

La notion d'agressivité :

Point de vue d'un neurobiologiste

Pierre Karli

Le neurobiologiste que je suis déclarera d'entrée de jeu qu'il a parfaitement conscience de ce que l'agression humaine n'est pas d'abord un problème de neurobiologie, mais un problème de relations : relations de l'homme avec les choses, relations de l'homme avec ses semblables. Et pourtant, ce même neurobiologiste se sent concerné, voire interpellé, pour au moins trois raisons.

Tout d'abord, s'il s'agit pour l'individu d'établir des relations, de les exprimer, de les faire évoluer, il faut un organe médiateur, générateur de sens dans la gestion des relations de cet individu avec son environnement. Cet organe médiateur, cet organe générateur de sens est de toute évidence notre cerveau. Ignorer le cerveau revient donc à amputer la réalité

(*) Ce texte est la transcription d'un enregistrement de l'exposé oral, revu par l'auteur.

de l'une de ses dimensions majeures. Et comme nous le savons, une conception, une pensée mutilante conduit facilement à des actes qui mutilent.

D'autre part, lorsqu'on s'efforce de lutter contre les agressions, contre le flot montant des violences, on est toujours tenté d'agir sur le cerveau de l'homme, parce qu'on ne peut pas ou qu'on ne veut pas (qu'on n'a pas la volonté politique) d'agir sur autre chose. Mais alors, si l'on met en oeuvre la psychochirurgie, la psychopharmacologie, des thérapies comportementales, ne vaut-il pas mieux savoir de la façon la plus précise possible, grâce à la neurobiologie, ce que l'on fait vraiment ?

Et enfin, comment le biologiste ne se sentirait-il pas interpellé lorsqu'il entend parler d'une histoire naturelle du mal ? Je fais ici une parenthèse. Konrad LORENZ n'a pas donné à son livre le titre "Une histoire naturelle du mal". Le titre de Konrad Lorenz dit : "Zur Naturgeschichte des Agression", donc "Pour une histoire naturelle de l'agression". C'est devenu "L'histoire naturelle du mal" du fait du traducteur ou de l'éditeur de la version française, et cette manipulation n'est pas tout à fait innocente. Comment le biologiste ne se sentirait-il pas interpellé lorsque, dans une version quelque peu modernisée de cette histoire naturelle du mal, il entend parler d'un chromosome du crime : ce double chromosome Y que l'on trouve dans le caryotype de certains hommes, peut-être dans le mien ? Comment le biologiste ne se sentirait-il pas interpellé lorsqu'il lit des déclarations du genre de celle que je vais citer à titre d'exemple (mais on pourrait en citer des centaines d'autres) ? Au lendemain des tragiques massacres de Sabra et de Chatila, j'ai lu dans "le Matin de Paris" du 20 Septembre 1982, sous la plume de Roger Ikor, la phrase que voici : "Cet animal, en voie d'émergence

vers l'humain qu'on appelle Homme, plonge encore profondément ses racines dans la bestialité".

Ce mythe de la "bête" en l'homme (je ne parle pas de l'animalité de l'homme) on le retrouve toujours et partout. Et on peut se demander pourquoi il survit ainsi dans un monde et en des temps où tout bouge, tout change, tout est remis en question. C'est que ce mythe de la bête en l'homme, ce mythe d'une certaine fatalité liée à notre héritage biologique fournit un alibi, un bouc émissaire commode. Lorsque nous faisons quelque chose de bien, de beau, nous sommes toujours prêts à en assumer l'entière responsabilité. Le bien, le beau ne sont-ils pas le propre de l'homme ? Mais quand nous faisons quelque chose de mauvais, de moche, nous sommes toujours à la recherche d'un alibi, d'un bouc émissaire, et ce mythe de la bête en l'homme, ce mythe d'une fatalité inhérente à notre héritage biologique nous fournit d'une façon très commode un alibi, un bouc émissaire.

Mais venons-en à la notion d'agressivité. Agressivité qui correspond précisément, pour certains, à un instinct, à une pulsion liée à notre héritage biologique et qui s'exprimerait, s'extérioriserait fatalement, de façon inexorable, dans un certain nombre de conduites agressives. Qu'en est-il vraiment ? Pour le biologiste, la réalité première, ce sont les phénomènes observables, ce sont les comportements d'agression qu'il observe et qu'il analyse. Et du fait de l'universalité et de l'extrême diversité de ces comportements d'agression qu'on observe dans le monde vivant, on en extrait une notion générique et on parle de manifestations d'agressivité, notion ayant des vertus descriptives et non pas explicatives. Mais un glissement sémantique s'opère facilement et l'on passe des manifestations d'agressivité aux manifestations de l'agressivité. L'agressivité est réifiée, chosifiée. Elle devient une entité naturelle,

la réalité première, et les comportements d'agression qu'on observe ne sont alors que l'expression, la projection inéluctable vers l'extérieur de cette entité naturelle, de cette réalité première que serait l'agressivité.

Il faut alors rechercher, au sein du cerveau de l'animal comme dans celui de l'homme, le générateur de cette agressivité, à moins que l'on ne pense qu'il s'agit-là de quelque chose de parfaitement immatériel. Or, je tiens à le dire tout de suite, au cours de ces dernières décennies on a beaucoup travaillé sur la neurobiologie des comportements d'agression, et personne n'a jamais trouvé, dans quelque cerveau que ce soit, un quelconque centre ou un quelconque système de neurones qui pourrait correspondre à ce générateur de l'agressivité.

