

Douleurs et pratiques d'élevage, des fondements théoriques aux applications expérimentales : exemples d'actions du réseau *AGRI bien-être animal*

Pain and husbandry practices, from theory to experimental applications: examples of AGRI animal welfare network actions

Par Jacques SERVIERE⁽¹⁾, Armelle PRUNIER⁽²⁾ et Christine DUVAUX-PONTER⁽³⁾
(communication présentée le 3 mars 2005)

RÉSUMÉ

Dans le contexte européen d'une reconnaissance de la sensibilité des animaux, des chercheurs de l'INRA, issus de disciplines complémentaires, ont uni leurs efforts pour travailler sur la question de la douleur associée à certaines pratiques d'élevage. Les travaux ont été engagés après une réflexion approfondie sur les notions de sensibilité, nociception, douleur et souffrance. Plusieurs pratiques ont été sélectionnées : castration, époinçage des dents et caudectomie du porcelet, gavage du canard Mulard, conduite alimentaire visant de hauts rendements laitiers chez le petit ruminant (chèvre). Divers index fonctionnels et signes comportementaux, connus pour leur association avec le stress, la douleur ou l'inflammation ont été étudiés. Les données concernent des paramètres endocriniens (cortisol ou corticostérone, ACTH), les taux de glucose ou de lactate, un indice neurovégétatif comme le rythme cardiaque, la réaction neurogène d'extravasation plasmatique qui se manifeste, au niveau local, par une inflammation, et dont la présence peut être validée par un marqueur tel que l'haptoglobine circulante. Les manifestations comportementales associées aux différentes pratiques sont systématiquement analysées. Cette démarche aboutit à construire un champ de recherche et de connaissances permettant i) de comprendre la genèse de signaux nociceptifs d'origine somesthésique ou viscérale, ii) d'évaluer le « vécu sensoriel ou émotionnel » associé à ces pratiques. Nos données permettent d'identifier que certains actes sont générateurs de douleur et associés au déclenchement d'un processus inflammatoire.

Mots-clés : nociception, douleur, inflammation, comportement, pratiques d'élevage, cortisol, extravasation plasmatique neurogène, haptoglobine, système immunitaire.

(1) Directeur de Recherches INRA – UMR IPNA, INRA-INA PG, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 5 - serviere@inapg.fr .

(2) Directrice de Recherches INRA – SENAH, 35590 St Gilles .

(3) Maître de Conférences INA P-G, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.

SUMMARY

In agreement with the European movement towards recognition of animal sensitivity, a group of INRA scientists, from complementary fields, have focused their work on the issue of pain associated with certain farming practices. After a step devoted to define the concepts of sensitivity, nociception, pain and suffering, several practices were selected: castration, teeth clipping and tail docking in piglets, force feeding in Mulard ducks, and feeding practices designed to increase milk yields in small ruminants (goats). Various functional indices and behavioural signs, known for their association with stress, pain or inflammation, were studied. The data include endocrine parameters (cortisol or corticosterone, ACTH), glucose or lactate levels, a neuro-vegetative index such as the heart rate, neurogenic plasma extravasation, evidence of local inflammation, which can be demonstrated with a marker such as circulating haptoglobin. Behavioural signs associated with different practices were systematically analysed. This approach leads to the creation of a new field of research and to the accumulation of knowledge in order to i) understand the genesis of nociceptive signals of somesthetic or visceral origin, and ii) evaluate sensory or emotional experiences associated with such practices. Our data show that some husbandry practices that were studied generate pain and inflammatory responses.

Key words: *nociception, pain, inflammation, behavior, husbandry practices, cortisol, corticosterone, neurogenic plasma extravasation, haptoglobin, immune system.*

• LA SENSIBILITÉ ANIMALE, L'EUROPE ET LE BIEN-ÊTRE

La première Conférence Internationale sur le Bien-être animal, tenue en février 2004 à l'initiative de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE), fut l'occasion pour le Commissaire européen aux Affaires Agricoles de se féliciter du statut d'observateur officiel au sein de l'OIE, désormais attribué à la Commission Européenne. Il réaffirma alors « l'importance, pour les citoyens européens, d'une reconnaissance de la question du bien-être des animaux au niveau international et que l'Union Européenne soutenait tous les efforts déployés en vue d'établir des normes plus strictes en matière de bien-être animal, au sein de l'union mais aussi dans le reste du monde ».

Depuis la signature du traité d'Amsterdam (*J. O. n° C 340 du 10/11/1997*) et du « Protocole sur la Protection et le bien-être des animaux » (*loi constitutionnelle du 25 janvier 1999*), la Commission Européenne fonde ses actions concernant les questions de protection animale sur un principe fondamental : « les animaux sont des êtres sensibles ». L'objectif principal est de faire en sorte que les animaux n'aient pas à endurer de « souffrances évitables ». Au travers de ce texte, il s'agit également d'obtenir de la part des éleveurs ou propriétaires d'animaux, le respect d'exigences minimales de bien-être animal.

Ces positions de principe se voient désormais appliquées dans la Nouvelle Politique Agricole Commune (« nouvelle PAC ») au terme de laquelle l'attribution de subventions dépendra de clauses dites d'éco-conditionnalité, stipulant, entre autres contraintes, la mise en œuvre de normes respectant le bien-être des animaux en élevage. A partir de cette même année 2005, l'instance en charge des questions relatives au bien-être animal est le « Comité Scientifique de la Santé animale et du Bien-être des animaux » qui dépend de l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments.

Si la reconnaissance légale *aux animaux*, par les institutions européennes, *du statut d'êtres sensibles*, constitue une donnée historique récente, en tant que position philosophique, cet énoncé n'est pas nouveau, il se révèle récurrent tout au long de l'histoire de la pensée occidentale. Ainsi, on le trouve clairement énoncé chez Plutarque (*in* « S'il est loisible de manger de la chair ») et chez Rousseau qui en reprend des passages entiers dans *l'Emile (livre II)*. Toutefois, certains exemples illustres ont pu remettre en cause une telle conception ; c'est sans doute le cas illustre de « l'animal-machine » qui, avec Descartes, étant dépourvu d'âme, devint un être vivant, certes réactif, mais ne pouvant éprouver de douleur. Plus récemment encore, les conséquences lointaines de cette conception qui restait vivante, firent que, dans le texte initial du Traité de Rome (1957), les animaux d'élevage furent classés comme des « produits agricoles ». Ceci traduisait nettement la conception utilitariste et productiviste alors de règle (cette conception ne doit pas être confondue avec celle de l'utilitarisme philosophique anglo-saxon inspiré de J. Bentham).

