

**Zeitschrift:** Reihe Kriminologie / Schweizerische Arbeitsgruppe für Kriminologie =  
Collection criminologie / Groupe suisse de travail de criminologie

**Herausgeber:** Schweizerische Arbeitsgruppe für Kriminologie

**Band:** 21 (2003)

**Artikel:** Interprétation de la preuve ADN : le juriste, le scientifique et les  
probabilités

**Autor:** Taroni, Franco

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1051097>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

**FRANCO TARONI**

## **INTERPRÉTATION DE LA PREUVE ADN: LE JURISTE, LE SCIENTIFIQUE ET LES PROBABILITÉS**

### **Résumé**

La preuve dite «scientifique» est appelée à prendre une place de plus en plus lourde parmi les moyens de preuve utilisés pour établir des faits, vu les développements des techniques au cours de ces vingt dernières années.

En Suisse, les questions d'admissibilité du moyen de preuve ou du témoignage des experts sont laissées à l'appréciation des juristes. L'homme de loi, souvent profane en la matière, devra comprendre et évaluer la preuve scientifique. La compréhension de la seule technologie est une opération complexe. Vient s'ajouter une difficulté supplémentaire, lorsque l'expert présente à la Cour des probabilités pour soutenir la force probante de ses résultats.

De plus en plus, dans le monde judiciaire, la force probante d'un lien dégagé par l'expertise est transmise au tribunal sous la forme d'une estimation chiffrée d'une probabilité.

Au procès, lorsqu'un expert s'exprime en ces termes, on en retire souvent davantage l'impression d'un choc de culture que celle d'une explication claire.

Force est de constater que la compréhension des probabilités pose des difficultés à toute personne raisonnable. Les lois qui permettent d'évaluer et de combiner les événements incertains sont souvent contraires à l'intuition et cela, que ce soit pour les juristes ou pour les scientifiques.

Généralement, les personnes raisonnent de façon «magique» face à l'incertitude. Dès lors, dans le domaine des probabilités plus que dans tout autre, la seule qualité «d'homme de Science» ne suffit pas à garantir un témoignage scientifiquement correct. Des exemples seront décrits, discutés et des propositions présentées.

### **Auslegung des DNA-Beweises: die notwendige Zusammenarbeit zwischen Juristen und Wissenschaftern**

Angesichts der Entwicklungen der Techniken der letzten 20 Jahre ist der «wissenschaftlich» genannte Beweis bestimmt, einen immer wichtigeren Platz unter den Beweismitteln für die Feststellung von Tatsachen einzunehmen.

In der Schweiz sind die Fragen der Zulässigkeit von Beweismitteln oder von Expertenaussagen dem Ermessen der Juristen überlassen. Der Jurist, bezüglich dieser Materie häufig ein Laie, müsste den wissenschaftlichen Beweis verstehen und evaluieren. Bereits das Verstehen der Technologie allein ist ein komplexes Vorhaben. Eine weitere Schwierigkeit kommt dazu, wenn der Experte vor Gericht Wahrscheinlichkeiten präsentiert, um die Beweiskraft seiner Resultate zu untermauern.

In der Justiz kommt es immer häufiger vor, dass die Beweiskraft eines im Gutachten enthaltenen Resultats gegenüber dem Gericht in Form einer in Zahlen ausgedrückten Wahrscheinlichkeit ausgedrückt wird.

Wenn sich während des Prozesses ein Experte in dieser Begrifflichkeit ausdrückt, nimmt man oft eher den Eindruck eines Kulturschockes mit als den einer erhellen- den Erklärung.

Dabei muss man feststellen, dass das Verständnis von Wahrscheinlichkeiten allen vernunftbegabten Personen Schwierigkeiten macht. Die Gesetze, welche es ermöglichen, unsichere Ereignisse zu beurteilen und miteinander zu kombinieren, widersprechen nicht selten der Intuition und dies gilt sowohl für die Richter wie auch die wissenschaftlichen Experten.

Im Allgemeinen überlegen Menschen «magisch» in Bezug auf Unsicherheiten. Von daher gilt im Gebiet der Wahrscheinlichkeiten mehr als in anderen Bereichen, dass die Eigenschaft einer Person als «Wissenschaftler» allein noch keine wissenschaftlich korrekte Aussage garantiert. Im Beitrag werden Beispiele beschrieben und diskutiert und Empfehlungen gegeben.

«On réalise en fin de compte que la théorie des probabilités n'est tout simplement que le bon sens réduit à un calcul. Elle nous fait apprécier avec exactitude ce que l'esprit bien fait sent déjà par une sorte d'instinct, souvent sans être capable d'en rendre compte. [...] Il est remarquable que cette science soit devenue l'objet le plus important de la connaissance humaine. Les questions les plus importantes de la vie ne sont en réalité, pour l'essentiel, que des problèmes de probabilité.»

PIERRE SIMON, MARQUIS DE LAPLACE

## Introduction

La preuve dans une phase d'instruction ou de procès prend des formes variées (opérations d'enquête, témoignages, aveux), et de plus en plus fréquemment la preuve se manifeste par un indice technique ou scientifique (empreinte digitale, trace de semelles, trace de liquides biologiques, etc.). Cette preuve technique permet de déterminer l'existence ou la nature d'un acte délictueux ou aide à préciser des liens entre les trois éléments engagés dans un événement délictueux, typiquement l'auteur, la victime et les lieux. Les scientifiques mettent en évidence ces liens grâce à l'analyse comparative des multiples traces qui auraient pu être échangées durant l'action.

La preuve dite «scientifique» est de plus en plus appréciée des magistrats par son caractère objectif et par la force de ses récents développements. Elle est donc appelée à prendre une place de plus en plus importante parmi les moyens de preuve utilisés pour établir des faits. On attend donc des experts en sciences forensiques qu'ils puissent éclairer la Cour sur des questions techniques dans des domaines spécifiques qui échappent aux compétences de cette dernière. On leur demande que, par l'intermédiaire d'un rapport circonstanciel, ils apportent à la Cour un avis compétent sur un certain nombre de faits.

En Suisse, les questions d'admissibilité du moyen de preuve ou du témoignage des experts sont laissées à l'appréciation des juristes. L'homme de loi, souvent profane en la matière, devra *comprendre* et *interpréter* la preuve scientifique dans le contexte de l'affaire.

