de preuve très utilisé en procédure pénale. A la différence des preuves matérielles citées aux art. 192 à 195 CPP, l'indice qui peut être de nature matérielle (e.g. traces d'ADN) voire comportementale (e.g. attitude psychique du prévenu), nécessite le recours d'un expert (art. 182 à 191 CPP). Le recours à un expert a pris une ampleur considérable ces dernières années au vu des progrès scientifiques importants qui exigent des connaissances très pointues. Les indices basés sur une technique scientifique précise donnent l'illusion d'avoir une tout autre valeur que ceux basés sur une vague observation ou témoignage, car elle a l'avantage d'être objective et basée sur des faits¹⁵. Elle a cependant un caractère subjectif, car ces faits doivent être appréciés et interprétés¹⁶.

La preuve matérielle est, dans l'esprit de la majorité de la population, une preuve plus crédible que l'aveu ou le témoignage, puisqu'elle établit un fait scientifique et/ou objectif, et donc ne peut « mentir ». Toutefois, malgré cette opinion très commune, la preuve scientifique n'a pas plus de poids que les autres types de preuve juridiquement parlant – le principe de la libre appréciation des preuves par le juge, garanti expressément à l'art. 10 al. 2 CPP, excluant ainsi tout classement hiérarchique des différents moyens de preuves.¹⁷

B. L'appréciation de la preuve

Le principe de la libre appréciation de la preuve (art. 10 al. 2 CPP) implique que le juge doit se prononcer sur la valeur de la preuve (force probante de la preuve), c'est à dire sa fiabilité¹⁸ et sa véracité. La loi ne fixe aucune valeur probante aux preuves, c'est au juge de l'apprécier selon l'intime conviction qu'il retire de l'ensemble de la procédure¹⁹. Le juge de fond doit apprécier selon les cas, la valeur probante des preuves à la lumière des circonstances concrètes²⁰, il ne peut pas fixer à l'avance la valeur probatoire d'un moyen de preuve. Il peut exclure un moyen de preuve pertinent et légal s'il considère que sa valeur probante n'est pas suffisante, et au contraire, se déclarer convaincu par un élément mineur²¹. Dans tous les cas, le juge doit préciser les moyens de preuves sur lesquels

¹⁵ GALLUSSER ALAIN, *Recherche sur la perception par les magistrats de l'indice matériel comme moyen de preuve*, Revue pénale suisse 1999, 117, p. 49.

¹⁶ *Ibid.*, p. 49.

¹⁷ BOHNET FRANÇOIS, JEANNERET YVAN, *Preuve et vérité en procédures pénale et civile suisses*, Les preuves, Berne 2014, pp. 73.

¹⁸ VUILLE JOËLLE, ARNOLD JÖRG, *Moyens de preuve techniques et appréciation des preuves lors de la reconstruction d'accidents de la route*, Circulation routière 2015, 2, p. 54.

¹⁹ MACALUSO ALAIN, PIQUERET GÉRARD, *La présomption d'innocence*, Procédure pénale suisse manuel, 3^{ème} édition, Zurich 2011, N573.

²⁰ *Ibid.*, N575.

²¹ FRIEDRICH CYRIELLE, *Les nouvelles technologies dans la procédure pénale : aspects techniques et juridiques de ces moyens de preuve*, Thèse de doctorat Université de Genève 2013, N315.

il a fondé sa conviction²² (art. 80 al. 2 CPP). Toutefois, la libre appréciation des preuves n'est pas sans limites. Le principe *in dubio pro reo*²³, repris à l'art. 10 al. 3 CPP, limite la liberté du juge en lui imposant de se fonder sur l'état de fait le plus favorable au prévenu en cas de doute²⁴. Le doute doit profiter à l'accusé²⁵.

En droit pénal suisse, aucune disposition ne mentionne le degré de la preuve à atteindre pour former la conviction judiciaire. Pourtant, la question du degré de la preuve est cruciale, en raison des conséquences d'une condamnation²⁶. Tenter de quantifier ou de définir le degré de la conviction à atteindre pour former la conviction judiciaire est un exercice périlleux. La Cour suprême américaine, de même que les instances britanniques ne se sont elles-mêmes pas risquées à définir le degré de la preuve, elles se limitent au terme de « *reasonable doubt* »²⁷. Le concept de « vraisemblance », tout comme le concept de « doute », est équivoque, puisqu'il peut se définir de manière objective ou subjective²⁸. Dans le cas d'une preuve scientifique (e.g. identification d'un suspect par comparaison d'ADN), on évaluera la vraisemblance objective, basée sur des probabilités statistiques, alors que dans le cas d'une vraisemblance subjective, elle sera évaluée uniquement par rapport à la conviction personnelle du juge. Le calcul d'une probabilité statistique de la vraisemblance objective n'est pourtant pas toujours possible à déterminer, selon la preuve apportée, puisque dans de nombreux cas, la collecte d'informations n'est pas suffisante pour établir des statistiques²⁹. Cela amènera donc au juge à devoir évaluer le degré de la preuve selon sa conviction personnelle, même si la preuve est matérielle et scientifique. La doctrine, tout comme la jurisprudence, s'accorde à exiger pour la conviction une « vraisemblance confinant à la certitude »³⁰, ce qui équivaut à la « *conviction beyond a reasonable doubt* » des anglo-saxons³¹. Définir une valeur « seuil » à 85%, 95%, 98%, voire à 99.9% de certitude comme preuve objective d'innocence ou de culpabilité n'est pas chose aisée et pourrait même se révéler dangereux voire arbitraire, comme on le verra par la suite, puisque ces notions statistiques dépendent de la population considérée (collecte d'informations), et ne dispenseraient pas le juge d'une erreur d'appréciation. Tout comme admettre qu'un degré de preuve à 51% de vraisemblance serait suffisant pour innocenter ou condamner un prévenu reviendrait dans ce cas à

²² MACALUSO ALAIN, PIQUEREZ GÉRARD, *La présomption d'innocence*, Procédure pénale suisse manuel, 3^{ème} édition, Zurich 2011, N578 ; VERNIORY JEAN-MARC, *La libre appréciation de la preuve pénale et ses limites*, Revue pénale suisse 2000, 118, p. 380.

²³ ROTH ROBERT, *Variation sur le thème in dubio pro reo*, Semaine judiciaire 1993, p. 521.

²⁴ ATF 124 IV 86 consid. 2a.

²⁵ BOHNET FRANÇOIS, JEANNERET YVAN, *Preuve et vérité en procédures pénale et civile suisses*, Les preuves, Berne 2014, p. 72.

²⁶ VERNIORY JEAN-MARC, *La libre appréciation de la preuve pénale et ses limites*, Revue pénale suisse 2000, 118, p. 387.

²⁷ *Ibid.*, p. 388.

²⁸ *Ibid.*, p. 388.

²⁹ *Ibid.*, p. 388.

³⁰ VERNIORY JEAN-MARC, in KUHN ANDRÉ, JEANNERET YVAN (éd.), *Commentaire romand du Code de procédure pénale suisse*, Bâle, 2011, art. 10 CPP, N17.

³¹ VERNIORY JEAN-MARC, *La libre appréciation de la preuve pénale et ses limites*, Revue pénale suisse 2000, 118, p. 388.

jouer à pile ou face lors du jugement. De plus, limiter le degré de preuve à une valeur probabiliste du degré de certitude irait à l'encontre du principe de la libre appréciation des preuves par le juge.

Les règles susceptibles de guider le juge pour forger sa conviction sont classées en deux catégories³² : les lois de la pensée et les règles d'expériences. Les lois de la pensée (ou lois de la logique formelle) consistent en des formations de concepts et de jugements qui aboutissent à une conclusion (suite logique). On ne peut ainsi pas tenir pour avérées deux propositions qui se contredisent (l'alibi ne peut être méconnu) ou admettre les raisonnements qui contiennent dans leurs prémisses le fait à prouver (cercle vicieux), ou encore ignorer les liens de causalité³³. Quant aux règles d'expérience, elles découlent de l'expérience générale de la vie et des connaissances techniques ou scientifiques de cas similaires. Elles résultent de l'observation et de la généralisation de cas similaires, tout en se référant aux circonstances d'espèce³⁴ (ne pas généraliser à l'excès). La libre appréciation des preuves confère au juge la faculté de déterminer quelle force probante il accorde à telle ou telle indice ou règle d'expérience³⁵.

II. La preuve par l'expertise

L'expertise permet de découvrir et d'utiliser certaines preuves à l'aide de connaissances techniques spécifiques³⁶ dont le juge ne peut établir les faits lui-même. L'expert est un auxiliaire indispensable au juge dans la recherche de la vérité. Le nombre d'expertises ne cesse d'augmenter³⁷, dû aux progrès techniques et scientifiques qui nécessitent des connaissances pointues pour interpréter les résultats, ainsi qu'à la complexité des questions auxquelles le juge est confronté³⁸. Le juge dispose d'un large pouvoir d'appréciation quant à la nécessité d'ordonner une expertise³⁹, régie aux art. 182 ss CPP. Les notions d'expert (*infra II. A*) et d'expertise (*infra II. B*) seront définies ci-après.

A. L'expert

L'expert est amené à établir un état de fait grâce à ces connaissances spéciales⁴⁰ ou à apprécier un état de fait établi par la justice⁴¹. L'expert doit être une personne physique (et non morale) qui dispose de connaissances et de compétences spécifiques dans son domaine (art. 183 al. 1 CPP). Les motifs

³² VERNIORY JEAN-MARC, *La libre appréciation de la preuve pénale et ses limites*, Revue pénale suisse 2000, 118, p. 393.

³³ *Ibid.*, p. 393.

³⁴ *Ibid.*, p. 393.

³⁵ *Ibid.*, p. 393.

³⁶ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 355.

³⁷ *Ibid.*, p. 355.

³⁸ *Ibid.*, p. 355.

³⁹ *Ibid.*, p. 357 ; PIQUEREZ GÉRARD, MACALUSO ALAIN, *Manuel de procédure pénale suisse*, 2^{ème} édition, Zurich 2007, N618.

⁴⁰ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 355.

⁴¹ *Ibid.*, p. 355.

de récusations⁴² sont les mêmes que celles soumises au juge (art. 47 CPC, art. 183 al. 2 CPC). L'obligation de mandater une personne physique réside dans le fait que celle-ci est soumise à des obligations⁴³ auxquelles la personne morale ne pourra valablement pas être soumise. A titre d'exemple, l'expert, en tant que personne physique, est punissable d'une peine privative allant jusqu'à cinq ans en cas de faux témoignage ou de faux rapport (art. 307 CP), alors qu'une personne morale ne peut pas être incriminée pour cette même infraction, puisque c'est une entité. Toutefois, une entité morale, telle qu'un institut universitaire, peut désigner une personne responsable comme expert, et indiquer le nom au juge qui la nommera formellement⁴⁴. L'expert répond personnellement de l'exécution de l'expertise (art. 185 al. 1 CPP). Sa responsabilité personnelle est engagée pour le travail qui lui est confié⁴⁵. Quant aux compétences et qualités requises pour être expert, la loi ne donne aucun critère concret⁴⁶. La possession d'un diplôme et/ou d'une accréditation n'est pas requise auprès des tribunaux, puisque le choix de l'expert fait l'objet de la libre appréciation du juge⁴⁷. Toutefois, la Confédération et les cantons peuvent avoir recours à des experts permanents ou officiels (art. 183 al. 2 CPP), sur la base de listes d'experts reconnus par les tribunaux pour faciliter le travail des juges et des parties⁴⁸. La Chambre suisse des experts techniques et scientifiques établit périodiquement des listes d'experts indépendants provenant de nombreuses disciplines, qu'elle met à disposition des tribunaux et des particuliers⁴⁹. Un dernier critère est requis pour être expert, il doit être impartial et ne pas être impliqué personnellement dans l'affaire, ce qui mettrait en doute son objectivité. Les motifs de récusation cités à l'art. 56 CPP sont applicables à l'expert (art 183 al. 3 CPP). En pratique, un critère supplémentaire s'applique dans le choix de l'expert, soit celui du délai acceptable de réalisation du rapport⁵⁰. Un délai particulièrement long pour la réalisation d'un rapport d'expertise serait préjudiciable pour une procédure pénale. Avant de désigner l'expert, il est donc essentiel pour le juge de connaître la volonté de l'expert à s'occuper du cas, de connaître ses qualifications professionnelles, son impartialité et sa disponibilité. Pour terminer, rien ne s'opposerait à ce que des experts étrangers⁵¹ soient mandatés pour une affaire en Suisse.

