

BIOSECURITE DES TROUPEAUX BOVINS : MOUVEMENTS D'ANIMAUX ENTRE TROUPEAUX BRETONS*

Pauline Ezanno¹, Christine Fourichon¹,
François Beaudeau¹ et Henri Seegers¹

RESUME : La propagation directe d'agents pathogènes entre troupeaux dépend de la structure de contact entre ceux-ci. Cette structure repose, d'une part, sur les relations de voisinage, d'autre part, sur les mouvements d'animaux vivants. L'objectif de l'étude était de qualifier et quantifier les mouvements de bovins entre troupeaux dans la perspective d'évaluer ultérieurement le risque d'introduction d'un animal infectieux dans un troupeau. Les données d'identification de l'ensemble des exploitations détenant des bovins en Bretagne de 1998 à 2001 ont été étudiées. Plusieurs types de troupeaux ont été définis d'après la taille du troupeau, l'effectif et la race des vaches reproductrices, ainsi que les ateliers d'engraissement (veaux de boucherie, taurillons, bœufs). Le degré d'ouverture de chaque troupeau a été établi comme nul (troupeaux fermés), intermédiaire (< 5 introductions par an) ou élevé. La proportion de troupeaux ouverts variait avec le type des troupeaux et la présence ou non d'un atelier d'engraissement. Les animaux introduits dans un même troupeau au cours de l'année pouvaient provenir de nombreux troupeaux différents, augmentant le risque épidémiologique. Par exemple, pour les troupeaux laitiers avec vs. sans atelier d'engraissement de taurillons, 56% vs. 62% des troupeaux étaient fermés, respectivement. En moyenne, dans les troupeaux ouverts, 29 vs. 6 bovins étaient introduits par an. Les bovins introduits provenaient de 18 vs. 3 troupeaux, dont 43% vs. 89% étaient situés en Bretagne et 61% vs. 71% étaient eux-mêmes de type laitier. La complexité de la structure des contacts entre troupeaux bovins est élevée et induit un risque épidémiologique important. L'étude de la propagation d'agents pathogènes entre troupeaux devra alors considérer les mouvements de bovins vivants.

Mots-clés : Mouvements, bovins, risque épidémiologique, Bretagne.

SUMMARY : The direct spread of pathogens between herds is related to the between-herd contact structure. This structure is based on neighbouring relationships on the one hand and on movements of living animals on the other hand. The aim of this study was to qualify and quantify the between-herd cattle movements in order to further evaluate the risk of introducing an infectious animal in a herd. Identification data from 1998 to 2001 were studied for all the cattle herds located in Bretagne. Types of herds were defined based on herd size, number and breed of reproductive cows, and fattening activities (calf, young male or bull fattening). The degree to which a herd was open was established as null (closed herds), middle (< 5 introductions per year) or high. The proportion of open herds varied with the herd type and the presence or not of a fattening activity. Introduced animals in a herd along a year could come from several herds of origin, increasing the epidemiological risk. For example, in dairy herds with vs. without young males fattening, 56% vs. 62% of herds were closed, respectively. On average, in open herds, 29 vs. 6 cattle were introduced per year. Introduced cattle came from 18 vs. 3 herds, which were located in Bretagne for 43% vs. 89% and were of dairy type for 61% vs. 71%. The complexity of the contact structure between cattle herds is high and induces an important epidemiological risk. The study of the between-herd transmission of pathogens should then consider movements of living cattle.

Keywords : Movement, cattle, epidemiological risk, Bretagne.



* Texte de la conférence présentée au cours de la Journée AEEMA, 14 mai 2004

¹ UMR Gestion de la Santé Animale, ENVN-INRA, BP 40708, 44307 Nantes cedex 03, France

I - INTRODUCTION

La propagation d'agents pathogènes entre troupeaux peut être directe (entre animaux) ou indirecte (par le matériel, l'environnement, ...). Pour les agents pathogènes ne survivant pas ou peu dans l'environnement, la propagation directe dépend essentiellement de la structure des contacts entre troupeaux. Cette structure, d'une part, repose sur les relations de voisinage qui induisent surtout une propagation locale des agents pathogènes et, d'autre part, comprend les mouvements d'animaux vivants entre troupeaux. Ceux-ci peuvent induire une propagation à longue distance des agents pathogènes.

