

Les clôtures virtuelles : un outil pour gérer le pâturage en élevage ovin allaitant ?

JOUVEN M. (1, 2, 3), ICKOWICZ A. (1, 2, 3), LEROY H. (1, 2, 3), LAPEYRONIE P. (1, 2, 3)

(1) Montpellier SupAgro, UMR ERRC, 2 Place Viala, F-34060 Montpellier Cedex 1

(2) INRA, UMR 868, 2 Place Viala, F-34060 Montpellier Cedex 1

(3) CIRAD, UMR 84, 2 Place Viala, F-34060 Montpellier Cedex 1

RESUME - La gestion du pâturage sur de vastes espaces ouverts nécessite un gardiennage ou la pose de clôtures, solutions coûteuses en temps et en main d'œuvre. Les avancées technologiques et l'électronique embarquée sur l'animal laissent aujourd'hui entrevoir une alternative séduisante : la clôture virtuelle (CVir). La CVir est une barrière sensorielle délimitant une zone interdite à l'approche de laquelle les animaux équipés d'un collier avertisseur et punisseur reçoivent un stimulus auditif suivi d'une brève décharge électrique qui les incite à faire demi-tour. De récents essais ont montré que les bovins étaient capables de répondre aux stimuli de la CVir, et apprenaient assez rapidement à faire demi-tour. L'objectif de cette étude était de tester l'applicabilité d'une CVir aux ovins, dans des groupes où tout ou partie des animaux seraient équipés de collier. Nous avons entraîné des groupes de 5 brebis, et nous les avons soumis à des tests de 30 minutes dans une parcelle en couloir divisée virtuellement en son milieu par une zone d'avertissement et de punition (ZP) de 4m de large. Nous avons introduit les animaux d'un côté de la ZP, l'autre côté étant rendu attractif par de l'herbe haute (attracteur alimentaire), par la présence de congénères (attracteur social), ou ne comportant pas d'attracteur (herbe rase dans tout le couloir). Nous avons observé les déplacements. Nos résultats pour des groupes de 5 individus équipés de colliers montrent que la CVir est capable de contrôler efficacement les animaux (< 10% traversent), avec une excellente rémanence de l'apprentissage (> 30 jours). Les tentatives de traversée avortées (demi-tours) ont été plus nombreuses les 5 premières minutes des tests, et différentes selon les attracteurs : social > alimentaire > nul. Les comportements ont varié entre groupes et entre individus au sein d'un groupe. Les groupes mixtes testés incluaient 32 individus dont 0, 50, 75 ou 100% de brebis équipées (avec collier et entraînement) et des brebis naïves (sans collier, sans entraînement), et étaient soumis à un attracteur alimentaire. Les brebis naïves qui pouvaient traverser ont entraîné une partie des brebis équipées. En conclusion, il semble possible de contrôler des groupes d'ovins à l'aide d'une CVir dans un espace précisément délimité lorsque tous les individus sont équipés d'un collier. Lorsque seuls quelques animaux sont équipés, la CVir peut devenir un moyen de restreindre le pâturage de certains animaux au sein d'une groupe mixte, mais difficilement un outil de contrôle de l'ensemble du groupe.

Virtual fences to reconcile grazing and landscapes in meat sheep farming systems?

JOUVEN M., ICKOWICZ A., LEROY H., LAPEYRONIE P.

