

Sur la Psychologie de la Sécurité  
*The Psychology of Security*  
*21 Janvier 2008*

Bruce Schneier  
<http://www.schneier.com/essay-155.html>

Introduction

La sécurité est à la fois une sensation et une réalité. Les deux n'ont rien à voir.

La réalité de la sécurité est mathématique, étayée par le calcul de probabilités de certains risques et l'efficacité des différentes mesures pour les contrer.

Nous pouvons ainsi calculer si votre maison est protégée des cambriolages en incluant des facteurs comme le taux de criminalité dans votre voisinage et vos habitudes quant à la façon dont vous fermez vos portes. Nous pouvons calculer le taux de probabilité qui est le vôtre de vous faire assassiner dans les rues par un inconnu ou chez vous par un membre de votre famille. Ou bien, comment vous pourriez être victime d'une usurpation d'identité. En ayant accès à un large éventail de statistiques sur la criminalité, ce n'est pas vraiment compliqué. D'ailleurs, c'est ce que les compagnies d'assurance font à longueur de temps.

Nous pouvons aussi déterminer comment une alarme adéquate vous permettra de mieux protéger votre maison du cambriolage, ou comment un gel de votre carte de crédit (credit freeze) vous protégera d'une tentative d'usurpation d'identité. Encore une fois, si l'on possède assez d'éléments, c'est facile.

Mais la sécurité est aussi affaire de sensation qui n'a alors pas de rapport avec les probabilités ou les calculs mathématiques, mais avec vos réactions psychologiques au risque et à la façon de le contrer.

Vous pouvez être terrifiés par le terrorisme, ou au contraire penser qu'il ne faut pas s'en inquiéter plus que cela. Vous pouvez être rassurés en voyant les autres enlever leurs chaussures pour passer au détecteur de métaux des aéroports, ou bien y être indifférents.

Vous pouvez penser que vous faites partie d'une population à haut risque d'être cambriolé, à risque modéré d'être assassiné, et à faible risque de vous voir usurper votre identité.

Et votre voisin, à situation identique peut penser qu'il court un grand risque de se faire pirater son identité, un risque modéré d'être cambriolé et peu de risque d'être assassiné.

Ou, plus globalement, vous pouvez être en sécurité même si vous ne vous sentez pas en sécurité, ou vous sentir en sécurité alors que vous ne l'êtes pas.

Le sentiment de sécurité et la réalité de la sécurité sont certainement liés aussi sûrement qu'ils désignent deux choses différentes. Nous devrions sans doute leur attribuer des *noms* différents.

Cet essai est ma première tentative pour définir le sentiment de sécurité : d'où tire-t-il ses origines, comment fonctionne-t-il, et pourquoi il diverge de la réalité de la sécurité.

Quatre champs de recherche - dont deux très proches - peuvent contribuer à éclairer cette notion :

Le premier est le comportementalisme économique (behavioral economics), parfois appelé comportementalisme financier. Il interroge des notions telles que l'émotion, le social et le cognitif et comment elles interfèrent dans les décisions économiques.

Le second est la psychologie des processus de décision et, plus précisément, la rationalité maîtrisée qui interroge le « comment » nous prenons des décisions.

Aucun des deux n'est directement lié à la sécurité, mais tous deux pointent vers la notion de risque (...) et aident à comprendre la différence entre la sensation et la réalité de la sécurité.

Il y a également des recherches menées dans la psychologie du risque. Des psychologues ont étudié la perception du risque en essayant de comprendre quand nous exagérons ou minimisons le risque.

Un quatrième domaine de recherche pertinent est celui des neurosciences. La psychologie de la sécurité est directement liée à la façon dont nous pensons, à la fois intellectuellement et émotionnellement. A travers les siècles, nos cerveaux ont développé des mécanismes complexes pour faire face aux menaces. Comprendre comment ils fonctionnent, et comment ils dysfonctionnent, est central pour aborder le sentiment de sécurité.

Ces domaines ont beaucoup à apprendre aux praticiens de la sécurité, qu'ils conçoivent des produits en sécurité informatique ou qu'ils mettent en œuvre les politiques de sécurité nationale.

Si cet essai peut sembler encore tâtonner c'est que je suis au tout début de mon exploration de cet immense champ de recherche. D'une certaine façon, je suis un peu comme une pie qui, dans la majeure partie de cet essai dirait : 'Regardez ça ! Incroyable. Et là aussi, regardez ! Fascinant!'

Quelque part au milieu de tout ceci, une trame se tisse, des leçons émergent que nous pouvons retenir - autrement qu'en se contentant de dire « les gens sont prévenus » -, et des possibilités de concevoir des systèmes de sécurité qui prennent en compte le *sentiment* de sécurité plutôt que de l'ignorer.

## **The Trade-Off of Security**

### **Le compromis de la Sécurité**

La sécurité est un compromis. C'est quelque chose sur lequel j'ai déjà beaucoup écrit et une notion centrale dans la compréhension de la psychologie de la sécurité. La sécurité absolue n'existe pas et tout gain de sécurité implique un compromis.

La sécurité a un coût financier, mais aussi en temps, en compétences, en libertés, etc.

Qu'il faille accepter d'avoir une clé supplémentaire dans votre poche et d'avoir à l'utiliser à chaque fois que vous ouvrez votre porte, ou qu'il faille sacrifier à des systèmes de sécurité additionnels sur certains avions afin d'avoir à éviter de compter chaque passager et le coût que cela représente, chaque ajout est un compromis.

Je me souviens, dans les semaines qui ont suivi le 11 septembre, un journaliste m'a demandé : « Comment pouvons-nous faire pour que ceci ne se reproduise jamais ? » ; je lui ai répondu : « C'est simple, il suffit de garder au sol tous les avions ». C'est évidemment un compromis intenable pour une société comme la nôtre. Mais, dans les heures qui ont suivi l'attaque terroriste, c'est exactement ce que nous avons fait. Lorsque nous ne savions pas l'ampleur des attaques, laisser les avions au sol était un compromis parfaitement raisonnable. Et même aujourd'hui, plusieurs années après l'évènement, je n'ai jamais entendu remettre en cause cette décision.

Il est absurde de penser la sécurité en terme d'efficacité. « Ceci est-il efficace contre la menace ? » est la mauvaise question à se poser. Vous devez vous dire : « Est-ce un bon compromis ? ».

Les gilets pare-balles ont faits leurs preuves mais, pour la plupart d'entre nous, vivant dans des pays industrialisés et relativement sécurisés, porter en permanence un gilet pare-balles n'est pas un bon compromis (...). Dans d'autres parties du monde, cela le devient.

Nous faisons ce type de compromis tous les jours. Nous les faisons quand nous décidons de fermer nos portes à clé en partant le matin, lorsque

nous choisissons un itinéraire routier, ou lorsque nous déterminons un moyen de paiement (chèque, carte de crédit ou liquide). Souvent, ils ne sont pas l'unique facteur de décision, souvent nous n'y réfléchissons même pas. Ces compromis sont instinctifs (intuitives).

Ces choix ont une place centrale pour la vie sur notre planète. Chaque être vivant fait des compromis à la sécurité - principalement en tant qu'espèces en évoluant d'une façon plutôt que d'une autre - mais aussi à titre individuel.

Imaginez un lapin assis dans un champ, tranquillement en train de manger. Soudain, il perçoit la présence d'un renard. Il va devoir faire un compromis : dois-je rester ou dois-je m'enfuir ? Les lapins qui savent faire les bons compromis font rester vivants et se reproduire, les autres seront mangés.

Ce qui veut dire, qu'une espèce comme l'espèce humaine, qui a plutôt bien réussi, devrait être particulièrement performante en matière de compromis nécessaires à la sécurité.

Et pourtant, nous semblons désespérément mauvais sur la question. Nous nous trompons tout le temps. Nous surestimons certains coûts et en minimisons d'autres. Même pour des compromis simples, nous avons tort, et encore tort, tout le temps. Un Vulcain qui déciderait d'étudier les comportements humains en matière de sécurité trouverait tout cela complètement illogique.

La vérité est que nous ne sommes pas si mauvais en matière de compromis. Nous sommes très bien adaptés pour faire face aux problématiques d'un petit groupe d'hominidés dans les vastes plaines d'Afrique de l'Est ; c'est juste que l'environnement à New-York est différent de celui du Kenya en 100.000 avant JC. Alors, notre sentiment de la sécurité diffère de celui de sa réalité, et nous prenons les mauvaises décisions.

Il y a plusieurs aspects du compromis qui peuvent dysfonctionner. Par exemple:

1. la gravité du risque;
2. la probabilité du risque;
3. l'ampleur des coûts;
4. comment les mesures prises vont-elles pouvoir diminuer le risque;
5. comment l'on peut comparer correctement le risque et ses coûts.

Plus votre perception diverge de la réalité dans l'un de ces cinq points, plus vous avez de chances de faire les mauvais compromis (...).

Beaucoup de ceci peut-être mis sur le compte de l'ignorance pure et simple. Si vous pensez que le taux de criminalité dans votre ville est

inférieur de ce qu'il est réellement, alors vous allez faire les mauvais compromis en matière de sécurité.

Mais, je m'intéresse plus aux différences *qui ne peuvent pas* si facilement s'expliquer entre perception et réalité de la sécurité.

Pourquoi par exemple, lorsque quelqu'un sait que les automobiles tuent 40.000 personnes chaque année aux Etats-Unis, alors que les avions n'en tuent qu'une centaine dans le monde, pourquoi cette personne est-elle plus effrayée par les avions que les voitures ?

