

Apports de la neuroéthologie à l'étude des comportements

Boualem ASSELAH

LBPO Laboratoire de Biologie et Physiologie des Organismes, FSB, USTHB, Alger

La polysémie du terme « comportement » impose de préciser tout de suite qu'il s'agit de son acception éthologique réservée au départ à la « manière adaptée d'être et d'agir de l'animal dans son milieu naturel » (Guyomarc'h), élargie comme on pouvait s'y attendre à l'étude directe du comportement humain, dans les « domaines particuliers des enfants et de la communication non verbale » (Cosnier, 1977). L'approche éthologique ne vise pas seulement à « décrire, comprendre, prévoir, et modifier » (Coon, 1994), les activités implicites et explicites de l'animal et de l'homme, comme le fait la Psychologie, mais elle observe davantage directement le comportement spontané à fin de découvrir le phénomène dans ce qu'il a de naturel, compte tenu de ce qui l'altère. Elle est fortement orientée vers l'explication induite par l'observation du comportement, dominée par le paradigme adaptationniste, en privilégiant la description phénoménologique, sans essai d'interprétation de ce qui est décrit en termes simples ; elle s'oppose à la recherche médicale qui émerge des problèmes cliniques, par déduction, en négligeant le plus souvent l'étape d'observation, et en passant parfois d'une hypothèse rapide à une thérapeutique qui peut être aléatoire.

Certes, la démarche éthologique a ses fondements dans la théorie de l'évolution- l'espèce humaine est le produit d'une longue évolution, comme les autres espèces animales- et son approche telle qu'elle est définie par ses fondateurs Lorenz et Tinbergen, reste comparative (extraire des comparaisons les principes communs et généraux, sans faire d'extrapolations d'une espèce à l'autre et encore moins par rapport à l'humain). Le projet d'une recherche éthologique quelle que soit l'espèce, est d'expliquer pourquoi un individu se comporte de telle ou telle façon ? Il ne s'agit pas seulement de décrire et de définir des unités de comportement et de les quantifier, mais et surtout de proposer une explication par l'une des quatre questions-clés du manifeste de l'éthologie objectiviste (Tinbergen, 1951) :

- La recherche des causes proximales d'un comportement comprenant les causes immédiates (internes et externes d'un comportement) et ses effets (ou conséquences), ainsi que la naissance d'un comportement et son développement (ontogenèse du comportement par étude des facteurs génétiques, du mode de vie, et facteurs environnementaux). « L'habillement, la maison, le chauffage, les transports, la production et la conservation des vivres, l'hygiène et la médecine ont rendu l'homme indépendant à un degré unique dans le règne animal. L'environnement physique est devenu pour lui un facteur sélectif moins sévère que pour n'importe quel animal sauvages et les hominidés ancestraux ».

- Les deux autres pourquoi constituent les causes ultimes correspondant d'une part à l'aspect fonctionnel du comportement : la valeur de sa survie, l'adaptabilité à l'environnement, la flexibilité du comportement, les rapports de l'individu à son cadre de vie : « chaque acte a des conséquences ramifiées qui s'enchaînent ; le terme de fonction sera appliqué à ces maillons de l'enchaînement de conséquences qui suivent un comportement particulier (Hinde, 1975). D'autre part, dans la preuve qu'une fonction comportementale a contribué à la viabilité d'un organisme dans le temps, par une stratégie particulière, transparait la notion d'adaptation phylogénétique produite par la sélection naturelle dans l'évolution du comportement (Ekman, 1980).