Une fois que le choix de l'expert est défini, le mandat est donné à l'expert par écrit (art. 184 al. 2 CPP), mais en cas d'urgence, il est accepté que celui-ci se fasse par oral, puis il devra par la suite

⁴² BOHNET FRANÇOIS, JEANNERET YVAN, *Preuve et vérité en procédures pénale et civile suisses*, Les preuves, Berne 2014, p. 75.

⁴³ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 374.

⁴⁴ *Ibid.*, p. 374.

⁴⁵ MOREILLON LAURENT, in LA HARPE ROMANO, UMMEL MARINETTE, DUMOULIN JEAN-FRANÇOIS, *Droit de la santé et médecine légale*, Genève 2014, p. 664.

⁴⁶ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 373.

⁴⁷ CONSEIL FÉDÉRAL, *Message relatif à l'unification du droit de la procédure pénale*, FF 2005, p. 1192.

⁴⁸ Bettex Björn, *L'expertise judiciaire*, Thèse, Berne 2006.

⁴⁹ SWISS EXPERTS, *Chambre suisse des experts judiciaires techniques et scientifiques*, <http://www.swiss-experts.ch>, consulté le 29 novembre 2017.

⁵⁰ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 377.

⁵¹ HELFENSTEIN MARC, *Der Sachverständigenbeweis im schweizerischen Strafrecht*, Thèse de doctorat, Université de Zürich 1978, p. 73.

être consigné au procès-verbal (art. 77 CPP)⁵². L'avantage de la forme orale est qu'elle permet un échange entre le juge et l'expert afin d'expliciter de manière concrète la problématique à résoudre, et de définir le champ d'investigation⁵³. La liste des indications minimales que le mandat doit contenir se trouve à l'art. 182 al. 2 CPP, soit la désignation de l'expert responsable, les questions à élucider, le délai à respecter pour la remise du rapport, la mention des obligations de garder le secret professionnel (art. 320 CP) et les conséquences pénales en cas de faux rapport (art. 307 CP). L'élaboration des questions à destination de l'expert doit être libre de toutes suggestions, ne pas contenir la réponse attendue (e.g. est-ce l'ADN du prévenu ?), et ne pas donner lieu à une question de droit (e.g. est-ce un acte de négligence coupable ?) La formulation de la question étant cruciale, elle doit donc être neutre, précise et détaillée (e.g. l'ADN retrouvé sur le lieu du crime est-il identifiable ?)⁵⁴, afin d'éviter des expertises inutilisables par la suite, car ne répondant pas à l'enquête pénale.

Une fois que le mandat est donné à l'expert, le magistrat remet à ce dernier les pièces et objets du dossier pénal nécessaires à l'établissement de l'expertise (art. 184 al. 4 CPP)⁵⁵. L'expert peut également être habilité à procéder à de simples investigations (art. 185 al. 4 CPP) si les documents fournis ne lui suffisent pas pour l'élaboration de son rapport d'expertise.

Le rôle de l'expert se limite à fournir au juge une opinion motivée⁵⁶, impartiale qui tranche une question que le juge lui soumet dans le cadre du procès pénal. La mission confiée à l'expert ne doit porter que sur une question de fait, qui a pour but d'éclairer le juge en livrant une appréciation technique⁵⁷. En aucun cas l'expert ne peut se substituer au juge en tirant lui-même des conclusions juridiques de ses propres constatations. Toutefois, le juge qui s'écarte des conclusions d'une expertise doit mettre un soin tout particulier à la motivation de son prononcé.

B. L'expertise

L'expertise en soit désigne l'ensemble des examens ou analyses qui sont procédés en vue de clarifier, évaluer ou estimer un état de fait. L'expertise judiciaire⁵⁸ correspond à l'exécution d'un mandat du juge ou du ministère public, et est un moyen de preuve pour le juge. L'expertise privée est

⁵² CONSEIL FÉDÉRAL, *Message relatif à l'unification du droit de la procédure pénale*, FF 2005, p. 1192.

⁵³ FRIEDRICH CYRIELLE, *Les nouvelles technologies dans la procédure pénale : aspects techniques et juridiques de ces moyens de preuve*, Thèse de doctorat Université de Genève 2013, N463.

⁵⁴ *Ibid.*, N447.

⁵⁵ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 394.

⁵⁶ MACALUSO ALAIN, PIQUEREZ GÉRARD, *La présomption d'innocence*, Procédure pénale suisse manuel, 3^{ème} édition, Zurich 2011, p. 384.

⁵⁷ *Ibid.*, p. 384.

⁵⁸ PIQUEREZ GÉRARD, *Traité de procédure pénale suisse*, 2^{ème} édition, Zurich 2006, p. 499.

une mission accomplie sous la direction d'une des parties au procès⁵⁹, de ce fait, elle n'est pas un moyen de preuve, mais est considérée comme une allégation d'une des parties⁶⁰. Contrairement à l'expert judiciaire, l'expert privé n'a pas accès au dossier ni à la procédure pénale, mais n'aura à disposition que les documents remis par son mandataire.

L'expertise peut recouvrir de nombreux domaines très différents⁶¹ : médicale, psychologique, balistique, linguistique, ethno-culturel, graphologique, technique, informatique, botanique, acoustique, etc. Dans les cas complexes, le juge peut avoir recours à une expertise d'ordre pluridisciplinaire, par contre il n'existe pas de droit à une pluralité d'expertises⁶², hormis les cas mentionnés par la loi (art. 189 CPP).

Une fois que l'expertise est établie dans le délai imparti, l'expert dépose son rapport, en principe sous la forme d'un rapport écrit (art. 187 al. 1 CPP). Toutefois, l'expert peut être appelé à donner son expertise sous forme orale (art. 187 al. 2 CPP). Le rapport oral devrait en principe être réservé pour des petites affaires⁶³.

Le rapport d'expertise doit être lisible (utilisation de mots et phrases simples et compréhensibles)⁶⁴, les termes techniques devraient se limiter au minimum nécessaire et le rapport doit refléter un langage neutre. Les termes moralisateurs, dégradants, disqualifiants, voire insultants sont prohibés, tout comme des commentaires enthousiastes ou embellissants. Le rapport d'expertise doit être utilisable par la justice et par les parties. L'expert doit résister à la tentation d'insérer des informations non pertinentes ou des répétitions inutiles, mais se contenter d'énoncer l'essentiel, afin que le rapport d'expertise ne perde pas sa force de conviction⁶⁵.

Le contenu et les conclusions de l'expertise ne sont pas réglementés⁶⁶. Toutefois la doctrine et la jurisprudence donnent les points essentiels à faire figurer dans le rapport⁶⁷. On trouvera systématiquement l'indication du mandataire, des parties impliquées et du mandat, notamment des

⁵⁹ FRIEDRICH CYRIELLE, *Les nouvelles technologies dans la procédure pénale : aspects techniques et juridiques de ces moyens de preuve*, Thèse de doctorat Université de Genève 2013, N387 ; PIQUEREZ GÉRARD, *Traité de procédure pénale suisse*, 2^{ème} édition, Zurich 2006, p. 500.

⁶⁰ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 406.

⁶¹ GRISEL CLÉMENCE, *L'obligation de collaborer des parties en procédure administrative*, Zurich 2008, p. 263 ; PIQUEREZ GÉRARD, *Traité de procédure pénale suisse*, 2^{ème} édition, Zurich 2006, p. 502.

⁶² MACALUSO ALAIN, PIQUEREZ GÉRARD, *La présomption d'innocence*, Procédure pénale suisse manuel, 3^{ème} édition, Zurich 2011, p. 389.

⁶³ SCHMIDT NIKLAUS, *Handbuch des schweizerischen Strafprozessrechts*, Zurich 2009, N948.

⁶⁴ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 398.

⁶⁵ *Ibid.*, p. 398.

⁶⁶ FRIEDRICH CYRIELLE, *Les nouvelles technologies dans la procédure pénale : aspects techniques et juridiques de ces moyens de preuve*, Thèse de doctorat Université de Genève 2013, N477.

⁶⁷ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 400.

questions qui permettent de situer l'expertise dans son contexte⁶⁸. Les pièces et documents mis à disposition de l'expert figureront dans le rapport. L'expertise doit contenir un résumé des faits analysés, des travaux entrepris (méthodes utilisées), des problématiques rencontrées par l'expert ou par ses auxiliaires⁶⁹. Les réponses aux questions doivent apparaître clairement, suivies d'une base argumentative (théorie appliquée), sans quoi, il ne s'agira que de pures allégations sans fondement⁷⁰. Si aucune réponse ne peut être apportée, l'expert indiquera les raisons pour lesquelles aucune réponse ne peut être donnée, plutôt que de disserter afin de trouver une réponse impossible à obtenir. Le rapport doit être exhaustif⁷¹ (contenir l'intégrité des recherches et réflexions), reproductible⁷² (pouvoir être refait par un autre expert), et concluant⁷³ (le rapport ne doit pas contenir de contradiction). Pour terminer, il est rappelé que l'expert doit s'abstenir de toute réflexion juridique⁷⁴, son rôle étant de mettre des moyens de preuve à disposition du juge à l'aide de ses connaissances techniques particulières.

Le rapport d'expertise est un moyen de preuve, il fait donc l'objet de la libre appréciation du juge (art. 10 al. 2 CPP) et celui-ci n'est pas lié par les conclusions de l'expert. Toutefois, le juge devra motiver sa décision⁷⁵ sous peine d'arbitraire. Le juge ne peut s'écarter de l'avis de l'expert que pour des raisons importantes (e.g. les réponses aux questions sont incomplètes, le raisonnement logique est douteux, une appréciation subjective remplace une considération objective, etc.) En cas de doute (art. 189 CPP), le juge peut demander un rapport complémentaire ou une clarification à l'expert en question, il peut ordonner une nouvelle expertise auprès d'un nouvel expert (contre-expertise⁷⁶), ou encore une sur-expertise⁷⁷ dans le cas où les deux expertises diffèrent et qu'une expertise supplémentaire est nécessaire. A défaut, en se fondant sur une expertise non concluante, le juge pourrait commettre une appréciation arbitraire⁷⁸ des preuves et violer l'art. 9 Cst.

III. Les sciences au service de la justice

Les développements technologiques ont profondément modifié notre manière de communiquer ces vingt dernières années. Les e-mails, tout comme les échanges de SMS, WhatsApp, Slack, Lync

⁶⁸ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit Ibid. pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 400.

⁶⁹ FRIEDRICH CYRIELLE, *Les nouvelles technologies dans la procédure pénale : aspects techniques et juridiques de ces moyens de preuve*, Thèse de doctorat Université de Genève 2013, N477.

⁷⁰ THORMANN OLIVIER, in HURTADO POZO JOSÉ, GODEL THIERRY (éd.), *Droit pénal et cultures, Réflexions*, Zurich 2010, p. 400.