Les évolutions constantes et rapides des sciences forensiques – en matière de preuve génétique par l'ADN, par exemple – rendent essentielle une collaboration entre juristes et experts. Le principe de la libre appréciation des preuves domine tout le droit pénal, et juges, procureurs ou avocats doivent donc être familiers avec cette science pour *suggérer, ordonner* et *évaluer* l'expertise. L'administration de ce type de preuve appartient entièrement aux juristes.

La compréhension de la seule technologie est une opération complexe. Vient s'ajouter une difficulté supplémentaire, lorsque l'expert présente à la Cour des *probabilités* pour soutenir la force probante de ses résultats. De plus en plus, dans le monde judiciaire, la force probante d'un lien dégagé par l'expertise est transmise au tribunal sous cette forme chiffrée.

Lorsque la Cour appelle des experts à comparaître, le débat ne dépasse qu'exceptionnellement, aujourd'hui encore, l'étape de la confirmation des résultats. Il est rarement demandé aux experts d'expliquer ces arguments probabilistes. Il est attendu que la conclusion probabiliste représente au mieux la valeur associée à l'indice et que les magistrats perçoivent correctement cette valeur sans l'interpréter sous des angles non désirés.

La problématique de l'estimation de la valeur de l'indice scientifique constitue un secteur à part entière qui est complémentaire aux questions analytiques. Depuis plus de dix ans, des publications dans des revues scientifiques et juridiques, surtout en rapport avec les analyses d'ADN, mettent en relief les dangers, les erreurs et les incompréhensions qui règnent dans les laboratoires et auprès des tribunaux lorsque des probabilités sont présentées.

En effet, expliquer à la Cour la signification d'un chiffre associé à un indice peut apparaître – à première vue – banal, mais la réalité est bien plus complexe.<sup>1</sup> Au procès, lorsqu'un expert s'exprime en termes de probabilités, on en retire souvent davantage l'impression d'un choc de culture que celle d'une explication claire.

### **Pourquoi sommes-nous obligés d'utiliser des probabilités?**

Il est courant de considérer que le monde de la science peut nous donner des certitudes. Ce qui différencie le monde scientifique (ou mieux, le discours scientifique) de celui d'autres domaines, c'est le fait que le premier est net, tranché et n'offrirait pas d'occasion de douter de la vérité ni de la pertinence de son contenu. Cela est peut-être dû au fait que le discours scientifique est généralement conçu sur un modèle de discours mathématique.<sup>2</sup> Ce dernier procède par des enchaînements (les démonstrations) qui ne laissent place à aucune incertitude. Du moment que l'on considère que les prémisses de ces raisonnements sont vraies et que l'on a vérifié la validité des enchaînements logiques appliqués, les conclusions doivent être acceptées sans exception; il y a une vérité quant à la conclusion atteinte.

Mais alors, pourquoi proposer d'utiliser des probabilités dans des domaines dits scientifiques, telles la physique, la médecine ou les sciences forensiques? Et, est-ce qu'on peut se passer de calculs de probabilités dans ces sciences? La réponse à cette deuxième question est claire: non!

Dans toute science empirique, on utilise plusieurs *types d'inférences* (ou argumentations) qui permettent d'aboutir – sur la base de règles logiques appropriées – à une conclusion en partant d'une ou plu-

---

1 M. REDMAYNE, Science, evidence and logic. *The Modern Law Review* 59 (1996) 747–760.

2 A. BARBEROUSSE, M. KISTLER, P. LUDWIG, *La philosophie des sciences au XX<sup>ème</sup> siècle*. Campus Universitaire Flammarion, 2000.

sieurs prémisses. On distingue généralement entre deux classes: (1) les *inférences déductives* et (2) les *inférences inductives*.

Les premières sont caractérisées par deux aspects étroitement corrélés: toutes les informations présentes dans une conclusion apparaissent déjà (plus ou moins explicitement) dans les prémisses de l'argumentation. Par conséquent, la conclusion ne dit rien de plus (ou rien de nouveau) par rapport aux prémisses. En d'autres termes, la conclusion est l'aboutissement naturel des prémisses. C'est-à-dire qu'il n'est pas possible que les prémisses soient vraies et la conclusion fausse. Aucun de ces deux aspects n'est présent dans les inférences inductives.<sup>3</sup>

Dans la conclusion d'une inférence inductive, il y a quelque chose de nouveau par rapport aux prémisses<sup>4</sup> (c'est pour cette raison qu'on les appelle également 'inférences ampliatives'). Dans ce type d'inférence, la vérité des prémisses n'est pas une garantie pour la vérité de la conclusion. Cela signifie que les prémisses d'une inférence inductive n'offrent pas une certitude sur la conclusion mais donnent, en vertu de leur nature même, un certain degré de certitude ... de probabilité (on parle ici d'inférences probables' également).<sup>5</sup>

3 Voir: M.G. SANDRINI, *L'inferenza induttiva in Bayes e in Fisher*. Franco Angeli Editore, Milano (1987); R. FESTA, *Cambiare opinione. Temi e problemi di epistemologia bayesiana*. Clueb Editore, Bologna (1996); M. BENZI, *Il ragionamento incerto*. Franco Angeli Editore, Milano (1997).

4 «[...] il faut nécessairement remonter du particulier au général, en gravissant un ou plusieurs échelons. Le procédé analytique 'par construction' ne nous oblige pas à en descendre, mais il nous laisse au même niveau. Nous ne pouvons nous élever que par l'induction mathématique, qui seule peut nous apprendre quelque chose de nouveau. Sans l'aide de cette induction [...] la construction serait impuissante à créer la science.» H. POINCARÉ, *La science et l'hypothèse*. Flammarion, Paris (1968) en page 45.

5 «[...] in scientific research it is possible to distinguish between two contexts: a 'context of testing' and a 'context of estimation'. In the context of testing one aims at comparing a hypothesis (stated in the form of law) with facts. This is done by performing a certain number of experimental observations, by means of which one tries to reject the hypothesis; the procedure adopted in such a case is a hypothetico-deductive one. On the other hand, the context of estimation is characterised by the use of inductive procedures, which are probabilistic in kind. [...] In the context of estimation the application of the methods adopted does not involve accepting or rejecting a distribution, as happens in the context of testing. Instead, we have a gradual process of learning from experience.» M.G. GALAVOTTI, *Induction and deduction in statistical analysis*. In: *Probabilità, induzione, metodo statistico*. Clueb, Bologna (1992): 69-90 en page 70.

