

TEXTE PROVISOIRE INDIQUANT LE CONTENU D'UNE CONFÉRENCE

A PARIS LE 4 NOV. 2005

PRIÈRE DE NE PAS COPIER NI CITER SANS PERMISSION.

Peur, terreur, et calcul bayésien

Ronald de Sousa

University of Toronto

sousa@chass.utoronto.ca

<http://www.chass.utoronto.ca/~sousa>

1. Quelques postulats de base

Commençons par certaines évidences, ou du moins, si elles ne vous semblent pas telles, par certains postulats qui formeront le cadre de mon propos.

1. Certaines propriétés caractérisent les émotions dites « fondamentales »¹, celles que nous partageons non seulement avec presque tous les autres membres de notre espèce mais aussi, en grande mesure, avec nos cousins proches les primates et même nos cousins moins proches parmi les mammifères. [Voir Fig.1]

1. Suivant Jaak Panksepp, il y aurait peut-être sept systèmes d'une importance fondamentale sur la base desquels s'érigent les émotions que nous connaissons. Sa liste comprend les termes suivants, que je ne traduirai pas de peur de m'engager dans une discussion scolastique sans profit pour mon propos actuel : « *seeking, lust, nurturance, panic, fear, rage and play* ». (Jaak Panksepp, *Affective Neuroscience : Foundations of Human and Animal Emotion* (New York : Oxford University Press, 1998, p. 50). Je me contente d'observer : que l'idée d'une passion de *quête*, « *seeking* », s'apparente peut-être à la curiosité, que Descartes désignait dans son *Traité des passions de l'âme* comme « la première des passions », sous le nom d' « admiration ».

2. Faire le tour de ces caractéristiques pour une émotion donnée, telle que la peur, exigerait que l'on précise les *fonctions* quelle remplit, les *objets* sur lesquels elle porte, les *circuits neurophysiologiques* plus ou moins modulaires qui les régissent, *l'information* qu'elle apporte, et enfin la *qualité de l'expérience vécue* du sujet qui la ressent.

Dans ce qui suit, il sera surtout question des rapports entre la fonction, l'information fournie, et l'emprise sur le raisonnement et le comportement de la peur vécue.

3. Dans une acception, la notion de fonction est intentionnelle et individuelle. Servir une fonction, c'est pourvoir aux besoins d'un individu dans une situation particulière. Dans une autre sens, on peut parler plus généralement d'une fonction biologique objective, à la manière de la « téléosémantique » de Ruth Millikan². L'une n'implique pas l'autre. Au contraire, elles peuvent entrer en conflit. L'expérience subjective d'une émotion peut se rapporter à l'une ou à l'autre. L'expérience n'est donc pas nécessairement une indication fiable quant à la fonction d'une émotion, dans un sens ni dans l'autre du mot.

4. Au niveau biologique, la fonction d'une émotion appartenant au groupe des émotions fondamentales peut vraisemblablement se rapporter à un scénario faisant partie d'un petit nombre de situations suffisamment importantes et stéréotypées pour avoir été modelées par la sélection naturelle. La peur, en particulier, nous fournit en général certaines informations sur le monde extérieur, à savoir qu'on est peut-être en danger.³ Cette fonction d'information tient donc d'un niveau de fonctionnement qui ne doit rien au raisonnement explicite ni même à la conscience réfléchie. Dans certains cas, au contraire, c'est un raisonnement ou une constatation consciente qui déclenche le sentiment de peur. Ce contraste illustre une caractéristique de première importance pour comprendre les subtilités des sentiments humains, aussi bien que l'omniprésence de l'irrationalité. C'est le phénomène de l'esprit à deux voies.

2. Ruth Garrett Millikan, "In Defense of Proper Functions," *White Queen psychology and other essays for Alice*, reprint, 1989 (1993), 13–29.

3. Suivant l'hypothèse de William James, récemment tirée d'un coma centenaire par Damasio, l'émotion fournit cette information sur le monde extérieur par le truchement d'un signal qui se rapporte directement à l'état du corps. Cette idée complique l'analyse de l'intentionnalité de la peur, mais je n'entrerai pas ici dans ces complications.

2. L'esprit à deux voies

Certains de nos comportements complexes sont *quasi-automatiques*, plus ou moins *instinctifs, rapides, subtils, pas nécessairement conscients, et incapable d'explicitement* ni les mécanismes qui les régissent ni les buts qu'ils poursuivent. En revanche, le don du langage permet la formulation explicite de buts et de moyens, le calcul et le raisonnement théorique et pratique, dont les règles peuvent elles aussi être formulées explicitement. Ce sont là deux niveaux de fonctionnement, qui travaillent bien entendu en tandem, mais qui sont capable de divergences et de conflits aussi bien que de collaboration.⁴

Les performances des fonctions de premier niveau sont impressionnantes. Certains penseurs sont d'avis qu'il faudrait faire confiance à leur rapidité et à leur efficacité, malgré le fait, amplement démontré par de nombreux chercheurs, que ces processus de premier niveau nous induisent souvent en erreur⁵. En effet chacun connaît le cas des performances sportives ou artistiques, dont l'accomplissement repose sur un long apprentissage qui l'a rendu « automatique » : dans ce genre de situation, l'intervention d'une conscience explicite des procédés rodés par l'entraînement, loin d'améliorer la performance, risque plutôt de la perturber. Mais il ne faut pas non plus oublier les erreurs, voire les horreurs, dont nos réactions « intuitives » sont capables. Les « buts » et les « intérêts » de l'appareil héréditaire (disons, ne fut-ce que dans un esprit de métonymie, *les gènes*), que servent les fonctions objectives des mécanismes corporels et psychologiques, ne sont nullement les mêmes que les buts et intérêts véritables qui appartiennent à des individus munis de projets, de croyances, de désirs, et de répertoires émotionnels uniques.

4. Voir Keith Stanovich, *The Robot's Rebellion : Finding Meaning in the Age of Darwin* (Chicago : Chicago University Press, 2004). Il a détaillé (p. 30) plus d'une vingtaine de variantes de la thèse que je désigne sous la rubrique de « cerveau à deux voies. »

5. Voir Daniel Kahneman, Paul Slovic, and Amos Tversky, ed., *Judgment Under Uncertainty : Heuristics and Biases* (Cambridge and New York : Cambridge University Press, 1982) ; et pour le point de vue « optimiste » en regard des comportements du premier niveau, Gerd Gigerenzer, *Adaptive Thinking : Rationality in the Real World* (New York : Oxford University Press, 2000).

Dans cette optique, il s'impose de faire la différence entre les fonctions que peut servir une émotion en général, et celles qui servent un individu concret dans une situation particulière. Dans le cas de la performance sportive, on n'a plus à débattre, une fois la décision prise, de la sagesse de s'engager dans cette voie. Mais lorsqu'il s'agit du déclenchement d'un « programme affectif » émotionnel, il pourrait bien se trouver que l'accomplissement sans faille d'un programme de comportement n'est pas la meilleure stratégie qu'aurait pu choisir un individu. Sans nier l'avantage des processus de la première voie sur le plan de la rapidité, il faut reconnaître aussi que cet avantage est lié à une plus forte probabilité d'erreur sur le plan de la logique.

Par contraste, les comportements qui sont issus de décisions qui se fondent sur un raisonnement explicite, après une pondération de diverses raisons, sont *conscientes, verbalisées, lentes, précises, fondés sur les raisons explicites*. Ils appartiennent donc à la « deuxième voie », dont la différence repose—c'est du moins l'hypothèse de travail que j'adopte ici sans prétendre la défendre—sur la gamme de comportements et surtout de raisonnements entièrement nouveaux dont nous sommes nantis grâce au langage.

Les émotions forment en quelque sorte le pont entre les deux voies. Elles sont en général conscientes, et susceptibles d'être exprimées verbalement et de revendiquer des raisons explicites. Cependant ces raisons explicites ne suffisent généralement ni sur le plan de la justification ni sur celui de la causalité. Les raisons qu'on donne d'une émotion sont parfois loin d'être ni nécessaires ni suffisantes. La verbalisation semble alors former une couche plus ou moins indépendante, qui est à la fois le reflet déformé d'une réalité moins accessible, et un fonds de monnaie commune ayant officiellement cours dans le domaine social où les expressions de nos émotions exercent leur valeur d'échange.

