

Tout ce qui brille n'est pas or

L'évaluation de l'indice scientifique par le juge pénal

Franco Taroni^{*}, Joëlle Vuille⁺

I. Introduction

La science est au service de la justice depuis plusieurs siècles déjà. Mais les dernières décennies ont connu une multiplication des techniques forensiques et les indices scientifiques sont toujours plus nombreux dans les procédures pénales.

Malheureusement, l'image que les juristes ont des sciences forensiques est trompeuse, et conduit à des évaluations parfois erronées des indices scientifiques, notamment de l'ADN et des empreintes digitales. Il n'est pas rare non plus que des experts trop enthousiastes dépassent le rôle qui leur est assigné dans la procédure et usurpe le rôle de la cour dans l'appréciation des preuves scientifiques.

Après une brève présentation de l'utilisation forensique de l'ADN et des empreintes digitales, quelques principes généraux d'évaluation des indices scientifiques seront discutés. Il sera également question de la place de l'expert scientifique dans la procédure pénale, des limites posées à l'appréciation des indices scientifiques et de quelques pièges à éviter.

II. L'ADN

Chaque cellule de notre corps contient un noyau à l'intérieur duquel est entortillé un filament d'ADN sous forme de 46 chromosomes, arrangés en 23 paires, dont une paire de chromosomes sexuels¹. L'ADN est composé d'éléments de construction appelés nucléotides. Les 99.9 % du code génétique sont identiques pour tous les êtres humains ; pour les 0.1 % restant, la séquence dans laquelle apparaissent ces éléments de construction appelés nucléotides varie d'un individu à l'autre et c'est cette variation qui est intéressante pour distinguer les individus les uns des autres. Certaines zones présentent des variations beaucoup plus importantes que d'autres : ce sont les polymorphismes. Les analyses ADN ciblent certains de ces polymorphismes, alors appelés des loci². À chaque locus considéré, un individu a deux variantes (appelées allèles) d'une caractéristiques génétique, l'un hérité de sa

* Professeur, Université de Lausanne, Institut de Police Scientifique, Suisse.

+ Postdoctoral scholar, University of California, Irvine, Department of Criminology, Law and Society, USA.

¹ Pour en savoir plus sur l'ADN, voir (Butler, 2005; Coquoz & Taroni, 2006; Michaelis, Flanders, & Wulff, 2008) (ces ouvrages offrent plusieurs niveaux de lecture et sont tout à fait abordables pour un public non spécialisé).

² Locus au singulier.

mère, l'autre de son père. Comme l'ADN ne change pas au fil du temps, est le même dans toutes les cellules de notre corps et est supposé unique à chaque individu (à l'exception des jumeaux univitellins), il est un bon outil pour aider à attribuer une trace trouvée sur une scène de crime à un suspect³.

Lors d'une analyse d'ADN, on détermine quels allèles sont présents chez un individu donné, ainsi que dans une trace trouvée sur une scène de crime. Si les caractéristiques génétiques mises en évidence sont indifférenciables dans l'un et l'autre, on calcule à quelles fréquences ces caractéristiques apparaissent dans la population générale, afin de déterminer dans quelle mesure la correspondance entre les deux est incriminante. Les résultats d'une telle analyse sont généralement rendus sous une forme chiffrée.

III. Les empreintes digitales

La peau de nos doigts et de la paume de nos mains (et de la plante de nos pieds) présente de petites crêtes irrégulières qui ne changent pas au fil de la vie, et qui ont une grande variabilité d'un individu à l'autre⁴. La matière sécrétée par la peau a par ailleurs pour conséquence de laisser des traces sur les objets que nous touchons.

Après avoir prélevé une trace digitale sur une scène de crime ainsi qu'une empreinte de référence sur un suspect, l'analyste les compare visuellement afin de détecter d'éventuelles différences entre les deux⁵. Si aucune différence significative n'est décelée, il conclut que les deux empreintes ont la même source. Les résultats d'une telle comparaison sont en général rendu sous une forme déterministe, du type : « *La trace trouvée sur la scène de crime a pu être attribuée avec certitude au suspect.* »

IV. L'incertitude lors de tests scientifiques

Les sciences sont perçues comme donnant des réponses sans ambiguïtés, mais cela est faux. Il y a toujours une part d'incertitude liée aux résultats, même lorsque la formulation des résultats laisse penser le contraire⁶. Dans le domaine de l'ADN, les appareils d'analyse ne perçoivent pas toujours correctement toutes les caractéristiques génétiques. Ce problème est d'autant plus aigu lorsque la quantité d'ADN à analyser est minime ou lorsque la trace trouvée sur la scène de crime contient un mélange d'ADN. Pour les empreintes digitales,

³ Notons toutefois que c'est l'ensemble de l'ADN qui est supposé unique, soit la combinaison de milliards de marqueurs. Or, une analyse génétique traditionnelle ne cible qu'une dizaine de marqueurs ; il est donc tout à fait possible que deux individus partagent les 10 même marqueurs, même si leurs ADN sont par ailleurs différents.

⁴ Pour en savoir plus sur les empreintes digitales, voir (Christophe Champod, Lennard, Margot, & Stoilovic, 2004).

⁵ Les séries télévisées ont popularisé les bases de données d'empreinte digitale, et donnent l'impression que le processus est automatisé. Toutefois, la base de donnée ne fournit à l'analyste qu'une liste d'une dizaine d'empreintes qui ressemblent à la trace soumise ; la comparaison elle-même et la détermination éventuelle d'une source commune sont toujours le fait d'un être humain.

