

# À VOUS DE JUGER...

« Une enquête historique montrerait que les preuves mathématiques sont rarement utilisées dans le domaine judiciaire. Et ces preuves sont généralement censées aider au processus d'identification d'un suspect, en donnant, par exemple, la probabilité qu'une certaine identification soit correcte », écrivait Leila Schneps, en 2015, dans la préface de son ouvrage *Les Maths au tribunal*. Elle affirme que notre intuition nous porte à sous-estimer très sérieusement le poids de la preuve exprimée de façon numérique. Voici sa démonstration, dans un exercice scénarisé en trois étapes.

**Leila Schneps**, mathématicienne

## REPÈRES

- Un homme est jugé pour le meurtre de sa petite amie. Il a un alibi, mais qui reste fragile et il a déjà fait preuve de violence, sans pour autant avoir un casier.
- Une experte affirme avoir trouvé les empreintes d'une paume de main sur l'arme du crime. Ce type de paume est le même que celui de l'accusé, et correspond à celui d'une personne sur cent.
- Sans certitude précise, la décision des jurés aurait cependant pu être guidée par une formule mathématique: la formule de Bayes.

► La police scientifique a fait des progrès considérables ces dernières années. Mais dans nombre d'affaires, les preuves sont inexistantes.

## L'OMBRE DU DOUTE

C'était la pause. Les membres du jury, enfermés dans une salle équipée de chaises en plastique, sirotaient un mauvais café dans des verres en Duralex.

« Coupable, Mesdames et Messieurs, j'en mettrais ma main au feu, affirma haut et fort un petit homme calme au complet bleu qui avait suivi les débats du matin sans grand enthousiasme. Croyez-moi, le coupable est toujours l'amant. Et qui d'autre? Notez que je dis bien l'amant, un mot vieux jeu, c'est vrai, je vous l'accorde, mais tellement suggestif. Concentrez-vous un instant, Mesdames et Messieurs, qu'est-ce qui

pourrait vous entraîner dans ce que j'appellerais, si vous me le permettez, une grosse bêtise? Quoi donc sinon... l'amour?

– Une agression? Une tentative de viol? On ne peut pas savoir... ajouta sans grande conviction sa voisine, une grande brune aux yeux hagards.  
– Cet homme qui restait là, silencieux, les yeux au sol... ça ne m'inspire pas confiance, déclara une femme très maigre à l'aspect fragile. Et puis choisir le silence, laisser parler son avocat qui tentait de noyer le poisson avec des cris et des gesticulations, c'est tout de même suspect.

– J'espère surtout que vous êtes tous conscients que les éléments à charge qui nous ont été présentés jusqu'ici sont largement insuffisants pour

condamner qui que ce soit, coupa soudainement un grand garçon aux cheveux filasse, en se levant de sa chaise. Ce ne sont pas de nouvelles plaidoiries qu'on attend de nous, mais des raisonnements. »

Cette intervention eut pour effet de dégriser l'assistance aussi sec. Chacun se souvint soudain du corps sans vie de cette jeune femme, Laura P, qui leur réclamait des comptes. On l'avait trouvée, gisant, sur le chemin forestier où elle avait l'habitude d'aller courir à la tombée de la nuit, après avoir fini son service d'infirmière. L'arme du crime, un banal couteau de cuisine, n'avait même pas été retiré de la plaie.  
« Le dossier de l'accusation est bien faiblard en effet, concéda la femme aux yeux hagards.  
– Et ce voisin, qui a témoigné que le couple se disputait souvent, et que ça avait sacrément chauffé la veille du meurtre? rappela le petit homme au complet bleu.

– Et ça prouve quoi? Si nous devons tous commencer à raconter nos disputes domestiques...

soupira un petit homme chauve à l'autre bout de la pièce.

