

CONSÉQUENCES DE FAIBLES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LE BIEN-ÊTRE DE BOVINS LAITIERS. PRISE EN COMPTE DE LA VARIABILITÉ INDIVIDUELLE

CONSEQUENCES OF LOW ELECTRICAL CURRENTS ON THE WELFARE OF DAIRY CATTLE. EMPHASIS ON INDIVIDUAL VARIABILITY

Par Karim RIGALMA⁽¹⁾, Sabine ROUSSEL⁽¹⁾, François DESCHAMPS⁽²⁾, Christine DUVAUX-PONTER⁽¹⁾
(Communication présentée le 17 juin 2010)

RÉSUMÉ

Lors de l'application d'une tension électrique augmentée progressivement chaque jour, un seuil de réaction persistante de 2,3 V (3,5 mA) a été mis en évidence à court terme chez des génisses, malgré une forte variabilité individuelle. À moyen terme, une analyse multicritère a montré que l'exposition de vaches laitières, de manière permanente (prévisible) ou aléatoire (imprévisible), à une tension de 1,8 V (3,6 mA) au niveau de l'abreuvoir n'a pas modifié la quantité de lait produite ni sa composition, bien qu'une réponse de stress aigu transitoire ait été observée. Les vaches exposées de manière permanente se sont habituées, contrairement aux vaches exposées de manière imprévisible chez lesquelles la présence d'un stress chronique modéré est envisagée. La variabilité individuelle de résistance des vaches pourrait expliquer la variabilité des réponses comportementales. En élevage, il est important de limiter la présence de tensions parasites, même de faible niveau, qui pourraient perturber le bien-être des animaux.

Mots-clés : tension/courant électrique parasite, bovin, seuil, imprévisibilité, variabilité individuelle.

SUMMARY

When heifers were exposed to an electrical current which voltage was increased daily, a short-term persistent reaction threshold of 2.3 V (3.5 mA) was observed, despite a large individual variability. In the medium-term, a multi-criteria experimental approach in dairy cows exposed to a permanent (predictable) or random (unpredictable) voltage of 1.8 V (3.6 mA) on the water trough showed no modification of the amount and composition of milk, although a transient acute stress response was observed. Cows exposed permanently to the voltage became habituated to it, whereas those exposed unpredictably may have shown signs of a mild chronic stress. The individual variability of the cow resistance could explain the differences in behavioural responses. In farms, it is important to reduce the presence of stray voltage, even of low level, as they may affect animal welfare.

Keywords : stray voltage/current, cattle, threshold, unpredictability, individual variability.

(1) Département Sciences de la Vie et Santé, AgroParisTech, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris cedex 5.

(2) Réseau de Transport d'Électricité, 34 rue Henri Régnauld, 92608 Paris La Défense cedex.

INTRODUCTION

La question des effets des courants électriques parasites chez les animaux d'élevage est un sujet d'actualité qui intéresse de plus en plus la profession agricole en raison des conséquences potentielles sur le bien-être des animaux et des enjeux économiques qui pourraient en découler. Des tensions électriques parasites (inférieures à 10 V) peuvent apparaître sur des pièces métalliques en élevage, par exemple suite à une mise à la terre défectueuse, et peuvent diminuer le bien-être des animaux de rente (Brugère 2002). Selon la loi d'Ohm ($U = R \times I$), le courant I (exprimé en ampères) traversant l'animal pour une tension donnée U (exprimée en volts) dépend de la résistance R de l'animal (exprimée en ohms). La résistance est très variable, or l'animal est sensible au courant électrique qui le traverse et non à la tension (Hultgren 1990). L'essentiel des travaux de recherche sur les courants parasites a été conduit chez la vache laitière, chez un faible nombre d'individus, avec des durées d'exposition courtes (de l'ordre de la semaine) et dans des conditions expérimentales éloignées des conditions d'élevage (utilisation d'électrodes cutanées) (Rigalma *et al.* 2009). Bien que des observations en élevage aient associé une chute de production laitière à la présence de tensions électriques parasites (Sanders *et al.* 1981 ; Wilson *et al.* 1996), la plupart des études menées en milieu expérimental contrôlé n'ont pas démontré d'effets de ces tensions sur les performances laitières (Gorewit *et al.* 1985 ; Reinemann *et al.* 2002).

