

Les aides graphiques peuvent-elles nous aider à mieux raisonner avec les probabilités ?

Résumé

Cette recherche visait à étudier le rôle des aides graphiques sur le raisonnement probabiliste. La clé de la réussite à ce type de tâche est donnée comme étant la visualisation de l'emboîtement des données du problème. On s'attendait à ce que la présence d'une aide graphique illustrant ces relations de façon explicite permette de faciliter la résolution de ces problèmes. Contrairement à ces attentes, les résultats ont montré que les aides graphiques avaient plutôt des effets néfastes sur les taux de réussite.

Mots clefs

Biais et Heuristiques,
cognition externe,
jugement,
probabilités,
raisonnement,
représentations graphiques.

Les aides graphiques peuvent-elles nous aider à mieux raisonner avec les probabilités ?

GAËLLE VILLEJOURBERT,



Fonction et établissement actuels :
Maître de conférences en psychologie cognitive et méthodologie à l'université de Toulouse Le Mirail.

Publications depuis 2005

Publications dans des revues à comité de lecture indexées à PsycINFO

Villejoubert G., Almond L. & Alison L. (sous presse). Interpreting claims in offender profiles: The role of probability phrases, base rates and perceived dangerousness. *Applied Cognitive Psychology*.

Bonnefon J. F. & Villejoubert G. (2007). Modus Tollens, Modus Shmollens: Contrapositive reasoning and the pragmatics of nega-

En Septembre 2004, j'ai été tirée au sort pour siéger comme juré aux assises du tribunal de Nanterre. Je résidais alors en Angleterre ce qui m'a valu d'être excusée de ce devoir citoyen. Cette exonération temporaire m'a soulagée. J'ose à peine imaginer le poids qui pèse sur ces citoyens qui sont amenés à siéger à la cour d'assises : même si un

tion. *Thinking & Reasoning*, 13, 207-222.

Maule J., & Villejoubert G. (2007). What lies beneath: reframing framing effects. *Thinking & Reasoning*, 13, 25-44.

Bonnefon J. F. & Villejoubert G. (2006). Tacful, or doubtful? Expectations of politeness explain the severity bias in the interpretation of probability phrases. *Psychological Science*, 17, 747-751.

Hilton D. J., Villejoubert G. & Bonnefon J. F. (2005). How to do things with logical expressions: Creating collective value through coordinated reasoning, *Interaction Studies*, 6, 103-117.

Publications dans des actes de colloques à comité de lecture

Bonnefon J. F. & Villejoubert G. (2005) Communicating Likelihood and managing face: Can we say it is probable when we know it to be certain? In B. G. bara L. Barsalou & M. Buciarelli (Eds), *Proceedings of the 27th Annual Conference of the cognitive Science Society* (pp. 316-321), Lawrence Erlbaum Associates, NJ: Mahwah.

Le Floch V., Hilton D. J. & Villejoubert G. (2005). Procédure de 'debiasing' dans le jugement et la décision, en milieu professionnel. *Actes du 7^e colloque International de Psychologie Sociale Appliquée* (pp. 25-27) Rennes : ADRIPS/LAUREPS.

juré décide selon sa conviction intime, il ne peut jamais être absolument certain que son verdict soit exact. Comment prendre une telle décision ? On peut imaginer que les jurés partent du principe que l'accusé pourrait tout aussi bien être coupable qu'innocent. Cependant, il faut bien réviser ce jugement initial après avoir examiné les faits qui sont reprochés à l'accusé, sa personnalité, son parcours de vie. Et sur la base de l'examen de ces faits, comment peut-on arriver à une conclusion ? Comment savoir s'il y a de grandes chances ou, au contraire, peu de chances pour que l'accusé soit coupable ?

Ce type d'activité n'est pas le propre du juré. Tous les individus qui doivent réviser un jugement initial après avoir examiné des faits nouveaux font face au même problème. Ce problème a d'ailleurs attiré l'attention de nombreux scientifiques issues de diverses disciplines. Les psychologues scientifiques, par exemple, se sont demandé si l'Homme disposait des ressources et capacités intellectuelles suffisantes pour lui permettre de réviser un jugement initial de façon adéquate aux vues de nouvelles informations. Il faut dire qu'il a fallu des siècles avant qu'un savant mette au point une règle expliquant comment une telle révision devrait s'opérer. Cette règle est mathématique et a été inventée au XVI^e siècle par un révérend anglais du nom de Thomas Bayes.