Les mouvements militants de « défense des animaux » ont puisé leur motivation dans une prise de conscience des conditions parfois misérables qui ont pu être réservées aux animaux dans les élevages industriels prisonniers des contraintes de la productivité. Parallèlement, leurs fondements théoriques se sont articulés sur les travaux de philosophes contemporains dont P. SINGER (1975) est sans doute l'un des fondateurs. En France, l'analyse historique des statuts philosophiques successifs de l'animal en Occident a amené E. de FONTENAY (1998) à proposer l'hypothèse selon laquelle, en arrachant l'animal au sacrifice religieux et en lui substituant celui de la victime unique, l'agneau pascal, c'est-à-dire le Christ, le christianisme aurait privé l'animal de ce qui faisait sa dignité, ouvrant ainsi la voie à un lent processus qui, le dépouillant progressivement de son âme, l'amena au début du 20^e siècle à n'être plus qu'une commodité alimentaire.

• **NOCICEPTION, DOULEUR : DÉFINITIONS ET CONCEPTS EN NEUROSCIENCES**

Contraintes méthodologiques, critères de bien-être et catégories de douleur

L'induction de douleurs consécutives à des pratiques comme la castration, l'écornage, la caudectomie, le débecquage ou l'abattage est implicitement reconnue ; les douleurs sont le plus souvent d'origine somatique, parfois viscérale (castration). Dans ces situations, plutôt que d'analyser les réponses des ensembles neuronaux impliqués, ce qui est contraignant à mettre en place, il est plus efficace de caractériser les manifestations comportementales de nociception (postures, réponses motrices, émissions sonores...) et de mettre au point des stratégies palliatives (amélioration des pratiques, diminution de la fréquence des interventions, utilisation d'antalgiques ou d'anti-inflammatoires...). Les manifestations comportementales interprétables en terme de douleur, peuvent également concerner la proprioception (muscles, articulations). C'est le cas des poulets de chair à croissance rapide chez lesquels des déformations osseuses ou articulaires s'accompagnent de troubles locomoteurs. Enfin, d'autres pratiques d'élevage peuvent engendrer des douleurs chroniques dans des territoires non accessibles à l'observation immédiate ; c'est l'exemple des douleurs viscérales déclenchées par le gavage chez les palmipèdes à foie gras. Au-delà de la question éthique posée par cette pratique, l'utilisation de procédures de gavage rapides et standardisées repose la question des douleurs qui seraient déclenchées par l'acte mécanique du gavage (embucage, distension), l'hépatomégalie considérable et l'éventuel développement d'inflammations du tractus digestif.

Ces quelques exemples concernant l'animal d'élevage, renforcent la conception selon laquelle une expérience sensorielle aussi complexe que la douleur fait appel à des mécanismes neurophysiologiques et émotionnels spécifiques, variables selon la nature de l'atteinte, de l'organe concerné et de l'espèce. De plus, pour une même stimulation nociceptive, le retentissement comportemental sera fonction de l'espèce, du contexte environnemental et des possibilités de réponse laissées à l'animal⁽⁴⁾.

Parmi les cinq critères d'évaluation du bien-être animal proposés par le Farm Animal Welfare Council (FAWC), celui concernant l'absence de douleur, de blessure et de maladie retient ici notre attention : les animaux doivent bénéficier de mesures et de soins préventifs, leurs maladies ou lésions devant être rapidement diagnostiquées et traitées. Ajoutons que dans la liste des critères énoncés, le dernier d'entre eux concerne l'absence de peur et d'anxiété, une mention étant faite à la nécessité d'éviter des conditions pouvant conduire à une souffrance « psychique » ; il conviendra de revenir sur ce concept de « souffrance » lorsqu'il est appliqué à l'animal car il soulève alors de nombreuses interrogations.

Bénéficiant de l'intérêt vis-à-vis du bien-être animal, la caractérisation des niveaux de peur ou de frustration comportementale a pu progresser ; une telle évolution n'est pas aussi manifeste en ce qui concerne l'identification des signes de douleur chez l'animal, en particulier dans les conditions d'élevage. C'est en ce sens qu'un atelier de réflexion, organisé par l'Association Internationale pour l'étude de la douleur (IASP), a réuni des spécialistes de la douleur animale et humaine autour des questions posées par l'identification, la définition et le choix de procédures de traitement. Au terme de cet atelier, un consensus a été dégagé. Il mettait l'accent sur l'insuffisance de données concernant la douleur animale, la nécessité de développer des approches comparatives inter-espèces et de disposer de critères objectifs d'évaluation de la douleur. Pour atteindre ces objectifs, il était recommandé que dans les protocoles d'observation il soit tenu compte du stade de développement, des conditions environnementales (semi-liberté/clausturation, isolement/collectivité), des causes de douleur (nature de la stimulation nociceptive, durée, amplitude), de la zone corporelle impliquée, de la spécificité (aiguë/chronique, localisée/diffuse), de l'intensité (apparente) de la douleur et des variations individuelles de réponse (PAUL-MURPHY *et al.*, 2004).

L'observation de sujets privés d'expression verbale est une situation bien illustrée en médecine humaine (nourrissons, très jeunes enfants, handicapés...). Elle a suscité la mise au point de méthodes d'évaluation fondées essentiellement sur l'observation comportementale et gestuelle et, dans les cas où la possibilité existait, sur la mesure complémentaire d'index physiologiques comme ceux associés au stress. Chez les espèces domestiques, les manifestations de douleur restent souvent discrètes, au point qu'elles ne peuvent être repérées qu'au terme d'une analyse fine de leur comportement ; ce type de méthodologie a par exemple été développé chez le rat en situation de récupération post-opératoire après laparotomie (ROUGHAN et FLECKNEL, 2001, 2003, 2004).

En ce qui concerne l'approche par les outils des neurosciences, la mise en évidence des signaux du système nerveux correspondant à la douleur reste technologiquement difficile car assez contraignante à mettre en œuvre ; aussi préfère-t-on assez souvent scruter un ensemble d'indices comportementaux en les complétant par des index hormonaux, afin de constituer un tableau clinique plus complet quoique indirect.

C'est initialement sur la base de l'évaluation perceptive, chez l'Homme, complétée par des données comportementales et neurologiques que l'on reconnaît trois types de douleur :

- la **douleur immédiate**, transitoire, déclenchée par l'activation des récepteurs de la peau ou d'autres tissus, sans lésion tissulaire. Sa fonction, liée au délai de transmission après la stimulation ainsi qu'à la vitesse de cessation, est d'avertir l'organisme que le danger est ou n'est plus présent. Associée à une finalité de protection, ce type de signal quasi quotidien est rarement associé à la nécessité d'intervention thérapeutique.