Pourquoi alors que l'empoisonnement par la nourriture tue 5.000 personnes chaque année dans le monde, et que les terroristes responsables du 11 septembre en ont tué 2.973 au cours d'un événement unique, pourquoi dépensons-nous des milliards de dollars chaque année pour la lutte contre le terrorisme (sans parler du coût des guerres en Iraq et en Afghanistan), alors que, en 2007, le budget total de la Food and Drugs Administration est seulement de 1.9 milliards.

Je suis convaincu que ces compromis irrationnels peuvent être expliqués par la psychologie. Qu'il est spécifique du fonctionnement de nos cerveaux d'être plus effrayé par le fait de voler que de conduire, de dépenser plus d'argent et de temps à la lutte contre le terrorisme que contre l'empoisonnement et, au-delà que ces comportements apparemment irrationnels ont une bonne raison d'exister dans le processus de l'évolution : ils nous ont bien servi par le passé.

Comprendre ce qu'ils sont, pourquoi ils existent et pourquoi ils nous conduisent à prendre tant de mauvaises décisions en terme de sécurité est un enjeu primordial aujourd'hui (...).

### **Le sens commun face au risque (Conventional Wisdom About Risk)**

La plupart du temps, quand la perception de la sécurité ne s'accorde pas avec sa réalité, c'est que la perception du risque ne s'accorde pas à la réalité du risque.

Nous avons de mauvais sujets d'inquiétude, accordant trop d'attention à des risques mineurs, et pas assez à des risques majeurs.

Nous n'en prenons pas la juste mesure, soit à cause de mauvaises informations ou de mauvais calculs mathématiques. Mais il y a quelques pathologies générales qui reviennent régulièrement :

Dans mon livre « Beyond Fear », j'en ai listé cinq :

- la plupart des gens exagèrent l'importance des risques rares et spectaculaires et minimisent les autres ;
- les gens ont du mal à estimer des risques pour tout ce qui est différent de leur situation habituelle ;

- les risques personnifiés ont plus d'impact que les risques impersonnels ;
- les gens sous-estiment les risques qu'ils prennent volontairement et surestiment ceux sur lesquels ils n'ont pas d'emprise ;
- et enfin, les gens surestiment les risques dont ils ont entendu parler et qui restent un objet de curiosité pour le grand public\* ;

□□ David Ropeik et George Gray dressent une liste plus longue dans leur livre: *Risk: A Practical Guide for Deciding What's Really Safe and What's Really Dangerous in the World Around You*:

. La plupart des gens craignent plus les risques nouveaux que ceux qu'ils ont déjà côtoyé. Pendant l'été 1999, les new-yorkais craignaient le virus West Nile (transporté par certains moustiques) qui n'avait jamais été observé aux Etats-Unis ; pendant l'été 2001, alors même que le virus continuait à donner des signes d'activité et que quelques personnes étaient contaminées, l'appréhension est retombée. Le risque était toujours là, mais les new-yorkais avaient vécu avec pendant un certain temps. La familiarité leur faisait considérer le risque autrement.

. la plupart des gens sont moins effrayés par les risques naturels que par ceux qui sont l'oeuvre de l'homme; beaucoup de personnes craignent les radiations nucléaires ou les effets des ondes émises par les téléphones portables, alors que les risques induits par les radiations solaires sont beaucoup plus grands.

. La majorité des gens sont moins effrayés des risques qu'ils ont choisis de ceux qui leur sont imposés. Les fumeurs sont moins inquiets des risques induits par la fumée des cigarettes que par les pollutions de l'air sur leur lieu de travail, là où il n'ont que peu de choix.

. la plupart des gens sont moins effrayés par un risque si celui-ci leur apporte aussi un bénéfice ; certains risquent de mourir dans un tremblement de terre, ou d'y être blessé en habitant San Francisco ou Los Angeles simplement parce qu'ils aiment ces endroits (...).

. la plupart d'entre nous est beaucoup plus effrayé par le risque qui peut provoquer une mort horrible – mangé par un requin – que par le fait de mourir d'une attaque cardiaque – le N° 1 des tueurs aux Etats-Unis.

. la plupart est plus effrayé par la perspective d'un risque qu'ils ne contrôlent pas comme voler en avion ou être assis à la place du passager à côté d'un conducteur.

- la plupart des gens est moins effrayée par un risque émanant d'un endroit, de gens, de sociétés, de gouvernements en qui ils ont

confiance que ceux provenant d'une source en qui ils n'ont pas confiance.

Imaginez que l'on vous propose deux verres d'eau limpide et que vous deviez en boire un ; l'un vient de chez Evian (Oprah Winfrey), l'autre d'une entreprise chimique ; la plupart des gens choisira le premier sans même savoir ce que contient réellement le verre.

. nous sommes plus sensibles aux risques dont nous sommes avertis qu'à ceux pour lesquels nous ne le sommes pas. En 2001, la peur du terrorisme était si présente que la menace de la criminalité citadine ou du réchauffement climatique était beaucoup moins présentes ; et d'autres risques sont minimisés non parce qu'ils n'existent plus, mais simplement parce que nous en sommes moins avertis.

- nous sommes beaucoup plus sensibles aux risques sur lesquels subsistent beaucoup d'inconnues et moins sensibles à ceux que nous connaissons mieux, ce qui explique que nous allons au devant des nouvelles technologies avec un intérêt initial fort.
- Les adultes sont plus conscients des risques qu'encourent leurs enfants que de ceux qui les concernent (...).
- Vous êtes généralement plus effrayé par un risque qui vous menace directement que s'il concerne les autres. (...).

A la lecture de ces listes\*, ce qui est frappant, c'est combien beaucoup d'entre eux semblent raisonnables. Cela est cohérent pour deux raisons. La première est que notre perception du risque est profondément ancrée dans notre cerveau, résultat de millions d'années d'évolution. La seconde c'est que nos perceptions du risque sont plutôt bonnes et nous ont gardé en vie pendant ces millions d'années d'évolution.

*(\* un tableau récapitulatif est proposé dans le texte d'origine)*

Quand notre perception du risque nous fait défaut aujourd'hui, c'est qu'il s'agit de nouvelles situations qui arrivent plus vite que le temps d'adaptation nécessaire : des situations qui existent dans le monde de 2007 qui n'existaient pas dans celui de 100.000 ans avant JC.

Un peu comme un écureuil dont les subterfuges qui lui permettent habituellement d'échapper à ses prédateurs sont sans succès face à une voiture, ou comme un pigeon voyageur qui sait échapper au faucon mais pas à une balle, nos capacités innées à faire face au risque peuvent échouer quand elles sont confrontées à des choses telles que la société

moderne, la technologie ou les médias. Et, pire encore, quand elles peuvent être amenées à l'erreur par des politiciens, des experts en marketing, etc, qui exploitent nos failles pour leur profit.

Pour comprendre tout cela, nous devons d'abord comprendre le cerveau.

## **Le Risque et le Cerveau**

Le cerveau humain est un organe fascinant, mais un fouillis intégral. Parce qu'il est le fruit d'une évolution de plusieurs millions d'années, il y a toutes sortes de processus intriqués les uns aux autres plutôt qu'organisés logiquement.

Certains sont optimisés pour certains types de situations pendant que d'autres ne fonctionnent pas aussi bien qu'ils le devraient.

Certains doublonnent et il y a même des conflits d'intérêt.

Prendre en compte et réagir au risque est une des fonctions importantes pour les créatures vivantes et c'est l'une des parties les plus primitives du cerveau à qui en incombe la tâche.

Il s'agit de l'amygdale qui est situé dans le lobe temporal, en avant de l'hippocampe<sup>1</sup>. Elle contrôle les processus de base de l'émotion qui proviennent des organes sensoriels, comme la colère, l'évitement, l'agressivité, et la peur.

Il s'agit d'une partie du cerveau primitif qui semble tirer son origine des premiers poissons. Quand un animal – un lézard, un oiseau, un mammifère et même, vous – perçoit quelque chose qui est de l'ordre d'un danger potentiel, l'amygdale répond immédiatement. Elle provoque une réponse qui est un flux d'adrénaline (et d'autres hormones), qui implique une accélération cardiaque, une tension des muscles, et des paumes moites (sweaty palms).

Ce genre de choses marche très bien si vous êtes un lézard ou un lion ; vous avez besoin d'une réaction rapide ; plus vite vous repérez la menace, plus vite vous répondez par la fuite ou le combat, plus vous avez de chance de rester en vie et de vous reproduire.

Mais le monde d'aujourd'hui est plus compliqué que cela. Certaines choses effrayantes ne comportent finalement pas tant de danger que ça, et d'autres cultivent leur aspect effrayant pour mieux préparer leur futur.

Cela veut dire qu'il y a un avantage à saisir pour l'évolution qui consiste à mettre de côté la réaction instinctive au combat ou à la fuite tout en préparant une analyse plus complexe de la situation et des différentes façon d'y faire face.

Nous, les humains, utilisons un schéma totalement différent pour faire appel à la capacité d'analyse du risque. L'aire concernée est le neocortex ; une partie plus récente du cerveau, en terme d'évolution, qui est apparue

---

<sup>1</sup> Elle fait partie du système limbique

uniquement chez les mammifères. C'est l'intelligence et la capacité d'analyse. La capacité à tenir un raisonnement. Cela permet d'élaborer des compromis plus nuancés. C'est aussi plus lent.

Ainsi, nous atteignons le premier problème : nous sommes dotés de deux systèmes de réponse au danger – une réponse primitive intuitive et une réponse plus complexe d'analyse – et, les deux fonctionnent en parallèle. Qui plus est, il est difficile pour le neocortex d'entrer en conflit avec l'amygdale.