C'est en conséquence de ce statut intermédiaire des émotions que celles-ci présentent le curieux mélange que l'on sait de justesse prophétique et d'irrationalité.

3. Phénoménologie de la peur

Dans les cas les plus typiques, la fonction de la peur semble évidente au sens commun. Elle serait en quelque sorte une mesure naturelle du danger, un « riscomètre » (ou pour éviter le barbarisme un « *kindynomètre* ») naturel. Elle nous permettrait de réagir à avec efficacité et rapidité, grâce à sa capacité de mettre en œuvre un « programme » pré-établi de fuite ou de résistance.

Cependant l'expérience de la peur manifeste certaines caractéristiques insolites, qui ne se rangent pas de toute évidence dans ce cadre.

Notons tout d'abord la diversité des formes que peut prendre la peur, et l'étendue des effets différents qu'ont ces différentes sortes de peur. Cette diversité semble de nature à défier la confirmation scientifique des hypothèses que pourrait proposer la psychologie évolutive. Pourquoi, par exemple, est-ce que la conscience accrue de la possibilité de la mort augmente l'envie de faire du shopping⁶ ? Quelle est le rapport entre la peur d'un prédateur ou d'une attaque terroriste, et les phobies de toutes sortes qui se transforment parfois en haines agressives et meurtrières ?

Ces questions sont importantes et leur résolution serait sans doute indispensable à l'explication des motivations de ceux qui sont prêts à se sacrifier eux-mêmes pour semer la terreur. Elles appellent des explications de style psychanalytique, qui se rattachent en principe à des facteurs biologiques. Je soupçonne, sans savoir si l'expérience a été faite, que la technique du fMRI localiserait la « peur » qui intéresse les théoriciens de « la gérance de la terreur » (« Terror Management Theory » ou « TMT ») dans le système « panique » et non pas dans le système « peur » selon les classifications de Panksepp ou de Ledoux⁷. Autrement dit, malgré

6. Jamie Arndt, et al., "The Urge to Splurge : A Terror Management Account of Materialism and Consumer Behavior," *Journal of Consumer Psychology* 14, no. 3 (2004): 198–212.

7. Voir Panksepp, *Affective Science*, op. cit. ; Joseph Ledoux, *Le Cerveau des émotions : les mystérieux fondements de notre vie émotionnelle*, trans. Pierre Kaldy (Paris : Odile Jacob, 2005).

l'emploi de mêmes termes tels que *terreur*, *panique*, *anxiété*, ou *crainte*, il s'agit peut-être, au niveau physiologique comme au niveau phénoménologique, de syndromes distincts.

La stratégie de base de l'explication psychanalytique, à laquelle s'apparente la TMT, consiste à révéler l'irrationalité sous-jacente à des actes apparemment rationnels, mais aussi à démontrer qu'une fois que les facteurs inconscients sont pris en considération, l'apparence d'irrationalité s'estompe à son tour. Il semble à première vue absurde de réagir à l'intensification de la conscience de sa mortalité par une ruée vers les grandes surfaces. Ce n'était en tous cas pas ce qu'on en attendait au temps où les grands de ce monde faisaient pavaner un crâne dans les banquets en guise de *memento mori*. Et pourtant, si l'on suit le raisonnement des théoriciens en question, un besoin de normalité, une sensibilisation au conseil « *carpe diem* » ou un simple besoin de distraction pour éloigner l'état de conscience désagréable ne semblent pas illogiques.

Cette stratégie me semble avoir du bon. Sans pourtant m'engager dans les méandres psychanalytiques, je me pencherai sur certains aspects apparemment irrationnels de la peur, pour examiner ensuite dans quelle mesure ces caractéristiques pourraient se comprendre comme intelligibles, sinon rationnelles.

Les paradoxes bien connus qui caractérisent l'expérience de la peur se résument en deux sortes de cas :

(1) *On a parfois trop peur,*

(2) *On n'a parfois pas assez peur* (cela, bien entendu, non pas simplement dans l'estimation des autres, mais dans la sienne propre).

D'aucuns ont peur, une peur qu'on dit parfois « viscérale », de voyager en avion, tout en sachant parfaitement bien que le risque objectif est minime. D'autres, au contraire, parmi ceux qui pratiquent un métier dangereux, semblent ignorer ou même nier le danger, au point de négliger de se munir des dispositifs de sécurité qui seraient mis à leur disposition. Les uns et les autres font une entorse au principe d'Aristote, pour qui toute émotion doit être proportionnée, en qualité aussi bien qu'en intensité, à la situation qui l'inspire.

Certaines statistiques illustrent bien les deux facettes de cette irrationalité. Aux États-Unis, les terroristes ont fait depuis 2001 entre trois et quatre mille victimes, pour la plupart dans les attentats du 11 septembre 2001. Dans la même période, à peu près cinquante fois plus de gens sont morts dans des accidents de voiture. Le nombre de victimes d'armes à feu (accidentelles ou intentionnelles) est du même ordre. Et si l'on additionne ces deux chiffres, on restera en deçà du nombre des victimes d'erreurs médicales ou de maladies iatrogènes.⁸ En résumé, on peut donc dire qu'un américain a au moins cent fois plus de chances de mourir des suites d'un accident de voiture, d'une d'arme à feu, ou d'une erreur médicale que d'un attentat terroriste. Ces statistiques n'ont rien de neuf. Pourtant il ne se trouvera pas d'homme ou de femme politique américain qui oserait tenter de se faire élire en prônant la dépense de milliards de dollars dans une « guerre » contre les voitures, les armes à feu, ou les médecins.... Les terroristes comptent très intelligemment sur ces comportement dans toute leur irrationalité. C'est ce qui leur permet d'obtenir de puissants effets avec un minimum de moyens.

Ces phénomènes s'expliquent difficilement à partir les présupposés habituel sur la rationalité des agents. Pour les rendre intelligibles, il faut d'abord souligner que si la peur est une sorte de mesure du risque objectif, elle est aussi dotée d'une certaine qualité intrinsèque dont la valence, du moins hors des salles de cinéma, est presque toujours fortement négative. Il s'en suit que pour faire l'estimation globale d'une situation, il faut tenir compte non seulement de ses caractéristiques désirables ou indésirables, mais aussi de la désirabilité intrinsèque de l'état d'esprit—espoir ou crainte—du sujet qui l'anticipe.

4. Deux théories de l'action motivée

Il y a quelques décennies, le philosophe américain Donald Davidson présentait un peu partout une conférence intitulée « How is Weakness of the Will Possible ? » qui deviendra plus

8. Cette dernière statistique provient d'un médecin américain, partisan de « one man one gun », et désireux de mettre les armes à feu sous le meilleur jour possible. Il estime que cent mille personnes par an meurent des suites d'erreurs médicales. Voir Martin L. Feckler, "Firearms in America : The Facts," *Newsmax.Com*, 10 August 2005.

tard un de ses plus célèbres articles. Ayant eu plusieurs occasions d'entendre cette conférence et d'en consulter le texte ronéographié en encre violette, je lui demandai un jour pourquoi il ne le publiait pas. Il me répondit qu'il avait l'intention de remanier son argumentation pour la situer dans le cadre de la théorie bayésienne de la décision. Plus tard, avec un peu d'esprit d'escalier, je me suis dit que ce projet était absurde, et que ce n'était ni par paresse ni par opportunisme que Davidson finit par publier l'article en question tel qu'il était, sans la moindre allusion au cadre bayésien⁹ (Davidson 1980). En effet l'idée maîtresse de son exposé repose sur la possibilité d'entretenir en même temps deux syllogismes pratiques dont l'un comporte un ensemble de prémisses plus complet que l'autre. Ce qu'il est rationnel de faire, c'est ce qui découle du syllogisme *tout compte fait*. Dans les cas d'akrasie, la conclusion pratique mise en œuvre est celle d'un syllogisme dont la base est plus restreinte, et se limite aux désirs les plus saillants sans prendre en considération les conséquences à long terme. Or, comme nous le verrons dans un instant, rien dans la théorie bayésienne ne correspond au support partiel qu'apporte le syllogisme pratique, dont les prémisses peuvent être plus ou moins complètes.