⁶ Nous avons vu précédemment que les dactyloscopes présentent en général leurs résultats comme étant certains. En réalité, leur travail n'est pas différent de ce que font les analystes ADN, et les résultats d'une comparaison d'empreintes digitales devraient également présenter une quantification du doute inhérent au processus de comparaison. Les pratiques professionnelles se sont toutefois développées différemment.

l'incertitude provient du fait que la trace digitale peut être déformée, partielle, ou contenir des taches qui rendent difficile la détermination des minuties.

Or, si l'on admet que rien ne peut être établi avec certitude, on doit s'intéresser aux degrés de croyance que l'on peut légitimement attribuer à des propositions incertaines. C'est à cela que servent les probabilités.

Le cœur du travail de l'expert est l'évaluation de la preuve, et non sa seule analyse technique. Cela signifie que l'expert doit expliquer au magistrat ce que les résultats signifient, comment ils peuvent être compris dans le contexte de l'affaire, et quelles sont ces faiblesses. Pourtant, dans le domaine des preuves scientifiques, l'attention des juristes est souvent focalisée sur la rigueur du travail fait en laboratoire et les diplômes dont l'analyste peut se prévaloir. Ils portent en revanche peu d'attention à la signification d'une concordance entre une trace et un échantillon de référence. Pourtant, c'est bien là que se situe la question de la valeur probante de l'ADN, question centrale pour le juriste.

V. La place de l'expert dans la procédure

L'expert forensique joue un rôle unique dans la procédure en ce sens qu'il apporte à l'autorité et aux parties des connaissances dont celles-ci sont dépourvues, tandis que la responsabilité d'apprécier l'indice scientifique reste toujours celle de l'autorité. Mais comment les résultats d'analyse doivent-ils être intégrés au dossier ?

a) Le théorème de Bayes

La méthode d'interprétation la plus généralement acceptée dans la littérature scientifique et juridique⁷ est l'approche bayésienne, dérivée du théorème probabiliste de Bayes⁸. Le théorème de Bayes repose sur trois composantes :

- une croyance *a priori* dans la véracité d'une proposition (domaine de compétence du juge)⁹;
- la valeur probante d'un indice (domaine de compétence de l'expert; opérationnalisée par le rapport de vraisemblance);
- une croyance actualisée (ou *a posteriori*) dans la véracité d'une proposition, qui résulte de la combinaison des deux premiers termes de l'équation (domaine de compétence du juge¹⁰).

⁷ L'utilité d'une approche bayésienne dans le contexte forensique a été mise en évidence pour la première fois en 1970 par FINKELSTEIN & FAIRLEY (1970). Des exemples illustrant cette méthode ont toutefois pu être identifiés dans des affaires datant du début du XX^e siècle déjà. A ce sujet, v. TARONI, CHAMPOD & MARGOT (1998).

⁸ Le théorème de Bayes tire son nom d'un pasteur presbytérien du XVIII^e siècle, le révérend Thomas Bayes. ROBERTSON & VIGNAUX (1995, p. 114) proposent d'appeler l'approche bayésienne l'approche *logique* car elle n'est rien d'autre qu'une généralisation des règles des probabilités. D'un point de vue strictement mathématique, le théorème de Bayes est universellement reconnu comme étant correct.

⁹ Il n'existe que rarement des données chiffrées pour déterminer celles-ci. En l'absence d'autres informations, les probabilités *a priori* se définissent comme $1/N$, N étant le nombre de personnes composant la population de suspects (Aitken & Taroni, 2008, p. 189). Dans les affaires de paternité, en revanche, les probabilités *a priori* sont fixées arbitrairement à 0.5, sous le prétexte fallacieux que le défendeur est ou n'est pas le père biologique de l'enfant (la règle provient de la pratique forensique, il ne s'agit pas d'une règle légale).

Le théorème de Bayes présente plusieurs intérêts: il permet tout d'abord d'actualiser la croyance qu'on a dans la survenance d'un événement à la lumière d'une nouvelle information, et cela de façon itérative à mesure que de nouvelles informations sont acquises par l'évaluateur. Il permet également de décrire quel effet une preuve doit avoir sur l'évaluation qu'on fait de deux hypothèses alternatives. En cela, il se distingue de la simple présentation de fréquences d'apparition de caractéristiques, car l'évaluation inclut les hypothèses d'intérêt pour le tribunal. Enfin, il présente l'avantage de rendre visible la répartition des rôles entre la cour (qui doit se prononcer sur le fond de l'affaire, soit le comportement répréhensible) et son auxiliaire scientifique (qui se prononce uniquement sur la valeur probante de l'indice).

L'utilisation d'une approche bayésienne clarifie donc les domaines de compétences des autorités et des experts qui les assistent. Cette systématisation du raisonnement, bien qu'elle puisse paraître quelque peu artificielle, présente l'avantage de cloisonner dans un premier temps les informations et de permettre l'évaluation de chacune d'elles séparément, avant de les combiner et de tirer des conclusions de l'ensemble d'un cas. La même réflexion peut être répétée à mesure que de nouveaux indices sont versés au dossier et font évoluer la réflexion du juge et la croyance qu'il a dans la véracité d'une hypothèse.

b) La nécessité de toujours évaluer deux hypothèses compétitives

Les hypothèses avancées par l'accusation et la défense pour expliquer la présence d'un indice compromettant sur une scène de crime sont appelées dans la littérature forensique des propositions. La « proposition » se définit comme la position d'une partie par rapport à la genèse d'un indice technique, c'est-à-dire par rapport aux circonstances qui ont présidé à son apparition¹¹.

