

CLASSIFICATION DE PÂTURES D'ÉLEVAGES BOVINS EN FONCTION DU RISQUE DE CONTACT ENTRE ÉLEVAGES VOISINS*

Garnier Jérémy¹, Rivière Julie², Belbis Guillaume³ et Zanella Gina⁴



RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude était de mieux connaître les possibilités et caractéristiques de contacts entre bovins *via* les pâtures en France, pouvant contribuer à la diffusion d'agents pathogènes par voie directe ou indirecte (nature et fréquence des contacts, influence des pratiques d'élevage). Pour répondre à cette problématique, 60 élevages laitiers et allaitants ont été enquêtés dans deux départements différents. Une méthode originale a été élaborée pour classer les pâtures selon un degré de sévérité du risque vis-à-vis des contacts potentiels avec les bovins des pâtures voisines, permettant *in fine* de classer les élevages en fonction d'une note de risque dépendant du nombre de pâtures à risque et de leur degré de sévérité. L'étude a permis d'estimer que 14 % des pâtures recensées dans l'échantillon étaient des pâtures à risque vis-à-vis de la transmission d'agents pathogènes.

Mots-clés : pâturage, pratique d'élevage, risque, agent pathogène, élevage bovin, France.

ABSTRACT

This study's objective was to allow an understanding of the characteristics of the contact network between cattle via pastures in France, which may contribute to pathogens' spread by direct or indirect means (nature and frequency of contacts, influence of rearing practices). To address this issue, 60 dairy and beef farms were investigated in two different departments (French administrative areas). An original method was developed to rank at-risk pastures according to a risk score based on an evaluation of their risk severity level, allowing to rank the farms according to a risk score depending on the number of pastures at risk and their degree of severity. It was found that 14% of the pastures included in the sample were at-risk pastures.

Keywords: Pasture, Livestock practice, Risk, Pathogen, Cattle breeding, France.



I - INTRODUCTION

Les incidents sanitaires vécus par la filière bovine, par exemple dans les années 1950 avec la tuberculose bovine ou dans les années 1960 avec la brucellose, ont sensibilisé les acteurs de la filière animale (éleveurs, techniciens et vétérinaires notamment) à la nécessité de définir des stratégies de maîtrise des maladies animales. Actuellement,

seules les maladies très contagieuses, et/ou présentant un impact sanitaire, économique et/ou zoonotique font l'objet d'une lutte collective prise en charge par les pouvoirs publics (dangers sanitaires de première catégorie tels que la tuberculose, la brucellose ou la fièvre aphteuse [Arrêté du 29 juillet 2013]).

Reçu le 11 juin 2021 ; accepté le 16 septembre 2021

* Texte de la communication présentée en distanciel lors de la Journée scientifique AEEMA, 21 mai 2021

¹ Collaborateur libéral, La Bernudière, 61410 Tessé-Froulay

² Enseignant-chercheur à l'ENVA, 7 Avenue du Général de Gaulle, 94700 Maisons-Alfort

³ Enseignant-chercheur à l'ENVA, 7 Avenue du Général de Gaulle, 94700 Maisons-Alfort

⁴ Chercheur à l'Anses, Unité d'épidémiologie, 14, rue Pierre et Marie Curie 94701 Maisons-Alfort Cedex

La mise en place de plans de maîtrise de ces maladies réglementées, supportés par l'État, a permis d'assainir en grande partie l'élevage français, même si des efforts restent à fournir, comme pour la diarrhée virale bovine (BVD) ou la rhinotrachéite infectieuse bovine (IBR) (dangers sanitaires de seconde catégorie d'après l'ancienne classification remplacée par celle de la Loi de santé animale). Par ailleurs, certaines maladies non réglementées préoccupent également les acteurs de la filière bovine, comme par exemple la fièvre Q ou la salmonellose.