LA RÈGLE DE BAYES

L'exemple suivant permet d'illustrer la règle de Bayes. Imaginez qu'un inspecteur enquête sur une affaire de cambriolage. Il se demande cependant s'il devrait commencer son enquête en interrogeant des mineurs ou bien des majeurs. A priori, il pense qu'il y a 60 % de chances pour que le cambrioleur soit majeur ; c'est son jugement initial. Un indicateur lui annonce que le cambrioleur a un casier judiciaire ; c'est la nouvelle information. Comment l'inspecteur devrait-il réviser son jugement initial sur la base de cette nouvelle information ? La règle de Bayes impose

Contribution au sein d'ouvrages collectifs

Villejoubert G., O'Keeffe C., Alison L. & Cole J. (2006). Hind-sight bias and shooting incidents. In S. Giles & M. Santar Cangelo (Eds.). *Psychological aspects of legal processes* (pp. 17-24). Liverpool: IA-IP Press.

Autres contributions

Villejoubert G. (2007, Septembre). Peut-on identifier un criminel à partir de l'étude de la scène de son crime ? *Les réponses de la psychologie scientifique aux questions que tout le monde se pose*. Société Française de Psychologie.

Bonnefon J. F. & Villejoubert G. (2007) The wings are not on fire (How to turn contraposition upside down). *The Reasoner*, 2, 9-10.

Villejoubert G. (2005). Could they have known better? [Book review]. *Applied Cognitive Psychology*, 19, 140-143.

Communications depuis 2005

Communications orales invitées en colloque

Villejoubert G., Almond L. & Allison L. (2007, Avril). *Interpretation of offender profiles and guidelines for SIO's*. Offender profiling and bad character: contemporary studies of behavioural investigation conference, Liverpool, UK.

qu'il considère à la fois les chances qu'un cambrioleur MAJEUR ait un casier mais aussi celles qu'un cambrioleur mineur en ait un. Si il y a autant de chances dans les deux cas, alors l'inspecteur ne devrait pas changer son jugement initial. Par contre, si il y a plus de chances qu'un cambrioleur majeur ait un casier comparé à un cambrioleur mineur, alors cette nouvelle information devrait amener le policier à augmenter son jugement initial.

Ainsi, d'après la règle de Bayes, le poids d'un fait nouveau dans la révision d'un jugement initial doit dépendre de trois aspects : des chances que notre hypothèse de départ soit correcte, des chances d'observer ce fait si notre hypothèse était effectivement correcte et des chances d'observer ce fait si elle était, en fait, erronée. Dans l'exemple du cambrioleur, on peut calculer exactement les chances qu'un cambrioleur soit majeur sachant qu'il a un casier judiciaire. Admettons que :

- (1) Il y a 60 % de chances qu'un cambrioleur soit majeur.
- (2) Si un cambrioleur est majeur, il y a 20 % de chances qu'il ait un casier judiciaire.
- (3) Si un cambrioleur est mineur, il y a 10 % de chances qu'il ait un casier judiciaire.

Selon la règle de Bayes, il y a maintenant $60\% \times 20\% \div [60\% \times 20\% + 40\% \times 10\%] = 75\%$ de chances pour que le cambrioleur soit majeur, sachant qu'il a un casier judiciaire.

PREMIÈRES ÉTUDES EN PSYCHOLOGIE SCIENTIFIQUE

Les recherches actuelles en psychologie portant sur le problème de la révision des jugements de probabilité sont largement influencées par les travaux fondateurs menés par Daniel Kahneman et Amos Tversky dans les années 70 et 80 (par ex., Kahneman & Tversky, 1973 ; Tversky & Kahneman, 1980). Ces travaux ont démontré que les révisions des individus, qu'ils soient experts ou non, sont très souvent erronées.

Le Floch V., Hilton D. J. & Villejoubert G. (2005, Octobre). *Procédures de 'debiasing' dans le jugement et la décision, en milieu professionnel*. 7^e colloque International de Psychologie Sociale Appliquée, Rennes.

