

par D.M. Broom*

RÉSUMÉ —

Quand on s'interroge sur les effets de conditions d'environnement difficiles sur l'Homme, les animaux de compagnie, les animaux domestiques, ceux qui vivent dans les parcs zoologiques ou les animaux sauvages, il est important, du point de vue biologique, de faire la distinction entre la réaction individuelle qui consiste à faire face aux circonstances sans diminution de l'état d'adaptation et les tentatives de réaction qui provoquent une diminution de cet état d'adaptation. Après avoir passé en revue les différents usages du mot « stress », il est proposé que ce soit le terme le plus approprié lorsqu'il y a un échec dans la lutte contre les conditions adverses. L'auteur propose une définition du stress qui se réfère à un processus aboutissant à une perturbation de l'état d'adaptation, puis il examine des exemples de stress correspondant à un accroissement de la probabilité de mortalité, de retard de fécondation ou d'une réduction du nombre de nouveaux-nés, les meilleurs exemples venant des études portant sur l'espèce humaine et les animaux vivant en captivité.

Le bien-être d'un individu correspond à son état physiologique estimé en fonction des efforts qu'il fait pour faire face à son environnement. L'évaluation du bien-être exige l'utilisation d'indicateurs basés sur la compréhension des systèmes de défense. La mesure scientifique de l'état de bien-être est tout à fait distincte des jugements moraux concernant le degré minimal que le bien-être doit atteindre pour être considéré comme inacceptable. Quand l'état d'adaptation d'un individu est diminué, son niveau de bien-être est considéré comme médiocre, mais lorsque le bien-être est évalué par d'autres moyens, il convient de tracer une ligne de démarcation entre l'acceptable et l'inacceptable. Il existe de nombreux indicateurs du bien-être mais les méthodes employées pour faire face aux conditions varient en fonction des espèces ou des individus. L'auteur conclut qu'une évaluation scientifique utilisant toutes les méthodes est souhaitable mais que n'importe lequel de ces indicateurs pris séparément peut démontrer que le bien-être est médiocre.

Rec. Méd. Vét., 1988, 164 (10) 715-722

INTRODUCTION

Pour étudier les situations dans lesquelles les animaux sont affectés par leur environnement, il est utile de distinguer celles qui sont défavorables de celles qui ne le sont pas. Parfois, les systèmes de régulation d'un animal, avec leurs composantes comportementales et physiologiques lui permettent de s'adapter aux effets de l'environnement. Cette situation, qui implique une **adaptation**, est fondamentalement différente de celles dans lesquelles les effets de l'environnement entraînent des conséquences préjudiciables. La difficulté pour arriver à une telle conclusion réside dans le choix de la mesure à utiliser pour déterminer ce qui est préjudiciable. Nous proposons, dans cet article qu'un effet soit considéré comme préjudiciable lorsqu'il contredit l'**état d'adaptation (Fitness)** de l'individu. Il faut un terme pour décrire le processus qui intervient chez les animaux quand les facteurs de l'environnement ont un tel effet préjudiciable et nous proposons que l'usage du terme **stress** en biologie soit réservé à cette signification. Une troisième position

concerne le sens à donner au **bien-être (welfare)** d'un animal ; elle se réfère à la fois à la dégradation de l'état d'adaptation de l'individu et à ses efforts pour éviter cette dégradation.

ÉTAT D'ADAPTATION ET CONDITIONS DÉFAVORABLES.

Si les conditions internes d'un animal sortent de la zone supportable de telle façon que l'animal, par exemple, ait trop chaud ou soit déshydraté ou bien manque d'air ou respire un air irritant ou toxique, il se produit une réaction régulatrice. Une telle réponse peut maintenir l'état antérieur par un mécanisme de contrôle en retour (feed-back), dans lequel la perturbation est perceptible avant la réponse, ou encore par un mécanisme de contrôle par anticipation (feed forward), dans lequel la perturbation est prévue et la réponse correctrice est déclenchée avant que la réponse perturbatrice ne se produise.

(1) Manuscrit reçu le 1^{er} septembre 1987

* Département of Clinical veterinary Medicine, Madingley Road, Cambridge CB 3 OES. UK.

(a) N.D.L.R. : L'absence en français du terme correspondant au mot anglais « fitness » nous a conduit à le traduire, dans cet article par les termes d'« état d'adaptation » ou de « valeur adaptative individuelle » ou d'« adaptation ».