Il est généralement admis, dans les communautés scientifiques et juridiques, que, pour qu'une opinion d'expert soit d'une quelconque utilité à la cour, l'expert évalue des indices scientifiques sous (au moins) deux hypothèses concurrentes: observer une telle empreinte digitale sur les lieux du crime, est-ce plus probable si cette empreinte provient du doigt de Monsieur X ou de celui de quelqu'un d'autre ?

Mais elle découle également de la simple logique : à quoi me servirait une information donnée hors de tout contexte, si l'on ne peut pas la comparer à d'autres éléments pertinents pour le problème qui nous occupe? Ainsi, si un individu se rend chez le médecin parce qu'il a de la fièvre, à quoi lui sert-il que le médecin lui dise : « Votre fièvre peut être un symptôme de la malaria » ? Ce que le patient souhaite savoir, c'est la probabilité que sa fièvre soit due à

¹⁰ Il ne peut pas revenir à l'expert de calculer les probabilités *a posteriori* puisque celles-ci sont fonction des probabilités *a priori*, soit de l'ensemble des autres éléments du cas d'espèce, dont l'expert n'a pas connaissance, ou dont il a connaissance mais qu'il n'évalue pas forcément comme le décideur. Sur ce sujet, v. TARONI & BIEDERMANN (2005), CHAMPOD & TARONI (1999), CHAMPOD & TARONI (1993). Même dans les cas simples, le scientifique doit donc clairement distinguer, lorsqu'il exprime ses résultats, quelles informations sont inférées du processus scientifique lui-même, et quelles informations sont issues de données autres, que le décideur a pu lui demander d'intégrer dans son raisonnement afin de le rendre plus pertinent pour le cas d'espèce.

¹¹ Dans un cas de viol, si on trouve l'ADN d'une personne dans le sexe d'une autre personne, le procureur et la victime soutiendront la proposition que la victime a été violée par la personne à qui cet ADN a été attribué, tandis que le suspect, selon la stratégie qu'il souhaite adopter, soutiendra la proposition selon laquelle a) l'ADN ne lui appartient pas et il y a eu une erreur de laboratoire ou b) qu'il s'agissait d'une relation sexuelle consentie, et qu'il n'y a donc pas eu viol.

la malaria, à une grippe carabinée, ou à toute autre maladie dont la fièvre est un symptôme possible. Autrement dit, il attend de son médecin qu'il classe les causes possibles de la fièvre selon leur probabilité, au vu des autres informations que le patient lui donne, comme la présence d'autres symptômes, de récents voyages dans des pays exotiques, des antécédents médicaux, etc.

c) Le rapport de vraisemblance

Nous avons vu que le rôle de l'expert doit se limiter à évaluer la valeur probante de l'indice scientifique, en développant un rapport de vraisemblance. En effet, la nature incriminante d'un indice doit être établie à l'aide d'un trio de questions (Bender, Nack, & Treuer, 2007, p. 149):

- A quelle fréquence observe-t-on l'indice lorsque l'hypothèse de l'accusation est correcte?
- A quelle fréquence observe-t-on l'indice lorsque l'hypothèse alternative est correcte?
- L'indice est-il plus fréquent lorsque l'hypothèse de l'accusation est vraie, ou lorsque l'hypothèse alternative est vraie?

Les examens et analyses effectués résulteront alors dans une valeur comprise entre 0 et l'infini. Au dessus de 1, le rapport de vraisemblance soutiendra l'hypothèse principale, et en dessous de 1, l'hypothèse alternative. La valeur de 1 est neutre, ce qui signifie que les résultats d'analyse ne soutiennent aucune des hypothèses avancées par rapport à l'autre¹².

d) L'inversion du conditionnel

L'une des erreurs les plus courantes dans le domaine de l'appréciation des indices scientifiques consistent à tenir pour équivalents le rapport de vraisemblance (soit la probabilité d'observer l'indice si le suspect est la source de la trace) et l'évaluation que l'on fait *a posteriori* de la véracité d'une hypothèse (soit la probabilité que le suspect soit la source de la trace au vu du fait que l'on a observé les résultats d'analyse observés en l'espèce). On parle alors d'inversion du conditionnel¹³.

La confusion deviendra évidente au lecteur si elle est illustrée de la façon suivante: la probabilité qu'un navire de croisière s'échoue suite à une erreur de pilotage n'est pas équivalente à la probabilité qu'une erreur de pilotage soit survenue sachant que le navire s'est échoué. En effet :

- la probabilité qu'un navire de croisière s'échoue suite à une erreur de pilotage dépendra de l'endroit où l'erreur a eu lieu, de la rapidité de réaction du pilote lorsqu'il se rend compte de son erreur, de la météo, de la vitesse du navire au

¹² Par exemple, si l'on se demande si le suspect est la source de la trace trouvée sur la scène de crime, ou si une autre personne, non apparentée au suspect, est cette source, et que les analyses résultent dans un rapport de vraisemblance de 1000, on dira qu'il est 1000 fois plus probable d'observer ces résultats si le suspect est la source de la trace que si une autre personne, non apparentée au suspect, est la source de la trace.

¹³ Cette appellation a sa source dans le fait que les termes conditionnés et conditionnant de la phrase sont inversés. Par exemple : « Quelle est la probabilité d'observer une concordance ADN entre la trace trouvée sur la scène de crime et le profil de Pierre *si* Pierre est la source de l'ADN ? » versus « Quelle est la probabilité que Pierre soit la source *si* on a observé une concordance ADN entre la trace trouvée sur la scène de crime et son profil? »

moment de l'erreur, des autres navires présents dans le secteur qui pourront éventuellement lui venir en aide, etc.

