

Bien-être du porc : le point de vue de l'animal, approches biologiques et comportementales

Pig welfare: the animal point of view, biological and behavioural approaches

Par Pierre MORMÈDE⁽¹⁾, Aline FOURY⁽¹⁾, Marie-Christine MEUNIER-SALAÛN⁽²⁾
(communications présentées le 6 avril 2006)

RÉSUMÉ

Le bien-être fait référence à l'état psychologique subjectif de l'individu par rapport à son environnement interne et externe. Puisque nous ne sommes pas encore capables de lire directement les sensations et les émotions de l'animal, nous en sommes réduits à les inférer de l'analyse de leurs manifestations objectives, en particulier physiologiques et comportementales, qui ont été étudiées dans le contexte de la psychobiologie des émotions, du stress et de l'adaptation. L'activation des systèmes neuroendocriniens de réponse au stress (axe corticotrope et système nerveux sympathique) fournissent de nombreux marqueurs pour l'étude des réponses biologiques aux facteurs d'environnement. Cependant leur interprétation en termes de bien-être devra prendre en considération le rôle de ces systèmes dans la physiologie générale de l'organisme. On utilisera aussi des critères comportementaux (analyse du budget-temps et de l'utilisation de l'espace, comportements anormaux, expression des liens sociaux, tests de préférences) qu'il faudra analyser dans le contexte des acquis de l'éthologie appliquée.

Mots-clés : bien-être animal, stress, adaptation, psychobiologie, éthologie appliquée, porc.

SUMMARY

Welfare refers to the subjective psychological state of an individual regarding his internal and external environment. Since we are not yet able to read directly animal emotions and feelings, we have no other option than to infer them from the analysis of objective signs, particularly physiological and behavioural, based on the psychobiology of emotion, stress and adaptation. The activation of neuroendocrine stress systems (adrenocortical axis and sympathetic nervous system) provides numerous markers to study biological responses to environmental factors. However, their interpretation in terms of welfare must take into account the important role of these systems in the body's general physiology. Behavioural criteria are also used (analysis of time budget and space use, abnormal behaviours, expression of social links, preference tests), and interpreted in the context of applied ethology.

Key words: animal welfare, stress, adaptation, psychobiology, applied ethology, pig.

(1) INRA – Neurogénétique et Stress, Université Victor Segalen, 33077 Bordeaux.

(2) INRA - UMR Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine, 35590 Saint-Gilles .

• INTRODUCTION : CONCEPTS ET DÉFINITIONS DU BIEN-ÊTRE DU POINT DE VUE DE L'ÉTHOLOGISTE ET DU PHYSIOLOGISTE

Le concept de bien-être animal, introduit récemment en biologie, rejoint les notions plus classiques utilisées par les éthologistes et les physiologistes, à savoir les notions d'adaptation pour les premiers et de stress pour les seconds (CANNON, 1935; SELYE, 1973; DANTZER et MORMÈDE, 1979). Différentes définitions sur le bien-être sont utilisées. L'une d'elles est basée sur l'harmonie de l'individu avec son environnement, associant santé physique et mentale, sous-tendant la satisfaction de besoins ou d'une motivation pour certains éléments de l'environnement (espace, sources nutritives, partenaires sociaux), ou la réalisation de comportements d'ordre physiologique et social (HUGHES et DUNCAN, 1988; TOATES et JENSEN, 1991; FRASER et DUNCAN, 1998). La définition de BROOM (1987) renvoie à la notion d'adaptation, le bien-être de l'animal étant associé à un état qui demande le minimum d'effort pour que l'animal s'adapte à son milieu de vie. Un autre volet fait référence à l'absence de souffrance ou de sensations désagréables telles que la peur, la douleur, la frustration (DAWKINS, 1983), mais aussi à l'existence de sensations positives (SIMONSEN, 1996). Ces différentes définitions sont complémentaires les unes des autres et permettent de décliner le concept de bien-être par 1/ l'absence de souffrance (faim, soif, douleur, peur) 2/ le fonctionnement normal de l'organisme (absence de maladies, blessures, malnutrition), 3/ l'existence d'expériences positives (confort physique, expression des comportements propres à l'espèce). Sous une forme plus schématique, VEISSIER et BOISSY (2002) décrivent la dynamique du concept de bien-être, alliant adaptation, harmonie et souffrance (figure 1).

Au-delà de cette grande diversité de concepts, le bien-être fait référence à l'état psychologique subjectif de l'individu par rapport à son environnement interne et externe. Puisque nous ne sommes pas encore capables de lire directement les sensations et les émotions de l'animal, nous en sommes réduits à les inférer de l'analyse de leurs manifestations objectives, en particulier physiologiques et comportementales, qui

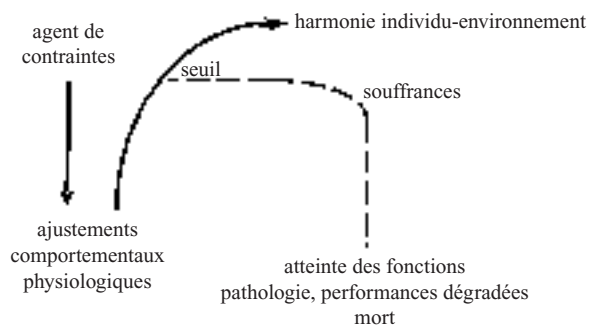


Figure 1 : Schéma dynamique du bien-être animal (adapté de VEISSIER et BOISSY, 2002).

ont été étudiées dans le contexte de la psychobiologie des émotions, du stress et de l'adaptation (DANTZER et MORMÈDE, 1979, 1983).

• APPROCHE PHYSIOLOGIQUE

Introduction

Le système nerveux autonome (CANNON, 1935) et l'axe corticotrope (SELYE, 1936) occupent le devant de la scène dans les études du stress et de l'adaptation. Ces grands systèmes jouent un rôle majeur dans l'homéostasie métabolique et en particulier la régulation des flux énergétiques (DALLMAN *et al.*, 1995). De fait, dans une perspective téléologique, la justification de la mise en jeu de ces systèmes dans les processus d'adaptation est leur capacité à fournir de l'énergie, soit à partir des réserves (le système nerveux sympathique mobilise les lipides du tissu adipeux et le glycogène musculaire et hépatique), soit par la transformation des protéines en métabolites énergétiques par néoglucogénèse (hormones glucocorticoïdes). Cet apport énergétique permet les ajustements nécessaires à l'adaptation et en particulier fournit de l'énergie à l'action comportementale. En pratique, il sera nécessaire d'interpréter les résultats des mesures fonctionnelles de ces systèmes neuroendocriniens dans le contexte de leurs rôles métaboliques.

Un autre point important à considérer est la durée du stimulus qui joue un rôle clé dans le concept de 'syndrome général d'adaptation' énoncé par SELYE (1956). Les réponses biologiques aux stimulations aiguës, telles que la mise-bas, la castration, le sevrage, le mélange d'animaux de groupes sociaux différents, la contrainte, le transport, l'abattage ont été bien étudiées. Ces réponses sont plus ou moins standardisées, c'est la phase d'alarme qui mobilise l'ensemble des capacités d'adaptation de l'organisme, ce qui a donné naissance au concept de stress tel qu'énoncé par SELYE (1973), à savoir 'la réponse non spécifique' de l'organisme à toute demande qui lui est faite. La mesure la plus utilisée est l'augmentation des concentrations circulantes du cortisol libéré par le cortex surrénalien. Cependant, lorsque le stimulus se maintient, les niveaux de cortisol retournent à leurs valeurs de référence, même si l'axe corticotrope reste activé, ainsi que le montrent les réponses à des tests dynamiques qui mettent en évidence les restructurations intervenues dans le fonctionnement de l'axe (phase de résistance).

Le dernier point important à prendre en considération pour l'interprétation des résultats est la considérable variabilité individuelle, que ce soit au niveau du fonctionnement de base des systèmes ou dans les réponses aux stimulations. Cette variabilité est d'origine multiple, génétique, développementale, expérientielle (MORMÈDE *et al.*, 2002) ; elle ne porte pas nécessairement à conséquence dans les études longitudinales chez le même animal, mais devra être prise en considération dans les études de terrain, alors que l'histoire de l'animal n'est pas nécessairement disponible.

L'axe corticotrope

L'hormone active de l'axe corticotrope, le cortisol, est synthétisée et sécrétée par le cortex surrénalien sous influence de l'ACTH hypophysaire, dont la libération est sous contrôle du noyau paraventriculaire de l'hypothalamus (corticolibérine ou CRH et vasopressine). Ce dernier reçoit un très grand nombre d'influences des autres noyaux hypothalamiques (signaux métaboliques et cycle nyctéméral), du tronc cérébral (signaux nerveux en provenance de la périphérie), de l'organe sous-fornical (senseur de la composition chimique du plasma), du système limbique (en relation avec l'état émotionnel de l'organisme). Cette multiplicité de signaux qui convergent vers le noyau paraventriculaire explique l'exquise sensibilité de l'axe corticotrope à de nombreuses influences, tant d'origine endogène qu'exogène. En retour, le cortisol exerce un rétrocontrôle sur l'axe par action sur l'hypophyse, l'hypothalamus et les centres nerveux supérieurs (MORMÈDE, 1995).