Dans l'un et l'autre cas, ou encore lorsqu'un danger apparaît, il peut être nécessaire de mobiliser des réserves pour rendre disponible un supplément d'énergie. Cette mobilisation de réserves est mise en route par le système nerveux sympathique, la médullo-surrénale et la sécrétion d'adrénaline ou de noradrénaline quand la réponse doit être rapide et à court terme ; pour une augmentation plus prolongée de l'activité, c'est l'adénohypophyse, la cortico-surrénale et la sécrétion de glucocorticoïdes qui interviennent. D'autres réponses peuvent se produire, mais l'activité sécrétoire du cortex surrénalien a souvent été identifiée comme l'indication de conditions défavorables. C'est regrettable car les concentrations sanguines en glucocorticoïdes peuvent s'élever à la faveur d'activités bénéfiques telles que la parade amoureuse, la copulation, ou une chasse active pour de la nourriture. L'activité du cortex surrénalien peut également varier de façon importante d'un jour à l'autre et souvent d'une façon qui fournit peu d'informations sur la nature de la situation (17). Des taux sanguins élevés en glucocorticoïdes peuvent être associés à l'épuisement des réserves de nourriture et à une grande sensibilité à la maladie, mais leur détermination peut ne pas indiquer clairement jusqu'à quel point la situation est préjudiciable pour l'animal ; il convient d'évaluer les conséquences de la réponse physiologique sur l'état d'adaptation de l'individu.

Ce raisonnement peut être appliqué à n'importe quel effet des conditions de l'environnement sur les animaux. Il faut faire une distinction entre celles qui diminuent l'état d'adaptation et celles qui ne le diminuent pas. La valeur adaptative d'un génotype peut être mesurée par le taux d'accroissement *per capita* du phénotype correspondant (44). Comme Sibly et Calow l'ont fait remarquer à la suite de Charlesworth (12), l'état d'adaptation d'un phénotype dans un environnement donné dépend de plusieurs variables fondamentales du cycle de vie : âge à la première reproduction, intervalle entre les reproductions suivantes, survie de l'adulte entre les reproductions successives et nombre de descendants femelles par tentative de reproduction d'une femelle. L'état d'adaptation des individus assujettis à des conditions d'environnement particulières peut être évalué en mesurant les variables énumérées ci-dessus. L'adaptation est perturbée lorsque l'environnement a pour effet de retarder la première reproduction ou les suivantes, d'augmenter les risques de mortalité avant la première reproduction ou les suivantes, ou de réduire l'importance des portées produites.

LE CONCEPT DE STRESS ET L'ÉVALUATION DU STRESS.

Le terme stress, lorsqu'il est appliqué à l'homme ou aux animaux, est en général utilisé par le grand public et par les scientifiques, pour décrire un état dans lequel les conditions de l'environnement ont un effet défavorable sur l'individu (13, 21, 22, 27, 29, 37, 38, 40, 42, 47, 51, 53, 54). Son utilisation en référence à un quelconque écart par rapport à l'état optimal (4) est sans valeur, car elle impliquerait

n'importe quelle influence de l'environnement sur l'animal. Il est souvent fait une certaine référence à une incapacité prolongée de faire face aux difficultés d'une situation (1). Comme le fait remarquer Stott (48), « stress » et « détresse » (distress) étaient à l'origine un même mot, mais les médecins, ainsi que quelques physiologistes ont utilisé le mot « stress » en faisant référence aux forces externes à un système, capables de le déplacer de son état de repos. Un tel usage ne présente pas de difficultés lorsqu'il s'agit des propriétés d'objets matériels, mais il prête à confusion lorsqu'il est appliqué à des êtres vivants. L'usage familier du terme « stress » lui donne un sens dynamique impliquant que quelque chose arrive réellement à l'individu. Le vaste travail de Selye (43) sur le **Syndrome Général d'Adaptation** a fourni les fondements de la plupart des recherches dans ce domaine mais il utilisait « stress » de différentes façons et avait tendance à l'identifier avec l'activité cortico-surrénalienne, comme d'autres l'ont fait après lui (3). Du fait que l'activité du cortex surrénalien peut être bénéfique à l'animal, comme nous l'avons déjà dit plus haut, cette façon de faire conduit à des assertions qui prêtent à confusion puisqu'elle se rapportent à des réponses de stress qui ne sont pas mauvaises pour l'animal. Il serait préférable, dans ce cas, de parler de **réponses adaptatives** (14) et de réserver le terme de réponse de stress aux situations où les effets sont préjudiciables pour l'animal. Fraser, Ritchie et Fraser (21), considèrent comme indésirable d'impliquer dans le stress une référence à un phénomène physiologique unique.