Dans son ouvrage « Mind Wide Open » (L'esprit à livre ouvert ?), Steven Johnson fait état d'un incident survenu quand lui et sa femme vivaient dans un appartement dont l'une des grandes fenêtres a volé en éclats pendant une tempête. Il se tenait juste à côté et a entendu le vent siffler juste avant que la fenêtre ne se brise. Il a eu de la chance : à quelques centimètres prêts, il y laissait sa vie, mais le son entendu ne l'a jamais quitté :

« Mais, depuis cette tempête de juin, une peur nouvelle s'est installée en moi : le vent sifflant à travers une vitre. Je sais maintenant que notre fenêtre a explosé parce qu'elle était mal installée...Je suis parfaitement convaincu que notre nouvelle fenêtre a été correctement installée et je crois notre maître d'œuvre quand il m'assure que cette fenêtre a été conçue pour résister à des ouragans. Depuis cinq ans, nous avons essuyé des douzaines de tempêtes et la fenêtre n'a pas bougé.

Je sais tout cela et, en même temps, lorsque j'entends ce bruit du vent qui souffle, je sens mon taux d'adrénaline augmenter. Une partie de mon cerveau – la partie qui me ressemble le plus – cette partie de moi qui a des opinions sur le monde, qui prend des décisions rationnelles en rapport avec ces opinions, cette partie sait que la fenêtre est sécurisée... Mais une autre partie de mon cerveau veut à chaque fois se précipiter dans la salle de bain et s'y barricader ».

L'évolution a de bonnes raisons pour avoir façonné nos cerveaux ainsi. Si vous êtes un primate évolué vivant dans la jungle et que vous avez été attaqué par un lion, il est normal que vous développiez une peur durable de cet animal et que vous le craignez plus que n'importe quel autre qui ne vous aurait pas attaqué.

Dans la perspective qui nous préoccupe sur le risque, c'est un bon compromis et – si l'on y pense – pas très différent de ce que font nos anti-corps après une brève exposition, disons, à la variole.

Dans les deux cas, le corps déclare : « C'est arrivé une fois, ça peut se reproduire. »

Dans un monde où les menaces sont limitées – dans lequel il n'existe que quelques menaces et quelques prédateurs qui risquent d'atteindre votre petite tribu – ça fonctionne.

Malheureusement le fonctionnement de notre cerveau face à la peur n'agit pas à la même échelle que celui de notre système immunitaire.

Pendant que le corps humain peut produire des anticorps pour faire face à des centaines de pathologies, et que ces anticorps restent dans le système sanguin pour éventuellement pouvoir contrer une deuxième attaque, il est plus difficile pour notre cerveau de répondre à des menaces multiples sur le long terme.

Tout cela à cause de l'amygdale. Le second problème fondamental est que le système analytique du néocortex de part sa position récente dans l'évolution à encore beaucoup de « progrès » à faire, toujours en terme d'évolution.

Le psychologue Daniel Gilbert a une excellente explication à cela :

Le cerveau est un magnifique moteur de recherche (« *the brain is a beautifully engineered get-out-of-the-way machine* ») à l'affût constant de tout ce qu'il pourrait acquérir dans son environnement. C'est ce qu'il fait depuis plusieurs centaines de millions d'années et puis, soudain, il y a seulement quelques millions d'années, il a découvert un nouveau truc : prédire le lieu et le délai dans lequel vont se produire des dangers avant qu'ils n'arrivent (...).

L'application qui nous permet de faire face au danger est ancienne et fiable, mais le plus qu'apporte cette fonction qui nous permet de prédire les menaces tapies dans un futur incertain (*unseen*) est encore au stade du beta test.

Beaucoup de ce j'écris dans les paragraphes qui suivent sont des exemples de ces nouvelles fonctionnalités du cerveau qui font que les choses fonctionnent mal.

Et cela ne concerne pas uniquement les risques. Les gens ne sont pas des ordinateurs. Nous n'évaluons pas les compromis de façon mathématique, en tenant compte des taux de probabilités. Au contraire, nous faisons des coupes sombres, nous sommes pleins de stéréotypes, et nos décisions sont biaisées (ce que l'on nomme généralement heuristique<sup>2</sup>).

---

<sup>2</sup> J'ajoute ici une partie de la définition Wikipédia qui permet, je crois, de mieux comprendre ce que veut dire l'auteur :

**Heuristique** (du grec *heuriskêin*, « trouver ») est un terme de **didactique** qui signifie *l'art d'inventer, de faire des découvertes* (Littré). C'est en **sociologie**, une discipline qui se propose de dégager les règles de la recherche scientifique (Larousse).

En **optimisation combinatoire**, **Théorie des graphes** et **Théorie de la complexité**, une **heuristique** est un **algorithme** qui fournit *rapidement* (en **temps polynomial**) une solution réalisable, pas nécessairement optimale, pour un problème d'**optimisation NP-difficile**. Une heuristique, ou *méthode approximative*, est donc le contraire d'un *algorithme exact* qui trouve une solution optimale pour un problème donné. Les algorithmes de résolution exacts étant de **complexité exponentielle**, il est généralement plus judicieux de faire appel à des méthodes heuristiques pour des problèmes difficiles. On retiendra cependant que des méthodes de résolution exactes (comme le

L'heuristique affecte la façon dont nous évaluons les risques, la façon dont nous envisageons la probabilité d'événements futurs, comment nous considérons les coûts, et comment nous faisons des compromis.

Nous avons des possibilités de donner des réponses assez performantes rapidement avec peu de capacités cognitives.

Le magnifique essai de Don Norman « Being Analog » donne une bonne approche de fond de ces problématiques. Daniel Kahneman, qui a reçu un prix Nobel d'économie pour une partie de ces travaux, évoque l'humain comme doté de deux systèmes cognitifs : l'un intuitif, l'autre rationnel :

Les opérations de type1 sont typiquement rapides, automatiques, sans effort, associatives, implicites (ne donnant pas lieu à introspection) et souvent chargées d'émotion ; elles sont aussi dictées par l'habitude et par conséquent difficiles à contrer ou modifier.

Les opérations de type2 sont plus lentes, en série (*serial*), demandent des efforts, sont plus consciemment contrôlées et réfléchies; elles sont aussi relativement plus souples et potentiellement réglables (*and potentially rule governed ?*).

Quand vous lisez ce que je viens de décrire de l'heuristique vous trouvez des raisons pour que ces systèmes existent en terme d'évolution. Et, la plupart sont encore très utiles. Le problème c'est qu'ils peuvent nous trahir dans le contexte de notre société moderne. Notre évolution sociale et technologique a largement dépassé notre évolution en tant qu'espèce et nos cerveaux sont bloqués sur des processus heuristiques qui conviennent à des petits groupes familiaux primitifs.

Et quand ces systèmes échouent, notre sentiment de sécurité diverge de la réalité de la sécurité.

## **Risque et Heuristique**

La première, et la plus commune, des grandes aires qui font que notre perception du risque diverge de sa réalité, c'est la perception du risque.

---

simplexe) sont de complexité exponentielle mais parfois plus efficaces en pratique qu'une méthode heuristique. L'usage d'une heuristique est pertinente pour calculer une solution approchée d'un problème et ainsi accélérer le processus de résolution exacte.

La sécurité est un compromis et si nous estimons mal la gravité du risque, nous ferons le mauvais compromis. Nous pouvons le faire de deux façons bien sûr : Nous pouvons sous-estimer certains risques, comme celui lié aux accidents de voiture. Ou bien, nous pouvons surestimer certains risques, comme celui d'un étranger entrant subrepticement la nuit chez nous pour kidnapper nos enfants.

Le fait que nous puissions mal estimer le risque tient à quelques systèmes heuristiques spécifiques du cerveau.

La Théorie du Prospect

### **Prospect Theory**

Voici une expérience qui illustre une paire particulière de systèmes heuristiques (ref).

Les sujets sont divisés en deux groupes. L'un d'eux a le choix entre ces deux alternatives :

- Alternative A : un gain de 500\$
- Alternative B : 50% de chance de gagner 1.000 \$

L'autre groupe a le choix suivant :

- Alternative C : une perte assurée de 500\$
- Alternative D : 50% de chance de perdre 1.000\$

Ces deux compromis ne sont pas les mêmes, mais ils sont très proches.

L'approche économique (*traditional economics*) permet de prédire que la différence ne fait pas de différence.

Cette approche est basée sur ce que l'on nomme la « théorie de l'utilité », qui permet de prédire que les gens font des compromis en fonction d'un calcul qui leur permet de projeter la perspective de leurs gains ou de leurs pertes.

Les alternatives A et B ont la même résultat attendu : + 500\$. Et, les alternatives B et C ont la même résultat escompté : -500\$.

La théorie de l'utilité prédit que les gens vont choisir les alternatives A et C et B et D avec le même taux de probabilité.

A la base, certains sont prêts à tenter leur chance et d'autres à choisir la sécurité. Le fait que l'un est un gain et l'autre une perte, n'affecte pas les mathématiques, et donc, n'affecte pas les résultats.

Mais les résultats de l'expérience contrecarrent cela : quand un gain est en jeu la majorité (84%) choisi l'alternative A (sécurité du gain) de 500\$ contre l'alternative B (choix à risque). Mais, quand les gens doivent faire face à la perspective d'une perte, la majorité (70%) choisi l'alternative D (perte risquée) contre la C (perte assurée). Les auteurs de l'étude expliquent cette différence en développant ce qu'ils appellent « théorie du prospect ».

Contrairement à la théorie de l'utilité, la théorie du prospect reconnaît un choix subjectif des valeurs dédiées aux gains et aux pertes.

En fait, les humains mettent en jeu dans ce type de compromis une paire de systèmes heuristiques. Le premier est « qu'un tient vaut mieux que deux tu l'auras » (un gain assuré est préférable à la possibilité hasardeuse d'un gain supérieur). Et, le second est qu'une perte assurée est pire que l'éventualité d'une perte supérieure.