Communications orales en congrès internationaux

Villejoubert G. & Bonnefon J. F. (2007, Août). Percentage-based probability inferences: *The role of computational difficulty and anaphoric references in eliciting Bayesian judgements*. 21th Subjective Probability, Utility and Decision Making Conference, Varsovie, Pologne.

Villejoubert G. & Bonnefon J. F. (2007, Juin). *Tact ou incertitude ? Les attentes de politesse peuvent expliquer le biais de sévérité dans les estimations verbales des risques liés à la santé*. IV^e Congrès International de Psychologie de la Santé de Langue Française, Toulouse, France.

Villejoubert G., O'Keeffe C., Alison L. & Cole J. (2006, Septembre). *Hindsight bias and shooting incidents*. 23rd Annual Cognitive Section Conference of the British Psychological Society, Lancaster, Grande Bretagne.

O'Keeffe C., Villejoubert G., Alison L. & Cole J. (2006, Juin). *Hindsight bias and shooting incidents*. 16th Conference of the European Association of Psychology & Law, Liverpool, Grande Bretagne.

Tversky et Kahneman (1980) ont utilisé des problèmes où l'information probabiliste était présentée sous forme de pourcentages de chances, comme dans les énoncés (1-3) présentés plus haut. Ces études et celles qui ont suivi ont démontré que la valeur du jugement final (les chances estimées qu'une hypothèse soit correcte sachant qu'un fait nouveau a été observé) est souvent égale à la valeur des chances d'observer le fait nouveau sachant que l'hypothèse était correcte. On dit que les individus commettent une « erreur d'inversement » (Koehler, 1996 ; Villejoubert & Mandel, 2002). Ainsi, par exemple, dans le problème précédent, cette erreur conduirait notre inspecteur à juger qu'il y a 20 % de chances qu'un cambrioleur soit majeur sachant qu'il a un casier judiciaire. Pourtant, d'après la règle de Bayes, nous avons vu que la réponse correcte est de 75 % ! Au mieux, seuls 10 % des individus interrogés révisent correctement leur jugement (Koehler, 1996).

LA THÈSE EVOLUTIONNISTE

A partir de ce constat, les recherches récentes ont cherché à identifier les conditions qui permettraient d'améliorer les jugements des individus. Gigerenzer et Hoffrage (1995), par exemple, ont proposé que les individus ne réussissent pas à formuler des jugements corrects parce que nos mécanismes de pensée ne sont pas adaptés à la manipulation des pourcentages de chances.

En revanche, toujours selon ces auteurs, nous serions tout à fait capables de formuler des jugements corrects à partir de problèmes présentant des dénombrements d'éléments individuels et observables. En effet, tout comme nos ancêtres, nous sommes constamment confrontés à des objets inanimés ou vivants que nous pouvons compter dans notre environnement naturel, au fur et à mesure que nous les observons. Notre système de pensée aurait donc évolué de façon à traiter ce type de données plutôt que des pourcentages de chances, qui sont une invention des mathématiciens modernes.

Villejoubert G., Kornbrot D. E., Mandel D. M. & Schmeer S. (2005, Août). *Who does use the representativeness heuristic?* 20th Subjective Probability, Utility and Decision Making Conference, Stockholm, Suède.

Communications affichées en congrès internationaux

Juanchich M. & Villejoubert G. (2007, Août). *Outcomes perceived propensity and p-value affect speakers' choice of probability phrases.* 21th Subjective Probability, Utility and decision Making Conference, Varsovie, Pologne.

Bonnefon J. F. & Villejoubert G. (2005, Juillet). *Communicating likelihood and managing face: Can we say it is probable when we know it to be certain?* 27th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Stresa, Italie.

Communications orales invitées en séminaires ou ateliers

Bonnefon J. F. & Villejoubert G. (2006, Septembre). *Modus Tollens, Modus Shmollens: Conversational effects on contrapositive reasoning.* The London Reasoning Workshop, University College London, United Kingdom.

Villejoubert G., Kornbrot D. E., Mandel D. M. & Schmeer S. (2005, Mai). *Who does use the representativeness heuristic?* Département

Ainsi, notre inspecteur devrait être capable de réviser correctement son jugement si l'information probabiliste est présentée sous forme de *fréquences naturelles*, comme dans les énoncés (4-6) suivants :

- (4) 60 cambrioleurs sur 100 sont majeurs.
- (5) 12 cambrioleurs majeurs sur 60 ont un casier judiciaire.
- (6) 4 cambrioleurs mineurs sur 40 ont un casier judiciaire.