Mais peut-être, après tout, serait-il possible de relancer, dans le cadre du calcul bayésien, la question de la rationalité de certains choix qui ressemblent à l'akrasie. Pour ce faire, je me pencherai sur les composantes qui entrent en jeu dans ce genre de calcul, afin de faire ressortir les ressources qui s'offrent à qui veut exploiter ses possibilités d'irrationalité.

5. La théorie bayésienne de la décision rationnelle

Brossons donc d'abord à gros traits en quoi consiste le cadre dont il s'agit. La théorie bayésienne de la croyance et de la rationalité doit son nom au fait qu'elle accorde un rôle capital à la formule de Bayes, qui relie la probabilité conditionnelle de A étant donné B à la probabilité conditionnelle de B étant donné A, ainsi qu'à la probabilité absolue (ou « a priori ») de A ou de

9. Donald Davidson, "How is Weakness of the Will Possible?" in *Essays on Actions and Events*, reprint, 1970 (Oxford : Oxford University Press, Clarendon, 1980), 21–43.

B. Pour fixer les idées, mettons qu'il s'agisse d'une hypothèse H et une observation O, et qu'on soit d'accord sur la probabilité conférée à l'observation par l'hypothèse, mais qu'on veuille connaître la probabilité de l'hypothèse étant donnée l'observation. Voici la formule de Bayes :

$$\text{[Formule de Bayes]} \quad \Pr(H/O) = \frac{\Pr(H) * \Pr(O/H)}{\Pr(H) * \Pr(O/H) + \Pr(\sim H) * \Pr(O/\sim H)}$$

Elle permet donc de calculer la probabilité d'une hypothèse étant donné une observation, pourvu qu'on connaisse la probabilité que l'hypothèse confère et à l'observation et à sa négation.

Il est à noter que cette formule présuppose que l'on peut donner une interprétation à une probabilité absolue telle que $\Pr(O)$ ¹⁰. donne un sens à de telles probabilités nues. Cette probabilité, dite « subjective », désigne le degré de croyance du sujet, c'est-à-dire la *cote* qu'il lui attribuerait s'il s'agissait d'un pari.

Sur cette base, la théorie bayésienne de la décision permet de traquer dynamiquement l'effet de l'observation sur la probabilité d'une hypothèse donnée, pourvu qu'on attribue au départ une probabilité nue à l'hypothèse en question, ainsi qu'une probabilité conditionnelle.

On a pu montrer¹¹ que dans ces conditions l'écart entre des probabilités subjectives différentes diminue systématiquement. Cette application de la formule de Bayes décrit donc, du point de vue purement épistémique, la convergence rationnelle de la croyance subjective chez différents sujets confrontés à l'évidence empirique. Elle peut également servir à décrire l'évolution de nos gestes volontaires en fonction de nos croyances initiales modifiées à en cours de route par le feedback sensoriel. Le simple renvoi d'une balle de tennis, par exemple, est conforme à un modèle bayésien. Une trajectoire est ajustée à chaque instant en fonction à la fois du feedback fourni par les sens en temps réel, et par les probabilités attribuées par le sujet aux

10. Cette idée remonte à Bruno de Finetti, "La Prévision : Ses Lois Logiques, Ses Sources Subjectives," *Annales de l'Institut Henri Poincaré* 7 (1937): 1–68; Frank Plumpton Ramsey, "Truth and Probability," in *The Foundations of Mathematics and Other Logical Essays*, ed. R.B. Braithwaite, preface by G.E. Moore (London : Routledge and Kegan Paul, 1931), 52–108.

11. Richard C. Jeffrey, *The Logic of Decision* (New York : McGraw Hill, 1965), ch. 11.

différentes éventualités qui peuvent se présenter en cours de jeu. Körding et Wolpert résument ainsi une expérience qui montre ce qui se passe dans ce genre de cas :

Au moyen d'une expérience permettant le contrôle de la variation statistique dans une tâche nouvelle ainsi que la manipulation du degré d'incertitude dans le feedback sensoriel, on peut montrer que les sujets forment effectivement une représentation interne de la distribution statistique ainsi que de l'incertitude sensorielle, et qu'ils ont la capacité de combiner ces informations d'une manière conforme à ce qu'on attendrait d'un processus bayésien d'optimisation. On peut conclure que le système nerveux utilise des modèles probabilistes pendant l'apprentissage sensori-moteur.¹²

Cette expérience remarquable confirme que le cerveau effectue ce genre de calcul bayésien dynamique, sans aucune conscience, bien sûr, des principes mathématiques impliqués.

La théorie bayésienne de la décision va plus loin. Elle ajoute à l'aspect épistémique qui régit l'évolution de la croyance et guide l'acte physique une théorie de la désidérabilité ou « valeur attendue », qui repose à la fois sur le degré de croyance et sur la valeur subjective ordinale de chaque conséquence possible d'un acte. Cette dernière peut être établie, pour un agent donné, sur la base des préférences manifestées par ses choix. Une fois établies l'échelle de désirs et les degrés de croyance d'un sujet, ce schéma permet aussi d'évaluer la *cohérence* de ses choix.

12. Dans l'original, avec un peu plus de détail : « When we learn a new motor skill, such as playing an approaching tennis ball, both our sensors and the task possess variability. Our sensors provide imperfect information about the ball's velocity, so we can only estimate it. Combining information from multiple modalities can reduce the error in this estimate¹⁻⁴. On a longer time scale, not all velocities are a priori equally probable, and over the course of a match there will be a probability distribution of velocities. According to bayesian theory^{5,6}, an optimal estimate results from combining information about the distribution of velocities—the prior—with evidence from sensory feedback. As uncertainty increases, when playing in fog or at dusk, the system should increasingly rely on prior knowledge. To use a bayesian strategy, the brain would need to represent the prior distribution and the level of uncertainty in the sensory feedback. Here we control the statistical variations of a new sensorimotor task and manipulate the uncertainty of the sensory feedback. We show that subjects internally represent both the statistical distribution of the task and their sensory uncertainty, combining them in a manner consistent with a performance-optimizing bayesian process^{4,5}. The central nervous system therefore employs probabilistic models during sensorimotor learning. » (p. 244). Konrad Körding and Daniel M. Wolpert, "Bayesian Integration in Sensorimotor Learning," *Nature* 427, no. 6971 (1915 January 2004): 244-47.

En résumé, la « valeur attendue » V d'un acte envisagé est égale à *la somme des valeurs de chaque conséquence possible* v_i *pondérée par sa probabilité* p_i :

$$\text{[valeur attendue :]} \quad V = \sum_{i=1-n} (p_i \times v_i)$$

La rationalité d'une action, dans cette optique, dépend des préférences manifestées par une série de choix considérés comme simultanés. Un choix qui manifesterait un ordre de préférences circulaires, par exemple, est un choix irrationnel. (Si je préfère la vanille au chocolat et le chocolat à la fraise, il est irrationnel de préférer la fraise à la vanille).

6. Brève histoire de l'humanité passée et future

On pourrait donc décrire ainsi en raccourci l'histoire et l'avenir de l'humanité :

Nos ancêtres moyennement reculés—dès les premiers vertébrés ou même avant—disposaient de mécanismes qui réalisaient effectivement des calculs bayesiens, à peu près de la façon dont une pierre qui tombe réalise la loi de la gravitation. Tout allait bien, sauf quand des circonstances inattendues se présentaient. (Le lièvre qui se sauve en zigzags échappera au prédateur qui le pourchasse, mais non à l'automobiliste qui cherche à l'éviter.)

Ensuite, il y a quelques millénaires seulement, on a inventé la théorie de la décision aristotélicienne, basée sur le syllogisme pratique. Cela a amené un raffinement de rationalité, mais aussi dans certains cas un recul. En effet le syllogisme pratique ne sait tenir compte ni des degrés de croyance, ni de l'information qui survient en cours de route.

Mais à l'avenir, ayant compris abstraitement la force du calcul bayésien, on peut espérer que nos cerveaux, forts de la puissance accrue dont les aura dotés la génétique développementale, saura se servir des techniques bayésiennes avec une pleine conscience réfléchie de ses principes et de leur champ d'application. Nos épigones sauront ainsi éviter les erreurs dues à l'application inopportune de mécanismes automatisés, tout en profitant de l'avantage qui provient de la capacité de raffiner le processus de décision en fonction des degrés de la croyance et du désir.