Selye distinguait, dans le **Syndrome Général d'Adaptation**, un état de résistance et un stade d'épuisement, mais il utilisait alors le mot « stress » pour décrire l'état de l'animal pendant n'importe laquelle de ces deux étapes. Ceci porte à confusion. Ewbank (19) et d'autres auteurs (6) ont proposé que le stress devait se référer à un mécanisme, à un processus actif, plutôt qu'à un état. Il faut utiliser le mot « stress » lorsque des systèmes de régulation entrent en jeu, mais ne réussissent pas à faire face aux conditions de l'environnement. La mesure ultime pour déterminer si un individu réussit ou non à faire face, consiste à déterminer s'il y a une diminution de l'état d'adaptation. Le stress est donc défini comme suit (modifié d'après Broom, 6, 7) : **Le stress est le processus par lequel les facteurs de l'environnement surchargent les systèmes de régulation d'un individu et perturbent son état d'adaptation (fitness)**. La restriction de l'usage du mot stress aux circonstances où les systèmes de régulation de l'organisme sont mis en action implique que les réponses régulatrices sont mises en route lorsque que les facteurs de l'environnement ont un effet durable plutôt qu'instantané. Cette définition du mot « stress » met aussi l'accent sur le fait qu'il convient de ne l'utiliser que lorsque les effets sur l'individu sont préjudiciables, ce qui, en définitive, est évalué d'après la diminution de l'état d'adaptation. Les facteurs de l'environnement qui aboutissent au stress sont dits **stressants** (22, 23) et les individus sous l'influence du stress subissent des **réponses de stress**.

Les variables liées à l'état d'adaptation qui seront étudiées tour à tour par la suite sont la mortalité, les

qu'ils ne sont pas mélangés avec d'autres. Les veaux élevés en isolement pendant 8 mois ont une croissance normale jusqu'à ce qu'ils soient mélangés avec des animaux élevés en groupes. Leur incapacité à entrer en compétition est évidente et leur taux de croissance diminue, quand ils sont en situation de compétition pour la nourriture (5, 11). De la même façon, des souris ont une croissance normale en isolement, mais, lorsqu'elles sont mélangées à d'autres souris ou lorsqu'elles sont à nouveau isolées, leur croissance est perturbée et la mortalité augmente (31). Le fait d'être élevé en isolement rend ces animaux incapables de faire face aux interactions sociales qui sont stressantes pour eux. Il existe une importante littérature sur les voies par lesquelles l'accroissement de la complexité de l'expérience vécue peut améliorer la capacité des animaux à faire face aux difficultés physiques et sociales qu'ils rencontrent au cours de leur existence. Si l'on s'en tient à la définition du stress proposée dans cet article, aucune condition d'environnement ne peut être accusée de stresser les animaux, si ses effets ultimes sont bénéfiques. De ce fait, la définition évite de recourir à des concepts contradictoires tels que « bon » et « mauvais stress », ou « stress excessif » et « stress insuffisant » (19, 50). L'intervalle entre gestations successives peut être allongé, et donc l'état d'adaptation réduit par une gamme étendue de facteurs similaires à ceux qui retardent la première fécondation.

RÉDUCTION DE LA PROGÉNITURE.

Des animaux auxquels on en donne la possibilité peuvent ne pas se reproduire ou peuvent produire moins de jeunes par suite des raisons suivantes : comportement de reproduction inadéquat, manque d'œstrus, impossibilité de conception, avortement ou mortalité précoce de la progéniture. Les conditions de vie dans les parcs zoologiques sont défavorables à la reproduction de nombreuses espèces. Cela peut être dû, occasionnellement, à quelque déficience alimentaire mais dans la plupart des cas, ce sont les conditions physiques ou sociales qui interviennent. Beaucoup d'animaux, comme le Panda géant, ou certains oiseaux de proie, ne se reproduisent pas, même lorsque les conditions matérielles paraissant nécessaires à la reproduction sont présentes. Dans ces conditions on peut alors dire que les animaux sont sans stress. Il n'est pas souvent facile de déterminer quels aspects des conditions de vie sont stressantes ; cependant les recherches entreprises ces dernières années, pour essayer de les identifier ont permis d'améliorer la gestion des parcs zoologiques et davantage d'espèces sont maintenant capables de s'y reproduire. Quelques animaux de compagnie sont incapables de se reproduire, la tortue étant un exemple notoire. La plupart des animaux de ferme se reproduisent bien en captivité mais certains d'entre eux, qui ne sont pas, dans les conditions habituelles, appelés à le faire, pourraient en être devenus incapables, par exemple les dindons qui sont trop lourds pour copuler ou les veaux de boucherie dont le confinement prolongé et l'alimentation déficitaire perturberaient probablement les capacités de re-

production s'il leur était permis de survivre jusqu'à l'âge nécessaire.

Les effets des conditions de logement des truies sur leurs capacités de reproduction ont été étudiés de façon approfondie à cause de leur importance économique. England et Spurr (18) ont montré que seulement 6 p. cent des jeunes truies élevées dans des cases où elles pouvaient se mouvoir librement, ne venaient pas en œstrus tandis que cela se produisait pour 17 p. cent d'entre elles lorsqu'elles étaient placées dans d'étroites stalles individuelles. Bäckström (2), dans une étude portant sur 9600 truies, a comparé des truies confinées pendant leur gestation avec celles qui étaient libres de bouger dans une case. Il a montré que les truies confinées présentaient une plus forte incidence de maladies de la vessie (11,2 p. cent) que les truies libres (6,7 p. cent), davantage de mises-bas lentes (5,4 au lieu de 2,3 p. cent) ou de morts nés (6,3 au lieu de 5,1 p. cent) et plus de mortalité des porcelets due à la momification, aux malformations des pattes ou à des maladies de la truie (8,0 au lieu de 5,6 p. cent). Des résultats similaires ont été obtenus par Svendsen et Bengtsson (49) et par Sommer et coll. (46) qui ont pu dire que les truies en situation de confinement étaient en état de stress. Des températures défavorables peuvent aussi affecter l'importance des portées. Quand les conditions d'environnement aboutissent à des températures corporelles élevées chez des vaches (20, 36) ou des brebis (16), les taux de conception sont bas.