Par ailleurs, pour de nombreux agents pathogènes, le risque de propagation varie selon le type de bovin introduit (âge, sexe, race). Tout d'abord, le type d'animal introduit influe souvent sur son infectiosité et sa sensibilité à l'agent pathogène en cause [par exemple : Alban *et al.*, 2001 ; Nielsen et Ersbøll, 2004]. Ensuite, il influe sur le nombre de contacts entre animaux et le type des animaux en contact après introduction d'un

agent pathogène, en relation avec la structure du troupeau.

Enfin, les activités d'un troupeau influent sur la structure des contacts entre les bovins au sein d'un même troupeau, ainsi que sur la prise de décision en terme d'entrées / sorties d'animaux vivants du troupeau. Le type d'un troupeau est un facteur de variation du type et du nombre des contacts qu'il peut avoir avec d'autres troupeaux [Velthuis, 2004 ; Weber *et al.*, 2004].

L'objectif de l'étude était de qualifier et quantifier les mouvements de bovins entre troupeaux dans la perspective d'évaluer ultérieurement le risque d'introduction d'un animal infectieux dans un troupeau en Bretagne. Après avoir défini les types de troupeaux rencontrés en Bretagne, nous avons évalué la proportion de troupeaux ouverts, le nombre de bovins introduits, le nombre de troupeaux de provenance et les caractéristiques des troupeaux de provenance, par type de troupeau.

II - MATERIEL ET METHODES

1. DONNEES ET DEFINITION DES MOUVEMENTS

Dans les troupeaux français, tous les bovins sont enregistrés à partir de l'âge de sept jours dans le registre d'identification. Les données d'identification de l'ensemble des exploitations détenant des bovins en Bretagne de 1998 à 2001 ont été étudiées, soient 35 326 troupeaux par an en moyenne. Elles comprenaient : les numéros d'identification des troupeaux, les numéros d'identification des animaux, le sexe, la race et la date de naissance de chaque animal, la date et la cause d'entrée dans le troupeau (naissance, achat) et la date et la cause de sortie du troupeau (mort, vente, réforme). Dans la présente étude, un mouvement a été défini par la sortie d'un bovin de son troupeau de provenance et son entrée dans un troupeau de destination. Les données correspondaient à plus de 8,8 millions d'observations individuelles et plus de 2,1 millions de mouvements, sur quatre ans.

2. TYPES DE TROUPEAUX

Les troupeaux ont été caractérisés par leur activité de production principale et la présence ou non d'une activité d'engraissement. Plusieurs types ont été définis. Les troupeaux de moins de 10 animaux ont été regroupés sous l'appellation « petits troupeaux » (p). Les troupeaux de plus de 10 animaux ont été typés d'après l'effectif et la race des vaches reproductrices. Un atelier laitier (L) a été considéré comme présent dès qu'une vache reproductrice de race laitière était présente. Les troupeaux comportant moins de 15 vaches reproductrices de race laitière ont été nommés petit atelier laitier (pL). De même, un atelier allaitant (A) a été associé à la présence d'au moins une vache reproductrice de race allaitante. L'atelier a été considéré comme petit si moins de 15 vaches reproductrices de race allaitante étaient présentes (pA). Enfin, pour les troupeaux ne comportant pas de vaches reproductrices, les ateliers spécialisés de génisses laitières (Gén.) ont été distingués des ateliers spécialisés d'engraissement de veaux de boucherie (de 0 à 8 mois maximum ; VB) et des ateliers spécialisés d'engraissement de

taurillons (de 0 à 20 mois maximum ; Taur.). Les types de troupeaux et les effectifs moyens annuels par type sont récapitulés dans le tableau I.

Pour chacun des types de troupeau ainsi définis, un atelier d'engraissement pouvait être présent. Il a alors été pris en compte pour

définir le type de troupeau : sans atelier, avec un atelier de VB, avec un atelier de taurillons, autre. La présence éventuelle d'un atelier d'engraissement n'a pas été évaluée pour les petits troupeaux (p).

Tableau I

Définition des types de troupeaux et nombre moyen annuel de troupeaux par type
p : petit, L : laitier, A : allaitant, Gén. : génisses, VB : veaux de boucherie, Taur. : Taurillons

Nombre total d'animaux	Nombre de vaches de race laitière	Nombre de vaches de race allaitante	Type des troupeaux	Nombre moyen annuel de troupeaux
< 10	-	-	p	7 611
≥ 10	≥ 15	0	L	14 213
		< 15	L-pA	5 365
≥ 10	≥ 15	≥ 15	L-A	1 258
		< 15	pL	1 412
		< 15	pL-pA	1 135
		≥ 15	A-pL	454
≥ 10	0	0	Gén.	25
			VB	306
			Taur.	223
		< 15	pA	1 500
		≥ 15	A	1 756

3. METHODES

Le degré d'ouverture de chaque troupeau a été classé en trois catégories pour chacune des quatre années : nul (troupeaux fermés : aucune introduction), intermédiaire (moins de cinq introductions par an), élevé (cinq introductions par an ou plus).