Pour lutter efficacement contre un agent pathogène, les mécanismes de diffusion de celui-ci doivent être connus, afin que des mesures efficaces de prévention et de lutte puissent être mises en place. La transmission peut se faire par plusieurs voies : horizontale directe, indirecte, verticale, ou encore vectorielle. Par ailleurs, les mécanismes de propagation d'un même agent pathogène peuvent faire intervenir plusieurs réseaux de structures différentes. Un premier type de réseau est celui d'échanges commerciaux d'animaux vivants qui a fait l'objet de différentes études en France [Rautureau *et al.*, 2010], [Dutta *et al.*, 2014], [Palisson *et al.*, 2016]. Un second type de réseau est celui du réseau de contacts sur pâtures. Une analyse de ce type de réseaux a été effectuée en utilisant les données du Réseau Parcelaire Graphique (RPG) de

2010 [Palisson *et al.*, 2017]. Des zones « tampon » de taille croissante définies par une largeur s'étendant au-delà de la limite de la parcelle ont été utilisées pour définir la relation de voisinage entre pâtures : une zone de 1m50, représentant la possibilité de transmission d'un agent infectieux par contact direct entre animaux, a montré que le réseau était peu connecté tandis qu'une zone tampon de 500 m, pour représenter la propagation d'une maladie vectorielle (par exemple fièvre catarrhale ovine), le réseau était très connecté. Les résultats de cette étude ont été fondés sur la présomption de contact entre animaux présents dans des pâtures adjacentes. Or les pratiques d'élevage peuvent empêcher ou faciliter ces contacts, d'où l'importance de mieux les connaître afin d'ajuster les hypothèses qui permettent de créer ce type de réseau. Ces pratiques peuvent varier selon le type d'élevage, la zone géographique et peuvent être influencées par plusieurs facteurs, comme la distance entre les pâtures, l'état des clôtures séparant les pâtures, ainsi que les pratiques d'élevage (densité des bovins sur les pâtures, durée d'utilisation de celles-ci...).

L'objectif de cette étude était de mieux connaître les caractéristiques du réseau de contacts entre bovins *via* les pâtures, pouvant contribuer à la diffusion d'agents pathogènes en France (notamment nature et fréquence des contacts, et influence des pratiques d'élevage).

II - MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. CHOIX DES ZONES D'ÉTUDE ET SÉLECTION DES ÉLEVAGES

Pour investiguer un éventuel effet « région », voire « filière », l'étude a été réalisée dans deux départements, l'un dans un bassin laitier (la Mayenne) et le second dans un bassin allaitant (le Loir-et-Cher). Pour obtenir une bonne représentation des pratiques d'élevage compatible avec la faisabilité de l'étude (contraintes temporelles et financières notamment), un objectif de 60 entretiens à réaliser a été fixé, répartis de manière équitable entre les deux départements d'étude (soit 30 entretiens dans chacun des deux départements). Un échantillonnage aléatoire a été réalisé en fonction du type et de la taille d'élevage, en utilisant la Base de Données Nationale d'Identification (BDNI) qui regroupe l'ensemble des bovins identifiés en France. Au sein de la BDNI, deux types d'élevage définis selon la classification l'Observatoire de Mortalité

des Animaux de Rente (OMAR) ont été exclus : les engraisseurs stricts, pour lesquels les bovins sont uniquement en stabulation (pas d'utilisation des pâtures par les animaux) et la catégorie « autre type de production bovine » qui regroupe les élevages ne correspondant à aucun des critères des autres groupes. Afin de simplifier les résultats, les élevages ont ensuite été regroupés en trois catégories : laitier, allaitant et mixte. Pour classer les élevages en fonction de leur taille, six catégories ont été définies en tenant compte des quantiles de la distribution du nombre d'élevages à partir de la BDNI (tableau 1). Enfin, dans chaque département, le nombre d'élevages à inclure dans l'étude a été réparti de manière proportionnelle au nombre d'élevages de chaque type et catégorie de taille existants dans le département, dans la limite de 30 par département. Les élevages ont ensuite été sélectionnés aléatoirement.

Tableau 1

Catégorie des élevages en fonction de leur taille

Catégorie	Nombre de bovins par élevage
1	≤ 20
2	21 à 50
3	51 à 100
4	101 à 200
5	201 à 500
6	> 501

2. ÉLABORATION ET TESTAGE DU QUESTIONNAIRE

Pour mieux connaître les différentes modalités d'utilisation du pâturage en France, une enquête descriptive qualitative a été administrée sous forme d'entretiens semi-directifs auprès d'éleveurs bovins, en face-à-face, sur le lieu d'élevage. Le guide d'entretien s'articulait autour de cinq sections thématiques : les caractéristiques générales de l'élevage, la description des pâtures à risque (voir ci-dessous), la possibilité de partage de pâtures entre élevages et de fugues de bovins, les aspects sanitaires et les notions relatives au transport des bovins entre différentes pâtures du même élevage. Une question sur le risque de transmission d'une maladie par contact direct par le biais des pâtures faisait partie des questions posées au début de l'entretien. Le questionnaire a été testé auprès de six éleveurs, afin de vérifier la bonne formulation et compréhension des questions.