Les effets physiologiques du cortisol sont nombreux et complexes. Comme signalé précédemment, les effets métaboliques sont importants ; le cortisol exerce une action catabolique, essentiellement protéolytique, sur les tissus périphériques, et une action anabolique au niveau hépatique où il augmente, entre autres, la néoglucogenèse qui fournit à l'organisme de l'énergie immédiatement utilisable. En présence d'insuline, l'énergie en excès peut être stockée sous forme de lipides dans le tissu adipeux. Le bilan global, une augmentation du rapport lipides / protéines dans l'organisme (DEVENPORT *et al.*, 1989), n'est pas favorable à la production. Ces actions du cortisol expliquent les effets négatifs du stress ou d'une hyperactivité constitutive de l'axe corticotrope (d'origine génétique par exemple) sur la production et les caractéristiques de carcasse. Nous ne détaillerons pas ici les autres actions physiologiques du cortisol, sur le système immunitaire et les processus inflammatoires, le système cardiovasculaire, le système nerveux central (comportements consommatoires et émotionnels, capacités cognitives), en dépit de leur importance physiologique et physiopathologique évidente.

Chez le Porc, les principales sources de variabilité de l'axe corticotrope sont le cycle nyctéméral, l'influence des repas et les variations génétiques. En tant qu'espèce diurne, le Porc présente une activité maximale de l'axe corticotrope au cours de la journée et un minimum le soir. Ce cycle peut cependant être largement perturbé par le rythme de prise de nourriture, mais ces influences n'ont pas été complètement analysées. Par exemple chez la truie gestante qui reçoit un repas unique, nous avons montré que le cycle est très marqué, avec un petit pic supplémentaire au moment du repas (HAY *et al.*, 2000). Le porc chinois de race Meishan est le prototype d'un porc constitutivement hypercortisolémique, avec une vitesse de croissance lente et une carcasse très grasse (DÉSAUTÉS *et al.*, 1997, 1999). L'activité corticotrope est aussi sensible aux facteurs physiques tels que température et humidité (MARPLE *et al.*, 1972). Ces quelques exemples montrent bien qu'il ne faut pas faire de parallèle trop rapide entre production élevée de cortisol et état de stress. De fait,

la mesure des concentrations circulantes de cortisol au repos sont très peu informatives de l'état de l'animal.

La réponse au stress aigu peut être étudiée par la mesure de la libération d'ACTH et de cortisol, ainsi que par les effets biologiques du cortisol comme l'hyperglycémie ou les variations de la numération sanguine et de la formule leucocytaire. Comme le dosage du cortisol plasmatique est de réalisation facile, cette mesure est devenue l'élément phare du diagnostic des situations de stress. Quelques remarques s'imposent cependant pour replacer ce paramètre dans le contexte de l'évaluation du bien-être.

Les concentrations du cortisol circulant sont extrêmement sensibles aux stimulations de l'environnement. La simple exposition à un environnement nouveau est suffisante pour amener la cortisolémie à son niveau maximum (MORMÈDE et DANTZER, 1978). Ce type de 'stress' ne compromet pas nécessairement le bien-être de l'animal, la nouveauté représentant un rare stimulus d'éveil dans la vie globalement monotone de l'animal. Il est donc important d'évaluer l'intensité de la réponse, et le cortisol en constitue un mauvais indice. L'augmentation des concentrations d'ACTH avec l'intensité du stimulus (étudié expérimentalement par administration de doses croissantes de CRH) est beaucoup plus progressive (ZHANG, HENNESSY ET CRANWELL, 1990) et le dosage simultané de l'ACTH et du cortisol permet d'évaluer plus correctement l'intensité du stimulus.

L'utilisation du plasma pour le dosage du cortisol n'est pas sans poser de problème, en particulier chez le Porc, espèce chez laquelle il n'est pas facile d'obtenir du sang sans contraindre l'animal, ce qui est largement suffisant pour activer une réponse de stress chez l'animal lui-même, mais aussi chez les voisins en raison des vocalisations. Un travail important a été accompli depuis quelques années pour utiliser d'autres liquides biologiques, en particulier la salive et l'urine.

La salive est de collecte facile chez le Porc à partir d'un morceau de coton mâchonné. Les concentrations salivaires de cortisol suivent les concentrations de cortisol plasmatique libre. Elles sont faibles (5 à 10 % des concentrations plasmatiques) et un dosage spécifique et sensible se révèle donc nécessaire (voir par exemple COOK *et al.*, 1996 ; RUIS *et al.*, 1997).

Le cortisol et ses métabolites sont principalement excrétés dans l'urine (HAY et MORMÈDE, 1997a). Il est simple de prélever de l'urine sans perturbation des animaux, et la concentration urinaire a en outre l'avantage de représenter l'excrétion cumulée de cortisol entre deux mictions successives. Les concentrations mesurées sont donc peu sensibles aux variations rapides et cette approche apparaît donc particulièrement adaptée à l'étude des différences individuelles ou des modifications à long terme. En outre, on peut aussi mesurer dans l'urine les catécholamines et leurs métabolites qui sont un reflet de l'activité fonctionnelle du système nerveux autonome (HAY et MORMÈDE, 1997b).

La mise en évidence des remaniements de l'axe corticotrope en réponse au stress chronique repose sur l'utilisation de tests dynamiques de freinage et de stimulation. Le test de freinage

à la dexaméthasone, développé en clinique humaine pour mettre en évidence l'hyperactivité corticotrope qui accompagne une certaine proportion de cas de dépressions endogènes (CARROLL *et al.*, 1981), révèle la diminution de la sensibilité des récepteurs aux glucocorticoïdes. Un échappement à l'inhibition par la dexaméthasone a pu être montré, par exemple, chez des animaux soumis à une réduction de l'espace au sol (MEUNIER-SALAÜN *et al.*, 1987). La stimulation chronique se manifeste également par une augmentation de la sensibilité du cortex surrénalien à l'ACTH (RAMPACEK *et al.*, 1984 ; MEUNIER-SALAÜN *et al.*, 1987 ; VON BORELL et LADEWIG, 1989 ; JANSSENS *et al.*, 1994). On peut aussi utiliser le test de stimulation au CRH qui teste à la fois le niveau hypophysaire et corticosurrénalien (JANSSENS *et al.*, 1995). Tous ces tests dynamiques peuvent s'effectuer sur la base des mesures de cortisol sanguin ou urinaire (HAY *et al.*, 2000).

Le système nerveux autonome

Le système nerveux autonome règle le fonctionnement de tous les organes internes parmi lesquels le système cardiovasculaire, respiratoire, digestif, et les flux énergétiques. Au cours des réponses de stress, c'est surtout le système orthosympathique qui se manifeste, avec sa branche nerveuse noradrénergique et sa composante médullo-surrénalienne qui libère principalement l'adrénaline. Ces deux parties du système n'ont pas les mêmes effets physiologiques, du fait d'une activité différente des deux transmetteurs sur les différents récepteurs adrénérgiques. Ainsi, à l'exposition au froid, c'est essentiellement le système noradrénergique qui sera activé pour ses effets vasoconstricteurs et thermogéniques par mobilisation des réserves lipidiques, en particulier au niveau du tissu adipeux brun, alors qu'en réponse à l'hypoglycémie, l'adrénaline pourra mobiliser les réserves de glycogène pour réguler le taux de glucose.

Le dosage des catécholamines plasmatiques n'est pas de pratique courante chez les animaux domestiques, en raison de la difficulté technique de sa mise en œuvre et de l'extrême sensibilité des concentrations circulantes aux perturbations de l'environnement, dont la contention et la prise de sang. Plus récemment, nous avons mis au point le dosage des catécholamines urinaires (HAY et MORMÈDE, 1997b) et nous avons montré l'intérêt de ce dosage pour suivre l'activité du système sympathique dans le cadre des études sur le bien-être et la qualité de la viande (HAY *et al.*, 2000, 2001 ; FOURY *et al.*, 2005). La mise en évidence d'une activation sympathique fait essentiellement appel à ses effets physiologiques : augmentation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle, hyperglycémie, augmentation des acides gras libres plasmatiques. En particulier, la fréquence cardiaque est très utilisée pour suivre en temps réel l'activation sympathique, comme par exemple pendant toute la période qui précède l'abatage (mélange, transport, chargement et déchargement, période d'attente) (VILLÉ *et al.*, 1993 ; GRIOT et CHEVILLON, 1997). Tout l'équipement, dérivé de la clinique humaine, est disponible. Il faudra cependant tenir compte du fait que la fréquence cardiaque n'est pas seulement sensible aux influences émotionnelles, mais aussi à différentes influences telles la locomotion, l'activité physique ou la prise de nourriture.

Les modifications du système sympathique ont peu été étudiées chez le Porc soumis à un stress chronique. Dans ce but, on peut, par exemple, mesurer dans la glande surrénale une augmentation de l'activité des enzymes de synthèse des catécholamines par un mécanisme d'induction enzymatique (STANTON et MUELLER, 1976 ; ROBERTS *et al.*, 1996).

De la physiologie de l'adaptation au bien-être, exemple du sevrage précoce du porcelet

Les données obtenues récemment dans l'étude de la réponse des porcelets au sevrage précoce illustrent divers aspects de l'utilisation des paramètres physiologiques pour évaluer leur bien-être. La sélection de truies hyperprolififiques se traduit parfois par un nombre excessif de porcelets qui peuvent être sauvés, quand ils ne peuvent être adoptés par d'autres truies allaitantes, par un sevrage précoce à 5 jours, après ingestion du colostrum. La question est ouverte de savoir si cette pratique est acceptable en terme de bien-être de ces jeunes animaux qui ne sont pas préparés à ingérer de la nourriture solide avant la 3^e ou 4^e semaine, quand le porcelet reste sous la mère. De fait, un tel sevrage précoce induit un retard de croissance persistant, dû principalement à un jeûne complet pendant les deux premiers jours après le sevrage suivi d'un démarrage progressif de l'alimentation solide. Le cortisol et les catécholamines ont été dosés dans l'urine recueillie avant et pendant plusieurs jours après le sevrage (HAY *et al.*, 2001). Le cortisol urinaire était augmenté le lendemain du sevrage mais de retour aux valeurs mesurées chez les animaux témoins sous la mère dès le 5^e jour après le sevrage. Une telle activation transitoire de l'axe corticotrope par le sevrage a été montrée dans plusieurs études par la mesure des taux circulants. Comme cette activation n'est que de courte durée, ce résultat tendrait à montrer que le sevrage précoce n'induit pas une contrainte particulièrement forte chez le jeune porcelet. Cependant, la mesure des catécholamines urinaires donne un schéma très différent. Le sevrage précoce induit une chute profonde et immédiate des niveaux de noradrénaline, qui ne retournent pas au niveau témoin avant la fin de la 2^e semaine après sevrage, ainsi qu'une chute retardée (mesurable le 9^e jour après sevrage) mais durable des niveaux d'adrénaline.