⁷¹ *Ibid.*, p. 400.

⁷² *Ibid.*, p. 401.

⁷³ *Ibid.*, p. 401.

⁷⁴ *Ibid.*, p. 401.

⁷⁵ FRIEDRICH CYRIELLE, *Les nouvelles technologies dans la procédure pénale : aspects techniques et juridiques de ces moyens de preuve*, Thèse de doctorat Université de Genève 2013, N500.

⁷⁶ PIQUEREZ GÉRARD, *Traité de procédure pénale suisse*, 2^{ème} édition, Zurich 2006, p. 513.

⁷⁷ *Ibid.*, p. 514.

⁷⁸ ATF 138 III 193, consid. 4.3.1, p.199.

Instant Messaging, Facebook, etc. sont devenus de nouveaux moyens de preuve⁷⁹. L'informatique est devenu un outil incontournable, puisqu'il peut permettre de localiser les suspects, de les identifier et de collecter toutes les informations utiles (e.g. vidéosurveillance, données GPS, contenu de l'ordinateur, etc.)

Parallèlement aux développements technologiques, les développements scientifiques ont également suivi une progression exponentielle, partant de l'analyse de traces de soulier à l'analyse d'ADN pour l'identification du prévenu, en passant par l'analyse de cheveux pour la détection de stupéfiants ou encore l'autopsie virtuelle.

Les connaissances techniques et scientifiques, voire statistiques du juge sont primordiales dans le pouvoir d'appréciation des preuves, d'où l'importance pour le juge de s'entourer d'experts dans les affaires complexes et de garder un œil critique sur les résultats présentés.

Les preuves fondées sur les sciences (*infra III.A*), les nouvelles technologies en médecine légale (*infra III.B*) et l'appréciation du juge face à l'émergence des nouvelles preuves scientifiques (*infra III.C*) seront abordées ci-après.

A. Les preuves fondées sur les sciences

Les séries télévisées donnent l'illusion que les experts peuvent tout démontrer scientifiquement, et donc, tout ce qui ne peut être prouvé par les sciences n'existe pas⁸⁰. Toutefois, les indices scientifiques peuvent parfois être erronés⁸¹. Une appréciation critique de ces preuves devient alors nécessaire⁸².

En 2013, le Tribunal fédéral a rendu un arrêt⁸³ où il renvoie la cause à l'instance inférieure à propos d'une série de cambriolages, où pour l'un des cambriolages, le suspect est incriminé uniquement sur la base de traces d'oreille déposées sur la porte de l'appartement cambriolé. L'arrêt est inquiétant dans le sens que les preuves scientifiques utilisées n'avaient pas une valeur probante suffisante⁸⁴ pour incriminer, à elles seules, le suspect. En effet, peu de recherches ont été menées sur la fiabilité de la méthode de la comparaison de traces d'oreille⁸⁵. En d'autres termes, bien qu'il soit admis que les sillons d'une oreille soient spécifiques à chaque individu (sans qu'il ait été démontré

⁷⁹ BURRUS LOUIS, *Technologie et avocature : Ross, predictive coding et big data*, Revue de l'avocat 2016, p. 326.

⁸⁰ VUILLE JOËLLE, *L'activité menant au (non-) dépôt d'ADN dans une affaire de viol : critique de l'arrêt du Tribunal fédéral du 7 octobre 2011 6B_150/2011*, Forumpoenal 2012, 4, p. 247.

⁸¹ VUILLE JOËLLE, *A s'arracher les cheveux*, Revue de l'avocat 2015, p. 385.

⁸² *Ibid.*, p. 385.

⁸³ TF (10.06.2013) 6B123/2013

⁸⁴ VUILLE JOËLLE, *Traces d'oreille et preuve à charge : le Tribunal fédéral n'est pas sourd aux droits de la défense*, Forumpoenale 2014, 6, p. 348.

⁸⁵ *Ibid.*, p. 348.

scientifiquement que deux personnes sur terre ne puissent avoir les mêmes oreilles)⁸⁶, rien ne prouve avec une certitude suffisante que chaque trace d'oreille soit unique et fidèle à l'oreille de l'individu en question. La comparaison de traces d'oreille peut offrir des pistes d'investigation (e.g. pour éliminer des suspects), mais elle doit être utilisée avec la plus grande retenue en tant que preuve⁸⁷.

En 2015, le FBI s'est engagé à procéder à la ré-analyse de 2500 dossiers traités avant l'an 2000 par son laboratoire dans le domaine de la comparaison microscopique de cheveux. Le FBI a reconnu que dans 96% des dossiers, les résultats étaient exagérés⁸⁸. La comparaison microscopique de cheveux consistait à comparer un cheveu retrouvé sur la scène de crime avec le cheveu du suspect. Cette technique était basée sur la théorie que chaque individu ait un cheveu si particulier qu'il est possible de lui attribuer un très haut degré de probabilité, en analysant la longueur du cheveu, son épaisseur, sa pigmentation, s'il est raide, bouclé ou frisé, s'il était arraché ou coupé, etc.⁸⁹ Malheureusement, les conclusions du FBI, basées sur la comparaison microscopique des cheveux, ont mené à des résultats erronés. La technique n'était encadrée par aucun protocole précis⁹⁰ et dépendait de chaque expert. Certains scientifiques affirmaient que sept caractéristiques⁹¹ communes étaient suffisantes pour affirmer que deux cheveux appartenaient à la même personne, alors que pour d'autres scientifiques, il fallait atteindre vingt voire trente points de similitude⁹². Cette manière de raisonner est comparable aux empreintes digitales, où pendant longtemps les experts déclaraient qu'une correspondance entre 12 ou 16 points étaient suffisants pour attribuer l'empreinte⁹³. Aujourd'hui, ce seuil est vivement critiqué, car il n'a aucun fondement scientifique et tend à être remplacé par des modèles probabilistes. La force probante, particulièrement élevée, attribuée à la technique de la comparaison microscopique des cheveux expliquerait les raisons pour lesquelles le FBI était arrivé à des conclusions erronées. En effet, un cheveu donné peut être considéré comme rare dans une population donnée, ce qui conduira à une concordance élevée si ce même cheveu se retrouve sur une scène de crime. Mais comment déterminer les caractéristiques de la population donnée lorsque l'on ne sait pas comment le cheveu en question est arrivé sur la scène du crime ?

⁸⁶ VUILLE JOËLLE, *Traces d'oreille et preuve à charge : le Tribunal fédéral n'est pas sourd aux droits de la défense*, Forumpoenale 2014, 6, p. 349.

⁸⁷ *Ibid.*, p. 348.

⁸⁸ THE WASHINGTON POST, *FBI admits flaws in hair analysis over decades*, https://www.washingtonpost.com/local/crime/fbi-overstated-forensic-hair-matches-in-nearly-all-criminal-trials-for-decades/2015/04/18/39c8d8c6-e515-11e4-b510-962fcfab310_story.html?utm_term=.449dd48553a4, consulté le 29 novembre 2017 ;

THE GUARDIAN, *Thirty years in jail for a single hair : the FBI's « mass disaster » of false conviction*, <https://www.theguardian.com/us-news/2015/apr/21/fbi-jail-hair-mass-disaster-false-conviction>, consulté le 29 novembre 2017.

⁸⁹ VUILLE JOËLLE, *A s'arracher les cheveux*, Revue de l'avocat 2015, p. 385.

⁹⁰ *Ibid.*, p. 386.

⁹¹ *Ibid.*, p. 386.

⁹² *Ibid.*, p. 386.

⁹³ NEUMANN C., EVETT I. W., SKERETT J., *Quantifying the weight of evidence from a forensic fingerprint comparison : a new paradigm*, Journal of the royal statistical society A 2012, 175 (2), pp. 371 – 415.

Le manque de fiabilité de certains indices scientifiques n'est pas anecdotique. L'histoire montre que de nombreuses techniques ont mis du temps avant que la communauté d'experts ou que les juges reconnaissent son manque de fiabilité. Les comparaisons de traces telles que les empreintes de doigts, de chaussures, d'oreilles, de dents ou d'outils sont courantes. Le principe de comparaison suit toujours la même logique. Si la trace retrouvée sur la scène de crime et l'élément de référence (appartenant au suspect) présentent des différences évidentes, l'expert exclura le lien entre les deux⁹⁴. Par contre, une correspondance parfaite entre la trace et l'élément de référence amènera à la conclusion que ce dernier est à l'origine de la trace⁹⁵. Cependant, dans la plupart des cas, la correspondance n'est que partielle, l'interprétation du résultat devient alors difficile. Les différences peuvent être dues au fait que la trace n'est pas complète (pas entière) et donc ne permet pas de reconstituer l'empreinte dans sa totalité, que la trace ait pu se dégrader en raison des conditions environnementales (e.g. exposition au soleil, humidité, etc.) ou encore, que la trace appartiendrait à un élément proche de la référence, mais pas à la référence-même, ce qui expliquerait les nombreuses similitudes (mais également les différences). La difficulté résidera alors à évaluer dans quel cas les différences sont significatives et dans quel cas, elles peuvent être ignorées⁹⁶. Pour cela, il est indispensable d'avoir suffisamment de cas d'études pour obtenir des données fiables pour le calcul des probabilités.

Pour qu'une technique soit validée, approuvée scientifiquement, une série d'expériences doit être apportée pour fonder la théorie. Lorsque la théorie est établie et validée, il faut encore apprécier le risque d'erreur liée à la méthode, car aucune science n'est infaillible.

L'analyse de l'ADN à des fins d'identifications dans les affaires criminelles est largement documentée dans la littérature, et est souvent considérée comme une preuve absolue et irréfutable⁹⁷. Les systèmes d'informations fondés sur les profils d'ADN (i.e. CODIS) ont permis de résoudre un nombre croissant d'affaires judiciaires. Dans ce cas, pourquoi faudrait-il remettre en doute la fiabilité des analyses ADN⁹⁸ ? Tout d'abord, contrairement à une idée largement répandue, le profil ADN n'est pas unique⁹⁹. On n'analyse pas toute la molécule d'ADN, mais un nombre limité de *loci* (portions ou marqueurs). A partir d'une trace trouvée sur une scène de crime (e.g. sang, salive, épiderme, cheveux, sperme, etc.), il est possible d'extraire l'ADN et d'obtenir un profil. Selon la qualité et le type

⁹⁴ VUILLE JOËLLE, *Traces d'oreille et preuve à charge : le Tribunal fédéral n'est pas sourd aux droits de la défense*, *Forumpoenale* 2014, 6, p. 348.

⁹⁵ *Ibid.*, p. 348.

⁹⁶ *Ibid.*, p. 348.

⁹⁷ RODRIGUEZ EMILIE, *L'interprétation des preuves scientifiques par les tribunaux*, *Revue suisse de criminologie* 2013, 2, p. 21 ; VUILLE JOËLLE, *L'avocat face aux indices scientifiques – comparaison des pratiques suisse et américaine*, *Revue de l'avocat* 2014, pp. 485 – 491.

⁹⁸ VUILLE JOËLLE, « L'ADN, c'est la signature de Dieu » : ce que la justice pénale dit de la preuve génétique, *Revue suisse de criminologie* 2012, 1, p. 12.