3. DÉFINITION D'UNE PÂTURE À RISQUE

Une pâture à risque (vis-à-vis de la transmission d'agents pathogènes) a été considérée comme une pâture ayant une clôture mitoyenne avec une pâture appartenant à un élevage voisin. Lors de l'entretien, il était demandé à l'éleveur de décrire précisément cette pâture (superficie, nombre et catégorie des bovins y séjournant, durée de rotation, longueur commune de clôture mitoyenne, contact possible ou non avec les bovins de l'élevage voisin). La clôture mitoyenne devait également être décrite précisément : présence (ou non) d'une barrière naturelle (talus, haie, rivière, *etc.*), type de clôture (électrique, barbelé *etc.*) et état de la clôture (usagé ou non).

4. CLASSEMENT DES PÂTURES À RISQUE ET CLASSEMENT DES ÉLEVAGES

Afin de classer les pâtures à risque, nous avons créé un degré de sévérité du risque. Celui-ci allait de 0 (pour une pâture à risque extrêmement faible) à 4 (pour une pâture avec un risque considéré comme élevé) et reposait sur l'analyse de différents critères : contact possible ou non entre les bovins d'élevages différents, largeur et longueur de clôture mitoyenne, état de la clôture et charge animale par hectare et par an. La figure 1 représente de manière schématique la classification des degrés de sévérité du risque des pâtures incluses dans l'étude. Aucune donnée n'étant disponible dans la littérature pour l'attribution des points aux critères « longueur commune entre deux pâtures » et « charge en bovins de la pâture par hectare et par an », nous avons défini des seuils en fonction de la distribution des variables obtenues dans l'échantillon (1 point si la valeur du critère était comprise dans l'intervalle [valeur médiane - ½ écart-type ; valeur médiane + ½ écart-type] ; 0 point si la valeur du critère était inférieure à la valeur médiane - ½ écart-type ; 2 points si la valeur du critère était inférieure à la valeur médiane + ½ écart-type). Concernant l'état des clôtures, 0 point était attribué si l'état de la clôture de l'éleveur et de celle du voisin étaient considérés en « état correct », « bon état », ou « très bon état » ; 1 point était attribué si l'une des deux clôtures était considérée comme « très usagée » ou « usagée » ou si les pâtures étaient séparées par une clôture mitoyenne dont l'état était « correct », « bon » ou « très bon » ; et 2 points étaient attribués lorsque les deux clôtures étaient considérées comme « très usagées » ou « usagées » ou si les pâtures étaient séparées par une clôture mitoyenne, dont l'état était considéré comme « très usagé » ou « usagé ».

Enfin, une note globale de risque a été attribuée à chaque élevage, en fonction du nombre de pâtures à risque et du degré de risque caractérisant chacune d'entre elles, allant de la note A (risque minimal) à la note D (risque maximal) (tableau 2).

Figure 1
Représentation simplifiée de l'attribution du degré de sévérité d'une pâture à risque