Les mouvements ont été qualifiés en fonction de la provenance des animaux introduits (types de troupeaux et zone géographique), de leur destination (type de troupeau) et du type

d'animaux introduits (âge, sexe, race). Par type de troupeau de destination, le nombre annuel d'animaux introduits par troupeau a été calculé, ainsi que le nombre moyen de troupeaux de provenance de l'ensemble de ces animaux introduits. Une description quantifiée a été proposée. Notre étude ne comporte donc pas de comparaison statistique entre les moyennes pour chaque type de troupeau.

III - RESULTATS

1. DEGRE D'OUVERTURE DES TROUPEAUX

Les proportions de troupeaux fermés, de troupeaux de degré d'ouverture intermédiaire et de degré d'ouverture élevé ont varié avec le type des troupeaux (figure 1). Les troupeaux laitiers et les petits troupeaux ont été ceux avec la plus forte proportion de troupeaux fermés. Les ateliers spécialisés de génisses étaient par définition ouverts. Parmi les autres types de troupeaux, les troupeaux les plus

souvent ouverts ont été les troupeaux mixtes, essentiellement ceux avec un atelier allaitant important (plus de 15 femelles allaitantes reproductrices).

Pour un même type de troupeau, la proportion de troupeaux introduisant plus de cinq animaux par an a varié avec la présence ou non d'un atelier d'engraissement (figure 2). L'effet a été essentiellement important pour les troupeaux laitiers (L et pL). Seuls 15% des troupeaux laitiers ne comportant pas d'atelier

d'engraissement ont introduit plus de cinq animaux par an, contre 43% pour les troupeaux laitiers possédant un atelier de VB

et 23% pour les troupeaux laitiers avec un atelier de taurillons.

Figure 1

Proportions de troupeaux fermés (blanc), avec moins de cinq introductions par an (hachuré) et cinq introductions ou plus par an (noir) par type de troupeau (voir tableau I pour la définition des types)

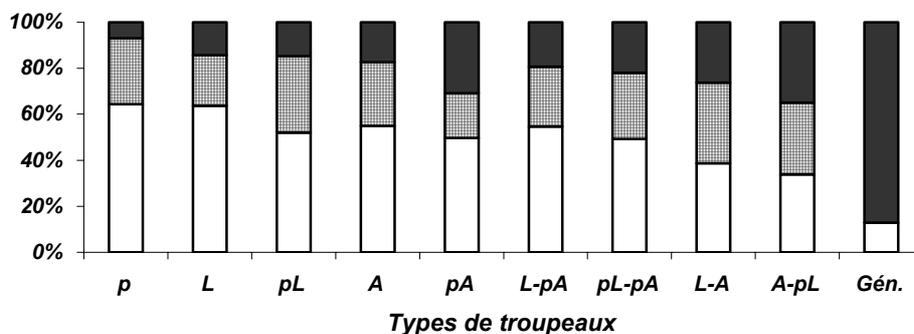
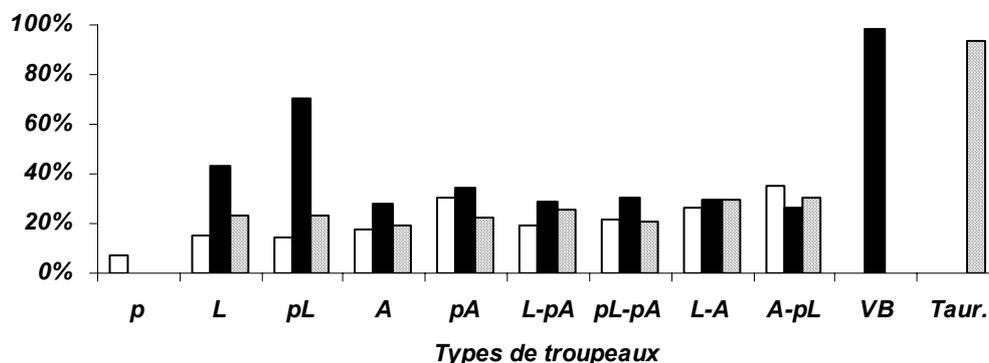