Les inférences inductives jouent donc un rôle important dans toute activité scientifique puisqu'on doit forcément faire appel à elles pour pouvoir établir des énoncés généraux à partir de données ponctuelles.<sup>6</sup> Par conséquent, l'image du discours scientifique est étroitement liée à la notion d'incertitude et, par conséquent, à sa mesure: la probabilité.<sup>7</sup>

«Il arrive souvent qu'au lieu de chercher à deviner un événement d'après une connaissance plus ou moins imparfaite de la loi, on connaisse les événements et qu'on cherche à deviner la loi; qu'au lieu de déduire les effets des causes, on veuille déduire les causes des effets. Ce sont là les problèmes dits de probabilité des causes, les plus intéressants au point de vue de leurs applications scientifiques.»<sup>8</sup>

## Mesurer l'incertitude

«Rien ne peut être probable pour l'intelligence universelle telle celle de Dieu, mais pour nous, individus ayant une intelligence bien plus limitée, la probabilité est le guide de la vie.»<sup>9</sup>

Aujourd'hui, la conception probabiliste et statistique du monde semble solidement ancrée.<sup>10</sup> Les probabilités, statistiques, proportions,

6 «[...] no science will permit us to say: this fact will come about, it will be thus and so because it follows from a certain law, and that law is an absolute truth. Still less will it lead us to conclude sceptically: the absolute truth does not exist, and so this fact might or might not come about, it may go like this or in a totally different way, I know nothing about it. What we can say is this: I foresee that such a fact will come about, and that it will happen in such and such a way, because past experience and its scientific elaboration by human thought make this forecast possible to me. [And since a forecast is always referred to a subject, being the product of his experience and convictions] the logical instrument that we need is the subjective theory of probability.» B. DE FINETTI, *Probabilism*. *Erkenntnis* 28 (1989) en page 170.

7 «Ainsi, dans une foule de circonstances, le physicien se trouve dans la même position que le joueur qui suppose ses chances. Toutes les fois qu'il raisonne par induction, il fait plus ou moins consciemment usage du calcul des probabilités.» H. POINCARÉ, *La science et l'hypothèse*. Flammarion, Paris (1968) en p. 191.

8 H. POINCARÉ, *La science et l'hypothèse*. Flammarion, Paris (1968) en page 197.

9 Phrase attribuée au théologien J. BUTLER cité par G. GIORELLO, *Presentazione*. In: P. GARBOLINO, *I fatti e le opinioni – La moderna arte della congettura*. Editori Laterza, Roma (1997) en page x.

10 Il suffit de penser, par exemple, à la physique quantique, à l'économétrie et au calcul du risque en médecine.

chances, pourcentages, que nous rencontrons quotidiennement et qui nous sont tellement familiers, se révèlent rapidement sources de questions.<sup>11</sup> La plupart d'entre nous raisonnent mal quand il s'agit de probabilités<sup>12</sup> et, de façon plus générale, nous sommes souvent incapables de tirer les conclusions pratiques adéquates d'énoncés probabilistes.<sup>13</sup>

L'introduction des probabilités associées à la preuve scientifique a suscité un fort débat, tant scientifique que juridique, étant donné la compréhension complexe des chiffres articulés, tant pour l'expert (souvent sans formation spécifique en matière de probabilité) que pour le tribunal. Il est souvent dangereux d'évaluer la portée des chiffres sur la base de la seule intuition, d'autant plus que ces chiffres peuvent être exposés sous des formes multiples (fréquences relatives, évaluation du fait lui-même, etc.), voire biaisés par l'expert ou l'une ou l'autre des parties.

Force est de constater que la compréhension des probabilités pose des difficultés à toute personne raisonnable. Les lois qui permettent d'évaluer et de combiner les événements incertains sont souvent contraires à notre intuition et cela que ce soit pour les juristes ou pour les scientifiques. Généralement, les personnes raisonnent de façon «magique» face à l'incertitude (nous préférons *l'illusion du*

11 A. BARBEROUSSE, *La physique face à la probabilité*. Librairie philosophique Vrin, Paris (2000) en page 10.

12 «[La probabilité, qui mesure l'incertitude, (1)] nous sert de guide épistémologique étant donné notre incapacité à connaître tous les éléments qui [...] nous permettraient, si nous les connaissions, de prédire avec certitude tous les phénomènes naturels [, et (2)] nous sert à représenter des caractéristiques [...] de certains phénomènes.» A. BARBEROUSSE, M. KISTLER, P. LUDWIG, *La philosophie des sciences au XX<sup>ème</sup> siècle*. Campus Universitaire Flammarion, 2000 en page 72.

13 «[C'est-à-dire,] que les événements que la science est susceptible d'étudier ne peuvent être légitimement décrits de façon intrinsèque par des lois statistiques. [...] science [...] totalement inaccessible aux capacités humaines. C'est pourquoi le même Laplace a développé une théorie des probabilités comme outils de la connaissance pour nous autres humains qui n'avons d'autre accès qu'incertain aux mystères de la nature. [...] Selon la conception laplacienne de la connaissance, l'usage des probabilités nous est donc nécessaire, non en raison de la nature des faits à connaître, mais en raison de l'insuffisance de nos capacités cognitives.» A. BARBEROUSSE, M. KISTLER, P. LUDWIG, *La philosophie des sciences au XX<sup>ème</sup> siècle*. Campus Universitaire Flammarion, 2000 en pages 66–68.

*certain*<sup>14</sup>). Dès lors, dans le domaine des probabilités plus que dans tout autre, la seule qualité «d'homme de Science» ne suffit pas à garantir un témoignage scientifiquement correct.

## Un exemple

Le large public a été mis à dure épreuve avec le jeu télévisé, connu sous l'appellation de «Monty Hall»<sup>15</sup>. Il s'agit là encore d'un exemple classique de piège de l'intuition face à une décision prise sur la base de l'évaluation de probabilités.

Lors d'un jeu télévisé américain, un joueur se trouve face à trois rideaux (les rideaux *A*, *B* et *C*), derrière l'un desquels se trouve un prix qu'il peut gagner s'il fait les bons choix.

Le présentateur connaît le rideau gagnant et invite le joueur à faire un premier choix, sans toutefois lui permettre de voir s'il a immédiatement gagné. A ce stade du jeu, le joueur a une chance sur trois de gagner.