L'approche suivie à la ferme expérimentale d'AgroParisTech (Grignon, 78) a consisté à étudier simultanément les réponses comportementales, physiologiques et zootechniques de bovins laitiers à des tensions électriques de faible niveau. Cette approche est classiquement utilisée dans les études portant sur le stress ou le bien-être des animaux d'élevage (Veissier *et al.* 1999). Notre premier objectif a été de déterminer, à court terme, le seuil de réaction aux tensions électriques chez la génisse (Rigalma *et al.* accepté pour publication). Le deuxième objectif a été d'étudier les effets, à moyen terme et en conditions d'élevage, de l'application à des vaches en lactation d'une tension électrique de niveau un peu plus élevé que le seuil de réaction (Rigalma *et al.* 2010). Le troisième objectif a été d'étudier les effets de l'imprévisibilité de l'application de la tension électrique, situation similaire à ce qui est observé en élevage (Rigalma *et al.* 2007 ; Rigalma *et al.* 2010). Le dernier objectif a été d'étudier la variabilité individuelle de la réponse aux tensions et ses facteurs de variation.

LE SEUIL DE RÉACTION A COURT TERME ET LA VARIABILITÉ INDIVIDUELLE

Pendant une période de quatre semaines, quarante génisses Prim'Holstein (âgées de cinq à 10 mois) ont été entraînées à ingérer du concentré dans deux mangeoires métalliques situées à l'extrémité d'un couloir. Pour vingt génisses, une tension électrique a été appliquée pendant les deux minutes du test sur la mangeoire dans laquelle la génisse avait commencé à manger.

Ceci laissait la possibilité à la génisse de changer de mangeoire pour aller ingérer du concentré dans la mangeoire non électrifiée, si elle le souhaitait. La tension a été augmentée quotidiennement de 0,3 V en 0,3 V, de 0 V jusqu'à 5 V (courant alternatif, 50 hertz). Les vingt autres génisses ont suivi la même procédure mais sans application d'électricité (0 V).

Pour des tensions supérieures ou égales à 2,3 V, la contribution de la mangeoire électrifiée à la quantité totale ingérée et le temps passé à ingérer dans la mangeoire électrifiée ont diminué par rapport à une tension nulle. Au-dessus de 2,3 V, les génisses ont changé plus rapidement de mangeoire pour aller manger dans la mangeoire non électrifiée par rapport à 0 V. Une tension de 2,3 V (soit un courant maximal de 3,5 mA) correspond donc à un seuil de réaction persistante (comportement d'évitement durable dans le temps) (Roussel *et al.* 2007). Cependant, une forte variabilité individuelle de réponse a été observée. Les vingt génisses soumises aux tensions électriques ont été classées selon leur latéralisation (préférence pour un côté). Pour les six génisses ayant une faible latéralisation (choix de la même première mangeoire pour moins de 70 % des tests), deux seuils ont été identifiés : un seuil de réaction transitoire d'un V et un seuil de réaction persistante de 2,3 V (*figure 1A*). Pour les six génisses ayant la plus forte latéralisation (choix de la même première mangeoire pour plus de 95 % des tests), le seuil de réaction a été difficilement identifiable et n'est apparu qu'au-dessus de 3,6 V (*figure 1B*). Les génisses fortement latéralisées ont semblé plus réticentes à changer de mangeoire et à ingérer dans la mangeoire non électrifiée, ce qui est cohérent avec les études de Grandin *et al.* (1994) qui ont observé que les génisses, une fois habituées à un renforcement associé à un côté spécifique, avaient plus de difficulté à modifier leur choix, même après l'utilisation de la contention comme stimulus aversif.