Pour le neurobiologiste que je suis, la notion d'agressivité a une valeur heuristique nulle ; je devrais même dire une valeur heuristique négative, parce qu'elle obscurcit les choses plus qu'elle ne les éclaire. Pour deux raisons. Première raison : l'agressivité n'est pas une entité naturelle, ce n'est pas un aspect clairement définissable du réel, donc le neurobiologiste ne saurait s'y intéresser. Deuxièmement et surtout : lorsqu'on parle d'agressivité, on mélange, on amalgame le plus souvent, un instinct, une pulsion, avec les mille façons dont cet instinct, cette pulsion sont censés s'exprimer, s'extérioriser, se projeter vers l'extérieur.

Or, pour le neurobiologiste, il convient de faire une distinction tout à fait essentielle et claire entre d'une part, les comportements en tant que tels, observables de l'extérieur, qui sont autant de moyens d'expression et d'action dont dispose un être vivant pour dialoguer avec son environnement. L'ensemble de ces comportements constitue un répertoire comportemental caractéristique de l'espèce et dont dispose chacun des

individus de cette espèce. Donc d'une part, des moyens d'expression et d'action qui sont à la disposition de l'être vivant lorsqu'il s'agit de dialoguer avec l'environnement. Et puis, d'autre part, les motifs d'action qui conduisent un individu donné lorsqu'il est confronté à une certaine situation, à mettre en oeuvre tel ou tel des moyens d'expression et d'action qui sont à sa disposition. Le neurobiologiste s'intéresse peu aux moyens d'expression et d'action en tant que tels, et il ne s'interroge pas tellement sur l'existence d'une véritable homologie entre des comportements qu'il analyse ou plutôt d'une analogie qui relève plus de la métaphore que du discours scientifique. Il s'intéresse beaucoup plus aux motifs d'action, et je vais y revenir tout à l'heure.

Quand je dis qu'il ne s'intéresse pas tellement aux moyens d'action en tant que tels, je pense par exemple au fait que je travaille personnellement depuis 30 ans sur un comportement d'agression très simple qui est le comportement d'agression que présente - ou ne présente pas - le rat vis-à-vis d'une souris, donc vis-à-vis d'un animal d'une espèce étrangère, qui pénètre dans sa cage. Alors, on me pose souvent la question suivante : "Mais qu'est-ce que ce comportement du rat qui tue ou qui ne tue pas la souris peut bien avoir à voir avec le comportement d'un homme qui tue ou qui ne tue pas son semblable ?". Ma réponse est extrêmement simple, et en général elle surprend : 1/ Je n'en sais rien, 2/ cela m'indiffère. Cela m'indiffère effectivement : je constate simplement que, dans le répertoire comportemental du rat, figure ce comportement d'agression (parce que, comme je le dirai tout à l'heure, je peux le faire apparaître chez tout rat qui ne tue pas spontanément). Donc, potentiellement, il existe dans le répertoire comportemental de l'espèce rat, et dans le répertoire comportemental de chaque rat pris individuellement.

Tuer mon semblable existe, potentiellement, dans mon répertoire comportemental à moi. Je souhaite que cela reste toujours à l'état de virtualité, mais potentiellement, je dispose de ce moyen d'expression et d'action. Et je ne me pose pas vraiment la question de savoir ce qu'il y a là comme homologie éventuelle, ou s'il s'agit d'une simple analogie.

Je vais étudier, dans le cas du rat comme dans le mien, le motif d'action. Qu'est-ce que le neurobiologiste entend par motif d'action ? Plus exactement, comment va-t-il aborder concrètement, dans ses démarches expérimentales, cette notion de "motif d'action" qui conduit le rat à tuer ou à ne pas tuer, qui me conduit à tuer ou à ne pas tuer ?

Lorsque j'étudie un motif d'action, j'analyse l'ensemble des facteurs et l'ensemble des mécanismes cérébraux par l'intermédiaire desquels ces facteurs agissent qui déterminent la probabilité que, face à une situation donnée, un individu utilise un moyen d'action donné. Donc, chez le rat qui voit pénétrer une souris, une intruse, dans sa cage, dans son environnement familial, je vais analyser l'ensemble des facteurs susceptibles d'augmenter ou au contraire de diminuer la probabilité que le rat, face à cette situation, attaque et tue, ainsi que l'ensemble des mécanismes du cerveau par l'intermédiaire desquels ces différents facteurs agissent. Et alors, je n'ai aucune raison de penser, a priori, que tel ou tel facteur qui intervient chez le rat pour augmenter ou diminuer la probabilité de mise en oeuvre d'une agression comme moyen d'action et que tel ou tel mécanisme cérébral que j'aurai analysé chez le rat n'interviennent pas aussi chez moi. Je fais l'hypothèse que ce facteur, que ce mécanisme cérébral sont parfaitement susceptibles de jouer également dans mon cas lorsque, confronté à une certaine situation, j'utilise éventuellement

une agression comme moyen d'expression et d'action. Et c'est alors cette hypothèse qu'il s'agit de vérifier.

La probabilité que, face à une situation donnée, un être vivant utilise, mette en oeuvre une agression comme moyen d'action est grande si : premièrement, le cerveau individuel perçoit et évalue la situation de telle sorte que l'agression apparaît comme la stratégie appropriée. Si, deuxièmement, l'expérience, le vécu (dans notre cas, l'apprentissage social) ont démontré que cette stratégie est effectivement une stratégie parfaitement appropriée et efficace. Troisièmement, si rien ne vient vraiment retenir l'agresseur potentiel.

Nous allons voir maintenant quelques-uns des facteurs et des mécanismes (il ne peut s'agir que de quelques-uns puisqu'il nous faudrait des heures pour les passer en revue tous) qui interviennent sous ces trois points.