Admettons que le joueur choisisse le rideau *A*, le présentateur montre alors que l'un des deux rideaux restants (le rideau *B* par exemple) ne cache pas le prix. A ce moment, le joueur est amené à faire un deuxième choix; rester sur son premier choix (le rideau *A*), ou changer de rideau (en faveur du rideau *C*).

La question est de savoir si le joueur a intérêt ou non à changer de rideau. Le fait de changer de rideau influence-t-il ses chances de gagner?

---

14 «On n'aime pas se voir annoncer que la probabilité que l'avion dans lequel on est monté ne s'écrase pas est de 99.99%.» P. ENGEL, le guide de la vie. In: L'empire des probabilités. Dieu joue-t-il aux dés? *Science et Avenir*. Octobre/novembre 2001 en pages 14–15.

15 Le problème des «Trois rideaux» est connu dans le monde anglo-saxon sous l'appellation de «*Monty Hall*» *problem*.

Intuitivement, on peut raisonner de la manière suivante: une fois le rideau  $B$  soulevé par le présentateur, il ne reste que deux solutions; le prix est soit sous  $A$ , soit sous  $C$ , si le joueur change ou non de rideau, ses chances de gain restent identiques: il n'y a donc aucun intérêt à changer lors du deuxième choix.

En réalité, le calcul des probabilités et la pratique répétée du jeu démontrent que le joueur double ses chances de gain s'il change de rideau lors du deuxième choix.

Le joueur a donc intérêt à changer de rideau systématiquement: il augmentera ses chances de gagner de  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{2}{3}$ . Ce résultat est évidemment contre-intuitif<sup>16</sup> mais il peut être facilement approché par un calcul de probabilité lié à la théorie Bayésienne.<sup>17</sup>

Plus amusant, par contre, est de jouer à ce jeu et de constater que le joueur qui change systématiquement de rideau après le premier

16 K. DEVLIN, *Goodbye Descartes*. John Wiley & Sons, New York (1997).

17 Soit les trois événements mutuellement exclusifs:  $A$ : le rideau  $A$  est le rideau gagnant;  $B$ : le rideau  $B$  est le rideau gagnant;  $C$ : le rideau  $C$  est le rideau gagnant. Partons de la situation où le joueur a choisi le rideau  $A$ . Le présentateur lui montre que le rideau  $B$  est vide (information, événement  $b$ ). A ce moment, le joueur s'intéresse aux chances de gain, sachant cette information. Lors du premier choix, la probabilité que le rideau  $A$  soit gagnant  $P(A)$  était égale à celle du rideau  $B$  et de même pour le rideau  $C$ , soit  $P(A) = P(B) = P(C) = 1/3$ . De plus, la probabilité que le présentateur montre le rideau  $B$ , si le rideau  $A$  est gagnant  $P(b|A)$  est de  $1/2$ , la probabilité que le présentateur montre le rideau  $B$ , si le rideau  $B$  est gagnant  $P(b|B)$  est de  $0$  et finalement la probabilité que le présentateur montre le rideau  $B$ , si le rideau  $C$  est gagnant  $P(b|C)$  est de  $1$ .

Dès lors, par le théorème de Bayes (commutativité de l'addition et extension de la conversation), on peut écrire:

$$P(A \cap b) = P(A|b) \cdot P(b) = P(b|A) \cdot P(A)$$

$$\text{d'où } P(A|b) = \frac{P(b|A) \cdot P(A)}{P(b)} = \frac{\overbrace{P(b|A) \cdot P(A)}^{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3}}}{\underbrace{P(b|A) \cdot P(A)}_{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3}} + \underbrace{P(b|B) \cdot P(B)}_{0 \cdot \frac{1}{3}} + \underbrace{P(b|C) \cdot P(C)}_{1 \cdot \frac{1}{3}}} = \frac{1}{3}$$

La probabilité que le rideau  $A$  est le rideau gagnant sachant que le présentateur montre au joueur que le rideau  $B$  est vide,  $P(A|b)$ , est de  $1/3$ . Par conséquent, la probabilité que le rideau  $C$  (le seul autre rideau restant en jeu après l'élimination du rideau  $B$ ) est le rideau gagnant sachant que le présentateur montre au joueur que le rideau  $B$  est vide,  $P(C|b)$ , est de  $2/3$ . Il est donc avantageux de changer de rideau.

choix, gagne deux fois plus que le joueur qui reste fidèle à son premier choix.<sup>18</sup>

Ce jeu télévisé suscita un large débat parmi les statisticiens, la majorité d'entre eux tombèrent dans le piège de l'intuition.<sup>19</sup>

Les arguments fallacieux associés à l'emploi des probabilités au procès pénal ont déjà largement été étudiés, tirant profit de l'abondante documentation anglo-saxonne.<sup>20</sup> Des guides d'interprétation ont été dégagés conformément à la théorie des probabilités en termes de formulation d'hypothèses, d'identification des populations adéquates et de compréhension de la portée des chiffres avancés. Conscient des lacunes du domaine interprétatif vis-à-vis du domaine analytique, le 'National Research Council' américain a appelé à une augmentation des recherches scientifiques traitant de la compréhension des statistiques liées à l'analyse forensique de l'ADN.<sup>21</sup> En Suisse, dans un système légal plus continental, un état des lieux de la perception réelle des probabilités tant du point de vue des experts que du point de vue des juristes est partiellement existant.<sup>22</sup> Les dangers réels découlant du recours à des probabilités dans notre système judiciaire doivent nous permettre de développer et mettre en route des stratégies efficaces.

---

18 Vous pouvez vous amuser sur les sites internet <http://cartalk.cars.com/About/Monty/> et <http://stat.sc.edu/~west/javahtml/LetsMakeaDeal.html>.

19 J. TIERNEY, Behind Monty Hall's Doors, Debate and Answer? *The New York Times*, 21 July 1991; E. ENGEL, A. VENETOULIAS, Monty Hall's Probability Puzzle. *Chance* 4 (1991) 2, 6-9; J.P. MORGAN, N.R. CHAGANTY, R.C. DAHIYA, M.J. DOVIK, Let's make a deal: the player's dilemma. *The American Statistician* 45 (1991) 284-28.

20 C. Champod, F. Taroni, Les préjugés de l'Accusation ou de la Défense dans l'évaluation de la preuve technique. *Revue Pénale Suisse* 111 (1993) 3: 223-235; C. CHAMPOD, F. TARONI, Probabilités au procès pénal – risques et solutions. *Revue Pénale Suisse* 112 (1994) 2: 194-219.