(4) Il a été démontré que certains ensembles neuronaux comme la substance grise péri-aqueducule du tronc cérébral, ne répondent pas de manière identique i) selon que l'animal a la possibilité ou non de mettre en place une réponse d'échappement, ii) selon la signification contextuelle du stimulus : (KEAY et BANDLER, 2001, 2002 ; WALKER et CARRIVE, 2003).

- la **douleur aiguë** associée à une blessure ou une effraction tissulaire est déclenchée par l'activation des nocicepteurs au niveau même de la lésion. La lésion entraîne des modifications des caractéristiques de réponse des récepteurs, de leurs connexions centrales et de l'activité du système nerveux autonome innervant la zone ou l'organe concerné. Avec ce type de lésion, les capacités réparatrices de l'organisme ne sont pas dépassées et peuvent se développer sans aide thérapeutique. Toutefois, dans le cas d'interventions planifiées, les anesthésies préventives (locales ou générales), couplées aux procédés favorisant l'accélération de la cicatrisation, suppriment la douleur ou réduisent sa durée. Certains troubles pathologiques tels que les tumeurs invasives peuvent également induire en continu des douleurs intenses.
- la **douleur chronique** d'une fibromyalgie, d'une neuralgie post-zostérienne⁽⁵⁾, d'une irritation de l'intestin ou d'une lésion grave avec inflammation peut être entretenue par des facteurs autres que ceux qui ont déclenché cette douleur. La blessure peut dépasser les capacités réparatrices ou de cicatrisation, le système nerveux lui-même peut être lésé au point de ne plus pouvoir rétablir localement le contrôle d'un état fonctionnel et devenir la source de signaux nociceptifs intenses et intractables (douleurs neuropathiques post-lésionnelles). La littérature évoque que chez l'Homme, dans certains cas, l'intensité des douleurs n'est pas liée à l'atteinte initiale et que le vécu douloureux continue à se manifester sans persistance d'atteinte tissulaire. Ces douleurs chroniques revêtent souvent un caractère « implacable », mettant en jeu des réactions de stress et un cortège émotionnel (dépression, apathie) qui, en se combinant aux sensations issues de la lésion, contribuent à l'intensité et à la persistance de la douleur. Chez l'animal, lorsque de tels cas sont suspects, l'éthique impose l'euthanasie.

Même si cette catégorisation des douleurs en trois classes a été initialement établie chez l'Homme, il est évident qu'elle s'applique à l'animal.

Définitions de la douleur

Confronté à la nécessité d'analyser les mécanismes élémentaires impliqués dans cette expérience sensorielle particulière et complexe que constitue la douleur, le neurophysiologiste a été amené à proposer un concept opératoire neutre, celui de **nociception** (du latin *nocivus* nocif et de (ré)ception). Ce concept, forgé par Sherrington (*in* : *The Integrative action of the nervous system*, A. Constable ed., Londres, 1908), a permis de caractériser une classe de stimulus qui possèdent le trait commun d'être nocifs. Pour Sherrington, « il n'était pas improbable de penser que, par adaptation sélective, ces excitants attacheraient à la peau une sorte de sens spécifique aux dommages qui peuvent la concerner ». Les réactions aux stimulus nociceptifs furent identifiées comme parties intégrantes de la réponse globale au stimulus nociceptif. Ces réactions, alors qualifiées de « pseudo-affectives » en raison du fait

qu'elles pouvaient encore être observées chez l'animal décérébré, comprennent des réponses motrices élémentaires réflexes (retrait, sursaut, contractures...) et des réponses neurovégétatives d'alarme, commandées par une élévation du tonus sympathique (tachycardie, hypertension artérielle, hyperpnée, mydriase). Les observations de Sherrington distinguaient bien une réaction de défense à la nociception qui favorise la survie de l'individu, et une réaction « affective » dont la fonction semble être la mise en mémoire durable des événements mettant en péril l'individu ou l'espèce. Si la distinction conceptuelle entre nociception et douleur existe bien au début du XX^e siècle, le mot nociception apparaît plus tardivement dans la langue courante (1953 : Larousse ; 1985 : 2^e éd. Grand Robert ; 1996 : Petit Robert).

Au plan phénoménologique, le neurophysiologiste WALL (1979) a émis l'hypothèse selon laquelle la douleur serait analysée avec plus d'exactitude si on l'appréhendait comme un besoin plutôt qu'une sensation ; en ce sens, la douleur aurait plus de points communs avec la faim ou la soif qu'avec la vision ou l'audition. La « finalité » de la douleur paraît ainsi plus orientée vers la réparation que l'évitement de blessures, c'est en ce sens que la période qui succède à l'atteinte tissulaire est divisée en stades immédiat, aigu, puis chronique et qu'à chacun des stades, la douleur est plus étroitement liée à l'état de l'organisme qu'à la blessure elle-même. Dans cette conception, la douleur correspond à un dérèglement de l'homéostasie qui, à son tour, déclenche un changement comportemental prenant la signification d'une motivation. Au plan du substrat nerveux, les représentations neuronales associées à l'expérience de la douleur, correspondent donc autant aux composantes sensorielles (« cartes neuronales » de la nociception/douleur) qu'à la gestion émotionnelle et comportementale de la douleur.

Dans la définition proposée par l'Association Internationale d'Etude de la Douleur (comité de taxonomie de l'IASP, 1979), la douleur est une : « **expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée à un dommage tissulaire, réel ou potentiel, ou décrite en termes d'un tel dommage** ». Cette définition dissocie l'expérience psychique de celle directement déclenchée par une lésion physique et met sur le même plan les dimensions sensorielles et émotionnelles de la douleur. Elle s'applique difficilement à l'animal dans les mêmes termes car, à la différence de l'Homme, il ne peut faire part des caractéristiques de son expérience sensorielle et émotionnelle. La définition de la douleur pour l'animal a dû être adaptée : MOLONY et KENT (1997) l'ont décrite comme une : « **expérience sensorielle et émotionnelle désagréable représentée par la "conscience" qu'a l'animal de la rupture ou de la menace de rupture de l'intégrité de ses tissus** ».