Avec ce type d'informations, évaluer les chances qu'un cambrioleur soit majeur sachant qu'il a un casier judiciaire revient à calculer combien il y existe de cambrioleurs majeurs parmi les cambrioleurs qui ont un casier judiciaire ; soit 12 sur $(12 + 4 = 16)$ ou 75 %. Les recherches montrent qu'il y a quatre fois plus d'individus capables de former un jugement correct avec ce type de problème, comparé aux problèmes qui utilisent des pourcentages de chances (Gigerenzer & Hoffrage, 1995 ; Girotto & Gonzalez, 2001).

LA VISUALISATION DES DONNÉES DU PROBLÈME

La thèse évolutionniste a été largement disputée par d'autres auteurs. Mellers et McGraw (1999, voir également Barbey & Sloman, sous presse) ont proposé que la résolution était en fait facilitée par la *visualisation de l'emboîtement des données* du problème. Ainsi, l'énoncé (5) indiquerait clairement que les cambrioleurs mentionnés sont inclus dans le groupe de cambrioleurs définis dans l'énoncé (4). De même, il serait plus facile de se représenter le groupe des cambrioleurs définis dans l'énoncé (6) comme étant « emboîté » dans le groupe des 40 cambrioleurs étant mineurs implicitement défini dans l'énoncé (4).

Si tel est le cas, l'utilisation de fréquences naturelles ne devrait pas être nécessaire pour améliorer les performances. Macchi (2000) a testé cette possibilité en utilisant des pourcentages de fréquences dans un texte qui s'efforçait de présenter les relations d'emboîtement des différents énoncés sans ambiguïté. Ce format de pré-

de psychologie Economique et Sociale, Tillburg University, Tillburg, Pays-Bas.

Villejoubert G. & Hilton D. J. (2005, Mars). *Giving and receiving advice under uncertainty: The pragmatic function of quantifiers and probability words*. London Judgment and Decision making Seminars, University College London. Londres, Grande Bretagne.

sentation appliqué au problème des cambrioleurs donne les énoncés suivants :

- (7) 60% des cambrioleurs sont majeurs.
- (8) Parmi ces cambrioleurs majeurs, il y a 20 % de cambrioleurs qui ont un casier judiciaire.
- (9) Parmi les cambrioleurs restants qui sont mineurs, il y a 10 % de cambrioleurs qui ont un casier judiciaire.

Les résultats de cette recherche ont démontré que les niveaux de performances obtenus avec ce type de problème sont identiques à ceux observés avec des fréquences naturelles. Cela vient confirmer que la visualisation de l'emboîtement des données est un élément clé pour faciliter une révision adéquate des jugements de probabilité.

LE RÔLE DES REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES

Une autre façon d'aider les individus à visualiser l'emboîtement des données serait de leur proposer une *représentation graphique* de ces données. En effet, les graphiques peuvent communiquer des informations explicites sur les relations entre les composants d'un problème plus facilement qu'un texte (Larkin & Simon, 1987). Bauer et Johnson-Laird (1993) ont d'ailleurs démontré que l'utilisation de schémas pouvait améliorer le raisonnement des individus à condition qu'ils puissent interagir avec les diagrammes pour résoudre le problème.

Peu d'études ont été consacrées au rôle des représentations graphiques dans la résolution des tâches de raisonnement probabiliste. Sedlmeier et Gigerenzer (2001 ; voir également Cosmides & Tooby, 1996, Expérience 4) ont montré que le taux de réussite avec des pourcentages de chances était amélioré après que les individus aient appris à transformer les pourcentages de chances en fréquences naturelles grâce à des grilles ou des arbres de fréquences (Figures 1-i et 1-ii). Ce résultat ne permet cependant pas de déterminer si l'amélioration des performances est due à l'utilisation d'aides graphiques ou bien à l'utilisation de fréquences naturelles.

Sloman et al. (2003, Expérience 2) ont montré que la présentation de cercles d'Euler (Figure 1-iii) permettait d'augmenter les performances observées avec des pourcentages de chance. Cependant, la tâche qu'ils ont utilisé est problématique car elle ne permet pas de distinguer des réponses résultant de l'erreur d'inversement des réponses issues d'un calcul Bayésien (voir, par ex., Giroto & Gonzalez, 2001).