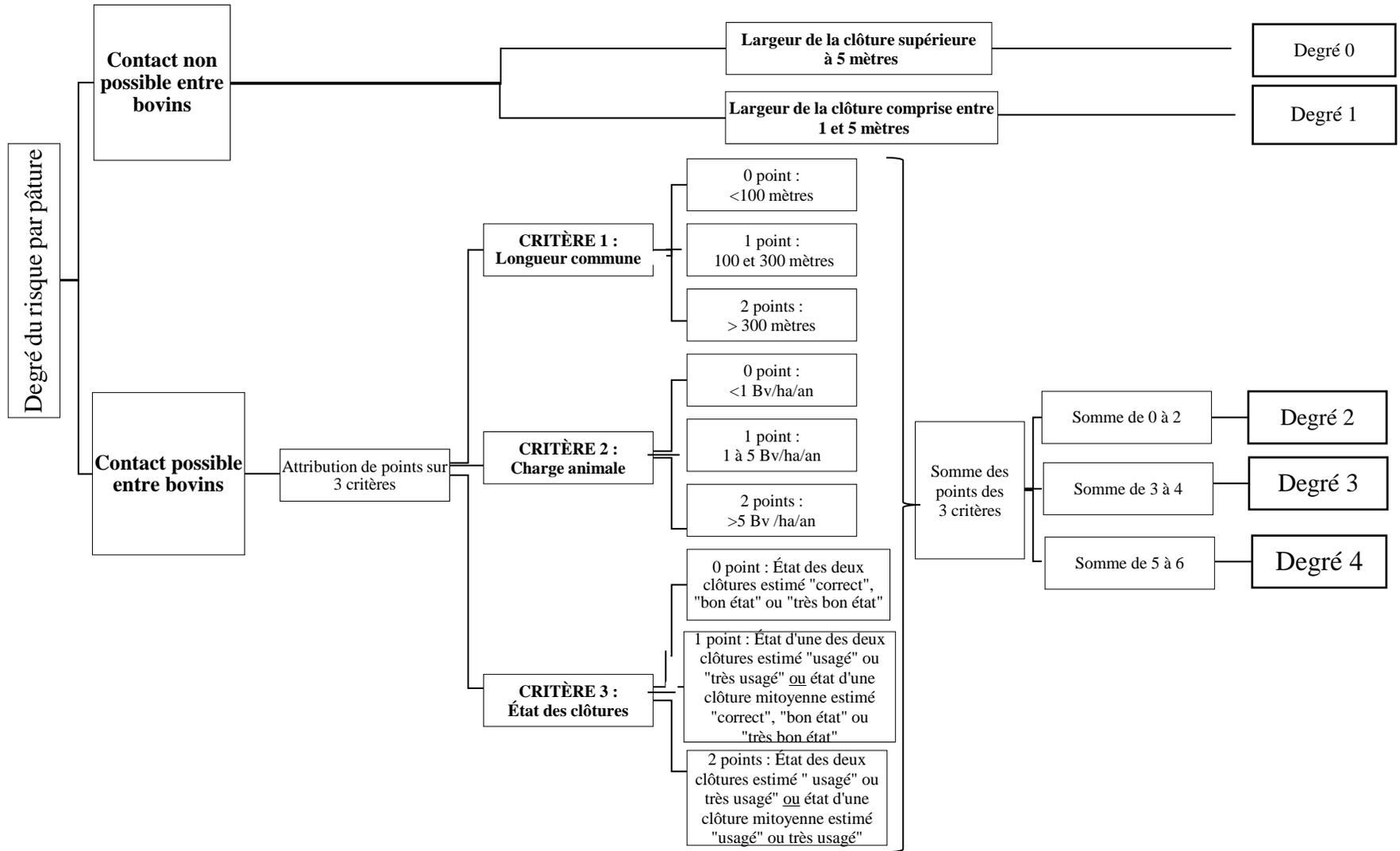


Tableau 2

Classement des élevages en fonction du nombre et de la somme des degrés des pâtures à risque

	Nombre de pâtures à risque	Somme des degrés des pâtures à risque
A	Aucune	/
B	Une à plusieurs	0 à 2
C	Une à plusieurs	3 à 5
D	Minimum deux et plus	6 et plus

III - RÉSULTATS

1. DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Les enquêtes ont été réalisées, comme prévu, dans 30 élevages du département de la Mayenne et 30 élevages du département du Loir-et-Cher. Au total, 31 élevages allaitants (24 dans le Loir-et-Cher et sept en Mayenne) et 21 élevages laitiers (trois dans le Loir-et-Cher et 18 en Mayenne) ont été enquêtés. Les élevages mixtes étaient au nombre de huit, dont cinq en Mayenne et trois dans le Loir-et-Cher.

2. PRATIQUES DU PÂTURAGE

Les éleveurs enquêtés utilisaient tous le pâturage pour nourrir leurs animaux, aucun élevage n'étant en stabulation permanente. L'utilisation des prairies était très différente en élevage laitier et en élevage allaitant. En effet, dans les élevages laitiers, le pâturage tournant sur plusieurs pâtures était souvent utilisé ; tandis que dans les élevages allaitants, c'était le système de pâturage continu consistant à mettre tout un troupeau sur une grande surface de prairie qui était davantage utilisé.