⁹⁹ VUILLE JOËLLE, HICKS TACHA, KUHN ANDRÉ, *Les recherches familiales basées sur les profils d'ADN (ou recherches en parentèle) en droit suisse*, *Revue pénale suisse* 2013, 131, p. 144.

de trace, on pourra obtenir un profil complet (avec dix *loci* ou plus)¹⁰⁰, un profil partiel (moins de dix *loci*)¹⁰¹ ou un profil de mélange (c'est-à-dire une trace contenant l'ADN de plusieurs personnes)¹⁰². L'ADN d'une trace se dégrade à la lumière et à l'humidité. L'environnement où se trouve la trace est donc important à connaître pour l'interprétation des résultats, tout comme les conditions du prélèvement de la trace et de sa conservation. Une contamination par un ADN étranger est également fréquente, elle peut survenir sur la scène du crime, lors du transport, lors de la manipulation ou de l'analyse au laboratoire¹⁰³. Il est également possible d'avoir une erreur d'étiquetage lors de la collecte ou lors du traitement au laboratoire¹⁰⁴. Une erreur peut également survenir au moment de l'enregistrement du profil ADN dans la base de données (erreur de saisie)¹⁰⁵.

En laissant de côté les erreurs grossières¹⁰⁶, telles que l'utilisation non-conforme des instruments de laboratoire, le non-respect des procédures d'analyses, ou l'ignorance du personnel des principes scientifiques par manque de qualification, on se rend compte combien le travail d'interprétation des résultats est difficile pour l'expert. L'expert pourrait décider de rendre un résultat sans en donner la signification, ce qui est problématique, car sans interprétation, le résultat brut n'a pas de sens et pire encore, il pourrait faire croire que le résultat est donné avec une certitude maximale. L'expert pourrait rapporter son résultat en donnant une évaluation personnelle s'appuyant de son expérience, mais là encore, la conclusion est équivoque, puisqu'aucun fondement théorique n'est à la base de son raisonnement. Par contre, un résultat fondé sur des données chiffrées¹⁰⁷ semble le plus satisfaisant, car on y évalue la valeur probante (e.g. probabilité d'une coïncidence fortuite, probabilité liée au risque d'erreur dans l'analyse et l'interprétation du résultat). Les experts évaluent la force probante d'un indice en établissant un rapport de vraisemblance. Le rapport de vraisemblance est le ratio entre la probabilité d'observer les résultats si la proposition est vraie (e.g. probabilité pour que la trace d'ADN trouvée sur la scène du crime corresponde au suspect s'il est effectivement la source de la trace) et la probabilité d'observer les résultats si l'hypothèse alternative est vraie (e.g. probabilité d'observer une telle correspondance si un autre suspect est la source de la trace trouvée sur la scène du crime)¹⁰⁸. En d'autres termes, cela revient à évaluer le rapport entre l'hypothèse de l'accusation *versus* l'hypothèse de la défense. Ce ratio permet d'intégrer les possibilités d'erreurs dans l'évaluation de l'indice (e.g. erreur d'inattentions de l'analyste ayant pour conséquence une

¹⁰⁰ VUILLE JOËLLE, HICKS TACHA, KUHN ANDRÉ, *Les recherches familiales basées sur les profils d'ADN (ou recherches en parentèle) en droit suisse*, Revue pénale suisse 2013, 131, p. 145.

¹⁰¹ *Ibid.*, p. 145.

¹⁰² *Ibid.*, p. 145.

¹⁰³ BIEDERMANN ALEX, VUILLE JOËLLE, TARONI FRANCO, *Apprécier le risque d'erreur lors d'une analyse ADN : de la nécessité d'être concret*, Pratique juridique actuelle 2013, p. 1220.

¹⁰⁴ *Ibid.*, p. 1220.

¹⁰⁵ *Ibid.*, p. 1220.

¹⁰⁶ VUILLE JOËLLE, *A s'arracher les cheveux*, Revue de l'avocat 2015, p. 387.

¹⁰⁷ RODRIGUEZ EMILIE, *L'interprétation des preuves scientifiques par les tribunaux*, Revue suisse de criminologie 2013, 2, p. 23.

¹⁰⁸ MOREILLON LAURENT, VUILLE JOËLLE, BIEDERMANN ALEX, CHAMPOD CHRISTOPHE, *Les nouvelles lignes directrices du European Network of Forensic Sciences Institutes en matière d'évaluation et de communication des résultats d'analyses et d'expertises scientifiques*, Forum poenale 2017, 2, p. 107.

contamination ou des erreurs découlant de la conceptualisation de la technique scientifique)¹⁰⁹. Le rapport de vraisemblance est une valeur numérique allant de 0 à l'infini¹¹⁰. Une valeur supérieure à 1 signifie que l'indice scientifique soutient l'hypothèse de l'accusation, alors qu'un indice inférieur à 1 signifie que l'indice scientifique soutient l'hypothèse de la défense¹¹¹. Un rapport de vraisemblance de 1 signifie que l'indice scientifique soutient autant l'hypothèse de l'accusation que de la défense, il est donc non-pertinent¹¹². Une erreur dans l'interprétation du rapport de vraisemblance est très courante de la part des juges, mais également de la part des experts qui ont conduit les analyses, en confondant la probabilité de l'indice scientifique au vu de l'hypothèse et la probabilité de l'hypothèse au vu de l'indice¹¹³. Le rapport de vraisemblance n'évalue que la force de l'indice scientifique. En effet, un rapport de vraisemblance de 1000 signifie qu'il est 1000 fois plus probable d'observer une concordance entre une trace et le suspect, si celui-ci est la source de la trace plutôt que quelqu'un d'autre¹¹⁴. Tandis qu'un rapport de vraisemblance de 0.1 signifie qu'il est 10 fois moins probable d'observer une concordance entre la trace et le suspect, si celui-ci est la source de la trace plutôt que quelqu'un d'autre¹¹⁵. Pour faciliter la compréhension du rapport de vraisemblance, certains experts transcrivent le résultat numérique en une échelle verbale¹¹⁶ (e.g. un rapport de vraisemblance entre 1 et 10 signifie que l'indice supporte de manière *faible* l'hypothèse de l'accusation¹¹⁷ ; un rapport de vraisemblance entre 10 et 100 signifie que l'indice supporte de manière *modérée* l'hypothèse de l'accusation¹¹⁸ ; un rapport de vraisemblance entre 100 et 1000 signifie que l'indice supporte de manière *forte* l'hypothèse de l'accusation¹¹⁹ ; un rapport de vraisemblance supérieur à 1000 signifie que l'indice supporte de manière *très forte* l'hypothèse de l'accusation¹²⁰ ; etc.). Cette échelle verbale peut s'avérer problématique pour les parties, car elle est source d'interprétations et d'incompréhensions. La meilleure solution reviendrait à présenter un rapport de vraisemblance en terme numérique, accompagné de sa signification par le biais d'une échelle verbale¹²¹.

Un autre type d'erreur d'interprétation fréquente liée au résultat est celui du taux d'erreur découlant des instruments d'analyse. Pour tous types d'analyses, il y a un taux de « faux positif » (ou *a contrario* « faux négatif »), soit un résultat considéré comme « positif » alors qu'il n'en est rien. Un faux résultat positif peut provenir de la fixation d'un seuil de détection trop bas. Aucun instrument d'analyse ne

¹⁰⁹ VUILLE JOËLLE, *A s'arracher les cheveux*, Revue de l'avocat 2015, p. 390.

¹¹⁰ RODRIGUEZ EMILIE, *L'interprétation des preuves scientifiques par les tribunaux*, Revue suisse de criminologie 2013, 2, p. 24.

¹¹¹ *Ibid.*, p. 24.

¹¹² *Ibid.*, p. 24.

¹¹³ *Ibid.*, pp. 21 – 33.

¹¹⁴ MOREILLON LAURENT, VUILLE JOËLLE, BIEDERMANN ALEX, CHAMPOD CHRISTOPHE, *Les nouvelles lignes directrices du European Network of Forensic Sciences Institutes en matière d'évaluation et de communication des résultats d'analyses et d'expertises scientifiques*, Forum pénal 2017, 2, p. 107.

¹¹⁵ *Ibid.*, p. 107.

¹¹⁶ RODRIGUEZ EMILIE, *L'interprétation des preuves scientifiques par les tribunaux*, Revue suisse de criminologie 2013, 2, p. 24.

¹¹⁷ *Ibid.*, p. 24.

¹¹⁸ *Ibid.*, p. 24.

¹¹⁹ *Ibid.*, p. 24.

¹²⁰ *Ibid.*, p. 24.

¹²¹ *Ibid.*, p. 24.

peut avoir une fiabilité¹²² de 100%. A titre d'exemple, prenons l'éthylomètre qui n'indique un résultat positif que dans 95%¹²³ des cas où l'alcoolémie est effectivement trop élevée. A l'inverse, il indique également un résultat positif pour 5% des conducteurs qui sont en réalité sobres¹²⁴. Lors d'un contrôle de police, quelle est la probabilité pour qu'un conducteur soit effectivement ivre, sachant que le test est positif ? La réponse n'est pas aussi simple qu'on ne le pense et des erreurs de raisonnement sont très fréquentes, car la réponse à la question ne dépend pas uniquement de la fiabilité du test, mais également à la probabilité qu'un conducteur soit réellement ivre avant le test (soit au nombre de conducteurs ivres dans la population testée). Si dans la population testée, on estime qu'il n'y a qu'un conducteur sur mille (1/1000) qui conduit en état d'ivresse, et que 100'000 conducteurs sont testés, on aurait donc 100 conducteurs réellement ivres ($0.1 \times 100'000$) et 99'900 conducteurs sobres. Le test étant fiable qu'à 95%, cela signifie que sur les 100 conducteurs réellement ivres, seuls 95 conducteurs seront détectés comme étant positif au test (les 5 autres conducteurs qui sont réellement ivres auront un résultat négatif au test). Quant aux 99'900 conducteurs restants, 5% d'entre eux seront contrôlés positifs au test (faux positif), ce qui représente 4'995 conducteurs qui sont en réalité sobres. Si on met en rapport toutes les personnes contrôlées positivement au test, seuls 95 conducteurs parmi les 5090 ($= 95 + 4'995$) sont réellement ivres, soit une proportion de 1.9%. Par ailleurs, si dans cette même population, on estime qu'un conducteur sur deux (1/2) prend le volant en étant ivre (e.g. soir de fête), sur 100'000 conducteurs testés, il y aurait 50'000 conducteurs réellement ivres et 50'000 conducteurs sobres. Sur les 50'000 conducteurs ivres, 47'500 seront effectivement contrôlés positivement au test. Quant aux 50'000 conducteurs restants, 2'500 d'entre eux seront contrôlés positivement alors qu'ils sont en réalité sobres. En mettant en rapport toutes les personnes contrôlées positivement, on arrive à une proportion de 95% ($= 47'500 / (47'500 + 2'500)$) de personnes réellement ivres qui ont été effectivement contrôlées positives au test. A travers ces deux exemples¹²⁵, relativement simples et ne partant que d'une différence dans l'hypothèse initiale (i.e. 1/1000 ou 1/2 de conducteurs ivres), la proportion de conducteurs contrôlés positivement au test et étant réellement ivres est totalement dissemblable (i.e. 1.9 % vs. 95%) et peut sembler complètement contradictoire selon l'hypothèse posée au départ, alors que l'instrument utilisé est le même (i.e. éthylomètre avec une fiabilité à 95%). Dans les cas complexes en procédure pénale, où l'hypothèse initiale¹²⁶ peut être la combinaison de plusieurs hypothèses et que le nombre de manipulations au laboratoire dépend de nombreux instruments avec des fiabilités différentes, on se rend vite compte que la compréhension du résultat final comportant une combinaison de probabilités devient très difficile à saisir. L'analyse du résultat doit donc toujours se faire dans le contexte général de l'affaire, afin de comprendre la valeur des chiffres présentés. Dans l'évaluation

¹²² HUREAU JACQUES, *La preuve scientifique appliquée à l'expertise*, Académie nationale de chirurgie 2008, 7 (2), p. 77.