Par conséquent, le but général de la présente étude était d'examiner plus précisément si l'utilisation d'une aide graphique permettrait d'améliorer les jugements basés sur des pourcentages de chances ou de fréquences.

ETUDE EXPÉRIMENTALE

Si la visualisation des relations d'emboîtement des données est un élément clé de la réussite des problèmes de raisonnement probabiliste (Mellers et McGraw, 1999), la présence d'une aide graphique illustrant ces relations de façon explicite devrait permettre d'améliorer le taux de réussite généralement observé avec des pourcentages de chances (Hypothèse 1). Par ailleurs, puisque les pourcentages de fréquences permettent d'obtenir d'aussi bons résultats que les fréquences naturelles (Macchi, 2000), la présence d'une aide graphique dans ces problèmes devrait permettre d'obtenir des taux de réussite encore plus élevés dans ces problèmes (Hypothèse 2). Enfin, si une utilisation active de l'aide graphique permet d'observer un taux plafond de performance avec des fréquences naturelles (Cosmides & Tooby, 1996), on peut supposer qu'un effet similaire sera observé avec des chances ou des fréquences relatives (Hypothèse 3).

MÉTHODE

Participants

160 étudiants en Psychologie de l'Université de Toulouse-2 (128 femmes, 32 hommes, moyenne d'âge = 21.12, SD = 2.53) ont accepté de participer à cette

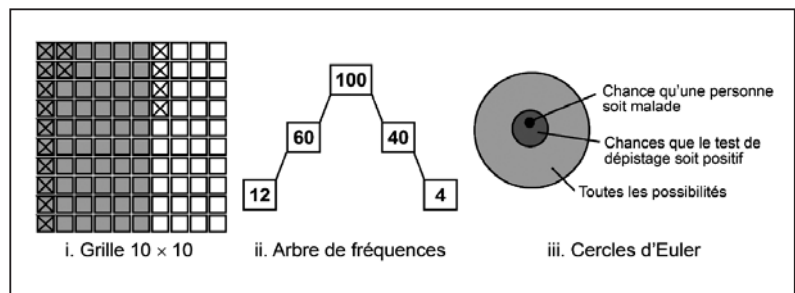


Figure 1 : Aides graphiques précédemment utilisées.

étude. Le français était leur langue maternelle et ils ont été testés en petits groupes. Les données de 8 participants ont été retirées de l'échantillon final car ils n'avaient pas répondu.

Matériels et Procédure

Les participants ont été recrutés sur le campus universitaire et accompagnés dans une salle d'étude en petits groupes. Un expérimentateur leur a rappelé qu'ils étaient libres de se désister à tout moment et que leurs réponses resteraient confidentielles et anonymes. Un questionnaire d'une page leur était ensuite distribué. Il présentait l'énoncé d'une tâche de raisonnement probabiliste accompagné d'une représentation graphique. Pour la moitié des participants, il s'agissait du problème des cambrioleurs. Pour les autres, il s'agissait d'un problème isomorphe visant à évaluer les chances qu'un étudiant ait été présent aux cours sachant qu'il a obtenu son diplôme. Chacun des deux scénarios utilisait soit des pourcentages de chances soit des pourcentages de fréquences.

Chacun des quatre types de problèmes ainsi créés était présenté avec une aide graphique sous forme de barres horizontales (cf. Figure 2). La barre représentait soit l'ensemble des informations du problème (aide passive, cf. Figure 2-a.), soit simplement les chances *a priori* des hypothèses (aide active, cf. Figure 2-b.). Dans ce dernier cas, les participants devaient compléter le graphique avant d'apporter une réponse au problème.

Tous les participants devaient ensuite inscrire leur réponse au problème sous le graphique.