Figure 2

Proportions de troupeaux avec cinq introductions ou plus par an par type de troupeau et atelier d'engraissement (aucun : blanc, VB : noir, Taur. : Hachuré ; voir tableau I pour la définition des types)



2. NOMBRE D'ENTREES/SORTIES ANNUELLES PAR TROUPEAU

Parmi les troupeaux introduisant plus de cinq animaux par an, le nombre moyen d'introductions annuelles a varié fortement et a été influencé par le type de troupeau de destination et la présence ou non d'un atelier d'engraissement (figures 3 et 4). Le nombre d'animaux introduits par an était élevé en présence d'un atelier d'engraissement, en particulier d'un atelier de VB. Le nombre d'introductions moyennes annuelles n'a pas été identique pour tous les types de troupeaux avec un atelier de VB. Les laitiers ont introduit moins d'animaux que les allaitants, mais largement plus que les troupeaux mixtes. Les

ateliers spécialisés d'engraissement de VB (VB) ont introduit plus d'animaux par an en moyenne que tous les autres types de troupeaux. Les troupeaux détenant des femelles reproductrices mais sans atelier d'engraissement ont introduit de 8 à 36 animaux en moyenne par an (figure 4). Les troupeaux majoritairement allaitants (A et A-pL) ont introduit plus d'animaux en moyenne que les autres.

Le nombre moyen de sorties annuelles par troupeau a dépendu plus du type de troupeau que de la présence ou non d'un atelier d'engraissement (figure 5).

Figure 3

Nombre moyen annuel de bovins introduits dans les troupeaux introduisant plus de cinq animaux par an, par type de troupeau et atelier d'engraissement (aucun : blanc, VB : noir, Taur. : Hachuré ; voir tableau I pour la définition des types)

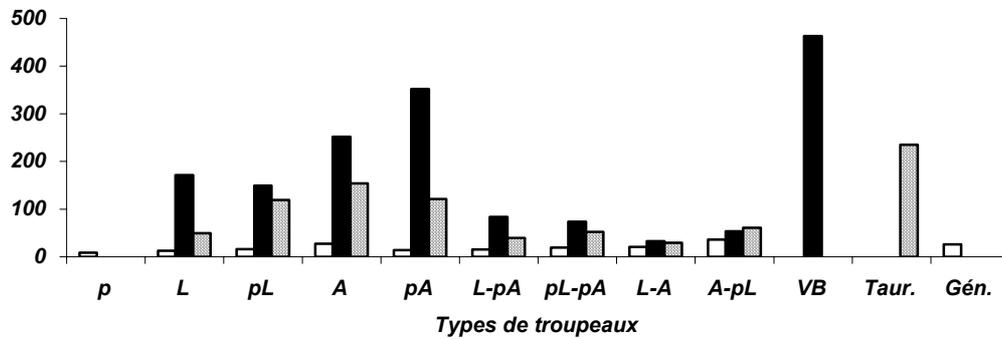


Figure 4

Nombre moyen annuel de bovins introduits dans les troupeaux introduisant plus de cinq animaux par an, par type de troupeau sans atelier d'engraissement (voir tableau I pour la définition des types)

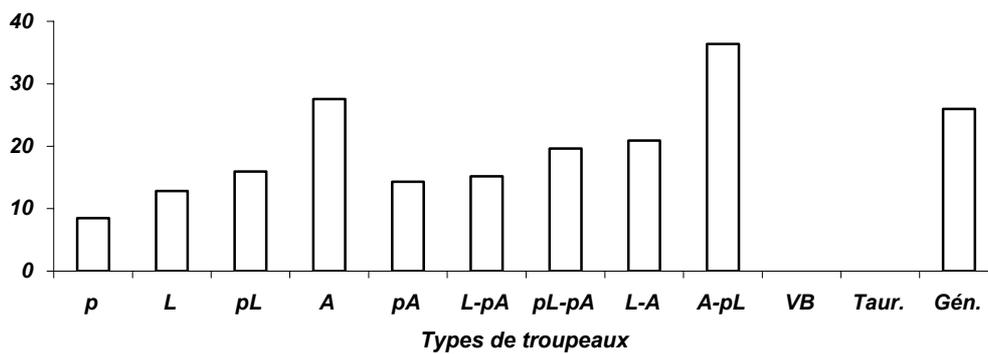
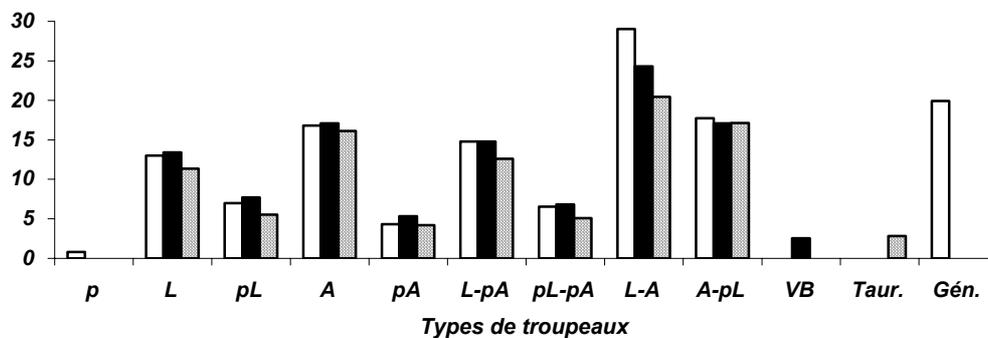