L'introduction de la notion du terme « conscience » (traduit de l'anglais *awareness* qui contient plus exactement la signification de « être averti ») permet de distinguer la nociception (l'expérience sensorielle élémentaire) de la douleur (l'expérience émotionnelle combinée à l'expérience

(5) Complication fréquente du zona (névralgie postherpétique) se manifestant, après guérison des lésions cutanées, par une douleur persistant jusqu'à 1 an et englobant divers types de douleurs et troubles de la sensibilité (KOST et STRAUS, 1996).

sensorielle élémentaire). Toutefois, ces précisions ne clarifient pas les risques de superposition de sens dans la mesure où ce qui définit la « conscience » chez l'animal n'est pas clairement établi ni unanimement partagé au sein de la communauté scientifique. Il est actuellement très difficile de déterminer, sur l'échelle phylogénétique, quelles espèces possèdent une « conscience » développée et quelles espèces en sont dépourvues. C'est bien en prenant en compte les connaissances sur l'homologie des structures anatomiques et en les couplant aux données sur la répartition topographique des activations dans une situation donnée, qu'il devient possible de déterminer les espèces chez lesquelles le traitement des informations nociceptives « déborde » du strict territoire des projections primaires (moelle épinière, tronc cérébral, thalamus) pour impliquer, par exemple, des zones du télencéphale (les cortex, l'amygdale...) participant au traitement des informations à caractère émotionnel, aux processus mnésiques ou aux processus d'attention.

Définitions de la souffrance

Pour ce qui est de l'usage des termes du vocabulaire de la douleur, il peut paraître vain de dénoncer des imprécisions conceptuelles ne concernant qu'une petite population de spécialistes. Toutefois, ces distinctions revêtent une importance particulière lorsqu'il s'agit de différencier des termes aussi chargés de sens que douleur et souffrance (cf. les usages immodérés du terme souffrance dans les débats sur la situation réservée à l'animal).

Dans son usage courant, le mot « souffrance » s'applique aussi bien à la composante physique qu'à la composante affective voire morale de la douleur. Les efforts pour comprendre les mécanismes de la nociception et prendre en charge la douleur ont certainement participé à une meilleure utilisation collective des concepts (cf. apparition de définitions distinguant les deux composantes dans les éditions du Grand et du Petit Robert, 1966 et 1996). L'étymologie enseigne que souffrance vient du latin *sufferentia* « action de supporter » et que, si l'ancien français utilisait depuis le XII^e siècle souffrance au sens de « patience, endurance », c'est au XV^e siècle que souffrance prend le sens de « douleur physique ou morale ».

Le comité de taxonomie de l'AISP a défini la souffrance comme un « **état émotionnel de détresse associé aux événements qui menacent l'intégrité biologique ou psychologique de l'individu** ». Chez l'Homme, la souffrance accompagne très souvent une douleur sévère mais peut intervenir en son absence ; douleur et souffrance sont donc phénoménologiquement distincts. Précisément, dans un effort de catégorisation des expériences de la douleur et de la souffrance, le philosophe P. RICOEUR (1994) a pu écrire : « Par delà l'emploi des termes, l'une et l'autre ont leurs signes. Du côté de la souffrance, on réservera des affects ouverts sur la réflexivité, le langage, l'altération du rapport à soi et à autrui, le rapport au sens et la diminution de la puissance d'agir... » ; manifestement ces concepts sont assez peu pertinents pour la majorité des espèces animales.

La question de la « souffrance animale » est au-delà des objectifs de la présente communication ; toutefois afin de mieux

faire apprécier la difficulté de statuer sur ce sujet, nous renvoyons le lecteur à deux textes qui, quoique fondés sur des données objectives identiques, développent des positions diamétralement opposées. Le premier se base sur l'étude critique des méthodes utilisées, essentiellement des postulats d'analogie, et sur une revue des données neuratomiques ; celles-ci tendent à prouver qu'un cortex pré-frontal et néo-cortex droit développés sont nécessaires à l'élaboration des expériences émotionnelles associées à la douleur. BERMOND (1997) conclut sur ces bases que « la souffrance animale est un mythe ». A l'opposé, tout en s'articulant sur des données neuro-anatomiques similaires, GRANDIN et DEESING (2002) insistent sur la pérennité de principes d'organisation architecturale indépendamment du niveau hiérarchique ou phylogénétique ; ils concluent que l'existence de comportements finalisés vers le soulagement de la douleur, ceux-ci pouvant aller jusqu'à l'auto-administration d'analgésiques lorsque des conditions expérimentales le permettent, signent la réalité d'une souffrance induite par la douleur. Ils nomment de tels états « détresse animale » et complètent cette conception par l'idée que la peur, en tant qu'émotion fortement aversive, serait plus prégnante chez les espèces « inférieures », qui peuvent pourtant paraître plus « immunes » vis-à-vis de la douleur. Pour ces auteurs, cette peur même engendrerait une forme élémentaire mais tout aussi prégnante de « souffrance ».

Sur la base de ces différentes définitions et de la connaissance des mécanismes neurophysiologiques impliqués, il paraît rationnel de proposer que la nociception (i.e. la sensation élémentaire associée aux réflexes et comportements de protection) devient douleur dès lors qu'entrent en jeu des mécanismes émotionnels et d'alerte consciente. La souffrance, pour sa part, suppose l'intervention de mécanismes encore plus complexes tels que représentation du sujet et utilisation d'un langage syntaxique.

De telles capacités vont de pair avec un développement marqué de certaines zones corticales (cortex préfrontal, temporal, inféro-temporal, cingulaire). Les travaux rapportés dans ce travail concernant les espèces d'élevage, les grands singes sont exclus de notre propos ; il paraît donc possible de nous limiter à l'emploi des termes nociception et douleur. Dans la suite du texte, le terme nociception sera donc utilisé pour désigner spécifiquement la modalité sensorielle mise en jeu par tout stimulus susceptible de produire une atteinte tissulaire (lésion ou irritation). Par commodité de langage, le terme douleur sera employé pour décrire l'ensemble des réponses neuronales, physiologiques et comportementales observées après application d'un stimulus nociceptif. Cet usage n'impliquera aucunement que la composante émotionnelle, ajoutée à la perception nociceptive élémentaire, reste réservée à l'espèce *Homo sapiens*.

• DOULEUR ET PRATIQUES D'ÉLEVAGE, TRAVAUX DU RÉSEAU INRA « AGRI BIEN-ÊTRE ANIMAL »

Le Comité Scientifique de la Santé et du Bien-être des animaux (site web Santé et Bien-être animal, D.G. Santé et Protection des Consommateurs) est chargé de fournir des avis dans le domaine de la protection des animaux. Parmi les avis

émis au cours des cinq dernières années, ceux liés aux questions qui soulèvent de vifs débats, ont retenu l'attention des membres du réseau INRA « agri bien-être animal ». Ce fut le cas des pratiques de convenance en élevage intensif porcin (caudectomie, époinçage des dents, castration), du gavage des palmipèdes destinés à la production de foie gras et, plus récemment, des conséquences de conduites d'alimentaires destinées à obtenir des rendements laitiers élevés.