21 National Research Council, *The Evaluation of Forensic DNA Evidence*. National Academy Press, Washington (1996) en pages 166-204.

22 F. TARONI, P. MANGIN, *La preuve ADN, les probabilités, les experts et les juristes – Nécessité de développement et de communication*. Rapport final, Fonds National de la Recherche Scientifique, Soutien à l'entretien personnel (Sciences juridiques) n° 1115-054002/98.

## Explication de la preuve génétique par l'ADN

La grande partie des controverses sur la preuve génétique est due à la façon dont la preuve matérielle est classiquement présentée.<sup>23</sup> Des recherches dans le domaine de la psychologie cognitive ont démontré que l'intuition est un mauvais substitut des lois des probabilités dans l'évaluation des événements incertains. Dans le contexte spécifique de la preuve génétique par l'ADN, les données à disposition des experts (données collectées lors d'études de populations) leur permettent de proposer à la Cour un chiffre qui est censé quantifier la force du lien qui relie par exemple un suspect à une trace retrouvée sur les lieux d'un crime. Ce chiffre représente généralement la fréquence d'apparition de la caractéristique génétique dans une population de référence; en quelque sorte, elle représente la rareté de la caractéristique observée dans cette population. Il paraît donc intéressant de nous poser la question suivante:<sup>24</sup>

*Est-ce que l'explication des fréquences relatives généralement présentées par les experts au procès pénal est correctement perçue?*

Nous avons approché l'aspect de la compréhension des chiffres proposés par les experts à travers un questionnaire adressé aux étudiants en droit de IV<sup>ème</sup> année suivant les cours de procédure pénale dans deux universités romandes. Dans le questionnaire, des témoignages d'experts dans des cas criminels tirés de la jurisprudence anglo-saxonne ont été présentés. Les experts proposent des explications différentes de la signification de la fréquence des profils génétiques. Nous avons demandé aux étudiants de déterminer quels témoignages étaient corrects et lesquels étaient erronés. Quand l'explication donnée par un expert était considérée comme erronée, les

---

23 W.C. THOMPSON, Evaluating the admissibility of new genetic identification tests: lessons from the «DNA war». *The Journal of Criminal Law and Criminology* 84 (1993) 22-104.

24 B. ROBERTSON, G.A. VIGNAUX, Bayes' theorem in the Court of Appeal. *The Criminal Lawyer*, January (1997) 4-5.

étudiants étaient priés de donner leur raisons sur le pourquoi d'une telle erreur.

Une réponse correcte est une réponse dans laquelle l'étudiant confirme à raison que l'explication de l'expert est correcte ou fausse.

Les réponses au questionnaire permettent d'observer que les étudiants sont faiblement capables de détecter les arguments fallacieux. Le taux de réponses correctes varie entre 9% et 32%. Il s'améliore une fois que l'expert présente l'explication correcte de la signification du chiffre proposé; le taux varie entre 45% et 64%. Ces résultats laissent transparaître la difficulté pour les étudiants en droit de saisir correctement les explications d'un expert sur la signification des chiffres proposés au procès.

### **Un exemple**

Imaginons la situation criminelle suivante: une trace de sang est retrouvée sur les lieux d'un crime. Un suspect est par la suite appréhendé et son sang est analysé afin de pouvoir l'exclure ou l'inclure parmi les sources potentielles de la trace. Si un lien analytique est établi entre les caractéristiques génétiques du sang du suspect et celles de la tache retrouvée, l'expert devra fournir à la Cour une évaluation de la force probante de ce lien. *Qu'est-ce que cette concordance signifie?*

Dans la pratique, il n'est pas rare de lire et d'entendre l'explication et l'argumentation suivantes:

«Il n'y a pas de différence entre les caractéristiques génétiques établies sur le prélèvement et celles établies chez le suspect. Une telle constellation de caractéristiques se trouve chez environ 0.001% de la population. La probabilité que la trace de sang provienne d'une personne innocente est 0.00001. Par con-

séquent, la probabilité que la trace de sang provienne du suspect est supérieure à 99.99%<sup>25</sup>.»

Plus dangereux encore, c'est le fait que sur la base du même chiffre – «une telle constellation de caractéristiques se trouve chez environ 0.001% de la population» – la défense pourra argumenter que:

«En considérant une population d'intérêt de 200'000 personnes en Suisse qui ont pu commettre le crime, il y a un deuxième individu présentant la même caractéristique génétique que la trace, dès lors la probabilité que la trace ait été laissée par le suspect arrêté est de 1 sur 2. Nous avons donc 50% de risque de nous tromper d'individu!»

Face à ces deux arguments (de l'accusation et de la défense) diamétralement opposés, on retrouve le juge et les membres du jury qui ne pourront qu'exprimer un état de confusion.

- *Comment est-il possible de soutenir deux argumentations si différentes en partant du même chiffre?*
- *Lequel des deux raisonnements est-il correct?*

Le problème dans la première conclusion<sup>26</sup> réside dans le fait que l'expert donne à la Cour une affirmation sur l'hypothèse d'intérêt (le suspect est la source de la trace, appelons cette hypothèse  $H_1$ ) plutôt que de se focaliser sur la valeur de l'élément de preuve (événement  $E$ ). Cette explication fallacieuse consiste à augmenter l'importance de l'information réellement à disposition de l'expert, la

25  $0.99999 = 1 - 0.00001$

26 Voir à titre d'illustration les exemples cités dans: W.C. THOMPSON, E.L. SCHUMANN, Interpretation of statistical evidence in criminal trials. The prosecutor's fallacy and the defence attorney's fallacy. *Law and Human Behaviour* 11 (1987) 167–187; D.H. KAYE, DNA evidence: probability, population genetics and the courts. *Harvard Journal of Law and Technology* 7 (1993) 101–172; J.J. KOEHLER, Error and exaggeration in the presentation of DNA evidence at trial. *Jurimetrics Journal* 34 (1993) 21–39; D.J. BALDING, P. DONNELLY, The Prosecutor's fallacy and DNA evidence. *Criminal Law Review* (1994) 711–721; M. REDMAYNE, Doubts and burdens: DNA evidence, probability and the courts. *Criminal Law Review* 6 (1995) 464–482; I.W. EVETT, Avoiding the transposed conditional. *Science and Justice* 35 (1995) 127–131.

probabilité conditionnelle  $P(E|H_2)$ , qui représente la probabilité d'observer les profils génétiques concordants (entre la trace et le suspect) si le suspect n'est pas à l'origine de la trace mais que quelqu'un d'autre dans la population d'intérêt a laissé cette trace sur les lieux (c'est-à-dire que la concordance observée au laboratoire est due au hasard). Aboutir à la probabilité d'intérêt de la Cour,  $P(H_1|E)$ , c'est-à-dire la probabilité que le suspect soit à l'origine de la trace, sachant qu'il y a une concordance entre les caractéristiques génétiques de la trace et celles du suspect nécessite des étapes de calcul ultérieures.<sup>27</sup>

A noter que les deux termes,  $E$  et  $H$ , des deux probabilités conditionnelles citées sont inversés; ceci représente une partie du piège de l'intuition. Le passage entre ces deux probabilités conditionnelles,  $P(E|H_2)$  et  $P(H_1|E)$ , n'est ni automatique ni simple.