L'interprétation de ces résultats doit se référer aux effets métaboliques des catécholamines. La noradrénaline produit de la chaleur en mobilisant les réserves lipidiques. Le système noradrénergique est donc activé au froid pour maintenir la température centrale, ainsi que pour brûler les excès d'ingérés caloriques afin de maintenir constant le poids corporel. Le mécanisme inverse est mis en jeu lors d'un déficit énergétique tel que produit, dans le cas présent, par une diminution de l'ingestion alimentaire. La mise en veille du système noradrénergique permet d'économiser l'énergie métabolique qui fait défaut (STEFANOVIC, BAYLEY et SLINGER, 1970). De fait, la chute de production d'énergie métabolique est compensée par une thermorégulation comportementale qui se manifeste par l'augmentation du nombre des porcelets sous la lampe à infrarouges (ORGEUR *et al.*, 2001). L'adrénaline, quant à elle, est principalement mise en jeu pour mobiliser les réserves glu-

cidiques. Bien que cette interprétation reste à vérifier expérimentalement, on peut penser que sa sécrétion se maintient pendant quelques jours après le sevrage, tant qu'il reste des réserves à mobiliser, puis sa sécrétion décline car ses effets cataboliques deviennent préjudiciables.

Quelles conclusions peut-on tirer de ce travail sur les approches physiologiques de la réponse adaptative et au-delà, du bien-être animal ?

Tout d'abord, la réponse physiologique d'adaptation est multidimensionnelle. L'intensité et la cinétique de la réponse du cortisol, de l'adrénaline et de la noradrénaline sont très différentes et il faut donc obtenir une information la plus large possible pour avoir une vision correcte des processus en jeu. L'intensité de la réponse du système nerveux sympathique montre bien que les conséquences fonctionnelles du sevrage précoce sont profondes et durables, alors même que l'activité corticotrope est retournée à son niveau contrôlé. Le dosage des hormones dans l'urine permet d'appréhender les différentes dimensions de la réponse adaptative.

Ensuite, les variations observées au niveau du fonctionnement des systèmes neuroendocriniens doivent être interprétées dans le cadre de leurs actions physiologiques, et il n'est pas inutile de rappeler ici que ces systèmes sont avant tout en charge des régulations métaboliques et qu'ils sont donc sensibles à toutes influences mettant en jeu des ajustements de flux d'énergie (activité physique, conditions d'environnement, facteurs nutritionnels par exemple), et pas seulement aux stimulations de nature émotionnelle.

Ce travail montre aussi l'intérêt de mener des études associant les approches physiologiques et comportementales. La confrontation des résultats de ces deux grandes modalités de la réponse adaptative permet de mieux comprendre l'ensemble du processus.

Finalement, si les études physiologiques peuvent attester de la réalité, de l'intensité et de la durée de la réponse au sevrage précoce, son acceptabilité en termes de bien-être des porcelets reste très largement hors du champ de la biologie. Le physiologiste peut tout au plus apporter des aides à la décision.

• APPROCHE COMPORTEMENTALE

Introduction

Dans les sciences animales, l'éthologie appliquée apparaît la discipline la plus associée au questionnement sur le bien-être animal. Elle s'inscrit en effet dans l'étude du comportement des animaux sous la dépendance de l'homme, que cela soit à la ferme, dans les laboratoires, les parcs zoologiques ou à propos des conditions de conservation d'espèces sauvages. Il est généralement admis que la publication du livre *Animal machines* par HARRISON en 1964, a joué un rôle pivot dans l'émergence du questionnement sur le bien-être des animaux de ferme. La critique des pratiques intensives développées en production animale mettait l'accent non seulement sur le bien-être mais aussi sur l'utilisation de substances pharmacologiques, sur la qualité des produits et sur

l'esthétique des élevages modernes. En réponse à cette argumentation, un comité technique requis par le gouvernement britannique s'est penché sur les points spécifiques au bien-être des animaux. Il a mis l'accent sur la liberté de mouvement et a reconnu que les animaux pouvaient faire l'expérience de douleur, de souffrance, de stress et d'émotions telles que la frustration. La rédaction du rapport BRAMBELL (1965) par ce comité a identifié clairement l'étude du comportement comme un facteur clé du questionnement sur le bien-être. Le rapport révisé par le « Farm Animal Welfare Committee » du Royaume-Uni (FAWC, 1993) est classiquement cité sous l'intitulé des cinq libertés qui intègre les besoins physiologiques de base, le confort physique, l'hygiène, le comportement et la notion d'émotions :

- absence de faim, soif et malnutrition par un libre accès à l'eau fraîche et un régime alimentaire maintenant la santé et la vigueur de l'animal ;
- disponibilité d'un environnement adapté, procurant protection et zone de repos confortable ;
- absence de douleur, de blessure et de maladie par la prévention, un diagnostic rapide et un traitement ;
- liberté d'exprimer le comportement normal en apportant un espace suffisant, des logements propres et la compagnie de congénères du même type ;
- absence de peur et de détresse en assurant des conditions évitant une souffrance mentale.

À la suite du rapport Brambell, la société internationale d'éthologie appliquée a été créée visant à promouvoir les échanges d'information au sein de la communauté des vétérinaires, mais aussi avec les chercheurs concernés par le comportement et le «well-being» des animaux (PETHERICK et DUNCAN, 1991). Une société scientifique reconnaissait ainsi que la question du bien-être pouvait être prise en charge par l'éthologie appliquée. De nombreuses recherches ont été alors entreprises sur le comportement des animaux de ferme. L'évolution des recherches montre qu'elles ont été ciblées, dans un premier temps, sur l'évaluation du bien-être en utilisant le comportement comme critère de mesure d'un état de confort ou d'inconfort, tandis qu'elles évoluent plus récemment sur des investigations visant à comprendre les mécanismes biologiques sous-jacents aux problèmes de bien-être. L'accroissement des travaux sur les états mentaux, les capacités cognitives et les processus de motivation illustrent cette évolution (GONYOU, 1994 ; RUSHEN, 2003 ; DAWKINS, 2004).

L'appréciation du bien-être, du point de vue de l'animal et sur un plan éthologique, repose donc sur l'acceptation que le bien-être d'un animal est un état subjectif, dépendant de la perception que cet animal a de son monde extérieur. L'existence de représentations mentales chez les animaux (au moins chez certains d'entre eux comme les mammifères), a été proposée par Tolman et coll. dès les années 30 (revue dans HALL *et al.*, 1998). L'enjeu des travaux de recherche est d'apprécier cet état de manière objective, à travers différentes approches : description des activités comportementales, ergonomie, mesure de l'inconfort, mesure des préférences, analyse des capacités cognitives et émotionnelles des animaux.

Avant de rentrer dans le vif du sujet, il convient de rappeler les concepts classiquement utilisés en éthologie, et sur lesquels s'appuient les recherches sur la notion de bien-être. Il est également important de rappeler les caractéristiques biologiques du porc, qui constituent le préambule de la recommandation européenne sur la protection des animaux dans les élevages (European Council Report 9762/04). Ce préambule illustre les bases des cinq libertés précédemment citées. Enfin, nous développerons plus précisément l'approche méthodologique, tout en dégageant une réflexion sur les limites des méthodes et des critères retenus ainsi que sur l'interprétation des résultats qui en découlent pour l'évaluation du bien-être animal.