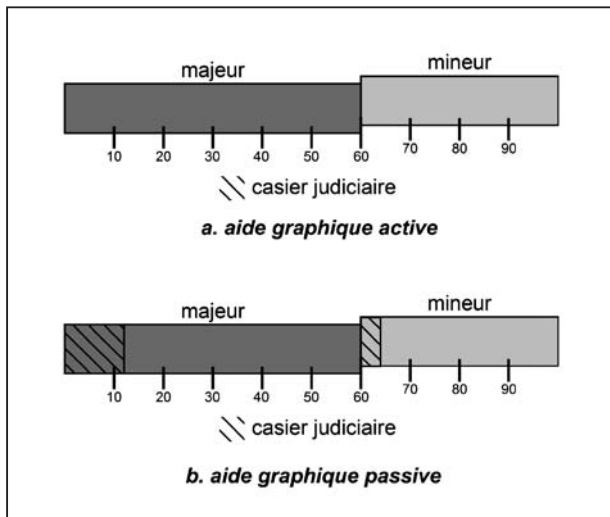


Figure 2 : Aides graphiques utilisées dans l'expérience.

Plan d'expérience

Cette expérience reposait sur un plan factoriel inter-sujets à 3 critères de classification : le scénario (Cambrioleurs, Etudiants), le format de l'information (Chances Relatives, Fréquences Relatives), et l'aide graphique (Passive, Active). Les participants étaient affectés à un des huit groupes expérimentaux de manière aléatoire (N = 20 par groupe).

RÉSULTATS

Les niveaux de réussite observés par Macchi (2000) avec des pourcentages de fréquences et des pourcentages de chances sans aide graphique servent de comparaison de contrôle. Le type de scénario (Cambrioleur vs. Etudiant) n'a pas eu d'effet sur les performances ; $\chi^2(1, N = 152) = 1.323, p = .25$. Par conséquent, les réponses aux deux scénarios sont confondues dans la présentation des résultats.

La présence d'une aide graphique était supposée avoir un effet bénéfique sur la performance (Hypothèse 1). Au total, 12,5 % des participants ont réussi à résoudre la tâche (N = 152). Ce taux de réussite global n'est pas statistiquement différent de celui observé par

Macchi (2000) ; $\chi^2(1, N = 212) = 1.57, p = .21$. Ainsi, contrairement aux prédictions de l'Hypothèse 1, on ne peut pas conclure à un d'effet bénéfique général de la présence d'une aide graphique.

Il avait également été supposé que la présence d'une aide graphique associé à des pourcentages de fréquences améliorerait les performances (Hypothèse 2). Les résultats obtenus ont été tout à fait à l'encontre de ces attentes : lorsqu'une aide graphique était présente, le taux de réussite à ces tâches était significativement inférieur à ceux obtenus par Macchi (2000); 13 % vs. 37 %, $\chi^2(1, N = 112) = 8.63, p < .01$. Ainsi, la présence d'une aide graphique n'a donc pas eu d'effet bénéfique sur les taux de réussite avec des pourcentages de fréquences, contrairement à ce qui était supposé par l'hypothèse 2.

La dernière hypothèse concernait l'avantage supposé d'une utilisation active de l'aide graphique à l'instar des données recueillies par Cosmides et Tooby (1996) grâce à l'utilisation de grilles de fréquences. La Figure 3 présente les taux de réussite observés pour chaque type d'utilisation de l'aide graphique proposée.

L'utilisation active de l'aide graphique n'a pas non plus eu d'effet bénéfique sur les taux de réussite. Lorsque l'aide graphique était associée à des pourcentages de chances, le niveau de réussite était comparable à celui de la condition contrôle, quelque soit l'utilisation faite de l'aide (active ou passive) ; $\chi^2(2, N = 110) = 2.04, p = .36$. Par contre, un effet significatif de l'aide graphique sur le taux de réussite a pu être observé lorsque l'information était présentée sous forme de pourcentages de fréquences ; $\chi^2(2, N = 102) = 8.08, p = .02$.

Plus précisément, ce résultat était du à un effet néfaste de l'utilisation active de l'aide graphique : le taux de réussite dans cette condition était significativement plus bas que celui de la condition contrôle ; $\chi^2(1, N = 152) = 7.86, p = .005$. Par contre, le taux de réussite observé dans la condition d'utilisation passive de l'aide était comparables à celui de la condition contrôle ; $\chi^2(1, N = 66) = 2.45, p = .12$.