- la probabilité qu'une erreur de pilotage soit survenue sachant que le navire s'est échoué, quant à elle, dépendra des autres possibilités envisageables en l'espèce : l'erreur de pilotage est-elle la seule cause possible de l'échouage ou le navire a-t-il peut être torpillé par un sous-marin, entré en collision avec un calamar géant, se briser à cause d'un défaut de construction, etc. ?

On voit bien que les deux perspectives nous obligent à prendre en considération des scénarii totalement différents car l'un n'a rien à voir avec l'autre. Ce sont deux questions distinctes. Malheureusement, cette distinction est bien moins claire dans le domaine des indices scientifiques, car les éléments en jeu sont plus abstraits.

Cette distinction peut en outre paraître théorique et extrêmement technique. Elle a pourtant un impact pratique important : elle conduit le décideur à croire qu'il a moins de marge de manœuvre qu'en réalité, que le résultat de l'expert ne lui laisse aucune latitude dans son appréciation du cas. Cela est faux :

e) La hiérarchie des propositions

Les propositions peuvent occuper trois niveaux : le délit, l'activité ou la source. Au niveau de la source, les analyses aideront ainsi à établir si oui ou non l'ADN ou les empreintes digitales retrouvées sur la scène de crime appartiennent au suspect. Mais cela ne dit encore rien des activités ayant mené au dépôt de cette trace, ni des autres éléments nécessaires à l'établissement de la culpabilité (niveau « délit »)¹⁴. Il y a violation de la hiérarchie des propositions lorsqu'on déduit d'une information relative à l'un des niveaux de la hiérarchie une information touchant un autre niveau de la hiérarchie : par exemple, on trouve du sperme dont le profil ADN a été associé à Monsieur X sur le haut de la cuisse de Madame Y (source), et on en conclut qu'il y a eu relation sexuelle (activité). Pourtant, d'autres scénarii peuvent expliquer la présence de cet ADN à cet endroit, du plus farfelu au plus crédible¹⁵.

Le problème est que, si les scientifiques jouissent aujourd'hui de connaissances relativement complètes et fiables lorsqu'il s'agit d'aider à attribuer une trace ADN à un donneur (Coquoz & Taroni, 2006) (niveau de la source), il en va autrement lorsqu'il s'agit d'évaluer la possibilité que telle trace observée¹⁶ soit due à telle ou à telle autre activité. Malheureusement, répondre à cette question ne va pas sans poser quelques difficultés : la science est encore très pauvre en ce qui concerne le niveau de l'activité, car le passage du niveau de la source au niveau de l'activité implique de prendre en compte un nombre presque infini de variables dont

¹⁴ La réalisation d'un délit implique en effet que le suspect, en plus d'avoir adopté le comportement incriminé, ait été pénalement responsable au moment d'agir, qu'il ait agi avec l'élément subjectif requis par la loi (intention ou négligence) et qu'il n'existât aucun fait justificatif (consentement de la victime, état de nécessité, légitime défense, etc.) qui rendrait l'action licite. Ces catégories dans la hiérarchie (source, activité, culpabilité) ne sont pas étanches, mais elles permettent d'avoir une vision globale de la problématique et d'éviter de commettre certaines erreurs de logique.

¹⁵ Monsieur X s'est peut-être masturbé devant Madame Y, et a éjaculé sur elle, sans qu'il n'y ait jamais eu de contact direct entre eux, ou Madame Y s'est assise sur un drap sur lequel Monsieur Y venait d'éjaculer, et son sperme s'est retrouvé sur elle, ou encore Madame Y a récupéré un préservatif dans lequel Monsieur X avait éjaculé et a mis du sperme sur sa cuisse pour faire croire à une agression sexuelle.

¹⁶ Ou telle absence de trace.

on ne connaît aujourd'hui presque rien. En effet, pour évaluer l'indice au niveau de l'activité, l'expert devra prendre en compte les notions de transfert et de persistance de la trace potentielle. Lorsqu'un expert évalue ces différents éléments, il procède encore aujourd'hui de façon subjective, car il existe très peu de données empiriques sur le sujet. Et pour cause : de telles expérimentations sont difficiles à réaliser, tant d'un point de vue pratique que éthique¹⁷.

VI. Les questions que le juge doit poser à l'expert

a) Les « compétences apparentes »

Le plus souvent, les juristes pensent pouvoir évaluer la qualité du travail fourni par un expert forensique en se renseignant sur ses qualifications. Ils s'enquèrent ainsi de savoir quels diplômes il possède, combien d'années d'expériences il a, combien de cas pénaux il a traités dans sa carrière, s'il se soumet régulièrement à des tests de profi-cience¹⁸, s'il est certifié¹⁹ ou encore s'il travaille dans un laboratoire accrédité²⁰. Dans certains pays, l'expert doit être inscrit sur une liste officielle d'expert pour pouvoir être mandaté par la justice.

Ces éléments sont des indicateurs intéressants, mais ils ne permettent pas de savoir si, dans le cas d'espèce, le travail a été fait correctement. En effet, un expert non certifié peut être tout à fait compétent, et, à l'inverse, un laboratoire accrédité peut avoir commis une erreur lors des analyses. Il est dès lors primordial d'examiner le travail effectué lui-même, plutôt que de se limiter à vérifier ce que l'on peut appeler « les compétences apparentes » de l'expert.

b) La trace a une vie avant et après le laboratoire

On peut diviser le processus forensique en trois étapes principales, à savoir le prélèvement des traces sur la scène de crime, le travail de laboratoire, et enfin la communication des résultats au décideur. Tout d'abord a lieu le prélèvement des traces sur la scène de crime: celui-ci implique un choix quant à la pertinence des éléments recherchés et relevés, choix qui est lui-