Pratiques de convenance chez le porcelet

Trois objectifs ont été initialement sélectionnés, i) objectiver l'existence de douleurs en s'appuyant sur l'analyse de signaux comportementaux et physiologiques et sur l'analyse histo-pathologique des tissus, ii) éprouver l'efficacité d'approches destinées à supprimer ou limiter ces douleurs, iii) vérifier si les avantages supposés, sur lesquels repose la justification de ces pratiques, sont bien effectifs.

Caudectomie

Pendant l'intervention effectuée le lendemain de la naissance avec un coupe-queue thermique, les porcelets sont agités (mouvements des membres, vocalisations) (PRUNIER *et al.*, 2001). Dans les heures qui suivent, les perturbations physiologiques induites (cortisol, ACTH, lactate) sont de faible amplitude (PRUNIER, MOUNIER et HAY, 2005). Dans les minutes suivant le retour dans la loge, quelques comportements spécifiques apparaissent (agitation frénétique du moignon ou maintien immobile de l'arrière-train). La vaporisation préalable d'un produit cryo-actif sur la queue réduit les deux types de manifestations comportementales (PRUNIER *et al.*, 2001).

Époinçage des dents

Pendant l'intervention effectuée le lendemain de la naissance avec une pince coupante ou une meuleuse électrique, on observe une agitation similaire à celle manifestée pendant la caudectomie et dès le retour dans la loge, l'apparition de frictions des mâchoires (BATAILLE *et al.*, 2002). On n'enregistre pas de réponse nette de l'axe corticotrope dans les heures qui suivent. L'époinçage des dents permet de légèrement réduire le nombre et la gravité des lésions sur les autres porcelets mais n'a pas d'effet clair sur le comportement maternel des truies ni sur l'état de leurs mamelles (PRUNIER *et al.*, 2004 ; GALLOIS, LE COZLER et PRUNIER, 2005).

L'examen histologique de dents prélevées à différents stades du développement des animaux (1-50 jours) révèle que l'époinçage génère fréquemment d'importantes lésions (ouverture de la pulpe, abcès, hémorragie, inflammation, ostéocement) quelle que soit la méthode employée ; cependant, les lésions sont plus importantes après la coupe à la pince (HAY *et al.*, 2004). Il est probable que l'époinçage des dents des porcs induit d'importantes douleurs, pouvant être maintenues plusieurs semaines. Il reste possible qu'elles disparaissent à la faveur du remplacement des dents de lait.

Castration

Pendant l'intervention effectuée en fin de première semaine post-natale, les animaux crient et se débattent (PRUNIER, HAY et SERVIERE, 2002). Dans les deux

heures suivantes, il y a activation marquée de l'axe corticotrope (ACTH et cortisol) et augmentation transitoire des catécholamines et du lactate plasmatiques (métabolite issu du glyco-gène musculaire sous l'action des catécholamines) (PRUNIER, MOUNIER et HAY, 2005). Cependant, aucune activation chronique du système sympathique ou de l'axe corticotrope n'a été décelée (catécholamines et cortisol urinaires) (HAY *et al.*, 2003). Au plan comportemental, on observe une diminution transitoire de l'activité des porcelets à la mamelle, une inactivité accrue, l'apparition de tremblements, de spasmes ou d'attitudes anormales (prostration, raideur, position recroquevillée), une diminution de la cohésion du groupe (HAY *et al.*, 2003). La castration entraîne également l'apparition d'un comportement de grattage de l'arrière-train (maximale au lendemain de l'intervention) avec agitation du moignon de queue pendant environ trois jours.

En couplant anesthésie locale (poche scrotale et testicules) et administration d'un anti-inflammatoire non stéroïdien, il est possible de réduire les manifestations observées (cortisol et ACTH, nombre et intensité des cris) (PRUNIER, HAY et SERVIERE, 2002).

Conclusions et perspectives

Les premiers travaux ont confirmé que les trois pratiques étudiées génèrent effectivement douleur et stress, ce dernier est majoritairement d'origine nociceptive. On peut s'interroger sur le maintien de l'époinçage des dents tant les conséquences « positives » attendues sont faibles. Il a également été montré que l'emploi d'anesthésiques, couplé à l'administration d'anti-inflammatoires, peut assez facilement améliorer à court terme le tableau comportemental et fonctionnel après la castration. Toutefois, d'autres altérations moins manifestes, dont les conséquences sur le système immunitaire, la santé et l'état global de perception de l'organisme (sensation de « mal être »), restent à prendre en compte.

A cet égard, il s'avère important d'étudier les conséquences des diverses mutilations sur le système immunitaire et la réactivité des animaux face à de futurs stimulus nociceptifs. Il a été montré chez le porc que la réponse humorale à l'injection d'un antigène est réduite lorsque la première injection a lieu le jour de la castration (LESSARD *et al.*, 2002). Des études complémentaires sont nécessaires pour préciser les conséquences de la castration sur le fonctionnement du système immunitaire (inflammation, immunosuppression). Par ailleurs, des observations réalisées chez le nouveau-né humain ont montré que de petites interventions chirurgicales réalisées sans anesthésie augmentent ultérieurement la sensibilité nociceptive (TADDIO *et al.*, 1995). Ce phénomène serait lié au fait que les stimulus nociceptifs sont appliqués alors que les systèmes endogènes de contrôle de la douleur ne sont pas matures et que cela modifie le développement de ces contrôles et les propriétés ultérieures de réponse (HOWARD, 2003 ; STERNBERG *et al.*, 2005). Sachant que la nouvelle législation relative aux pratiques de convenance sur le porcelet impose d'intervenir à moins de 7 jours d'âge, les interventions d'ablation pourraient ainsi déclencher des phénomènes de sensibili-

sation à la douleur. Là encore, de nouvelles études sont nécessaires pour confirmer ou infirmer ce phénomènes.