Figure 5

Nombre moyen annuel de bovins vendus vivants, par type de troupeau et atelier d'engraissement (aucun : blanc, VB : noir, Taur. : Hachuré ; voir tableau I pour la définition des types)



3. TROUPEAUX DE PROVENANCE

Les animaux introduits dans un même troupeau au cours de l'année provenaient pour certains types de troupeaux de destination de nombreux troupeaux de provenance (figure 6). Parmi les troupeaux introduisant plus de 5 animaux par an, les troupeaux possédant un atelier de VB ont acheté leurs animaux dans plus de troupeaux de provenance que les troupeaux avec un atelier de taurillons. Les troupeaux sans atelier d'engraissement ont acheté leurs animaux dans peu de troupeaux de provenance différents (de 4 (p) à 17 (A-pL)). Ainsi, les troupeaux laitiers introduisant plus de cinq animaux par an ont introduit des animaux issus en moyenne de 5, 30 et 118 autres troupeaux suivant qu'ils étaient sans

atelier d'engraissement, avec un atelier de taurillons ou avec un atelier de VB, respectivement.

La provenance géographique des animaux était fortement liée à l'atelier d'engraissement (figure 7). La proportion de troupeau de provenance situés en Bretagne a été plus importante pour les troupeaux sans atelier d'engraissement. Pour les troupeaux avec un atelier de taurillons, en moyenne 40 à 50% des troupeaux de provenance étaient bretons. Pour les troupeaux avec un atelier de VB, moins de 30% des troupeaux de provenance étaient bretons, tous types d'animaux introduits confondus.

Figure 6

Nombre moyen de troupeaux de provenance pour les troupeaux introduisant plus de cinq animaux par an, par type de troupeau de destination et atelier d'engraissement
(aucun : blanc, VB : noir, Taur. : Hachuré ; voir tableau I pour la définition des types)

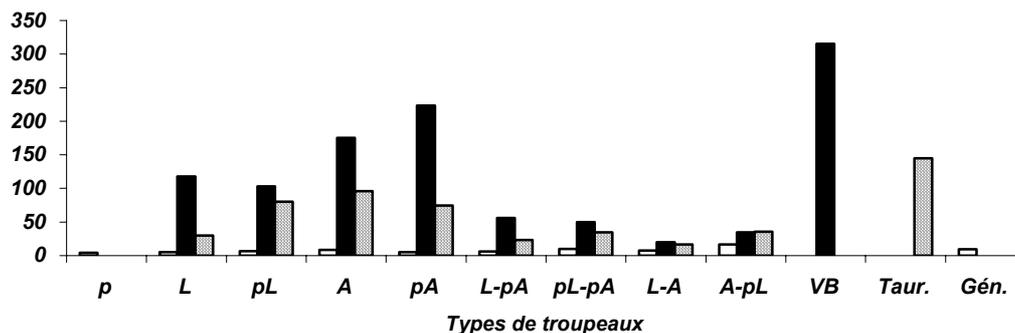
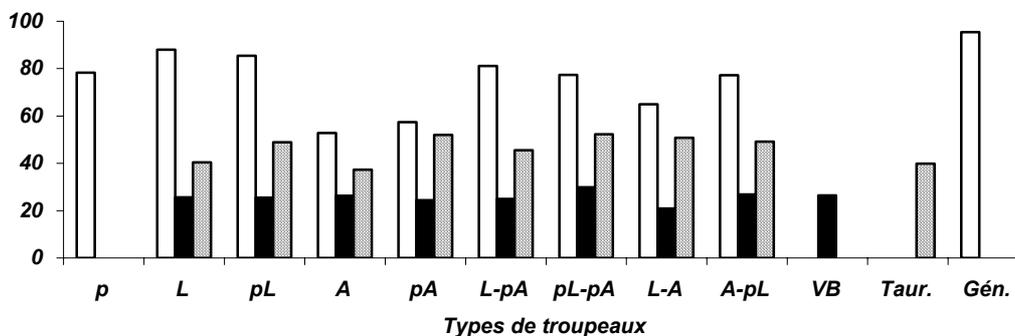