LES TENSIONS ÉLECTRIQUES PARASITES À MOYEN TERME

L'expérimentation a été conduite chez 74 vaches Prim'Holstein, logées sur la même aire paillée ; leur accès aux abreuvoirs était contrôlé par un système d'identification individuelle électronique. Après six semaines d'apprentissage et d'habitation au dispositif expérimental, elles ont été réparties en trois lots selon le rang et le stade de lactation et le niveau de production. Deux de ces lots ont été soumis à un protocole d'exposition à la tension électrique différent : une tension de 1,8 V (courant alternatif, 50 Hz) a été appliquée à l'abreuvoir pendant huit semaines, de manière permanente pour le lot PERM ($n = 23$) et de manière aléatoire 36 heures par semaine pour le lot RAND ($n = 25$). Les animaux restants n'ont reçu aucune tension (CONT, $n = 26$). La tension de 1,8 V a été choisie car elle donnait la même intensité que celle obtenue chez les génisses en appliquant 2,3 V à la mangeoire. Des mesures comportementales (comportement d'abreuvement, rythme d'activité), physiologiques (fréquence cardiaque, concentration en cortisol du

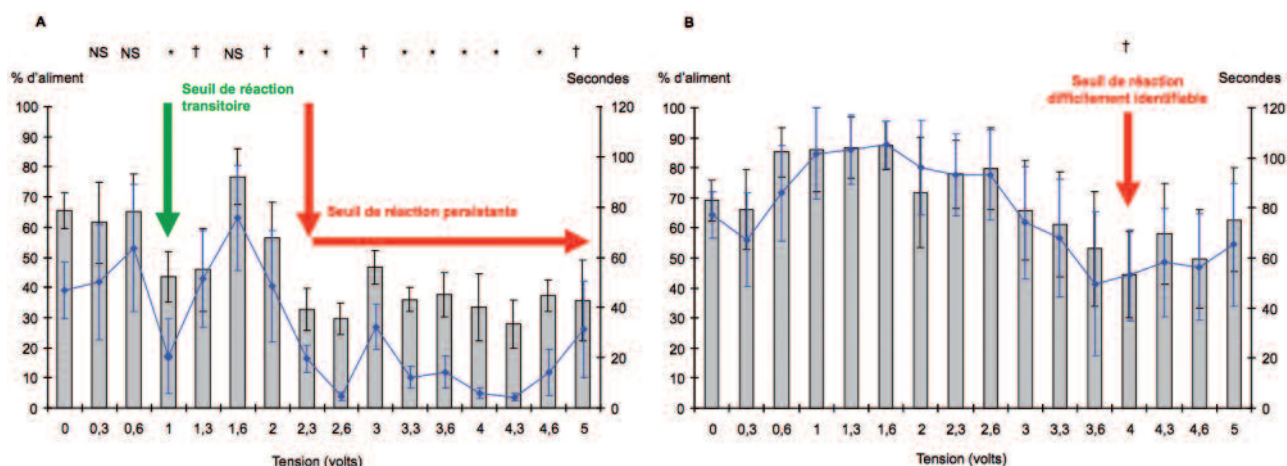


Figure 1 : Contribution de la mangeoire électrifiée à la quantité totale ingérée (%) (histogramme) et latence (secondes) pour aller ingérer du concentré dans la mangeoire non électrifiée (courbe) chez six génisses faiblement latéralisées (A ; choix de la même première mangeoire pour moins de 70 % des tests) et fortement latéralisées (B ; choix de la même première mangeoire pour plus de 95 % des tests). Une tension a été appliquée pendant deux minutes (par palier quotidien de 0,3 V, entre 0 et 5 V) à la première mangeoire dans laquelle la génisse avait commencé à ingérer. Moyenne ± erreur standard. * : $P < 0,05$, † : $0,05 < P < 0,10$.

plasma et du lait, test à l'ACTH) et zootechniques (quantité d'eau bue, production et composition du lait) ont été réalisées les 1^{er} et 3^{ème} jour de la 1^{ère} semaine ainsi que les 2^{ème}, 4^{ème} et 8^{ème} semaine.

Au cours des huit semaines d'expérimentation, aucune différence entre les traitements n'a été observée sur la quantité de lait produite et sa composition (taux butyreux, taux protéique et taux de cellules). Cependant, une diminution transitoire de la production laitière a été observée le 2^{ème} jour pour les vaches exposées en permanence à la tension électrique et le 3^{ème} jour pour les vaches exposées de manière imprévisible à la tension électrique (Rigalma *et al.* 2010).