7. Feedback et emballement de la peur

Nous avons vu comment fonctionne le schéma Bayésien en général. Voyons maintenant l'élément supplémentaire qui s'y ajoute dans le cas de toute émotion dont la valeur intrinsèque s'additionne, dans le calcul, à la valeur de l'événement envisagé. L'application de ces principes au cas de la peur d'une éventualité donnée E de valeur négative D_e exigera que l'on prenne en considération le degré de croyance initiale $\Pr(E)$ (même si celui-ci est entièrement arbitraire), et de modifier la croyance à la lumière de l'équation bayésienne.

La peur n'est en elle-même ni croyance ni désir. Mais elle joue sur les deux tableaux : elle peut rentrer dans l'équation en modifiant soit la probabilité soit la désidérabilité des conséquences. Et de fait, ce qui complique particulièrement la chose, c'est qu'*elle peut y rentrer par les deux bouts à la fois*. En effet elle constitue à la fois une estimation de la probabilité du danger (côté croyance), et en même temps engendre directement un désir de réagir, fuite ou autre (côté désir). Nous verrons dans un instant comment cette double dose donne lieu à un effet de feedback positif, qui mène, comme tous les mécanismes dotés d'un tel feedback, à une sorte de catastrophe : la terreur panique.

Mettons, pour voir la chose un peu plus en détail, qu'il s'agisse d'une alternative entre deux actions possibles dont l'une seule comporte un risque. Il faut alors ajouter, dans la matrice qui représente les conséquences à évaluer, la valeur de la peur elle-même. Puisqu'elle est ressentie en ce moment même, elle est *certaine*. En effet le sujet en souffre nécessairement dès que la peur s'installe, que l'acte terroriste (ou autre danger) se réalise ou non.

Cette dynamique prête au calcul en question a un aspect autoréférentiel qui évoque la « Loi de Hofstadter » : *Tout ce qu'on entreprend met plus longtemps qu'on avait prévu, même compte tenu de la Loi de Hofstadter*¹³. Selon l'idée que la fonctionne toujours comme un kindynamètre, la valeur nette envisagée se trouve récursivement augmentée, à chaque tour de

13. Douglas R. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach : An Eternal Golden Braid* (New York : Random House, New York, 1980), 152.

contemplation, d'un facteur qui correspond à l'addition du facteur « crainte » dans l'équation totale, qui prendra à peu près la forme suivante :

$$\text{[Peur réursive :]} P_{a(t+1)} = S_{i=1-n}(p_i \times v_i) + k(P_{a(t)})$$

En langage clair, la valeur de la peur P_a de l'acte a est égale à la somme des valeurs pondérées des conséquences C_1-C_i de a , additionnée de la valeur négative de P_a elle-même, démultipliée par une constante k propre à refléter adéquatement la dépréciation de l'avenir¹⁴¹⁵ :

Cette équation rend évidemment possible *l'emballlement* de la peur, pour peu que le cycle en vertu duquel la peur augmente à chaque tour se reproduise à plusieurs reprises et que le facteur de dépréciation ne soit pas trop fort.

Voilà donc un premier modèle qui pourrait nous aider à comprendre pourquoi le degré de la peur a tendance à s'écarter fortement de la valeur du risque envisagé. Dans ce qui suit, nous en verrons trois autres.

8. Économie et maîtrise de la peur

Dans les cas réels où les gens réagissent à un attentat perpétré dans un autobus, on pourrait s'attendre à ce que les gens fassent le raisonnement suivant :

En un an, ou un mois, un seul autobus a subit un attentat. La probabilité que je sois la victime d'un attentat est donc minime. Supposons que je voyage rarement en autobus. Il y a tant d'habitants par autobus, tant de bus par jour etc. que la probabilité que je sois moi-même victime d'un tel attentat est infime. Je devrais donc me comporter comme si de rien était. Par contre, si je voyage en autobus tous les jours, ma dose de danger grandit chaque jours. Par conséquent il serait

14. Sur la dépréciation de l'avenir et le « taux d'escompte » instinctivement appliqué, voir George Ainslie, *Picoeconomics : The Strategic Interaction of Successive Motivational States Within the Person* (Cambridge : Cambridge University Press, 1992)

15. Sue la dépréciation de l'avenir et le « taux d'escompte » instinctivement appliqué, voir George Ainslie, *Picoeconomics : The Strategic Interaction of Successive Motivational States Within the Person* (Cambridge : Cambridge University Press, 1992)

normal qu'après avoir fait un calcul bayésien je décide d'abandonner le bus et de trouver un autre moyen de transport.

En réalité, il se produit exactement le contraire. Les habitués du bus (ou d'un certain café, après un attentat dirigé contre un café) ne changent pratiquement pas leur comportement, alors que ce sont ceux qui ne prennent le bus que de temps en temps qui s'en privent.¹⁶

Ce résultat est assurément paradoxal. Il semble défier à la fois l'explication et la justification rationnelle.

Dans l'espoir d'un diagnostic, on peut cibler dans la formule [**valeur attendue**] de la page 11 ou bien le paramètre *croyance* ou bien le paramètre *valeur* comme étant le lieu de la déformation causée par l'émotion.

La dissonance cognitive

La première approche est celle qu'adoptent Akerlof & Dickens,¹⁷ qui s'inspirent de la théorie de la « dissonance cognitive ». Ce point de vue repose sur l'hypothèse que les sujets les plus exposés au danger, s'ils ne font rien pour l'éviter, doivent se défendre contre la découverte de leur propre irrationalité. Ils cultivent alors des illusions qui leur permettent de se cacher à eux-mêmes la probabilité objective d'un attentat. Akerlof & Dickens soulignent que nos préférences ne regardent pas seulement les états du monde, mais aussi nos propres états de croyance ; leur modèle affirme en effet que nous préférons éviter les états contradictoires ou « dissonants » . Akerlof & Dickens s'adressent donc à l'effet de la peur sur le paramètre *croyance*.

Notons au passage que cette dissonance resterait sans conséquences, si nous n'étions pas capables, du moins dans une certaine mesure, de manipuler nos croyances. Akerlof & Dickens donnent de cette capacité l'exemple suivant. Les personnes qui travaillent dans des secteurs

16. Gary S. Becker and Yona Rubinstein, "Fear and the Response to Terrorism : An Economic Analysis," "Preliminary and Incomplete" Version disponible « Online » à l'adresse suivante : <http://www.Ilr.Cornell.Edu/international/events/upload/BeckerrubinsteinPaper.Pdf> (2003): p. 42.

17. George A. Akerlof and William T. Dickens, "The Economic Consequences of Cognitive Dissonance," *American Economic Review* 72, no. 3 (0307-19 1982).

objectivement très dangereux ont tendance à sous-estimer, voire à nier le danger. Ce qui est plus surprenant encore, c'est que la tendance à se persuader que le danger n'existe pas, si elle est déclenchée dès une première phase pendant laquelle un équipement de sécurité n'est pas disponible, persiste lorsque l'occasion se présente, dans une deuxième phase, de se le procurer. À ce moment-là les sujets ne s'y intéressent plus. (Akerlof & Dickens p. 310).

Ainsi la dissonance cognitive constitue un deuxième modèle qui peut contribuer à l'explication de certains paradoxes de la peur. Elle semble expliquer, du moins en partie, pourquoi, dans certains cas, la peur est non pas excessive mais au contraire insuffisante.

L'économie de la maîtrise de la peur

À la différence de Akerlof & Dickens, Gary Becker et Yona Rubinstein, les économistes cités il y a un instant, s'intéressent à l'effet de la terreur sur le paramètre *valeur* plutôt que sur le paramètre *croyance*. Ils font remarquer que lorsqu'un choc terroriste modifie certaines attitudes, il agit par deux voies différentes qu'ils appellent respectivement le « canal *risque* », et le « canal *peur* ». Le premier modifie directement la croyance, puisqu'il ajoute un fait nouveau à la base évidentielle. Le deuxième, en revanche, modifie la valeur globale de l'événement, en vertu de la valeur négative intrinsèque¹⁸. C'est ce deuxième effet qu'ils ont étudié dans certaines régions touchées par le terrorisme : Irlande du Nord, Israël, New York.