Premier point : les facteurs sont très nombreux et très divers qui contribuent à déterminer la façon dont le cerveau individuel perçoit et évalue une certaine situation. Mais un rôle important est joué par l'association de connotations affectives aux données objectives de l'information sensorielle. C'est cette association de connotations affectives, plaisantes ou déplaisantes, "appétitives" ou "aversives", aux données objectives de l'information sensorielle qui va le plus souvent conférer à cette dernière tout son sens, toute sa signification à la fois cognitive et affective. Cette association de connotations affectives aux données objectives de l'information sensorielle se fait, dans notre cerveau, à plusieurs niveaux d'organisation et d'intégration. Je vais simplement dire quelques mots du niveau le plus élémentaire et du niveau le plus élaboré.

Le niveau le plus élémentaire que je situerai, sans entrer trop dans les détails d'ordre neuroanatomique, dans la substance grise périaqueducale (la substance grise qui entoure l'aqueduc de Sylvius) avec le colliculus sus-jacent, joue un rôle important dans l'association de connotations affectives aux données objectives de l'information sensorielle, dès lors qu'il s'agit d'une association directe et immédiate. Directe et immédiate, hic et nunc, c'est-à-dire lorsqu'il ne s'agit pas de se référer aux traces laissées par le vécu, aux traces laissées par l'expérience passée. Je vais simplement citer deux données expérimentales complémentaires qui ont été obtenues récemment dans mon laboratoire par mon collaborateur et maintenant collègue Pierre SCHMITT et ses jeunes collaborateurs. Vous savez que les messages sont transmis d'une cellule nerveuse à une autre grâce à l'intervention de substances chimiques qu'on appelle des neuromédiateurs ou des neurotransmetteurs. On peut manipuler expérimentalement la transmission des messages nerveux en agissant sur tel ou tel type de neurotransmission. Un exemple concret : dans cette substance grise périaqueducale, un rôle important est joué, pour ce qui nous intéresse ici, par des transmissions GABAergiques, c'est-à-dire l'acide gamma-amino-butyrique. On peut faire une micro-injection locale d'un agoniste du GABA (une substance qui va faciliter, renforcer ces transmissions GABAergiques) ou au contraire d'un antagoniste du GABA (une substance qui va bloquer les transmissions GABAergiques).

Lorsqu'on manipule ainsi ces transmissions GABAergiques dans la substance grise périaqueducale, soit avec un agoniste, soit avec un antagoniste, on constate chez le rat des modifications profondes du traitement des informations sensorielles, modifications à la fois d'ordre quantitatif et d'ordre qualitatif. Effectivement, on constate pour une moitié de la surface

corporelle (parce qu'on fait des micro-injections unilatérales dans la substance grise périaqueducule) et pour la moitié attenante, adjacente de l'espace extra-corporel, une héli-négligence : l'animal se désintéresse totalement de toute stimulation qui lui parvient de ce côté-ci de sa surface corporelle et de l'espace extra-corporel. Qu'il s'agisse d'une stimulation visuelle ou d'une stimulation tactile, peu importe, c'est comme si cela n'existait pas ; cela ne l'intéresse pas, il s'en désintéresse totalement. Par contre, pour l'autre moitié de la surface corporelle et la moitié adjacente de l'espace extra-corporel, il présente une hyper-réactivité. Il répond de façon exagérée à toute stimulation, quelle qu'elle soit. Donc, modifications importantes, profondes d'ordre quantitatif, puisque d'un côté il y a négligence totale, manque d'intérêt total, alors que de l'autre côté, au contraire, il y a réaction exagérée, exacerbée.

Mais, de plus, on observe des modifications d'ordre qualitatif, car cette hyper-réactivité que présente l'animal d'un côté peut être de deux types tout à fait différents selon qu'on aura injecté un agoniste ou un antagoniste du GABA. Il peut y avoir une hyper-réactivité type appétence, type approche, c'est-à-dire que l'animal qui réagit de façon exagérée à toute stimulation se dirige vers la source de stimulation, interagit avec elle, éventuellement s'approprie l'objet dès lors qu'il peut se l'approprier. Ou il y a, au contraire, une hyper-réactivité de type retrait, évitement, fuite. Non seulement l'animal réagit de façon exagérée à toute stimulation mais cette stimulation l'incite à se retirer, à s'éloigner de la source de stimulation, à la fuir. On place ensuite cet animal (qui présente donc d'un côté une négligence sensorielle, de l'autre une hyper-réactivité, soit de type appétence, soit au contraire de type retrait) dans une situation d'interaction sociale, c'est-à-dire qu'un autre rat pénètre dans sa cage. On constate que, si

ce congénère l'aborde du côté où il y a négligence sensorielle, il l'ignore : c'est comme s'il n'était pas là. Si, au contraire, ce rat l'aborde du côté où il y a hyper-réactivité, l'animal va réagir de façon totalement différente selon qu'il s'agit d'une hyper-réactivité type appétence (il va interagir avec lui, éventuellement de façon agressive, offensive) ou au contraire d'une hyper-réactivité type évitement (il évite tout contact avec lui, se retire dans un coin et essaye de fuir, s'il peut sortir de la cage).

Nous constatons donc que même en intervenant à ce niveau tout à fait élémentaire (où s'effectue dans le moment présent, de façon directe et immédiate, l'association de certaines connotations affectives, plaisantes ou déplaisantes, aux paramètres objectifs de l'information sensorielle) nous modifions les conduites socio-affectives, nous manipulons la façon dont l'animal va interagir avec un congénère.

Quelques mots maintenant concernant le niveau d'intégration et d'organisation le plus élevé dont, il faut bien le dire, nous ne savons pas encore grand chose, mais qu'on a pu commencer à étudier chez le singe. Nous savons fort bien que l'information sensorielle qui nous parvient à un moment donné et qui fait l'objet de toute une série d'élaborations cognitives, cette information acquiert tout son sens, toutes ses vertus motivantes, incitatrices, par référence à des représentations internes très complexes.