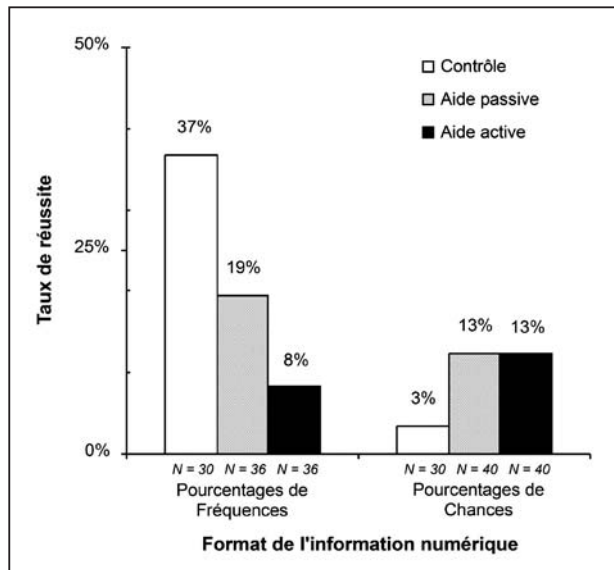


Figure 3 : Taux de réussite dans chaque condition d'aide.

DISCUSSION

Cette étude proposait d'examiner le rôle d'aides graphiques dans la révision de jugements probabilistes. Elle se fondait sur l'hypothèse théorique de l'effet facilitateur de la *visualisation de l'emboîtement* des données du problème. Contrairement à ce qui était attendu, l'aide graphique n'a généralement pas eu d'effet bénéfique sur le taux de réussite à la tâche. Elle a même parfois eu un effet préjudiciable sur les performances.

A première vue, ces résultats pourraient remettre en cause l'hypothèse théorique de la visualisation des emboîtements (Barbey & Sloman, sous presse), en faveur de l'hypothèse évolutionniste (Gigerenzer & Hoffrage, 1995). En effet, on pourrait conclure que l'élément clé pour faciliter la résolution de ces problèmes reste l'utilisation de fréquences naturelles. Cependant, il est également possible que ces résultats soient dus à l'aide graphique utilisée et ne soit pas généralisables à d'autres types d'aide. Les barres avaient l'avantage de conserver les proportions réelles des données mais cela a peut-être été au détriment de la visualisation de l'emboîtement des données du problème. Une

explication alternative est cependant également possible. En effet, les représentations basées sur des partitions de cas individuels (cf. Figure 1) ne laissent place à aucune ambiguïté vis-à-vis des données qui sont toujours relative à la population générale. Ainsi, dans la Figure 1-ii, 12 correspond à la fois au nombre de cambrioleurs ayant un casier parmi les cambrioleurs majeurs et au nombre de cambrioleurs majeurs ayant un casier parmi l'ensemble des cambrioleurs.

Ceci n'est plus vrai lorsque les données sont présentées sous forme de pourcentages : dans la Figure 4, la proportion « 20 % » peut être interprétée comme la proportion de cambrioleurs ayant un casier parmi les cambrioleurs majeurs *ou bien* comme la proportion de cambrioleurs majeurs ayant un casier parmi l'ensemble des cambrioleurs. Cependant, seule la première interprétation permet de calculer la réponse correcte. De plus, même si cette donnée est correctement interprétée, cela ne suffira pas pour réussir à résoudre la tâche. Encore faudra-t-il que les participants comprennent sur quel référent s'appuyer pour calculer la proportion de cambrioleurs majeurs parmi ceux qui ont un casier.

Si de telles confusions se sont opérées chez les participants de cette étude, des aides graphiques de type Euler ne seront pas suffisantes pour améliorer les performances. En revanche, le taux de réussite devrait être amélioré si la représentation graphique utilisée ôte toute ambiguïté sur le référent des pourcentages conditionnels. La Figure 5 illustre une façon dont cette ambiguïté pourrait être neutralisée. L'encadré en pointillé suggère une façon d'instaurer une utilisation active

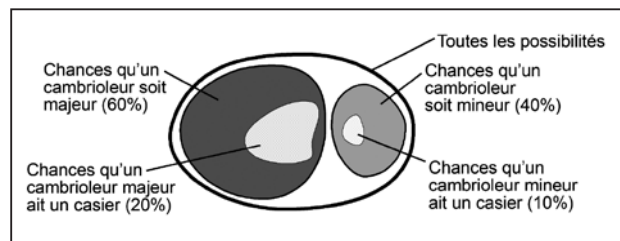


Figure 4 : Représentation des données sous forme de cercles d'Euler (Pourcentages de chances).

de ce type d'aide. Si le taux de réussite observé était plus élevé avec de telles représentations, cela montrerait que l'élément clé de la réussite à ce type de problème n'est pas la présentation des données sous formes de partitions d'éléments dénombrables, ni la visualisation de l'emboîtement des données mais plutôt la correcte interprétation des ensembles de référence des différentes quantités présentées.