Le comportement : un message pour comprendre les relations que l'animal entretient avec son milieu de vie

Le comportement se caractérise par l'ensemble de réactions (ou réponses) et d'actions d'un organisme vis-à-vis de son environnement. Plus finement, l'analyse va s'intéresser à l'enchaînement d'actes moteurs (coordination motrice) qui tend à adapter le sujet à une situation telle qu'il la perçoit et à un moment donné. Ces définitions soulignent l'interaction de l'individu avec son environnement et la reconnaissance d'états mentaux à la base de l'expression des comportements. L'individu structure et mémorise son environnement en faisant appel à ses capacités sensorielles, émotionnelles et cognitives. La coordination motrice des actes s'inscrit par ailleurs dans une dimension spatio-temporelle

Dans l'appréciation du bien-être des animaux, les indicateurs comportementaux vont permettre de détecter des modifications de l'activité motrice ou de la réactivité comportementale de l'animal, dans son milieu de vie ou en situation de tests standardisés. La nature des réponses observées traduit un état psychophysiologique sur un gradient allant du confort à l'inconfort. Les indicateurs comportementaux utilisés renvoient à des notions classiquement utilisées en éthologie, qui seront illustrées dans les paragraphes suivants :

- *les processus motivationnels* : ils sous-tendent l'engagement d'un animal dans une activité comportementale spécifique au détriment d'autres activités; on parlera ainsi de motivation alimentaire, de motivation d'investigation, de motivation sociale ; ces processus motivationnels renvoient aussi à la notion de choix par une orientation d'intensité variable vers l'objet du choix, un partenaire social familier ou non familier, par exemple ;

- *les processus d'apprentissage* : ils correspondent à des changements relativement stables du comportement ou des activités psychologiques, attribuables à l'expérience du sujet, à l'exclusion des phénomènes de maturation ou de fatigue ; l'animal peut ainsi apprendre à répondre plus ou moins à un stimulus présenté de manière répétée ou faire des associations entre divers événements au cours d'expériences aléatoires ; le sujet mémorise de nouvelles informations qui seront prises en compte à divers degrés dans l'ajustement aux événements ou contextes rencontrés ultérieurement ;

- *les processus d'attachement* : ils impliquent le développement de liens d'affinité de nature parentale (lien mère-jeune) ou filiale (relations au sein d'une fratrie) mais aussi entre individus de différentes origines mais familiaux (lien au sein des groupes sociaux non apparentés) ;

- *la réactivité émotionnelle* qui est associée à une susceptibilité des animaux à manifester des réactions émotionnelles à une situation déclenchante (BOISSY, 2005). L'émotion comprend à la fois une composante somato-motrice (posture et activité), une composante autonome (réponse viscérale et endocrinienne) et une composante subjective (vécu émotionnel évalué par les réponses comportementales et physiologiques de l'animal). La réactivité émotionnelle constitue une des facettes du tempérament de l'animal. Celui-ci est un ensemble de caractéristiques comportementales et physiologiques d'un individu, présent tôt dans la vie et stable entre situations et dans le temps, incluant par exemple la réactivité émotionnelle mais aussi l'agressivité ou la motivation sociale.

Caractéristiques biologiques de l'espèce porcine

La domestication du porc sauvage (*Sus scrofa*) remonte à plus de 5000 ans. La sélection au cours des deux cents dernières années a induit des changements majeurs sur la taille, les performances de croissance et de reproduction sans toutefois supprimer un certain nombre de caractéristiques et d'aptitudes comportementales originelles, comme cela a été montré dans des travaux sur des porcs domestiques retournés à l'état sauvage ou placés dans des conditions semi-naturelles (STOLBA et WOOD-GUSH, 1984). Ces animaux ont ainsi une activité essentiellement diurne. Ils présentent des possibilités de régulation thermique limitées, dépendantes de bains de boue à des températures élevées, tandis qu'à des températures faibles ils montrent des comportements d'agrégation ou recherchent de zones protégées. Les porcs sont omnivores et consacrent une part importante de leur activité à la quête de nourriture. Ils montrent une activité de fouille marquée, même lorsqu'ils sont rassasiés. Les porcs sont des animaux grégaires. Ils forment des groupes stables, dans lesquels une structure sociale de type hiérarchie de dominance-subordination, favorable à la limitation d'échanges agressifs physiques intenses entre les animaux. Le comportement maternel se caractérise par un isolement de la femelle quelques jours avant la mise-bas, associé à la construction d'un nid, à proximité duquel la truie reste pendant environ 10 jours. Dans les conditions d'environnement naturel, le sevrage intervient autour de 10-12 semaines après la parturition. L'espace occupé par l'animal comprend des aires de repos éloignées des aires de fouissage et de déjection.

De telles caractéristiques comportementales sont observées en partie dans des conditions d'élevage intensif sous des formes d'expression plus ou moins complètes, si les conditions d'environnement le permettent (STOLBA, 1981). Les caractéristiques de l'espèce peuvent aussi apparaître partielles, voire absentes dans le cas de restriction drastique de l'espace physique, d'un appauvrissement du milieu de vie en éléments de

stimulation, d'une modification des groupes sociaux, d'une pression de sélection en défaveur de l'expression de certains traits comportementaux, les aptitudes maternelles par exemple.

Approche éthologique de la notion de bien-être : outil méthodologique et de réflexion

L'approche éthologique s'inscrit à deux niveaux. Une première approche consiste en l'enregistrement de l'activité comportementale de l'animal dans son milieu de vie, l'objectif étant de vérifier les modalités d'expression du répertoire comportemental, l'absence d'activités anormales et les manifestations émotionnelles de nature positive ou négative. La seconde approche consiste à soumettre l'animal à des situations de tests, contrôlées par l'expérimentateur, dans lesquelles les paradigmes testés contribuent à l'analyse des processus sous-jacents à l'expression motrice des comportements, processus de nature sensorielle, cognitive, émotionnelle, motivationnelle, et sociale. Ces deux approches peuvent se traduire sous la forme de deux questions : "les animaux sont-ils dans de bonnes conditions de santé physique et psychologique ? et que veulent les animaux ?" (DAWKINS, 2004).

Les animaux sont-ils dans de bonnes conditions de santé physique et psychologique ?

Observation

L'observation de l'animal dans son milieu de vie est largement utilisée dans le cadre des études visant à la comparaison de milieux de vie se différenciant par un seul ou plusieurs éléments de l'environnement physique, social ou alimentaire. Elle permet de souligner les comportements associés aux différentes modalités de l'élément testé. Le comportement de thermorégulation est l'exemple type : les porcs se couchent en contact physique étroit lors de l'activité de repos à une température ambiante faible, tandis qu'ils se dispersent quand la température est élevée. L'étude des activités comportementales permet également une évaluation de systèmes d'élevage, du point de vue du bien-être de l'animal. Ce point constitue un des facteurs d'évolution des systèmes de production porcine (DOURMAD *et al.*, 2006).

Dans les deux cas, les observations mettent l'accent sur l'expression du répertoire comportemental et sur la manifestation potentielle de troubles comportementaux, tels que des comportements redirigés vers un substrat inadéquat ou de nature stéréotypée. Ce type de travaux se réfère au comportement normal de l'espèce. Les travaux menés par JENSEN (1991) sur des porcs domestiques, élevés en conditions semi-naturelles, ont contribué à formuler des bases de l'expression du répertoire comportemental de l'espèce domestique. Néanmoins, il apparaît nécessaire de vérifier comment ce répertoire se décline dans des environnements d'élevage plus conventionnels, avec l'objectif d'identifier l'absence ou la modification des comportements observés. Cette démarche soulève la notion de besoins : doit-on considérer qu'il est nécessaire pour un animal d'exprimer le maximum de comportements de son répertoire, ou seulement certains comportements reconnus comme essentiels ? La notion de

besoins comportementaux se distingue de celle des besoins physiques dans le sens où c'est la manifestation du comportement qui est importante, plus que les conséquences physiques induites, et que l'absence de cette manifestation pourrait induire une souffrance psychologique (DAWKINS, 1983). Cette distinction fait écho à la notion de motivation, qui a fait l'objet de nombreuses discussions depuis le modèle traditionnel de LORENZ (1981), basé sur l'implication de facteurs internes. L'intervention de facteurs externes dans la motivation est également avancée, en suggérant que les comportements motivés par des facteurs internes ont une valeur pour le bien-être animal, à l'inverse des comportements sous la dépendance de facteurs externes considérés de moindre importance (HUGHES, 1980).

Expression du répertoire comportemental

Une approche globale consiste en une analyse du **budget-temps**, qui décrit le temps consacré à différentes activités dont la liste et la description constitue l'éthogramme. Le temps de référence est variable, couvrant selon les études, une partie ou l'ensemble de la phase diurne, voire le nycthémère. La proportion entre les différentes activités permet de souligner les activités principales, ainsi que le déficit ou l'excès d'une activité par rapport aux caractéristiques comportementales de l'espèce. Il ressort que l'activité de repos est majoritaire, quelles que soient les conditions de vie du porc. En revanche, la part consacrée à l'activité physique et la diversité des activités comportementales, varient selon le degré d'enrichissement du milieu (STOLBA, 1981). L'orientation des changements observés permet de souligner l'émergence d'une difficulté ou, à l'inverse, la possibilité pour l'animal d'exprimer la diversité de son répertoire comportemental.

Les travaux sur l'enrichissement du milieu de vie mettent ainsi l'accent sur l'importance de **comportements « redirigés »** en l'absence de substrat d'investigation dans le milieu. Ceci se traduit par une réorientation de l'activité d'investigation, en particulier vers les congénères, en l'absence de substrats appropriés au mâchonnement et à la fouille, comme la litière ou des objets récréatifs (LYONS *et al.*, 1995 ; BEATTIE *et al.*, 2000 ; SCOTT *et al.*, 2005 ; VAN DE WEERD *et al.*, 2005 ; TUYTTENS, 2005). En parallèle de ce constat, il ne faut pas oublier que la manifestation de contacts physiques avec les congénères, sous la forme d'actes de mordillement, fait partie des modalités d'expression des liens sociaux chez les porcs. Aussi, l'interprétation de ces actes doit-elle tenir compte du contexte et de leur intensité, pour conclure à l'effet défavorable du facteur de l'environnement testé. On peut retenir néanmoins que l'appauvrissement du milieu de vie constitue un facteur favorable au développement de comportements redirigés sur les partenaires sociaux. Une fréquence particulièrement élevée de mordillement d'oreilles ou de queue, associée à des facteurs critiques de nature alimentaire (déséquilibre nutritionnel de la ration) ou abiotique (température, ventilation, densité inadéquate), peut être à l'origine du développement du cannibalisme défavorable à la santé et au bien-être de l'animal (SCHRODER-PETERSEN et SIMONSEN, 2001).