¹⁷ Par exemple, dans l'affaire anglaise *Weller (R. v Peter Weller [2010] EWCA Crim 1085)*, de l'ADN d'une victime supposée d'agression sexuelle fut retrouvé sur les doigts de l'accusé. Celui-ci niait avoir pratiqué une pénétration digitale sur la victime, comme cette dernière le prétendait; il raconta qu'il avait pris soin de la jeune fille alors qu'elle était en train de vomir après une soirée arrosée, tenant ses cheveux derrière sa tête, la mettant en position de sécurité, ramassant sa petite culotte lorsqu'elle était allée se coucher, ce qui expliquait la présence d'ADN sur ses doigts. Or, il n'existe pas de bases de données évaluant les quantités d'ADN qu'on s'attend à trouver sur les doigts d'une personne après qu'elle a eu ces différentes activités. La présence d'ADN sur les doigts de M. Weller peut-elle être d'une quelconque utilité dans ces circonstances ? Tout dépendra des autres éléments du cas d'espèce, et l'on dépasse donc le cadre de l'ADN.

¹⁸ De tels tests (aussi appelés tests de performance) visent à sonder la capacité d'un laboratoire à analyser des échantillons dont les propriétés sont connues. Ils sont organisés par les laboratoires eux-mêmes, parfois à tour de rôle au sein d'un même réseau de laboratoires, ou sont mis sur pied par des organismes externes, comme des associations professionnelles ou des sociétés privées.

¹⁹ Certaines associations professionnelles décernent à leurs membres une certification dans la mesure où ils remplissent un certain nombre de conditions.

²⁰ L'accréditation est octroyée par un gouvernement ou une association professionnelle à un laboratoire qui remplit certaines conditions concernant son organisation, les protocoles d'analyse qu'il suit, les mesures qu'il met en place en guise de contrôle qualité, ainsi que la formation de ces employés. L'accréditation implique de participer régulièrement à des tests de profi-cience, et de se soumettre à des audits internes et externes.

même influencé par différents facteurs²¹. Quoique crucial pour la suite de l'administration de la preuve, le travail fait sur la scène de crime reçoit très peu d'attention, que ce soit de la part des juristes, mais également de la communauté forensique elle-même. L'accent est toujours mis sur les aspects *techniques* des analyses qui interviennent ultérieurement, alors que le travail des experts commencent bien avant, et détermine dans une large mesure l'avenir de la preuve dans la procédure²². Or, les décisions prises sur la scène de crime sont définitives, et ce qui est perdu ne pourra pas (ou rarement) être retrouvé plus tard. Lors de cette étape cruciale, il faut donc se prémunir contre les risques de contaminations et de destruction des preuves, ainsi que d'échanges des prélèvements ou des échantillons de référence.

Ensuite a lieu le travail de laboratoire, c'est-à-dire le choix et la réalisation des tests scientifiques qui permettront, par exemple, de faire le lien entre un suspect et du matériel biologique trouvé sur la scène de crime. Ce choix est guidé par la nature du matériel à tester, mais également par la disponibilité de tel ou tel test, son coût, et par la formation et les habitudes de travail de la personne qui procède aux analyses²³. Des protocoles internationaux existent pour certains domaines forensiques (comme l'ADN, mais pas les empreintes digitales), ce qui ne signifie encore pas que les protocoles ont été suivis dans le cas d'espèce. A ce stade, des contaminations ou des échanges peuvent avoir lieu, ainsi que des erreurs techniques ou humaines dans la réalisation des analyses. Cette étape soulève également la question des taux d'erreurs des tests utilisés²⁴. De surcroît, l'interprétation, soit la détermination de la valeur probante de résultats analytiques correctement effectués peut encore être source d'erreur.

Enfin a lieu la communication des résultats à un mandant non scientifique, soit l'autorité d'instruction ou de jugement (respectivement le procureur ou l'avocat de la défense, puis le décideur, dans un système purement accusatoire). Cette étape peut présenter des difficultés et également être source d'erreurs²⁵. Outre les problèmes de communication dus au vocabulaire utilisé et l'impact de la forme de la présentation des preuves à des juristes, il y a un décalage dans les attentes des uns par rapports aux autres, et il est très important d'en être conscient et de ne pas sur-interpréter ce que dit l'expert²⁶.

La preuve scientifique ne doit donc jamais être isolée de son contexte: elle donne une information ponctuelle qui doit être évaluée au regard des autres éléments du cas d'espèce. Cette problématique est d'autant plus importante que les bases de données toujours plus grandes dont la plupart des pays se sont dotés fournissent aux enquêteurs des suspects que

²¹ Le concept de pertinence en sciences forensiques est pour le moins flottant, et les facteurs qui influencent le choix du prélèvement commencent seulement à être investigués. Sur les tests de détection des différents types de traces, v. COQUOZ & TARONI (2006, p. 209).

²² Une saine administration des preuves scientifiques se doit en effet d'être complète, depuis le prélèvement jusqu'à la communication des résultats au mandat; les scientifiques et les juristes ne peuvent pas se contenter de concentrer leurs efforts sur ce qu'il se passe dans le laboratoire. Dans ce sens, v. DEFOREST (1999).

²³ A cet égard, certains domaines des sciences forensiques sont soumis à des protocoles de travail très stricts et laissent peu de marge de manœuvre à l'analyste, tandis que d'autres sont moins formalisés et donc plus exposés aux erreurs de jugement. Toutefois, même si le choix des analyses revient au scientifique, idéalement, il y a un échange informel entre le laboratoire et ses mandants, afin de déterminer ce qui est pertinent pour l'enquête, et désamorcer les attentes irréalistes de certains (Coquoz & Taroni, 2006, p. 182).