¹²³ Exemple illustratif tiré de VUILLE JOËLLE, *Les biais d'interprétation des expertises : le biais du procureur, le biais du défenseur et l'importance de la prise en compte des taux d'erreur des instruments d'analyse*, Circulation routière 2011, 2, pp. 34 – 39.

¹²⁴ *Ibid.*, p. 37.

¹²⁵ *Ibid.*, pp. 34 – 39.

¹²⁶ VUILLE JOËLLE, TARONI FRANCO, *Le juge et les probabilités – commentaire du jugement de l'Obergericht du canton de Zurich du 19 août 2008 dans la cause L. contre Stadtrichteramt Zürich*, Forum pénale 2009, 6, p. 367.

des preuves chiffrées, juristes et experts doivent collaborer. L'expert se doit de répondre au mieux à la question d'expertise, quant au juge, il devra assimiler le rapport d'expertise pour l'intégrer aux autres moyens de preuves, en évaluant son bien-fondé¹²⁷.

Sans connaissance approfondie de la problématique posée par les raisonnements probabilistes, les arguments présentés lors d'un procès pénal peuvent être entachés d'erreurs. L'histoire reporte de nombreux cas où le rôle des probabilités a été mal évalué et/ou mal compris¹²⁸, aboutissant à des condamnations arbitraires.

B. Les nouvelles technologies en médecine légale

La médecine légale en Suisse regroupe quatre domaines¹²⁹ : la médecine forensique, la toxicologie forensique, la génétique forensique et la médecine du trafic. Toutefois, les instituts peuvent avoir plus de quatre unités, comme c'est le cas au Centre universitaire romand de médecine légale (CURML)¹³⁰ : la médecine forensique (levée de corps, examen externe, autopsie, examens histologiques, expertises sur dossier), la génétique forensique¹³¹ (tests de parenté, identification de défunts inconnus, établissement de profils ADN, saisie des profils ADN dans le système national CODIS, identification de la nature d'un échantillon,), l'imagerie forensique (également appelée autopsie virtuelle, regroupant le MDCT, l'IRM, l'angiographie post-mortem, le scan 3D), la toxicologie forensique (recherche de substances ayant pu jouer un rôle dans la cause de la mort ou ayant pu modifier le comportement d'un individu), la médecine du trafic (évaluation de l'aptitude à la conduite, évaluation de la consommation de produits stupéfiants ou de médicaments dans le sang, les cheveux ou les urines), l'analyse du dopage (contrôle antidopage des athlètes), la psychiatrie forensique (évaluation de la responsabilité pénale, de la crédibilité des déclarations des mineurs ou de la dangerosité) et la médecine des violences (examens cliniques).

Les technologies associées à la médecine légale se sont énormément développées ces dernières années¹³², et ce, quel que soit le domaine de la médecine légale. L'inventaire de toutes les nouvelles

¹²⁷ CHAMPOD CHRISTOPHE, TARONI FRANCO, *Probabilités au procès pénal – risques et solutions*, Revue pénale suisse 1994, 112, p. 195.

¹²⁸ *Ibid.*, p. 196.

¹²⁹ SOCIÉTÉ SUISSE DE MÉDECINE LÉGALE, <https://www.sgrm.ch/fr/ssml-home/>, consulté le 11 décembre 2017.

¹³⁰ CENTRE UNIVERSITAIRE ROMAND DE MÉDECINE LÉGALE (CURML), *Les unités*, <http://cuml.ch/fr/les-unites>, consulté le 29 novembre 2017.

¹³¹ GAUTHIER JEAN, *Quelques remarques sur la liberté des preuves et ses limites en procédure pénale*, Revue pénale suisse 1990, 108, p. 184.

¹³² CECCHETTO GIOVANNI, BAJANOWSKI THOMAS, CECCHI ROSSANA, FAVRETTO DONATA, GRABHERR SILKE, ISHIKAWA TAKAKI, KONDO TOSHIKAZU, MONTISCI MASSIMO, PFEIFFER HEIDI, RIPPÀ BONATI MAURIZIO, SHOKRY DINA, VENNEMANN MARIELLE, FERRARA SANTO DAVIDE, *Back to the future – part. 1. The medico-legal autopsy from ancient civilization to the post-genomic era*, International journal of legal medicine 2017, 131, pp. 1069 – 1083.

techniques développées¹³³ ces dix dernières années dépasserait le cadre de ce travail. Toutefois, les nouvelles technologies en imagerie forensique¹³⁴ (notamment l'angiographie post-mortem) et en toxicologie forensique (notamment le développement d'instruments analytiques hautement spécifiques et sensibles)¹³⁵ seront abordées.

L'imagerie forensique permet de préparer l'autopsie (e.g. source de l'hémorragie interne, trajectoire balistique) et d'anticiper les dangers potentiels (e.g. corps étranger coupant, tuberculose, etc.)¹³⁶, ou encore permet de justifier une autopsie sur un bébé ou un enfant¹³⁷. L'imagerie forensique est également appelée autopsie virtuelle, car les examens sont en général rapides et pas ou peu invasifs, et permettent d'obtenir des preuves matérielles (images) faciles à comprendre pour des non-experts (i.e. magistrats, avocats, parties). Parmi les techniques d'imagerie médicale couramment utilisée en médecine légale, le MDCT (multidetector computed tomography ou CT-Scan ou scanner natif) permet la détection de fractures osseuses, corps étrangers, gaz à l'intérieur du corps¹³⁸. Par contre, cette technique ne donne pas de contraste sur les organes et tissus mous, pas de visualisation des vaisseaux sanguins, vaisseaux collabés, seulement les lésions sur de grands vaisseaux peuvent être suspectées¹³⁹. L'IRM (imagerie par résonance magnétique) permet la visualisation des tissus mous (organes abdominaux, cœurs, cerveau, etc.) et donne des informations sur d'éventuelles pathologies, anomalies congénitales ou traumatismes dus à un accident¹⁴⁰. Les outils de visualisation en 2D et 3D (technique empruntée de l'industrie automobile)¹⁴¹ tels que photographie, photogrammétrie et scan de surface 3D permettent de scanner des corps entiers puis de reconstituer la scène de crime, la

¹³³ KLOOSTERMAN ATE, MAPES ANNA, GERADTS ZENO, VAN EIJK ERWIN, KOPER CAROLA, VAN DEN BERG JORRIT, VERHEIJ SASKIA, VAN DER STEEN MARCEL, VAN ASTEN ARIAN, *The interface between forensic science and technology : how technology could cause a paradigm shift in the role of forensic institutes in the criminal justice system*, Philosophical transactions royal society B 2015, 370 (1674), p. 1.

¹³⁴ FERRARA SANTO DAVIDE, CECCHETTO GIOVANNI, CECCHI ROSSANA, FAVRETTO DONATA, GRABHERR SILKE, ISHIKAWA TAKAKI, KONDO TOSHIHAZU, MONTISCI MASSIMO, PFEIFFER HEIDI, RIPPA BONATI MAURIZIO, SHOKRY DINA, VENNEMANN MARIELLE, BAJANOWSKI THOMAS, *Back to the future – part. 2. Post-mortem assessment and evolutionary role of the bio-medicolegal sciences*, International journal of legal medicine 2017, 131, p. 1093.

¹³⁵ *Ibid.*, p. 1087.

¹³⁶ GRABHERR SILKE, LESTA DEL MAR MARIA, RIZZO ELENA, MANGIN PATRICE, BOLLMANN MARC, *L'imagerie forensique*, Revue médicale suisse 2008, 4, p. 1611.

¹³⁷ KRENTZ BEATRIZ V., ALAMO LEONOR, GRIMM JOCHEN, DÉDOUIT FABRICE, BRUGUIER CHRISTINE, CHEVALLIER CHRISTINE, EGGER CORALINE, DA SILVA LUIZ F. F., GRABHERR SILKE, *Performance of post-mortem CT compared to autopsy in children*, International journal of legal medicine 2016, 130, p. 1089.

¹³⁸ GRABHERR SILKE, LESTA DEL MAR MARIA, RIZZO ELENA, MANGIN PATRICE, BOLLMANN MARC, *L'imagerie forensique*, Revue médicale suisse 2008, 4, p. 1610.

¹³⁹ GRABHERR SILKE, *Nouveaux outils en médecine légale : l'angiographie post-mortem*, Revue médicale suisse 2016, http://titan.medhyg.ch/mh/formation/colloques-rms/20161124-S_Grabherr/, consulté le 28 novembre 2017.

¹⁴⁰ GRABHERR SILKE, LESTA DEL MAR MARIA, RIZZO ELENA, MANGIN PATRICE, BOLLMANN MARC, *L'imagerie forensique*, Revue médicale suisse 2008, 4, pp. 1611.

¹⁴¹ GRABHERR SILKE, *Nouveaux outils en médecine légale : l'angiographie post-mortem*, Revue médicale suisse 2016, http://titan.medhyg.ch/mh/formation/colloques-rms/20161124-S_Grabherr/, consulté le 28 novembre 2017.

victime ou encore l'arme du crime par ordinateur¹⁴². Ces modèles sont particulièrement utiles pour la reconstruction de mécanismes (e.g. en cas d'accident de la circulation, détermination de l'arme du crime, etc.) Une des techniques d'imagerie forensique qui a connu un développement important ces dernières années est l'angiographie post-mortem¹⁴³ (angio-CT post-mortem, multi-phase post-mortem computed tomography angiography, MPMCTA). Cette technique permet de visualiser le système vasculaire (artères et veines) et ainsi déterminer la source d'une hémorragie ou la trajectoire de coups de couteau dans le cœur qui serait difficilement identifiable par autopsie, à cause des infiltrations de sang¹⁴⁴. Historiquement, des moulages en cire¹⁴⁵ s'effectuaient sur des organes creux isolés, puis pour visualiser les vaisseaux sanguins différentes substances étaient injectées, qui après injections durcissaient. Les organes devaient être prélevés des corps 24h après le décès, ce qui limitait beaucoup l'utilisation. Les premiers travaux d'angiographie post-mortem modernes datent de 2006¹⁴⁶, puis la technique s'est constamment améliorée grâce au groupe de recherche du Centre universitaire de médecine légale (CURML) de Lausanne¹⁴⁷. En 2009, le CURML dispose d'un groupe de recherche ayant pour but¹⁴⁸ de développer l'angiographie post-mortem, afin que la technique puisse être utilisée en routine dans les investigations médico-légales. Pour atteindre cet objectif, des protocoles standardisés ont été développés¹⁴⁹, puis validés, au sein du CURML, mais également dans d'autres pays d'Europe et du monde entier. Cette technique est à présent utilisable sur le corps entier (et plus seulement sur des organes isolés)¹⁵⁰. Le problème de l'extravasation du liquide de contraste a été résolu (en l'absence de circulation sanguine, le liquide de contraste s'infiltrait dans les

¹⁴² GRABHERR SILKE, LESTA DEL MAR MARIA, RIZZO ELENA, MANGIN PATRICE, BOLLMANN MARC, *L'imagerie forensique*, Revue médicale suisse 2008, 4, p. 1613.

¹⁴³ FERRARA SANTO DAVIDE, CECCHETTO GIOVANNI, CECCHI ROSSANA, FAVRETTO DONATA, GRABHERR SILKE, ISHIKAWA TAKAKI, KONDO TOSHIHAZU, MONTISCI MASSIMO, PFEIFFER HEIDI, RIPPA BONATI MAURIZIO, SHOKRY DINA, VENNEMANN MARIELLE, BAJANOWSKI THOMAS, *Back to the future – aprt. 2. Post-mortem assessment and evlotionary role of the bio-medicolegal sciences*, International journal of legal medicine 2017, 131, p. 1094.