Une analyse détaillée des comportements d'investigation, en réponse à l'enrichissement du milieu par l'apport de litière ou d'objets récréatifs, montre que l'intérêt des animaux vis-à-vis de ces deux types de support apparaît plus marqué dans le cas du premier. Toutefois la prédominance actuelle des sols sur caillebotis total ou partiel dans les élevages porcins a motivé des travaux de recherche sur l'efficacité d'objets récréatifs pour réduire des comportements redirigés. Il apparaît une diminution, au cours du temps de leur utilisation, associée à une familiarité croissante vis-à-vis de l'objet qui réduit son attractivité (SCHAEFFER *et al.*, 1990). Par ailleurs, les objets suscitant l'attention des animaux ont la propriété d'être mâchés ou déformés, ce qui les rend destructibles au cours du temps (VAN DE WEERD *et al.*, 2003). Ceci souligne qu'au-delà du temps passé sur le substrat proposé, une analyse plus précise de l'activité d'investigation des animaux montre leur préférence pour des substrats déformables, et que le recours à des objets peut répondre à la motivation des animaux, à condition d'assurer un renouvellement régulier de ces objets.

Une analyse fine des comportements peut rendre compte aussi **du caractère stéréotypé de certaines activités**, qui est classiquement associé à un trouble du comportement et à la manifestation d'une atteinte au bien-être de l'animal. Une activité stéréotypée se traduit par une séquence d'un nombre limité d'actes moteurs, répétés dans le temps sous une forme invariable et propre à chaque animal (ODBERG, 1978; revue dans LAWRENCE et RUSHEN, 1993). Cet aspect peut être illustré par les travaux conduits chez les truies gestantes soumises à une restriction alimentaire. Les résultats s'accordent sur le caractère stéréotypé d'une activité orale, étroitement liée au niveau de restriction alimentaire imposé à l'animal et intervenant pendant la période précédant et suivant la distribution de la ration alimentaire (LAWRENCE et TERLOUW, 1993). Cette activité, associée à la frustration alimentaire, peut être modulée en modifiant plus particulièrement le régime alimentaire incluant l'aliment ainsi que les modalités de distribution. Le recours à des rations alimentaires enrichies en fibres végétales ou la distribution d'éléments fibreux sous forme de paille induit une diminution de l'activité stéréotypée. L'intensité des effets observés apparaît néanmoins sous la dépendance de facteurs liés aux individus (parité) et à l'aliment (taux et nature des fibres végétales utilisés (MEUNIER-SALAÜN, EDWARDS et ROBERT, 2001). Malgré cette réduction, l'activité stéréotypée subsiste, ce qui renvoie au débat sur l'interprétation des activités stéréotypées au regard du bien-être.

L'utilisation de l'espace par l'animal : approche ergonomique

Pour assurer le bien-être des animaux, il est important d'évaluer l'adéquation entre leurs besoins spatiaux et la surface allouée ou les aménagements proposés au sein de la loge. Les besoins en espace de l'animal peuvent être déterminés par des études ergonomiques, prenant en compte la taille, la posture et les mouvements des animaux. Des travaux ont ainsi proposé, à partir d'une approche allométrique, les valeurs minimum standard de surface corporelle tenant compte du poids des animaux (PETHERICK, 1983; BAXTER, 1984). De telles valeurs ont servi de références dans l'élaboration des directives euro-

péennes 2001/88/EC, 2001/93/EC sur les conditions minimales d'élevage des porcs. Néanmoins, ces valeurs restent théoriques, comme le montrent les études sur l'impact des surfaces allouées aux animaux sur le comportement spatial des animaux.

Au-delà des dimensions physiques de l'animal, les activités comportementales génèrent des besoins spécifiques, de nature dynamique pour la réalisation des déplacements et des mouvements, et de nature sociale dans la manifestation des interactions sociales. Il a été clairement montré que les besoins dynamiques sont sous la dépendance de facteurs d'ambiance (température, humidité). On peut citer l'exemple de la répartition des surfaces entre les zones de repos et les aires utilisées pour les comportements d'élimination (défécation et miction), qui traduit le niveau de confort du milieu de vie. En situation de thermoneutralité, le porc dissocie une zone de repos et une zone de déjection (OLSEN, DYBKJAER et SIMONSEN, 2001). Les animaux soumis à de fortes températures ne présentent pas cette dissociation, l'ensemble de la loge étant souillée par les excréments des animaux. Les animaux adoptent par ailleurs une posture de coucher sur les flancs et limitent les contacts physiques avec les autres membres du groupe, contacts classiquement observés pendant les phases de repos. Ces réponses comportementales soulignent la capacité des animaux à modifier leur environnement pour répondre à leurs besoins de thermorégulation. Néanmoins, une restriction excessive de l'espace total de la loge peut constituer une contrainte supplémentaire limitant les possibilités de réponse de l'animal et créant ainsi une situation d'inconfort et de qualité hygiénique des sols défavorables à sa santé. Cet exemple illustre la possibilité pour l'éleveur de considérer le comportement des animaux comme le signal d'une situation défavorable au confort du porc. De tels résultats sont pris en compte dans le débat réglementaire sur l'impact des types de sol sur le bien-être du porc, les sols sur caillebotis étant fortement remis en question par l'absence de substrat de manipulation. On arrive à des paradoxes réglementaires, avec d'un côté, la préconisation de logement sur litière pour répondre aux besoins d'investigation des porcs et de l'autre, des difficultés pour assurer une thermorégulation efficace chez des porcs soumis à des températures très élevées classiquement enregistrées dans les pays européens du sud. La prise en compte des comportements comme indicateurs de bien-être montre bien la nécessité de couvrir l'ensemble des activités des animaux et le contexte dans lequel elles se réalisent.

L'expression des liens sociaux

L'étude du comportement social chez le porc domestique a permis de mettre en évidence d'une part, des périodes privilégiées pour l'établissement des liens sociaux, d'autre part, les troubles associés à certaines pratiques d'élevage. C'est le cas du lien mère-jeune qui s'établit spontanément au cours des premières 48 h de vie. La pratique des adoptions de porcelets au-delà de cette période par des truies, autres que la mère, favorise l'expression d'une agressivité de la truie vis-à-vis des porcelets étrangers, ainsi qu'une fréquence plus élevée de séquences d'allaitements interrompues. Les travaux sur l'âge au sevrage soulignent aussi les perturbations pro-

voquées par la précocité de cet événement, en particulier dans le cas d'un sevrage à 6 jours de vie appliqué à des porcelets surnuméraires. Les perturbations se traduisent par l'émission de cris et des comportements de succion re-dirigés vers les congénères, qui n'apparaissent pas chez les animaux sevrés plus tardivement (revue dans ORGEUR *et al.*, 2002).

Les capacités d'adaptation des animaux sont également sollicitées lors des phases de regroupements d'individus de différentes origines, au sevrage ou lors de l'entrée dans les bâtiments d'engraissement. L'analyse des comportements décrit l'installation d'une hiérarchie sociale au sein des groupes, qui est à la base du fonctionnement du groupe. Son rôle apparaît en particulier lors de la phase alimentaire au cours de laquelle la restriction de l'espace à l'auge va induire une compétition en défaveur des animaux de rang social inférieur. Une instabilité sociale dans les groupes de porcs contribue à une exacerbation des comportements agressifs, avec un risque accru de blessures, accompagnée plus généralement d'une forte sollicitation des réponses physiologique de stress chez les animaux de rang social inférieur. De nombreuses études ont été ainsi menées aussi bien chez les porcs en croissance que chez les truies gestantes, pour réduire l'intensité des conflits au moment du regroupement et pour atténuer les effets de la compétition sociale dans l'accès aux ressources alimentaires ou spatiales (BARNETT *et al.*, 2001 ; MEUNIER-SALAÛN *et al.*, 2002 ; COURBOULAY, MEUNIER-SALAÛN et ROUSSEAU, 2002). La mise en place d'une protection physique des animaux pendant la phase alimentaire, de zones de retrait dans le cas de conflits, d'un enrichissement de l'environnement par l'apport de substrats d'investigation constitue des voies d'amélioration du bien-être par la limitation des difficultés rencontrées par l'animal.

Identification des états mentaux

Au-delà des relations entre l'expression comportementale et les conditions d'entretien des animaux, l'étude du bien-être animal dans les espèces domestiques est associée à la reconnaissance d'états mentaux et à son statut d'être sensible doué d'émotions (BOISSY, DESIRE et VEISSIER, 2002) : les animaux ont une représentation de leur environnement modulée d'une valeur affective. L'approche éthologique, par une analyse des comportements moteurs et vocaux, renseigne sur les situations sensorielles et émotionnelles ainsi que sur les capacités cognitives des porcs. Elle constitue aussi un moyen indirect de l'étude des états mentaux, en l'absence de langage verbal. Nous illustrerons notre propos par des travaux conduits sur la motivation, les capacités d'apprentissage et les émotions des porcs.

Qu'est ce qui motive l'animal ?

Deux techniques sont utilisées pour la mesure de la motivation chez l'animal. La première consiste en la détermination des préférences, en faisant l'hypothèse que le choix de l'animal vise à la satisfaction de ses besoins, lui procure une expérience de nature positive et par voie de conséquence, est synonyme de bien-être. La seconde utilise une procédure de conditionnement opérant dans laquelle l'animal doit exécuter une tâche pour obtenir l'objet de son choix, avec pour hypo-

thèse, que l'intensité du travail fourni traduit le degré de motivation et donc, l'importance accordée par l'animal à l'objet du choix. Ces techniques sont un moyen d'identifier la valeur attribuée par les animaux aux objets des choix, à un niveau qualitatif (l'animal préfère-t-il la lumière à l'obscurité ?) et quantitatif (quelle est l'importance de la lumière par rapport à d'autres stimulus ou en fonction du travail à fournir ?). La question est posée directement à l'animal. Elle vise à identifier objectivement les ressources qui peuvent améliorer son bien-être, contrairement à l'écueil de l'anthromorphisme qui décide de ce qui est bien ou mal pour l'animal. Dans ces deux approches, le concept d'élasticité, emprunté aux théories économiques du principe coût-bénéfice, est utilisé pour évaluer si le choix exprimé doit être considéré comme un luxe ou une nécessité (revue dans DAWKINS, 1983).