²⁴ Nous y reviendrons.

²⁵ Exagération des résultats de la part de l'analyste, mauvaise compréhension du mandant, sans oublier les simples erreurs de transcriptions des résultats.

²⁶ Voir notamment la question de la hiérarchie des propositions ci-dessus.

rien ne semble *a priori* lier aux infractions commises. Or, des concordances fortuites peuvent se produire, même si leur probabilité de survenance est extrêmement faible.

Il est important de noter que la plupart de ces étapes ne sont soumises à aucune norme procédurale (d'un point de vue légal), et ne font pas non plus l'objet, pour l'heure, de procédures de certifications extérieures au cadre judiciaire (c'est-à-dire dans le milieu scientifique lui-même). La seule exception, dans le domaine de l'ADN, est la phase d'analyse en laboratoire²⁷.

c) La correspondance fortuite

La plupart du temps, les juristes se contentent de demander à l'expert quelle est la probabilité que les résultats soient le fruit du hasard, c'est-à-dire qu'une personne qui n'est pas la source de la trace y corresponde pourtant car ses caractéristiques génétiques ou digitales sont indifférenciables de celles de la trace.

Dans le domaine de l'ADN, une correspondance fortuite peut être calculée à partir de la rareté des caractéristiques génétiques mises en évidence dans le profil d'une personne et la trace trouvée sur la scène de crime. Avec les méthodes d'analyse actuelles, et si la trace est complète, il n'est pas rare que la probabilité de coïncidence fortuite se chiffre en milliardième. Pour les empreintes digitales, un tel calcul n'est pour l'heure pas possible, car il est beaucoup plus difficile d'isoler et de compter les caractéristiques digitales que les composantes de l'ADN. On ne sait donc pas à quelle fréquence une empreinte digitale, ou une partie de trace retrouvée sur une scène de crime, apparaît dans la population²⁸.

d) Le faux résultat positif

La question de la correspondance fortuite est pertinente en théorie, mais, au vu de la puissance des tests utilisés et de la rareté des caractéristiques mises en évidence, elle est souvent sans objet : il est effectivement très rare qu'une concordance soit due au hasard. Mais cela ne règle pas le problème, car la concordance constatée peut être due à un autre phénomène, beaucoup plus courant que les correspondances fortuites : le faux résultat positif.

Un faux résultat positif se définit comme l'acceptation d'une hypothèse erronée. Il peut provenir d'une erreur dans la récolte ou le traitement des traces, d'une mauvaise interprétation des résultats ou d'une retranscription erronée des résultats. Techniquement, on ne devrait donc jamais parler de concordance entre une trace et un échantillon de référence, mais de concordance apparente²⁹.

La fréquence à laquelle des erreurs se produisent dans les comparaisons de profils ADN ou d'empreintes digitales est inconnue. Certains chercheurs ont tenté de cerner ce chiffre, mais

²⁷ De façon plus générale, les normes ISO ne portent pour l'heure que sur la phase de laboratoire du processus forensique, et sont inaptes à contrôler le reste du processus, qu'il se situe en amont ou en aval (Wheate & Jamieson, 2009).

²⁸ Des travaux sont menés dans ce sens par (Neumann et al., 2007; Neumann et al., 2006).

²⁹ Cela signifie que les deux échantillons analysés sont indifférenciables au moyen de l'instrument de mesure utilisé. Il n'en découle pas qu'ils sont identiques (Taroni & Biedermann, 2010).

sans grand succès³⁰. On sait toutefois que des erreurs se produisent, car elles ont été constatées dans certains cas³¹. Une chose est certaine, pourtant : les erreurs se produisent plus souvent que une fois sur un milliard (soit l'ordre de grandeur de la probabilité de coïncidence fortuite dans une grande partie des cas), et il est donc fondamental d'en tenir compte. Dans un cas donné, le tribunal devra donc s'enquérir de la possibilité qu'une erreur se soit produite lors du prélèvement de la trace, de son analyse ou de la transcription des résultats.

VII. La problématique des biais cognitifs

A l'opposé de l'idée que l'on se fait souvent du scientifique neutre qui appréhende le monde de façon objective et impartiale, des recherches dans le domaine de la psychologie montrent que ses croyances influencent sa façon de percevoir les choses et les jugements qu'il porte. Ainsi, si un analyste ADN ou un dactyloscope, au moment d'analyser une trace trouvée sur une scène de crime, connaît le profil de référence d'un suspect, il y a un risque que, face à des signaux ambigus, il les interprète inconsciemment comme correspondant au profil de référence. Un biais existe également si une personne devant vérifier la première analyse est informée des résultats auxquels son collègue est parvenu. Autrement dit, il y a un risque de biais chaque fois que l'on connaît le résultat qui est attendu de nous³².

Les biais cognitifs ne sont donc pas des comportements volontaires, mais bien des processus inconscients auxquels tout un chacun est soumis, malgré ses meilleurs efforts pour faire honnêtement son travail. Le biais a sa cause dans le fait que nous avons souvent trop d'informations à notre disposition, et que nous devons faire un choix (inconscient) dans les éléments que nous retenons et que nous intégrons dans notre réflexion. Or, ce choix est pré-conditionné par des schémas de pensées préexistants. C'est la tendance que nous avons, lorsque nous évaluons une hypothèse, à rechercher en priorité des informations qui confirment celle-ci, à interpréter les informations ambivalentes comme soutenant notre hypothèse, à donner plus de poids aux indices qui soutiennent cette hypothèse qu'aux éléments qui pourraient en faire douter et à mieux nous souvenir des premiers que des derniers. Ce phénomène apparaît surtout lorsque les informations auxquelles nous sommes exposés sont ambiguës et pourraient dans l'absolu être interprétées dans un sens ou dans un autre ; notre seuil de décision se déplace alors en fonction de nos attentes.