CONDITIONS PRATIQUES D'ÉVALUATION DU STRESS.

Prendre la diminution de l'état d'adaptation comme critère de conditions défavorables pour évaluer si l'environnement est stressant est une démarche rigoureuse et significative du point de vue biologique, mais ce n'est pas toujours facile à mettre en œuvre. Il est important de prendre en compte que de l'énergie et d'autres ressources sont souvent mobilisées sans qu'il n'y ait aucune diminution dans l'état d'adaptation. L'idée de « coût », telle qu'elle est utilisée dans les études de rationnement, ne correspond souvent à aucune réduction réelle de l'état d'adaptation, et ces « coûts » ne sauraient être des critères de stress. Pour évaluer les effets de l'environnement sur l'état d'adaptation, il est nécessaire de considérer tour à tour toutes les variables de l'histoire du vécu et aussi leurs interactions (44). Une bonne performance mesurée d'après une seule variable ne correspond pas nécessairement à un degré élevé d'adaptation si elle est influencée par d'autres. Comme nous l'avons écrit plus haut à propos des effets de l'élevage en isolement chez les souris (31), les animaux isolés peuvent avoir des taux de mortalité bas et de bons taux de croissance mais ils ne sont pas capables de les transformer en performance de reproduction ; aussi la mesure du taux de mortalité ne peut donner une indication utile de l'adaptation des animaux. De la même façon un taux de croissance favorable et une première gestation précoce pourraient être contrariés par une réduction du nombre des produits à l'issue de cette

gestation, une survie moindre lors des mises-bas suivantes et une production de descendants moins importante par la suite. En général, une petite réduction d'une performance concernant une variable, peut être compensée par une bonne performance selon une autre variable. Un retard de la première gestation pourrait correspondre à une portée plus importante. Un accroissement de la probabilité de mortalité chez le saumon pendant le frai ou chez le cerf en rut, mettant toute son énergie dans la production d'une progéniture, n'est pas nécessairement un indicateur de stress puisque l'état d'adaptation peut s'en trouver accru. Des expériences comme celles de Bäckström (2), dans lesquelles toutes les variables sont mesurées, sont particulièrement intéressantes et la recherche devrait concentrer ses efforts pour obtenir ce type de données.

Dans la plupart des études sur les effets de l'environnement, un accroissement perceptible de la mortalité ou des retards de fécondation, ou bien une diminution du nombre de nouveaux-nés indiquent une réduction de l'adaptation. L'estimation des fonctions physiologiques, du taux de croissance, de l'importance des lésions ou de la sensibilité à la maladie peut souvent être interprétée en terme d'effets sur l'adaptation et peut donc être un facteur de stress. Toutefois, une seule observation d'un taux sanguin élevé en glucocorticoïdes ou un bref accident dans le taux de croissance ne fournit qu'une indication médiocre en faveur de conditions stressantes.

L'identification d'un stress soulève dans certains cas un problème : ce sont les situations où les conditions d'environnement surchargent réellement les systèmes de régulation et réduisent l'état d'adaptation alors qu'au même moment, d'autres facteurs l'améliorent. Quand des animaux sont mis en captivité, l'état d'adaptation peut augmenter parce qu'ils ne sont plus soumis aux prédateurs et parce qu'on leur fournit à la fois une alimentation régulière et la possibilité de se reproduire. A l'inverse, toutefois, d'autres facteurs peuvent devenir stressants. Pour déterminer si un facteur est une source de stress dans une condition ou un traitement donné, il est nécessaire de comparer deux ou plusieurs situations en l'absence de ce facteur pour déterminer ce qui est plus stressant. La question cruciale est de savoir si les conditions peuvent être modifiées de telle façon que l'état d'adaptation soit augmenté, et le stress diminué. Il est évident que le stress pourrait être réduit si la durée de vie des animaux était réduite au quart de la normale, ou s'ils se reproduisent peu souvent. Il est clair que l'élevage en cages individuelles est stressant pour les singes rhésus puisque, dans ce cas, ils ne peuvent présenter un comportement sexuel normal et que l'état d'adaptation est évidemment réduit (30). Si un taureau reste isolé dans une station de reproduction, il peut ne pas présenter un comportement sexuel normal tout en étant capable d'engendrer une abondante progéniture. La question qui se pose est de savoir si le taureau en isolement est sous l'influence d'un stress : pour y répondre il faut comparer l'état d'adaptation des taureaux gardés dans un petit enclos avec celui des taureaux dans les herbages. Il est

possible de comparer différents degrés d'adaptation, quand la plupart des conditions d'hébergement sont mises en comparaison. L'évaluation de l'état d'adaptation est généralement plus facile pour les femelles que pour les mâles mais elle est très difficile lorsque certains procédés, comme par exemple l'insémination artificielle, sont mis en œuvre.