Les travaux de TORREY et WIDOWSKY (2006) définissent ainsi, à partir de tests de choix binaires, les critères de choix pour deux de trois abreuvoirs testés : bonne visibilité et accès facile à l'eau. Chez des porcs en croissance disposant de trois types de sols, les animaux privilégient un sol de type caillebotis à température élevée, tandis qu'ils recherchent la litière à faible température (DUCREUX *et al.*, 2002). A l'aide d'une technique de conditionnement opérant, BALDWIN et MEESE (1977) décrivent la possibilité chez le porc de contrôler son environnement physique en appuyant sur un panneau ou en interrompant un rayon infra-rouge qui commande la température ou l'éclairage. BALDWIN et START (1985) montrent ainsi que les porcs travaillent pour une durée d'éclairage de 13 heures par jour à un niveau de 110 lux, contre 15 heures à un niveau de 10 lux. Dans le cas d'épreuves de conditionnement où l'obtention d'une récompense alimentaire ou spatiale est dépendante d'un travail croissant de la part de l'animal, les porcs ne montrent pas une demande accrue d'espace quand le travail devient important, à l'inverse de la récompense alimentaire dont la demande est relativement indépendante du travail à fournir (MATTHEWS et LADEWIG, 1994).

La revue des travaux sur l'étude des préférences par des tests de choix ou les techniques de conditionnement opérant, souligne la manifestation de préférences chez l'animal, mais avec une modulation des réponses en fonction de nombreux facteurs : la procédure expérimentale (choix binaire ou multiple, nature et intensité du travail), les conditions d'environnement physique et social, les caractéristiques psychophysiques et l'expérience des animaux (BLANCHE-TEAU, 1975 ; DUNCAN, 1978 ; GONYOU, 1994 ; JENSEN *et al.*, 2004). Il est fort probable aussi que dans les épreuves de préférence, les animaux répondent selon des choix à court terme. Un élément jugé positif à court terme peut s'avérer négatif à long terme. Il serait donc hasardeux de tirer des conclusions en matière de bien-être, uniquement à partir de choix à court terme. Il faut tenir compte aussi des conflits de motivation auxquels peut être soumis l'animal dans les conditions d'entretien imposées par l'homme. Ceci peut être illustré par la double question : est-il préférable pour le porc d'être seul dans un espace optimal à ses besoins physiques ou en groupe avec une restriction de l'espace individuel, mais favorable aux interactions

sociales ? L'échelle des préférences et les règles de décision de l'animal restent à évaluer pour mieux cerner la notion de bien-être chez l'animal et les conditions favorables à son respect dans un environnement construit par l'homme.

Que peut apprendre l'animal ?

Le développement de dispositifs pour la distribution automatique de l'aliment, chez les truies gestantes logées en groupe, nécessite de la part de l'animal un apprentissage rapide de l'utilisation de ce dispositif, pour répondre à ses besoins alimentaires. Les travaux sur les facteurs favorables à cet apprentissage, soulignent la nécessité d'accompagner les animaux qui présentent des difficultés du fait d'une réaction de peur à l'entrée dans le dispositif ou d'une éviction par les animaux dominants (PLACE *et al.*, 1995 ; COURBOULAY, MEUNIER-SALÄUN et ROUSSEAU, 2002). Les difficultés d'apprentissage peuvent être ainsi associées à un état ou une situation de stress, ce qui constitue un élément pertinent dans l'évaluation du bien-être de l'animal.

Les travaux sur la relation homme-animal décrivent aussi une aptitude des porcs à développer des réactions de peur à l'approche de l'homme, en réponse à des interventions humaines de type aversif avec la possibilité d'une dégradation des performances de production (HEMSWORTH, 2003). L'évaluation du bien-être de l'animal passe par une identification des facteurs favorables à un lien harmonieux entre l'animal et l'homme. Elle conduit, par exemple, à limiter l'impact de manipulations aversives inhérentes à certaines interventions de type prophylaxie. De nombreuses questions restent en suspens sur la relation homme-animal, la majeure partie des travaux ayant mis l'accent sur la communication tactile. Nous pouvons citer des questions relatives à la capacité des animaux à différencier les personnes rencontrées, à l'influence des interactions non tactiles, aux relations entre la personnalité du soigneur et le comportements des animaux.

Quels états émotionnels chez l'animal ?

L'évaluation du bien-être de l'animal concerne également l'analyse de ses émotions, qui inclut sa capacité, non seulement à limiter les émotions négatives (peur, frustration), mais aussi à rechercher des sensations positives (plaisir et confort). Pendant longtemps, les travaux se sont attachés à caractériser la réactivité émotionnelle des animaux, essentiellement sur le volet négatif. Les animaux étaient soumis à des situations considérées par l'expérimentateur comme de nature anxiogène, et les comportements observés étaient inférés à une expérience émotionnelle représentative de la peur. Une approche novatrice a été proposée ; elle s'inspire des théories de l'« appraisal » en psychologie cognitive des émotions chez l'homme et part du principe qu'une émotion naît de l'interprétation que se fait l'animal de la situation déclenchante (SHERRER, 1987, revue dans BOISSY, 2005). Chez l'homme, trois composantes sont retenues pour définir l'émotion (DANTZER, 1988) : une composante subjective (expérience émotionnelle : le ressenti), une composante somato-motrice (posture et activité) et une composante autonome (réponse viscérale et endocrinienne). BOISSY (2005) soulève le problème de l'interprétation des émotions

avec la seule prise en compte des deux dernières composantes motrices. Néanmoins, la difficulté est d'apprécier la composante subjective accessible par la communication verbale chez l'homme et par voie de conséquence, non directement mesurable chez l'animal. La méthode proposée pour pallier cette difficulté est d'établir un parallèle entre d'une part, des profils réactionnels comportementaux et physiologiques et d'autre part, les caractéristiques de la situation déclenchante définie en fonction de son caractère nouveau ou hédonique, de la concordance entre la situation et les attentes de l'animal, et de la possibilité d'action offerte à l'animal. Ces caractères renvoient à une composante cognitive des émotions, qui caractérise l'évaluation de la situation par l'individu (SHERRER, 1987). Par cette nouvelle approche, il s'agit de montrer si des processus cognitifs simples d'évaluation, identifiés chez l'homme (nouveau, soudaineté, prévisibilité, agrément de l'événement, correspondance aux besoins ou attentes de l'individu et possibilité de contrôle) sont pertinents pour l'animal et permettent de décrire des états émotionnels reconnaissables par des altérations comportementales et des modifications neuroviscérales concomitantes (Réseau de recherches fédérées « Émotion-Cognition », BOISSY, 2005). Si l'on se réfère aux travaux engagés chez les ovins, ce type d'études reste, chez le porc, encore limité aux réponses à la soudaineté et la nouveauté.

Malgré la difficulté de la démarche, les travaux engagés sont porteurs d'une meilleure appréciation des processus émotionnels et, par voie de conséquence, d'une meilleure définition du bien-être du point de vue de l'animal. Ce type de travail peut également contribuer à identifier les caractéristiques génératrices d'émotions dans les situations concrètes de l'élevage et par voie de conséquence, à promouvoir des conditions de vie respectueuses du bien-être des animaux.

• CONCLUSION

Le bien-être est un concept multidimensionnel, tant par ses facteurs de causalité que par la nature des réponses utilisées pour le caractériser.

L'interaction entre l'animal et son milieu de vie, dans ses composantes physiques ou sociales, constitue le ciment de cet état de bien-être. Cet état peut se caractériser par des situations ressenties comme agréables ou désagréables, les secondes étant le plus souvent mises en exergue dans les travaux sur le dossier du bien-être. Pour exemple, dans les conditions d'élevage, on peut citer l'inconfort physique lié à une restriction drastique de l'espace de repos, la frustration comportementale en l'absence de substrat favorable au comportement d'investigation ou liée à une restriction alimentaire, les perturbations sociales dues à la promiscuité ou à l'isolement vis-à-vis de congénères, une relation homme-animal synonyme de peur, une souffrance induite par une atteinte pathologique...

La nature des réponses pour caractériser cet état de bien-être est diverse, empruntée aux domaines de l'éthologie, de la physiologie, de la zootechnie et de la santé. Pour chaque domaine, une diversité d'approches est disponible. Du point de vue de l'éthologiste, l'appréciation d'un état de bien-être

chez l'animal est double. Il s'agit de décrire l'expression du répertoire comportemental en tenant compte du contexte spatio-temporel au moment de l'observation chez le porc et d'identifier les mécanismes sous-jacents de nature motivationnelle, cognitive et émotionnelle à l'expression des comportements. Dans l'optique de l'élaboration au niveau européen d'un outil de diagnostic du bien-être en élevage de production, les travaux éthologiques menés sur le dossier du bien-être fournissent la base des procédures et des critères les plus pertinents pour rendre compte de l'état de l'animal du point de vue de l'éthologiste. Néanmoins, l'évaluation du bien-être doit tenir compte d'autres paramètres. Les réponses physiologiques comme les réponses comportementales varient en fonction de la situation et de l'individu. Les mesures sur les performances zootechniques ou relatives à la santé sont également à prendre en compte. Souvent considérées à l'échelle

de la population, et la notion de bien-être étant par essence individuelle, leur intérêt peut s'en trouver limité. Un bon niveau de production d'un élevage n'est pas une garantie de bien-être pour l'ensemble des animaux concernés. En revanche, la dégradation de la santé et des performances traduit un problème synonyme d'un défaut des ajustements comportementaux et physiologiques. La chute de croissance ou un problème de santé est généralement précédée d'une perte d'appétit.