3. PERCEPTION DU RISQUE PAR LES ÉLEVEURS

Au début de l'entretien, les éleveurs devaient estimer le risque de transmission d'agents pathogènes par contact entre bovins *via* les pâtures de manière générale, pour leur élevage : 75 % (45/60) considéraient que ce risque était très faible à faible, 15 % (9/60) qu'il était modéré, et enfin 10 % (6/60) considéraient ce risque comme élevé (figure 2). Les éleveurs (27/60) ont indiqué spontanément le risque de transmission de maladies à leurs bovins par des

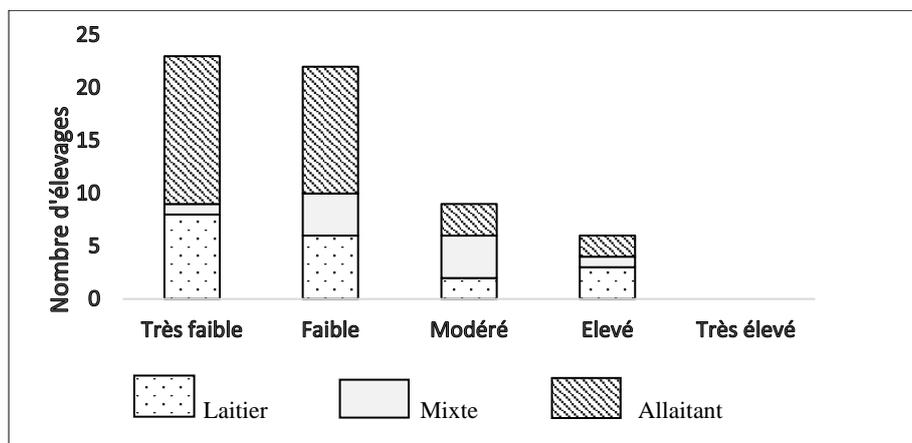
espèces de la faune sauvage (cervidés, blaireaux, renards par exemple).

4. DÉNOMBREMENT ET DESCRIPTION DES PÂTURES À RISQUE

Au total, sur les 738 pâtures déclarées par les 60 éleveurs enquêtés, 100 pâtures (soit 14 %) étaient considérées comme étant à risque d'après la définition présentée précédemment. Neuf de ces pâtures à risque avaient deux voisins différents. Toutefois, le nombre de pâtures à risque n'était pas identique selon le type d'élevage. Parmi les 100 pâtures considérées à risque, 51 ont été déclarées par des éleveurs allaitants (sur un total de 259 pâtures), 33 par des éleveurs laitiers (sur 310 pâtures) et 16 par des éleveurs mixtes (sur 169 pâtures). Par ailleurs, 65 pâtures à risque ont été identifiées par des éleveurs de Mayenne sur un total de 486 pâtures, et 35 ont été déclarées par les éleveurs enquêtés dans le Loir-et-Cher sur un total de 252 pâtures.

Par ailleurs, les clôtures des pâtures à risque ont été décrites par les éleveurs au cours de l'entretien. Au total, pour les 100 pâtures à risque identifiées, 109 clôtures mitoyennes, également appelées séparations, ont été recensées. Des clôtures naturelles ont été dénombrées pour 69 % de ces séparations (75/109), sous forme de haies, talus, ruisseaux ou encore rivières. Les clôtures non naturelles des pâtures considérées à risque étaient très diversifiées, mais deux types de clôtures ont été principalement cités : le fil barbelé (souvent posé en trois rangées horizontales) et le fil électrique. Les doubles clôtures étaient majoritaires dans notre échantillon à hauteur de 76 % (83/109) (tableau 3).

Figure 2

Estimation du risque de transmission d'agents pathogènes *via* les pâtures par les éleveurs enquêtésTableau 3
Description des clôtures des pâtures à risque

Clôture naturelle entre les pâtures (plusieurs séparations possibles pour une même pâture)	Aucune	31 % (34/109)
	Haie	42 % (46/109)
	Ruisseau	24 % (26/109)
	Fossé	14 % (15/109)
	Chemin ou route	6 % (6/109)
Clôture non naturelle	Barbelés	14 % (15/109)
	Fil électrique	2 % (2/109)
	Barbelés + fil électrique superposés	8 % (9/109)
	Barbelés + barbelés	21 % (23/109)
	2 fils électriques ou 1 fil électrique + 2 barbelés	55 % (60/109)

5. ATTRIBUTION D'UN DEGRÉ DE SÉVÉRITÉ DU RISQUE À L'ÉCHELLE DE LA PÂTURE

Le degré de sévérité du risque de chaque parcelle considérée comme telle a été codifié de 0 à 4 (figure 1). Ainsi, 67 % des pâtures considérées à risque dans notre échantillon ont été considérées comme à faible risque de transmission d'agents pathogènes (degré 0 ou 1 : degrés pour lesquels le contact entre les bovins des pâtures voisines n'était pas possible) (figure 3). Les degrés représentant un risque augmenté avec un contact possible entre les bovins des pâtures voisines étaient les degrés 2, 3 et 4 et concernaient 33 % des pâtures à risque de notre échantillon. Aucune pâture à risque de l'échantillon n'était caractérisée par le degré le plus élevé de risque (degré 4).