Figure 7

Proportion de troupeaux de provenance situés en Bretagne pour les troupeaux introduisant plus de cinq animaux par an, par type de troupeau de destination et atelier d'engraissement
(aucun : blanc, VB : noir, Taur. : Hachuré ; voir tableau I pour la définition des types)



Les types des troupeaux de provenance ont également été très variables. Les ateliers spécialisés de génisses ont acheté principalement leurs animaux dans des

troupeaux laitiers sans atelier d'engraissement et de taille conséquente (figure 8). Les troupeaux laitiers ont introduit des animaux de tous types de troupeaux, mais principalement

de troupeaux laitiers sans atelier d'engraissement (figure 8). Pour les troupeaux laitiers avec vs. sans atelier d'engraissement de taurillons, 61% vs. 71% des troupeaux de provenance étaient eux-mêmes de type laitier.

4. BIOSECURITE DANS LES TROUPEAUX BOVINS

Les flux totaux annuels d'animaux entre types de troupeaux ont indiqué que tous les types de troupeaux ont été en contacts entre 1998 et 2001 via des mouvements d'animaux vivants (figure 9).

Figure 8

Part des types des troupeaux de provenance pour les ateliers spécialisés de génisses (à gauche) et pour les troupeaux laitiers sans atelier d'engraissement (à droite)

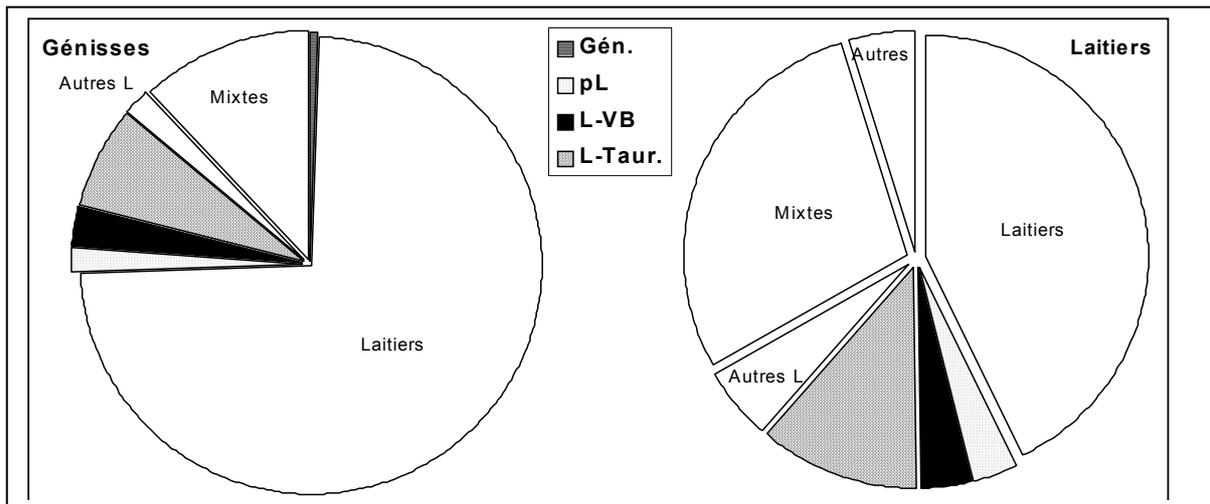
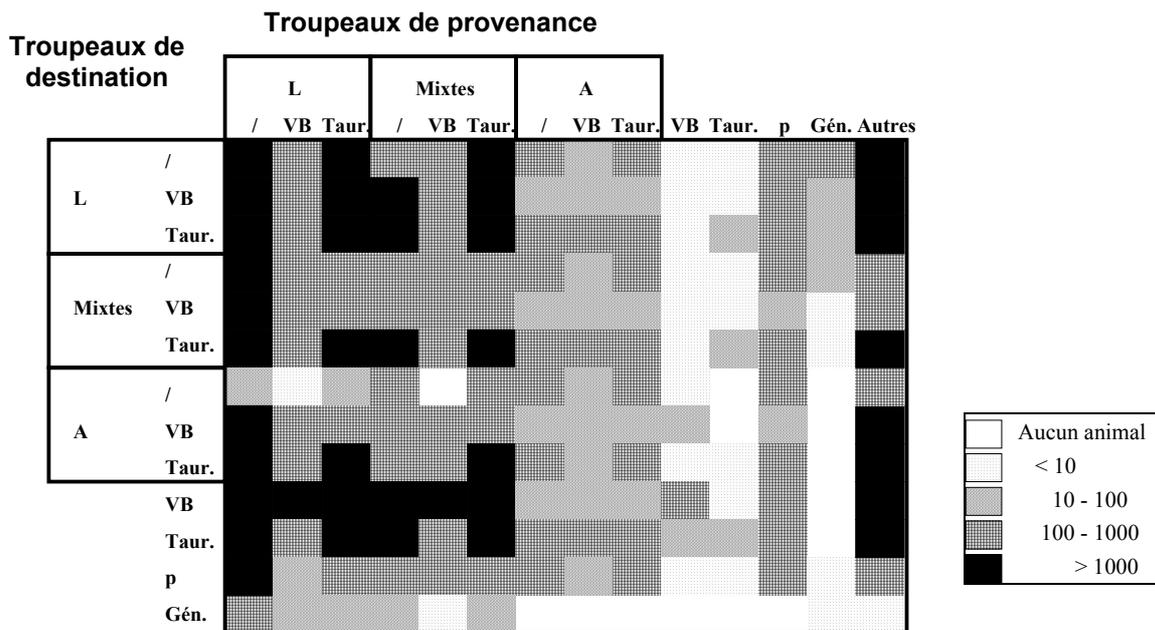