Le gavage des palmipèdes

Objectif et résultats

L'objectif a été d'identifier et de suivre, dans les conditions du gavage, des index physiologiques préalablement sélectionnés en raison de leur association bien démontrée aux sensations nociceptives ou douloureuses. L'insuffisance des données chez l'oiseau a incité à adopter un protocole permettant de comparer systématiquement les manifestations fonctionnelles après gavage à celles déclenchées par stimulation nociceptive irritante du tractus digestif supérieur (dépôt d'huile de moutarde dans le jabot). L'index fonctionnel, sélectionné pour objet d'étude, a permis de repérer la présence de foyers inflammatoires qui eux, sont connus pour être fréquemment associés à l'émission d'informations nociceptives (LEVINE et REICHLING 1999, GIAMBERARDINO, 2000). Cet index est la réponse d'extravasation plasmatique neurogène (modification de perméabilité des parois vasculaires sous l'action de réflexes neuro-végétatifs) (WESSELMANN et LAI, 1997 ; LAIRD *et al.*, 2001) ; la possibilité de quantifier l'extravasation (YASHPAL et CODERRE, 1998) a permis de comparer l'effet du gavage à celui d'une application de la substance irritante à différentes concentrations (relation dose-réponse).

Par cette approche, nous avons pu caractériser l'existence, la répartition, l'amplitude et la dynamique d'apparition des foyers d'extravasation : ainsi, le pro-ventricule est la zone la plus réactive du tractus digestif supérieur, ceci est particulièrement manifeste au premier gavage ou en fin de pré-gavage ; l'amplitude de l'extravasation au premier repas forcé est de l'ordre de celle déclenchée par un dépôt d'huile de moutarde peu concentrée. Le résultat le plus notable est certainement que le niveau d'extravasation dans le pro-ventricule retourne à des valeurs faibles (i.e. niveau basal) en fin de période de gavage (SERVIÈRE *et al.*, 2002, 2004).

Conclusions et perspectives

La « plasticité fonctionnelle » qui sous-tend une quasi disparition de l'extravasation en fin de gavage peut aussi bien refléter une réduction de l'inflammation qu'une « habituation » fonctionnelle des parois du tractus digestif et de leurs récepteurs aux stimulations répétitives associées au gavage bi-quotidien. Il faut rappeler que la réponse inflammatoire du tractus digestif est commandée/modulée par le système nerveux autonome (essentiellement parasymphatique vague), celui-ci pouvant lui-même être le siège de phénomènes adaptatifs ou simplement d'un épuisement des capacités de libération de neuromédiateurs lorsque des stimulations irritantes nociceptives sont répétées.

L'analyse du processus de ce « retour à la normale », qui reste à faire, permettrait certainement de comprendre si des mécanismes nerveux et immunitaires ont été mis en jeu.

En ce qui concerne le tractus digestif, toute phase inflammatoire s'accompagne fréquemment d'une élévation de sensibilité des récepteurs. La modification des caractéristiques

de réponse entraîne des hyperalgésies, c'est-à-dire l'émission d'influx nociceptifs en réponse à des stimulations mécaniques même modérées (ici passage de bolus alimentaires forcés importants). De même, certains « nocicepteurs silencieux » ayant leur sensibilité modifiée par l'inflammation, pourront être activés par des stimulations mécaniques normalement sans effet. Dans ce contexte, les signaux transmis au cerveau *via* la moelle épinière et certains nerfs crâniens parasymphatiques (glossopharyngien, vague), seront à l'origine de sensations viscérales douloureuses chroniques.

Après cette première étape, il est à présent important d'une part, de montrer s'il y a effectivement inflammation, en suivant l'évolution de signes directs de l'inflammation au niveau systémique (protéines de la phase précoce inflammatoire, interleukines...) (CHAMANZA *et al.*, 1999, PETERSEN, NIELSEN et HEEGAARD, 2004) ou au niveau du retentissement de cette inflammation périphérique sur le système nerveux central (LESTAGE *et al.*, 2002, WICHERS et MAES, 2004). D'autre part, compte tenu de la pression sociale exercée à l'encontre de cette pratique désormais emblématique des supposées « maltraitances » subies par les animaux d'élevage, il devient également important de mettre en évidence les signes comportementaux d'une douleur viscérale effective (déclenchée expérimentalement) chez le canard mulard, afin de comparer ces signes spécifiques aux manifestations comportementales en gavage. Un tel projet s'inscrit pleinement dans les préoccupations affichées par les vétérinaires de l'IASP (PAUL-MURPHY *et al.*, 2004).

Conduite d'élevage alimentaire : acidose du rumen et inflammation

En ce qui concerne les liens entre douleur et inflammation, il convient de souligner que ce phénomène peut également être observé dans d'autres situations d'élevage ; c'est par exemple le cas de certains élevages bovins laitiers. En effet, dans des élevages performants et très productifs, certaines stratégies d'alimentation consistent à fournir des rations très riches en concentrés, ce qui favorise l'occurrence d'acidose nutritionnelle du rumen (KLEEN *et al.*, 2003). L'acidose peut se traduire par une cascade de dérèglements métaboliques et physiologiques pouvant aboutir à des réactions inflammatoires locales, mais aussi à des réactions plus globales comme une fragilité immunitaire, des états d'inconfort, éventuellement des douleurs de la sphère viscérale ou encore des douleurs « déplacées » au niveau articulaire, là où peuvent s'exercer des contraintes mécaniques d'autant plus critiques que les sols sont mal adaptés (ces phénomènes mènent aux fourbures ou boiteries, surtout chez le gros ruminant) (NOCEK, 1997). Dans cette situation relativement fréquente, il s'agit bien d'inconfort dans une première phase, celui-ci pouvant évoluer vers des douleurs chroniques. C'est sur le modèle du petit ruminant caprin que l'équipe de l'INRA-INA PG cherche à déceler précocement des états inflammatoires associés à l'acidose du rumen, et à mettre en évidence le retentissement comportemental de ces situations.

Les premières observations n'ont pas encore pu montrer une modification significative du seuil de nociception (réaction d'évitement d'un membre déclenchée par stimulation noci-

ceptive thermique brève et focale). Ce résultat apparemment négatif doit s'interpréter à la lumière des problèmes méthodologiques liés aux dispositifs de contention des chèvres et à leur grande réactivité spontanée ; ceci contraste avec les résultats obtenus chez la vache par une approche similaire (VEISSIER *et al.*, 2000), et avec la réponse à la nociception thermique (HERSKIN *et al.*, 2003). Cette donnée est toutefois cohérente avec la stabilité de l'activité de l'axe corticotrope (la chronicité d'une douleur étant souvent accompagnée d'une modification de réactivité). Les observations comportementales initiales (locomotion, préférences alimentaires à court terme, rythme d'activité) ont mis à jour une modification de la répartition temporelle des activités d'ingestion (temps d'ingestion/temps de rumination) (DESNOYERS, 2004). Par ailleurs, une alimentation énergétiquement très riche (60% de concentré) entraîne une tendance à l'élévation de l'un des marqueurs précoces non spécifiques de l'inflammation : l'haptoglobine sérique (observations personnelles). Cette observation pourrait effectivement signer l'existence d'une inflammation accompagnant l'acidose ruminale à bas niveau (ECKERSALL, 2000, PETERSEN *et al.*, 2004) ; toutefois la forte variabilité inter-individuelle rend nécessaire de valider cette étude avec des effectifs plus importants.