Montpellier SupAgro, UMR ERRC, 2 Place Viala, F-34060 Montpellier Cedex 1

SUMMARY - The management of grazing in open landscapes requires either a shepherd or fences, which are both expensive and time-consuming. Technological advances and electronic devices worn by the animals anticipate an attractive alternative solution: virtual fences (VFe). VFe are sensorial barriers that delimit a forbidden area. In the surroundings of this area, the animals wearing a special collar delivering warnings and punishments receive successively an auditive stimulus and a mild electrical shock which encourage them to turn around. Recent trials have shown that cattle are able to respond to VFe stimulations, and learn quickly to turn around. The objective of this study was to test the applicability of VFe to sheep, in groups where all or part of the animals would be wearing a collar. We trained groups of 5 ewes, and we submitted them to 30min-tests in a corridor-shaped paddock virtually divided in its center by a 4m-wide warning and punishment area (PA). We introduced the animals on one side of the PA, the other side being made attractive by the presence of tall grass (feed attractor), the presence of peers (social attractor), or being kept unattractive (short grass in the whole corridor). We observed animal movements. Our results for groups of 5 ewes wearing a collar show that the VFe can efficiently control the animals (<10% go through PA), with an excellent training persistence. Many more failed attempts to cross (= U-turns) were observed during the first 5 min of the tests. The number of U-turns differed depending on the attractor used: social > feed > none. Animal behaviour varied between groups and between animals within a group. Mixed groups were made of 32 animals including 0, 50, 75 or 100% equipped ewes (trained and wearing a collar) and naïve ewes (no training, no collar) submitted to a feed attractor. The naïve ewes that could go through the PA led a part of the equipped ewes to the forbidden area. As a conclusion, it seems possible to control groups of sheep with a VFe in a precisely delimited area when all animals are wearing a collar. When only a few animals are equipped, the VFe could be a means to restrain grazing for a number of animals within a mixed group, but hardly a tool for controlling the whole group.

INTRODUCTION

Le pâturage fournit une ressource alimentaire à faible coût et permet l'entretien de paysages ouverts, favorables à la biodiversité et attractifs au tourisme « vert ». La gestion du pâturage sur des espaces ouverts nécessite un gardiennage ou la pose de clôtures, solutions coûteuses en temps et en main d'œuvre. De plus, les clôtures sont souvent difficiles à poser sur les parcours (micro relief, affleurements rocheux) et

s'opposent à la circulation des autres usagers de l'espace. Les clôtures virtuelles (CVir), basées sur le couplage soit d'un champ électromagnétique transmis par un fil posé au sol (émetteur) soit d'un système GPS avec un dispositif avertisseur et punisseur embarqué sur l'animal (récepteur) offrent une alternative séduisante pour l'éleveur. Nous entendons par CVir des barrières exclusivement sensorielles fournissant des stimuli (le plus souvent de type auditif ou tactile et électrique) lorsque l'animal s'approche d'une zone

qui lui est interdite. Elles s'opposent ainsi aux clôtures classiques qui délimitent visuellement et physiquement un espace. Elles supposent que les animaux équipés d'un tel dispositif sont capables d'associer ces stimuli à un comportement particulier, en l'occurrence « faire demi-tour ». Plusieurs essais ont été menés récemment, sur bovins (Butler et al., 2006 ; Anderson, 2007 ; Bishop-Hurley et al., 2007 ; Monod et al., 2009). Les bovins réagissaient aux stimuli et apprenaient assez vite à faire demi-tour. Dans une revue bibliographique très complète sur le sujet, Anderson (2007) suggère qu'un entraînement des animaux au dispositif est nécessaire avant une utilisation en ferme des CVir, et que l'intérêt de celles-ci serait de n'équiper qu'une partie des animaux pour contrôler l'ensemble du troupeau. L'objectif de cette étude était de tester l'applicabilité des CVir aux ovins, dans des groupes où tout ou partie des animaux seraient éduqués et équipés.

1. MATERIEL ET METHODES

Les expériences se sont déroulées en 2009 au domaine du Merle (SupAgro), à Salon-de-Provence, sur des parcelles de prairie de Crau.

1.1 CLOTURE VIRTUELLE

Nous avons utilisé une CVir du commerce (INNOTEK® IUC-5100E pour chiens) comportant : 1) un émetteur de champ électromagnétique et son antenne constituée par un câble conducteur posé au sol, 2) des colliers récepteurs (embarqués sur l'animal) capables de détecter le champ électromagnétique à proximité du câble et de réagir par un signal constitué d'une émission sonore suivie (2 s après) d'une stimulation électrique pendant 10s. Cette séquence est susceptible de se répéter 3 fois à intervalle de 10 s tant que l'animal ne s'écarte pas du câble (Manuel d'utilisation INNOTEK®). Le choc électrique est transmis par deux électrodes au contact du cou de l'animal.