Représentations internes qui, elles, ne sont pas (comme ces mécanismes dont j'ai parlé tout à l'heure) génétiquement prédéterminées, inscrites dans le bagage héréditaire ; mais qui se construisent progressivement dans notre cerveau, qui sont progressivement forgées, structurées par l'expérience, par le vécu, par notre

histoire, notre aventure individuelle. Représentations internes qui sont tout à la fois, reflet et moteur du vécu. Reflet du vécu parce que, comme je l'ai indiqué, elles sont progressivement forgées par les expériences qui s'accumulent ; mais aussi moteur du vécu puisque c'est par référence à ces représentations internes que l'information du moment acquiert tout son sens, toute sa signification et, de ce fait, toutes ses vertus motivantes, incitatives. Ces représentations internes, on commence à les connaître dans le cerveau des singes supérieurs : elles sont assurées par des systèmes neurologiques hautement intégrés. Ces systèmes neuroniques permettent d'intégrer, dans ces représentations internes, les caractéristiques perceptives de l'environnement, les attentes qui en découlent, et les stratégies comportementales susceptibles d'être mises en oeuvre pour réaliser ces attentes. Et ces réseaux neurologiques hautement intégrés ont des composantes essentiellement sensorielles (cortex pariétal postérieur), des composantes essentiellement motivationnelles (cortex cingulaire) et des composantes essentiellement sensorielles (cortex préfrontal). Si je dis à chaque fois "essentiellement" c'est que lorsqu'on pratique une lésion au niveau du cortex pariétal, au niveau du cortex préfrontal ou au niveau du cortex cingulaire, on n'observe jamais un déficit sensoriel pur, un déficit moteur pur ou un déficit motivationnel pur. Les interactions entre ces différentes composantes sont très étroites et ce système fonctionne comme une entité fonctionnelle. Le cortex cingulaire (région du cortex cérébral qui est située sur la face interne, médiane de l'hémisphère et qui fait partie de ce que l'on appelle le système limbique) est le siège d'une sorte de "carte motivationnelle".

Concrètement, il est évident que pour moi qui parle à un auditoire et qui souhaite intéresser quelque peu cet auditoire, c'est dans ce secteur-ci

de mon espace extra-personnel (devant moi) qu'il y a des valences motivationnelles très fortes. Mais si j'avais brusquement des raisons de penser qu'il y a quelqu'un derrière moi qui me pointe un pistolet chargé dans le dos, il est fort possible que ce secteur de mon espace extra-personnel, où pour l'instant la valence motivationnelle est extrêmement faible, pourrait acquérir une valence motivationnelle beaucoup plus importante. Le cortex cingulaire est en relation avec le complexe nucléaire de l'amygdale (au sein du lobe temporal) ; ces deux structures interagissent étroitement et elles jouent un rôle important dans la répartition, dans l'espace, des valences motivationnelles et dans la représentation de cette répartition spatiale au sein du cerveau.

Donc, nous avons ce niveau tout à fait élémentaire où s'effectue l'association de connotations affectives sans aucune référence aux traces laissées par l'expérience passée, et un niveau plus élaboré où ce qui importe surtout, c'est la référence qui est faite à une représentation interne forgée par le vécu et continuellement remodelée par ce vécu. Admettons maintenant qu'une connotation affective déplaisante (dans mon jargon, une connotation affective "aversive", donc d'aversion) a été associée à l'information sensorielle du moment. Dans ces conditions, un facteur va jouer un rôle très important pour déterminer la probabilité de mise en oeuvre d'une agression en réponse à cette situation perçue comme désagréable, comme aversive, c'est le niveau de réactivité émotionnelle à ce moment-là. Chacun d'entre nous est caractérisé par un certain niveau de réactivité émotionnelle : on dit de l'un qu'il est "soupe au lait", de l'autre qu'il est d'un "calme olympien". Mais ce niveau évolue dans le temps : il n'est pas le même tous les jours ni à tous les moments du nyctémère. Lorsqu'on manipule expérimentalement ce niveau de réactivité émotionnelle, on manipule du même coup la probabilité que, face à une

situation perçue comme aversive, l'individu met en oeuvre un comportement d'agression.

Je reviens à ce comportement dont j'ai parlé tout à l'heure : le rat qui tue, ou qui ne tue pas, une souris qui pénètre dans sa cage. Je prends 100 rats dans notre élevage de rats blancs. Je mets chacun de ces 100 rats dans une cage individuelle. Je le laisse s'adapter, s'habituer à cette cage pendant quelques jours. Cette cage devient son environnement familial. Et alors, je donne à chacun de ces rats, une souris. Et je constate que dans notre élevage de rats blancs nous avons 10 à 12 % de rats qui attaquent et qui tuent la souris ; les autres n'attaquent pas et ne tuent pas. J'ai eu la mauvaise idée, il y a trente ans, lorsque j'ai commencé à étudier ce comportement, de qualifier les premiers de "rats tueurs" et les seconds de "rats non-tueurs". Je considère aujourd'hui que j'ai eu tort d'utiliser ces termes, mais c'est court et simple. Donc, je vais parler de rats tueurs et de rats non-tueurs, mais il est entendu que cela ne veut rien dire d'autre que le fait que, lorsque la souris pénètre dans la cage, dans l'environnement familial, le rat tue ou ne tue pas.