LE BIEN-ÊTRE

Une définition utilisable du bien-être

Le bien-être d'un individu est sa situation par rapport aux efforts qu'il fait pour surmonter les difficultés de son environnement (8). Quand les conditions sont difficiles, les individus utilisent diverses méthodes pour essayer de contrecarrer les effets défavorables que ces conditions pourraient exercer sur eux. Ces tentatives pour lutter peuvent échouer : il en résulte une diminution de l'état d'adaptation de telle sorte que l'animal subit un stress et que son niveau de bien-être est médiocre. Si un animal fait face rapidement à son environnement sans dépenser une part importante de ses ressources, son état de bien-être n'est pas perturbé, mais si sa réaction est difficile et nécessite beaucoup de temps et d'énergie, son niveau de bien-être devient médiocre. L'importance de cette détérioration dépend de la quantité d'efforts que l'individu doit fournir pour réagir. Comme il est possible de mesurer les effets de l'incapacité de réaction et l'importance des efforts pour essayer d'y parvenir, il est donc évident que le degré de bien-être évolue de façon continue de bon à médiocre et qu'il peut être évalué de façon scientifique. La plupart des gens considèrent que le degré de bien-être d'un individu est médiocre s'il doit passer une grande partie de son existence à réagir contre des conditions défavorables, en corrigeant des écarts de la zone de conditions tolérables, parfois en manifestant un comportement anormal, ou en développant des réponses physiologiques anormales ou encore en causant du tort à ses congénères. De la même façon, de longues périodes de souffrance ou d'inconfort dues à la maladie, doivent aussi être considérées comme les marques d'un bien-être médiocre. La grande difficulté pour porter un jugement sur le bien-être, est de décider ce qui rend une situation inacceptable : quelles doivent être la durée, l'importance des anomalies du comportement ou des variations physiologiques, quelle quantité de douleur ou d'inconfort et combien de mal causé aux autres ? L'étude scientifique des systèmes d'adaptation est nécessaire pour décrire la gamme de réponses à ces conditions mais la détermination du point à partir duquel le bien-être devient médiocre de façon inacceptable, est une décision morale.

Indicateurs du bien-être

La complexité des processus cognitifs chez les animaux et leur relation avec le bien-être ont été décrits par Warburton (52) et Broom (9). Les systèmes que les individus mettent en œuvre pour essayer de faire face à des conditions difficiles peuvent être classés en réponses physiologiques impli-

quant, entre autres les surrénales, en réponses comportementales, et en réponses impliquant la production d'opioïdes, de peptides analgésiques, principalement dans le cerveau. Il existe des chevauchements fonctionnels entre elles et l'importance de ces différents systèmes varie d'un individu à l'autre. L'évaluation scientifique du bien-être animal a été examinée dans d'autres publications (9,10).

Conclusion a propos de l'évaluation du bien-être.

La distinction entre l'adaptation qui comprend la lutte vis à vis des conditions de l'environnement sans réduction de l'état d'adaptation et le stress qui aboutit à une baisse de l'état d'équilibre a une importance théorique du point de vue biologique. L'adaptation aussi bien que le stress peut entraîner un degré médiocre de bien-être ; celui-ci peut être mesuré scientifiquement mais l'appréciation du degré de médiocrité que le bien-être doit atteindre pour devenir inacceptable est complètement indépendante de l'évaluation du bien-être lui-même. La plupart des gens auraient tendance à dire que le bien-être des individus soumis à une certaine condition est médiocre si leur équilibre est perturbé par cette condition. Si le bien-être est évalué par d'autres moyens, il faut alors dresser une ligne de démarcation entre l'acceptable et l'inacceptable. Il faut décider du point à partir duquel le degré de bien-être est devenu mauvais au point d'être insupportable quelles que soient les manifestations prises en compte : le niveau de maladie, la fréquence des blessures, l'importance de l'activité enzymatique du cortex surrénalien, le degré d'anomalies du com-