En 2008, nous avons testé et évalué ce matériel à des fins expérimentales. Nous avons mesuré la distance du câble à partir de laquelle les stimuli étaient déclenchés lorsque les colliers (10 colliers x 5 répétitions) étaient approchés du câble à différentes hauteurs (20, 60, 100cm). Nous avons obtenu une bonne répétabilité des mesures, avec des écarts-types inférieurs à 15cm pour un collier donné, en un écart-type global de 20cm. Ces valeurs renvoient à une erreur de l'ordre de 5% pour un champ de 4m de large. Par ailleurs, nous avons observé que la distance pouvait varier légèrement selon l'orientation du collier et l'angle d'approche.

1.2 ANIMAUX

Nous avons utilisé des brebis Mérinos d'Arles adultes tondues en fin d'hiver pour faciliter la pose du collier et garantir un bon contact entre les électrodes du collier et la peau de l'animal.

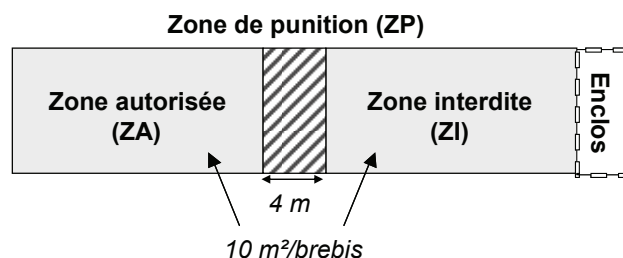
Nous avons « éduqué » à la CVir 65 brebis, par groupes de 5 animaux. Un nombre équivalent de brebis contemporaines et « naïves » (non éduquées et non équipées) a été mobilisé.

En-dehors des périodes de tests, les brebis pâturaient ensemble. Celles impliquées dans les expérimentations étaient triées deux fois par jour et contenues dans un parc d'attente (herbe rase) le matin ou l'après-midi.

1.3 DISPOSITIF

Pour simplifier les observations, nous avons travaillé sur des dispositifs en couloirs palissés (occultation partielle de la visibilité entre couloirs) traversés en leur milieu par l'antenne électromagnétique (câble de 1,5mm, fixé au sol) délimitant une zone d'avertissement et de punition (ZP) de 4m de large. Cette ZP sépare la « zone autorisée » (ZA) où les animaux étaient introduits et stabilisés avant chaque test, et la « zone interdite » (ZI) contenant ou non un attracteur (Figure 1).

Figure 1 : schéma général des dispositifs en couloir utilisés pour les expériences. Les animaux sont contenus dans une zone autorisée (ZA), à l'aide d'une clôture virtuelle générant une zone de punition (ZP). On observe les déplacements en direction d'une zone interdite (ZI) pouvant ou non contenir un attracteur alimentaire (herbe haute) ou social (brebis dans l'enclos).



L'herbe dans ZA et ZP était maintenue rase (3-5cm). La configuration de ZI a varié selon l'attracteur. En l'absence d'attracteur, l'herbe était maintenue rase comme dans ZA. En présence d'attracteur alimentaire, ZI comportait de l'herbe haute (9-12cm). L'attracteur social était constitué d'un groupe de 5 brebis occupant l'enclos situé à l'extrémité de ZI.

Pour chaque test, les animaux étaient introduits dans ZA où ils étaient maintenus par une clôture filet le temps de « stabiliser » le groupe. Au bout d'une minute environ, le filet était retiré et le test commençait.

1.4 EXPERIENCES

E1) Entraînement à la clôture virtuelle en petits groupes.

L'objectif était de valider une méthode d'entraînement à la CVir, et de constituer des groupes de 5 brebis tirées au sort qui seraient éduquées pour les expériences suivantes. 13 groupes de 5 brebis ont subi successivement 3 étapes d'entraînement dans des couloirs de 5m de large et 24m de long avec attracteur alimentaire en ZI. La première étape a consisté à habituer les animaux au dispositif, en les y laissant 30min avec CVir inactivée. Dans l'étape suivante, les groupes sont restés 90min dans le dispositif, avec une clôture « visuelle » (3 fils) matérialisant l'emplacement du câble de la CVir, cette fois-ci activée. Les modalités de cette étape d'entraînement ont été choisies pour se rapprocher des recommandations du Manuel d'utilisation INNOTEK® et d'Anderson (2007). Dans une troisième étape, nous avons testé la réussite de l'entraînement en reproduisant l'étape 1 avec CVir activée. Les groupes étaient considérés comme éduqués si aucun individu ne traversait ZP durant 30min.