La question de l'inflammation, tout en étant étroitement liée à celle de l'inconfort ou même de la douleur, est particulièrement intéressante car elle ouvre sur des possibilités d'aborder les interactions entre système nerveux et système immunitaire. Plus spécifiquement, reprenant l'exemple de la réponse d'ex-travasation, non encore étudiée avec le modèle de l'acidose ruminale, on sait que cette réponse signe la présence d'un pro-

cessus inflammatoire et qu'elle est asservie au contrôle régulateur du système nerveux viscéral, tout comme le sont les réponses immunitaires (FLESHNER et LAUDENSLAGER 2004, MERLOT 2004, revue). Ainsi, la démonstration du rôle de l'innervation d'un tissu sur l'apparition de l'ex-travasation a été démontré expérimentalement chez le rat dans le cas d'une inflammation articulaire du membre ; la séquence des événements corrélés à l'apparition de la réaction inflammatoire ne se manifeste plus après section des rameaux nerveux innervant cette articulation (MIAO, JANIG et LEVINE, 1997).

• CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Après avoir initialement ciblé la question de la douleur en élevage, nous ouvrons nos préoccupations sur des questions relevant de la connaissance des mécanismes de l'inflammation et au-delà, des relations entre système nerveux et système immunitaire. Les travaux menés en parallèle, au sein du réseau « Agri bien-être animal » sur des espèces et dans des situations différentes, débouchent sur des approches comparatives. C'est très vraisemblablement la mutualisation des savoirs et des données acquises sur différentes espèces qui permettra de progresser dans la connaissance des liens entre pratiques d'élevage, douleur, système nerveux et immunité. Ainsi, l'inflammation consécutive à une ablation (écornage, caudectomie, castration...), à l'érosion des parois du tractus digestif ou à une acidose digestive pourraient avoir les mêmes conséquences vis-à-vis de la douleur, de la réponse immunitaire et du vécu de l'animal ; de telles avancées permettront sans doute de mettre au point des stratégies pour pallier les effets indésirables constatés en élevage.

BIBLIOGRAPHIE

Références générales :

- BERMOND B (1997) The Myth of animal suffering. In: DOL M, KASAN-MOENTALIB S, LIJMBACH S eds, *Animal Consciousness & Animal Ethics*, Van Gorcum, The Netherlands, pp 125-143.
- CHAMANZA R, Van VEEN L, TIVAPASI MT, TOUSSAINT M. (1999) Acute phase proteins in the domestic fowl. *World's Poultry Science Journal*, **55**, 61-71.
- De FONTENAY E (1998) *Le Silence des Bêtes. La Philosophie à l'épreuve de l'animalité*. Fayard ed., Paris, 784 pp.
- ECKERSALL D (2000) Acute phase proteins as markers of infection and inflammation : monitoring animal health, animal welfare and food safety. *Irish Vet. J.*, **53** (6), 307-311.
- FLESHNER M, LAUDENSLAGER ML (2004) Psychoneuroimmunology: then and now. *Behav. Cogn. Neurosci. Rev.*, **3**(2), 114-130.
- GIAMBERARDINO MA. (2000) Visceral hyperalgesia. In: DEVOR M *et al.*, Eds. *Progress in Pain Research and management*, vol. 16. Seattle: IASP Press, pp 523-550.
- GRANDIN T, DEESING M. (2002) Distress in Animals : is it Fear, Pain or Physical Stress? In: *Am. Board Vet. Pract.*, Symposium 2002, Warrenton, VA: *Emerging Concepts and Strategies in Veterinary medicine*.
- HERSKIN MS, MULLER R, SCHRADER L, LADEWIG J. (2003) A laser-based method to measure thermal nociception in dairy cows: short-term repeatability and effects of power output and skin condition. *J. Anim. Sci.*, **81**, 945-954.
- HOWARD RF (2003) Current status of pain management in children, *JAMA*, **290** (18), 2464-2469.
- KEAY KA, BANDLER R (2001) Parallel circuits mediating distinct emotional coping reactions to different types of stress. *Neurosci Biobehav Rev.*, **25** (7-8), 669-678.
- KEAY KA, BANDLER R (2002) Distinct central representations of inescapable and escapable pain: observations and speculation. *Exp. Physiol.*, **87** (2), 275-279.
- KLEEN JL, HOOIJER G, REHAGE J, NOORDHUIZEN J (2003) Subacute Ruminant Acidosis (SARA) : a Review. *J.Vet. Med.*, Series A, **50** (8), 406.
- KOST RG, STRAUS SE (1996) Postherpetic neuralgia-pathogenesis, treatment and prevention. *N. Engl. J. Med.*, **335**, 32-42.
- LAIRD JM, MARTINEZ-CARO L, GARCIA-NICAS E, CERVERO F (2001) A new model of visceral pain and referred hyperalgesia in the mouse. *Pain*, **92**, 335-342.
- LESSARD M, TAYLOR AA, BRAITHWAITE L, WEARY DM. (2002) Humoral and cellular immune responses of piglets after castration at different ages. *Can. J. Anim. Sci.*, **82**, 519-526.
- LESTAGE J, VERRIER D, PALIN K, DANTZER R (2002) The enzyme indoleamine 2,3-dioxygenase is induced in the mouse in response to peripheral administration of lipopolysaccharide and superantigen. *Brain Behav. Immun.*, **16** (5), 596-601.