portement, la durée des stéréotypies ou l'importance de l'autonarcotisation par les analgésiques cérébraux. On doit se demander où se situe ce point et s'il est le même pour l'homme, les animaux de compagnie, les animaux de ferme, les animaux de zoo ou les animaux sauvages et cela implique nécessairement de se poser des questions sur les obligations de l'Homme envers les animaux. Une difficulté supplémentaire de toute étude sur le bien-être des animaux réside dans le fait que les différentes espèces souches et individus peuvent varier dans la façon dont ils utilisent les différents systèmes pour faire face aux circonstances (39, 40). Par exemple, Duncan et Filshie (15) ont montré que les réponses d'une certaine souche de poulets à l'approche d'un homme étaient surtout de type comportemental, tandis qu'une autre souche répondait principalement par des modifications du rythme cardiaque. C'est le rôle de l'homme de science de mesurer tous les types de réponses aux conditions difficiles, d'évaluer ce qui constitue une réponse extrême pour une espèce, de déterminer si l'individu est capable de revenir à l'état normal ; c'est aussi son rôle d'obtenir des indications sur les modifications prioritaires dont, entre autres, l'importance attribuée par l'animal à ses ressources, aux stimulations extérieures ou à diverses interventions. Les meilleures études sont celles qui comportent à la fois des évaluations du comportement et des évaluations physiologiques (13). Il est évident qu'aucun indicateur pris isolément ne suffit à décider que le bien-être est médiocre. Aussi bien, l'absence d'un seul indicateur particulier de l'insuffisance de bien-être, par exemple lorsque le taux de croissance est favorable, ne peut amener à dire qu'il n'existe pas de difficulté de bien-être.

Remerciements

L'auteur remercie M.J. Potter et R.M. Sibly pour leurs utiles observations sur le manuscrit.

Bibliographie

- (1) ARCHER (J.) — *Animals under Stress*. Arnold, London, 1979.
- (2) BACKSTROM (L.) — Environment and animal health in piglet production. *Acta vet. Scand.*, 1973, Suppl. 41, 1-240.
- (3) BANKS (E.M.) — Behavioral research to answer questions about animal welfare. *J. Anim. Sci.*, 1982, 54, 434-446.
- (4) BLOCK (W.) — Survival on land. *Biologist*, 1985, 32, 132-138.
- (5) BROOM (D.M.) — Husbandry methods leading to inadequate social and maternal behaviour in cattle. In: (W.) Bessei (ed): *Disturbed Behaviour in Farm Animals, Hohenheimer Arbeiten*, pp. 42-50. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1982.
- (6) BROOM (D.M.) — The stress concept and ways of assessing the effects of stress in farm animals. *Appl. Anim. Ethol.*, 1983, 11, 79.
- (7) BROOM (D.M.) — Stress, welfare and the state of equilibrium. In: R-M. Wegner (ed) *Proc. 2nd Eur. Cong. Poult. Welfare*. P. 72 - World Poultry Science Association, Celle, 1985.
- (8) BROOM (D.M.) — Indicators of poor welfare. *Br. vet. J.*, 1986, 142, 524-526.
- (9) BROOM (D.M.) — Applications of neurobiological studies to farm animal welfare In: *Biology of Stress in Farm Animals: an Integrative Approach*, ed. P.R. Wiepkema and P.W.M. van Adrichem. *Curr. Top. vet. Med. Anim. Sci.*, 1987, 42, 101-110. Martinus Nijhoff, Dordrecht.
- (10) BROOM (D.M.) — The scientific assessment of animal welfare. In *Proceedings of Bioethics*, 1987, ed. A. Fraser T. Tennessen (inpress).
- (11) BROOM (D.M.), and LEAVER (J.D.) — Effects of group-rearing or partial isolation on later social behaviour of calves. *Anim. Behav.*, 1978, 26, 1255-1263.
- (12) CHARLESWORTH (B.) — *Evolution in Age-structured Populations*. Cambridge University Press, Cambridge, 1980.
- (13) DANTZER (R.) and MORMÈDE (P.) — Stress in farm animals: a need for reevaluation. *J. Anim. Sci.*, 1983, 57, 6-18.
- (14) DANTZER (R.), MORMÈDE (P.) and HENRY (J.P.) — Physiological assessment of adaptation in farm animals. In *Farm Animal Housing and Welfare*, ed. S.H. Baxter, M.R. Baxter and J.A.C. Mac Cormack. *Curr. Top. vet. Med. Anim. Sci.*, 1983, 24, 8-19. Martinus Nijhoff, Dordrecht.
- (15) DUNCAN (I.J.H.) and FILSHIE (J.H.) — The use of radio telemetry devices to measure temperature and heart rate in domestic fowl. In C.J. Amlaner and D.W. Mac Donald (eds) *A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*, pp. 579-588. Pergamon, Oxford, 1979.
- (16) DUTT (R.H.), ELLINGTON (E.F.) and CARLTON (W.W.) — Fertilisation rate and early embryo survival in sheared and unshorn ewes following exposure to elevated air temperature. *J. Anim. Sci.*, 1959, 18, 1308-1318.
- (17) EL-HALAWANI (M.E.), WAIBEL (P.E.), APPEL (J.R.) and GOOD (A.L.) — Effects of temperature stress on catecholamines and corticosterone of male turkeys. *Am. J. Physiol.*, 1973, 224, 384-388.
- (18) ENGLAND (D.C.) and SPURR (D.T.) — Litter size of swine confined during gestation. *J. Anim. Sci.*, 1969, 28, 220-223.
- (19) EW BANK (R.) — Use and abuse of the term "stress" in husbandry and welfare. *Vet. Rec.*, 1973, 92, 709-710.
- (20) FALLON (G.R.) — Body temperature and fertility in the cow. *J. Reprod. Fertil.*, 1962, 3, 116-123.
- (21) FRASER (D.), RITCHIE (J.S.D.) and FRASER (A.F.) — The term, "stress" in a veterinary context. *Br. vet. J.*, 1975, 131, 653-662.
- (22) FREEMAN (B.M.) — Physiological basis of stress. *Proc. Roy. Soc. Med.*, 1975, 68, 427-429.
- (23) FREEMAN (B.M.) — Stress and the domestic fowl: a physiological reappraisal. *World's Poult. Sci. J.*, 1975, 32, 249-256.
- (24) GROSS (W.B.) and SIEGEL (P.G.) — Adaptation of chickens to their handler and experimental results. *Avian Dis.*, 1979, 23, 708-714.
- (25) GROSS (W.B.) and SIEGEL (P.B.) — Effects of early environmental stresses on chicken body weight, antibody response to RBC antigens, feed efficiency and response to fasting. *Avian Dis.*, 1980, 24, 569-579.
- (26) GROSS (W.B.) and SIEGEL (P.B.) — Long-term exposure of chickens to three levels of social stress. *Avian Dis.*, 1981, 25, 312-325.
- (27) GROSS (W.B.), SIEGEL (P.B.) and DUBOSE (R.T.) — Some effects of feeding corticosterone to chickens. *Poult. Sci.*, 1980, 59, 516-522.
- (28) HAGGETT (R.A.), FISHER (W.J.), BLOOMFIELD (G.A.), MORANT (S.V.) and DUCKER (M.J.) — Management stress and reproductive performance. *Anim. Prod.*, 1983, 36, 519.
- (29) HAILS (M.R.) — Transport stress in animals: a review. *Anim. Regul. Stud.*, 1978, 1, 289-343.