E2) Perméabilité de la clôture virtuelle selon le type d'attracteur.

L'objectif était de déterminer si la CVir était capable de contenir des animaux équipés malgré la présence d'un attracteur en ZI. Douze groupes de 5 brebis éduquées en E1 ont été appariés sur des critères d'âge avec des groupes de 5 brebis naïves pour constituer ainsi 12 binômes de groupes. Chaque binôme de groupes a été testé en même temps, durant 30 min, dans des couloirs éloignés, avec trois types d'attracteurs : nul, alimentaire, social. L'ordre de passage des binômes dans la journée et l'ordre de test des types d'attracteur par groupe ont été randomisés.

E3) Perméabilité de la clôture virtuelle en groupes mixtes.

L'objectif de cette expérience était de déterminer si le grégairisme naturel des ovins rendait possible la contention de brebis dans un groupe mixte « équipées – naïves ». Pour cela, nous avons constitué des groupes de 32 brebis contenant 0, 50 75 ou 100% de brebis équipées et le reste de brebis « naïves ». Chaque proportion a été testée avec 10 répétitions obtenues par tirages aléatoires avec remise parmi les brebis « éduquées » de E1 et les naïves, en évitant de sur-représenter certains individus. Nous avons testé ces groupes durant 30min dans des couloirs de 10m de large et 64m de long, en alternant d'un jour sur l'autre les proportions.

1.5 MESURES

Les tests étaient suivis par des observateurs camouflés dans un abri au niveau de ZP ou à distance du dispositif. Ceux-ci notaient les comportements des brebis à l'approche de ZP : demi-tour ou traversée, par tranches de 5min, à l'échelle de l'individu (groupes de 5) ou du groupe en distinguant brebis équipées et naïves (groupes de 32). Quelques très rares cas de parésie totale n'ont pas été retenus pour les analyses. Pour pouvoir revenir sur les observations, les tests ont été entièrement filmés.

Ces observations ont permis de caractériser le comportement des brebis, en considérant le nombre d'individus qui traversent et le nombre de demi-tours par individu (groupes de 5 uniquement), ainsi que la fréquence moyenne des demi-tours et traversées par brebis au cours du temps.

1.6 STATISTIQUES

Les différences de nombre de brebis traversant entre étapes de E1 ont été très nettes, et ont pu être confirmées par des tests de χ^2 de Mac Némar. Nous avons appliqué des tests de Wilcoxon pour données appariées pour comparer le nombre de traversées par groupe avant/après entraînement.

Le nombre et les fréquences des demi-tours et traversées par groupe en E2, selon l'attracteur (chaque groupe est testé sur les 3 attracteurs) et selon le groupe (groupes d'équipées et naïves appariés) ont été soumis à des tests de Wilcoxon pour données appariées.

L'impact de la proportion de brebis équipées en E3 sur la fréquence des traversées et demi-tours des équipées ou des naïves a été évalué avec des tests de Mann-Whitney pour échantillons indépendants. Pour une proportion donnée, les comportements des équipées et des naïves ont été comparés avec des tests de Wilcoxon pour données appariées.

2. RESULTATS

2.1 LES BREBIS PEUVENT ETRE EDUQUEES A RESPECTER UNE CLOTURE VIRTUELLE

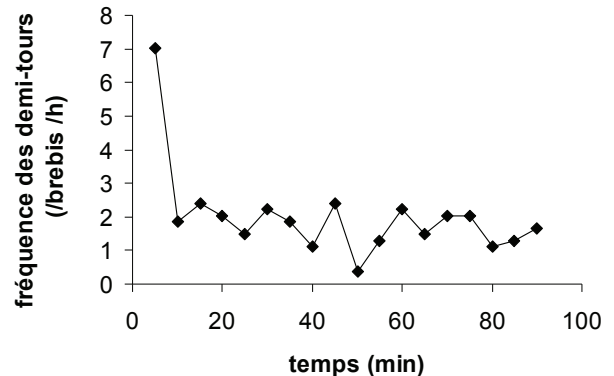
Durant l'étape d'habituation avec CVir inactivée en E1, toutes les brebis ont traversé la ZP durant les 5 premières minutes du test pour se rendre en ZI. Certains groupes ont réalisé plusieurs allers-retours avant de se stabiliser en ZI, d'autres n'en sont jamais partis. Ces déplacements se produisaient généralement en groupes.