6. INTÉGRATION DES NOTES DE PÂTURES À L'ÉCHELLE DES ÉLEVAGES

Un tiers des élevages (32 %, 19/60) a obtenu la note A correspondant à l'absence de pâtures à risque. La proportion d'élevages avec une note B (correspondant à une somme de degrés de risque comprise entre 0 et 2) était un peu plus élevée (38 %, 23/60). La note D a été obtenue par 13 % des élevages (23/60), ce qui correspondait à une somme de degrés de risque supérieure à 6 pour l'ensemble des pâtures considérées à risque de l'élevage. Dans cet échantillon d'étude, davantage d'élevages allaitants n'avaient pas de pâtures à risque (35 %), par rapport aux élevages laitiers (29 %) ou mixtes (25 %) (note A) (figure 4). Le pourcentage d'élevages de l'échantillon avec une note de risque basse (A) était plus faible en Mayenne (20 %) que dans le Loir-et-Cher (43 %). La proportion d'élevages avec une note élevée (C ou D) était plus importante en Mayenne (37 %) que dans le Loir-et-Cher (24 %).

Figure 3

Répartition des degrés de sévérité du risque des pâtures à risque de l'échantillon

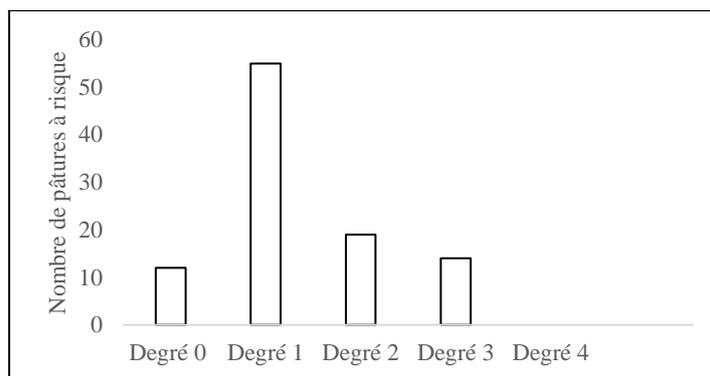
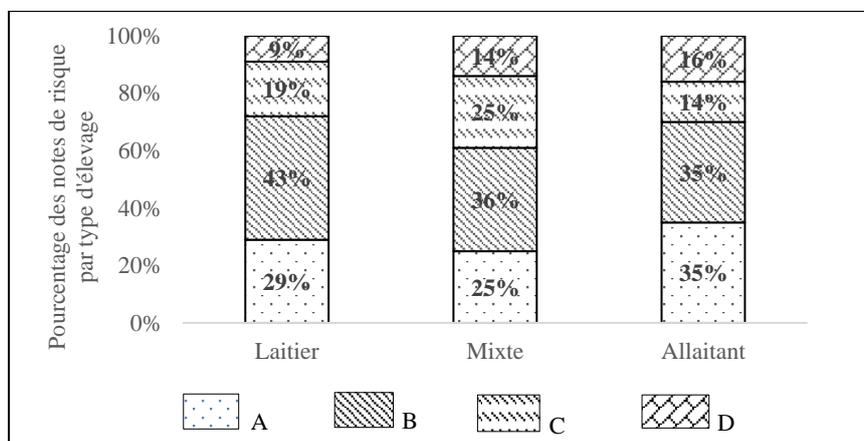


Figure 4

Répartition des notes de risque des élevages en fonction du type d'élevage



IV - DISCUSSION

1. DISCUSSION DE LA MÉTHODE

1.1. L'ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage utilisé dans cette étude était aléatoire et proportionnel en fonction du type et de la taille d'élevage, permettant d'obtenir la plus grande diversité des situations possibles concernant la gestion des pâtures de manière représentative à l'échelle du département.