¹⁴⁴ GRABHERR SILKE, DOMINGUEZ ALEJANDRO, MANGIN PATRICE, *L'angio-CT post-mortem : un nouvel outil diagnostique*, Revue médicale suisse 2011, 7, p. 1509.

¹⁴⁵ GRABHERR SILKE, DJONOV VALENTIN, YEN KATHRIN, THALI MICHAEL J., DIRNHOFFER RICHARD, *Postmortem angiography : review of former and current methods*, American journal of roentgenology 2007, 188, p. 832.

¹⁴⁶ JACKOWSKI CHRISTIAN, PERSSON ANDERS, THALI MICHAEL J., *Whole body postmortem angiography with a high viscosity contrast agent solution using poly ethylene glycol as contrast agent dissolver*, Journal of forensic sciences 2008, 53 (2), pp. 465 – 468 ; JOLIBERT MARIANNE, COHEN F., BARTOLI C., BOVAL C., VIDAL V., GAUBERT J.-Y., MOULIN G., PETIT P., BARTOLI J.-M., LEONETTI G., GORINCOUR G., *Angioscanner post-mortem : faisabilité de l'abord artériel sous guidage échographique*, Journal de radiologie 2011, 92, pp. 446 – 449 ; SAUNDERS SARAH L., MORGAN BRUNO, RAJ VIMAL, ROBINSON CLAIRE E., RUTTY GUY N., *Targeted post-mortem computed tomography cardiac angiography : proof of concept*, International journal of legal medicine 2011, 125 (4), pp. 609 – 616.

¹⁴⁷ GRABHERR SILKE, DOMINGUEZ ALEJANDRO, MANGIN PATRICE, *L'angio-CT post-mortem : un nouvel outil diagnostique*, Revue médicale suisse 2011, 7, p. 1508.

¹⁴⁸ GRABHERR SILKE, *Nouveaux outils en médecine légale : l'angiographie post-mortem*, Revue médicale suisse 2016, http://titan.medhyg.ch/mh/formation/colloques-rms/20161124-S_Grabherr/, consulté le 28 novembre 2017.

¹⁴⁹ GRABHERR SILKE, DOENZ FRANCESCO, STEGER BEAT, DIRNHOFFER RICHARD, DOMINGUEZ ALEJANDRO, SOLLBERGER BARBARA, GYGAX ERICH, RIZZO ELENA, CHEVALLIER CHRISTINE, MEULI RETO, MANGIN PATRICE, *Multi-phase post-mortem CT angiography : development of a standardized protocol*, International journal of legal medicine 2011, 125, p. 791.

¹⁵⁰ GRABHERR SILKE, DOMINGUEZ ALEJANDRO, MANGIN PATRICE, *L'angio-CT post-mortem : un nouvel outil diagnostique*, Revue médicale suisse 2011, 7, p. 1508.

tissus avoisinants ce qui rendait l'angiographie inexploitable)¹⁵¹ et le protocole de l'examen s'est simplifié rendant la technique plus facilement praticable. Le délai post-mortem très court (moins de 24h)¹⁵² a également pu être résolu, permettant d'utiliser la méthode même sur des corps présentant une altération cadavérique¹⁵³. Pour pouvoir effectuer une angiographie post-mortem sur un corps entier, une pompe à circulation extracorporelle est utilisée, afin de rétablir la circulation sanguine¹⁵⁴. Quant au choix du liquide de contraste, celui-ci doit être huileux pour ne pas diffuser. Du matériel technique adapté a été développé avec la collaboration de l'entreprise suisse Fumedica SA, telles que la solution de contraste *Angiofil® Macro*¹⁵⁵, la pompe à perfusion *Virtangio® Machine*, ainsi que le matériel d'injection prêt à l'emploi *Virtangio® Tubing Set*. Tout ce matériel spécifique à l'angiographie post-mortem est à présent disponible dans le commerce. Il permet de faciliter les gestes techniques et d'enregistrer automatiquement tous les paramètres (scan natif, système artériel, système veineux, circulation sanguine)¹⁵⁶. L'angiographie post-mortem présente de nombreux avantages, elle permet de visualiser l'entier du système vasculaire pour diagnostiquer des pathologies vasculaires (e.g. embolie, thrombose, infarctus) ou de déterminer la source hémorragique, sans devoir ouvrir le corps (e.g. lésions par arme blanche, lésions balistiques). Toutefois, l'angiographie post-mortem présente aussi quelques limitations. La qualité des images obtenues peut dépendre du protocole d'injection utilisé¹⁵⁷, il est donc essentiel qu'un protocole soit établi, standardisé¹⁵⁸ et suivi correctement. Des artefacts peuvent apparaître, rendant l'interprétation erronée¹⁵⁹. L'angiographie post-mortem ne remplace pas l'autopsie, mais elle est complémentaire. Dans le cas d'un caillot de sang, celui-ci peut être dû à une pathologie vasculaire, mais il peut également s'être formé post-mortem. Dans ce cas, une autopsie est essentielle pour déterminer l'origine du caillot. L'utilisation de liquide de contraste peut également influencer les analyses toxicologiques, il est donc important d'en tenir compte pour ne

¹⁵¹ GRABHERR SILKE, DOMINGUEZ ALEJANDRO, MANGIN PATRICE, *L'angio-CT post-mortem : un nouvel outil diagnostique*, Revue médicale suisse 2011, 7, p. 1508.

¹⁵² *Ibid.*, p. 1508.

¹⁵³ *Ibid.*, p. 1509.

¹⁵⁴ GRABHERR SILKE, GYGAX ERICH, SOLLBERGER BARBARA, ROSS STEFFEN, OESTERHELWEG LARS, BOLLIGER STEPHAN, CHRISTE ANDREAS, DJONOV VALENTIN, THALI MICHAEL J., DIRNHOFFER RICHARD, *Two-step postmortem angiography with a modified heart-lung machine : preliminary results*, American journal of roentgenology 2008, 190, p. 346.

¹⁵⁵ GRABHERR SILKE, DJONOV VALENTIN, FRIESS ARMIN, THALI MICHAEL J., RANNER GERHARD, VOCK PETER, DIRNHOFFER RICHARD, *Postmortem angiography after vascular perfusion with diesel oil and a lipophilic contrast agent*, American journal of roentgenology 2006, 187, p. 515 ; GRABHERR SILKE, HESS ANDREAS, KAROLCZAK MAREK, THALI MICHAEL J., FRIESS SEBASTIAN D., KALENDER WILLI A., DIRNHOFFER RICHARD, DJONOV VALENTIN, *Angiofil-mediated visualization of the vascular system by microcomputed tomography : a feasibility study*, Microscopy research and technique 2008, 71 (7), p. 551 ; GRABHERR SILKE, DOMINGUEZ ALEJANDRO, MANGIN PATRICE, *L'angio-CT post-mortem : un nouvel outil diagnostique*, Revue médicale suisse 2011, 7, p. 1508.

¹⁵⁶ GRABHERR SILKE, DOMINGUEZ ALEJANDRO, MANGIN PATRICE, *L'angio-CT post-mortem : un nouvel outil diagnostique*, Revue médicale suisse 2011, 7, p. 1508.

¹⁵⁷ *Ibid.*, p. 1508.

¹⁵⁸ GRABHERR SILKE, DOENZ FRANCESCO, STEGER BEAT, DIRNHOFFER RICHARD, DOMINGUEZ ALEJANDRO, SOLLBERGER BARBARA, GYGAX ERICH, RIZZO ELENA, CHEVALLIER CHRISTINE, MEULI RETO, MANGIN PATRICE, *Multi-phase post-mortem CT angiography : development of a standardized protocol*, International journal of legal medicine 2011, 125, p. 791.

¹⁵⁹ GRABHERR SILKE, DOMINGUEZ ALEJANDRO, MANGIN PATRICE, *L'angio-CT post-mortem : un nouvel outil diagnostique*, Revue médicale suisse 2011, 7, p. 1509.

pas fausser les résultats analytiques. Le *Gold Standard* aujourd'hui n'est plus l'autopsie, mais la combinaison entre l'autopsie et l'imagerie¹⁶⁰.

Quant à la toxicologie forensique, elle a pour but de rechercher des substances ayant pu jouer un rôle dans la cause de la mort ou ayant pu modifier le comportement d'un individu¹⁶¹. La chimie analytique a connu un essor considérable depuis les années 2000, grâce au développement des techniques d'extraction, des sciences séparatives (*i.e.* chromatographie en phase liquide et gazeuse) et la spectrométrie de masse. Le couplage de ces différentes méthodes entre elles permet d'obtenir des analyses très sensibles (*i.e.* analyse possible d'une substance présente sous forme de trace) et spécifiques (*i.e.* instruments permettant de déterminer un composé précis parmi beaucoup d'autres contenus dans une matrice complexe), sur une multitude de substances (*i.e.* diverses familles de molécules analysables, telles que des stupéfiants, médicaments, pesticides, produits détergents, marqueurs biologiques, etc.) et pour une grande variété d'échantillons (*e.g.* sang, urine, cheveu, muscle, contenu gastrique, larves nécrophages, etc.). Le développement analytique a également permis de réduire drastiquement le temps d'acquisition des données, allant de plusieurs heures à quelques minutes pour certaines analyses¹⁶², ainsi qu'une diminution des quantités d'échantillons nécessaires à la réalisation d'une analyse (*e.g.* quelques microlitres voire nanolitres d'humeur vitrée suffisent aujourd'hui). L'automatisation de nombreuses étapes analytiques, allant de la préparation de l'échantillon jusqu'à l'acquisition des données, a permis de réduire considérablement le temps et le nombre de manipulations par les techniciens.

A partir des échantillons biologiques prélevés, des tests préliminaires peuvent être directement effectués, afin d'avoir une première orientation toxicologique (*i.e.* tests immunologiques, réactions chimiques). Ces tests doivent être simples et rapides, mais suffisamment sélectifs et sensibles, afin de limiter le risque de faux-positifs et de faux-négatifs. Ces tests préliminaires tendent à être remplacés par des tests plus complexes, car ils présentent une fiabilité très limitée. Le nombre de substances à analyser ne cesse de croître (*e.g.* de nouvelles molécules apparaissent chaque jour sur le marché – médicaments, produits dopants, stupéfiants, etc.). Ces composés ont des propriétés physico-chimiques très différentes les uns des autres, et les doses détectables dans le sang ou dans les autres fluides biologiques sont de plus en plus faibles, ce qui nécessite des techniques analytiques plus spécifiques et sensibles que les tests préliminaires. Une étape de préparation d'échantillon est requise, afin d'éliminer la matrice (*e.g.* kératine du cheveu, protéines du sang, etc.) qui peut interférer avec le composé à analyser et d'éviter que l'échantillon biologique ne bouche la colonne chromatographique ou n'encrasse le détecteur, mais également pour concentrer le composé

¹⁶⁰ GRABHERR SILKE, *Nouveaux outils en médecine légale : l'angiographie post-mortem*, Revue médicale suisse 2016, http://titan.medhyg.ch/mh/formation/colloques-rms/20161124-S_Grabherr/, consulté le 28 novembre 2017.

¹⁶¹ AUGSBURGER MARC, STAUB CHRISTIAN, *La toxicologie forensique, une discipline scientifique en plein essor*, Revue Médicale Suisse 2008, 4, p. 1605.