– Oui, et puis ce voisin, pfff... Il ne m'a pas paru spécialement fiable. Il avait le teint bien rouge, ajouta la dame très maigre. C'est sûr qu'il a un penchant pour la bouteille. Il n'avait pas l'air d'apprécier l'accusé et, en plus, il était carrément confus sur les dates.

– Mais en même temps, on sait que le suspect était quelqu'un de violent, dit un jeune homme blond à lunettes. Ce policier nous a raconté comment il avait dû intervenir lors d'une bagarre dans le bistrot du quartier, il y a quelque temps et que notre homme n'était pas le dernier à donner des coups.  
– Ça ne veut rien dire, s'interposa calmement une femme très chic, d'un certain âge. Les hommes peuvent se frapper à coups de poing et puis redevenir les meilleurs amis du monde. »

Il était difficile de savoir si elle parlait en connaissance de cause, mais alors qu'elle semblait disposée à développer plus longuement son argument, elle fut arrêtée par le grand garçon aux ●●●

▲ C'est dans le secret des délibérés que se joue la décision du jury lors d'un procès. Preuves concrètes, intuition, mais aussi probabilités numériques devraient être pris en compte au même titre par les jurés.



ANDREW BROOKES/GETTY IMAGES

AFP PHOTO / VINCENT AMALVY



●●● cheveux filasse, devenu, sans même l'avoir cherché, une sorte de meneur de jeu.

« En effet, Madame. Toutefois, veuillez bien noter que le policier a confirmé que le casier judiciaire de l'accusé était vierge et qu'aucune charge n'a été finalement retenue contre lui à l'occasion de cette... bagarre de bistrot. D'ailleurs aucun autre acte de violence n'est à mettre à son actif, ou à son passif si vous préférez. »

Une femme qui n'avait encore rien dit intervint alors.

« Ce qui m'inquiète, c'est que son alibi pour le soir du meurtre soit aussi faible. D'après son avocat, il est resté toute la soirée dans ce même bistrot, où il est un habitué. D'accord, plusieurs personnes l'y ont vu ce soir-là... mais la police a précisé qu'il lui aurait suffi d'une seule petite heure d'absence pour commettre le meurtre, puisqu'il savait bien que son amie irait courir sur ce chemin en début de soirée. Il aurait facilement pu se glisser dehors, puis revenir et continuer à boire et à bavarder comme si de rien n'était. »

Elle frémit. Cette pensée lui semblait manifestement horrible. Le débat reprit de plus belle.

« Donc si on voit le verre à moitié plein, il y a un mobile, l'occasion et le moyen. Et l'occasion fait parfois le larron. »

– Le larron oui, l'assassin pas forcément!

– Puis une querelle de couple semble être un bien pâle mobile.

– Pour moi, il est innocent! Tout ça c'est du bricolage, il n'y a pas l'ombre d'une preuve, et je n'enverrai personne en taule avec un dossier pareil. Souvenez-vous, bon sang: "au-delà de tout doute raisonnable"; et sinon la relaxe.

– Et il y a des assassins en liberté.

– Mieux vaut dix assassins en liberté qu'un innocent derrière les barreaux! »

L'appariteur coupa net le débat, en rappelant le jury dans la salle du procès.

**À VOUS DE JOUER**

Quelle est, d'après vous, la probabilité de culpabilité de l'accusé selon les éléments présentés au procès jusqu'ici? Choisissez un nombre entre 0 et 100. Appelez ce nombre X.



▲ Les empreintes constituent a priori une preuve indéniable. Mais elles ne sont pas toujours nettes et on en retient alors un « type » d'empreinte, donc une probabilité.