A titre d'illustration,<sup>28</sup> il peut être utile démontrer le piège à travers les deux affirmations (a) et (b) suivantes:

- a) Je suis un éléphant donc je suis un animal avec quatre pattes.
- b) Je suis un animal avec quatre pattes donc je suis un éléphant.

Le piège de l'intuition consiste à estimer que ces deux phrases sont équivalentes. Bien évidemment elles ne le sont pas, la phrase (a) est différente de la phrase (b). L'information «je suis un animal avec quatre pattes» présentée dans la phrase (b) est insuffisante pour conclure que «je suis un éléphant».

27 Posons les hypothèses suivantes:  $H_1$  le suspect est à l'origine de la trace et  $H_2$ : le suspect n'est pas à l'origine de la trace.  $E$  représente l'indice scientifique, notamment les caractéristiques concordant entre la trace de sang retrouvée sur les lieux du crime et le sang du suspect arrêté par la police.

La fréquence de la caractéristique génétique concordante (entre la trace et le suspect) dans la population de référence est  $f = P(E|H_2)$ , soit par exemple 0.00001 (c'est-à-dire, 0.001% ou 1 personne sur 100'000). Les équations erronées suivantes sont posées par l'expert:

$P(H_2|E) = 1 - P(E|H_2)$ , d'où  $P(H_2|E) = 1 - [1 - P(E|H_2)] = P(E|H_2)$

Cette argumentation est bien connue sous l'appellation de «Inversion Fallacy» ou «Prosecutor's fallacy», car elle consiste à confondre  $P(H_2|E)$  et  $P(E|H_2)$ . En réalité  $P(H_1|E) = 1 - P(H_2|E)$  et non  $P(E|H_2)$ .

28 F. TARONI, P. MANGIN, W. BÄR, Lettre aux juristes – La présentation de la preuve par l'ADN dans les rapports d'expertise (Die Interpretation des Beweiswertes von DNA-Untersuchungen in sachverständigen Gutachten – Brief an die Rechtssprechenden. *Revue Pénale Suisse* 117 (1999) 439–445.

Imaginons maintenant la même séquence de phrases (a) et (b) dans le contexte qui nous intéresse, la preuve génétique par l'ADN:

- a) Je suis le criminel donc mon profil génétique concorde avec celui de la trace.
- b) Mon profil génétique concorde avec celui de la trace donc je suis le criminel.

Même s'il apparaît tout à fait facile et banal de détecter ce piège logique dans ce nouvel exemple (en effet, la phrase (a) est correcte<sup>29</sup> et la phrase (b) est erronée), le fait de présenter la valeur de la preuve génétique sous une forme chiffrée et d'en expliquer sa signification à la Cour peut causer de fausses interprétations. En fait, la conclusion précédente – similaire à la phrase (b) – s'avère extrêmement défavorable au suspect et représente malheureusement un indice de mauvaise compréhension des règles des probabilités conditionnelles aboutissant à une conclusion erronée.

Moins de  $\frac{1}{5}$  des étudiants ayant répondu au questionnaire ont identifié l'explication de l'expert comme fallacieuse. Le risque dans l'acceptation d'un tel raisonnement probabiliste est la surestimation massive de la valeur de la preuve qui sera donc très défavorable au suspect.

## Discussion et Conclusion

En sciences forensiques, l'information probabiliste doit impérativement être combinée avec d'autres éléments pour permettre l'estimation des probabilités sur un événement donné.<sup>30</sup> Typiquement, lors de la sélection d'un suspect dans une base de données de profils génétiques, un accent particulier doit être mis sur le rôle capital de l'enquête de police dans l'interprétation de la preuve et, par consé-

29 Le présupposé d'une absence totale d'erreurs de laboratoire est sous-jacent.

30 J. SCHKLAR, DNA evidence in the courtroom: a social-psychological perspective. In M. FREEMAN, H. REECE (Eds) *Science in court*. Dartmouth Publishing Company, Ltd., Dartmouth (1998) 109–123.

quent, de la culpabilité du suspect.<sup>31</sup> Bien que la valeur du lien établi soit importante (le profil génétique d'un suspect coïncide avec celui d'une trace), la résolution de l'affaire peut s'avérer plus difficile. La probabilité que le suspect soit effectivement à l'origine de la trace peut être réduite malgré une forte valeur du lien. En fait, les circonstances de l'affaire et les résultats de l'enquête de police jouent un rôle primordial. Les preuves à charge du suspect sélectionné peuvent s'avérer par ailleurs peu convaincantes. En fait, il pourrait n'y avoir que très peu d'indices (ou pas d'indices du tout) contre le suspect si un travail d'enquête approfondie n'est pas mené complètement. Dans cette hypothèse, un groupe très large de criminels potentiels ne pourra pas être exclu et le criminel ne se trouve pas forcément dans la base de données utilisée par l'expert. Cette aspect souligne le rôle, capital, de la base de données des profils ADN dans l'enquête policière; elle représente un outil formidable dans les mains des enquêteurs mais ne doit en aucun cas se substituer à l'enquête policière elle-même. Elle est un support d'enquête essentiel.<sup>32</sup>

Du point de vue pratique, il est donc impératif de pouvoir maîtriser logiquement toutes ces données. Des recherches empiriques ont souligné que les juristes apprécient la preuve statistique en dehors du cadre posé par la théorie des probabilités, pouvant ainsi entraîner des conséquences graves sur la qualité de la prise de décision.<sup>33</sup> Souvent, en effet, les tendances suivantes ont été mises en évidence:

---

31 D. BALDING, P. DONNELLY, Evaluating DNA profile evidence when the suspect is identified through a database search. *Journal of Forensic Sciences* 41 (1996) 603–607; I. EVETT, B.S. WEIR, *Interpreting DNA evidence*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland (1998).