Durant l'étape d'entraînement à proprement parler, aucune brebis n'a traversé ZP, malgré la fragilité des 3 fils de la clôture visuelle. Les demi-tours à l'approche de ZP, que nous interprétons comme des tentatives de franchissement, ont été plus nombreux durant les 5 premières minutes (2,9 demi-tours par groupe contre 0,2 à 1,0 par la suite ; **Figure 2**). Les observations individuelles ont été en moyenne de 2 demi-tours/brebis/h, avec de grandes variations entre individus (15,3 demi-tours/brebis/h pour 1 brebis, 0 pour 10 brebis).

Durant l'étape de test de perméabilité de la clôture virtuelle, un seul groupe de 5 brebis a traversé dans un mouvement d'affolement. Ce groupe n'a pas été retenu par la suite. Dans tous les autres groupes, les brebis sont restées dans ZA. Les brebis ont réalisé en moyenne 2,4 demi-tours/brebis/h durant les 5 premières minutes puis 1,0 demi-tour/brebis/h. Un mois plus tard, le test a été répété avec succès.

Les différences de nombre d'individus traversant et de nombre de traversées par groupe entre la première et la dernière étape sont significatives ($P < 0,01$).

Figure 2 : Diminution de la fréquence des demi-tours (= tentatives avortées de franchissement de la clôture virtuelle) après les 5 premières minutes de la phase d'entraînement (expérience E1).

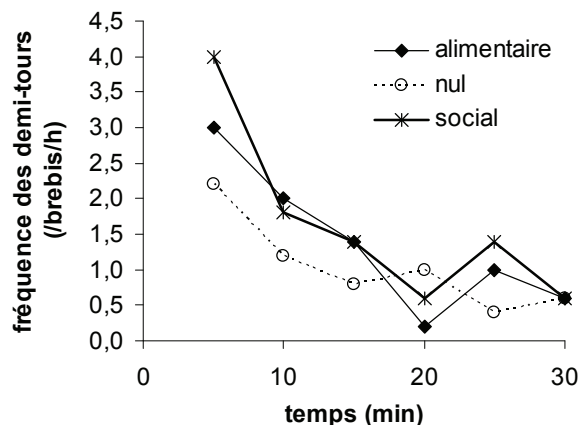


2.2 LA CLOTURE VIRTUELLE CONTROLE DES GROUPES DE BREBIS EQUIPEES QUEL QUE SOIT L'ATTRACTEUR

Dans l'expérience E2, quasiment aucune brebis équipée n'a traversé lorsque l'attracteur était nul ou alimentaire (1 et 0 brebis, respectivement). Avec attracteur social, 3 groupes sur les 12 testés ont traversé, durant les 5 premières minutes. Statistiquement, le nombre de traversées par groupe a été supérieur ($p=0,13$) pour l'attracteur social. Pour les groupes de naïves, le nombre de traversées a été significativement inférieur ($p < 0,05$) en absence d'attracteur.

La fréquence des demi-tours (**figure 3**) a permis de classer les attracteurs : social (1,6 demi-tours/brebis/h) > alimentaire (1,4) > nul (1,0). Seule la différence entre les attracteurs social et nul est cependant significative ($P < 0,05$). Les groupes d'équipées ont réalisé plus de demi-tours (1,3 /brebis/h contre 0,2 ; $P < 0,01$) et bien sûr moins de traversées (0,2 /brebis/h contre 6,3 ; $P < 0,01$) que les groupes de naïves.

Figure 3 : Evolution dans le temps de la fréquence des demi-tours observés à l'approche de la clôture virtuelle en fonction de l'attracteur employé (E2). Dès les 5 premières minutes, on peut classer visuellement les attracteurs : social > alimentaire > nul (différences statistiquement non significatives : $P > 0,05$)



2.3 N'EDUQUER QU'UNE PROPORTION DES BREBIS NE PERMET PAS DE CONTENIR UN GROUPE MIXTE

En E3, dans les groupes de 32 brebis 100% équipées, aucune n'a traversé ZP. Les groupes de naïves par contre traversaient tous, dès les 5 premières minutes du test.