De nombreux éleveurs (50 sur 110) ont refusé de participer à l'étude. Certains ont évoqué le fait de ne pas être intéressés, ou de ne pas se sentir concernés en raison de l'absence de voisins à proximité. Il est ainsi possible de supposer que les éleveurs ayant accepté de participer se sentaient potentiellement confrontés à ce problème, et que le pourcentage estimé de parcelles à risque (14 %) soit légèrement surestimé dans cet échantillon que dans la réalité.

1.2. LE CLASSEMENT DES DEGRÉS DE RISQUE DES PARCELLES ET DES NOTES DE RISQUE DES ÉLEVAGES

Il n'existait jusqu'alors, à notre connaissance, pas de critère faisant consensus dans la littérature pour permettre le classement des parcelles à risque en fonction d'un degré de sévérité du risque plus ou moins important. Ainsi, les critères choisis (notamment longueur de la pâture commune avec le voisin, charge animale et état des clôtures) l'ont été spécifiquement pour cette étude, car ils pouvaient *a priori* contribuer à augmenter la probabilité de contact entre bovins d'élevages différents et donc de transmission d'agents pathogènes. Ils ne sont toutefois certainement pas exhaustifs. De la même manière, aucune norme ou seuil n'existait dans la littérature pour définir des catégories plus ou moins à risque pour chacun de ces critères. Ainsi, les seuils ont été définis en fonction des données mêmes de

l'étude par rapport à la distribution des variables obtenues dans l'échantillon, ce qui, bien évidemment, limite la pertinence de ces seuils pour la réalisation d'autres études.

2. DISCUSSION DES RÉSULTATS

2.1. LA PERCEPTION DU RISQUE PAR LES ÉLEVEURS

La perception du risque d'introduction d'agents pathogènes *via* les pâtures par les éleveurs interrogés semble faible. Au total, 45/60 éleveurs interrogés dans cette étude ont considéré que le risque de transmission de maladies *via* le pâturage de leurs bovins est faible à très faible et aucun éleveur de notre échantillon n'a estimé le risque comme étant très élevé (figure 2). Plusieurs éleveurs semblaient craindre davantage le risque de transmission d'agents pathogènes *via* la faune sauvage que *via* les bovins voisins, puisque ces éleveurs ont indiqué spontanément ce risque oralement au cours de l'entretien. Cette crainte des éleveurs semble légitime puisque de nombreux agents pathogènes peuvent se transmettre entre bovins et espèces sauvages (par exemple, agents de la tuberculose, brucellose, BVD et bien d'autres). Cependant, il est important de souligner qu'actuellement, en France, les bovins demeurent le réservoir primaire de nombreuses maladies, comme c'est le cas par exemple de la tuberculose bovine à *M. bovis*. Par conséquent, la gestion des infections en élevage reste un moyen essentiel de lutte contre ces maladies.

2.2. LES PÂTURES À RISQUE

Au total, 14 % des pâtures recensées dans notre étude étaient en contact avec des pâtures voisines. Ce chiffre est bien inférieur à celui estimé dans d'autres études [Berlier *et al.*, 2007] ; [Tanguy *et al.*, 2007] qui ont montré que la proportion de pâtures d'un élevage en contact avec un élevage voisin avoisinait les 50 à 60 %.

Cette étude a montré que les deux tiers (67 %) des pâtures à risque recensées dans l'échantillon ne permettaient pas, *a priori*, le contact entre les bovins d'élevages différents (degré 0 ou 1) et seul un tiers des pâtures à risque permettait un contact rapproché. Ce chiffre est en cohérence avec l'étude de Tanguy *et al.* [2007] où il a été estimé que 22 % des pâtures à risque permettaient un contact rapproché. Dans l'étude de Duvauchelle et Bendali [2007] il a été trouvé que seuls sept éleveurs sur 31 pensaient que leurs bovins pouvaient toucher les animaux du voisin. En revanche, l'étude de Berlier *et al.* [2007] a montré que sur 137 zones de contact (clôture de mitoyenneté avec un voisin), 72 % (98/137) permettaient le contact direct des animaux. Ces différences de proportions de contact entre les quelques études réalisées en France peuvent certainement être attribuées aux différences régionales. En effet, il existe des différences entre régions en termes de densité animale, type d'élevage (laitier, allaitant) avec des systèmes très variables (extensif, intensif) qui influencent directement le nombre de bovins au pâturage et la répartition des pâtures.