Leur étude prend pour acquis que nous sommes capable dans une certaine mesure de manipuler notre propre peur. Cependant ce travail n'est pas gratuit. Il serait donc possible de calculer dans quelles conditions il vaut la peine de faire ce travail de maîtrise. Leur graphique T.1 illustre la situation de base : en haut, le trait rouge représente la valeur négative de la peur. L'axe des abscisses représente le degré auquel on préfère c_1 (le choix risqué) à c_2 (le choix non

18. « An exogenous shock to the underlying probabilities affect agents' choices via two different channels : (i) the risk channel : a change in the underlying probabilities keeping (marginal) utility in each state constant; (ii) the fear channel : a change in the underlying probabilities also determines agents' optimal choice by affecting the expected utility from consumption in each state. » (Becker & Rubinstein, p. 4.)

risqué). L'axe des ordonnées représente la valeur attendue de divers choix. Au point A, cette préférence pour c_1 suffit pour que le travail de maîtrise vaille la peine d'être entrepris.

Dans le graphique du bas, la ligne bleue représente la peur, qui augmente (c'est-à-dire qui rabaisse l'utilité totale) à mesure que la préférence du sujet pour c_1 augmente. Arrivé au point A, il entreprend la maîtrise de la peur qui tombe à zéro.

+++++

Figure T.1 ici

+++++

Supposons par exemple qu'un passager d'autobus en Israël se demande si il va continuer à prendre l'autobus à la suite d'un attentat sur sa ligne. S'il a une forte préférence pour le bus, il sera fortement motivé pour maîtriser sa peur.

De manière plus générale, le graphique T4 illustre les points suivants :

+++++

Figure T.4 ici

+++++

La différence entre la valeur du choix dangereux si la peur n'existait pas (#1, bleu clair) et celle du même choix étant donné la peur, mais sans investissement pour maîtriser cette dernière (#2, bleu foncé).

La valeur du même choix avec investissement (#3, rouge). Celle-ci rabaisse la valeur nette par rapport à ce qui serait le « plan optimal » sans la peur, mais elle dépasse, au point B, la valeur nette du choix sans investissement.

Ce troisième modèle explicatif permet de comprendre le résultat d'apparence paradoxale que ceux qui courent le plus grand danger sont précisément ceux qui ne changent pas leur comportement. Selon Becker et Rubinstein, Cela pourrait s'expliquer sur une base économique rationnelle. On aurait alors, malgré l'apparence d'irrationalité, une sorte de justification sur la base des estimations subjectives de valeur des sujets en question.

Cependant cette analyse soulève plusieurs questions.

(i) Comment au juste exactement ce « travail sur la peur » se produit-il ? Voici à peu près tout ce qu'ils en disent : « les agents maîtrisent la peur grâce à l'accumulation de certains trucs de discipline mentales, et non pas en s'informant de la probabilité objective. »¹⁹. La prescription implicite rappelle un peu la manière préconisait Pascal pour cultiver la foi à l'aide de pratiques abrutissantes, mais on voudrait en savoir plus.

(ii) Comment s'établissent les différentes estimations de valeur qui entrent en jeu dans ces calculs ? En tant qu'économistes, ils ne s'y intéressent pas. En tant que philosophe, on pourrait juger la question plus troublante.

(iii) À propos du paradoxe de la disproportion de la peur au risque objectif que celle-ci semble indiquer, Becker & Rubinstein montrent assez bien comment ces attitudes apparemment absurdes pourraient découler d'un calcul économique rationnel. Mais on pourrait objecter que ceux qui ont maîtrisé leur peur sont effectivement de ceux qui n'ont *plus assez peur*, et que les membres de la population qui se rallient à des mesures coûteuses préconisées par des hommes politiques qui se présentent en chevaliers protecteurs demeurent profondément irrationnels.

Je ne tenterai pas de répondre à leur place aux deux premières questions. Mais j'aimerais proposer que pour aborder la troisième, une maxime de rationalité émotionnelle qui pourrait compléter les trois modèles (emballement, dissonance cognitive, et maîtrise de la peur) cités jusqu'ici. Ceux-ci sont tous les trois essentiellement descriptifs. Ils ne contiennent aucun principe capable de justifier un jugement de rationalité. C'est ce que va essayer de faire le principe suivant, tout en apportant un élément descriptif complémentaire. Par la même occasion, cependant, il servira à mettre en valeur l'ambiguïté des jugements de rationalité que nous dicte le sens commun.

19. » Agents overcome fear by accumulating mental skills and not by understating the objective probabilities. » (ibid., 3-4)

Le principe de Philèbe

Retournons au cas bien connu de la peur de l'avion. En termes bayésiens, la désirabilité du vol en avion devrait être estimée par comparaison avec d'autres moyens de transport, compte tenu, pour l'un et l'autre moyen de transport, du coût, du temps requis, et de la valeur négative d'un accident grave. Sur la base de ces facteurs, et de leur probabilité telle qu'elle est indiquée par des statistiques empiriques, le vol avion est de loin moins dangereux que l'automobile.²⁰ Mais si l'on ajoute la valeur négative intrinsèque de la peur de voler, la désirabilité totale de l'avion baissera peut-être suffisamment, dans certains cas, pour expliquer le choix de la voiture. Mais pourquoi exactement faut-il juger qu'un tel choix est irrationnel?

Pour répondre à cette question, je partirai de l'idée—qui figurait déjà dans le modèle de « l'emballement »—qu'un état émotionnel peut en représenter un autre. On peut prendre plaisir à l'idée d'un plaisir, on peut avoir peur d'avoir peur, regretter son regret, en colère contre sa propre colère, aimer l'amour. (Par contre, on conçoit difficilement d'être jaloux de sa propre jalousie). Je ne sais pas quels sont les critères qui délimitent, en général, les émotions capables de se manifester ainsi au second degré. Mais ce qui est certain, c'est que le plaisir et la peur en sont. L'un et l'autre cas soulèvent la question de la rationalité de l'émotion de second degré.

Voyons d'abord l'analogie du plaisir. La possibilité d'un plaisir de second degré fournit une solution assez élégante au dilemme de l'akrasie. Comme le notait Platon dans le *Protagoras*, l'existence même de l'akrasie semble contradictoire, puisqu'elle implique que dans la lutte entre différents mobiles, le plaisir est à la fois gagnant et perdant. Gagnant, si c'est bien sous la coupe du plaisir que nous agissons de façon à contrecarrer notre « meilleur choix ». Mais perdant aussi, puisque dans l'optique de l'hédonisme, ce meilleur choix lui-même ne saurait être défini qu'en termes de supériorité globale du plaisir impliqué dans ce choix. De plus, s'il faut conclure

20. Sur la base de statistiques américaines, la voiture est à peu près dix fois plus dangereuse, par kilomètre, que l'avion. Pourvu qu'on se limite aux avions de ligne, le rapport de sécurité monte jusqu'à cinq cent fois en faveur de l'avion. Voir <http://philip.greenspun.com/flying/safety>.

avec Socrate que la notion même d'akrasie est contradictoire, son existence est impossible. Et ce qui est *impossible* ne saurait donner prise à une accusation d'irrationalité.

Muni de l'idée d'un plaisir d'anticipation qui a pour objet un autre plaisir, on peut cependant rendre compte à la fois de la *possibilité* de l'akrasie et de son *irrationalité*. Il suffit pour cela de constater que la désidérabilité du résultat futur d'une action A prise sur le moment n'a qu'un rapport contingent, et non logique, avec la désidérabilité du choix de faire A dans le moment présent. La situation de l'akratique peut alors se caractériser à l'aide de la formule suivante :

$$[\mathbf{Akrasie}] [(A) > (B)] \ \& \ [\{\text{Choisir}(A)\} < \{\text{Choisir}(B)\}]$$

L'akratique juge que A est préférable à B, tout bien considéré ; mais l'acte de *choisir A*, lui, est jugé inférieur à l'acte de *choisir B*. Or le choix est déterminé par la préférence pour un acte de choisir sur le moment même, et non par celle du plaisir futur.