Bien sûr, tout cela n'est pas soumis à des règles infaillibles - si le choix consiste entre la possibilité de gagner à coût sûr 100\$, à côté de 50% de chance de gagner 1.000.000 \$, seul un fou prendra l'option 100\$ - mais, toutes choses étant égales par ailleurs, ces systèmes affecteront la façon dont nous faisons des compromis.

Du point de vue de l'évolution la meilleure stratégie de survie – toutes choses étant égales par ailleurs bien sûr – est d'accepter de petits gains plutôt que de risquer de les perdre pour de plus grands, et risquer des pertes importantes plutôt que d'admettre de petites pertes.

Les lions chassent du gibier jeune ou blessé car l'investissement que cela leur demande pour les tuer est moins grand. Des proies adultes et en bonne santé seraient certainement une meilleure nourriture, mais le risque est bien plus grand de devoir se passer de déjeuner. Et même un maigre repas permettra au lion d'attendre le lendemain. Survivre aujourd'hui est plus important que la possibilité d'avoir de la nourriture pour le lendemain.

En terme d'évolution il est préférable de risquer une grosse perte plutôt que d'accepter une petite. Ces systèmes heuristiques sont tellement bien ancrés dans nos esprits que nous les utilisons parfois inconsciemment (...).

*(d'autres exemples sont donnés à l'appui de cette théorie)*

(...) Que donne la théorie des prospects en terme de compromis sécuritaires ? Bien que je n'aie trouvé aucun travaux de recherche qui étudie explicitement si ces compromis s'effectuent via les mêmes schémas que les schémas économiques, il me semble raisonnable in fine qu'ils le font au moins en partie. Ceci étant posé, la théorie des prospects implique deux choses.

La première est que les gens seront plus enclins à choisir des compromis en matière de sécurité qui leur laissent conserver quelque chose à laquelle ils sont accoutumés - un mode de vie, un niveau de sécurité, une fonctionnalité dans un produit ou un service – plutôt que de risquer de les perdre (*than they were willing to risk to get it in the first place*).

La seconde c'est que lorsqu'ils considèrent les choses d'un point de vue de gain de sécurité, ils auront plutôt tendance à accepter une augmentation du gain plutôt qu'une chance d'un gain plus important ; mais, en considérant les choses du point de vue d'une perte de sécurité,

ils accepteront plus facilement le risque d'une perte plus importante que la certitude d'une petite.

### Autres facteurs de biais au Risque **Other Biases that Affect Risk**

Nous avons d'autres systèmes heuristiques et d'autres biais aux risques. L'un des plus communs est appelé « biais optimiste » : nous avons tendance à croire que nous ferons mieux que les autres dans une même activité. C'est ce qui fait par exemple que nous pensons que les accidents de la route n'arrivent qu'aux autres, et que nous pouvons, dans le même temps, avoir un comportement à risque en conduisant tout en nous plaignant du comportement des autres au volant.

C'est ce qui fait que nous pouvons ignorer les entreprises spécialisées dans la sécurité tout en lisant que d'autres sociétés ont fait l'objet d'attaques.

C'est ce qui fait que nous pensons pouvoir réussir là où d'autres ont échoué.

Fondamentalement, les animaux ont évolué en sous-estimant la perte. Car ceux qui en ont fait l'expérience ont tendance à ne pas survivre, et ceux qui restent ont une expérience inverse qui tend à leur prouver que la perte n'arrive pas et que donc, ils peuvent prendre des risques.

En fait, certains ont même avancé que nous avons un « baromètre à risque » qui cherche le niveau optimal de risque eut égard aux facteurs extérieurs (ref).

Via cette analyse, si quelque chose est prévu pour réduire le risque - la législation sur les ceintures de sécurité par exemple - les gens compenseront en conduisant de manière plus risquée.

Et ce n'est pas seulement parce que nous pensons que les mauvaises choses ne peuvent pas nous arriver nous croyons – toutes choses étant égales par ailleurs - que les bonnes issues ont plus de chance d'arriver que les mauvaises.

Ce biais a été régulièrement illustré par de nombreuses expériences, mais je pense que celle qui suit est particulièrement simple et élégante.

On montre des cartes aux sujets, l'une après l'autre, chacune avec un côté qui porte le dessin d'un visage souriant et l'autre un visage grimaçant. Les cartes sont mélangées et le sujet doit simplement deviner qu'elle visage est représenté sur la carte suivante avant qu'elle ne soit retournée. Pour la moitié des sujets, le deck proposé était constitué de 70% de visages souriants contre 30% de visages grimaçants. Les gens qui ont fait ce test ont eu des réponses très pertinentes sur la nature du visage à deviner ; ils ont eu 68% de réponses correctes. L'autre moitié a fait le test

avec un deck constitué de 30% de visages souriants et 70% de visages grimaçants. Ceux là ont été beaucoup moins performants : ils n'ont eu de bonnes réponses que dans seulement 58% des cas. La préférence des sujets pour les visages souriants a réduit leur attention.

Une expérience plus réaliste a été menée au Collège Cook : on a demandé à des étudiants de comparer sur une population de même sexe dans le même collège la chance que des événements donnés avaient de leur arriver. On leur a fourni une liste de 18 événements positifs et 24 événements négatifs (comme obtenir un travail après leurs examens, développer un problème d'alcoolisme, etc). Finalement ils ont estimés qu'ils avaient 15% de plus de chances que les autres d'expérimenter des choses positives et 20% de moins que les autres d'expérimenter des choses négatives.

La littérature sur le sujet nourri aussi des discussions sur ce que l'on appelle « biais de contrôle », c'est-à-dire le fait que les gens soient plus enclins à accepter des risques dont ils pensent qu'ils ont quelque contrôle sur eux. Pour moi ceci est simplement une expression du biais « optimiste », et ce n'est pas un autre biais.

Un autre biais est celui que l'on nomme « heuristique de l'affect » qui dit en substance qu'il y a une évaluation automatique affective – je l'ai également trouvé sous le nom de « la quotation émotionnelle d'une attitude » - qui est la base de beaucoup de jugements et de comportements.

Par exemple, une étude portant sur la réaction des gens à 37 différentes causes publiques a montré une très forte corrélation entre 1) l'importance de l'issue, 2) le fait que cela étaye des solutions politiques, 3) le montant des dons que les gens voulaient faire et, 4) la satisfaction morale liée à ces dons.

La réaction émotionnelle était un bon indicateur de la façon dont ces différentes décisions ont été prises.

Pour en revenir à la sécurité, l'heuristique « affect » indique qu'un bon sentiment global envers une situation tend à une perception diminuée du risque et un mauvais sentiment global tend à augmenter la perception du risque (...)

*(d'autres expériences)*

Un autre biais est celui qui fait que nous sommes plus sensibles aux risques impliquant des gens. Daniel Gilbert, à nouveau (ref).

Nous sommes des mammifères sociaux dont les cerveaux sont extrêmement spécialisés pour penser aux autres. Comprendre ce que les autres s'appêtent à faire- ce qu'ils savent et ce qu'ils veulent, ce qu'ils font et ce quelles actions ils envisagent - a été crucial pour la survie de

notre espèce et nos cerveaux ont développé une obsession à ce sujet. Nous pensons aux autres et à leurs intentions ; nous parlons d'eux ; nous le recherchons et nous nous en souvenons.

Dans une expérience 24 occurrences de risques susceptibles d'arriver dans des parcs naturels d'état étaient présentés : les risques générés par les autres , comme se faire voler son portefeuille et autres marques de vandalisme, et des risques naturels, comme heurter un daim avec sa voiture sur la route. Ensuite, on demandait aux personnes quels étaient les risques qui demandaient plus d'attention de la part des officiels en charge des parcs. Rationnellement le risque qui va causer un plus grand dégât devrait être celui qui demande le plus d'attention, mais les personnes interrogées ont répondu uniformément en signalant les risques causés par les autres plutôt que ceux occasionnés par les daims. Même lorsque les éléments présentés montraient que le risque d'une collision avec un daim est plus important. Ce n'est que lorsque que les chercheurs présentèrent les dommages causés par les daims comme beaucoup plus importants que les autres que les sujets interrogés décidèrent d'y accorder plus d'attention.

Les gens sont également beaucoup plus sensibles aux risques susceptibles de toucher leurs enfants. Cela fait également sens dans l'évolution. Il y a deux règles de base en matière de stratégie de sécurité adoptée par les formes de vie pour propager leurs gènes. La première, et la plu simple, est d'en produire beaucoup et d'espérer que quelques uns vont survivre. Les homards par exemple peuvent pondre de 10.000 à 20.000 œufs à la fois. Seulement 1 pour 20 vivront jusqu'à 4 semaines, mais c'est suffisant.

L'autre option consiste à produire peu mais en y accordant une attention accrue. C'est ce que font les humains et c'est ce qui fait que notre espèce mette autant de temps à atteindre la maturité (les homards en revanche grandissent très vite). Mais cela signifie aussi que nous sommes particulièrement attentifs aux menaces potentielles contre nos enfants, les enfants en général, et même les petites créatures.

Il y a beaucoup de travaux de recherche sur les gens et les biais au risque. Le psychologue Paul Slovic semble avoir fait sa carrière de leur étude (ref).

Mais la plupart des recherches restent anecdotiques et quelques fois les résultats semblent se contredire. J'aimerais beaucoup avoir connaissance d'études qui ne portent pas uniquement sur des systèmes heuristiques particuliers, mais plutôt comment les gens gèrent les contradictions des systèmes heuristiques. Je serai aussi vivement intéressé par des travaux de recherche qui s'intéressent à la façon dont ces systèmes affectent nos comportements dans le contexte d'une forte réaction à la peur : quand

ces systèmes peuvent prendre la pas sur l'amygdale et quand ils ne le peuvent pas.