**UNE CHANCE SUR CENT**

Le dernier témoin fut appelé à la barre. C'était une femme à l'épaisse chevelure brune tirée en arrière qui, après avoir prêté serment, se lança dans des explications techniques et précises: elle était le témoin expert à qui l'on avait confié l'examen scientifique de l'arme du crime:

« Les seules traces d'ADN que l'analyse a permis de déceler appartiennent à la victime. Par ailleurs, après saupoudrage, nous n'avons trouvé aucune empreinte digitale. Une trace informe laisse soupçonner que le couteau a pu être essuyé. Cependant, à l'extrémité du manche la plus éloignée de la lame, il restait l'empreinte d'une paume de main. »

– Pourriez-vous expliquer au jury dans quelle mesure de telles empreintes sont caractéristiques d'un individu? demanda le juge.

– Il existe plusieurs types d'empreintes de paume,

et de plusieurs tailles, répondit la femme. Ce qui permet d'exclure d'emblée l'appartenance d'une telle empreinte à un certain nombre de gens. D'ailleurs...

– Et que diriez-vous de cette empreinte particulière? coupa le juge, peu enclin aux développements généraux.

– Par la taille, elle correspond à une main d'homme de taille moyenne, ou bien à une main de femme plutôt grande. Il s'agit d'un type que l'on rencontre, en gros, chez une personne sur cent. – Et la main de l'accusé est-elle de ce type? s'enquit l'avocat de l'accusation, profitant de l'absence.

– Oui, répondit l'experte.

– Mais alors, si j'ai bien compris, on trouvera dans les parages des centaines de personnes dont les mains sont du même type, intervint rapidement l'avocat de la défense.

Désireux de ne pas laisser s'installer la mauvaise impression – pour son client du moins – que cette information laissait planer, il poursuivit avec une passion qui n'excluait pas la logique. « Quelle est la population totale de cette ville? Plusieurs dizaines de milliers d'habitants. Songez donc à ces centaines et ces centaines de mains ouvertes, dont chacune aurait pu manier le couteau qui a ôté la vie à cette jeune femme innocente! Comment donc pourrait-on montrer du doigt l'un d'entre eux, celui qui se tient devant vous, surtout étant donné l'absence totale du moindre indice sérieux par ailleurs? »

Plus tard, en salle de délibération, ce point fut chaudement débattu par le jury à nouveau réuni. « Si l'accusé est innocent, ce serait une coïncidence un peu trop extraordinaire qu'il ait précisément le même type de paume que le meurtrier, dit la dame à l'air fragile mais dont la délicatesse cachait un caractère obstiné.

– En même temps, objecta l'homme blond à lunettes, puisque des centaines d'hommes présentent une paume du même type, on a carrément l'impression que cela joue en faveur de l'accusé, puisqu'en fin de compte, il n'est que l'une de toutes ces personnes qui sont des coupables en puissance. Cette histoire de paume, c'est mauvais ou c'est bien pour lui au final?

– Il me paraît clair que cette histoire de coïncidence d'empreintes n'est pas bonne pour les affaires de l'accusé, dit le meneur, en homme



habitué à être écouté. Mais à quel point, c'est difficile à dire. Je ne sais pas comment calculer la probabilité exacte, ni comment mettre en perspective ce chiffre d'une chance sur cent avec les éléments de l'enquête. Étant donné le grand nombre de personnes qui ont la même empreinte, il est difficile de conclure. En tout cas, moi, je ne pourrais pas voter une condamnation basée sur ce seul indice. »

Personne n'objecta sérieusement à cette affirmation et aucun des membres du jury ne pensa que la coïncidence des empreintes pouvait constituer une preuve accablante, sachant que l'experte avait indiqué combien elle laissait de possibilité pour des coupables potentiels. À la fin, le jury sentit qu'il ne pouvait pencher que vers l'acquiescement et c'est bien ce qui arriva. L'accusé sortit libre de la salle d'audience.

▲ Les tests ADN sont aujourd'hui monnaie courante en criminologie. Mais les risques d'erreurs judiciaires restent possibles, car les cellules peuvent se transférer d'une personne à l'autre, puis de cette autre personne à un objet (comme l'arme du crime).