En conclusion, cette étude sur l'utilisation d'aides graphiques dans la résolution de problèmes de raisonnements probabilistes a montré que, contrairement aux attentes, la présence d'une aide graphique n'aidait pas systématiquement les individus à mieux réussir. Des recherches futures seront nécessaires pour identifier les caractéristiques des aides graphiques qui peuvent avoir un effet bénéfique sur la performance et la façon dont les individus combinent les informations graphiques et les informations textuelles pour se former leur propre représentation de la tâche à résoudre.

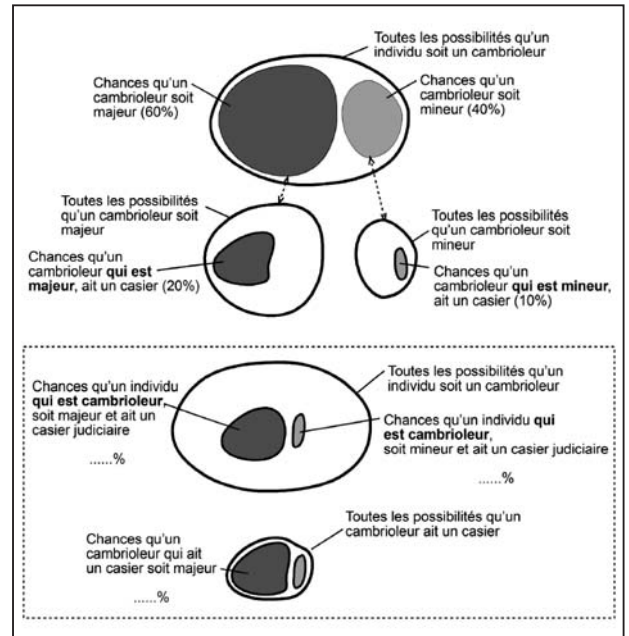


Figure 5 : Représentation non ambiguë des ensembles de référence des données (Pourcentages de chances).

BIBLIOGRAPHIE

- BARBEY, A.K. & SLOMAN, S.A. (sous presse). Base rate respect: From ecological rationality to dual processes. *Behavioral and Brain Sciences*.
- BAUER, M. I. & JOHNSON-LAIRD, P. N. (1993). How diagrams can improve reasoning. *Psychological Science*, 4, 372-378.
- COSMIDES, L., & TOOBY, J. (1996). Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty. *Cognition*, 58, 1-73.
- GIGERENZER, G., & HOFFRAGE, U. (1995). How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats. *Psychological Review*, 102, 684-704.
- GIROTTO, V., & GONZALEZ, M. (2001). Solving probabilistic and statistical problems: A matter of information structure and question form. *Cognition*, 78, 247-276.
- KAHNEMAN, D., & TVERSKY, A. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological Review*, 80, 237-251.
- KOEHLER, J. J. (1996). The Base rate fallacy reconsidered: Normative, descriptive and methodological challenges. *Behavioral and Brain Sciences*, 19, 1-17.
- LARKIN, J. H., & SIMON, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11, 65-100.
- MACCHI, L. (2000). Partitive formulation of information in probabilistic problems: Beyond heuristics and frequency format explanations. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 82, 217-236.
- MELLERS, B. A., & MCGRAW, A. P. (1999). How to improve Bayesian reasoning: Comment on Gigerenzer and Hoffrage (1995). *Psychological Review*, 106, 417-424.
- SEDLMEIER, P., & GIGERENZER, G. (2001). Teaching Bayesian reasoning in less than two hours. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 380-400.
- TVERSKY, A., & KAHNEMAN, D. (1980). Causal schemas in judgments under uncertainty. In M. Fishbein (Ed.), *Progress in social psychology*. (pp. 49-72). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- VILLEJOUBERT, G., & MANDEL, D. R. (2002). The inverse fallacy: An account of deviations from Bayes's theorem and the additivity principle. *Memory & Cognition*, 30, 171-178.