¹⁶² NGUYEN DAO T.-T, GUILARME DAVY, RUDAZ SERGE, VEUTHEY JEAN-LUC, *New trends in fast liquid chromatography*, Chimia 2007, 4, 186 – 189.

d'intérêt. Parmi les types de préparation d'échantillons les plus utilisés¹⁶³, il y a la simple dilution (dilute and shoot), la précipitation de protéines (protein precipitation - PP), l'extraction sur phase solide (solid-phase extraction - SPE), l'extraction liquide-liquide (liquid-liquid extraction - LLE). Ces dernières années, de nombreuses solutions technologiques (plaques 96 puits, utilisation de robots, manifold avec pression positive) ont été proposées pour automatiser ces procédures de préparation d'échantillon, les rendre plus facile d'utilisation et plus robustes. Le choix de la méthode de préparation d'échantillon dépend des propriétés physico-chimiques du/des composé(s) à extraire et de la méthode analytique utilisée par la suite. Une fois l'étape de préparation d'échantillon réalisée, l'échantillon est généralement analysé par chromatographie en phase gazeuse (GC) ou chromatographie en phase liquide (LC) couplée à un spectromètre de masse (MS). Les composés volatils (e.g. alcools, anesthésiques, monoxyde de carbone, GHB, etc.) sont facilement analysés par GC, tandis que les composés solides ou liquides (e.g. psychotropes, antalgiques, stupéfiants, pesticides, etc.) sont séparés par LC, mais une majorité d'entre eux peut aussi être analysée par GC après dérivation. L'apparition de la chromatographie rapide et/ou ultra-rapide (i.e. fast-GC, UHPLC, etc.) a permis de réduire les temps d'analyse jusqu'à vingt fois par rapport à une méthode conventionnelle¹⁶⁴. Pour améliorer le pouvoir de séparation¹⁶⁵, il est également possible d'utiliser la GCxGC ou LCxLC, qui consiste à utiliser deux types de colonnes chromatographiques complémentaires (polarités et longueurs distinctes). En complément à la GC et LC, la technique de la chromatographie en phase supercritique¹⁶⁶ (SFC) est réapparue sur le marché ces dernières années (meilleure performance, plus fiable et robuste que les instruments du passé) pour apporter une alternative aux composés qui ne sont pas totalement compatibles avec la GC ou LC. Finalement, la spectrométrie de masse (MS) est considérée comme le détecteur le plus performant à l'heure actuelle, car il permet de détecter et d'identifier les molécules d'intérêts par rapport à leur rapport masse sur charge (m/z). Il a l'avantage d'être universel, ce qui signifie que du moment qu'une molécule peut être chargée (ce qui est le cas de la plupart des molécules), elle peut être détectée, contrairement aux autres détecteurs qui sont, par exemple, limités aux composés chromophores (i.e. spectrophotomètre UV) ou aux composés comportant un atome d'azote ou de phosphore (i.e. nitrogen-phosphorous detector - NPD). Le MS est également très sensible, et selon l'analyseur (e.g. simple quadripôle, trappe d'ions, temps de vol, orbitrap), il peut détecter des quantités de l'ordre de quelques picogrammes, soit 10^{-12} g, voire moins. Si la molécule recherchée n'est pas identifiée (e.g. on soupçonne une substance provoquant une amnésie, mais on ne sait pas encore laquelle), une recherche plus large est effectuée (e.g. criblage des somnifères, neuroleptiques, hallucinogènes,

¹⁶³ NICOLI RAUL, GUILLARME DAVY, LEUENBERGER NICOLAS, BAUME NORBERT, ROBINSON NEIL, SAUGY MARTIAL, VEUTHEY JEAN-LUC, *Analytical strategies for doping control purposes : needs, challenges, and perspectives*, Analytical chemistry 2016, 88, p. 510.

¹⁶⁴ NGUYEN DAO T.-T., GUILLARME DAVY, RUDAZ SERGE, VEUTHEY JEAN-LUC, *Validation of an ultrat-fast UPLC-UV method for the separation of anti-tuberculosis tablets*, Journal of separation science 2008, 30, pp. 1050 – 1056.

¹⁶⁵ NICOLI RAUL, GUILLARME DAVY, LEUENBERGER NICOLAS, BAUME NORBERT, ROBINSON NEIL, SAUGY MARTIAL, VEUTHEY JEAN-LUC, *Analytical strategies for doping control purposes : needs, challenges, and perspectives*, Analytical chemistry 2016, 88, p. 512.

¹⁶⁶ *Ibid.*, p. 514.

etc.), puis à l'aide des banques de données de spectres de masse, l'identité du composé pourra être déterminée (e.g. acide 4-hydroxybutanoïque, vendu sous le nom de Xyrem[®] pour le traitement de la narcolepsie, ou détourné et utilisé comme la drogue du violeur connu sous le nom de GHB), pour ensuite pouvoir être dosée par une méthode de confirmation plus spécifique et sensible. Selon le degré de complexité de l'analyse, le couplage entre la méthode séparative et le spectromètre de masse se fera avec un analyseur simple (GC-MS ou LC-MS) ou en mode tandem (GC-MS/MS ou LC-MS/MS). L'utilisation de MS en mode tandem présente l'avantage d'être très sélectif, et donc particulièrement adapté pour les échantillons complexes. Le choix et le moment du prélèvement de l'échantillon¹⁶⁷ sont également très importants, car certaines substances se dégradent très vite dans le corps (e.g. le GHB n'est plus détectable¹⁶⁸ dans le sang après 4 à 6h, mais dans les urines, le GHB peut être identifié jusqu'à 10 à 12h, etc.) Les conditions du prélèvement de l'échantillon est également très importantes, car la stabilité des composées peut varier selon le mode de conservation (e.g. dégradation de l'ADN à la lumière, hausse du pH sur un échantillon de sang à cause du dégagement de CO₂, etc.)¹⁶⁹ Si des mèches de cheveux sont utilisées, il est important pour l'analyste de connaître le site du prélèvement, car la vitesse de pousse des cheveux n'est pas la même selon la zone du cuir chevelu¹⁷⁰. Les contaminations chimiques sont en effet fréquentes, c'est pourquoi il est important que le toxicologue puisse avoir un maximum d'informations sur le contexte général pour pouvoir orienter ses analyses. Dans le cas d'un corps en décomposition, il est important pour le toxicologue de savoir à quel moment l'échantillon biologique a été prélevé, car au fur et à mesure de la putréfaction, les concentrations d'acides palmitique, linoléique et stéarique, de diocylphthalate, de squalène et de cholestérol augmentent¹⁷¹. Si les échantillons biologiques sont prélevés après une angiographie post-mortem, cette information doit être transmise au toxicologue, car les liquides de contraste peuvent interférer dans les résultats d'analyse. Dans la détermination de cannabinoïdes contenus dans les cheveux, le contexte général de la victime permettra de savoir si la source est due principalement à une consommation personnelle ou si une exposition environnementale est également possible.

C. L'appréciation du juge face à l'émergence des nouvelles preuves scientifiques

En 1992, l'organisme Innocent Project¹⁷² voit le jour aux Etats-Unis. Cette organisation à but non lucratif (affiliée à la *Benjamin N. Cardoso School of Law* de l'Université de Yeshiva à New York) œuvre à démontrer l'innocence de personnes condamnées à tort, en recourant à des contre-

¹⁶⁷ AUGSBURGER MARC, STAUB CHRISTIAN, *La toxicologie forensique, une discipline scientifique en plein essor*, Revue Médicale Suisse 2008, 4, p. 1606.

¹⁶⁸ *Ibid.*, p. 1606.

¹⁶⁹ NICOLAS OLIVIER, ROBERT DAMIEN, KELLY MARIE T., BRESSOLLE FRANÇOISE, *Traitements de l'échantillon biologique avant l'analyse chromatographique. Application à la pharmacocinétique et à la toxicologie*, Annales de toxicologie analytique 2004, 16 (3), p. 201.

¹⁷⁰ *Ibid.* p. 201.

¹⁷¹ *Ibid.* p. 201.

¹⁷² INNOCENCE PROJECT, <https://www.innocenceproject.org>, consulté le 29 novembre 2017.

expertises basées sur des tests ADN. A ce jour, des organismes similaires à Innocent Project se sont multipliés dans le monde, invalidant des milliers d'expertises menées antérieurement. Toutefois, comme il a été exposé précédemment, la science n'est pas fiable à 100% et ne pourra jamais l'être. Des erreurs peuvent se trouver à tous les niveaux de l'analyse scientifique (e.g. erreurs de raisonnement, erreurs statistiques, erreurs des instruments de mesure, erreurs dans les manipulations, etc.) Enfin, l'intuition et le sens commun ne peuvent se substituer aux lois des probabilités.

L'*European Network of Forensic Science Institutes* (ENFSI) est un organisme regroupant tous les laboratoires forensiques européens. Son rôle est d'améliorer l'échange d'informations (Union européenne, Europol, CEPOL, Eurojust, Interpol) et d'améliorer la qualité de la prestation médico-légale en Europe¹⁷³. Face à l'émergence des nouvelles preuves scientifiques, l'ENFSI a publié en 2015 des lignes directrices (*ENFSI guideline for evaluative reporting in forensic science*¹⁷⁴) visant à unifier les méthodes de travail et la communication d'analyses des scientifiques agissant comme experts judiciaires. Le but de ces lignes directrices est de rendre les rapports scientifiques plus robustes scientifiquement, plus neutres du point de vue des parties, et plus transparents¹⁷⁵. Il est recommandé que le magistrat et l'expert se concertent pour formuler la question d'expertise (neutre, précise et détaillée), afin que ce dernier ait tous les éléments pour mener à bien son expertise, et exposer le résultat obtenu dans son contexte général¹⁷⁶. Le document de l'ENFSI indique qu'il est nécessaire de considérer au moins deux hypothèses (l'une avancée par l'accusation, l'autre avancée par la défense), afin que l'indice scientifique puisse être évalué dans son contexte. La valeur probante de l'indice scientifique doit être exprimée sous forme de rapport de vraisemblance (force probante). L'ENFSI préconise l'utilisation de probabilités dans la présentation des résultats plutôt que de proclamer des certitudes (implicitement ou explicitement)¹⁷⁷. Le concept de probabilité permet ainsi d'estimer le degré d'incertitude lié aux analyses faites par l'expert. Pour terminer, le guide de l'ENFSI conseille aux magistrats et aux experts de se poser trois questions¹⁷⁸ : à quelle personne ou à quel objet la trace peut être rattachée (= source), comment la trace a été déposée à l'endroit où elle a été retrouvée (= activité), le suspect est-il l'auteur de l'infraction (= éléments constitutifs du délit). Ces questions permettent de prendre en compte la pertinence de l'indice scientifique non seulement au niveau de la source, mais également au niveau de l'activité¹⁷⁹. Pour aider les utilisateurs du guide ENFSI, des cas concrets (réels) sont présentés (e.g. traces d'ADN, bris de verre, enregistrement audio, traces de semelle, enregistrement provenant d'une caméra de surveillance, résidus de balle)

¹⁷³ EUROPEAN NETWORK OF FORENSIC SCIENCE INSTITUTES (ENFSI), <http://enfsi.eu>, consulté le 28 novembre 2017.

¹⁷⁴ EUROPEAN NETWORK OF FORENSIC SCIENCE INSTITUTES (ENFSI), *ENFSI guideline for evaluative reporting in forensic science*, http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/m1_guideline.pdf, consulté le 28 novembre 2017.

¹⁷⁵ MOREILLON LAURENT, VUILLE JOËLLE, BIEDERMANN ALEX, CHAMPOD CHRISTOPHE, *Les nouvelles lignes directrices du European Network of Forensic Sciences Institutes en matière d'évaluation et de communication des résultats d'analyses et d'expertises scientifiques*, *Forumpoenale* 2017, 2, p. 110.

¹⁷⁶ *Ibid.*, p. 106.

¹⁷⁷ *Ibid.*, p. 108.

¹⁷⁸ *Ibid.*, p. 109.

¹⁷⁹ *Ibid.*, p. 109.

avec des indications sur le contenu à faire figurer dans le rapport d'expertise. Un modèle (*audit template*) est également proposé aux magistrats et avocats pour les guider dans l'évaluation des rapports d'expertise.