Par ailleurs, on peut postuler que tout désir entraîne un *plaisir d'anticipation* ayant pour objet le *plaisir anticipé*²¹. La première expression désigne une émotion du second degré, portant sur celle que l'événement envisagé procurera s'il a lieu. Or il semble logique de supposer qu'une des fonctions utiles d'une émotion d'anticipation est d'indiquer la qualité probable de l'émotion anticipée. C'est ce qu'exprime le principe de Philèbe **[PP]** que l'on peut formuler ainsi :

[PP] *L'émotion d'anticipation doit rester proportionnelle à l'émotion anticipée.*

La situation de l'akratique implique alors une *disproportion* entre la mesure hédonique du plaisir que l'on anticipe, et celle du plaisir apporté par l'anticipation elle-même. Bien que la formule **[Akrasie]** n'ait rien de contradictoire, l'état qu'elle décrit n'en est donc pas moins irrationnel. L'irrationalité de l'agent akratique ne se passe pas uniquement (comme on le suppose

21. Je passe ici trop rapidement sur les rapports complexes qui lient le désir au plaisir qu'il fait miroiter. « Désir, apostrophait Baudelaire, grand arbre à qui le plaisir sert d'engrais.... » . Il paraît actuellement bien établi au niveau neuronal que le lien entre le plaisir et le désir est facilement brisé dans les deux sens : on peut désirer ce qui ne finira pas par nous plaire, et notre cerveau n'a pas nécessairement besoin du plaisir comme « engrais » du désir. [Voir Timothy Schroeder, *Three Faces of Desire* [Oxford; New York : Oxford University Press, 2004]. Mais c'est justement parce que le lien qui unit le désir au plaisir est si facilement rompu que l'on peut se demander si certains rapports entre les deux sont plus rationnels que d'autres.

d'ordinaire) au niveau de son choix, mais au niveau de son affectivité même. Elle enfreint le principe de Philèbe.

La valeur normative de **[PP]** provient du fait que le plaisir d'anticipation a normalement une certaine influence sur la motivation. La proportionnalité systématique de ce plaisir au plaisir anticipé empêche que la motivation ne soit purement aléatoire. On peut donc aller jusqu'à supposer qu'une tendance à juger une telle proportionnalité désirable a été favorisée par la sélection naturelle, en raison de l'avantage génétique qu'auraient les organismes qui surveillent le mieux leurs intérêts de longue durée²².

Cependant ces considérations évolutionnistes ne suffiraient pas pour prouver que la proportionnalité préconisée par **[PP]** soit dans *mon* intérêt. Mon intérêt, je le rappelle, ne coïncide pas nécessairement avec celui de mes gènes. Et je pourrais me dire que ce qui est dans mon intérêt n'est pas ce qui garantira mon succès génétique à long terme, mais bien plutôt ce qui me procurera la plus grande densité moyenne de plaisir. Or, si j'envisage mes plaisirs à venir de manière entièrement réaliste, je me rendrai peut-être compte qu'ils ne valent pas tellement d'efforts. Par contre, si je peux me lancer dans le plaisir d'anticipation qui les précède, j'y trouverai mon compte en moyenne, puisque la fadeur du plaisir anticipé sera compensée par l'intensité du plaisir d'anticipation. Du point de vue économique de l'individu, on pourrait préférer un maximum de plaisir d'anticipation, même s'il entraîne la perte de la fonction de guidage qu'offre la proportionnalité. J'en conclus que malgré sa plausibilité, le principe **[PP]** ne saurait être concluant dans le cas du plaisir.

Dans le cas de la peur, dont la valeur est négative, l'objection que je viens de faire à la rationalité de **[PP]** ne tient pas. Si j'envisage un événement dont je sais qu'il me fera peur, il se peut bien que la peur d'avoir peur s'ajoutera à la peur que m'inspire l'événement lui-même. Mais

22. Il y a pourtant de fortes raisons de penser que l'estimations faite à un moment donné de nos préférences futures est systématiquement faussée par une tendance à surestimer la différence entre nos préférences actuelles et celles que nous aurons plus tard. Voir George Loewenstein, Ted O'Donoghue, and Matthew Rabin, "Projection Bias in Predicting Future Utility," *Quarterly Journal of Economics*, September 2003, 1209–48.

on peut se demander si la sélection naturelle on n'aurait pas favorisé l'enfreinte au principe [PP]. On pourrait conjecturer que de calibrer précisément, dans le but d'établir une relation linéaire entre le risque et la motivation, la phénoménologie de la peur par rapport au risque objectif ne serait pas une stratégie optimale. Lorsque le niveau du risque est très bas, il vaut mieux ne pas s'embarrasser de réactions émotionnelles qui accaparent inutilement des ressources mentales et corporelles. Les chances qu'un tsunami se déverse sur la côte de la Californie n'est pas nulle, et pourtant il semble raisonnable de ne pas s'en préoccuper *du tout* à moins que soient signalées des circonstances exceptionnelles. À l'inverse, ce n'est pas tout le monde qui fréquente les casinos. Pourtant, si les paris sont équitables, *parier* et *ne pas parier* sont par définition d'une valeur attendue égale. La décision de ne pas parier du tout doit donc provenir, chez tous ceux qui ne parient *jamais*, d'une voie indépendante de la stricte évaluation des probabilités objectives.

Il semble en effet que le sens commun établit, chez la plupart d'entre nous, deux paliers. En deçà d'un palier inférieur, on fait comme si le risque n'existait pas. Au-delà du palier supérieur, on renonce tout à fait à « prendre » le risque. Dans l'un et l'autre cas on ne fait nullement entrer le risque dans les calculs Baissiers sur la base desquels nos décisions sont prises. Ce n'est qu'entre ces deux paliers que nos réactions émotionnelles sont engagées. Mais même là on ne ressent pas nécessairement des gradations subtiles entre un degré de risque et un autre. Tout au plus, notre expérience subjective de la peur établit certains barèmes relativement grossiers : faut-il, oui ou non, avoir peur ? Mais il s'agit là non pas d'une estimation de risque, mais plutôt d'un sentiment de second ordre qui juge la pertinence de l'émotion du premier degré.

9. Conclusion : l'ambiguïté du rationnel

Mon intention n'a pas été de parler de politique. Cependant il est bien évident que parler de terreur c'est nécessairement s'engager à parler d'un sujet dont les répercussions politiques et morales sont actuellement proéminentes. Voici donc en quelques mots pourquoi mon propos

pourrait être pertinent pour des préoccupations plus concrètement pratiques. Comme le fait remarquer Pierre Mannoni dans un récent livre, le terrorisme a ses « logiques »²³. L'acte terroriste, loin d'être « fantaisiste, vague et improvisé », vise avec une froide logique des cibles précises au moyen de stratégies finement calculées. Or il serait impossible d'obtenir des effets si spectaculaires et si prévisibles, si le terroriste ne pouvait compter sur un amalgame très spécifique de rationnel et d'irrationnel chez ses victimes. Le terrorisme, en tant que tactique, partage cette logique dialectique avec l'arme de dissuasion ultime, la « destruction mutuelle garantie » ou « MAD » (« mutually assured destruction ») de la guerre froide. Pour que cette technique fonctionne, il faut que chacun puisse compter sur la rationalité de son adversaire. Sinon, la menace que chacun fait peser sur l'autre ne compterait pour rien. Mais ce dont il faut que l'autre soit rationnellement convaincu, c'est que celui qui le menace, lui, est capable de se comporter de façon parfaitement *irrationnelle*. Un agent rationnel qui sait qu'en poursuivant une guerre de destruction mutuelle il assure sa propre perte ne le fera pas. Mais alors, si chacun croyait l'autre rationnel dans ce sens-là, il ne le croirait pas capable d'accomplir sa menace. Comme le dit Jonathan Schell,

La théorie de la dissuasion nucléaire est une merveille de circularité et de contradiction. Pour que la stratégie produise les effets voulus, il faut menacer de commettre une action insensée. Mais l'effet désiré est précisément d'éviter de commettre une telle action.²⁴

La tactique en question a été admirablement bien analysée par Robert Frank du point de vue de l'émotion qui est en quelque sorte l'interlocuteur naturel de la peur: c'est-à-dire la colère : pour que la « folie passagère » ou « ira brevis » qu'est la colère fasse pleinement tout son effet, il est indispensable que l'autre croie que la colère de son adversaire ne sera nullement émoussée par la

23. Pierre Mannoni, *Les Logiques Du Terrorisme* (Paris : Editions In Press, 2004).

24. Jonathan Schell, *The Abolition* (New York : Knopf, 1984), 64.

conscience de ses conséquences catastrophique pour lui-même²⁵. J'ai tenté de montrer que la peur, l'émotion sur laquelle joue comme sur un clavier la colère du terroriste, présente elle aussi un enchevêtrement plein d'ambiguïté de rationalité et d'irrationalité. Le but plutôt modeste que je me suis fixé ici a été d'esquisser quatre modèles qui pourraient jeter un jour partiel sur cet enchevêtrement, et par là d'en démêler quelques fils.