Figure 9

Flux moyen annuel (en nombre total d'animaux) entre les types de troupeaux (L : laitier, A : allaitant ; Mixtes) des types de troupeaux de provenance (en colonne) vers les types de troupeaux de destination (en ligne), par atelier d'engraissement (/ : aucun, VB, Taur.)



Aucun type de troupeau ne s'est détaché comme introduisant beaucoup plus d'animaux que les autres. Par contre, les ateliers spécialisés (VB, Taur., Gén.) puis les troupeaux allaitants ont moins vendu d'animaux vivants que les autres. Les ateliers spécialisés de génisses, potentiellement à

risque car introduisant des animaux de troupeaux différents et les revendant ensuite à plusieurs troupeaux, n'ont que peu participé aux mouvements d'animaux en nombre. Les petits troupeaux, alors qu'ils possèdent moins de 10 têtes, ont introduit et vendu de nombreux animaux.

IV - DISCUSSION

Les types de troupeaux bovins rencontrés dans la zone géographique de l'étude ont été définis de manière indépendante des caractéristiques de la zone et sont donc transférables à d'autres régions ou pays. Par ailleurs, les types définis n'ont pas été liés directement aux entrées et sorties des troupeaux, permettant d'obtenir des types indépendants des mouvements d'animaux étudiés par la suite. Enfin, les types des troupeaux observés ont été définis pour chaque année de 1998 à 2001. Un troupeau pouvait donc avoir des types différents pour ces quatre années. Le principal problème résidait alors dans la stabilité des troupeaux dans les types entre années. Vu le nombre élevé de troupeaux dans la zone, une approche annuelle a été retenue pour pallier cette limite. Ainsi, les mouvements ont été étudiés par année et par type de troupeau, le nombre global de troupeaux par type étant stable.

Les mouvements ont été quantifiés et les valeurs moyennes des flux d'animaux ont été présentées. Les contacts entre les animaux d'un troupeau de destination et un (ou plusieurs) animal introduit sont d'intensité variable suivant le type des animaux introduits (âge, sexe, race). Ce type peut donc avoir un impact sur la propagation d'agents pathogènes entre troupeaux et sur la biosécurité des troupeaux bovins. Par ailleurs, le nombre d'animaux introduits par troupeau et le nombre de troupeaux de provenance présentent une forte variabilité (par exemple : Bigras-Poulin *et al.*, 2004). Pour représenter la structure des contacts entre troupeaux à l'échelle d'une région et évaluer le risque pour un troupeau d'introduction d'un agent pathogène via l'introduction d'un animal, il sera nécessaire par la suite de tenir compte de la distribution des valeurs autour des moyennes.