Les vaches exposées de manière permanente à la tension électrique ont présenté des réponses de stress aigu lors de la 1^{ère} semaine d'exposition : une augmentation de la fréquence cardiaque, une augmentation de l'activité, une modification du comportement d'abreuvement (plus de visites à l'abreuvoir, plus grande latence pour boire) et une augmentation du nombre de visites avec erreurs (visite d'une stalle d'un autre traitement alors que l'abreuvoir n'est pas accessible). Ces résultats sont en accord avec ce qui est généralement observé dans la littérature (Lefcourt *et al.* 1985). Après huit semaines d'exposition, une adaptation comportementale a été mise en évidence avec une diminution du lapement (qui expose la langue, organe conducteur et sensible à l'abreuvoir sous tension), permettant probablement de diminuer l'intensité du stimulus électrique, alors que la fréquence d'exposition au stimulus électrique restait élevée (entre cinq et sept expositions par jour). À part cette modification du comportement d'abreuvement, plus aucune modification comportementale ni physiologique n'a été observée après huit semaines d'exposition conformément à ce qui a été montré par d'autres auteurs (Gorewit *et al.* 1985). Ces résultats pourraient indiquer la présence d'une habituation (figure 2 A).

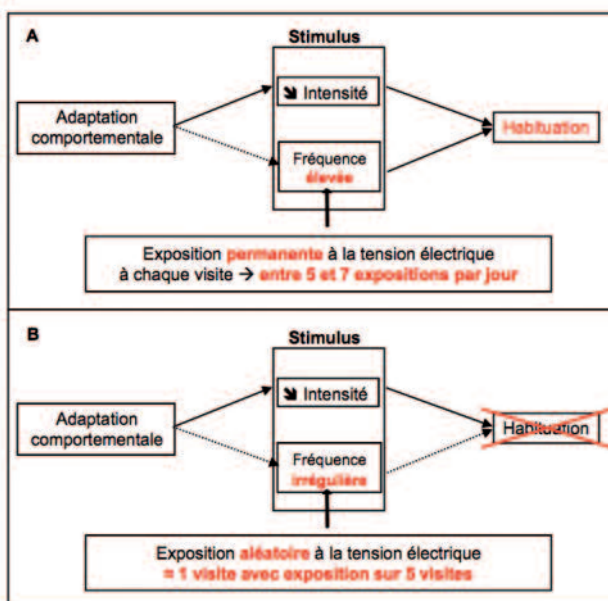


Figure 2 : Adaptation comportementale et habituation à moyen terme de vaches laitières soumises pendant huit semaines à une tension électrique (1,8 V soit 3,6 mA) appliquée à leur abreuvoir, soit de manière permanente (prévisible), soit de manière aléatoire (imprévisible, 36 h/semaine). En cas d'exposition permanente, l'intensité du stimulus est probablement réduite par l'adaptation comportementale mais la fréquence du stimulus reste élevée : les animaux peuvent s'habituer. En cas d'exposition aléatoire, l'intensité du stimulus est probablement réduite par l'adaptation comportementale mais la fréquence du stimulus reste irrégulière : les animaux ne s'habituent pas.

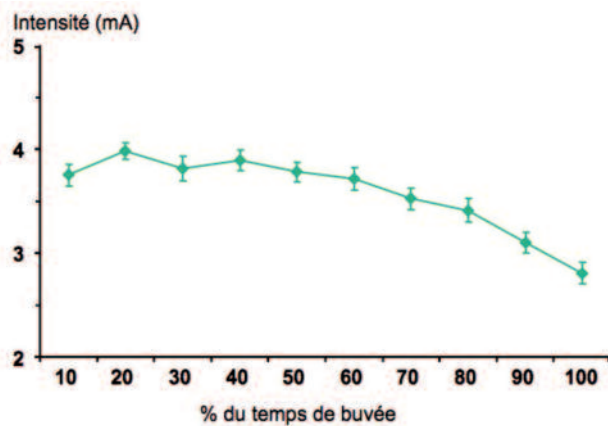


Figure 3 : Evolution de l'intensité du courant électrique parcourant le système plaque métallique au sol-vache-abreuvoir au cours de l'abreuvement lorsqu'une tension de 1,8 V est appliquée au niveau de l'abreuvoir. Moyenne \pm erreur standard. La baisse du niveau d'eau dans l'abreuvoir pourrait expliquer une augmentation de la résistance de contact (abreuvoir-museau) et donc diminuer l'intensité du courant parcourant le corps de la vache.