25. Robert H. Frank, *Passions Within Reason : The Strategic Role of the Emotions* (New York : Norton, 1988).

Ouvrages Cités

- Ainslie, G. 1992. *Picoeconomics: The strategic interaction of successive motivational states within the person*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Akerlof, G. A., and W. T. Dickens. 1982. The economic consequences of cognitive dissonance. *American Economic Review* 72(3), 0307-19.
- Arndt, J., S. Solomon, T. Kasser, and K. M. Sheldon. 2004. The urge to splurge: A terror management account of materialism and consumer behavior. *Journal of Consumer Psychology* 14(3):198-212.
- Becker, G. S., and Y. Rubinstein. 2003. Fear and the response to terrorism: An economic analysis. "Preliminary and Incomplete" Version Online at [Http://www.Ilr.Cornell.Edu/international/events/upload/BeckerrubinsteinPaper.Pdf](http://www.Ilr.Cornell.Edu/international/events/upload/BeckerrubinsteinPaper.Pdf).
- Davidson, D. 1980. How is weakness of the will possible? In *Essays on actions and events*, 21-43. Oxford: Oxford University Press, Clarendon.
- de Finetti, B. 1937. La prévision: Ses lois logiques, ses sources subjectives. *Annales de l'Institut Henri Poincaré* 7:1-68.
- Feckler, M. L. 2005. Firearms in America: The facts. *Newsmax.Com*, 10 August.
- Frank, R. H. 1988. *Passions within reason: The strategic role of the emotions*. New York: Norton.
- Gigerenzer, G. 2000. *Adaptive Thinking: Rationality in the real world*. New York: Oxford University Press.
- Hofstadter, D. R. 1980. *Gödel, Escher, Bach: An eternal golden braid*. New York: Random House, New York.
- Jeffrey, R. C. 1965. *The Logic of Decision*. New York: McGraw Hill.

- Kahneman, D., P. Slovic, and A. Tversky, eds. 1982. *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Körding, K., and D. M. Wolpert. 2004. Bayesian integration in sensorimotor learning. *Nature* 427(6971), 1915 January:244-47.
- Ledoux, J. 2005. *Le cerveau des émotions : Les mystérieux fondements de notre vie émotionnelle*. Trans. P. Kaldy. Paris: Odile Jacob.
- Loewenstein, G., T. O'Donoghue, and M. Rabin. 2003. Projection bias in predicting future utility. *Quarterly Journal of Economics*, September, 1209-48.
- Mannoni, P. 2004. *Les logiques du terrorisme*. Paris: Editions In Press.
- Millikan, R. G. 1993. In defense of proper functions, White Queen psychology and other essays for Alice, 13-29.
- Panksepp, J. 1998. *Affective Neuroscience: Foundations of Human and Animal Emotion*. New York: Oxford University Press.
- Ramsey, F. P. 1931. Truth and probability. In *The Foundations of Mathematics and Other Logical Essays*, ed. R.B. Braithwaite, preface by G.E. Moore, 52-93. London: Routledge and Kegan Paul. Print google.com.
- Schell, J. 1984. *The abolition*. New York: Knopf.
- Schroeder, T. 2004. *Three Faces of Desire*. Oxford; New York: Oxford University Press.
- Stanovich, K. 2004. *The robot's rebellion: Finding meaning in the age of Darwin*. Chicago: Chicago University Press.

FORWARD LOCOMOTION, SNIFFING, INVESTIGATION

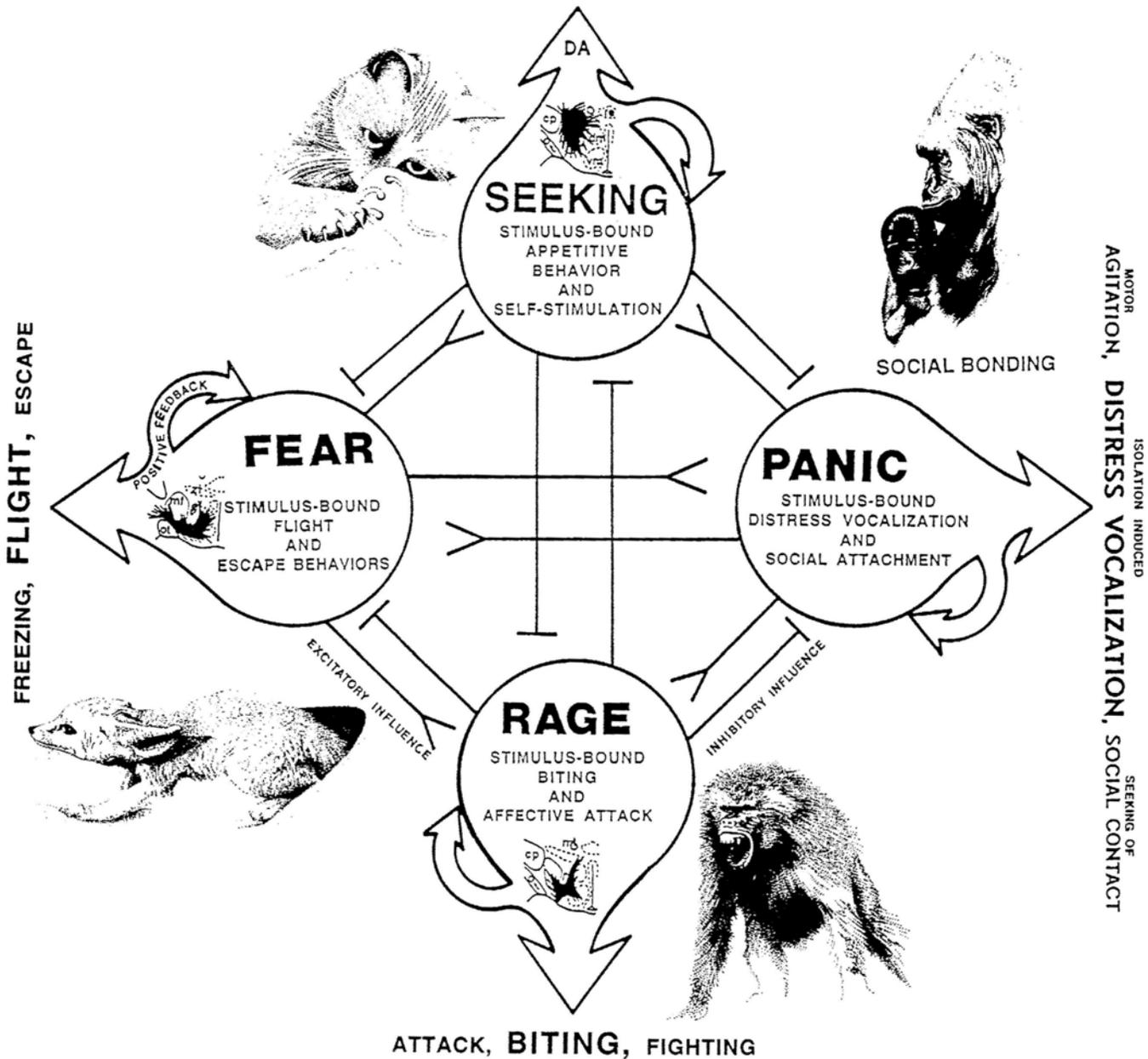
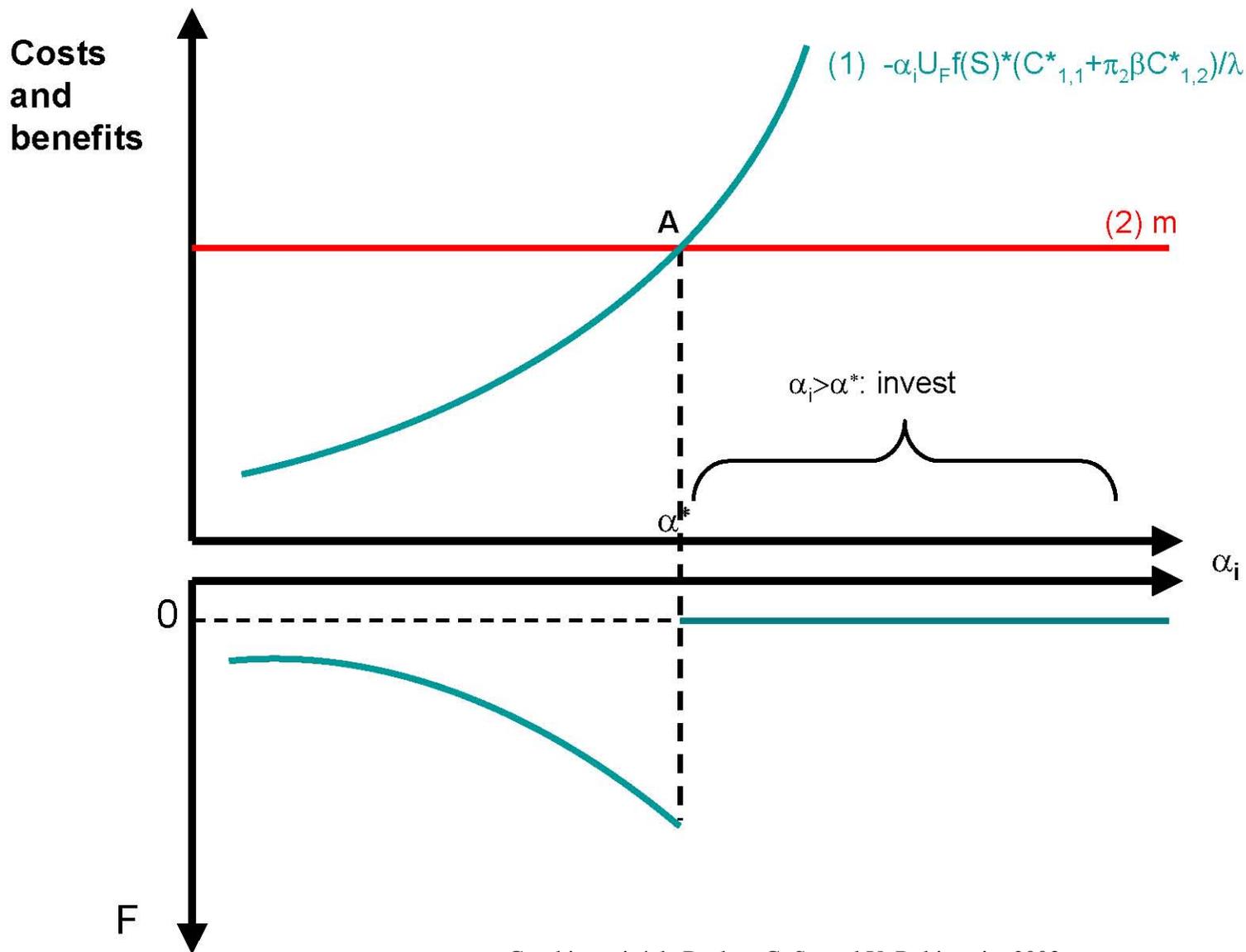