- (30) HARLOW (H.F.) — Sexual behavior in the rhesus monkey. In: F.A. Beach (ed). *Sex and Behavior*, pp. 234-265. Wiley, New York, 1965.
- (31) HENRY (J.P.) and STEPHENS (P.M.) — *Stress, Health and the Social Environment*. Springer, New York, 1977.
- (32) HOLMES (T.H.) and RAHE (R.H.) — The social readjustment rating scale. *J. psychosomat. Res.*, 1967, **11**, 213-218.
- (33) KELLEY (K.W.) — Immunological consequences of changing environmental stimuli. In: *Animal Stress*, American Physiological Association, 1985.
- (34) VAN LOGESTIJN (J.G.), ROMME (A.M.T.C.) and EIKELENBOOM (G.) — Losses caused by transport of slaughter pigs in the Netherlands. In: *Transport of Animals Intended for Breeding Production and Slaughter* Ed. R. Moss, *Curr. Top. vet. Med. Anim. Sci.*, 1982 **18**, 105-112, Martinus Nijhoff, The Hague.
- (35) Mc DOWELL (R.E.) — Climate versus man and his animals. *Nature, Lond.*, 1968 **218**, 641-645.
- (36) Mc DOWELL (R.E.) — *Improvement of Livestock Production in Warm Climates*. Freeman, San Francisco, 1972.
- (37) Mac LENNON (A.J.), DRUGGAN (R.C.), HYSON (R.L.), MAIER (S.F.), MADDEN (J.) and BARCHAS (J.D.) — Corticosterone: a critical factor in an opioid form of stress-induced analgesia. *Science, N.Y.*, 1982 **215**, 1530-1532.
- (38) PERRY (G.) — Manifestations of stress in domestic animals. *Proc. Roy. Soc. Med.*, 1975, **68**, 423-425.
- (39) PRICE (E.O.) — Behavioural aspects of animal domestication. *Quart. Rev. Biol.*, 1984 **59**, 1-32.
- (40) PRICE (E.O.) — Evolutionary and ontogenetic determinants of animal suffering and well being. In: G.P. Moberg (ed) *Animal Stress*, pp. 15-26. American Physiological Society, Bethesda, Md. 1985.
- (41) RILEY (V.) — Psychoneuroendocrine influences on immunocompetence and neoplasia. *Science, N.Y.*, 1981 **212**, 1100-1119.
- (42) SASSENATH (E.N.) — Increased adrenal responsiveness related to social stress in rhesus monkeys. *Horm. Behav.*, 1970, **1**, 283-298.
- (43) SELYE (H.) — *The physiology and pathology of exposure to stress*. Montreal: Acta. 1950.
- (44) SIBLY (R.) and CALOW (P.) — An integrated approach to life-cycle evolution using selective landscapes. *J. theor. Biol.*, 1983 **102**, 527-547.
- (45) SIEGEL (H.S.) — Effects of behavioural and physical stressors on immune responses. In: *Biology of Stress in Farm Animals: an Integrative Approach*, ed, P.R. Wiepkema and P.W.H. van Adrichem, *Curr. Top. vet. Med. Anim. Sci.*, 1987, **42**, 39-54. Martinus Nijhoff, The Hague.
- (46) SOMMER (B.), SAMBRAUS (H.H.), OSTERKORN (K.) and KRAUSSLICH (H.) — Heat behaviour, birth, reproduction performance and reasons for losses of sows in cage and group housing. *Zuchtungskunde*, 1982, **54**, 138-154.
- (47) STEPHENS (D.B.) — Stress and its measurement in domestic animals: a review of behavioural and physiological studies under field and laboratory conditions. *Adv. vet. Sci. comp. Med.*, 1980, **24**, 179-210.
- (48) STOTT (G.H.) — What is animal stress and how is it measured? *J. Anim. Sci.*, 1981, **52**, 150-157.
- (49) SVENDSEN (J.) and BENGTESSON (A.C.) — Housing of sows in gestation. *Proc. Guelph Pork Symp.*, Univ. Guelph., Guelph. 1983.
- (50) THOMPSON (D.L.), ELGERT (K.D.), GROSS (W.B.) and SIEGEL (P.B.) — Cell mediated immunity in Marek's disease virus-infected chickens genetically selected for high and low concentrations of plasma corticosterone. *Am. J. vet. Res.*, 1980, **41**, 91-96.
- (51) WARBURTON (D.M.) — Stress and the processing of information. In: V. HAMILTON and D.M. WARBURTON (eds) *Human Stress and Cognition*, pp. 470-475. Wiley, Chichester. 1979.
- (52) WARBURTON (D.M.) — The neuropsychobiology of stress response control. In: *Biology of Stress in Farm Animals: an Integrative Approach*, ed. P.R. Wiepkema and P.W.M. van Adrichem pp. 87-100. Martinus Nijhoff; Dordrecht. 1987.
- (53) WEISS (J.M.) — Physiological factors in stress and disease. *Scient. Amer.*, 1972, **226**, (6) 104-113.
- (54) WOOD-GUSH (D.G.M.), DUCAN (I.J.H.) and FRASER (D.) — Social stress and welfare problems in agricultural animals. In: E.S.E. Hafes (ed). *The Behaviour of Domestic Animals*, 3rd edn., pp. 182-200. Ballière Tindall, London. 1975.
- (55) WOLFF (S.) and GOODELL (H.) (eds) — *Harold G. Wolff's Stress and Disease*, 2nd edn., Thames, Springfield, 111. 1968.