### La probabilité comme système heuristique **(Probability Heuristic)**

La seconde aire qui peut contribuer à formuler de mauvais compromis en matière de sécurité, c'est la probabilité.

Si nous faisons un mauvais calcul de probabilité, alors nous obtiendrons le mauvais compromis.

Généralement parlant, nous – en tant qu'espèce – ne sommes pas doués pour les grands nombres.

Une quantité phénoménale d'écrits porte sur le sujet, due à des auteurs comme John Paulos (ref 27) et d'autres.

La phrase qui dit : « 1,2,3, beaucoup » prend tout son sens en terme d'évolution. Nous nous débrouillons beaucoup mieux avec les petits nombres qu'avec les grands. Qu'il y ait une ou dix mangues est une distinction importante, mais qu'il y en ait 1.000 ou 5.000 l'est beaucoup moins – pour le dire autrement : ça fait beaucoup de mangues.

La même chose arrive avec les probabilités. Nous savons évaluer 1 sur 2 vs 1 sur 4 vs 1 sur 8, mais sommes beaucoup moins bons quand il s'agit de 1 sur 10.000 vs 1 sur 100.000.

C'est comme la plaisanterie : « la moitié du temps, un quart de temps, un huitième de temps, presque jamais ». Et si ce que vous mesurez arrive 1 fois sur 10.000 ou sur 10 millions, c'est la même chose : presque jamais.

Qui plus est, il y a des systèmes heuristiques associés aux probabilités. Ils ne sont pas spécifiques au risque, mais ils peuvent contribuer à sa mauvaise évaluation. Il est clair que la capacité de notre cerveau à estimer rapidement des probabilités rencontre toutes sortes de problèmes.

### La disponibilité heuristique ( ? ) **(The Availability Heuristic)**

Ce terme est très large et va assez loin dans l'explication de la façon dont nous composons avec le risque et les compromis.

A l'origine la « disponibilité heuristique » signifie « évaluer la fréquence d'une classe ou la probabilité qu'à un évènement d'advenir en utilisant les occurrences et les exemples par lesquels il vous viennent à l'esprit »

*(“assess the frequency of a class or the probability of an event by the ease with which instances or occurrences can be brought to mind.”)*  
(ref28).

Dis autrement : dans chaque processus de décision, les choses dont on se souvient facilement (qui sont “disponibles”) ont plus de poids que les données dont on a du mal à se souvenir. En général cette heuristique de la disponibilité est un bon raccourci. Toutes choses étant égales, il est plus facile de se souvenir des événements communs de ceux qui ne le sont pas. Donc, il est normal de se servir d’un tel système. Mais, comme dans tous les systèmes heuristiques, il y a des zones où ils ne fonctionnent pas et conduisent à des biais. Il y a d’autres raisons que l’occurrence (la fréquence) qui font que certaines données sont plus accessibles. Les événements qui sont les plus récents sont les plus accessibles. Ceux qui sont plus chargés émotionnellement le sont aussi. Ceux qui sont plus vivants également. Etc.

Il n’y a rien de nouveau à considérer les systèmes heuristiques de la disponibilité et leurs effets sur la sécurité. J’ai écrit sur la question dans « Beyond Fear » (ref 29), même si je ne les appelais pas ainsi. Le professeur de sociologie Barry Glassner a consacré presque un ouvrage entier à expliquer comment ils affectent notre perception du risque (ref 30). Chaque livre dédié aux processus d’élaboration des décisions aborde la question.

Pour ne citer qu’une seule expérience simple : on a posé la question suivante à 31 sujets : « Dans un échantillon d’un texte tout à fait basique en anglais est-il plus probable d’avoir un mot qui commence par la lettre K, ou bien de trouver la lettre K en troisième position dans le mot (sans tenir compte des mots de moins de trois lettres) ? » Environ 70% des gens ont répondu qu’il y avait plus de mots commençant par K que de K en 3<sup>ème</sup> position, même si, de fait, il y a presque le double de mots dans ce cas. Mais, simplement parce que les mots commençant par K viennent plus facilement à l’esprit, les gens ont surestimé leur fréquence relative.

Lors d’une autre expérience, plus en prise avec la réalité, 32 personnes furent divisées en deux groupes. On demanda à l’un des groupes de passer un peu de temps à imaginer que son équipe de foot universitaire allait réussir pendant la saison à venir, et on demanda à l’autre groupe d’envisager la possibilité que son équipe allait perdre. Ensuite, les deux groupes furent interrogés sur les perspectives de leurs équipes. Pour les sujets qui avaient imaginé une équipe performante, 63% prédirent une excellente saison. Pour les autres, seulement 40% firent la même prévision.

Le même chercheur fit une autre expérience avant l'élection présidentielle de 1976. Les personnes à qui l'on avait demandé d'imaginer la victoire de Carter étaient plus enclins à penser qu'il allait gagner, et ceux qui imaginaient la victoire de Ford étaient plus enclins à croire qu'il allait gagner.

Ce type d'expérience a été répété plusieurs fois et démontre uniformément que le fait d'imaginer une issue particulière la fait apparaître plus probable par la suite.

L'incarnation des souvenirs est un autre aspect de la disponibilité heuristique qui a été étudié.

Les décisions des gens sont plus marquées par des informations « vivantes » (concrètes) que par des concepts ou des statistiques. (ref33) Voici simplement une expérience parmi de nombreuses autres qui démontre ceci.

Dans la première partie de l'expérience les sujets ont lu un rapport de justice décrivant un accident qui met en cause un conducteur en état d'ivresse. L'accusé a grillé un stop en sortant d'une fête et a percuté un camion poubelle. Aucun alcotest, ni aucune prise de sang n'a été faite, c'est simplement un faisceau de circonstances. Après avoir lu le rapport, les sujets sont divisés en deux groupes et on leur donne 18 rapports de preuves à lire : neuf sont écrits par la partie adverse qui prouve la culpabilité du conducteur et neuf par l'avocat de la défense qui prouve qu'il n'est pas coupable.

Les sujets du premier groupe prennent connaissance du rapport de la partie adverse écrit dans un style neutre et de deux de la défense écrit dans un style incarné, pendant que les sujets du deuxième groupe ont l'inverse.

Voici un exemple d'une description neutre et d'une description incarnée du même fait :

- En allant vers la porte de sortie Sanders (l'accusé) s'est heurté à une table renversant un bol qui est tombé sur le sol.
- En allant vers la porte de sortie Sanders s'est heurté à une table renversant un bol de guacamole qui est tombé sur le sol et s'est répandu sur le tapis blanc.

En voici une autre de la défense :

- Le propriétaire du camion poubelle a admis après enquête croisée que son camion est difficile à voir de nuit à cause de sa couleur grise.
- Le propriétaire du camion poubelle a admis après une enquête croisée que son camion est difficile à voir de nuit à cause de sa couleur grise. Le propriétaire du camion a déclaré que ses camions

sont gris parce que « sa cache la saleté », et il a ajouté « vous voudriez quoi, que je les peigne en rose ? »

Après tout ceci, on a demandé au sujets de se prononcer sur le taux d'alcoolémie de l'accusé, sa culpabilité, et le verdict que le jury devrait rendre. Les résultats furent intéressants. Les rapports incarnés versus les rapports neutres n'eurent aucune incidence sur le jugement des sujets juste après leur lecture mais, quand on leur reposa la question 48 heures plus tard, - on leur demanda de se prononcer comme s'ils jugeaient l'affaire pour la première fois – ils étaient plus marqués par les arguments incarnés. Les sujets qui avaient lu les arguments incarnés de la défense et les arguments neutres de la partie adverse étaient plus portés à conclure à l'innocence du défendant, et les sujets qui avaient lu une description neutre de la défense et incarnée de la partie adverse étaient plus portés à juger l'accusé coupable.

La morale de cette histoire est que les gens sont plus convaincus par une histoire incarnée, personnelle que par des faits et des statistiques possiblement parce que ils se souviennent mieux de ces arguments.

(...) Un souvenir peut être particulièrement vivace également parce qu'il provient d'une éventualité extrême et qu'il a par conséquent peu de chance de se produire (exemple d'expérience donné sur une maladie, ndt).

Plus généralement ce genre de choses est appelé « négligence de probabilité » : la tendance qu'ont les gens d'ignorer les probabilités dans ce qui est chargé émotionnellement. Les risques liés à la sécurité rentrent certainement dans cette catégorie et notre obsession envers les risques liés au terrorisme par rapport aux risques plus communs en est un exemple.

La disponibilité heuristique explique aussi des biais internes. Des événements qui se sont déjà produits sont, presque par définition, plus faciles à imaginer que des événements qui ne se sont pas produits, et les gens, rétroactivement, surestiment leur probabilité de se produire.

*(exemples)*

Comme je l'ai dit au début de ce chapitre, la plupart du temps la « disponibilité heuristique » est un bon raccourci mental. Mais, dans notre société moderne, nos sens sont très marqués par les médias. Cela souligne (*screws up*) les facteurs d'accessibilité, d'évènements incarnés et frappants, et signifie que les systèmes heuristiques commencent à échouer. Quand les gens vivaient dans des tribus primitives si l'idée d'être mangé par un tigre à dents de sabre était plus probable que celle d'être écrasé par un mammoth, il est raisonnable

de penser que, pour les gens qui vivaient à cet endroit précis, ils seraient effectivement plus sûrement mangés par un tigre à dents de sabre qu'écrasés par un mammoth.