V - CONCLUSION

Dans cette étude, réalisée dans 60 élevages bovins de deux départements de France (Mayenne et Loir-et-Cher), 14 % (100/738) des pâtures recensées pouvaient être considérées comme étant des pâtures à risque (pâtures ayant une clôture mitoyenne avec une pâture appartenant à un élevage voisin). Ce chiffre est assez faible par rapport à d'autres études, réalisées dans d'autres zones de France. Toutefois, des spécificités et disparités régionales peuvent exister, expliquant les différences constatées sur le terrain. La création d'un degré de sévérité du risque à attribuer aux pâtures à risque a permis de montrer que les deux tiers des pâtures à risque de l'échantillon ne permettaient *a priori* pas de contact rapproché entre bovins d'élevages voisins (67 % des pâtures à risque ont obtenu un degré de sévérité de 0 ou 1), et étaient donc faiblement à risque vis à vis du risque de transmission d'agents pathogènes par contact direct. Le nombre de pâtures à risque et le

degré de risque de ces pâtures semblent davantage dépendre de la région que du type d'élevage (laitier, mixte, allaitant) : il paraît donc pertinent de conduire ce type d'étude dans d'autres zones géographiques afin de valider la méthode et les seuils utilisés pour classer les pâtures, afin de pouvoir comparer plus finement les résultats et mieux comprendre la diversité de gestion des pâtures.

Dans le cadre de ce travail, une méthode originale pour classer les pâtures à risque en fonction d'un degré de sévérité (dépendant lui-même du degré de mitoyenneté, du risque de contacts entre bovins et de la perméabilité de la frontière) et les élevages en fonction d'une note de risque a été proposée pour la première fois en France. Les résultats doivent pour l'instant être interprétés avec précaution à l'échelle du territoire, car les élevages étudiés, bien que représentatifs de leur département d'origine, ne le

sont pas de l'ensemble des élevages bovins en France compte tenu des disparités locales pouvant exister.

Par ailleurs, il serait important de confronter cette étude et la méthode développée à la réalité du terrain,

en comparant, dans un nouvel échantillon d'étude, la note de risque attribuée à l'élevage d'après cette méthode et les infections récemment détectées dans l'élevage (pour des agents pathogènes pouvant être transmis *via* le réseau des pâtures).

BIBLIOGRAPHIE

Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. In Légifrance.

Berlier S., Moreau E., Meffe N. - Descriptions des structures de contact à risque vis-à-vis de la transmission d'agents pathogènes entre élevages bovins en région Rhône-Alpes. Mémoire de fin d'étude, Ingénieur de l'Esitpa, *Spécialité Agriculture*, 2007, 33-39.

Dutta B.L., Ezanno P., Vergu E. - Characteristics of the spatio-temporal network of cattle movements in France over a 5-year period. *Preventive Veterinary Medicine*, 2014, 117(1), 79-94.

Duvauchelle A., Bendali F. - Description des structures de contact à risque vis-à-vis de la transmission d'agents pathogènes entre élevages Bretons. Rapport de stage, Master Santé publique Paris XI et Sciences et santé Paris XII, 2007, 26-28.

Palisson A., Courcoul A., Durand B. - Role of Cattle Movements in Bovine Tuberculosis Spread in France between 2005 and 2014. *PLoS ONE*, 2016, 11(3), e0152578.

Palisson A., Courcoul A., Durand B. - Analysis of the Spatial Organization of Pastures as a Contact Network, Implications for Potential Disease Spread and Biosecurity in Livestock, France, 2010. *PLoS ONE*, 2017, 12(1), e0169881.

Rautureau S., Dufour B., Durand B. - Analysis of French cattle network. Focus on vulnerable sub-groups of holdings facing to disease spread; the « giant strong components ». *Épidémiologie et Santé Animale*, 200, 58, 113-121.

Tanguy E., Philippeau C., Meffe N. - Étude des structures de contact à risque vis-à-vis de la propagation d'agents pathogènes entre élevages de bovins en Bourgogne. Mémoire de fin d'étude, Ingénieur de l'Enesad, *Spécialité Agriculture*, 2007, 34-50.



Remerciements

Nous tenons à remercier les éleveurs participants pour leur accueil bienveillant et le temps qu'ils nous ont consacré. Ce travail a été effectué dans le cadre d'un projet de recherche du Réseau français de santé animale (RFSA), financé par la Direction générale de l'alimentation (DGAL).