32 M. KILLIAS, H. HAAS, F. TARONI, P. MARGOT, Quelles catégories de condamnés devrait-on faire figurer dans une banque de profils ADN? Remarques concernant l'importance d'une banque de profils ADN pour l'éclaircissement de crimes graves et les limites résultant du principe de la proportionnalité. *Crimiscope* 21, janvier (2003).

33 Voir à ce sujet trois excellents comptes-rendus: W.C. THOMPSON, Are juries competent to evaluate statistical evidence? *Law and Contemporary Problems* 52 (1989) 9–41; D.H. KAYE, J.J. KOEHLER, Can jurors understand probabilistic evidence? *Journal of the Royal Statistical Association* 154 (1991) 75–81; A. WAGENAAR, The proper seat: a Bayesian discussion of the position of expert witnesses. *Law and Human Behaviour* 12 (1988) 499–510.

- la difficulté de combiner des probabilités dépendantes ou de réaliser la dépendance entre deux phénomènes;
- une sensibilité à la variation des probabilités moins grande que ne l'exigerait la théorie mathématique des probabilités;
- la croyance dans une argumentation fallacieuse du type *Prosecutors' Fallacy* (piège du procureur) ou *Defense Attorney's Fallacy*,<sup>34</sup> particulièrement si un seul des arguments est présenté;
- le rejet des données statistiques en faveur d'une preuve vivante, anecdotique, mais moins probante.

Les résultats qui apparaissent lors de l'étude du questionnaire proposé aux étudiants confirment les tendances d'autres recherches ou publications scientifiques. Malgré le nombre limité des participants à l'étude, il est néanmoins important de souligner que la majorité des étudiants ne détectent pas les erreurs dans les argumentations exprimées par les experts au procès. La tendance à tirer des conclusions fausses à partir d'interprétations fallacieuses sur la manipulation et la signification des chiffres proposés est préoccupante. Cela confirme les connaissances limitées des règles des probabilités dont la maîtrise est demandée pour pouvoir interpréter et exploiter correctement la preuve scientifique.

Permettre d'apprécier la preuve à sa juste valeur<sup>35</sup>, en saisir les vraies implications de manière reproductible et conforme aux règles fondamentales des probabilités<sup>36</sup>, est probablement un objectif ambitieux<sup>37</sup>. Il passe, à notre avis, par une initiation des futurs juristes au raisonnement probabiliste.<sup>38</sup>

34 C.G.G. AITKEN, *Statistics and the evaluation of evidence for forensic scientists*. Wiley & Sons, Chichester (1995).

35 F. MOSTELLER, D.L. WALLACE, *Applied Bayesian and classical inference. The case of The Federalist Papers*. Springer-Verlag, New York (1984).

36 M. REDMAYNE, Presenting probabilities in court: the DNA experience. *The International Journal of Evidence and Proof* (1997) 187–214.

37 Quelques éléments de solution furent présentés par S.E. FIENBERG, *The Evolving role of statistical assessments as evidence in the courts*, Springer-Verlag, New York, 1989.

38 A ce propos voir: A. HAWKINS, P. HAWKINS, *Are lawyers prey to probability misconceptions irrespective of mathematical education?* Research Papers on Stochastics Education à paraître.  
«Recently there has been a trend towards admitting expert statistical evidence in UK court cases. There

Il faut prendre conscience que dans la réalité actuelle:

- la valeur de la preuve scientifique est de plus en plus présentée de façon chiffrée au procès civil et pénal<sup>39</sup>;
- toute opération de prise de décision n'est qu'une évaluation de l'incertitude<sup>40</sup> et les probabilités représentent une mesure acceptée, cohérente et logique de cette incertitude<sup>41</sup>;
- les connaissances en statistique et probabilité seront toujours d'utilité dans le contexte juridique et constamment utilisées dans la résolution d'affaires judiciaires<sup>42</sup>.

Ce troisième point représente – depuis plusieurs années – la tendance dans la littérature anglo-saxonne spécialisée<sup>43</sup>. Par crainte d'interprétations purement subjectives basées essentiellement sur l'expérience de l'expert, les scientifiques ont travaillé dans le but de pouvoir offrir aux Cours de justice des évaluations basées sur des études contrôlées. «L'objectivité» est proposée à travers l'utilisation de chiffres – en ce qui nous concerne en termes de probabilités – mais le danger réside dans l'exploitation et la compréhension de tels chiffres.<sup>44</sup>

---

have been a number of cases, however, in which outcomes have been distorted by statistical or probabilistic misconceptions and by faulty inference. Typically, lawyers receive no training in these areas apart from their compulsory school mathematical education. In this study, data was taken from five groups of trainee lawyers. This demonstrated that they made errors in assessing likelihoods, irrespective of the level and type of mathematical education that they have received. These typical approaches and content of mathematical education at school need to be re-considered.»

- 39 C.G.G. AITKEN, *Statistics and the evaluation of evidence for forensic scientists*. John Wiley & Sons, Chichester (1995); B. ROBERTSON, G.A. VIGNAUX, *Interpreting evidence – Evaluating forensic science in the courtroom*. John Wiley & Sons, Chichester (1995); M. REDMAYNE, Doubts and burdens: DNA evidence, probability and the courts. *Criminal Law Review* 6 (1995) 464–482; D. KAYE, Cross-examining science. *Jurimetrics Journal* 36 (1996) vii–x; B. WEIR, *Presenting DNA statistics in court*. Report, North Carolina State University, Raleigh (1997) 128–136.
- 40 J.D. JACKSON, Analysing the New Evidence Scholarship: towards a new conception of the law of evidence. *Oxford Journal of Legal Studies* 16 (1996) 309–328; D.A. BERRY, Experimental design for drug development: a Bayesian approach. *Journal of Biopharmaceutical Statistics* 1 (1991) 1: 81–101.
- 41 W. TWINING, Debating probabilities. *The Liverpool Law Review* 2 (1980) 51–64; C.G.G. AITKEN, *Statistics and evaluation of evidence for forensic scientists*. John Wiley & Sons, Chichester (1995).
- 42 S.E. FIENBERG (Ed.), *The evolving role of statistical assessments as evidence in the courts*. Springer-Verlag, New York (1989); D. BALDING, DNA profiles and the courts. *The Royal Statistical Society News* 24 (1996) 1–2.
- 43 A ce propos, voir les publications dans les revues spécialisées *Science & Justice* (domaine des sciences forensiques), *Jurimetrics Journal* et *Law, Probability and Risk* (domaine juridique).
- 44 P. HAWKINS, A. HAWKINS, *Lawyers' probability misconceptions and the implications for legal education*. Report, Royal Statistical Society Centre for Statistical Education, University of Nottingham (1997).