Seulement, maintenant que nous avons des informations qui nous sont fournies la télévision, les journaux et Internet, ce n'est plus nécessairement le cas. Ce que nous lisons, ce qui devient incarné pour nous peut être quelque chose de rare et de spectaculaire. Cela peut être une fiction : un film ou un show télévisé. Il peut s'agir d'un message marketing, commercial ou politique. Et, souvenez-vous, les médias visuels sont plus vivaces que les médias écrits (imprimés).

L'heuristique de la disponibilité est moins performante car les souvenirs incarnés sur lesquels elle fonctionne de sont pas pertinents dans notre situation. Et, pire, les gens ont tendance à ne pas souvenir où ils ont entendu parler de quelque chose, ils se souviennent juste du contenu. Donc même si au moment où on leur délivre un message il estiment que la source n'est pas fiable, leur mémoire ne se souviendra probablement pas dans le temps de la source de l'information au profit du message en lui-même.

Nous, dans l'industrie de la sécurité, avons l'habitude des effets de cette heuristique de la disponibilité. Ils contribuent au « risque du jour » (en français dans le texte) que l'on voit si souvent dans l'esprit des gens. Cela explique pourquoi les gens surévaluent les risques rares et sous-estiment les risques communs (ref 39). Cela explique pourquoi nous passons tant de temps à nous défendre contre ce qu'ont faits les « mauvais garçons » la dernière fois, et à ignorer quels nouveaux trucs ils pourraient bien faire la prochaine fois. Cela explique pourquoi nous nous inquiétons des risques qui sont exposés dans les actualités au dépend de ceux qui ne le sont pas, ou de risques rares qui viennent d'histoires personnelles et chargées d'émotion au dépend de risques qui sont tellement communs qu'ils sont présentés sous forme de statistiques.

## **Représentativité (“Representativeness” )**

Il s'agit d'un système heuristique qui fait que nous considérons qu'un exemple appartient à telle ou telle classe suivant qu'il en est suffisamment représentatif.

D'un côté cela peut sembler être raisonnable, de l'autre, en fait, il peut conduire à des résultats erronés, si l'on n'y fait pas attention.

Le concept est un peu retord, mais voici un exemple qui devrait le rendre lisible.

On communique à 40 sujets la description suivante d'une femme nommée Linda : elle a 31 ans, est célibataire, brillante et diplômée de philosophie.

En tant qu'étudiante, elle était très concernée par les problématiques de la discrimination, de la justice sociale et elle a également participé à des manifestations anti-nucléaires.

On donne ensuite aux sujets de l'expérience une liste de 8 déclarations qui décrivent l'emploi et les activités actuelles de Linda. La plupart sont des choses comme « Linda est institutrice » ou « Linda est travailleur social en psychiatrie », mais deux descriptions sont déterminantes : le n°6 « Linda est au guichet dans une banque » et le N°8 « Linda est au guichet dans une banque et est active dans un mouvement féministe ».

On demande à la moitié des sujets de classer les 8 descriptions en fonction de leur similarité avec les données descriptives de base du personnage « Linda », et à l'autre moitié de les classer par probabilité.

85% des sujets du premier groupe ont répondu que Linda ressemblait plus au stéréotype d'une « féministe au guichet du banque », qu'à un « guichetier » (classique). C'est normal. Mais 89% du second groupe a répondu qu'elle ressemblait plus à une féministe au guichet d'une banque qu'à un guichetier. Mathématiquement parlant, c'est ridicule. Il est impossible pour la seconde alternative d'être plus probable que la première. La seconde est un sous-ensemble de la première.

Comme les chercheurs l'expliquent : « Si les détails donnés augmentent dans un scénario, sa probabilité décroît fermement, mais sa représentativité et, de là, sa vraisemblance, peuvent augmenter. Nous croyons que la confiance dans la représentativité est l'une des raisons essentielles de l'attrait des scénarios détaillés et l'impression de compréhension illusoire qu'ils donnent souvent ».41

Est-ce que cela ne trouve pas écho dans ce que les gens retiennent des scénarios catastrophe sur les menaces, ficelés comme des scénarios de films, au prix de risques plus larges ?

*(Description d'une deuxième expérience ref.42)*

Ces données sur la représentativité expliquent aussi les erreurs faites sur la détermination des taux de base, pour lesquels les gens oublient que si une caractéristique particulière est extrêmement rare, même un test pertinent de cette caractéristique donnera de faux indicateurs d'alarme plus souvent qu'une bonne identification de cette même caractéristique.

Les personnes concernées par les questions de sécurité tombent dans ce panneau à chaque fois que quelqu'un essaie de parler de reconnaissance des visages, « profiling », ou d'extraction de données, comme d'une façon efficace de trouver les terroristes.

Et, au final, la représentativité explique la « loi des petits nombres », quand les gens pensent que des probabilités à long terme se tiennent aussi à court terme. Ceci n'est bien sûr pas vrai : si vous lancez trois fois une pièce en l'air et qu'elle tombe trois fois sur « pile », les chances qu'elle tombe sur face la quatrième fois ne sont pas supérieures à 50%. La pièce n'est pas « tenue » de tomber sur face. L'expérience a démontré cette erreur pour les paris sportifs à maintes reprises.

### Le coût des erreurs heuristiques (**Cost Heuristics**)

L'être humain présente toutes sortes de pathologies lorsqu'il s'agit de « coûts », et ce n'est ni le lieu, ni l'endroit, de toutes les exposer. Mais il en est quelques points heuristiques que je veux résumer car, si nous ne pouvons évaluer correctement les coûts – les coûts monétaires ou les coûts plus abstraits – nous ne sommes pas partis pour réaliser de bons compromis en matière de sécurité.

### La comptabilité mentale (**Mental Accounting**)

C'est le procédé par lequel les gens catégorisent les différents coûts. Les gens ne pensent pas simplement les coûts comme des coûts ; c'est beaucoup plus compliqué que cela.

Voici les résultats illogiques de deux expériences :

Dans la première on a demandé aux sujets de répondre à deux questions :

Compromis N°1 : Imaginez que vous avez décidé d'aller voir une pièce de théâtre dont le prix du billet est de 10\$. Lorsque vous arrivez au théâtre, vous découvrez que vous avez perdu un billet de 10\$. Allez-vous encore payer 10\$ pour voir la pièce?

Compromis n°2: Imaginez que vous avez décidé d'aller voir une pièce de théâtre dont le prix du billet est de 10\$. Lorsque vous arrivez au théâtre, vous découvrez que vous avez perdu votre billet d'entrée. Les places ne sont pas nominatives et vous ne pouvez le retrouver. Allez-vous payer un autre billet?

Les résultats des compromis sont exactement les mêmes. Dans chaque cas de figure, vous pouvez voir la pièce en ayant 20\$ de moins en poche, ou ne pas voir la pièce et avoir 10\$ de moins en poche.

Mais les gens ne considèrent pas ces deux compromis de la même façon. Lorsqu'ils font face au compromis n°1, 88% disent qu'ils achèteraient le billet de toute façon. Mais pour le compromis n°2, 46% seulement déclarent qu'ils achèteraient un second billet.

Les chercheurs en ont conclu qu'il y a une sorte de comptabilité mentale qui entre en jeu et que les deux différentes dépenses de 10\$ viennent de deux modes de calcul différents.

*(Deuxième expérience décrite.)*

L'effet de cette comptabilité mentale sur les compromis nécessaires à la sécurité n'est pas clair, mais je suis certain que nous avons en tête deux comptes séparés pour « sureté » (safety) et « sécurité » (security), et que l'argent dépensé pour l'un apparaît différent de l'argent dépensé pour l'autre. Je parierai même que nous avons un modèle comptable mental semblable pour des coûts non-fongibles comme le risque : le risque d'un compte n'est pas le même que le risque de l'autre. C'est-à-dire que nous sommes enclins à accepter des risques considérables sur notre compte « loisir » - sauter en chute libre, jongler avec des couteaux - alors que nous ne les prendrions même pas en compte s'ils avaient été facturés (charged against) sur un autre compte.

### Escompte de temps (**Time Discounting**)

Ce terme est utilisé pour décrire la tendance humaine à escompter les coûts et bénéfices futurs. Cela a un sens en termes économiques : un coût payé dans un an n'est pas le même qu'un coût payé aujourd'hui, car l'argent destiné à ce paiement peut être investi pendant l'année, et rapporter des bénéfices. De façon similaire, un bénéfice accumulé en une année est beaucoup moins qu'un bénéfice récolté aujourd'hui.

En 1937, l'économiste Paul Samuelson a proposé un modèle pour expliciter cela (*proposed a discounted-utility model*). A la base, il vaut mieux avoir quelque chose aujourd'hui que dans le futur. Il est préférable d'avoir une maison aujourd'hui que de l'avoir dans dix ans, car vous aurez ainsi dix années de plus pour en profiter (...).

Ce modèle part du principe qu'il faut un taux de référence pour l'escompte. Il y a une formule mathématique pour calculer cela : 100\$ aujourd'hui ou 120\$ dans 12 mois – sur la base des taux d'intérêts. Aujourd'hui par exemple, l'escompte est au taux de 6.25%, ce qui veut dire que 100\$ aujourd'hui, sera équivalent à 106.25\$ dans 12 mois. Mais, à l'évidence, les gens sont plus compliqués que les formules mathématiques. Il y a par exemple un effet de magnitude : les petits montants sont plus escomptés que les gros.

*(description d'une expérience et résultats)*

## Les systèmes heuristiques qui touchent aux prises de décisions (**Heuristics that Affect Decisions**)

Et, pour finir, il est des biais et des systèmes heuristiques qui touchent à la façon dont nous faisons des compromis. Comme beaucoup d'autres systèmes heuristiques dont nous avons discuté, ils sont d'ordre général et non spécifiques à la sécurité. Mais ils sont quand même importants.