Lorsque la proportion d'équipées diminuait, la CVir devenait perméable : les brebis naïves traversaient librement, et une

part des équipées les suivaient. Nous avons observé 15 traversées de brebis équipées (1 à 13 par groupe dans 3 groupes, en moyenne 0,1 traversée/brebis/h) lorsque celles-ci représentaient 75% du groupe et 35 traversées (1 à 16 par groupe, 6 groupes, 0,4/brebis/h) pour 50%.

Toutes les proportions testées ont été statistiquement différentes ($p < 0,01$) pour la fréquence des traversées de l'ensemble du groupe (équipées + naïves). Ces fréquences n'ont pas significativement varié entre proportions pour les brebis naïves (proche de 3,2 traversées/brebis/h). Pour les brebis équipées seules les différences entre 50% et 100% sont significatives ($p < 0,01$), les autres différences renvoient à des tendances (p proche de 0,1).

Si la fréquence moyenne des traversées vers ZI par les brebis naïves n'a pas significativement varié (proche de 3,2 traversées/brebis/h), celles-ci réalisaient plus de traversées « retour » lorsque la proportion d'équipées augmentait : 1,7 /brebis/h à 0% d'éduquées, contre 1,9 à 50% et 2,2 à 75%.

L'attraction des brebis équipées vers les brebis naïves ayant traversé se retrouve dans une augmentation significative de la fréquence des demi-tours des brebis équipées ($p < 0,05$ entre 50% et 100%, $p < 0,1$ entre 50% et 75%) lorsque la proportion de brebis équipées diminue. Réciproquement, le nombre de traversées « retour » des brebis naïves tendait à augmenter lorsque la proportion d'éduquées augmentait.

3. DISCUSSION

La clôture virtuelle (CVir) suscite conjointement un fort intérêt et de l'inquiétude par rapport à sa mise en application. D'un côté elle permettrait de contenir des animaux dans des terrains où la pose d'une clôture physique n'est pas envisageable. En associant un système GPS, la conduite du pâturage pourrait même être automatisée (Butler et al. 2006). D'autre part, une CVir nécessite une certaine technicité et un suivi régulier, autant pour la mise en place des colliers au cou des animaux que pour la vérification du bon fonctionnement des composantes électroniques. Sur le long terme, il n'est pas possible aujourd'hui d'exclure des risques de blessures ou de stress chronique. L'absence de barrière physique autour du troupeau pourrait aussi faciliter vols et prédation.

L'objectif de notre étude était de tester l'applicabilité des clôtures virtuelles (CVir) aux ovins, dans des groupes où tout ou partie des animaux seraient éduqués et équipés. Nous avons réalisé pour cela des tests de 30 min avec des groupes de 5 ou 32 brebis, en pâturage stabilisé dans des parcelles en « couloir ». Dans ces conditions, nous avons montré que la CVir était efficace pour des groupes de brebis équipées, car elle induisait des demi-tours à l'approche de la zone interdite, et réduisait voire annulait les traversées. Dans des groupes de brebis comportant une part seulement d'équipées, la clôture virtuelle devenait perméable.

L'originalité de notre travail a été d'inclure une phase d'entraînement et des essais répétés (10 à 13 répétitions) dans des conditions de pâturage contrôlées en faisant varier la présence d'attracteurs alimentaire (herbe haute) et sociaux (congénères). Nous avons travaillé avec une CVir relativement étroite (4m de large), qui nous a paru mieux adaptée aux usages et paysages agricoles européens. Pour les systèmes de type « ranching » des largeurs allant jusqu'à 200m sont proposées (Anderson, 2007).