Les vaches exposées de manière imprévisible à la tension électrique (en moyenne une exposition sur cinq visites) ont présenté une réponse de stress aigu à court terme, similaire à l'exposition à une tension électrique en permanence. Après huit semaines d'exposition, une adaptation comportementale des vaches a été mise en évidence avec une diminution du lapement, une augmentation du nombre de visites avec flairage de l'abreuvoir (exploration de l'environnement) et une augmentation de la durée de l'abreuvement, lorsque la tension était appliquée sur l'abreuvoir. Cette augmentation de la durée d'abreuvement a probablement entraîné une diminution de l'intensité du courant parcourant l'animal (*figure 3*), en raison de la diminution du niveau d'eau dans l'abreuvoir. Des réponses de stress étaient néanmoins toujours présentes après huit semaines d'exposition (élévation de la concentration en cortisol dans le lait et réduction de la latence pour boire après l'entrée dans la stalle, par comparaison aux animaux témoins). La fréquence d'exposition au stimulus électrique étant irrégulière, les vaches n'ont probablement pas pu s'habituer à l'agent stressant (*figure 2B*). La réaction à un événement dépend de la manière dont l'animal se représente l'événement et non de l'événement en tant que tel (Boissy *et al.* 2007). L'imprévisibilité d'un événement semble donc être un critère intervenant dans l'évaluation de l'environnement par l'animal.

UNE FORTE VARIABILITÉ INDIVIDUELLE DE LA RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE

Une variabilité individuelle a été observée pour la résistance électrique des vaches laitières exposées à une tension électrique au niveau de leur abreuvoir. La résistance du système plaque métallique au sol-vache-abreuvoir, calculée en utilisant la loi d'Ohm (tension appliquée de 1,8 V et courant mesuré par une sonde à effet Hall) a varié de 371 à 988 ohms avec une moyenne de 537 ohms (Rigalma 2009).

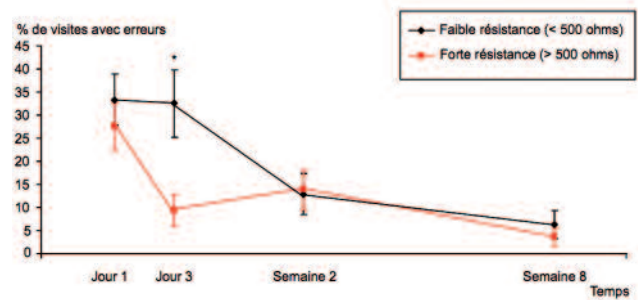


Figure 4 : Pourcentage de visites avec erreurs (visite d'une stalle d'un autre traitement dont l'abreuvoir n'est pas accessible) chez des vaches à faible (< 500 ohms ; n = 13) ou forte (> 500 ohms ; n = 14) résistance électrique exposées à une tension électrique de 1,8 V appliquée à leur abreuvoir. Moyenne \pm erreur standard. * : $P < 0,05$.

Le troisième jour d'exposition, les vaches laitières présentant les plus faibles résistances électriques (< 500 ohms ; n = 13) ont réalisé plus de visites avec erreurs que les vaches à fortes résistances électriques (> 500 ohms ; n = 14) (*figure 4*).

CONCLUSION

En élevage, les tensions électriques parasites de faible niveau peuvent être considérées comme un agent stressant modéré n'influençant pas les performances de production mais générant une réponse de stress aigu transitoire. Une réponse de stress chronique modéré a été mise en évidence, à moyen terme, en cas de tensions électriques imprévisibles (réponses physiologiques et comportementales mais sans modification des performances zootechniques). Par contre, aucune réponse de stress n'a été observée à moyen terme lorsque les tensions électriques ont été appliquées en permanence. L'étude des effets des tensions électriques chez les animaux d'élevage a permis d'aborder à un niveau plus fondamental les conséquences de l'imprévisibilité sur les réponses de stress des animaux. Par ailleurs, ce travail a permis de souligner l'importance de la variabilité individuelle et de sa nécessaire prise en considération lorsque des tensions électriques parasites sont détectées sur les exploitations agricoles. En effet, certains individus ont présenté des réponses comportementales et/ou physiologiques pour des tensions électriques inférieures au seuil moyen de l'espèce. Il est donc important, d'une part, de respecter les réglementations en vigueur concernant les installations électriques afin de diminuer l'incidence des tensions parasites, mais aussi, d'autre part, de tenir compte du seuil de réaction des individus les plus sensibles, afin de limiter la présence de tensions parasites, même de faible niveau, qui pourraient perturber leur bien-être.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'équipe de la Ferme Expérimentale d'AgroParisTech pour les soins apportés aux animaux et RTE pour sa contribution financière aux expérimentations.