J'ai donc 10 à 12 % de tueurs et 88 à 90 % de non-tueurs. Mais je vais maintenant faire l'expérience suivante. Je prends 100 autres rats. Je mets à nouveau chacun d'entre eux dans une cage individuelle et je les laisse s'adapter, s'habituer à leur environnement familial. Mais ensuite, je détruis chez chacun de ces animaux le septum. Le septum, c'est une structure unique médiane située en avant entre les deux hémisphères. Le septum est une structure qui, elle aussi, fait partie de ce que j'ai appelé tout à l'heure le système limbique, le cerveau paléomammalien. Le septum joue un rôle très important dans des processus de modération des réactions

émotionnelles. Lorsqu'on détruit le septum chez le rat, le chat, le singe ou chez l'homme (chez l'homme, on ne le détruit pas, mais il peut l'être par un processus tumoral, par un processus pathologique quelconque), on provoque une élévation marquée du niveau de réactivité émotionnelle. Il y a des collègues, je pense en particulier à HEATH aux Etats-Unis, qui se sont permis (ce que personnellement je ne me permettrais jamais) d'implanter une électrode dans le septum d'un jeune homme de 18 ans. Et alors, on peut stimuler électriquement de telle sorte qu'on produise dans ce septum ce qu'on appelle des dysrythmies électriques qui mettent le septum hors jeu aussi longtemps qu'elles durent. Dans tous ces cas, que le septum soit détruit expérimentalement chez l'animal, détruit chez un sujet humain par un processus pathologique quelconque ou mis hors jeu fonctionnellement par dysrythmies électriques, il apparaît immédiatement une hyper-réactivité émotionnelle considérable. Un rat non opéré ne réagit que très faiblement, en dressant une oreille, à un claquement des doigts au-dessus de sa cage. L'animal privé de septum, par contre, sursaute violemment. Et si on le touche, il réagit tout aussi brusquement et il mord la main ou l'objet qui le touche. D'ailleurs, si l'on manipule habituellement les rats non opérés à main nue, il faut utiliser des gants de protection dès lors qu'il s'agit de rats privés de leur septum.

J'ai donc 100 rats chez lesquels j'ai détruit le septum. Je passe en claquant des doigts au-dessus des cages, je vérifie que les animaux sont hyper-réactifs et je mets à chacun une souris. Sur les 100 rats, il y en a 92, 95 voire 98 qui tuent, alors que tout à l'heure j'avais 10 à 12 % de tueurs. J'augmente donc considérablement la probabilité que, face à l'intrusion d'une souris, le rat tue, dès lors que j'élève son niveau de réactivité émotionnelle. Nous avons élevé le niveau de réactivité émotionnelle de façon expérimentale par

d'autres lésions ou par voie neuropharmacologique : chaque fois qu'on élève le niveau de réactivité émotionnelle, on augmente, et de façon quasi linéaire, la probabilité que des animaux, face à cette situation, attaquent et tuent.

Alors, pourrait-on dire qu'une lésion du septum augmente l'agressivité de ces animaux ? A mes yeux, s'exprimer ainsi ne voudrait rigoureusement rien dire. Ils ne sont pas devenus plus agressifs, ils sont devenus hyper-réactifs à l'égard de toute expérience affective de nature aversive. Effectivement, je prends à nouveau 100 rats ; plus exactement, il va falloir que j'en prenne 120, puisqu'il faudra en éliminer quelques-uns. Je prends donc 120 rats ; je mets à nouveau chacun de ces animaux dans une cage individuelle et je les laisse s'adapter à cet environnement ; puis je donne à chacun une souris. Je vais avoir 10 à 12 % de tueurs ; ceux-là, je les élimine et je ne garde que les non-tueurs. Et je vais laisser la souris dans la cage de chacun de ces rats pendant deux mois. Pendant ces deux mois, les animaux vivent en très bonne intelligence l'un avec l'autre et ces rats seront donc des "non-tueurs patentés". Maintenant, je vais détruire à nouveau le septum chez chacun de ces rats, donc les rendre hyper-réactifs, comme je l'avais fait précédemment. Je sors la souris de la cage pendant 24 heures, parce qu'elle a la mauvaise habitude, lorsque le rat est sous anesthésie générale (on détruit le septum, bien entendu, sous anesthésie générale) de grignoter la suture et de l'ouvrir, ce qui est très gênant. Le lendemain, quand le rat est bien réveillé, on vérifie qu'il saute au plafond, qu'il est bien devenu hyper-réactif. Je remets à chacun la souris. Combien tuent ? Aucun. Donc, sur 100 rats privés de leur septum et qui reçoivent leur première souris, qui sont confrontés pour la première fois de leur vie avec une souris, vous avez 95 ou 98 sur 100 rats qui

tuent ; et ensuite, sur 100 rats tout aussi hyper-réactifs parce que vous avez détruit le septum de la même façon, mais qui sont confrontés à une souris qui, pour eux, est familière, qui fait partie de leur environnement familial, aucun ne tue.

Donc, je ne peux pas dire qu'une destruction du septum crée de l'agressivité, ou qu'elle augmente l'agressivité de l'animal. Je dois dire que l'animal ainsi opéré devient hyper-réactif, et alors tout dépend de la situation. Si c'est une situation non-familière, inhabituelle, donc aversive (le rat est "néophobique") la probabilité sera très élevée que l'animal utilise un moyen d'action à sa disposition, à savoir l'agression, pour mettre un terme à cette expérience affective de nature aversive. Si au contraire, la souris fait partie de son environnement familial, qu'elle ne crée en rien une expérience affective de nature aversive, même s'il y a hyper-réactivité émotionnelle, aucun rat ne tue.

Est-ce que c'est effectivement l'expérience affective de nature aversive qui conduit le rat à tuer, qui le conduit à utiliser l'agression comme moyen d'action pour mettre un terme à cette expérience ?