L'évaluation du bien-être passe donc par un ensemble de critères de nature différente. La concordance de ces critères fondés sur des besoins comportementaux, des équilibres physiologiques, des potentialités de croissance et de reproduction, ainsi que sur le maintien d'un état sanitaire satisfaisant, constitue la seule garantie du respect du bien-être animal.

BIBLIOGRAPHIE

- BALDWIN BA, MEESE GB (1977) Sensory reinforcement and illumination preference in the domesticated pig. *Animal Behaviour*, **25**, 497-507.
- BALDWIN B A, START IB (1985) Illumination preferences of pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, **14**, 233-243.
- BARNETT JH, HEMSWORTH PH, CRONIN GM, JONGMAN EC, HUTSON GD (2001) A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. *Australian Journal Agricultural Research*, **52**, 1-28.
- BAXTER S (1984) *Intensive Pig Production : environmental management and design.*, London: Granada Publishing Ltd, 588 p.
- BEATTIE VE, O'CONNELL NE, KILPATRICK DJ, MOSS BW (2000) Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domestic pigs. *Livestock Production Science* **65**, 71-79.
- BLANCHETEAU M (1975) Les limites éthologiques de la possibilité de liaison conditionnelle. *Annales Psychologie*, **75**, 493-512.
- BOISSY A (2005) Emotions et cognition : une stratégie originale pour mesurer les émotions chez l'animal. *Bull. Acad. Vét. de France*, **3**, 225-238.
- BOISSY A, DÉSIRÉ L, VEISSIER I (2002) Pourquoi l'éthologie doit s'intéresser aux états mentaux des animaux. In : BAUDOIN C, editor. *L'éthologie appliquée Aujourd'hui*. Tome 1, Levallois: Éditions ED, pp33-44.
- BRAMBELL (1965) Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive husbandry systems, HMSO, London.
- BROOM D (1987) Applications to neurobiological studies to farm animal welfare . In: WIEPKEMA PR, VAN ADRI-CHEM, editors. *Biology of stress in farm animals : an integrative approach*. Dordrecht/Boston/ Lancaster: Martinus Nijhoff Publishers, pp101-110.
- CANNON WB (1935) Stresses and strains of homeostasis. *American Journal of Medical Science*, **189**, 1-14.
- CARROLL BJ, FEINBERG M, GRE-DEN JF, TARIKA J, ALBALA AA, HASKETT RF, JAMES NM, KRONFOL Z, LOHR N, STEINER M, DE VIGNE JP, YOUNG E (1981) A specific laboratory test for the diagnosis of melancholia. Standardization, validation, and clinical utility. *Archives of General Psychiatry*, **38**, 15-22.
- COOK N, SCHAEFER A, LEPAGE P, JONES S (1996) Salivary vs. serum cortisol for the assessment of adrenal activity in swine. *Canadian Journal of Animal Science*, **76**, 329-335.
- COURBOULAY V, MEUNIER-SALAÛN MC, ROUSSEAU P (2002). Bien-Être et logement des porcs charcutiers : quels travaux conduire au vu des connaissances actuelles? *Journées Recherche Porcine en France*, **34**, 249-255.
- DANTZER R (1988) *Les émotions*. Paris: Presses Universitaires de France, Collection "Que sais-je".
- DANTZER R, MORMEDE P (1979) *Le stress en élevage intensif*, Paris/ Barcelone/Milan/Mexico: Masson, 117p.
- DAWKINS, 1983. *La souffrance Animale*. Maison-Alfort : Éditions du PointVétérinaire, 152p.
- DAWKINS MS (2004) Using behaviour to assess animal welfare. *Animal Welfare*, **13**, S3-S7.
- DESAUTES C, BIDANEL JP, MORMEDE P (1997) Genetic study of behavioural and pituitary-adrenocortical reactivity in response to an environmental challenge in pigs. *Physiology and Behaviour*, **62**, 337-345.
- DESAUTES C, SARRIEAU A, CARITTEZ JC, MORMEDE P (1999) Behaviour and pituitary-adrenal function in large white and Meishan pigs. *Domest. Anim. Endocrinol.*, **16**, 193-205.
- DEVENPORT L, KNEHANS A, SUNDSTROM A, THOMAS T (1989) Corticosterone's dual metabolic actions. *Life Science*, **45**, 1389-1396.
- DOURMAD JY, CARPENTIER A, LEBRET B, MEUNIER-SALAÛN (2006) Le Bien-être animal , un facteur d'évolution des systèmes de production porcine. *Bull. Acad. Vét. France*, **159** (3), 213-217.
- DUCREUX E, ALOUI B, ROBIN P, DOURMAD JY, COURBOULAY V, MEUNIER-SALAÛN MC (2002) Les porcs affichent leurs préférences vis-à-vis du type de sol en fonction de la température ambiante. *Journées Recherche Porcine en France*, **34**, 211-217.

- DUNCAN IJH (1978) Animal welfare defined in terms of feelings. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Science supplement*, **27**, 29-25.
- EUROPEAN COUNCIL 9762/04 REPORT XXIV (1997) Report of the Scientific Veterinary Committee The Welfare of intensively kept pigs, September 1997.
- EUROPEAN COUNCIL DIRECTIVE 2001/88/EC Minimum standards for the protection of pigs.
- EUROPEAN COUNCIL DIRECTIVE 2001/93/EC Minimum standards for the protection of pigs.
- FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (1992) FAWC updates the fives Freedom. *Veterinary Research*, **131**, 357.
- FOURY A, DEVILLERS N, SANCHEZ MP, GRIFFON H, LE ROY P, MORMÈDE P (2005) Stress hormones, carcass composition and meat quality in Large White x Duroc pigs. *Meat Science*, **69**, 703-707.
- FRASER D, DUNCAN IJH (1998). "Pleasures", "Pain", and animal welfare towards a natural history of affect. *Animal Welfare*, **7**, 383-396.
- GONYOU HW (1994) Why the study of animal behaviour is associated with the animal welfare issue. *Journal Animal Science*, **72**, 2171-2177.
- GRIOT B, CHEVILLON P (1997) Incidence des matériels utilisés pour manipuler les porcs sur les fréquences cardiaques et les risques d'apparition d'hématomes sur carcasses. *Techni-Porc*, **6**, 39-45.
- HALL M, HALLIDAY T, MAC LANNAHAN H, TOATES F, WHATSON T (1998) Cognition. In: HALL M and HALLIDAY T, editors. *Behaviour and Evolution*. pp. 193-213.
- HARRISON R (1964) *Animal Machines. The new factory farming industry*. London: Vincent Stuart Publisher, Ltd.
- HAY M, MORMÈDE P (1997a) Improved determination of urinary cortisol and cortisone, or corticosterone and 11-dehydrocorticosterone by high-performance liquid chromatography with ultraviolet absorbance detection. *Journal of Chromatography B*, **702**, 33-39.
- HAY M, MORMÈDE P (1997b) Determination of catecholamines and methoxycatecholamines excretion patterns in pig and rat urine by ion-exchange liquid chromatography with electrochemical detection. *Journal of Chromatography B*, **703**, 15-23.
- HAY M, MEUNIER-SALAUN MC, BRULAUD F, MONNIER M, MORMÈDE P (2000) Assessment of hypothalamic-pituitary-adrenal axis and sympathetic nervous system activity in pregnant sows through the measurement of glucocorticoids and catecholamines in urine. *Journal of Animal Science*, **78**, 420-428.
- HAY M, ORGEUR P, LEVY F, LE DIVIDICH J, CONCORDET D, NOWAK R, SCHAAL B, MORMÈDE P (2001) Neuroendocrine consequences of very early weaning in swine. *Physiology and Behaviour*, **72**, 263-269.
- HEMSWORTH PH (2003) Human-animal interactions in livestock production. *Applied Animal Behaviour Science*, **81**, 185-198.
- HUGHES BO (1980) The assessment of behavioural needs. In: Moss R, ed. *The laying hens and its environment*. Boston: Martinus Nijhoff Publishers, pp149-159.
- HUGHES BO, DUNCAN IJH (1988) Behavioural needs: Can they be explained in terms of motivational models? *Applied Animal Behaviour Science*, **19**, 352-355.
- JANSSENS CJG, HELMOND FA, WIEGANT VM (1994) Increased cortisol response to exogenous adrenocorticotrophic hormone in chronically stressed pigs: influence of housing conditions. *Journal of Animal Science*, **72**, 1771-1777.
- JANSSENS CJG, HELMOND FA, WIEGANT VM (1995) Chronic stress and pituitary-adrenocortical responses to corticotropin-releasing hormone and vasopressin in female pigs. *European Journal of Endocrinology*, **132**, 479-486.
- JENSEN P (1991) Back to nature : the use of the ethology of free-ranging domestic animals . In: APPLEBY MC, HORELL RI, PETHERICK JC, RUTTER, editors. *Applied ethology : Past, present and future*, Proceedings of the International Congress Edinburgh, Hertfordshire, UK: Universities Federation for Animal welfare, pp 62-64.
- JENSEN MB, PEDERSEN LJ, LADEWIG J (2005) The use of demand functions to assess behavioural priorities in farm animals. *Animal Welfare*, **13**, S27-S32.
- LAWRENCE AB, RUSHEN J (1993). *Stereotypic behaviour : fundamentals and application to welfare*. In: LAWRENCE AB and RUSHEN J, editors, CAB International, 212p.
- LAWRENCE AB, TERLOUW EMC (1993) A review of behavioural factors involved in the development and continued performance of stereotypic behaviors in pigs. *Journal Animal Science*, **71**, 2815-2825.
- LORENZ K (1981). *The foundations of ethology*. New York: Springer.
- LYONS CAP, BRUCE JM, FOWLER VR, ENGLISH PR (1995) A comparison of productivity and welfare of growing pigs in four intensive systems. *Livestock Production Science*, **43**, 265-274.
- MARPLE DN, ABERLE ED, FORREST JC, BLAKE WH, JUDGE MD (1972) Effects of humidity and temperature on porcine plasma adrenal corticoids, ACTH and growth hormone levels. *J. Animal Sci.*, **34**, 809-812.
- MASON GJ, LATHAM NR (2005) Can't stop, won't stop : is stereotypy a reliable animal welfare indicator. *Animal Welfare*, **13**, 57-69.
- MATTHEWS LR, LADEWIG J (1994) Environmental requirements of pigs measured by behavioural demand function. *Animal Behaviour*, **47**, 713-719.
- MEUNIER-SALAUN MC, VANTRIMPONTE MN, RAAB A, DANTZER R (1987) Effect of floor area restriction upon performance, behaviour and physiology of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, **64**, 1371-1377.
- MEUNIER-SALAUN MC, EDWARDS SA, ROBERT S (2001) Effect of dietary fibre on the behaviour and health of the restricted fed sow. *Animal Feed Science Technology*, **90**, 53-69.
- MEUNIER-SALAUN MC, COURBOULAY V, PERE MC, POL F, QUESNEL H (2002) Élevage des truies en groupe : acquis et perspectives de recherches. *Journées Recherche Porcine en France*, **34**, 239-247.