L'utilisation des probabilités et des statistiques pour l'interprétation des résultats scientifiques pose de nouvelles difficultés, non seulement auprès des magistrats et avocats de la défense, mais également auprès des experts scientifiques. Une étude datant de 2010¹⁸⁰ montre que les rapports d'expertise forensique comportant des probabilités (*i.e.* rapport de vraisemblance, taux d'erreur) sont souvent mal compris. Non seulement les erreurs de raisonnement sont très fréquentes, mais les juges, avocats ainsi que les experts surestiment leurs capacités dans le domaine du raisonnement probabiliste. L'étude indique que 56% des juges, 59% des avocats de la défense et 85% des experts scientifiques prétendent avoir une compréhension parfaite ou quasi parfaite des cas présentés (auto-estimation de leurs connaissances dans le domaine du raisonnement probabiliste). Pourtant, la corrélation entre les performances auto-estimées et la réelle compréhension des conclusions des rapports médico-légaux montre qu'elle est faible, voire inexistante¹⁸¹. En clair, une majorité des magistrats, avocats et experts judiciaires semblent croire qu'ils comprennent les conclusions des rapports médico-légaux, alors qu'ils ne sont pas conscients qu'ils surestiment leur pouvoir de compréhension. Bien que cette étude n'ait porté que sur un nombre limité de participants (69 avocats, 118 juges et 98 experts)¹⁸², proposant l'analyse de cas fictifs (mais élaborés à partir de cas réels), effectuée uniquement aux Pays-Bas, ces chiffres montrent que magistrats, avocats et experts doivent rester prudents dans l'analyse et l'interprétation des résultats.

Le juge ne doit pas vivre dans l'illusion que la science est exacte, mais doit constamment évaluer la valeur probante des indices scientifiques présentés. L'expert scientifique ne doit pas perdre de vue le contexte général de l'affaire, il doit pouvoir intégrer tous les éléments dans son analyse, et remettre constamment ses hypothèses en question. Ensemble, ils doivent dialoguer, afin de s'assurer d'avoir tout pris en compte, y compris les éventuelles incohérences.

Pour bien exploiter les indices matériels, il faut connaître leur valeur probante, leur signification dans l'enquête, et de quelle manière ils peuvent le mieux contribuer à aider la justice¹⁸³.

Conclusion

¹⁸⁰ DE KEIJSER JAN, ELFFERS HENK, *Understanding of forensic expert reports by judges, defense lawyers and forensic professionals*, Psychology, crime & law 2012, 18 (2), pp. 191 – 207.

¹⁸¹ *Ibid.*, p. 202.

¹⁸² *Ibid.*, p. 194.

¹⁸³ GALLUSSER ALAIN, *Recherche sur la perception par les magistrats de l'indice matériel comme moyen de preuve*, Revue pénale suisse 1999, 117, p. 67.

La question des erreurs se pose dans toutes les disciplines forensiques. La preuve scientifique (e.g. ADN, dosage toxicologique, etc.) n'est pas et ne sera jamais susceptible d'établir à elle seule la culpabilité d'un suspect, elle doit être corroborée par d'autres preuves. Seul un faisceau d'indices peut tendre à établir la culpabilité d'un suspect.

Il est actuellement très difficile de connaître les taux d'erreur des laboratoires ou même simplement de juger la qualité de leur travail¹⁸⁴. Les performances d'un laboratoire dans les tests de compétence ne sont que rarement dévoilées. Evoquer la possibilité d'une erreur ne doit pas avoir pour conséquence d'écarter totalement la preuve, il faut en cerner la probabilité afin de pouvoir évaluer le risque. L'expert exprime la force probante de ses résultats sous forme de probabilité (évaluation de l'incertitude). Dès lors, la preuve scientifique repose non seulement sur la qualité de l'expert, mais également sur la capacité du juge à comprendre les événements incertains¹⁸⁵. Ne pas s'interroger sur la valeur probante d'un indice trouvé sur la scène de crime ou ne pas mettre l'indice dans son contexte, suggérerait que le juge accepte sans réserve les conclusions de l'expertise.

L'évolution technologique ne touche pas que les laboratoires scientifiques, mais également le quotidien des avocats. Selon une étude effectuée en 2013, dans le cadre professionnel, 91% des avocats utilisent un smartphone, 31% utilisent un serveur informatique à distance (*cloud computing*) et 78% sont actifs sur les réseaux sociaux¹⁸⁶. A cela, s'ajoute les tous derniers développements technologiques à usage juridique¹⁸⁷, on retiendra *DoNotPay*, *Ross Intelligence* et *Rocket Lawyer*.

En 2015, un jeune étudiant britannique¹⁸⁸ met au point un programme informatique, intitulé *DoNotPay*¹⁸⁹, en libre accès sur internet, permettant d'élaborer une argumentation juridique pour contester des contraventions de stationnement. Le programme pose une série de questions à l'utilisateur pour évaluer s'il est possible de contester la contravention. Si c'est le cas, le programme proposera alors un courrier reprenant les informations utiles en expliquant pourquoi la contravention doit être annulée. L'interface est facile à utiliser (similaire à des échanges sur *Whatsapp* ou *Facebook messenger*). Il suffit au client de poser sa question, comme s'il parlait à un vrai avocat, avec l'avantage d'avoir une réponse 24h/24 et 7j/7, puisqu'il s'agit d'un programme informatique. Depuis son lancement au Royaume-Uni, puis aux Etats-Unis, 375'000 contraventions auraient été annulées

¹⁸⁴ BIEDERMANN ALEX, VUILLE JOËLLE, TARONI FRANCO, *Apprécier le risque d'erreur lors d'une analyse ADN : de la nécessité d'être concret*, Pratique juridique actuelle 2013, p. 1223.

¹⁸⁵ BROSSARD RAPAHÉL, *Plus de sécurité – moins de liberté ? Les techniques d'investigation et de preuve en question*, Revue suisse de criminologie 2003, 2, p. 60.

¹⁸⁶ BURRUS LOUIS, *Technologie et avocature : Ross, predictive coding et big data*, Revue de l'avocat 2016, p. 328.

¹⁸⁷ GURTNER JEROME, *L'innovation et l'avenir de la profession d'avocat*, Revue de l'avocat 2017, pp. 15 – 18.

¹⁸⁸ MAILONLINE, *Plucky student entrepreneur who created parking ticket appeal website now launches robot to give Britons free legal helps*, http://www.dailymail.co.uk/money/news/article-3394093/Joshua-Browder-created-DoNotPay-launches-robot-Britons-free-legal-help.html?ITO=1490&ns_mchannel=rss&ns_campaign=1490, consulté le 1^{er} décembre 2017.

¹⁸⁹ YOUTUBE, *The World's First Robot Lawyer*, <https://www.youtube.com/watch?v=-rabJDCBUbY>, consulté le 1^{er} décembre 2017.

en l'espace de deux ans¹⁹⁰. Fort de ce constat, cet étudiant de 19 ans, qui ne porte pas les avocats dans son cœur, annonce qu'à l'avenir 99.9% des services juridiques seront moins chers et accessibles à tous grâce aux ordinateurs et que la profession d'avocat devrait avoir « très peur » de son « *World's First Robot Lawyer* »¹⁹¹ (une extension de *DoNotPay* pouvant traiter toutes sortes de questions juridiques). Cependant, à l'heure actuelle, le Robot-avocat ne répond qu'aux questions juridiques assez basiques, et n'arrive pas à répondre à bons nombres de questions posées¹⁹². Le Robot-avocat fonctionne en utilisant un algorithme informatique pour identifier les mots clés qui à leur tour déclenchent des réponses définies¹⁹³.

Ross Intelligence a fait son apparition en 2016 dans plusieurs grands cabinets d'avocats¹⁹⁴. C'est le premier système d'intelligence artificielle destiné à remplacer certaines tâches juridiques. Il fonctionne comme moteur de recherche, mais au lieu de fournir une liste de réponses, il n'en donne qu'une seule, la plus pertinente, selon une approche cognitive¹⁹⁵ (il peut former une conclusion à partir de la jurisprudence). Le logiciel a été conçu pour interagir avec les avocats et s'améliorer au fil de son utilisation¹⁹⁶. L'objectif de *Ross Intelligence* n'est pas de remplacer les avocats, mais de les assister dans leurs activités pour travailler de manière plus efficace¹⁹⁷.

Rocket Lawyer est une société proposant des services et documents juridiques en ligne¹⁹⁸. Elle existe aux Etats-Unis depuis 2008, au Royaume-Uni depuis 2012, a fait son entrée dans le marché du droit en France au printemps 2017¹⁹⁹ et s'apprête à s'étendre dans toute l'Europe. La société, qui s'adresse à des particuliers, des entreprises et des associations, propose de démocratiser et de dédramatiser l'accès au droit et à l'avocat, en fournissant un « accès au droit, à ceux qui en sont éloignés, dans un langage qui soit compréhensible »²⁰⁰. En partant d'une question juridique, *Rocket Lawyer* fournit une réponse dans un langage simple qui permet à l'utilisateur de s'approprier le problème et de procéder à un autodiagnostic (e.g. création de document automatisé, tel que lettre de

¹⁹⁰ THE VERGE, « *World's first robot lawyer* » now available in 50 states,

<https://www.theverge.com/2017/7/12/15960080/chatbot-ai-legal-donotpay-us-uk>, consulté le 1^{er} décembre 2017.

¹⁹¹ LEGAL CHEEK, *Computer science student, 19, says legal profession should be « very scared » of his new « robot lawyer »*, <https://www.legalcheek.com/2016/01/computer-science-student-19-says-legal-profession-should-be-very-scared-of-his-new-robot-lawyer/>, consulté le 1^{er} décembre 2017.

¹⁹² *Ibid.*

¹⁹³ *Ibid.*

¹⁹⁴ LEMONDE.FR, *Une intelligence artificielle fait son entrée dans un cabinet d'avocats*,

http://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/05/27/une-intelligence-artificielle-fait-son-entree-dans-un-cabinet-d-avocats_4927806_4408996.html, consulté le 27 novembre 2017.

¹⁹⁵ BURRUS LOUIS, *Technologie et avocature : Ross, predictive coding et big data*, *Revue de l'avocat* 2016, p. 327.

¹⁹⁶ GURTNER JEROME, *L'innovation et l'avenir de la profession d'avocat*, *Revue de l'avocat* 2017, p. 16.

¹⁹⁷ *Ibid.*, p. 16.

¹⁹⁸ *Ibid.*, p. 16.

¹⁹⁹ VILLAGE DE LA JUSTICE, *Lancement officiel de Rocket Lawyer en France*, <https://www.village-justice.com/articles/Lancement-officiel-Rocket-Lawyer-France,24761.html>, consulté le 1^{er} décembre 2017 ; ROCKET LAWYER, <https://www.rocketlawyer.com/fr/fr>, consulté le 1^{er} décembre 2017.

²⁰⁰ *Ibid.*

résiliation de bail, injonction de payer, mise en demeure de payer une pension alimentaire, etc.) Lorsque la question est complexe et exige l'assistance d'un avocat, la plateforme met en relation l'utilisateur avec un avocat de la *Rocket Lawyer*.

Les nouvelles technologies, que ce soit le développement d'instruments scientifiques ou développement de l'intelligence artificielle, ne peuvent et ne doivent pas prendre le pas sur le raisonnement juridique, mais uniquement aider le juge et l'avocat à accomplir leur travail de manière plus efficace. L'appréciation et le raisonnement « émotionnel » humain sont des qualités qui ne peuvent à ce jour pas être encore être remplacées par des machines, mais pour combien de temps ?