Je prends un "non - tueur patenté", c'est-à-dire un rat qui vit avec une souris dans sa cage depuis deux mois, et je lui implante une électrode dans cette région du cerveau dont j'ai parlé tout à l'heure, à savoir la substance grise périaqueducule. Lorsqu'on stimule électriquement la substance grise périaqueducule, on provoque expérimentalement une expérience affective extrêmement déplaisante. Et le rat apprendra tout comportement qui lui permette d'y mettre un terme. Si vous mettez un levier dans sa cage et que vous lui apprenez à appuyer sur ce levier pour arrêter une stimulation électrique appliquée à cette région, il l'apprend très vite. Si

vous lui apprenez qu'il doit se mettre sur les pattes de derrière pour que cette stimulation s'arrête, il se mettra sur les pattes de derrière dès que vous mettez en route la stimulation. Il fera tout son possible pour mettre un terme à cette stimulation électrique. Ce qui nous montre bien que cette stimulation électrique induit des effets aversifs. Or, j'ai maintenant mon "non-tueur patenté". Il s'entend bien avec la souris qui d'ailleurs habituellement dort sur son cou et je stimule le rat dans la substance grise périaqueducule. Je vois que ses poils se hérissent, sa respiration s'accélère. Si j'enregistre la fréquence cardiaque, je constate que le coeur s'accélère, et le rat essaye de fuir. Si la cage n'est pas fermée, il va effectivement sauter hors de la cage (puisque là, je ne lui ai pas mis de levier qui lui permette d'arrêter cette stimulation). Donc, il essaye de fuir, il court comme un fou dans sa cage, il vit une expérience affective extrêmement désagréable. Et alors, quand il passe à côté de la souris, il l'attrape un peu, puis il la laisse à nouveau, puis il revient, il la mord et il finit effectivement par la tuer. Le rat a certainement lu Sartre, et il sait donc que "le salaud, c'est l'autre". Lorsque le rat vit cette expérience affective très déplaisante, et comme il n'y a rien d'autre dans la cage que la souris (je ne sais évidemment pas ce qui se passe vraiment dans le cerveau du rat) mais tout se passe comme s'il rendait la souris responsable de ce qui lui arrive de désagréable, il finit effectivement par l'agresser et par la tuer.

Je reviens à l'expérience dont je parlais tout à l'heure : des "non-tueurs patentés", donc des rats qui vivent avec une souris dans leur cage depuis deux mois, lorsqu'on détruit le septum, que les animaux deviennent hyper-réactifs et qu'on leur remet ensuite la souris, aucun ne tue. C'est effectivement une situation tout à fait familière (lorsque la souris revient, le

rat se dit : "c'est la petite souris, je la connais, on vit ensemble depuis deux mois") et donc rien ne se passe ; il n'y a aucune agression, aucune velléité d'agression. Mais il faut que le rat puisse effectivement se référer à son expérience passée, à son vécu, aux traces que cette expérience que ce vécu ont laissé dans son cerveau. Il ne peut pas se dire : "tiens, c'est la souris", s'il ne peut pas se référer aux traces laissées par l'expérience passée. Or, dans ce processus très important grâce auquel référence est faite aux traces laissées par l'expérience passée, il y a une structure qui joue un rôle tout à fait essentiel : c'est l'amygdale, le complexe nucléaire amygdalien, dans la profondeur du lobe temporal. Lorsqu'on détruit l'amygdale des deux côtés, l'animal devient incapable de se référer aux traces laissées par l'expérience passée. Et nous allons voir tout de suite quelles en sont les conséquences. Je prends à nouveau des rats comme tout à l'heure, je les laisse s'habituer à la cage pour qu'elle devienne leur environnement familier, je leur donne une souris et j'élimine les tueurs. Je ne vais donc garder que 100 non-tueurs, mais qui ne seront pas "patentés", comme nous allons le voir tout de suite. 100 non-tueurs qui, aux cours des premières heures de mise en contact de la souris, n'auront pas tué. Je vais maintenant détruire l'amygdale des deux côtés chez chacun de ces rats. C'est-à-dire que chacun de ces rats va à nouveau vivre avec une souris dans sa cage pendant deux mois, mais à la différence des précédents, il va vivre cette expérience en l'absence des deux amygdales dans son cerveau. Au bout des deux mois, je sors la souris pendant vingt-quatre heures pour la raison que j'ai indiquée tout à l'heure, et je détruis le septum chez chaque rat. Le lendemain, je vérifie qu'ils sont devenus hyper-réactifs, et je remets à chaque rat, sa souris. 95, 98 sur les 100 tuent. Tout se passe donc comme si le rat n'avait jamais été au contact d'une souris, qu'il

était incapable en tout cas de se référer à cette expérience. Sans amygdale, pas de référence à l'expérience passée !

Une autre expérience que je cite rapidement. Il y en a d'ailleurs beaucoup d'autres qui confirment cette notion très importante. Nous avons une façon très simple d'avoir, dans notre élevage de rats, zéro pour cent de rats tueurs. Il suffit d'élever les rats ensemble avec des souris. Il suffit d'élever pendant le premier mois de la vie (c'est suffisant) les animaux ensemble. Lorsqu'on étudie leur comportement 6 mois plus tard, lorsqu'ils sont vraiment adultes, aucun ne tue ; il y a zéro pour cent de tueurs. Donc ces interactions sociales précoces avec l'espèce souris ont été suffisantes pour prévenir toute agression à l'égard d'une souris, n'importe quand plus tard dans la vie du rat. Or, si chez des ratons de 7 jours, on détruit l'amygdale de chaque côté (c'est de la micro-chirurgie, parce que le raton est tout petit et l'amygdale dans chaque hémisphère est tout à fait "microscopique"), qu'on les élève ensuite pendant 4 semaines avec des souris et qu'on étudie leur comportement plus tard, on trouve 10 à 15 pour cent de tueurs. C'est-à-dire que tout se passe comme si ces rats n'avaient pas été élevés avec des souris. Tout simplement parce que l'amygdale est absente, car l'amygdale joue un rôle essentiel toutes les fois que, dans le déterminisme du comportement présent, référence est faite aux traces laissées par le vécu, par l'expérience passée.