Dans L'Étude de l'Instinct de Tinbergen (1951), le programme canonique en quatre questions, présente à considérer en premier, dans les causes immédiates les stimulations externes et les processus internes dont le comportement est la résultante ; nous allons nous arrêter à quelques

exemples de comportements adaptatifs qui soigneusement observés font appel pour être expliqués à la Neuroéthologie, à une connaissance approfondie de la neurophysiologie cérébrale. Dans le comportement émotionnel (le terme « émotion », de émouvoir, mouvoir, mouvement), l'émotion « met en mouvement » l'organisme qui éveillé physiquement, manifeste dans certains cas, en plus des signes extérieurs (expressions faciales, tremblement, timbre de la voix, attitude défensive...), des changements physiologiques (rythme cardiaque, tension artérielle, transpiration) causés par le système nerveux autonome (SNA). Cet « ébranlement » de l'individu est le résultat de ce que Spector a défini par un état central fluctuant : sous forme de deux propositions « 1°/ Tout organisme, vivant de la naissance à la mort, est en état de non équilibre. 2°/ La réaction d'un organisme à un stimulus est dépendant de et modulé par (...)un état central défini comme la réaction réactive totale à un moment donné d'un neurone, d'un ensemble fonctionnel de cellules, d'un élément subcellulaire à l'intérieur du système nerveux ou de ce dernier considéré comme un tout ».

L'objectif de cet exposé est de montrer dans l'étude des comportements et des désordres engendrés par des situations environnementales stressantes, l'importance des structures et des mécanismes cérébraux impliqués chez l'homme et chez l'animal.

LE STRESS ET SES REPERCUSSIONS NEUROBIOLOGIQUES

1. Le stress, fonction de l'organisme

Les signes de l'inadaptation aux conditions de l'environnement apparaissent révélateurs lorsque sous l'action intense, répétitive, intempestive d'un quelconque agent stressant (contraintes sociales, surcharge au travail, pressions et harcèlements divers, ambiance étouffante, des émotions inhibées...) les différentes autorégulations se trouvent désorganisées, les défenses successives de l'organisme, menacées. Les conséquences s'installent de façon insidieuse chez l'individu (enfant, adulte) en proie à la fatigue chronique, les troubles du sommeil, l'anxiété, les maladies cardio-vasculaires, les problèmes digestifs... Le stress défini en 1956 par Selye « la mesure des avanies causées par la vie », constitue chez l'homme le syndrome général de l'inadaptation sous forme de trois phases : la phase d'alarme, la phase de résistance, et la phase d'épuisement, caractérisées chacune par des anomalies comportementales, des perturbations neurovégétatives et physiologiques, des modifications neuroendocriniennes des hormones dites du stress.

2. Biologie du stress

De nombreux travaux de recherche sur les aspects comportementaux du stress, sur ses mécanismes biologiques ont permis l'identification des hormones du stress, essentiellement les catécholamines (adrénaline) et des glucocorticoïdes (cortisol) libérées dans le sang, sur intervention de l'axe hypothalamo-hypophyso- surrénalien .En réalité, les circuits nerveux impliqués dans les différentes formes de stress (aigu ou chronique)font appel à deux systèmes d'éléments nerveux différents,à partir de la réception et de l'analyse de l'information par les structures cérébrales. Ces dernières suivant la nature et l'intensité du stress stimule l'hypothalamus, formation double du système limbique, considéré comme le réceptacle de la vie instinctuelle. Lorsque le cortex cérébral traite les informations qui lui parviennent,en particulier les stimuli stressants, une autre formation du système limbique, l'amygdale temporale « viscère du cerveau »est déjà entrée en action par des voies sous-corticales, de bas niveau ,plus rapide que celles qui atteigne le cortex cérébral « Le court-circuitage du cortex met l'amygdale en situation de répondre au danger avant même que l'individu ait pu comprendre ce qui se passe » (Le Doux). Cet auteur ajoute : « Ces voies de bas niveau

constituent vraisemblablement le principal moyen de contrôler les réactions émotionnelles et le comportement dont disposent les animaux primitifs ». Ces réactions non spécifiques sont caractérisées par la stéréotypie de la réponse individuelle (Lacey et Lacey, 1970).