- MORMÈDE P (1995) Le stress : interaction animal-homme-environnement. *Cahiers Agricultures*, **4**, 275-286.
- MORMÈDE P, DANTZER R (1978) Behavioural and pituitary-adrenal characteristics of pigs differing by their susceptibility to the malignant hyperthermia syndrome induced by halothane anaesthesia. 2. Pituitary-adrenal function. *Annales de Recherches Vétérinaires*, **9**, 569-576.
- MORMÈDE P, COURVOISIER H, RAMOS A, MARISSAL-ARVY N, OUSOVA O, DESAUTES C, DUCLOS M, CHAOULOFF F, MOISAN MP (2002) Molecular genetic approaches to investigate individual variations in behavioral and neuroendocrine stress responses. *Psychoneuroendocrinology* **27**, 563-583.
- ODBERG FO (1978) Abnormal behaviors: stereotypies. In: *Proceeding of the 1st World Congress on Ethology Applied to Zootechnics.*, Madrid: Industrias Graficas España, pp 475-480.
- OLSEN AW, DYBKJAER L, SIMONSEN HB (2001) Behaviour of growing pigs kept in pens with outdoor runs II temperature regulatory behaviour, comfort behaviour and dunging preference. *Livestock Production Science*, **69**, 265-278.
- ORGEUR P, HAY M, MORMÈDE P, SALMON H, LE DIVIDICH J, NOWAK R, SCHAAL B, LEVY F (2001) Behavioural, growth and immune consequences of early weaning in one-week-old large-white piglets. *Reproduction Nutrition Development*, **41**, 321-332.
- ORGEUR P, LE DIVIDICH J, COLSON V, MEUNIER-SALAUN MC (2002) La relation mère-jeune chez les porcins : de la naissance au sevrage. *INRA Productions Animales*, **15**, 185-198.
- PEARCE G P, PATERSON A M (1993) The effect of space restriction and provision of toys during rearing on the behaviour, productivity and physiology of male pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, **36**, 11-28.
- PEDERSEN LP, JENSEN MB, HANSEN SW, MUNKSGAARD L, LADEWIG J, MATTHEWS L (2002) Social isolation affects the motivation to work for food and straw in pigs as measured by operant conditioning techniques. *Applied Animal Behaviour Science*, **77**, 295-309.
- PEDERSEN LP, HOLM L, JENSEN MB, JØRGENSEN E (2005) The strength of pigs' preferences for different rooting materials measured using concurrent schedules of reinforcement. *Applied Animal Behaviour Science*, **94**, 31-48.
- PETHERICK JC (1983) A biological basis for the design of space in livestock housing. In : BAXTER SH., BAXTER MR, Mc CORMACK JAC, editors. *Farm Animal housing and Welfare*, The Hague: Martinus Nijhoff, pp103-120.
- PETHERICK JC, DUNCAN IJH (1991) The implications of cognitive process for animal welfare. *Journal Animal Science*, **69**, 5017-5022.
- PLACE G, LABROUE F, MEUNIER-SALAÜN MC (1995) Incidence du statut social sur le comportement alimentaire de porcs en croissance dans un système de distribution individuelle informatisé. *Journées Recherches Porcine en France*, **27**, 183-188.
- RAMPACEK GB, KRAELING RR, FONDA ES, BARB CR (1984) Comparison of physiological indicators of chronic stress in confined and nonconfined gilts. *Journal of Animal Science*, **58**, 401-408.
- ROBERTS SA, THIBAUT L, MURRAY AC, SCHAEFER AL (1996) The effect of dietary protein source on biochemical indices of stress in stress susceptible pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, **76**, 401-408.
- RUIS M, BRAKE J, ENGEL B, EKKEL E, BUIST W, BLOKHUIS H, KOOLHAAS J (1997) The circadian rhythm of salivary cortisol in growing pigs: effects of age, gender, and stress. *Physiology and Behaviour*, **62**, 623-630.
- RUSHEN J (2003) Changing concepts of farm animal welfare : bridging the gap between applied and basic research. *Applied Animal Behaviour Science*, **81**, 199-214.
- SCHAEFFER AL, SALOMONS MO, TONG AKW, SATHER AP, LEPAGE P (1990). The effect of environment enrichment on aggression in newly weaned pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, **27**, 41-52.
- SCHRODER-PETERSEN DL, SIMONSEN HB (2001) HYPERLINK Tail biting in pigs. *Veterinary Journal*, **162**, 196-210.
- SCOTT K, TAYLOR L, GILL BP, EDWARDS SA (2005) Influence of different types of environmental enrichment on the behaviour of finishing pigs in two different housing systems 1 Hanging toy versus roo-table substrate. *Applied Animal Behaviour Science*, sous presse, en ligne au 02.12.05
- SELYE H (1936) A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*, **138**, 32-33.
- SELYE H (1956) *The Stress of Life*, New York: McGraw-Hill.
- SELYE H (1973) The evolution of the stress concept. *American Scientist*, **61**, 692-699.
- SHERRER KR (1987) Towards a dynamic theory of emotion : the component process model of affective states. *Geneva Studie's in emotions and communication*, **1**, 1-98.
- SIMONSEN HB (1996) Assessment of animal welfare by a holistic approach: Behaviour, health and measured opinion. *Acta Agriculturae Scandinavica section A-Animal Science*, **Suppl. 27**, 91-96.
- STANTON HC, MUELLER RL (1976) Sympathoadrenal neurochemistry and early weaning of swine. *American Journal of Veterinary Research*, **37**, 779-783.
- STEFANOVIĆ MP, BAYLEY HS, SLINGER SJ (1970) Effect of stress on swine: heat and cold exposure and starvation on vanilmandelic acid output in the urine. *Journal of Animal Science*, **30**, 378-381.
- STOLBA A (1981) A family system in enriched pens as a novel methods of pig housing . In : *Alternatives to intensive husbandry systems.*, Potters Bar, UK: Univ.Fed. for Anim. Welfare, pp 52-60.
- STOLBA A, WOOD-GUSH DGM (1984) The identification of behavioural key features and their incorporation into a housing design for pigs. *Annales de Recherches Vétérinaires* **15**, 287-299.
- TOATES F, JENSEN P (1991) Ethological and psychological models of motivation- towards a synthesis. In: MEYER JA and WILSON SW, editors. *From Animals to Animals*, Proceedings of the first international conference on simulation of adaptive behaviour. USA, MIT Press, pp194-205.
- TORREY S, WIDOWSKY TM (2006) A note on piglet's preference for drinker types at two weaning age. *Applied Animal Behaviour Science*, sous presse, en ligne au 25.01.06.

- TUYTTENS FAM (2005) The importance of straw for pigs and cattle welfare : a review. *Applied Animal Behaviour Science*, **92**, 261-282.
- VAN DE WEERD HA, DOCKING CM, DAY JEL, AVERY PJ, EDWARDS S (2003) A systematic approach towards developing environmental enrichment for pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, **84**, 101-118.
- VEISSIER I, BOISSY A (2002) Bien-être animal : les moyens de répondre à la demande sociale de protection animale. *Journées Recherche Porcine en France*, **34**, 233-239.
- VILLÉ H, BERTELS S, GEERS R, JANSSENS S, GOEDSEELS V, PAR-DUYNS G, VAN BAELE J, GOOSSENS K, BOSSCHAERTS L, DE LEY J, HEYLEN L (1993) Electrocardiogram parameters of piglets during housing, handling and transport. *Animal Production*, **56**, 211-216.
- VON BORELL E, LADEWIG J (1989) Altered adrenocortical response to acute stressors or ACTH(1-24) in intensively housed pigs. *Domestic Animal Endocrinology*, **6**, 299-309.
- ZHANG SH, HENNESSY DP, CRANWELL PD (1990) Pituitary and adrenocortical responses to corticotropin-releasing factor in pigs. *American Journal of Veterinary Research*, **51**, 1021-1025.