Je voudrais encore faire brièvement allusion aux facteurs humoraux, hormonaux, qui jouent un rôle important dans la détermination de la façon dont le cerveau individuel perçoit et évalue une situation. On a pu montrer, chez l'animal comme chez l'homme, qu'il y avait une corrélation étroite entre le taux d'androgènes

circulants (taux d'hormones sexuelles mâles plasmiques) et la sensibilité de l'individu à la menace, à la provocation, à la frustration. Plus le niveau d'androgènes circulants est élevé, plus le sujet est sensible à la menace, à la provocation et à la frustration. Ce que je voudrais ajouter, c'est ceci : ce taux d'androgènes circulants va donc retentir sur la façon dont un individu évalue une certaine situation et, par voie de conséquence, sur la façon dont il va y répondre ; mais il y a, de plus, une rétroaction du comportement sur le taux d'androgènes circulants. Prenons deux rats ou deux singes. Il y a une interaction conflictuelle et ils se battent. Il y a un vainqueur et un vaincu. On constate que le taux d'androgènes circulants reste inchangé chez le vainqueur, alors qu'il s'abaisse de façon durable chez le vaincu. On pourrait spéculer longuement sur la signification de ce phénomène biologique pour ce qui est du maintien d'une certaine hiérarchie sociale dans un groupe de rats ou dans un groupe de singes. Car si le vaincu voit son taux d'androgènes circulants diminuer, il devient moins sensible à la menace, à la provocation, à la frustration, et la probabilité qu'il s'engage dans une situation conflictuelle diminue. Donc cela stabilise un certain type de relations, une structure et une dynamique du groupe. Il est intéressant de voir qu'il y a entre le processus biologique et le processus comportemental des relations bi-directionnelles.

Deuxième point : la probabilité que, face à une situation donnée, l'individu mette en oeuvre l'agression comme moyen d'action est grande, si l'expérience, le vécu a confirmé la valeur instrumentale, l'efficacité de cette stratégie. Stratégie qui permet d'obtenir quelque chose ou qui permet de mettre un terme à quelque chose. Je citerai juste une expérience. On met deux rats ensemble dans une cage, et on les choisit pour leur placidité : ce sont des animaux très calmes et qui ne présentent

aucun comportement d'agression l'un à l'égard de l'autre. Il y a simplement, de temps en temps, une velléité d'agression, une ébauche d'agression : un rat est en train de grignoter un biscuit, et bien qu'il y ait beaucoup d'autres biscuits, le congénère a juste envie du même biscuit. Cela n'arrive pas que chez le rat ! On va implanter, chez l'un de ces animaux, une électrode dans le système neuronique dit de récompense, de plaisir, de renforcement positif (dans l'aire hypothalamique latérale) : c'est là qu'on est sûr de mettre l'électrode dans ce système dit de récompense, de renforcement positif, de plaisir. Qu'est-ce qui permet de dire que l'activation électrique de cette aire hypothalamique latérale produit un effet de plaisir, de récompense, de renforcement positif ? Le fait que, si on met dans la cage un levier et qu'on apprend à l'animal à se stimuler lui-même en appuyant sur le levier (tout à l'heure, on lui avait appris qu'en appuyant sur le levier, il pouvait arrêter une stimulation ; maintenant on lui apprend qu'en appuyant sur le levier, il peut la mettre en route), on constate qu'il se livre à de "l'auto-stimulation" pendant des heures, à en perdre haleine. Donc, l'activation de ce système neuronique a des effets que l'animal recherche et qui renforcent positivement (qui augmentent la probabilité) de tout comportement qui leur donne naissance.

J'ai donc implanté une électrode dans l'aire hypothalamique latérale de l'un des rats, et maintenant je les observe. Chaque fois que cet animal va présenter une velléité d'agression à l'égard de son congénère, je le stimule dans son aire hypothalamique latérale, je le "récompense", j'associe du plaisir avec cette ébauche de comportement agressif. Et je constate que cet animal devient de plus en plus agressif à l'égard de son congénère. Même lorsqu'on arrête ensuite les stimulations, il revit à chaque fois le plaisir que j'ai associé expérimentalement avec ce comportement

agressif dès lors qu'il le présente. L'animal présente donc de plus en plus souvent des agressions parce que j'ai rendu cette agression "payante". On pourrait l'apprendre de la même façon à un sujet humain ; mais nous avons suffisamment de messages dans notre apprentissage social (medias, publicité) qui nous montrent que l'agression est souvent une stratégie qui paie.

Je passe alors au troisième point : la probabilité d'une agression est élevée si rien ne vient vraiment retenir l'agresseur potentiel. Qu'est-ce qui pourrait le retenir ? Le cortex préfrontal réalise des stimulations prévisionnelles : lorsqu'il a évalué la situation, il passe en revue les stratégies dont il dispose pour y répondre et il choisit celle dont il estime qu'elle sera payante. Mais il y a aussi le coût prévisible de l'opération. Car l'adversaire ne dit pas nécessairement : "si tu as envie de m'agresser, si ça te fait plaisir, vas-y, ne te gêne pas". Il est évident que l'agressé peut répondre et peut faire en sorte que cette agression, pour l'agresseur, coûte fort cher. Or, le cerveau (l'amygdale dans le lobe temporal et le cortex cingulaire) calcule le rapport coût/bénéfice. Il réalise une "algèbre interne" des conséquences positives et négatives qu'il anticipe. Il y a de nombreuses données expérimentales qui montrent le rôle joué par l'amygdale dans la réalisation de cette algèbre interne des conséquences positives et négatives, des renforcements positifs et négatifs, des agréments et des désagréments susceptibles de découler du comportement que le cerveau va mettre en oeuvre.