Dans le domaine forensique, l'exemple le plus célèbre de biais est celui de Brandon Mayfield, du nom d'un avocat américain mis en cause dans l'attentat de Madrid de 2004 sur la base

³⁰ On parle en général de 1% d'erreur. V. par exemple (Cooley, 2004; Giannelli, 2007; Koehler, 1993, 1997; Thompson, 2006)

³¹ Pour l'ADN, voir les affaires Jorge Villanueva, Earl Washington, Gilbert Alejandro, Chad Richard Heins, Josiah Sutton, Timothy Durham, Raymond Easton, et, enfin, l'immense affaire de contamination qui a récemment secoué l'Allemagne et connue sous le nom de «fantôme de Heilbronn» (Vuille, 2011). Pour les empreintes digitales, voir les affaires Brandon Mayfield, Stephan Cowans, Shirley McKie, Kathleen Hatfield, Robert Loomis, William Stevens, Josh Stoppelli, Roger Caldwell, Michael Cooper, Maurice Gaining, James Hammock, Darian Carter, Neville Lee, Martin Blake, Andrew Chiory, Danny McNamee, Richard Jackson, David Valken-Leduc (Cole, 2005).

³² (Thompson, 2009) a procédé à une expérimentation alarmante dans le domaine de l'analyse ADN : en présentant à des groupes d'experts des résultats d'analyse ADN et en faisant varier les informations contextuelles à leur disposition, il a obtenu de la part de chaque groupe la désignation d'un coupable différent sur la base de la même trace et de profils de référence qui ne concordaient qu'imparfaitement. Cela montre que lorsque les résultats d'analyse sont ambigus, le contexte peut influencer les résultats, même pour une procédure très fiable comme l'ADN.

d'une empreinte digitale identifiée par le FBI, mais que la Guardia Civil espagnole a par la suite attribuée à un ressortissant algérien. L'identification avait été confirmée par trois analystes expérimentés du FBI, ainsi que par un expert indépendant engagé par la défense. Or, après une identification erronée de la part du premier expert, les autres experts ont été informés de l'identification avant d'eux-mêmes procéder à la comparaison. De surcroît, la fausse identification a été effectuée dans le contexte de la lutte contre le terrorisme, et le prévenu était un citoyen américain converti à l'Islam. Il n'est pas déraisonnable de penser que ces éléments ont également pu influencer les analystes.

Contrairement à une idée largement répandue, il ne suffit pas d'avoir conscience que l'on pourrait être biaisé pour éviter le biais. Dans l'affaire du meurtre de Meredith Kercher, les analyses ADN effectuées sur le couteau et la fermeture du soutien-gorge de la victime étaient des analyses complexes car les quantités d'ADN à disposition étaient minimales et les traces consistaient en des mélanges de plusieurs ADN. Il a été établi que la personne ayant procédé aux analyses connaissait les profils ADN des suspects au moment d'interpréter les résultats. Interrogée sur la question des biais, elle a répondu qu'elle avait conscience du problème, mais qu'elle avait fait attention à rester objective³³. La cour, quant à elle, a balayé la question du biais comme étant non pertinente : *“Non ritiene questa Corte condivisibile tale censura. La stessa, oltrech  priva di fondamento logico, appare smentita dalle emergenze acquisite.”*³⁴ Il s'agit là d'une grave erreur de jugement, car les biais sont une réalité, il faut en tenir compte.

Contrairement à ce que l'intuition nous suggère, le réel danger que représente le biais n'est pas de focaliser l'enquête sur une personne en particulier ; bien plus souvent, il a pour effet pervers de limiter le champ des possibilités investiguées, en ne recherchant par exemple pas certaines traces, ou en recherchant certaines traces en particulier et pas d'autres (Inman & Rudin, 2001, p. 251). Cette problématique est liée à celle des questions posées à l'expert. Plus elles sont ouvertes et équilibrées, plus elles encourageront l'expert à se positionner de façon neutre, et plus ses résultats seront utiles à l'enquête. C'est donc aussi pour une raison psychologique que les parties doivent pouvoir participer à l'élaboration des questions d'expertise : si l'expert scientifique est d'entrée confronté à deux points de vue différents, son identification aux autorités de poursuite pénales sera moindre, et il sera mieux à même de prendre en compte l'hypothèse avancée par la défense.

VIII. Les questions que le juge doit se poser

Au vu de tout ce qui précède, le juriste peut se demander comment il peut se prémunir contre les erreurs dans le domaine de l'ADN et des empreintes digitales, et ainsi éviter de condamner un innocent.

La réponse est simple : toujours remettre les indices forensiques dans leur contexte, ne jamais les considérer comme infaillibles, et ne pas hésiter à entreprendre des vérifications si les résultats contredisent d'autres éléments au dossier. Le juge devra notamment se demander :

- que sait-on du laboratoire dans lequel les analyses ont été effectuées?
- que sait-on de l'expert qui a procédé aux analyses ?

³³ Sentenza della Corte di Assise di Perugia 4-5/12/2009, p. 217.

³⁴ Sentenza della Corte di Assise di Perugia 4-5/12/2009, p. 277.

- que sait-on de la vie de la trace, de sa collecte jusqu'à la rédaction du rapport final de l'expert ?
- que sait-on des analyses effectuées ? les résultats étaient-ils ambigus ? l'expert a-t-il pu être victime d'un biais d'interprétation ?
- quelles significations (au pluriel) cet indice peut-il prendre dans le dossier, par rapport aux autres preuves présentées ? les pistes avancées par la défense ont-elles été suffisamment explorées ?