BIBLIOGRAPHIE

- Boissy, A., Arnould, C., Chaillou, E., Colson, V., Désiré, L., Duvaux-Ponter, C., Greiveldinger, L., Leterrier, C., Richard, S., Roussel, S. *et al.* 2007. Emotions et cognition: stratégie pour répondre à la question de la sensibilité des animaux. *INRA Productions Animales* 20: 17–21.
- Brugère, H. 2002. Effets du courant électrique sur les animaux d'élevage. *Bulletin de la Société Vétérinaire Pratique de France* 86: 182–196.
- Gorewit, R. C., Scott, N. R., Czarniecki, C. S. 1985. Responses of dairy cows to alternating electrical current administered semi-randomly in a non-avoidance environment. *Journal of Dairy Science* 68: 718–725.
- Grandin, T., Odde, K. G., Schutz, D. N., Behrns, L. M. 1994. The reluctance of cattle to change a learned choice may confound preference tests. *Applied Animal Behaviour Science* 39: 21–28.
- Hultgren, J. 1990. Small electric currents affecting farm animals and man: a review with special reference to stray voltage. I. Electric properties of the body and the problem of stray voltage. *Veterinary Research Communications* 14: 287–298.
- Lefcourt, A. M., Akers, R. M., Miller, R. H., Weinland, B. 1985. Effects of intermittent electrical shock on responses related to milk ejection. *Journal of Dairy Science* 68: 391–401.
- Reinemann, D. J., Rasmussen, M. D., LeMire, S. D. 2002. Milking performance of dairy cows subjected to electrical current and induced milking machine problems. *Transactions of the ASAE* 45: 833–838.
- Rigalma, K., Roussel, S., Oliveira, A., Louyot, T., Duvaux-Ponter, C. 2007. Influence of an unpredictable stressor on behavioural and physiological responses of experienced or naïve Holstein heifers. In *Proceedings of the 41st International Congress of the International Society for Applied Ethology*, Merida (Mexico), p. 167.
- Rigalma, K. 2009. Effets des courants électriques parasites chez les ruminants, en conditions d'élevage. Thèse AgroParisTech, Paris; n° 2009AGPT0074, 198p.
- Rigalma, K., Duvaux-Ponter, C., Gallouin, F., Roussel, S. 2009. Les courants électriques parasites en élevage. *INRA Productions Animales* 22: 291–302.
- Rigalma, K., Duvaux-Ponter, C., Barrier, A., Charles, C., Ponter, A. A., Deschamps, F., Roussel, S. 2010. Medium-term effects of repeated exposures to stray voltage on activity, stress physiology and, milk production and composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93: 3542–3552.
- Rigalma, K., Duvaux-Ponter, C., Oliveira, A., Martin, O., Louyot, T., Deschamps, F., Roussel, S. Determination of a stray voltage threshold in Holstein heifers, influence of predictability and past-experience on behavioural and physiological responses. *Animal Welfare*. (accepté pour publication).
- Roussel, S., Rigalma, K., Oliveira, A., Louyot, T., Duvaux-Ponter, C. 2007. Determination of a stray voltage threshold using behavioural measurements in Holstein heifers. In *Proceedings of the 41st International Congress of the International Society for Applied Ethology*, Merida (Mexico), p.232.
- Sanders, D. E., Sanders, J. A., Sangenari, J. 1981. Low milk production associated with transient environmental voltage. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 179: 69.
- Veissier, I., Sarignac, C., Capdeville, J. 1999. Les méthodes d'appréciation du bien-être des animaux d'élevage. *INRA Productions animales* 12: 113–121.
- Wilson, D. J., Southwick, L. H., Kaeser, D. R. 1996. Improvement in milk production and udder health following correction of stray voltage on computer feeders. *Agri Practice* 17: 24–29.