**À VOUS DE JOUER**

D'après vous, quelle est maintenant, avec la nouvelle information apportée par l'experte, la probabilité de culpabilité de l'accusé? Choisissez de nouveau un nombre entre 0 et 100. Appelez ce nombre Y.

PATRICK LANDMANN / LOOKATSCIENCES

PETER DAZELEY / GETTY IMAGES

## FORMULE MAGIQUE ?

Ce soir-là, l'homme si convaincant qui avait avancé sa conviction aux autres membres du jury raconta toute l'affaire à son épouse, qui se trouvait être mathématicienne.

« Avant cette histoire d'empreinte de paume, ce type m'avait l'air à peu près aussi condamnable que la moitié de mes copains. Si on condamnait les gens pour trois querelles à la maison et deux coups de poing au bistrot, les prisons déborderaient, tu peux me croire.

– Oh ça, pour te croire, je te crois, espèce de gros ours mal léché ! répondit sa femme sur un ton badin.

– Après la découverte de l'empreinte, la pression sur l'accusé s'est faite plus forte, poursuivit l'homme. Mais comment évaluer avec précision l'importance de ce nouvel élément dans cette affaire ? On ne pouvait quand même pas le condamner là-dessus. Si seulement j'avais pu y voir plus clair.

– Mais justement, il existe une formule pour ça : la fameuse formule de Bayes, répondit sa femme. Elle dit qu'il faut simplement savoir la probabilité  $X$  que tu donnais de la culpabilité de l'accusé avant que l'histoire de l'empreinte ne soit découverte, et donc l'information de l'experte scientifique, qui évalue sa fréquence à une personne sur cent. La formule permet de mettre à jour ton estimation de culpabilité en y incorporant le renseignement scientifique.

– Une formule peut accomplir cela ? », s'exclama l'homme.

Sans un mot elle écrivit  $P(C \text{ si } EP) + P(C) / P(C) + P(EP \text{ si } I) P(I)$ . Son mari, interloqué, soupira. « C'est tout ce que ça t'inspire ? Regarde, c'est tout simple, reprit la mathématicienne.  $P(C)$  est ton  $X$ , la probabilité que tu donnais que ton type soit coupable avant de rien savoir sur l'empreinte.  $P(I)$  est la probabilité qu'il soit innocent, donc  $P(I) = 1 - P(C)$ . Les lettres  $EP$  représentent l'empreinte de la paume, et  $P(EP \text{ si } I)$  est la probabilité de trouver cette empreinte sur le couteau si l'accusé est innocent. L'experte a donné cette probabilité-là ; c'est égal à la fréquence de cette empreinte dans la population générale, donc un sur cent ; on a donc simplement  $P(EP \text{ si } I) = 0,01$ . On met ces trois valeurs dans la partie droite de l'équation et à gauche on trouve la probabilité  $P(C \text{ si } EP)$ , celle que l'accusé soit coupable



▲ Les jurés auraient tendance à orienter leur décision en fonction de leur intuition plutôt que selon les probabilités qui peuvent émerger d'une preuve ou d'un témoignage d'expert.

étant donné le renseignement sur l'empreinte de la paume. »

Songeur, le mari tira le papier et le crayon à lui et se mit à griffonner ce calcul. Au bout d'un moment, il posa son crayon et regarda sa femme. « Eh bien, dit-il, qui l'eût cru ? »

### À VOUS DE JOUER

Pour effectuer le même calcul, suivant la formule ci-dessus, procédez comme suit :

- 1) Prenez votre valeur  $X$  et posez  $U = X/100$ . On a  $U = P(C)$ .
- 2) Posez  $V = 1 - U$ . On a  $V = P(I)$ .
- 3) Posez  $W = V/100$ .
- 4) Calculez le quotient  $Z = U / (U+V)$ .
- 5) Multipliez  $Z$  par 100.