L'appréciation que le juge fait doit donc être globale. C'est fondamental pour se prémunir contre les erreurs et pour garantir un procès équitable à l'accusé.

IX. Conclusion

L'appréciation des indices scientifiques tels que l'ADN ou les empreintes digitales est un sujet plus complexe qu'il n'y paraît : réputées infaillibles et donnant des résultats sans ambiguïtés, ces techniques doivent en réalité être appréciées comme tous les autres modes de preuve, car des possibilités d'erreur et de surinterprétation existent.

Il est temps que les juristes révisent leur vision des indices techniques tels qu'ils sont rapportés dans les procédures pénales contemporaines. Même si leur apport à la poursuite des délinquants est indéniable, ils ne désignent pas les coupables de façon absolue et certaine. Leur valeur probante réelle doit être appréciée au cas par cas.

X. Références

- Aitken, C., & Taroni, F. (2008). Fundamentals of statistical evidence - A primer for legal professionals. *International Journal of Evidence & Proof*, 12, 181-207.
- Bender, R., Nack, A., & Treuer, W.-D. (2007). *Tatsachenfeststellung vor Gericht* (3ème ed.). München: C.H. Beck.
- Butler, J. M. (2005). *Forensic DNA typing: biology, technology, and genetics of STR markers* (2nd ed.). London: Elsevier.
- Champod, C., Lennard, C. J., Margot, P., & Stoilovic, M. (2004). *Fingerprints and other ridge skin impressions*. Boca Raton: CRC.
- Champod, C., & Taroni, F. (1993). Les préjugés de l'accusation ou de la défense dans l'évaluation de la preuve technique. *Revue pénale suisse*, 111, 223-235.
- Champod, C., & Taroni, F. (1999). The Bayesian approach. In J. Robertson, Grieve, M. (Ed.), *Forensic Examination of Fibres* (2ème ed., pp. 379-398). London: Taylor and Francis.
- Cole, S. A. (2005). More than Zero: Accounting for Error in Latent Fingerprint Identification. *The Journal of Criminal Law and Criminology*, 95(3), 985-1078.
- Cooley, C. M. (2004). Reforming the forensic science community to avert the ultimate injustice. *Stanford Law & Policy Review*, 15(2), 381-446.
- Coquoz, R., & Taroni, F. (2006). *Preuve par l'ADN, La génétique au service de la justice* (2ème ed.). Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.
- DeForest, P. (1999). Recapturing the essence of criminalistics. *Science & Justice*, 39(3), 196-208.
- Finkelstein, M. O., & Fairley, W. B. (1970). A Bayesian approach to identification evidence. *Harvard Law Review*, 83(3), 489-511.
- Giannelli, P. C. (2007). Wrongful Convictions and Forensic Science: The Need to Regulate Crime Labs. *North Carolina Law Review*, 86(1), 163-236.
- Inman, K., & Rudin, N. (2001). *Principles and practice of criminalistics, The profession of forensic science*. Boca Raton, London, New York, Washington D.C.: CRC Press.
- Koehler, J. J. (1993). Error and exaggeration in the presentation of DNA evidence. *Jurimetrics*, 34(21-39).
- Koehler, J. J. (1997). Why DNA Likelihood Ratios Should Account for Error (Even When a National Research Council Report Says They Should not). *Jurimetrics Journal*, 37(425-437).
- Michaelis, R. C., Flanders, R. G., Jr, & Wulff, P. H. (2008). *A litigator's guide to DNA, From the laboratory to the courtroom*. Burlington, San Diego, London: Academic Press.
- Neumann, C., Champod, C., Puch-Solis, R., Egli, N., Anthonioz, A., & Bromage-Griffiths, A. (2007). Computation of likelihood ratios in fingerprint identification for configurations of any number of minutiae. *Journal of Forensic Sciences*, 52(1), 54-64.
- Neumann, C., Champod, C., Puch-Solis, R., Meuwly, D., Egli, N., Anthonioz, A., & Bromage-Griffiths, A. (2006). Computation of likelihood ratios in fingerprint identification for configurations of three minutiae. *Journal of Forensic Sciences*, 51(6), 1255-1266.

- Robertson, B., & Vignaux, G. A. (1995). *Interpreting evidence - Evaluating forensic science in the courtroom*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Taroni, F., & Biedermann, A. (2005). Inadequacies of posterior probabilities for the assessment of scientific evidence. *Law, Probability and Risk*, 4, 89-114.
- Taroni, F., & Biedermann, A. (2010). La valeur probante de l'indice ADN: juristes et scientifiques face à l'incertitude et aux probabilités. In B. Kahil-Wolff, B. Tappy & L. Bruchez (Eds.), *300 ans d'enseignement du droit à Lausanne*. Genève: Schulthess.
- Taroni, F., Champod, C., & Margot, P. (1998). Forerunners of Bayesianism in early forensic science. *Jurimetrics*, 38, 183-200.
- Thompson, W. C. (2006). Tarnish on the "gold standard": Understanding recent problems in forensic DNA testing. *The Champion*, 30(1), 10-16.
- Thompson, W. C. (2009). Painting the Target Around the Matching Profile: The Texas Sharpshooter Fallacy in Forensic DNA Interpretation. *Law Probability and Risk*, 8(3), 257-276.
- Vuille, J. (2011). *L'ADN: reine des preuves ou roi des canulars?*. Charmey: L'Hèbe.
- Wheate, R. M., & Jamieson, A. (2009). A tale of two approaches - the NAS report and the Law Commission consultation paper on forensic science. *International Commentary on Evidence*, 7(2).