Que les experts et la Cour aient besoin de chiffres pour interpréter l'indice scientifique n'est pas mis en question;<sup>45</sup> comment les administrer et comment garantir une utilisation correcte est le souci qui nous préoccupe.<sup>46</sup>

La formation et la mise à jour des connaissances spécifiques<sup>47</sup> apparaissent comme les premières étapes permettant ensuite de proposer des solutions pratiques adéquates et contrôlées.

L'enseignement – à travers des cours d'interprétation de l'indice scientifique – est déjà une réalité dans le monde juridique anglo-saxon<sup>48</sup>, mais pas encore en Suisse.

Ces expériences d'enseignement ont souligné que:

- pour formuler, reconstruire et critiquer des arguments, les axiomes et la théorie des probabilités sont des outils intellectuels extrêmement flexibles et puissants lesquels – si utilisés à bon escient – permettent de clarifier le rôle des estimations et de déceler les biais et les mauvais choix présents dans presque tout raisonnement complexe.<sup>49</sup>

45 A tel propos, il suffit de se référer aux affaires de filiation où toute interprétation et décision juridique se base sur un chiffre: la probabilité de paternité.

46 B. ROBERTSON, G.A. VIGNAUX, Explaining evidence logically. *New law Journal* 148 (1998) 159–162. Déjà en 1897, l'importance de l'étude des statistiques, suggérait à des philosophes la réflexion suivante: «For the rational study of the law the black letter man may be the man of the present, but the man of the future is the man of statistics and the master of economics.» O.W. HOLMES, The path of the law. *Harvard Law Review* 10 (1897).

47 D.L. FAIGMAN, A.J. BAGLIONI, Bayes' Theorem in the trial process – Instructing jurors on the value of statistical evidence. *Law and Human Behavior* 12 (1988) 1–17.

48 Nous mentionnons à titre d'illustration les cours offerts par les Universités du Texas à Austin (Professeur J. KOEHLER, adresse Internet pour des informations sur le cours: <http://www.bus.utexas.edu/~koehlerj/>), de California à Irvine (Professeur WILLIAM THOMPSON, adresse Internet pour des informations sur le cours: <http://www.seweb.uci.edu/users/wcthomps/Thompson.htm>), d'Arizona à Tempe (Professeur DAVID KAYE, adresse Internet pour des informations sur le cours: <http://researchnet.asu.edu/gallery/regents/prof17.html>) et par celle de New York, Cardozo School of Law (Professeur PETER TILLERS, adresse Internet pour des informations sur le cours: <http://tiac.net/users/tillers/fi-home.html>).

49 A.D. CULLISON, Identification by probabilities and trial by arithmetic (a lesson for beginners in how to be wrong with great precision). *Houston Law Review* 6 (1969) 471–518; W. TWINING, *Rethinking evidence – Exploratory essays*. Northwestern University Press, Evanston (1994) en page 7.

- même si l'utilisation des statistiques et des probabilités dans le contexte judiciaire est souvent critiquée, elle est seule capable de mettre en évidence la mauvaise utilisation des analyses statistiques citées en soutien d'une décision<sup>50</sup>. Ces dangers sont réels, et peuvent être évités.<sup>51</sup>

Nous sommes de l'opinion que les calculs des probabilités et les arguments statistiques devraient faire partie des connaissances fondamentales de tout juriste<sup>52</sup> lui permettant (a) de gérer toute information incertaine à sa disposition dans un contexte décisionnel<sup>53</sup> et (b) d'aboutir à une prise de décision qui soit – du point de vue formel – logique.<sup>54</sup>

«Statistical thinking will one day be as necessary for efficient citizenship as the ability to read and write.»

H.G. WELLS, cité par A.D. CULLISON, Identification by probabilities and trial by arithmetic (a lesson for beginners in how to be wrong with great precision). *Houston Law Review* 6 (1969) 471–518.

- 
- 50 B. ROBERTSON, G.A. VIGNAUX, Expert evidence: law, practice and probability. *Oxford Journal of Legal Studies* 12 (1992) 392–403.
- 51 W. TWINING, *Rethinking evidence – Exploratory essays*. Northwestern University Press, Evanston (1994) en page 7.
- 52 R. LEMPERT, The new evidence scholarship: analyzing the process of proof. *Boston University Law Review* 66 (1986) 439–477; S.E. FIENBERG, M.J. SCHERVISH, The relevance of Bayesian inference for the presentation of statistical evidence and for legal decisionmaking. *Boston University Law Review* 66 (1986) 771–798; B. ROBERTSON, G.A. VIGNAUX, *Don't teach statistics to lawyers. Proceedings of the Fifth International Conference on Teaching of Statistics*, 1 (1998) 541–547, Singapore.
- 53 S.E. FIENBERG, *Legal likelihoods and a priori assessments: what goes where?* In: S. GEISSER, J.S. HODGES, S.J. PRESS, A. ZELLNER (Eds), *Bayesian and likelihood methods in statistics and econometrics*. Elsevier Science Publishers, North Holland (1980) 141–162; W. EDWARDS, Influence diagrams, Bayesian imperialism, and the Collins case: an appeal to reason. *Cardozo Law Review* 13 (1991) 1025–1079.
- 54 D.V. LINDLEY, Probability and the law. *The Statistician* 26 (1978) 203–220; D.V. LINDLEY, *Making decision*. 2nd Edition, John Wiley & Sons, London (1998); M.H. DEGROOT, S.E. FIENBERG, J.B. KADANE (Eds), *Statistics and the law*. John Wiley & Sons, New York (1994); D.A. SCHUM, *Evidential foundation of probabilistic reasoning*. John Wiley & Sons, New York (1994); J.B. KADANE, D.A. SCHUM, *A probabilistic analysis of the Sacco and Vanzetti evidence*. John Wiley & Sons, New York (1996); H. ZEISEL, D. KAYE, *Prove it with figures – Empirical methods in law and litigation*. Springer-Verlag, New York (1997).