Notre méthode est directement applicable à toute autre région. Cependant, les résultats que nous avons présentés ne sont pas transférables à une autre région que la

Bretagne. Ils dépendent tout d'abord de la répartition des troupeaux bovins de la région par type de troupeau et de la disponibilité en animaux de renouvellement et d'engraissement. Ensuite, ils sont liés aux potentielles politiques de contrôle des mouvements animaux appliquées à la région.

Les questions relatives aux mouvements d'animaux qui se posent en biosécurité des troupeaux bovins sont :

- d'où proviennent les animaux introduits dans les troupeaux avec de nombreuses introductions (pour engraissement ou renouvellement) ?
- où partent les animaux vendus par des troupeaux vendant un nombre élevé d'animaux vivants ?
- quels sont les troupeaux à risque, avec de nombreuses entrées et sorties ?
- quels sont les autres risques de contacts ?

Les animaux introduits dans un même troupeau au cours de l'année peuvent provenir pour certains troupeaux de nombreux troupeaux différents, ce qui augmente le risque épidémiologique pour le troupeau introduisant des animaux. Par ailleurs, les troupeaux laitiers vendent de nombreux animaux vivants, en particulier des veaux de huit jours. Même si ces troupeaux sont fermés, ils peuvent avoir un statut épidémiologique à risque du fait de la persistance potentielle d'agents pathogènes dans une population close. Ils peuvent alors participer à la propagation d'un ou plusieurs agents entre troupeaux, en particulier s'ils vendent leurs animaux à de nombreux troupeaux de destination. Les ateliers spécialisés de génisses sont potentiellement à risque car ils se situent au centre d'échanges de femelles laitières. Cependant, ils sont très peu nombreux dans la zone et ne participent que peu aux mouvements en nombre d'animaux. Le risque épidémiologique global lié à ces troupeaux reste limité. Les petits

troupeaux sont très fortement représentés en Bretagne et participent fortement aux mouvements d'animaux vivants. Leur importance en biosécurité est loin d'être

négligeable et ce type de troupeau, malgré le faible effectif des animaux par troupeau, devra être considéré dans les futurs plans d'action considérant les mouvements d'animaux.

V - CONCLUSION

Notre étude indique que les troupeaux ouverts de tous les types de troupeaux sont à risque d'introduire des agents pathogènes via les introductions d'animaux vivants. Par ailleurs, les troupeaux fermés peuvent également participer à la propagation en étant une source de ventes d'animaux vivants potentiellement infectés.

Une stratégie adéquate pour améliorer la biosécurité des troupeaux bovins en Bretagne semble être de réduire dans un premier temps non le nombre d'animaux introduits, mais le nombre de troupeaux de provenance. Cette

pratique permettrait un meilleur contrôle du statut des troupeaux et du risque de propagation d'agents pathogènes. De plus, dans le cas où un statut épidémiologique des troupeaux est connu ou évaluable, le choix des troupeaux de provenance peut être raisonné.

A partir des résultats présentés dans cette étude, la dynamique des mouvements de bovins entre troupeaux peut être représentée pour l'étude ultérieure de la propagation d'agents pathogènes entre troupeaux par une approche de modélisation mathématique.

BIBLIOGRAPHIE

Alban L., Stryhn H., Kjeldsen A.M., Ersboll A.K., Skjoth F., Christensen J., Bitsch V., Chriel M., Stroger U. 2001. Estimating transfer of bovine virus-diarrhoea virus in Danish cattle by use of register data. *Prev. Vet. Med.*, **52**(2), 133-46.

Bigras-Poulin M., Thompson A., Chriel M., Mortensen S., Greiner M. 2004. Network analysis of the Danish cattle and swine industry trade patterns as an evaluation of risk potential for disease spread: the heterogeneity issue. In : Proc. SVEPM, Martigny, 24-26th March 2004, Switzerland, 189-199.

Nielsen L.R., Ersbøll A.K. 2004. Risk factors for becoming a persistent carrier of

Salmonella dublin in infected dairy herds. In : Proc. SVEPM, Martigny, 24-26th March 2004, Switzerland, 111-123.

Velthuis A.G.J. 2004. The effect of regulations on the contact structure of the Dutch cattle sector. In : Proc. SVEPM, Martigny, 24-26th March 2004, Switzerland, 200-215.

Weber M.F., van Roermund H.J.W., Assink H.B.J., Stegeman J.A. 2004. Rate and structure of cattle transfers between cattle herds considered to be free of paratuberculosis. In : Proc. SVEPM, Martigny, 24-26th March 2004, Switzerland, 216-225.