Le résultat  $Z$  de ce calcul est la valeur véritable de la quantité  $Y$  que vous avez tenté de deviner ci-dessus. Êtes-vous surpris ?



Pour en savoir plus

■ Leila Schneps, *Les Maths au tribunal*, Seuil, 288 p., 20 €.

RUBBERBALL/AGEFOTOSTOCK

DR

## Preuves statistiques: un poids sous-estimé

L'étude, que j'ai personnellement menée dans le cadre des journées nationales de mathématiques (Nationale Wiskunde Dagen) en février 2018, à Utrecht, aux Pays-Bas, a révélé que les difficultés rencontrées par les membres du jury dans l'histoire racontée ci-dessus sont très répandues.

Près de la moitié (46 %) des sondés n'a pas modifié sa première estimation de culpabilité après le passage du témoin expert. Étonnamment, plus d'une personne sur dix (11 %) a été frappée par l'information sur la fréquence de l'empreinte trouvée sur le couteau dans la population locale... pour abaisser leur estimation de culpabilité. Et parmi ceux qui l'ont augmenté, 86 % l'ont fait de dix à vingt pour cent seulement. Quinze personnes, après l'information sur l'empreinte, ont relevé leur estimation à 80 ou 90 %, proche de la vraie réponse donc. Mais sur ces 15 personnes, 10 avaient déjà proposé une estimation initiale de 80 % ou plus. Finalement, seulement 5 des 445 sondés ont évalué à peu près correctement l'impact de l'empreinte, puisqu'ils sont passés d'une estimation initiale de 10, 30 ou 60 % à une estimation révisée de 90 ou 100 %. Cet exercice montre clairement qu'en présence d'une preuve qui s'exprime numériquement, la décision du jury d'acquitter ou de condamner est très probablement due à une façon tout à fait erronée d'incorporer le poids de cette preuve dans leur estimation de culpabilité – ou au fait ne pas en tenir compte du tout, comme 46 % des sondés ci-dessus !

Un exemple frappant est le cas de Y. L., accusé d'avoir tiré, en 2012, depuis son

véhicule sur deux jeunes dans une voiture garée, tuant l'un d'entre eux. Les preuves de sa présence sur les lieux étaient vagues et contradictoires – certains affirmaient avoir vu une Audi comme celle de Y. L. dans les parages, d'autres une Peugeot ; d'autres déclaraient l'avoir vu en centre-ville au moment du meurtre mais ne pouvaient pas donner une heure précise, etc.). Mais la pièce maîtresse présentée par les gendarmes était le taux très élevé de poudre résiduelle de tir trouvée à l'intérieur de l'Audi de Y. L., un résultat que l'accusé expliquait par le fait d'avoir prêté sa voiture à son beau-père chasseur.

Pour déterminer si un taux aussi élevé pouvait constituer une preuve que Y. L. avait effectivement tiré depuis son véhicule (l'accusé lui-même affirmant avoir passé la journée dans sa voiture sans la prêter à quiconque), les gendarmes ont mené une petite enquête sur 25 véhicules, dont 10 appartenaient à des chasseurs, 10 à des membres de familles de chasseurs, et 5 à des gendarmes (véhicules depuis lesquels des balles avaient été tirées dans des conditions analogues à celles du crime). Les enquêteurs ont trouvé un taux moyen de résidu de tir 200 fois plus élevé dans les 5 dernières (celles des gendarmes) que dans les autres, un taux tout à fait comparable à celui de la voiture d'Y. L.

Convaincu par les arguments enflammés de l'avocat de la défense, qui a fulminé que « regarder quelques voitures de ses copains ne constitue pas une étude scientifique », le jury a acquitté Y. L. en 2015. Le parquet ayant fait appel au motif que l'impact de l'étude n'avait pas été compris, un nouveau procès fut organisé deux ans plus tard, avec exactement les mêmes données. Cette fois, Y. L. fut condamné à 20 ans de réclusion. ■