- LEVINE JD, REICHLING DB (1999) Peripheral mechanisms of inflammatory pain. In : WALL PD & MELZACK R. Eds, *Textbook of Pain*, 4th edition, Churchill Livingstone, Edimburgh, pp 59-84.
 - MIAO FJ, JANIG W, LEVINE JD. (1997) Vagal branches involved in inhibition of bradykinin-induced synovial plasma extravasation by intrathecal nicotine and noxious stimulation in the rat. *J Physiol.*, **498** (Pt 2), 473-481.
 - MOLONY V, KENT JE (1997) Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements. *J Anim. Sci.*, **75** (1), 266-272.
 - NOCEK JE (1997) Bovine acidosis: implications on laminitis. *J. Dairy Sci.*, **80** (5), 1005-1028.
 - PAUL-MURPHY J, LUDDERS J, ROBERTSON S, GAYNOR J, HELLYER P, WONG P (2004) The need for a cross-species approach to the study of pain in animals. *JAVMA*, **224** (5), 692-697.
 - PETERSEN HH, NIELSEN JP, HEE-GAARD PMH (2004), Application of acute phase protein measurements in veterinary clinical chemistry. *Vet. Res.*, **35**(2), 163-187.
 - RICOEUR P (1994) La souffrance n'est pas la douleur. In : *Souffrances, corps et âme, épreuves partagées*, Autrement n°142, Paris.
 - ROUGHAN JV, FLECKNEL P (2001) Behavioural effects of laparotomy and analgesic effects of ketoprofen and carprofen in rats. *Pain*, **90** (1-2), 65-74.
 - ROUGHAN JV, FLECKNEL P (2003) Evaluation of a short duration behaviour-based post-operative pain scoring system in rats. *Eur. J. Pain*, **7**(5), 397-406.
 - ROUGHAN JV, FLECKNEL P (2004) Behaviour-based assessment of the duration of laparotomy-induced abdominal pain and the analgesic effects of carprofen and buprenorphine in rats. *Behav. Pharmacol.*, **15**(7), 461-472.
 - SINGER P (1975) *Animal Liberation*. New York Revue, New York. Traduction française : *La libération animale*, 1993, Editions Grasset, Paris.
 - STERNBERG WF, SCORR L, SMITH LD, RIDWAY CG, STOUT M (2005) Long-term effects of neonatal surgery on adulthood pain behavior. *Pain*, **113**(3), 347-353.
 - TADDIO A, GOLDBACH M, IPP M., STEVENS B, KOREN G (1995). Effect of neonatal circumcision on pain responses during vaccination in boys. *Lancet*, **345**, 291-292.
 - VEISSIER I, RUSHEN J, COLWELL D, De PASSILLE AM (2000) A laser-based method for measuring thermal nociception of cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **66**(4), 289-304.
 - WALL PD (1979) On the relationship of injury to pain. *Pain*, **6**, 253-264.
 - WALKER P, CARRIVE P (2003) Role of ventrolateral periaqueductal gray neurons in the behavioral and cardiovascular responses to contextual conditioned fear and poststress recovery. *Neuroscience*, **116**(3), 897-912.
 - WESSELMAN U, LAI J (1997) Mechanisms of referred visceral pain: uterine inflammation in the adult virgin rat results in neurogenic plasma extravasation in the skin. *Pain*, **73**(3), 309-317.
 - WICHERS MC, MAES M (2004) The role of indoleamine 2,3-dioxygenase (IDO) in the pathophysiology of interferon- α -induced depression. *J. Psychiatr. Neurosci.*, **29**(1), 11-17.
 - YASHPAL K, CODERRE TJ. (1998) Influence of formalin concentration on the antinociceptive effects of anti-inflammatory drugs in the formalin test in rats: separate mechanisms underlying the nociceptive effects of low- and high-concentration formalin. *Eur. J. Pain.*, **2**(1), 63-68.
- Références « agri bien-être » :**
- BATAILLE G, RUGRAFF Y, MEUNIER-SALAÜN MC, BREGEON A, PRUNIER A (2002) Conséquences comportementales, zootechniques et physiologiques de l'épointage des dents chez le porcelet. *Journées de la Recherche Porcine en France*, **34**, 203-209.
 - DESNOYERS M (2004) *Effets de l'acidose sub-clinique sur la réactivité émotionnelle et l'activité journalière de chèvres laitières*. DAA Sciences Animales et Filières des Produits, INAPG, septembre, Paris.
 - GALLOIS M., LE COZLER Y, PRUNIER A (2005) Tooth resection in piglets, influence on welfare and performance. *Prevent. Vet. Med.*, (sous presse).
 - HAY M, RUE J, SANSAC C, BRUNEL G, PRUNIER A. (2004). Long term detrimental effects of tooth clipping or grinding in piglets: histological approach. *Anim. Welfare*, **13**, 27-32.
 - HAY M, VULIN A, GENIN P, SALES P, PRUNIER A (2003) Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **82**, 201-218.
 - MERLOT E (2004) Conséquences du stress sur la fonction immunitaire chez les animaux d'élevage. *INRA Prod. Animales*, **17**(4), 255-264.
 - PRUNIER A, BATAILLE G, MEUNIER-SALAÜN MC, BREGEON A, RUGRAFF Y. (2001) Conséquences comportementales, zootechniques et physiologiques de la caudectomie réalisée avec ou sans insensibilisation locale chez le porcelet. *Journées de la Recherche Porcine en France*, **33**, 313-318.
 - PRUNIER A, GALLOIS M, KLOUYTEN A, LE COZLER Y (2004). Effets de l'épointage des dents sur les performances, les lésions cutanées et le comportement des truies et des porcelets. *Journées de la Recherche Porcine en France*, **36**, 379-388.
 - PRUNIER A, HAY M, SERVIERE J (2002) Evaluation et prévention de la douleur induite par les interventions de convenue chez le porcelet. *Journées de la Recherche Porcine*, **34**, 257-268
 - PRUNIER A, MOUNIER AM, HAY M (2005) Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *J. Anim. Sci.*, **83**, 216-222.
 - SERVIERE J, BERNADET M-D, GUY G, GUÉMENE D (2002) Données neurophysiologiques sur la nociception potentiellement associée à l'ingestion forcée chez le canard mulard. In : *5^e Journées Recherche Palmipèdes à Foie Gras*, p 70-75, Pau.
 - SERVIERE J, BERNADET M-D, GUY G (2004) La réponse d'extravasation plasmatique neurogène, signe d'inflammation du tractus digestif supérieur chez le Mulard? évolution au cours du gavage, comparaison avec une inflammation expérimentale aigüe. In : *6^e Journées Recherche Palmipèdes à Foie Gras*, Arcachon, pp89-93.
- Sites web :**
- International Association for the Study of Pain (IASP) : <http://www.iasp-pain.org>
 - Europa-Santé Bien-être animal http://europa.eu.int/comm/food/animal/welfare/index_fr.htm
 - FAWC : <http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>
 - Site T.Grandin : <http://www.grandin.com/welfare/fear.pain.stress.html>
 - Office International Epizooties : <http://www.oie.int>