Travailler avec des groupes nous a permis d'éviter l'isolement pour l'espèce grégaire que sont les ovins et de se rapprocher des conditions d'élevage. Une conséquence est que nous n'avons pas pu évaluer l'entraînement de chaque individu. Dans les groupes de 5, des mesures individuelles nous ont permis de déterminer que 10 brebis (soit 15% des individus) ne s'étaient jamais confrontées à la clôture virtuelle durant la phase d'entraînement. Ces brebis « passives » ont eu par la suite un comportement semblable aux autres. Plusieurs explications peuvent être avancées : 1) les stimuli sont entendus par les congénères proches, 2) l'entraînement

indirect par observation des congénères et 3) la nature « suiveuse » de certains individus.

Le dispositif en couloir orienté avec des animaux stabilisés a permis de simplifier les observations, mais a aussi limité les risques de fuites spontanées d'animaux. La plupart des traversées d'animaux équipés ont eu lieu dans des mouvements de fuite collective initiés par des tentatives individuelles. En conditions d'élevage, l'imperméabilité d'une clôture virtuelle pourrait être altérée par des événements stressants (passage de chiens, bruits soudains, ...).

Dans les groupes mixtes équipées-naïves, ces dernières ont quitté très rapidement la zone autorisée pour se diriger vers la zone d'herbe haute, même lorsqu'elles étaient minoritaires. Ainsi, l'attracteur alimentaire s'est doublé d'un attracteur social, qui dans les expériences en petits groupes était apparu comme le plus fort attracteur. En termes d'application, on peut difficilement envisager de contenir l'ensemble d'un groupe mixte dans une zone moins attractive que son entourage. En revanche, les brebis équipées d'un groupe mixte devraient pouvoir être contenues si elles sont en nombre suffisant (> 4) et si les naïves ne sont pas attirées trop loin de la zone autorisée.

CONCLUSION

Nos résultats suggèrent que les ovins, comme les bovins, peuvent être entraînés à la clôture virtuelle en quelques heures. Dans des groupes de 5 à 32 individus tous équipés de colliers, la clôture virtuelle est suffisamment imperméable et la rémanence de l'éducation suffisamment longue pour envisager des applications en ferme. Cependant, nous avons montré qu'il n'est pas possible de contenir la totalité d'un groupe en n'équipant qu'une partie des individus : les naïfs et même certains individus éduqués, bravant la punition électrique, franchissent le dispositif. Pour l'instant, la CVir ne semble donc pas adaptée à la contention de grands groupes d'ovins où, pour des raisons logistiques et économiques, tous les individus ne peuvent être équipés. Elle pourrait cependant être utilisée ponctuellement dans des lots hétérogènes pour moduler l'accès à certains secteurs (= limiter le chargement instantané) selon le niveau de besoins des animaux.

De nombreuses questions restent encore sans réponse quant aux modalités pratiques et aux précautions particulières pour l'utilisation d'un tel dispositif dans des élevages ovins : le port de colliers et les stimuli reçus perturbent-ils le comportement des animaux sur le long terme ? Dans quelles conditions de pâturage (taille et forme de parc, taille du groupe d'animaux) ce dispositif peut-il être utilisé ? Avec quelle précision spatiale peut-on contenir des groupes d'animaux sur des durées plus longues, de plusieurs jours à plusieurs semaines ? Est-il possible de limiter la dispersion des groupes mixtes en équipant préférentiellement des animaux à comportements spécifique (leaders ou autres) ? Quelles peuvent être les garanties d'imperméabilité, de sécurité pour l'éleveur ?

Cette étude a été financée dans le cadre du projet ANR blanc 2007 PANURGE. Nous remercions le personnel du Domaine du Merle (PM Bouquet, C Maton, J-D Guyonneau) et les nombreux stagiaires (F Journot, P Zindy, L Klein, A Leclerc, C Gangloff) et CDD (H Diaff) qui ont contribué à ce travail.

Anderson D.M., 2007, *The Rangeland Journal*, 29, 65-78.

Bishop-Hurley G.J., Swain D.L., Anderson D.M., Sikka P., Crossman C., Corke P., 2007, *Computers and electronics in Agriculture*, 56, 14-22.

Butler Z., Corke P., Peterson R., Rus D., 2006, *International Journal of Robotics Research*, 25, 485-508.

INNOTEK®, 2005, *Manuel d'utilisation 0205 rev.1*

Monod M.O., Faure P., Moiroux L., Rameau P., 2009. *Journal of Farm Management*, 13, 697-704.