Figure 3.5. The major emotional operating systems are defined primarily by genetically coded neural circuits that generate well-organized behavior sequences that can be evoked by localized electrical stimulation of the brain. Representative behaviors generated by the various systems are indicated, and the approximate locations of the SEEKING, FEAR, and RAGE systems are depicted on a small frontal section through one side of the hypothalamus. As is evident, there is considerable overlap and hence neural interaction among systems. Some of the possible major interactions are indicated by the various interconnecting lines that suggest various excitatory and inhibitory influences among systems.

FIG. 1: tirée de Panksepp 2003: “true blue, grade A” systems

**Figure T.1:
Costs and Benefits from Investment in Mental Capital – First Glance**

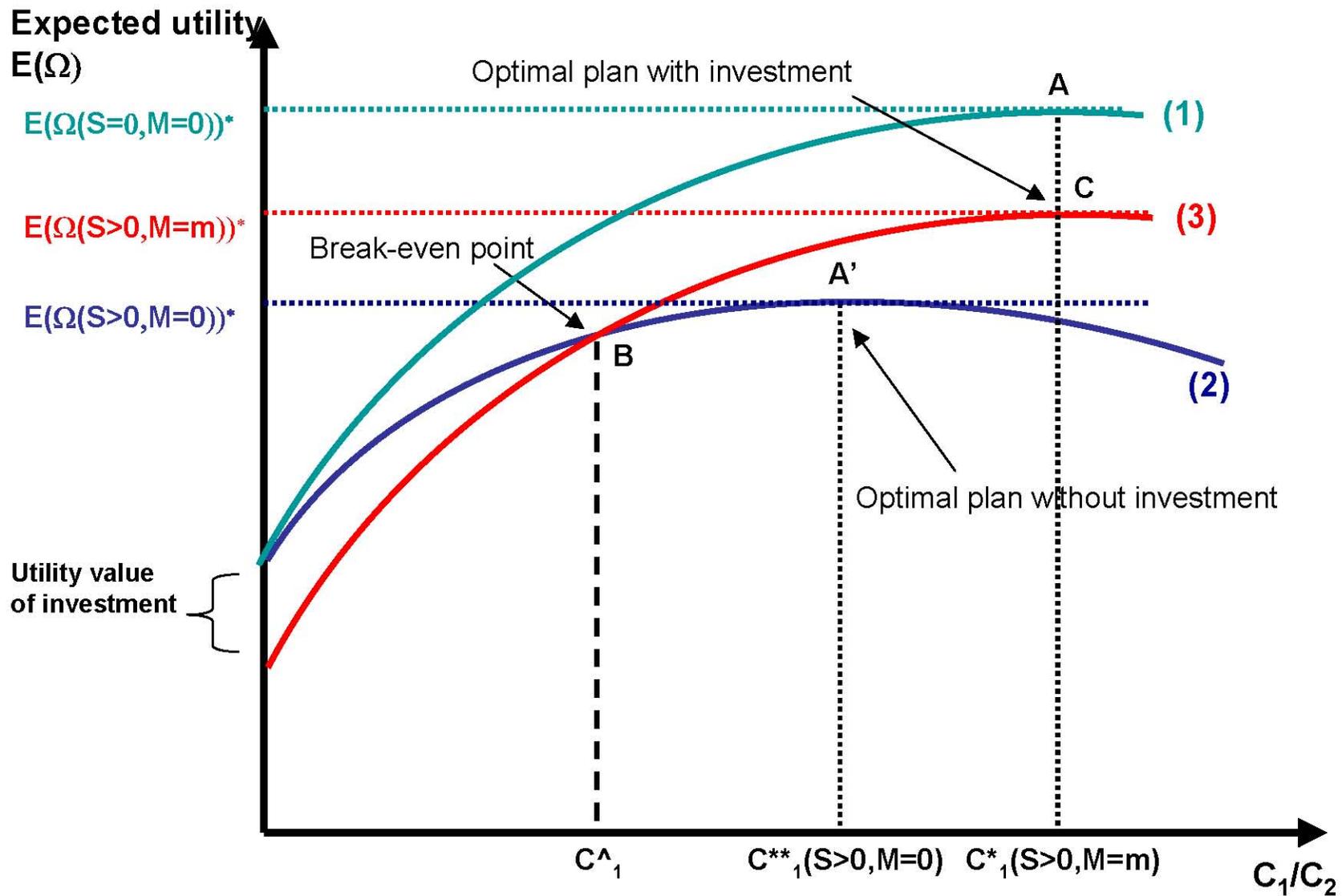


Graphique tiré de Becker, G. S., and Y. Rubinstein. 2003.

Fear and the response to terrorism: An economic analysis. "Preliminary and Incomplete"

[Http://www.Ilr.Cornell.Edu/international/events/upload/BeckerrubinsteinPaper.Pdf](http://www.Ilr.Cornell.Edu/international/events/upload/BeckerrubinsteinPaper.Pdf).

**Figure T.4:
Consumption and Investment for C1 “Lovers”**



Graphique tiré de Becker, G. S., and Y. Rubinstein. 2003.

Fear and the response to terrorism: An economic analysis. "Preliminary and Incomplete"

[Http://www.Ilr.Cornell.Edu/international/events/upload/BeckerrubinsteinPaper.Pdf](http://www.Ilr.Cornell.Edu/international/events/upload/BeckerrubinsteinPaper.Pdf).