3. Amygdale, point modal des comportements émotionnels

Ainsi alertée, l'amygdale, ensemble de noyaux du lobe temporal antérieur, envoie des messages à l'hypothalamus qui à son tour agit par ses noyaux cortico-médians sur les noyaux paraventriculaires parvocellulaires (NPV) hypothalamiques provoquant la sécrétion de l'hormone corticotrope (CRF ou CRH, cortico-tropin-releasing factor), et déclenchant une cascade de réactions cérébrales et organiques, produisant de nombreuses réponses comportementales traduites par le SNA (dérèglements neurovégétatifs et neuroendocriniens réactions émotionnelles, expressions faciales).

D'autre part, les connexions multiples du complexe amygdalien (Bechara et al, 1999) (noyaux baso-latéraux), point modal qui fournit les informations émotionnelles chez les Mammifères avec implication, notamment :

- du néocortex du lobe frontal : les cortex préfrontal orbitaire et médian (CPM) reçoivent et intègrent les informations sensorielles et viscérales : le CPF organise la planification des comportements, par ses connexions et celles issues des structures limbiques, déterminantes dans leur ensemble sur la régulation de l'activité préganglionnaire autonome, neuroendocrinienne, et limbique.
- des structures sous-corticales : les projections sur le noyau dorso-médial du thalamus, (et retour sur le cortex préfrontal), sur les parties ventrales des ganglions de la base (NGC) qui par ailleurs reçoivent des projections du cortex préfrontal (connexions cortico-striaires) mettent en exergue le rôle modulateur de premier plan de l'amygdale dans l'élaboration des comportements émotionnels et de leur contenu « émotif ». Les noyaux de l'amygdale par leurs relations réciproques avec les structures limbiques sous-corticales et les cortex associatifs, forment un circuit intégré dans lequel se déroule l'analyse interprétative et émotionnelle des informations internes et externes.

4. Le système hypothalamo-hypophyso-surrénalien

Le stress, résultant d'une confrontation avec une situation défavorable, contrariante, voire menaçante, étroitement lié aux modalités d'action de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS), chez les vertébrés, entraîne une réorganisation fondamentale de sa physiologie, conséquence de l'inadaptation. Les régions-clés du cerveau et les organes impliqués dans les états émotionnels (entre autres : le système limbique : hypothalamus, hippocampe, septum, lit de la strie terminale, noyau accumbens) interviennent dans le contrôle de l'amplitude de la réponse au stress (Prewitt et Herman, 1998), calquée sur les phases du SGA. La cortico-releasing hormone (CRH) sécrétée par l'hypothalamus stimulé par voie nerveuse, transportée par voie sanguine agit sur l'antéhypophyse qui sécrète à son tour l'adréno-cortico-tropin-hormone (ACTH). Cette dernière, augmentée dans les phases de stress, agit sur la glande surrénale (posées « sur » les reins, en anglais adrenals « à côté des reins ») constituée d'une capsule conjonctive et d'un parenchyme glandulaire : la partie interne centrale (médulla ou médullo-surrénale) libère sous activation les catécholamines (adrénaline et noradrénaline), et la partie périphérique (cortex surrénalien) produit les glucocorticoïdes (cortisol, corticostérone). Le pic sécrétoire des catécholamines (80% d'adrénaline / médulla) présent 2mn après le stimulus renforce et prolonge la transmission de l'influx nerveux dans le SNV (en particulier dans le S. sympathique), en relation synergique avec les groupes de la

Formation Réticulée (FR) et le locus coeruleus (modulation de l'excitation et coordination de la vigilance).

La sécrétion de cortisol intervient dans la phase de résistance : cortisolémie devient 20 fois plus supérieure à la normale, plus tardivement et lentement pour pallier à l'incapacité de l'individu à réagir dans l'immédiat tout en mobilisant les défenses de l'organisme face aux agressions. Le cortisol, la noradrénaline, l'adrénaline sont particulièrement importants dans la médiation du stress chronique en relation avec la réactivité immunitaire (les cytokines des médiateurs inflammatoires agissent sur le cerveau et l'hypophyse pour déclencher les signes neuro-immunitaires).