En premier lieu, quelques effets d'encadrement. La plupart d'entre nous avons connaissance d'anecdotes sur ce que les psychologues nomment « effet de contexte » : à travers un éventail d'options, les préférences dépendent des autres options qui sont en jeu. Ceci a été confirmé par de nombreuses expériences – souvenez-vous de celle sur ce que les gens sont prêts à payer pour une bière fraîche sur une plage brûlante – et la plupart d'entre nous a des anecdotes qui confirment ce système heuristique.

Par exemple, les gens ont une tendance à choisir des options qui en dominant d'autres ou des compromis nichés entre deux options. Si vous voulez que votre patron approuve votre budget sécurité de 1 million de dollars, vous avez beaucoup plus de chances d'obtenir son accord si vous lui donnez le choix entre 3 plans différents avec des budgets respectifs de 500.000, 1 million, 2 millions, plutôt que entre trois plans avec des budgets de 250.000, 500.000, et 1 million.

La règle générale prend tout son sens : éviter les extrêmes. Cela ne fonctionne pas quand une intelligence manipule l'éventail des choix de façon à ce qu'une option particulière ne semble pas extrême.

**Le cadre des choix** (*choice bracketing*) est un autre système heuristique commun. En d'autres mots : choisir une variété. A la base, les gens ont tendance à choisir une plus grande diversité quand celle-ci est cadrée plus largement que s'il elle est cadrée plus serrée.

Par exemple, lors d'une expérience (55) on a demandé à des étudiants de choisir parmi 6 repas différents ceux qu'ils voudraient pour les trois prochaines semaines de cours. L'un des groupes devait choisir pour les trois semaines à venir, et l'autre au début de chaque session de cours. 64% du groupe qui choisissait à l'avance a choisi un plat différent chaque semaine, mais seulement 9% de ceux du groupe qui choisissait pour la semaine a fait la même chose.

L'interprétation large de cette expérience est que nous surestimons la valeur de la variété. En étant dans la perspective à trois semaines, une variété de repas semble être une bonne idée, mais dans la perspective immédiate, nous choisissons ce que nous aimons manger.

Mais il y a une interprétation plus large, qui vient du même type d'expériences et qui est directement applicable à la prise de risque :

lorsque l'on fait face à des décisions répétées dans le domaine du risque les évaluer comme groupe les fait paraître moins risquées que de les évaluer une par une.

*(autre exemple)*

Tout ceci ramène à la sécurité car cela démontre combien nous sommes peu enclins à prendre des décisions rationnelles en matière de compromis nécessaires à la sécurité, et tout spécialement dans le contexte fluctuant d'informations conçues pour nous persuader d'utiliser une voie ou un autre.

### Donner un sens à la Perception de la Sécurité **(Making Sense of the Perception of Security)**

Nous avons commencé par distinguer les compromis à la sécurité et lister cinq champs dans lesquels la perception peut être divergente de la réalité :

1. La gravité du risque.
2. La probabilité du risqué.
3. L'amplitude des coûts.
4. Comment les mesures prises pour contrecarrer les risques sont-elles efficaces.
5. Le compromis en lui-même.

Quelques fois dans tous ces champs et tout le temps dans le champ N°4, nous pouvons expliciter cette divergence comme le fait que nous n'ayons pas assez d'information. Mais, parfois, nous avons toute l'information et nous faisons *encore* de mauvais compromis à la sécurité.

Mon but était de vous donner un aperçu des systèmes complexes du cerveau qui sont en jeu dans l'établissement de ces compromis et comment ils peuvent dysfonctionner.

Bien sûr nous pouvons faire de mauvais compromis pour tout un tas de choses : décider à l'avance de quel repas nous aurons envie la semaine prochaine, ou choisir de ne pas vouloir payer trop cher une bière fraîche sur une plage brûlante.

Mais les compromis nécessaires à la sécurité sont particulièrement vulnérables à ces biais car ils sont nécessaires à notre survie.

Il y a bien longtemps, nos ancêtres avaient la capacité cérébrale d'envisager leurs préférences en matière de prochain repas ou pour estimer le coût raisonnable d'une bière fraîche, ils évitaient les prédateurs et tissaient des liens sociaux avec leurs congénères. Nos cerveaux et ces systèmes heuristiques sont bien rodés et anciens, et notre amygdale l'est encore plus.

Ce qui est nouveau, dans une perspective d'évolution, c'est l'échelle de la société humaine, et les nouveaux compromis nécessaires à la sécurité qui vont de pair.

Par le passé, j'avais isolé la technologie et les médias comme deux aspects des sociétés modernes qui rendent particulièrement difficiles d'effectuer les bons compromis – la technologie, qui masque la complexité du détail et fait que nous n'avons pas la bonne information sur le risque, les médias en déversant tellement d'apport sensoriel, vivant, saillant, disponible – mais la question est bien plus large que cela. Le néocortex, la partie de notre cerveau concernée par la question des compromis nécessaires à la sécurité – est, comme le dit Daniel Gilbert « encore en beta test ».

Je commence tout juste à explorer la littérature dédiée aux comportements économiques, la psychologie des processus de décision, la psychologie du risque et les neurosciences. A l'évidence, j'ai encore beaucoup de recherches à découvrir, et beaucoup d'autres expériences contre intuitives et passionnantes, qui éclairent les biais heuristiques de nos cerveaux. Mais, je comprends déjà beaucoup plus clairement pourquoi ces compromis dysfonctionnent si souvent.

Lorsque j'ai commencé à me documenter sur la psychologie de la sécurité, j'ai compris assez vite que ces recherches pouvaient être utilisées aussi bien pour le meilleur que pour le pire. Le meilleur usage en étant de comprendre comment le ressenti humain en matière de sécurité pouvait mieux correspondre à la réalité de la sécurité. En d'autres termes, comment pouvons-nous faire en sorte que les gens comprennent qu'ils ont à interroger leurs comportements déficients (*their default behaviour*) ? Leur donner plus d'information ne semble pas être la bonne réponse ; nous croulons déjà sous l'information et ces systèmes heuristiques ne sont pas dus à un manque d'information.

Peut-être qu'en comprenant mieux ce qui est en jeu dans notre cerveau en matière de processus liés au risque, les biais qu'il utilise, les systèmes heuristiques qui sont mis en œuvre, peut-être pouvons-nous apprendre à contrer nos tendances naturelles et à effectuer de meilleurs compromis. Peut-être pouvons-nous apprendre à ne pas être otages des mises en scènes sécuritaires (not to be taken in by security theater) et savoir convaincre les autres de ne pas non plus se laisser embarquer dans de tels schémas.

Le moyen le pire d'utiliser ces recherches serait de se focaliser sur le ressenti de la sécurité au prix de sa réalité.

Dans son livre "Influence"(58), Robert Cialdini souligne que les gens ne peuvent analyser chaque décision complètement ; c'est tout simplement impossible : nous avons besoin de ces systèmes heuristiques pour faire face à la vie. Cialdini s'interroge sur le fait que nous puissions en tirer

avantage ; une personne peu scrupuleuse, une organisation, ou un gouvernement peuvent de façon similaire tirer parti de ces biais que nous possédons en nous par rapport aux questions de risque et de sécurité.

Les concepts de théorie prospective, encadrement, disponibilité, représentativité, affects, sont autant de points clés en marketing et en politique.

Ils sont souvent mis en œuvre, mais, de nos jours, ils sont de plus en plus appliqués à la sécurité.

Quelqu'un pourrait utiliser ces recherches simplement pour faire en sorte que les gens *se sentent* plus sécurisés, plutôt que pour réellement s'assurer de leur sécurité.

Après toutes mes lectures et écrits, je crois que le meilleur usage est irréaliste et le pire, inacceptable. Mais, j'envisage aussi une troisième voie : pouvoir intégrer le sentiment et la réalité de la sécurité.

Ce sentiment et sa réalité sont différents mais très proches. Nous faisons les meilleurs compromis – et par cela, j'entends, ceux qui apportent une sécurité réelle et à des coûts raisonnables – quand notre ressenti de la sécurité rejoint sa réalité.

C'est lorsque ces deux paramètres ne sont pas en phase, nous faisons de mauvais compromis.

Par le passé j'ai critiqué ces mesures de sécurité « palliatives » qui faisaient seulement en sorte, à l'aide de mises en scènes appropriées, que les gens aient le sentiment d'être en sécurité. Mais, utilisées correctement, elles peuvent être l'une des façons de ramener notre sentiment de la sécurité à sa réalité.

L'un des exemples est l'emballage dissuasif (plus résistant) de certains médicaments vendus sans ordonnance dans les années 80, après quelques publications sur des cas d'empoisonnements aléatoires. Comme contre mesure, cela n'avait pas beaucoup de sens. Il est facile d'empoisonner de la nourriture ou des médicaments vendus sans ordonnance directement dans un cachet - avec une seringue par exemple - ou d'ouvrir puis refermer une boîte avec suffisamment de soin pour faire en sorte que le consommateur non averti ne s'en rende pas compte. Mais ces emballages plus résistants ont finalement amené la perception du risque des gens à être plus en phase avec sa réalité: en l'occurrence, minimale. Et, rien que pour cette raison, le changement en valait la peine.

Bien évidemment, la mise en scène de la sécurité (*security theater*) a un coût, tout comme la sécurité réelle. Elle peut coûter de l'argent, du temps, des moyens, des libertés, etc, et, la plupart du temps, les coûts dépassent largement les bénéfices. Et, cette mise en scène de la sécurité ne se substitue pas à sa réalité. Et, au-delà, trop de mise en scène sécuritaire peut conduire les gens à avoir un sentiment de la sécurité plus élevé que sa réalité, ce qui n'est évidemment pas bon non plus.