The concept of stress and welfare

by D.M. BROOM

SUMMARY

When considering the effects of difficult environmental conditions on man, pets, farm animals, zoo animals or wild animals it is biologically important to distinguish between individual adaption, which involves coping without fitness reduction, and attempts to cope which do result in fitness reduction. After a review of the uses of the word stress it is proposed that this is the most appropriate term to use when there is failure to cope with difficult conditions. A definition of stress which refers to a process resulting in fitness reduction is presented. Examples of stress as assessed by increased likelihood of mortality, delayed breeding and reduced number of offspring are then reviewed, the best examples coming from studies of man and captive animals.

The welfare of an individual is its state with regard to its attempts to cope with its environment. The assessment of welfare requires the use of indicators based on an understanding of coping systems. The scientific measurement of welfare is quite separate from moral decisions about how poor welfare must be before it is unacceptable. Where the fitness of an individual is reduced its welfare is considered to be poor but when welfare is assessed by other means a line must be drawn between the acceptable and the unacceptable. There are many different indicators of welfare but species and individuals vary in which methods of coping they employ. It is concluded therefore that scientific assessment using all methods is desirable but that any single indicator can show that welfare is poor.

En concept de stress y de bienestar

por D.M. BROOM

SUMMARY

Cuando uno se interroga sobre los efectos de las condiciones ambientales difíciles sobre el hombre, los animales domésticos, los animales de compañía, de aquellos que viven en los zoológicos o los animales salvajes, es importante, desde un punto de vista biológico, de hacer la diferencia entre la reacción individual que consiste en enfrentar las circunstancias sin disminuir el estado de adaptación, las tentativas de reacción que provocan una disminución de este estado.

A luego de haber pasado revista a los diferentes usos de la palabra « stress », se propone que este sea el término más adecuado cuando existe fracaso en la lucha contra las condiciones adversas. El autor propone una definición del stress que se remite a un proceso que termina en una perturbación del estado de adaptación; luego examina los ejemplos de stress que corresponden a un aumento de la probabilidad de mortalidad, de retraso en la fecundación o de una reducción del número de nacimientos; en espso, los mejores ejemplos vienen de estudios realizados en la especie humana y en animales en cautiverio.