5. Les altérations observées dans le stress

Selye souligne qu'il s'agit de façon générale d'une réaction non spécifique, retrouvée chez tous les mammifères et l'homme ; elle est génétiquement programmée comme réponse primaire à l'origine, indispensable à la survie de l'espèce, « héritée d'un système archaïque, le plus souvent inadapté aux stressors d'aujourd'hui qui sont beaucoup plus psychologiques que physiques » (Légeron, 2003).

Au cours de la phase d'alerte les réactions biologiques qui affectent les niveaux : cardiovasculaire, respiratoire, musculaire, cutané digestif et sanguin provoquent chez l'homme des bouleversements profonds à la fois psychologiques et physiologiques. Dans la deuxième phase, le système biologique impliquant la cortico-surrénale, prépare l'individu à une action physique brutale et même violente : le coping, le « face à face » au danger qui suppose la fight or flight response, c'est-à-dire la réponse de combat ou de fuite. Le cerveau perçoit la menace de la situation, prépare l'organisme à résister et à agir : les modifications d'ordre endocrinien, métabolique et même immunitaire interviennent instantanément pour ajuster leurs fonctions aux besoins du moment. Lorsque la résistance aux agents stressants devient amoindrie, les premiers signes de troubles psychosomatiques peuvent apparaître, entraînant dans certains cas une phase ultime dite d'épuisement (épuisement affectif, indifférence vis à vis des autres, sentiment d'impuissance).

Cette réaction innée, spontanée extrêmement utile dans les premiers temps préhistoriques de l'humanité (menaces diverses, présence de prédateurs, cataclysmes) condamne l'humain dans les conditions environnementales actuelles à subir toutes sortes de désagréments qu'il relativise, « contient », inhibe au détriment de sa santé (il faut la geler, freeze, disent les Anglo-saxons, faire du freezing, comme le rat « gelé » de peur dans les expériences de Le Douarin ! mais les limites sont réduites).

6. Des rats et des hommes

Quelques recherches ont été réalisées par l'équipe du laboratoire de Neurosciences comportementales & cognitives que je dirige, en créant un stress expérimental chez le rat Wistar par divers procédés (alcoolisation des ratte gestantes) et étude des comportements et des altérations de paramètres physiologiques. Les examens histopatho-physiologiques des glandes surrénales de rats nouveaux-nés montrent des altérations morphologiques, morphométriques, cellulaires des différentes parties de la médulla et du cortex surrénaux, en corrélation avec des attitudes comportementales caractéristiques (Magistère de Melle Birem). D'autres expériences menées sur des rats stressés dans des conditions similaires, orientées vers l'étude de leur apprentissage et le rétrocontrôle de l'axe corticotrope sur l'hippocampe, organe de la mémoire procédurale ; ici le cortisol en excès sature les récepteurs glucocorticoïdes de l'hippocampe, entraînant une perturbation de l'histogenèse (pré- et néo-natale) des cellules pyramidales CA1 de l'hippocampe et limitant les possibilités

d'apprentissage des rats traités (Magistère de Harrouz). Une étude du stress causé chez l'homme, par des chocs émotionnels importants, consécutifs à des événements traumatisants en relation avec les symptômes de dépression unipolaire, a mis en évidence ce rétrocontrôle de l'axe corticotrope par des dosages de l'ACTH qui réduit, selon Videbech (2004) le volume de l'hippocampe de 8 à 10% (Magistère de Mellal).

Bibliographie

1. Nicolaas Tinbergen, *The study of instinct*, Oxford, Clarendon Press, Traduction française : L'étude de l'instinct, Paris, Payot, 288 p.
2. Ernst Mayr, *Populations, espèces et évolution*, Paris, Hermann, 1974, 210 p.
3. Patrick. Légeron, *Le Stress au travail*, Paris, Odile Jacob, 2003, 381 p.