Mais, utilisée à bon escient, un peu de cette mise en scène pourrait s'avérer être exactement ce dont nous aurions besoin pour, tout à la fois, être et se sentir plus en sécurité.

Bruce Schneier  
*Janvier 2008*

## Références/ Bibliographie

- 1 Bruce Schneier, *Beyond Fear: Thinking Sensibly About Security in an Uncertain World*, Springer-Verlag, 2003.
- 2 David Ropeik and George Gray, *Risk: A Practical Guide for Deciding What's Really Safe and What's Really Dangerous in the World Around You*, Houghton Mifflin, 2002.
- 3 Barry Glassner, *The Culture of Fear: Why Americans are Afraid of the Wrong Things*, Basic Books, 1999.
- 4 Paul Slovic, *The Perception of Risk*, Earthscan Publications Ltd, 2000.
- 5 Daniel Gilbert, "If only gay sex caused global warming," *Los Angeles Times*, July 2, 2006.
- 6 Jeffrey Kluger, "How Americans Are Living Dangerously," *Time*, 26 Nov 2006.
- 7 Steven Johnson, *Mind Wide Open: Your Brain and the Neuroscience of Everyday Life*, Scribner, 2004.
- 8 Daniel Gilbert, "If only gay sex caused global warming," *Los Angeles Times*, July 2, 2006.
- 9 Donald A. Norman, "Being Analog," [http://www.jnd.org/dn.mss/being\\_analog.html](http://www.jnd.org/dn.mss/being_analog.html). Originally published as Chapter 7 of *The Invisible Computer*, MIT Press, 1998.
- 10 Daniel Kahneman, "A Perspective on Judgment and Choice," *American Psychologist*, 2003, 58:9, 697–720.
- 11 Gerg Gigerenzer, Peter M. Todd, et al., *Simple Heuristics that Make us Smart*, Oxford University Press, 1999.
- 12 Daniel Kahneman and Amos Tversky, "Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk," *Econometrica*, 1979, 47:263–291.
- 13 Amos Tversky and Daniel Kahneman, "The Framing of Decisions and the Psychology of Choice," *Science*, 1981, 211: 453–458.
- 14 Amos Tversky and Daniel Kahneman, "Evidential Impact of Base Rates," in Daniel Kahneman, Paul Slovic, and Amos Tversky (eds.), *Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge University Press, 1982, pp. 153–160.
- 15 Daniel J. Kahneman, Jack L. Knetsch, and R.H. Thaler, "Experimental Tests of the Endowment Effect and the Coase Theorem," *Journal of Political Economy*, 1990, 98: 1325–1348.
- 16 Jack L. Knetsch, "Preferences and Nonreversibility of Indifference Curves," *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1992, 17: 131–139.

- 17 Amos Tversky and Daniel Kahneman, "Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Subjective Uncertainty," *Journal of Risk and Uncertainty*, 1992, 5:xx, 297–323.
- 18 John Adams, "Cars, Cholera, and Cows: The Management of Risk and Uncertainty," CATO Institute Policy Analysis #335, 1999.
- 19 David L. Rosenhan and Samuel Messick, "Affect and Expectation," *Journal of Personality and Social Psychology*, 1966, 3: 38–44.
- 20 Neil D. Weinstein, "Unrealistic Optimism about Future Life Events," *Journal of Personality and Social Psychology*, 1980, 39: 806–820.
- 21 D. Kahneman, I. Ritov, and D. Schkade, "Economic preferences or attitude expressions? An analysis of dollar responses to public issues," *Journal of Risk and Uncertainty*, 1999, 19:220–242.
- 22 P. Winkielman, R.B. Zajonc, and N. Schwarz, "Subliminal affective priming attributional interventions," *Cognition and Emotion*, 1977, 11:4, 433–465.
- 23 Daniel Gilbert, "If only gay sex caused global warming," *Los Angeles Times*, July 2, 2006.
- 24 Robyn S. Wilson and Joseph L. Arvai, "When Less is More: How Affect Influences Preferences When Comparing Low-risk and High-risk Options," *Journal of Risk Research*, 2006, 9:2, 165–178.
- 25 J. Cohen, *The Privileged Ape: Cultural Capital in the Making of Man*, Parthenon Publishing Group, 1989.
- 26 Paul Slovic, *The Perception of Risk*, Earthscan Publications Ltd, 2000.
- 27 John Allen Paulos, *Innumeracy: Mathematical Illiteracy and Its Consequences*, Farrar, Straus, and Giroux, 1988.
- 28 Amos Tversky and Daniel Kahneman, "Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases," *Science*, 1974, 185:1124–1130.
- 29 Bruce Schneier, *Beyond Fear: Thinking Sensibly About Security in an Uncertain World*, Springer-Verlag, 2003.
- 30 Barry Glassner, *The Culture of Fear: Why Americans are Afraid of the Wrong Things*, Basic Books, 1999.
- 31 Amos Tversky and Daniel Kahneman, "Availability: A Heuristic for Judging Frequency," *Cognitive Psychology*, 1973, 5:207–232.
- 32 John S. Carroll, "The Effect of Imagining an Event on Expectations for the Event: An Interpretation in Terms of

- the Availability Heuristic,” *Journal of Experimental Social Psychology*, 1978, 14:88–96.
- 33 Robert M. Reyes, William C. Thompson, and Gordon H. Bower, “Judgmental Biases Resulting from Differing Availabilities of Arguments,” *Journal of Personality and Social Psychology*, 1980, 39:2–12.
- 34 S. Jim Sherman, Robert B. Cialdini, Donna F. Schwartzman, and Kim D. Reynolds, “Imagining Can Heighten or Lower the Perceived Likelihood of Contracting a Disease: The Mediating Effect of Ease of Imagery,” *Personality and Social Psychology Bulletin*, 1985, 11:118–127.
- 35 C. K. Morewedge, D.T. Gilbert, and T.D. Wilson, “The Least Likely of Times: How Memory for Past Events Biases the Prediction of Future Events,” *Psychological Science*, 2005, 16:626–630.
- 36 Cass R. Sunstein, “Terrorism and Probability Neglect,” *Journal of Risk and Uncertainty*, 2003, 26:121-136.
- 37 Scott Plous, *The Psychology of Judgment and Decision Making*, McGraw-Hill, 1993.
- 38 S.E. Taylor and S.T. Fiske, “Point of View and Perceptions of Causality,” *Journal of Personality and Social Psychology*, 1975, 32: 439–445.
- 39 Paul Slovic, Baruch Fischhoff, and Sarah Lichtenstein, “Rating the Risks,” *Environment*, 1979, 2: 14–20, 36–39.
- 40 Amos Tversky and Daniel Kahneman, “Extensional vs Intuitive Reasoning: The Conjunction Fallacy in Probability Judgment,” *Psychological Review*, 1983, 90:??, 293–315.
- 41 Amos Tversky and Daniel Kahneman, “Judgments of and by Representativeness,” in Daniel Kahneman, Paul Slovic, and Amos Tversky (eds.), *Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge University Press, 1982.
- 42 Daniel Kahneman and Amos Tversky, “On the Psychology of Prediction,” *Psychological Review*, 1973, 80: 237–251.
- 43 Daniel Kahneman and S. Frederick, “Representativeness Revisited: Attribute Substitution in Intuitive Judgement,” in T. Gilovich, D. Griffin, and D. Kahneman (eds.), *Heuristics and Biases*, Cambridge University Press, 2002, pp. 49–81.
- 44 Thomas Gilovich, Robert Vallone, and Amos Tversky, “The Hot Hand in Basketball: On the Misperception of Random Sequences,” *Cognitive Psychology*, 1985, 17: 295–314.

- 45 Richard H. Thaler, "Toward a Positive Theory of Consumer Choice," *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1980, 1:39–60.
- 46 Amos Tversky and Daniel Kahneman, "The Framing of Decisions and the Psychology of Choice," *Science*, 1981, 211:253:258.
- 47 Richard Thayer, "Mental Accounting Matters," in Colin F. Camerer, George Loewenstein, and Matthew Rabin, eds., *Advances in Behavioral Economics*, Princeton University Press, 2004.
- 48 Richard Thayer, "Mental Accounting and Consumer Choice," *Marketing Science*, 1985, 4:199–214.
- 49 Chip Heath and Jack B. Soll, "Mental Accounting and Consumer Decisions," *Journal of Consumer Research*, 1996, 23:40–52.
- 50 Muhtar Ali, "Probability and Utility Estimates for Racetrack Bettors," *Journal of Political Economy*, 1977, 85:803–815.
- 51 Richard Thayer, "Some Empirical Evidence on Dynamic Inconsistency," *Economics Letters*, 1981, 8: 201–207.
- 52 George Loewenstein and Drazen Prelec, "Anomalies in Intertemporal Choice: Evidence and Interpretation," *Quarterly Journal of Economics*, 1992, 573–597.
- 53 George Loewenstein, "Anticipation and the Valuation of Delayed Consumption," *Economy Journal*, 1987, 97: 666–684.
- 54 Uri Benzion, Amnon Rapoport, and Joseph Yagel, "Discount Rates Inferred from Decisions: An Experimental Study," *Management Science*, 1989, 35:270–284.
- 55 Itamer Simonson, "The Effect of Purchase Quantity and Timing on Variety-Seeking Behavior," *Journal of Marketing Research*, 1990, 17:150–162.
- 56 Amos Tversky and Daniel Kahneman, "Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases," *Science*, 1974, 185: 1124–1131.
- 57 Howard Schurman and Stanley Presser, *Questions and Answers in Attitude Surveys: Experiments on Wording Form, Wording, and Context*, Academic Press, 1981.
- 58 Robert B. Cialdini, *Influence: The Psychology of Persuasion*, HarperCollins, 1998.