Et ceci permet de comprendre pourquoi les benzodiazépines, substances à action anxiolytique (valium, tranxène, etc...) augmentent, à faible dose, la probabilité d'une agression chez l'animal. On a longuement discuté la question de savoir quel était l'effet des benzodiazépines, car avec une dose plus importante,

qui a un effet sédatif, on diminue la probabilité de l'agression. Mais certains chercheurs avaient vu qu'avec des doses faibles, on augmente la probabilité de l'agression. Cela est dû au fait que, dans la réalisation de cette algèbre interne des conséquences positives et négatives, le cerveau est moins sensible à l'anticipation des conséquences négatives ; il a tendance à sous-estimer le coût de l'opération et du coup, elle lui paraît devoir être bénéficiaire et la probabilité est donc grande que l'agression soit effectivement mise en oeuvre.

Concernant le coût de l'opération chez l'homme, ce qui joue un rôle important (parce que nous ne sommes pas insensibles à l'opinion des autres, au jugement de la communauté humaine dont nous faisons partie) c'est l'attitude générale de la communauté pour ce qui est de l'utilisation de l'agression comme moyen d'action : attitude qui peut être de complaisance et cela va augmenter la probabilité de mise en oeuvre des agressions, ou au contraire de réprobation et cela va diminuer la probabilité de mise en oeuvre des agressions. J'indiquerai simplement qu'un collègue américain, John PADDOCK, qui est depuis longtemps au Mexique, a étudié (surtout dans la région de Oaxaka) des communautés indiennes qu'il a appelé "antiviolentes" (pour ne pas les appeler "non-violentes", ce qui serait une référence - inexacte - à Gandhi). Dès l'enfance, on apprend à l'enfant à ne pas utiliser l'agression comme moyen d'expression et d'action. Il est entendu qu'il y a d'autres stratégies que celle-là. John Paddock a constaté que, dans ces communautés dites antiviolentes, le taux de criminalité est de l'ordre de 5 %, donc du vingtième, de ce qu'il est dans des communautés voisines qui n'ont pas cette attitude de réprobation formelle à l'égard de la mise en oeuvre de l'agression comme moyen d'action.

Ce qui joue aussi, dès lors qu'on se demande

si quelque chose va retenir l'agresseur potentiel, c'est la nature et la qualité des relations, des échanges affectifs, qu'il aura su établir avec les autres, avec l'Autre. Et selon la qualité de ces relations 1°) la situation sera peut-être évaluée autrement et 2°) on fera peut-être appel à une stratégie autre que l'agression. Et là, je voudrais juste citer une expérience que mon collègue Robert DANTZER (Maître de recherche à l'INRA) a faite à Toulouse sur le porc (parce qu'il avait des porcs à l'INRA). Il expose un porc à une situation frustrante, et ce porc présente un pic de corticostérone plasmatique, c'est-à-dire que sa corticosurrénale décharge de la corticostérone dans le sang circulant et en même temps cet animal devient agressif. Puis, il prend deux porcs et il les met ensemble face à cette situation frustrante. Et alors, on constate qu'il faut distinguer entre deux cas tout à fait différents. S'il prend ces deux porcs dans deux groupes différents (donc ces deux porcs ne se connaissent pas ; il n'y a pas eu établissement d'un attachement inter-individuel quelconque), chacun présente son pic de corticostérone plasmatique et ils s'agressent mutuellement. S'il prend deux porcs provenant d'un même groupe (des "copains" qui ont interagi et des liens inter-individuels se sont créés), aucun des deux ne présente ce pic de corticostérone plasmatique et ils ne s'agressent absolument pas l'un l'autre. Ils "se disent" probablement : "on en a vu d'autres ensemble, ça passera". Dans l'établissement de ces attachements inter-individuels et dans les phénomènes de cohésion sociale qu'on étudie chez l'animal, les endomorphines (les endorphines et les enképhalines que notre cerveau produit) jouent un rôle très important.

Puisqu'il faut maintenant conclure, je conclurai en disant ceci : j'ai souligné clairement que les comportements qui constituent le répertoire comportemental d'un animal ou de chacun d'entre nous, fournissent des

moyens d'expression et d'action. Des moyens qui sont à notre disposition pour obtenir quelque chose que nous entendons obtenir, ou pour éviter quelque chose à quoi nous entendons échapper. C'est là qu'apparaît alors la différence essentielle entre l'animal et l'homme. Pour l'animal, ce qui doit être recherché comme ce qui doit être évité, est lié à des impératifs biologiques élémentaires, génétiquement pré-programmés, qui font donc partie du patrimoine héréditaire de l'animal. Chez nous, ces impératifs biologiques élémentaires existent aussi. On pourrait simplement espérer que nous n'ayons plus besoin d'utiliser des agressions comme moyens d'action pour satisfaire ces besoins biologiques élémentaires. Mais chez nous, est alors venue se greffer sur l'histoire biologique une histoire culturelle avec un ensemble de mythes, un ensemble de systèmes de valeur, qui créent des motifs d'action, des motivations, spécifiquement humains. Systèmes de valeur dans l'évolution desquels chacun d'entre nous porte, à des degrés et à des titres divers, sa part de responsabilité.

Pierre KARLI

Membre de l'Institut

Professeur à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg