

## La brucellose en Afrique subsaharienne

BOUKARY A.R.<sup>1,2,6,7</sup>, SAEGERMAN C.<sup>2</sup>, ADEHOSSI E.<sup>3</sup>, MATTHYS F.<sup>4,#</sup>,  
VIAS G.F.<sup>5</sup>, YENIKOYE A.<sup>6</sup>, THYS E.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Département d'Appui à la Promotion de l'Élevage et Gestion des Ressources naturelles (DEPERNA), ONG Karkara, BP 2045, Niamey, Niger

<sup>2</sup> Unité de Recherche en Épidémiologie et Analyse de Risques appliquées aux Sciences vétérinaires (UREAR-ULg), Fundamental and Applied Research for Animals & Health (FARAH), Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster 20, bât. B42, 4000 Liège, Belgique

<sup>3</sup> Faculté des Sciences de la Santé, Université de Niamey, BP 10895, Niamey, Niger

<sup>4</sup> Département de Santé publique, Institut de Médecine tropicale, Nationalestraat 155, 2000 Anvers, Belgique

<sup>5</sup> Vétérinaires Sans Frontière Belgique, Bureau régional de Niamey (BREN), BP 12632, Niamey, Niger

<sup>6</sup> Faculté d'Agronomie, Université de Niamey, BP 10895, Niamey, Niger

<sup>7</sup> Département de Sciences biomédicales, Institut de Médecine tropicale, Nationalestraat 155, 2000 Anvers, Belgique

# Cet article est dédié à la mémoire de Francine Matthys qui était l'ancien médecin directeur de MSF Belgique et un important chercheur en santé publique dans la lutte contre la tuberculose humaine dans les pays en développement.

Correspondance : E Thys - Email : eriethys25@gmail.com

**RÉSUMÉ : Bien que considérée comme une zoonose majeure, la brucellose est une maladie méconnue et négligée en Afrique subsaharienne (ASS). Les différents biotypes de *Brucella* circulant et leur dispersion géographique y sont très peu connus. L'importance épidémiologique et les conséquences économiques de la brucellose au sein des différents systèmes de production sont aussi largement sous-estimées, principalement du fait de la faible capacité diagnostique des laboratoires. Par ailleurs, la faible connaissance des facteurs de risque de transmission de la maladie et l'absence de mesures adéquates de contrôle contribuent fortement à la dissémination de la brucellose en ASS. L'objectif de cette revue de littérature est d'obtenir des données récentes sur les connaissances de cette maladie en ASS. L'étude montre que la maladie est largement distribuée dans les populations animales en ASS, mais avec une prévalence très variable. La brucellose constitue également une sérieuse menace pour la santé humaine du fait de l'absence de la pasteurisation de lait et du contact étroit entre le réservoir animal et l'homme, incluant les professionnels de l'élevage. Une meilleure connaissance de l'épidémiologie de la brucellose est nécessaire pour la mise en place d'un programme de lutte efficace contre cette maladie en ASS.**

### 1. INTRODUCTION

La brucellose est une importante zoonose sur le plan mondial. Bien qu'éradiquée ou en voie de l'être dans bon nombre de pays industrialisés, cette maladie constitue encore de nos jours une source de préoccupation dans les pays en voie de développement. Ceci est particulièrement vrai dans les pays dont l'alimentation et l'économie dépendent en partie de l'élevage (Organisation mondiale de la Santé,

2006 ; Organisation mondiale de la santé animale, 2007).

En Afrique subsaharienne (ASS), la brucellose est souvent méconnue voire négligée par manque de prise en considération ou simplement par manque de structures de diagnostic adaptées (Organisation mondiale de la Santé, 2006 ; Marcotty *et al.*, 2009). La maladie peut avoir un effet important sur le développement économique

et la stabilité des populations dans cette partie du monde (Ly, 2007). En effet, la brucellose a un impact non négligeable sur la santé et la productivité des animaux d'élevage réduisant ainsi leur valeur économique et leur rendement au travail (Mangen *et al.*, 2002). Sur le plan humain, les pertes engendrées par la brucellose en termes de coûts économiques liés à la santé et à l'incapacité au travail sont considérables (Roth *et al.*, 2003).

Les données sur la prévalence réelle de la brucellose sont rares et fragmentaires en ASS. Cependant, les risques de transmission de l'animal à l'homme paraissent particulièrement importants notamment en raison de différents facteurs. C'est le cas notamment des récents bouleversements climatiques et leur effet sur les pratiques d'élevage, les habitudes alimentaires et les comportements sociaux des populations concernées (Marichatou *et al.*, 2005 ; Thys *et al.*, 2006 ; Boukary *et al.*, 2007). En effet, les migrations des éleveurs à la recherche de pâturages et d'eau, le développement anarchique de l'élevage autour et dans les centres urbains, ainsi que l'insuffisance relative des mesures d'assainissement sont autant de facteurs susceptibles de favoriser la transmission de la maladie en ASS (Ghirotti *et al.*, 1991 ; Faye *et al.*, 2005 ; Kang'Ethe *et al.*, 2007 ; Swai et Schoonman, 2009 ; Chimana *et al.*, 2010).

Cet article de revue présente et discute l'état des connaissances sur la brucellose animale et humaine dans toute l'ASS sur base de la littérature disponible jusqu'au mois d'août 2013. Les variations liées aux zones géographiques et aux différents systèmes de production ont été étudiées.

## 2. HISTORIQUE ET RÉPARTITION DE LA MALADIE

La brucellose est une anthroponose cosmopolite dont la plus ancienne description chez l'homme remonterait à l'époque d'Hippocrate (460–377 avant notre ère) (Fernando *et al.*, 2003).

En ASS, la brucellose représente un sujet de préoccupation pour les responsables sanitaires et de l'élevage (Young, 1995 ; Organisation mondiale de la Santé, 1997 ; Organisation mondiale de la Santé, 2004b). La première observation chez l'homme a été faite par Bourret (1910), à Saint Louis, au Sénégal et, par la suite, la maladie humaine a été identifiée un peu partout sur le continent africain (Merle, 1953). En 1955, la maladie a été mise en évidence chez des bovins au Tchad (Sacquet, 1955). En 1957, un rapport d'activité faisait état de la brucellose chez les bovins

au Niger en signalant de nombreux avortements au sein des troupeaux laitiers (Akakpo, 1987). Mais, il a fallu attendre 1970 pour que les premières études sérologiques soient réalisées dans le but d'évaluer la prévalence de la maladie chez les animaux en Afrique de l'Ouest (Gidel *et al.*, 1974). Depuis, la maladie a été diagnostiquée avec une incidence variable dans beaucoup de parties du sous-continent, tant chez l'homme que chez les animaux (Mangen *et al.*, 2002 ; McDermott et Arimi, 2002 ; Smits et Cutler, 2004 ; Godfroid *et al.*, 2013). Cependant, très peu est connu à propos de la prévalence réelle de la maladie en ASS en raison du fait que les données sur la sensibilité et la spécificité exactes des tests de diagnostic sont rares dans ce contexte (Mangen *et al.*, 2002 ; Saegerman *et al.*, 2004 ; Pappas *et al.*, 2006 ; Sanogo *et al.*, 2008 ; 2012).

L'analyse des revues de synthèse ainsi que d'un bon nombre d'études originales consacrées à la brucellose montrent que la plupart des travaux effectués jusqu'à ce jour en ASS avaient pour but de chercher ou de confirmer l'existence de la maladie dans les territoires nationaux et/ou d'identifier l'agent infectieux en cause (Thimm et Wundt, 1976 ; Domenech *et al.*, 1983 ; Akakpo *et al.*, 1986 ; Tounkara *et al.*, 1994 ; Mangen *et al.*, 2002 ; McDermott et Arimi, 2002 ; Traoré *et al.*, 2004 ; Ocholi *et al.*, 2004 ; Thys *et al.*, 2005 ; Shey-Njila *et al.*, 2005 ; Organisation mondiale de la Santé animale, 2007 ; Marcotty *et al.*, 2009 ; Dean *et al.*, 2012 ; Godfroid *et al.*, 2013). Cependant, dans bon nombre de cas, la non représentativité statistique des échantillons analysés, l'insuffisance de précision quant aux caractéristiques de la zone ou de la strate d'étude, la faible connaissance des liens de cause à effet ainsi que les interactions pouvant exister entre les différents systèmes de production animale rendent difficile la comparaison des résultats entre les études/enquêtes (Mangen *et al.*, 2002 ; Marcotty *et al.*, 2009 ; Dean *et al.*, 2012). Ceci expliquerait en partie la difficulté de dresser un état des lieux complet concernant la répartition géographique de la brucellose et l'impact socio-économique dans cette partie du monde et la difficulté de réaliser une revue systématique sur le sujet en ASS.

## 3. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES MICROBIOLOGIQUES DU GENRE *BRUCELLA*

*Brucella* est un coccobacille à Gram négatif intracellulaire facultatif, de 0,5 à 0,7 µm de diamètre et 0,5 à 1,5 µm de longueur. Le genre *Brucella* comprend dix espèces : *B. abortus*, *B. melitensis*, *B. suis*, *B. canis*, *B. ovis*, *B. neotomae*, *B. ceti*, *B. pinnipedialis*, *B. microti*, et *B. inopinata* (Kang *et al.*, 2011). Les trois premières se subdivisent également en biotypes (Thimm et Wundt, 1976 ; Halling et Young, 1994 ; Cloeckert *et al.*, 2001). Des cas de brucellose humaine ont été attribués à 4 des 6 espèces de *Brucella* rencontrées chez les mammifères terrestres. *B. melitensis* et *B. suis* (notamment les biovars 1 et 3) sont les espèces les plus virulentes suivies de *B. abortus* et *B. canis*. *Brucella ovis* et *B. neotomae* ne sont pas rapportées comme pathogènes pour l'homme (Brew *et al.*, 1999 ; Acha et Szyfres, 2005 ; Organisation mondiale de la Santé, 2006 ; Saegerman *et al.*, 2010).

Chez les bovins d'ASS, tous les biotypes de 1 à 6 et une souche intermédiaire nommée 3/6 de *Brucella abortus* (Domenech *et al.*, 1983 ; Verger et Grayon, 1984 ; Akakpo, 1987) ont été isolés avec une prépondérance des biotypes 3 ou 3/6 (Akakpo, 1987). *Brucella abortus* biotype 3 est la souche la plus fréquemment rencontrée en ASS, isolée dans plusieurs pays, notamment au Sénégal, en Côte d'Ivoire, au Niger, au Cameroun, au Togo, au Tchad, au Rwanda, au Kenya et en Ouganda (Verger *et al.*, 1979 ; Domenech *et al.*, 1983 ; Akakpo *et al.*, 1986 ; Akakpo, 1987 ; Akakpo et Bornarel, 1987 ; Le Flèche *et al.*, 2006 ; Bankole *et al.*, 2010 ; Muendo *et al.*, 2012 ; Sanogo *et al.*, 2013). Par ailleurs, Pilo-Moron et collaborateurs (1979) et Ocholi et collaborateurs (2005) ont isolé respectivement des souches de *B. abortus* appartenant aux biotypes 1 et 6 en Côte d'Ivoire et au biotype 1 au Nigeria. Ailleurs, Domenech et collaborateurs (1983) ont isolé 95 souches de *Brucella* dont *B. abortus* biotypes 2 et 6 en Afrique centrale (Cameroun et Tchad). Enfin, au Mali, des travaux effectués par Tounkara et collaborateurs (1994), ont permis d'isoler quatre souches de *B. abortus* sans que le biotype ne soit déterminé.

En ce qui concerne les autres espèces de *Brucella*, les isollements sont assez rares en ASS. Reichel et collaborateurs (1996) et Kabagambe et collaborateurs (2001) ont pu isoler *Brucella melitensis* chez les petits ruminants et récemment, Muendo et collaborateurs (2012) l'ont isolé dans du lait de vache au Kenya. *Brucella suis* a été identifié chez des petits ruminants par Manley (1968).

Les différents auteurs ont noté que les souches de *Brucella* africaines se différencient des souches européennes par une croissance plus lente et un profil métabolique oxydatif particulier par rapport au profil classique de l'espèce. À quelques exceptions près, ces souches ne répondaient pas à l'épreuve de l'oxydase et leur profil moyen d'oxydation métabolique était modifié au niveau de quatre des substrats conventionnels (L-asparagine, L-arabinose, D-galactose et D-xylose) (Verger et Grayon, 1984 ; Akakpo et Bornarel, 1987 ; Bankole *et al.*, 2010 ; Sanogo *et al.*, 2012).

#### 4. LA PRÉVALENCE DE LA BRUCELLOSE ANIMALE EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

Les données bibliographiques sur l'infection due à la brucellose en ASS montrent que les recherches sur cette maladie ont surtout concerné l'espèce bovine et dans une moindre mesure les petits ruminants. Les données sur la prévalence animale sont reprises dans le tableau I.

Selon les travaux de Mangen et collaborateurs (2002), basés sur les résultats obtenus au moyen du test au rose bengale, la séroprévalence globale de la brucellose bovine en ASS est estimée à 16,2 % avec toutefois des variations très importantes allant de 10,2 % à 25,7 %. Globalement, les différentes investigations menées sur la maladie ont montré que la prévalence de la brucellose animale tant au niveau individuel qu'au niveau des troupeaux varie selon les systèmes d'élevages, les zones géographiques considérées et les méthodes de diagnostic utilisées (Akakpo *et al.*, 1986 ; Mangen *et al.*, 2002 ; Cadmus *et al.*, 2006 ; Sanogo *et al.*, 2008 ; Chimana *et al.*, 2010).

##### 4.1. Prévalence de la brucellose bovine en fonction des zones géographiques

D'importants écarts inter et intra-régionaux de séroprévalence individuelle de brucellose animale sont observés. La disparité des données et l'insuffisance de précision quant à la description du contexte et des méthodes de diagnostic utilisées dans un certain nombre d'études ne permettent pas une comparaison objective des résultats en fonction des différentes zones agro-écologiques. Cependant, les moyennes calculées sur la base des séroprévalences individuelles (figure 1) permettent de distinguer :

- des pays à prévalence relativement très forte allant de 18,0 à 25,0 % comme le Mali, la Côte d'Ivoire, le Niger, le Togo, le Rwanda et la Zambie ;
- des pays à prévalence relativement forte, allant de 12,5 à 18,0 % comme le Sénégal, le Burkina Faso, le Tchad, le Soudan, la République démocratique du Congo et le Burundi ;
- des pays à prévalence relativement moyenne allant de 6,5 à 12,5 % qui sont : le Ghana, le Bénin, le Nigeria, le Cameroun, la Somalie, l'Ouganda, le Kenya et la Tanzanie ;
- et enfin des pays à prévalence relativement plus faible allant de 3 à 6,5 % comme la Guinée,

la République Centre Africaine, l'Éthiopie et l'Érythrée.

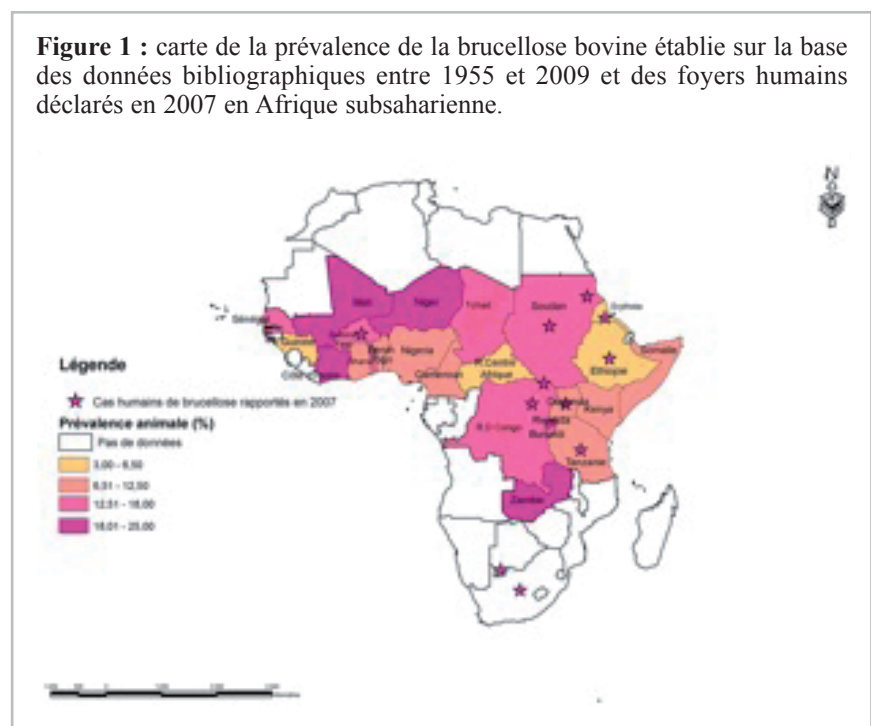
##### 4.2. Prévalence de la brucellose bovine en fonction du mode d'élevage

Les investigations en matière de brucellose concernent davantage les systèmes pastoraux et agro-pastoraux extensifs et dans une moindre mesure les élevages mixtes (systèmes de type *ranching* et/ou périurbains). Quel que soit le système ou la zone écologique considéré, on constate également d'importantes variabilités dans la séroprévalence (tableau 1).

##### Les systèmes pastoraux

Les systèmes pastoraux et agropastoraux sont caractérisés par des effectifs mixtes très importants, effectuant de grands déplacements. Ces systèmes sont généralement basés sur l'exploitation extensive des ressources naturelles et des résidus de cultures vivrières (Lhoste, 1984 ; Réseau de Prévention des Crises alimentaires, 2010). La prévalence individuelle de la brucellose animale est, dans la majorité des cas, supérieure à 5 % (Hussein *et al.*, 1978 ; Hellmann *et al.*, 1984 ; McDermott *et al.*, 1987 ; McDermott et Arimi, 2002 ; Mangen *et al.*, 2002 ; Schelling *et al.*, 2003) avec des valeurs extrêmes de l'ordre de 35 à 51 % (Gidel *et al.*, 1974 ; Bloch et Diallo, 1991).

**Figure 1 :** carte de la prévalence de la brucellose bovine établie sur la base des données bibliographiques entre 1955 et 2009 et des foyers humains déclarés en 2007 en Afrique subsaharienne.



Les systèmes de production mixtes

On distingue les systèmes d'exploitation du type *ranching* et d'élevages urbains et périurbains. Les systèmes d'exploitation du type *ranching* pour lesquels les données concernant la pré-

valence individuelle de la brucellose animale paraissent similaires à celles rapportées au niveau des systèmes pastoraux présentent toutefois des amplitudes de variation moins importantes (tableau 1). Cela pourrait être attribué au fait que dans les ranchs,

le suivi zootechnique et sanitaire des troupeaux est généralement mieux organisé et les contacts avec d'autres troupeaux plus rares (Lhoste, 1984). Dans les élevages urbains et périurbains, on constate de manière générale que la prévalence de la brucellose

**Tableau 1 :** Prévalence de la brucellose animale et humaine en Afrique Subsaharienne en fonction des zones géographiques : synthèse des études réalisées entre 1955 et 2010.

Pays	Système d'élevage	Espèce	Taille de l'échantion	Type de test	Prévalence	Auteurs
<i>Afrique de l'Ouest</i>						
Bénin	Mixte	Bovins	920	RB, FC	10,40%	Akakpo <i>et al.</i> , 1984
						Akakpo, 1987
	Mixte	Bovins		RB	4,30%	
	Mixte	Bovins		FC	8,30%	
Burkina Faso	Mixte	Bovins	1 270	RB	7,40%	Akakpo, 1987
	Mixte	Bovins		FC	9,7%	
	Urbain	Bovins	67		55,2%	
	Pastoral	Bovins	440		11,3 à 14,3%	
	Périurbain	Bovins	1 107		8,0%	Coulibaly et Yaméogo, 2000
	Pastoral	Bovins	270	RT	21,0%	Gidel <i>et al.</i> , 1974
			183	FC, SAW	10,9%	
			121	RT	16,8%	
			1 357	FC, SAW	0,4%	
	Pastoral	Bovins	499	RT	6,0%	Gidel <i>et al.</i> , 1974
		Caprins	251	RT	4,8%	
		Humains	985	FC, SAW	10,1%	
Urbain	Bovins	290	RB	13,2%	Traoré <i>et al.</i> , 2004	
Côte d'Ivoire	Mixte	Bovins	1 214	RB	28,3%	Camus, 1980
	Pastoral (région de Bouaké)	Bovins	700	RT	51,0%	Gidel <i>et al.</i> , 1974
		Bovins	144	FC, SAW	2,6%	
		Ovins	14	RT	4,0%	
		Humains	1 122	FC, SAW	1,0%	
	Pastoral (région de Korogho)	Bovins	335	RT	38,8%	Gidel <i>et al.</i> , 1974
		Bovins	347	FC, SAW	15,6%	
		Caprins	15	RT	1,0%	
		Humains	1 629	FC, SAW	0,4%	
	Pastoral	Bovine	660	FC, SAW, RB, iElisa	8,8 %	Sanogo <i>et al.</i> , 2008
	Mixte	Bovins	13 343	SAW, RB	10,1%	Pilo-Moron <i>et al.</i> , 1979
Périurbain	Bovins	381	RB, Elisa, SAW, FC	3,6 à 4,3%	Thys <i>et al.</i> , 2005	
Ghana	Zone forestière	Bovins	183	RB	6,6%	Kubafor <i>et al.</i> , 2000
	Mixte	Bovins	183	RB	6,6%	
	Mixte	Bovins	323	RB	9,3%	Turkson et Boadu, 1992
	Pastoral	Bovins	323	RB	9,3%	
Guinée	Mixte	Bovins	2 748	RB, FC	6,5%	Diallo, 1994
	Mixte	Bovins	1 861	RB	6,9%	Sylla <i>et al.</i> , 1982
Mali	Mixte	Bovins	867	RB, FC	19,7%	Maiga <i>et al.</i> , 1995
	Pastoral	Bovins	1 000	Elisa	22,0%	Toukara <i>et al.</i> , 1994



Pays	Système d'élevage	Espèce	Taille de l'échantion	Type de test	Prévalence	Auteurs		
Niger	Périurbain	Bovins	380	RT	20,8%	Adamou, 2008		
		Ovins	75	RT	6,67%			
		Caprins	80	RT	6,25%			
	Mixte	Bovins	826	RB	18,3%	Akakpo, 1987		
				FC	27,6%			
	Pastoral + PU (Région de Niamey)	Bovins	669	RB, FC, Culture	35,3%	Bloch et Diallo, 1991		
	Pastoral + PU (Région de Zinder)	Bovins	157	RB, FC	12,1%			
	Pastorale	Bovins	2 794	RB	1,4%			
	Mixte	Bovins	245	RT	21,2%	Gidel <i>et al.</i> , 1974		
				FC, SAW	1,0%			
				Caprins	104		RT	45,1%
				Ovins	81		RT	22,2%
Humains				1 193			1,4%	
Nigeria	Pastoral	Ovins	250	RB	4,8%	Falade <i>et al.</i> , 1981		
		Caprins	189	RB	9,0%			
	Périurbain	Ovins	28	SAW, RT	14,3%	Ocholi <i>et al.</i> , 2005		
	Pastoral	Bovins	200	RB	15,0%	Adeyiyun et Oni, 1990		
				SAW	1,5%			
	Mixte (Ranch)	Bovins	1 989	RB, SAW	2,2 à 4,8%	Agunloye <i>et al.</i> , 1988		
	Mixte	Bovins	400	RB	6,3%	Ishola <i>et al.</i> , 1997		
				SAW	5,0%			
	Pastoral	Bovins	762	Elisa	6,6%	Ocholi <i>et al.</i> , 1996		
				Saw	3,0%			
RB				2,1%				
Sénégal	Mixte	Bovins	1 379	RB, SAW	10,3%	Akakpo et Bornarel, 1987		
	Abattoir de Dakar	Bovins	1 134	SAW, FC	8,7 à 17,2%	Chantal et Thomas, 1976		
	Pastoral	Bovins	388	RB	14,4%	Doutre <i>et al.</i> , 1977		
				SAW	13,3%			
				FC	13,3%			
	Mixte	Bovins	NS	Culture		Verger <i>et al.</i> , 1979		
	Pastoral	Bovins	388	RB, Culture	14,40%	Doutre <i>et al.</i> 1977		
Pastoral	Bovins		SAW	14,90%				
Togo	Mixte	Bovins	1 056	RB	13,5%	Akakpo, 1987		
	Mixte	Bovins		FC	16,0%			
	Mixte	Bovins	1 112	NS	35,5 à 51,9%	Domingo, 2000		
<b>Afrique centrale</b>								
Cameroun	Mixte	Bovins	962	RB	6,70%	Akakpo, 1987		
	Mixte	Bovins		FC	10,50%			
	Mixte	Bovins	298	Elisa	8,40%	Bayemi <i>et al.</i> , 2009		
	Abattoir de Dschang	Bovins	840	RB, Elisa, SAW, FC	9,60%	Shey-Njila <i>et al.</i> , 2005		

Pays	Système d'élevage	Espèce	Taille de l'échantion	Type de test	Prévalence	Auteurs
Rép. du Congo	Pastoral	Bovins	30	NS	16,70%	Ngoy et Kiafouka, 1989
Rép. Centrafricaine	Pastoral	Bovins	2 032	RB	3,30%	Nakouné <i>et al.</i> , 2004
Tchad	NS	Bovins	287	RT	18,00%	Sacquet, 1955
			500	SAW	12,00%	
	Périurbain	Bovins	634	FC	2,60%	Delafosse <i>et al.</i> , 2002
	Mixte	Bovins	1 933	SAW	7,4 à 23,8%	Perreau, 1956
978			RT			
<b>Afrique de l'est</b>						
Burundi	Mixte	Bovins	957	RB, SAW	0 à 13,0%	Merker et Schlichting, 1984
				RB	25,40%	
	Pastoral	Bovins	528	SAW	18,30%	
				RT	14,40%	
Erythrée	Pastoral	Bovins	1 609	RB	4,20%	Bekele <i>et al.</i> , 1989
	Pastoral	Bovins	2 427	RB, FC	5,60%	Omer <i>et al.</i> , 2000
Ethiopie	Pastoral	Camelins	1 442	RB	5,60%	Teshome <i>et al.</i> , 2003
				FC	4,20%	
	Mixte	Bovins	1 595	RB	3,10%	Ibrahim <i>et al.</i> , 2010
				FC		
	Pastoral	Ovins	563	RB	3,20%	Ashenafi <i>et al.</i> , 2007
	Pastoral	Caprins	1 005	RB	5,80%	
Pastoral	Bovins	685	FC	0,43%	Domenech et Lefevre, 1974	
Kenya	Pastoral	Bovins	10 361	RB	9,90%	Kagumba et Nandokha, 1978
				RB, SAW	3,60%	
				RB, FC	8,70%	
	Urbain + pastoral	Bovins	456	RT, Elisa	0 à 10%	Arimi <i>et al.</i> , 2005
	Pastoral	Bovins	1 146	Elisa	10,2%	Kadohira <i>et al.</i> , 1996
	Urbain	Bovins	393	Elisa	0,7 à 1,1%	Kang'Ethe <i>et al.</i> , 2007
	Mixte (Ranch)	Bovins	835	FC	12,1%	Ndarathi et Waghela, 1991
SAW				9,7%		
RB				16,9%		
Ouganda	Pastoral	Bovins	497	Elisa	34,0%	Magona <i>et al.</i> , 2009
	Fermes laitières	Bovins	226	Elisa	3,3%	
	Pastoral	Bovins	10 529	RB	15,8%	Faye <i>et al.</i> , 2005
	Pastoral + mixte	Bovins	1 739	RB, SAW	9,6%	Newton <i>et al.</i> , 1974
				RB, FC	15,6%	
Fermes laitières	Bovins	756	RB, FC	3,0%	Oloffs <i>et al.</i> , 1998	
Rwanda	Mixte	Bovins	654	RB	27,8%	Akakpo, 1987
				FC	27,7%	
	Mixte	Bovins	1 385	RB	25,7%	Kabagambe <i>et al.</i> , 1988
				SAW	5,2%	
Somalie	Pastoral	Bovins	660	SAW	15,54%	Andreani <i>et al.</i> , 1982
	Pastoral	Bovins	3 086	SAW	9,0%	Hussein <i>et al.</i> , 1978

Pays	Système d'élevage	Espèce	Taille de l'échantion	Type de test	Prévalence	Auteurs
Soudan	Pastoral	Bovins	113	RB	13,3%	Agab, 1997
	Pastoral	Bovins	5 982	FC, SAW	9,2%	Hellmann <i>et al.</i> , 1984
	Pastoral	Bovins	762	RB, SAW	20,2%	McDermott <i>et al.</i> , 1987
	Pastoral	Camelins	3 413	Elisa, RB, RT	7,3% à 8,1%	Musa et Shigidi, 2001
R.D Congo	Mixte ( <i>ranchs</i> )	Bovins	674	FC	9,3% à 42%	Bula <i>et al.</i> , 1987
Tanzanie	Mixte	Bovins	13 087	SAW	10,8%	Jiwa <i>et al.</i> , 1996
	Mixte	Bovins	23 017	RB, SAW	5,9%	Kagumba et Nandokha, 1978
	Mixte ( <i>ranchs</i> )	Bovins	17 758	SAW	10,6%	Msanga <i>et al.</i> , 1986
	Mixte	Bovins	2 289	SAW	14,0%	Weinhäupl <i>et al.</i> , 2000
<b>Afrique australe</b>						
Zimbabwe	Mixte	Bovins	NS	RB, Elisa	5,6%	Matope <i>et al.</i> , 2010
Malawi	Mixte	Bovins	2 017	RB, SAW	0,3%	Bedard <i>et al.</i> , 1993
Zambie	Mixte	Bovins	291	RB	17,2%	Ahmadu <i>et al.</i> , 1999
				SAW	16,2%	
	Pastoral	Bovins	886	RB, Elisa	23,9%	Muma <i>et al.</i> , 2007a
	Mixte	Bovins	1 245	RB, Elisa	14,1 à 28,1%	Muma <i>et al.</i> , 2006
	Mixte	Ovins, caprins	280	RB, Elisa	0%	
	Pastoral	Bovins	48	RB, Elisa	18,7%	Chimana <i>et al.</i> , 2010
	Mixte ( <i>Périurbain</i> )	Bovins	849	RB, Elisa	7,9%	Chimana <i>et al.</i> , 2010

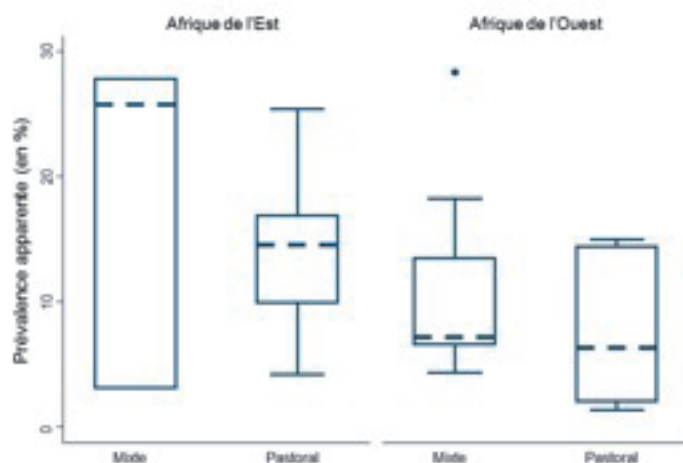
RB : test au rose bengale ; Elisa : *enzyme linked immunosorbent assay* ; SAW : test de séro- agglutination de Wright ; FC : test de fixation de complément ; NS : non spécifié. PU : périurbain

au niveau individuel aussi bien qu'au niveau des troupeaux est généralement beaucoup plus faible que dans les systèmes de type extensif (tableau 1).

Une analyse des données basées sur les résultats les plus fréquents, tels que ceux du test au rose bengale (tableau 1) au moyen d'une régression linéaire avec comme variable expliquée la prévalence apparente et comme variables explicatives, le système de production et la région a montré qu'il n'existe aucune différence significative de la prévalence apparente individuelle de la brucellose animale en fonction des systèmes d'élevage ( $p = 0,27$ ) (figure 2). Notons cependant que le nombre d'études étant relativement faible, une confirmation de ces informations s'impose.

Par contre, en prenant en compte les zones géographiques de l'ASS,

**Figure 2 :** Variation de la prévalence apparente individuelle de la brucellose animale en fonction des systèmes de production animale et des régions géographiques.



l'analyse statistique des mêmes données a montré qu'il existe une différence significative en ce qui concerne la prévalence apparente des régions d'Afrique de l'est et celles de l'ouest (figure 2). Les prévalences individuelles apparentes de la brucellose animale sont significativement moins élevées en Afrique de l'ouest ( $p = 0,04$ ). Ceci pourrait être dû, à nouveau, au système d'élevage, les grands mouvements de troupeaux étant plus fréquents en Afrique de l'Ouest.

## 5. FACTEURS DE VARIATION DE LA PRÉVALENCE DE LA BRUCELLOSE ANIMALE EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

L'examen des données bibliographiques disponibles sur la brucellose en ASS montre bien une grande variabilité de la séroprévalence et la difficulté de comparer les résultats obtenus par les différents chercheurs. Cette variabilité peut être attribuée, d'une part, à des facteurs extrinsèques, d'autre part, à des facteurs intrinsèques, comme décrits ci-dessous.

### 5.1. Facteurs extrinsèques

#### 5.1.1. Facteurs liées à la méthodologie de recherche

D'un point de vue méthodologique l'absence de bases de sondage ou leur imperfection (Domenech *et al.*, 1983) ne permet pas toujours de réaliser des échantillonnages suffisamment représentatifs d'un point de vue statistique. De même, l'insuffisance de précision ou le manque de détails sur les limites des zones d'étude, sur les conditions de prélèvement et d'analyse et sur les systèmes d'élevage sont autant de biais pour une bonne interprétation des études réalisées et n'autorise pas la mise sur pied d'une méta-analyse.

Un autre problème important souligné par plusieurs auteurs (Akakpo, 1987 ; Kadohira *et al.*, 1997 ; Mangen *et al.*, 2002 ; McDermott et Arimi, 2002 ; Gall et Nielsen, 2004 ; Saegerman *et al.*, 2004 ; Shey-Njila *et al.*, 2005) est la différence de sensibilité et de spécificité des tests sérologiques utilisés pour le dépistage. C'est l'un des facteurs qui contribue le plus à

la variabilité des résultats entre chercheurs et influence l'évaluation de l'importance de la maladie dans la zone concernée. Ceci a préoccupé les chercheurs. Ainsi, dans une étude basée sur 50 publications dans lesquelles la sensibilité et la spécificité de différents tests de diagnostic des *Brucella* ont été rapportées, Gall et Nielsen (2004) ont montré que certains tests conventionnels parmi les plus utilisés, dont le test au rose bengale et le test de fixation de complément, ont des indices de performance moins élevés que d'autres tests, tel que l'épreuve d'agglutination sur lame à l'antigène tamponné (*buffered plate agglutination test* : BPAT). Muma et collaborateurs (2009), ont montré que la sensibilité du test au rose bengale est inférieure à celle du test de la polarisation par fluorescence lorsque le titre en anticorps de l'échantillon étudié est faible, alors que ce test est de loin le plus utilisé en ASS en raison notamment de sa simplicité, de sa relative bonne sensibilité et de son faible coût (Mangen *et al.*, 2002 ; Muma *et al.*, 2009). Ce test permet une appréciation rapide du statut sérologique individuel, au niveau des troupeaux à l'échelle locale ou régionale (Organisation mondiale de la Santé animale, 2009). Malheureusement, la spécificité de ce test est assez faible en raison notamment des réactions croisées de l'antigène de *Brucella* avec des anticorps liés à d'autres bactéries apparentées Gram négatif telles que *Yersinia enterocolitica* O:9, *Francisella tularensis*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* O:157, *Salmonella* spp, et *Sternotrophomonas maltophilia* (Alton *et al.*, 1988 ; Nielsen, 2002 ; Saegerman *et al.*, 2004). Ceci conduirait à des réactions sérologiques faussement positives tendant à surestimer la prévalence individuelle de la brucellose dans certaines régions de l'ASS (Bankole *et al.*, 2010 ; Makita *et al.*, 2011 ; Sanogo *et al.*, 2012). Par ailleurs, Saegerman et collaborateurs (2004) ont montré que la spécificité du test Elisa indirect (i-Elisa) pour la détection de la brucellose varie en fonction de la nature du conjugué utilisé et que la spécificité du test i-Elisa dépend également du microbisme de la région d'étude.

Pour une meilleure interprétation et comparaison des résultats, il serait donc judicieux d'appuyer les pro-

grammes de recherche nationaux des pays ASS par la mise au point d'une méthodologie efficiente et peu coûteuse (Wright, 1993 ; Gall et Nielsen 2004). En effet, ce qui importe pour le gestionnaire de la santé, c'est la prévalence réelle, or les prévalences obtenues par des tests sérologiques ne donnent qu'une idée de la prévalence apparente de la maladie. Une alternative consiste en l'usage d'une approche bayésienne qui permet d'estimer la prévalence réelle en prenant en compte les résultats de plusieurs tests de diagnostic mais aussi un ensemble de facteurs pouvant influencer sur ces résultats (Berkvens *et al.*, 2006 ; Lesaffre *et al.*, 2007 ; Sanogo *et al.*, 2013).

#### 5.1.2. Facteurs liés à l'environnement, la zone géographique et au mode d'élevage

Les facteurs environnementaux ayant un impact sur la transmission de la brucellose à l'échelle des troupeaux sont surtout ceux liés au climat et aux modes de vie de la population. Concernant les effets climatiques, il apparaît que les facteurs de risque de transmission de la brucellose en ASS varient en fonction des zones géographiques, donc du gradient pluviométrique (Mangen *et al.*, 2002 ; Ibrahim *et al.*, 2010). Plusieurs auteurs spécifient que la transmission s'accroît des zones arides vers les zones plus humides (Akakpo, 1987 ; Bloch et Diallo, 1991 ; Domenech *et al.*, 1982 ; Tounkara *et al.*, 1994). Un climat chaud et sec détruit les *Brucella* tandis qu'elles sont conservées plus longtemps sur des pâtures fraîches et en ambiance humide (Akakpo, 1987 ; Saegerman *et al.*, 2010).

Dans les systèmes d'exploitation de type périurbain et urbain où les animaux sont le plus souvent gardés et nourris dans des enclos (Marichatou *et al.*, 2005 ; Thys *et al.*, 2005 ; Boukary *et al.*, 2007), la survie des *Brucella* est prolongée de plusieurs mois dans l'eau stagnante, les lisiers et dans les substrats desséchés comme le foin, la poussière, les barrières d'enclos (McDermott et Arimi, 2002 ; Agence française de Sécurité sanitaire des Aliments, 2006 ; Organisation mondiale de la Santé animale, 2007 ; Saegerman *et al.*, 2010). Il est aussi à noter



que dans les milieux périurbains, les élevages sont généralement installés sur des terres marginales où l'insuffisance d'infrastructures d'assainissement et d'hygiène ainsi que l'absence des services vétérinaires contribuent fortement à la dissémination de la maladie (Boukary *et al.*, 2007 ; Ly, 2007).

Il a été établi que les risques de transmission de la brucellose sont généralement plus élevés ou persistants dans les élevages de type extensif avec grands effectifs et dans les troupeaux mixtes comportant des bovins et des petits ruminants (McDermott et Arimi, 2002 ; Racloz *et al.*, 2013). Selon plusieurs auteurs, la prévalence de la brucellose est plus élevée dans les troupeaux pastoraux où les animaux doivent parcourir de longues distances à la recherche de pâturages et de points d'eau (Gidel *et al.*, 1974 ; Akakpo *et al.*, 1986 ; Tounkara *et al.*, 1994 ; McDermott et Arimi, 2002 ; Ocholi *et al.*, 2005 ; Ashenafi *et al.*, 2007 ; Muma *et al.*, 2006 ; 2007b ; Ibrahim *et al.*, 2010). Il est maintenant bien établi que la dynamique et la migration fréquente des troupeaux pastoraux augmente les chances d'exposition des animaux à la brucellose (Kadohira *et al.*, 1997 ; Acha et Szyfers, 2005 ; Megersa *et al.*, 2011). Ce qui corrobore les résultats d'une étude récente qui indiquent que le risque de séropositivité à l'antigène brucellique est 9,1 fois plus élevé dans les élevages pastoraux transhumants par rapports aux élevages sédentaires qui ont des petits effectifs d'animaux (Boukary, communication personnelle).

Enfin, dans des nombreux pays africains, il a été montré que la brucellose animale est plus fréquente dans les zones d'interface entre la faune sauvage et les animaux domestiques (Nicoletti, 1980 ; Jiwa *et al.*, 1996 ; Bengis *et al.*, 2002 ; Muma *et al.*, 2010). Le contact entre la faune sauvage potentiellement infectée et les animaux domestiques, notamment au moment de la transhumance et au niveau des points d'eau, pourrait présenter un risque non négligeable de propagation de la maladie (Rottcher, 1978 ; Ghirotti *et al.*, 1991). Cependant, le rôle de faune sauvage dans l'épidémiologie de la brucellose animale en ASS reste à déterminer, en particulier en ce qui concerne le nombre de cas et

le degré de contact entre les animaux sauvages et domestiques (Saegerman *et al.*, 2010).

### 5.1.3. Facteurs liés au mode de transmission de la maladie

La fréquence des avortements dans les troupeaux est aussi un facteur de risque important dans la transmission de la brucellose animale en ASS. En effet, la prévalence de la brucellose dans les troupeaux est positivement corrélée avec l'incidence des avortements chez les femelles (McDermott et Arimi, 2002 ; Schelling *et al.*, 2003 ; Ibrahim *et al.*, 2010). Les femelles infectées par la brucellose peuvent excréter des concentrations élevées de l'agent pathogène dans leur lait, les membranes placentaires et les avortons favorisant ainsi la transmission de la maladie aux animaux sains et à l'homme (Corbel, 1988 ; John *et al.*, 2010 ; Saegerman *et al.*, 2010).

## **5.2. Facteurs intrinsèques**

Les facteurs liés à l'animal ne sont généralement pas indépendants des facteurs extrinsèques en particulier ceux liés à l'environnement et au mode d'élevage qui les influencent d'une certaine manière. La synthèse des différentes études sur ces facteurs montre que ceux-ci déterminent surtout la prévalence individuelle au niveau animal. Les facteurs intrinsèques les plus cités sont repris ci-dessous.

### 5.2.1. La race

Ici aussi les opinions varient fort dans la littérature. Certains auteurs mettent en évidence la plus grande sensibilité des taurins par rapport aux zébus tandis que d'autres soutiennent le contraire (Thimm et Wundt 1976 ; Chantal et Thomas, 1976). Une étude réalisée au niveau de sept pays, a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les taurins et les zébus (Akakpo, 1987). Cependant, il ressort que les animaux métis issus de croisement entre les races locales de zébu et de taurins ont une plus grande sensibilité à l'infection brucellique comparativement aux races pures (Akakpo, 1987).

### 5.2.2. L'âge

Plusieurs études menées en ASS ont montré que la prévalence individuelle de la brucellose est corrélée avec

l'âge des animaux. Elle est significativement plus élevée chez les animaux âgés par rapport aux jeunes animaux (Chantal et Thomas, 1976 ; Akakpo *et al.* 1984 ; Musa et Shigidi, 2001 ; Turkson et Boadu, 1992 ; Traoré *et al.*, 2004 ; Faye *et al.*, 2005, Chimana *et al.*, 2010 ). Cette prévalence plus élevée chez les animaux âgés correspond logiquement à une probabilité plus grande d'exposition à l'infection et d'un développement de la maladie plus élevé avec l'âge.

### 5.2.3. Le sexe

Les résultats sur l'effet du sexe sont aussi contradictoires. Akakpo et collaborateurs (1984), Turkson et Boadu, (1992) ainsi que Musa et Shigidi, (2001) n'ont pas trouvé de différence significative de prévalence d'infection brucellique en fonction du sexe, contrairement à d'autres auteurs (Chantal et Thomas, 1976 ; Traoré *et al.*, 2004 ; Faye *et al.*, 2005) rapportant une séroprévalence beaucoup plus élevée chez les femelles que chez les mâles. Par ailleurs, Chimana et collaborateurs (2010) ont trouvé une séroprévalence de la brucellose significativement plus élevée chez les mâles que chez les femelles.

### 5.2.4. L'état physiologique

Les différentes études réalisées à ce sujet n'ont pas établi une relation claire entre l'état physiologique de l'animal et son statut sérologique. Cependant, il apparaît que chez les femelles laitières, la susceptibilité à l'infection brucellique est corrélée au niveau de production et à l'état général de l'animal (Adamou, 2008 ; Magona *et al.*, 2009 ; Kouamo *et al.*, 2010). En effet, Ibrahim et collaborateurs (2010) ont observé une prévalence individuelle de brucellose significativement plus élevée chez les femelles laitières en production comparativement aux femelles non productives. De même, Adamou (2008) a trouvé une prévalence individuelle de brucellose plus élevée chez des femelles laitières en début de lactation. Le même auteur signale que chez ces femelles, la prévalence de brucellose était positivement corrélée avec celle des mammites subcliniques, ce qui justifierait une détérioration plus marquée de leur état général et de leur niveau de production.

## 6. BRUCELLOSE ET SANTÉ PUBLIQUE EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

### 6.1. Facteurs de risque de la transmission de la brucellose de l'animal à l'homme

La transmission à l'homme de *Brucella* constitue généralement une impasse épidémiologique. La transmission interhumaine est, en effet, extrêmement rare. Les risques de transmission de l'homme à l'homme existent rarement, dans des conditions particulières comme celle de la transfusion sanguine et celle de la transplantation de moelle osseuse avec contamination par des brucelles (Mesner *et al.*, 2007 ; Saegerman *et al.*, 2010). Les laborantins travaillant sur des échantillons de patients contaminés sont, quant à eux, plus à risque (Organisation mondiale de la Santé, 2006 ; Mesner *et al.*, 2007). L'infection humaine nécessite donc, en principe, la présence d'un réservoir animal (Godfroid *et al.*, 2003 ; Saegerman *et al.*, 2010). En effet, chez un animal infecté, une très grande quantité de bactéries est excrétée avec le fœtus, le placenta et les sécrétions utérines lors des mises-bas ou des avortements (Fernando *et al.*, 2003 ; Saegerman *et al.*, 2004 ; John *et al.*, 2010). Après avortement ou parturition, les *Brucella* continuent à être excrétées dans le lait et autres sécrétions des animaux infectés (Charters, 1980 ; Corbel, 1988). Les *Brucella* peuvent se conserver dans les sources d'eau d'abreuvement souillée par des animaux ayant récemment avorté, dans la poussière, dans le sol et les produits laitiers. La durée de survie des brucelles dans ces matières dépend de la nature du substrat, du nombre de micro-organismes, de la température, du pH, de l'éclairement solaire, de la présence d'autres types de microorganismes (Agence française de Sécurité sanitaire des Aliments, 2006 ; Organisation mondiale de la Santé, 2006). Selon Fernando et collaborateurs (2003), l'excrétion de *B. melitensis* dans les écoulements vaginaux des chèvres ayant avorté peut durer plus d'un an. L'urine se contamine lors du passage par la vulve. L'invasion de la mamelle par les *Brucella* assure leur persistance chez les femelles.

Les risques de transmission de la brucellose à l'homme sont liés, d'une

part, à des facteurs professionnels ou environnementaux qui placent les personnes en contact direct avec le réservoir animal ou, d'autre part, à une transmission alimentaire. Ceci favorise le maintien et la diffusion de l'agent pathogène (Organisation mondiale de la Santé, 2006). Ces risques sont potentiellement plus élevés en ASS en raison notamment de la complexité des relations entre les différents systèmes d'exploitation animale, des changements environnementaux et des habitudes alimentaires et professionnelles (Bonfoh *et al.*, 2003 ; Thys *et al.*, 2006 ; Boukary *et al.*, 2007). Trois catégories de risque peuvent être distinguées dans le contexte africain subsaharien.

#### 6.1.1. Les risques liés aux échanges entre les milieux urbains et ruraux

Les bouleversements intervenus dans les contextes climatique et économique mondiaux ces dernières décennies n'ont pas épargné le continent africain. En effet, la dégradation du pouvoir d'achat des populations rurales, les sécheresses à répétition et l'augmentation de la demande des villes en produits animaux ont poussé la population rurale, dont des éleveurs et leurs animaux, à une migration massive vers les centres urbains (Koffi-Tessio, 2007 ; Boukary *et al.*, 2007). Quoique l'Afrique soit le continent le moins urbanisé, il présente le taux de croissance le plus élevé du monde et il a été estimé qu'en 2020, plus de 55 % des africains vivront en ville (United Nations human settlements programme, 2003). L'installation anarchique des nouveaux arrivants et leurs troupeaux dans la périphérie ainsi que dans les artères des grandes villes, l'insuffisance relative des mesures d'assainissement caractérisée par le manque d'infrastructures adéquates créent les conditions favorables pour un contact accru entre l'humain et le réservoir animal potentiellement infecté ainsi que la conservation du germe pathogène (Traoré *et al.*, 2004 ; Kang'Ethe *et al.*, 2007 ; Makita *et al.*, 2008). De plus, les déplacements constants d'animaux et les fortes densités d'humains dans les milieux rural, périurbain et urbain sont susceptibles d'assurer le maintien et le renouvellement de l'infection brucelgique (Boukary *et al.*, 2007 ; Chimana *et al.*, 2010).

#### 6.1.2. Les risques professionnels

La brucellose humaine est souvent considérée comme une maladie professionnelle (Godfroid *et al.*, 2003 ; Saegerman *et al.*, 2010). Les catégories professionnelles les plus exposées sont: les fermiers et leurs familles, les bergers, les vétérinaires et agents d'abattoirs, les bouchers, les bouviers et les marchands d'animaux sur pied (Blancou *et al.*, 2005 ; Swai et Schoonman, 2009). Les risques découlent pour ces professionnels des contacts directs avec les animaux malades ou avec un environnement fortement contaminé. Swai et Schoonman (2009) ont trouvé en Tanzanie une prévalence de brucellose plus élevée chez les agents d'abattoir que chez les autres catégories de travailleurs. Les mêmes auteurs rapportent que dans le personnel travaillant à l'abattoir, les agents chargés de l'abattage et du dépouillement des animaux sont les plus exposés au risque.

Chez les éleveurs périurbains et urbains sahéliens, certaines pratiques comme les échanges de géniteurs, le mélange des animaux malades et des animaux sains, le parage des animaux à l'intérieur des concessions ou même dans les cases, la manipulation le plus souvent sans protection des avortons et autres produits excrétés par les animaux lors de parturition sont autant de risques de contamination par les *Brucella* (Godfroid *et al.*, 2003 ; Arimi *et al.*, 2005 ; Adamou, 2008).

#### 6.1.3. Les habitudes alimentaires

Les habitudes alimentaires à risque les plus citées dans la littérature sont la manipulation et la consommation de produits laitiers non pasteurisés ou de produits alimentaires souillés lors de la transformation, du transport ou de la commercialisation (Godfroid *et al.*, 2003 ; Bonfoh *et al.*, 2003 ; Fernando *et al.*, 2003 ; Traoré *et al.*, 2004 ; Arimi *et al.*, 2005 ; Kang'Ethe *et al.*, 2007 ; Saegerman *et al.*, 2010). Certaines pratiques comme le partage de la nourriture dans les sociétés traditionnelles africaines et nomades sont à la base de l'infection de familles ou de tribus entières par les *Brucella* (Schelling *et al.*, 2003 ; Organisation mondiale de la Santé, 2006).

D'autres types de risque qui ne sont pas encore courants en ASS mais

pourraient le devenir, sont, entre autres, les risques en fonction de l'âge et du sexe. On a, par exemple, observé que des femmes et des enfants nomades qui s'occupent de petits ruminants, notamment les chèvres, étaient les plus infectés par *B. melitensis* (Bonfoh *et al.*, 2003 ; Schelling *et al.*, 2004 ; Musa *et al.*, 2008).

## 6.2. Prévalence de la brucellose humaine en Afrique subsaharienne

L'OMS estime à 500.000 le nombre de nouveaux cas annuels dans le monde (Organisation mondiale de la Santé, 2004a). En 2007 (Organisation mondiale de la santé animale, 2007), 11 cas de brucellose humaine ont été déclarés en ASS (figure 1). Bien que la brucellose humaine ait été relativement peu étudiée en Afrique subsaharienne, l'OMS (2006), considère que plus qu'ailleurs, cette maladie représente une cause importante de morbidité, d'incapacité de travail et de réduction d'activité dans cette partie du monde. Cependant, très peu est connu concernant la prévalence humaine de cette maladie en ASS (Pappas *et al.*, 2006). De manière générale, la brucellose humaine est sous-diagnostiquée en ASS, sans doute en raison de son tableau clinique qui peut être confondu à celui d'autres maladies fébriles notamment la fièvre typhique, la fièvre paratyphique et le paludisme (Angba *et al.*, 1987 ; Pappas *et al.*, 2006 ; Godfroid *et al.*, 2013). Tout comme chez les animaux, la maladie a été diagnostiquée chez l'homme dans presque tous les endroits où des enquêtes ont été effectuées. Les travaux de Gidel et collaborateurs (1974), en Côte d'Ivoire, au Niger et au Burkina Faso ont trouvé dans les zones pastorales des taux de séroprévalences variant de 1 % à 17 % chez les humains. Selon les mêmes auteurs, la maladie affecte surtout les bergers et leurs familles et les réactions allergologiques positives sont plus fréquentes chez l'homme que chez la femme et chez l'adulte que chez l'enfant. Dans la région de Tanga en Tanzanie, Swai et Schoonman (2009) ont trouvé une prévalence globale de 5,52 % chez différentes catégories de travailleurs.

Dans les milieux urbains et périurbains d'ASS, Mutanda (1998) a rapporté une prévalence de 13,3 % chez des patients présentant des symptômes

fébriles à l'hôpital de Kampala en Ouganda. De même, Chantal et collaborateurs (1996) ont trouvé un taux de prévalence de 6,5 % chez le personnel de l'abattoir de Djibouti. El-Anasry et collaborateurs (2001) ont rapporté une séroprévalence plus faible (1 %) en Erythrée dans les groupes à risque (bouchers, agents de l'abattoir, des laiteries et bouviers). Dans la ville de Niamey, les examens sérologiques portant sur 1193 personnes ont donné un taux de prévalence de 0,5 %, mais il y a déjà trente-cinq ans (Gidel *et al.*, 1974).

Une récente étude en Tanzanie (zone d'endémie de malaria) indique que des zoonoses bactériennes sont identifiées dans 26,2 % des cas de fièvre (dont 13,6 % concerne la brucellose) (Crump *et al.*, 2013). Dans une autre revue bibliographique portant sur 653 patients fébriles du nord de l'Ethiopie, *Brucella abortus* a été isolé dans 6,3 % des cas (Yohannes *et al.*, 2013).

## 7. CONCLUSION

La littérature disponible sur la brucellose en ASS au cours de ces dernières décennies montre que la maladie y est présente aussi bien chez les animaux que chez l'humain. Cependant, ces données ne permettent pas de déterminer avec précision la distribution de cette maladie, ni en fonction des zones géographiques ni en fonction de type de système d'élevage. Comme l'ont rapporté Mangan et collaborateurs (2002) et plus récemment Dean et collaborateurs (2012), on constate que certaines données disponibles dans la littérature sont difficiles à utiliser notamment en raison d'un manque de précision, d'une faible représentativité des échantillons testés ou de l'inadéquation entre les résultats et les objectifs des études tels que décrits dans les différents protocoles de recherche. De plus, peu de travaux ont porté sur la détermination de la prévalence réelle de la maladie, sur l'isolement et la caractérisation des souches circulantes de *Brucella* spp. en ASS.

Plusieurs études ont mis en évidence l'existence des facteurs de risque de transmission de la brucellose entre les animaux d'une part et entre l'animal et l'homme d'autre part. Ces risques sont d'ordres environnementaux ou liés aux pratiques d'élevage, aux ha-

bitudes alimentaires, aux comportements sociaux des individus, à l'état physiologique des animaux et aux caractéristiques spécifiques de l'agent infectieux. Bien que dans la plus part des cas, il n'a pas été démontré de liens directs entre les différents facteurs de risque et la présence de l'agent infectieux, les différentes études montrent qu'à l'évidence ces facteurs contribuent de manière significative à l'augmentation de la prévalence de la maladie dans les contrées où ils ont été identifiés.

En définitive, on ne dispose que de très peu d'informations précises sur l'importance de la brucellose en ASS. Il est également à noter qu'à l'heure actuelle, il n'existe pas de programme de contrôle officiel et coordonné de la brucellose dans la plupart des pays africains (Organisation mondiale de la Santé animale, 2007). De même, le rôle joué par la maladie dans la limitation de la production animale, son impact économique sur les filières de l'élevage ainsi ses effets sur la morbidité et le manque à gagner (c'est-à-dire la somme des années de vie potentielle perdues en raison d'une mortalité prématurée et des années de vie productives perdues en raison d'incapacité ; en anglais, *Disability-adjusted life year* ou DALY) engendrés au niveau humain n'ont pas encore été évalués en ASS.

Pour un meilleur contrôle de la maladie, il conviendrait, dans un premier temps d'améliorer les connaissances sur l'importance économique mais aussi hygiénique de la brucellose dans cette partie du continent africain comme l'ont souligné récemment Akakpo et N'Doura (2013) pour les pays d'Afrique de l'Ouest et du centre de l'Afrique. Par ailleurs et plus concrètement, des mesures incluant des programmes de vaccination sélective dans les troupeaux ayant un taux prévalence élevée combinés à l'abatage des animaux infectés connus (principe du dépistage/abattage) dans les régions à faible taux d'infection peuvent être envisagées (Saegerman *et al.*, 2010). De même, comme souligné par Godfroid et collaborateurs (2013), un contrôle efficace de la brucellose dans le contexte de l'ASS nécessite la mise en œuvre d'une approche intégrée qui tient compte des relations complexes existantes entre les humains, les animaux et l'environ-



nement au sein des différents systèmes de production. La mise en place d'un cadre multisectoriel impliquant les médecins, les vétérinaires et toutes les parties prenantes œuvrant dans la santé publique et animale dans le contexte d'une approche « *One Health* » est recommandée afin que celui-ci puisse définir la stratégie à suivre en tenant compte des contraintes et limitations locales (notamment budgétaires).

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Direction générale au Développement belge (DGD) pour le financement de cette étude à travers l'Accord-Cadre DGD-Institut de Médecine tropicale d'Anvers.

## ABSTRACT

Although regarded as a major zoonosis, brucellosis is often considered as an underestimated and neglected disease in sub-Saharan Africa (SSA). The circulating *Brucella* biovars and their geographical dispersion are little known in this region. The epidemiologic importance and the economic impact of brucellosis within the various production systems are also widely underestimated mainly because of the low diagnostic capacity of laboratories. In addition, the poor knowledge of factors favouring the transmission of the disease and the lack of adequate control measures strongly

contribute to the dissemination of brucellosis in SSA. The aim of this review is to obtain recent data on the knowledge of the disease in SSA. The study shows that the disease is widely distributed within the animal populations in SSA, but with a variable prevalence. Brucellosis is also a serious threat to human health due to the lack of milk pasteurization and the close contact between animals and humans including livestock professionals. Improvement of the knowledge on the epidemiology brucellosis is necessary for the establishment of an effective control program against this disease in SSA.

## BIBLIOGRAPHIE

- ACHA P., SZYFRES B. Zoonoses et maladies transmissibles à l'homme et aux animaux. Office International des Epizooties : Paris, 2005, 693 p.
- ADAMOU H.H. Contribution à l'étude épidémiologique de la brucellose dans les élevages laitiers urbains et périurbains de Niamey, Niger. (Thèse de doctorat en médecine vétérinaire). Ecole inter-états des Sciences et de Médecine vétérinaire : Dakar, 2008, 164 p.
- ADESIYUN A.A., ONI O.O. Seroprevalence of *Brucella abortus* agglutinins in abattoir workers and animals from three Nigerian cities. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, 1990, **38**, 203-204.
- AGENCE FRANÇAISE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DES ALIMENTS Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : « *Brucella* spp ». [en ligne] (2006) Adresse URL : <http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/MIC2000sa0000Fi.pdf>, consulté le 8/5/2014.
- AGAB H. Clinical signs of animal brucellosis in Eastern Sudan. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1997, **50**, 97-98.
- AGUNLOYE C.A., ESURUOSO G.O., AGOJI I., OGUNDIPE G.A.T., AGBEDE S.A., OYELKOLE O.D., EZEUGWU R.U. Bovine brucellosis surveillance in 2 N'Damara breeding herds in Nigeria. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, 1988, **36**, 63-68.
- AHMADU B., SIKAZWE M.S., SAKALA R., PANDEY G.S. Seroprevalence of bovine brucellosis in cattle at Lusaka abattoirs. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, 1999, **41**, 119-121.
- AKAKPO A.J., BORNAREL P. Epidémiologie des brucelloses animales en Afrique tropicale : enquête clinique, sérologique et bactériologique. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 1987, **6**, 981-1027.
- AKAKPO A.J. Brucelloses animales en Afrique tropicale : particularités épidémiologique, clinique et bactériologique. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1987, **40**, 307-320.
- AKAKPO A.J., BORNAREL P., D'ALMEIDA J.F. Epidémiologie de la brucellose bovine en Afrique tropicale 1: enquête sérologique en République populaire de Bénin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1984, **37**, 133-137.
- AKAKPO A.J., SALEY M., BORNAREL P., SARRADIN P. Epidémiologie de la brucellose bovine en Afrique tropicale II : analyse sérologique et identification des deux premières souches de *Brucella abortus* biotype 3 au Niger. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1986, **39**, 175-179.
- AKAKPO A.J., N'DOURAP.N. La brucellose bovine en Afrique de l'Ouest et du Centre : état des lieux. *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, 2013, **11**, 23-28.
- ALTON G.G., JONES L.M., ANGUS R.D., VERGER G.M. Techniques for the brucellosis laboratory. Institut national de la Recherche agronomique : Paris, 1988, 190 p.
- ANDREANI E., PROSPERI S., SALIM A.H., ARUSH A.M. Serological and bacteriological investigation on brucellosis in domestic ruminants of Somali Democratic Republic. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1982, **35**, 329-333.
- ANGBA A., TRAORÉ A., FRITZ P. Situation de la brucellose animale en Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1987, **40**, 325-329.



- ARIMI S.M., KOROTI E., KANG'ETHE E.K., OMORE A.O., MCDERMOTT J.J. Risk of infection with *Brucella abortus* and *Escherichia coli* O157:H7 associated with marketing of unpasteurized milk in Kenya. *Acta Trop.*, 2005, **96**, 1-8.
- ASHENAFI F., TESHALE S., EJETA G., FIKRU R., LAIKEMARIAM Y. Distribution of brucellosis among small ruminants in the pastoral region of Afar, eastern Ethiopia. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2007, **26**, 731-739.
- BANKOLE A.A., SAEGERMAN C., BERKVENNS D., FRETIN D., GEERTS S., IEVEN G., WALRAVENS K. Phenotypic and genotypic characterisation of *Brucella* strains isolated from cattle in the Gambia. *Vet. Rec.*, 2010, **166**, 753-756.
- BAYEMI P.H., WEBB E.C., NSONGKA M.V., UNGER H., NJAKOI H. PREVALENCE OF *BRUCELLA ABORTUS* ANTIBODIES IN SERUM OF HOLSTEIN CATTLE IN CAMEROON. *TROP. ANIM. HEALTH PROD.*, 2009, **41**, 141-144.
- BEDARD B., MARTIN S., CHINOMBO D. A PREVALENCE STUDY OF BOVINE TUBERCULOSIS AND BRUCELLOSIS IN MALAWI. *PREV. VET. MED.*, 1993, **16**, 193-205.
- BENGIS R.G., KOCK R.A., FISCHER J. Infectious animal diseases: the wildlife/livestock interface. *Rev. Sci. Tech.*, 2002, **21**, 53-65.
- BEKELE T., KASALI O.B., MUKASA-MUGERWA E., SCHOLTENS R.G., YIGZAW T. The prevalence of brucellosis in indigenous cattle in central Ethiopia. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, 1989, **37**, 97-98
- BERKVENNS D., SPEYBROECK N., PRAET N., ADEL A., LESAFFRE E. Estimating disease prevalence in a Bayesian framework using probabilistic constraints. *Epidemiology*, 2006, **17**, 145-153.
- BLANCOU B., CHOMEL B., BELOTTO A., MELSEN F.X. Emerging or re-merging bacterial zoonoses: factors of emergence, surveillance and control. *Vet. Res.*, 2005, **36**, 507-522.
- BLOCH N., DIALLO I. Enquête sérologique et allergologique sur les bovins du Niger. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1991, **44**, 117-122.
- BONFOH B., FANE A., STEINMAN P., HETZEL M., TRAORE A.N., TRAORE M., SIMBÉ C.F., ALFAROUKH I.O., NICOLET J., AKAKPO J.A., ZINSSTAG J. Qualité microbiologique du lait et produits laitiers vendus au Mali et leur implication sur la santé publique. *Etud. Rech. Sahéliennes*, 2003, **8**, 19-27.
- BOUKARY A.R., CHAÏBOU M., MARICHATOU H., VIAS G. Caractérisation des systèmes de production laitière et analyse des stratégies de valorisation du lait en milieu rural et périurbain au Niger : cas de la communauté urbaine de Niamey et de la commune rurale de Filingué. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 2007, **60**, 113-120.
- BOURRET. La fièvre méditerranéenne en AOF. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1910, **3**, 490-499.
- BREW S.D., PERRETT L.L., STACK J.A., McMILLAN A.P., STAUNTON N.J. Human exposure to *Brucella* recovered from a sea mammal. *Vet. Rec.*, 1999, **144**, 483.
- BULA M., NDUMBI M.W., BANZA M. Dépistage de la brucellose bovine dans le Sud-Est du Zaïre par l'épreuve de fixation du complément. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 1987, **6**, 1037-1042.
- CADMUS S.I.B., IJABONE I.F., OPUTA H.E., ADESOKEN H.K., STACK J.A. Serological survey of brucellosis in livestock animals and workers in Ibadan Nigeria. *Afr. J. Biomed. Re.*, 2006, **9**, 163-168.
- CAMUS M. Incidence clinique de la brucellose bovine dans le nord de la Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1980, **33**, 263-269.
- CHANTAL J., THOMAS J.F. Etude sérologique sur la brucellose bovine aux abattoirs de Dakar. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1976, **29**, 101-108.
- CHANTAL J., BESSIERE M.H., LE GUENNO B., MAGNAVAL J.F., DORCHIES P. Serologic screening of certain zoonoses in the abattoir personnel in Djibouti. *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 1996, **89**, 353-357.
- CHARTERS A.D. Brucellosis. *Aust. Fam. Phys.*, 1980, **9**, 707-712.
- CHIMANA H.M., MUMA J.B., SAMUI K.L., HANGOMBE B.M., MUNYEME M., MATOPE G., PHIRI A.M., GODFROID J., SKJERVE E., TRYLAND M. A comparative study of seroprevalence of brucellosis in commercial and small-scale mixed dairy-beef cattle enterprises of Lusaka province and Chibombo district, Zambia. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2010, **42**, 1541-1545.
- CLOECKAERT A., VERGER J.M., CRAYON M., PAQUET J.Y., GARIN-BASTUJI B., FOSTER G., GODFROID J. Classification of *Brucella* spp. isolated from marine mammals: polymorphism at the *omp2* locus. *Microbes Infect.*, 2001, **3**, 729-738.
- CORBEL M. Brucellosis. In : Laing J., Brinley Morgan W.J., Wagner W.C. (Eds), Fertility and infertility in veterinary practice. Baillière Tindall : Londres, 1988, 190-221.
- COULIBALY N.D., YAMEOGO K.R. Prevalence and control of zoonotic diseases: collaboration between public health and veterinarians in Burkina Faso. *Acta Trop.*, 2000, **76**, 53-57.
- CRUMP J.A., MORRISSEY A.B., NICHOLSON W.L., MASSUNG R.F., STODDARD R.A., GALLOWAY R.L., OOI E.E., MARO V.P., SAGANDA W., KINABO G.D., MUIRURI C., BARTLETT J.A. Etiology of severe non-malaria febrile illness

- in Northern Tanzania: a prospective cohort study. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, 2013, **7**, e2324, doi: 10.1371/journal.pntd.0002324
- DELAFOSSÉ A., GOUTARD F., THEBAUD E. Epidémiologie de la tuberculose et de la brucellose des bovins en zone périurbaine d'Abéché, Tchad. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 2002, **55**, 5-13.
- DEAN A.S., CRUMP L., GRETER H., SCHELLING E., ZINSSTAG J. Global burden of human brucellosis: a systematic review of disease frequency. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, 2012, **6**, e1865, doi: 10.1371/journal.pntd.0001865
- DIALLO M.B. Résultats d'enquête sur la brucellose en Guinée. *Tropicicultura*, 1994, **12**, 48-49.
- DOMENECH J., LEFÈVRE P. Enquête sérologique sur la péripneumonie et la brucellose bovine en Éthiopie. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1974, **27**, 397-402.
- DOMENECH J., CORBEL M., THOMAS E., LUCET P. La brucellose bovine en Afrique centrale : VI. Identification et typage des souches isolées au Tchad et au Cameroun. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1983, **36**, 19-25.
- DOMENECH J., COULOMB J., LUCET P. La brucellose bovine en Afrique centrale : IV. évaluation de son incidence économique et calcul du coût-bénéfice des opérations d'assainissement. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1982, **35**, 113-124.
- DOMINGO A.M. Current status of some zoonoses in Togo. *Acta Trop.*, 2000, **76**, 65-69.
- DOUTRE M.P., FENSTERBANK R., SAGNA F. Étude de la brucellose bovine dans un village de Basse-Casamance (Sénégal) I : diagnostic sérologique et bactériologique. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1977, **30**, 345-351.
- EL-ANASRY E.H., MOHAMMED B.A., HAMAD A.R., KAROM A.G. Brucellosis among animals human contacts in eastern Sudan. *Saudi Med. J.*, 2001, **22**, 577-579.
- FALADE S., NXUFOH J.K., NMEZI L.Y. Brucellosis in investigation in selected herds in Oyo state, Nigeria. *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr.*, 1981, **29**, 197-201.
- FAYE B., CASTEL V., LESNOFF M., RUTABINDA D., DHALWA J. Tuberculosis and brucellosis prevalence survey on dairy cattle in Mbarara milk basin (Uganda). *Prev. Vet. Med.*, 2005, **67**, 267-281.
- FERNANDO C.L., ELIAS F.R., ELENA M.V. Brucellose ovine et caprine. In : Lefèvre P. Blancou J., Chermette R. (Eds), Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Editions Médicales Internationales : Paris, 2003, 891-904.
- GALL D., NIELSEN K. Serological diagnosis of bovine brucellosis: a review of test performance and cost comparison. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, 2004, **23**, 989-1002.
- GIDEL R., ALBERT J., LE MAO G., RETIF M. La brucellose en Afrique occidentale et son incidence sur la santé publique. Résultats de dix enquêtes épidémiologiques effectuées en Côte d'Ivoire, Haute-Volta et Niger, de 1970 à 1973. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1974, **2**, 403-418.
- GHIROTTI M., SEMPRONI G., DE MENEGHI D., MUNGABA F.N., NANNINI D., CALZETTA G., PAGANICO G. Sero-prevalences of selected cattle diseases in the Kafue flats of Zambia. *Vet. Res. Commun.*, 1991, **15**, 25-36
- GODFROID J., AL-MARIRI A., WALRAVENS K., LETESSON J.J. Brucellose bovine. In : Lefèvre P., Blancou J., Chermette R. (Eds), Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Editions Médicales Internationales : Paris, 2003, 869-889.
- GODFROID J., AL DAHOUK S., PAPPASE G., ROTHF F., MATOPEG G., MUMAH J., MARCOTTY T., PFEIFFER D., SKJERVEKE. A "One Health" surveillance and control of brucellosis in developing countries: moving away from improvisation. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.*, 2013, **36**, 241-248.
- HALLING S.M., YOUNG E.J. Brucella. In : Hui Y. H., Gorham J. R., Murrell K. D., Cliver D.O. (Eds), Foodborne disease handbook: disease caused by bacteria. Marcel Dekker : New York, 1994, 63-69.
- HELLMANN E., STAAK C., BAUMANN M. Bovine brucellosis among two different cattle population in Bahr el Ghazal Province of Southern Sudan. *Tropenmed. Parasitol.*, 1984, **35**, 123-126.
- HUSSEIN A.S., SINGHI S.S., HAJI H. A survey of brucellosis in the Southern parts of Somalia Democratic Republic. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, 1978, **26**, 150-153.
- IBRAHIM N., BELIHU K., LOBAGO F., BEKENA M. Sero-prevalence of bovine brucellosis and risk factors in Jimma zone of Oromia Region, South-western Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.* 2010, **42**, 35-40.
- ISHOLA O., AYANWALE F., OGUNDIPE G., ADEYEMI I. Seroprevalence of bovine brucellosis in trade cattle slaughtered in Ibadan. *Epidemiol. Santé Anim.*, 1997, **31-32**, 02.A.24.
- JIWA S.F.H., KAZWALA R.R., TUNGARAZA R., KIMERA S.I., KALAYE W.J. Bovine brucellosis serum agglutination test prevalence and breed disposition according to prevalent management systems in the Lake Victoria zone of Tanzania. *Prev. Vet. Med.*, 1996, **26**, 341-346.
- JOHN K., FITZPATRICK J., FRENCH N., KAZWALA R., KAMBARAGE D., MFINANGA S.G., MACMILLAN A., CLEAVELAND S. Quantifying Risk Factors for Human Brucellosis in Rural Northern

- Tanzania. *PLoS ONE*, 2010, **5**, e9968, doi: 10.1371/journal.pone.0009968.
- KABAGAMBE J., NSHIMIYIMANA A., MUBERUKA J., NYILIGIRA J. Les maladies enzootiques des bovins au Bugesera. *Bull. Agr. Rwanda*, 1988, **21**, 159-168.
- KABAGAMBE E.K., ELZER P.H., GERAGHAN J.P., SCHOLL D.T. Risk factors for *Brucella* seropositivity in goat herds in eastern and western Uganda. *Prev. Vet. Med.*, 2001, **52**, 91-108.
- KADOHIRA M., McDERMOTT J.J., SHOUKRI M.M., THORBURN M.A. Assessing infections at multiple levels of aggregation. *Prev. Vet. Med.*, 1996, **29**, 161-177.
- KADOHIRA M., McDERMOTT J.J., SHOUKRI M.M., KYULE M.N. Variations in the prevalence of antibody to *Brucella* infection in cattle by farm, area and district in Kenya. *Epidemiol. Infect.*, 1997, **118**, 35-41.
- KAGUMBA M., NANDOKHA E. A survey of the prevalence of bovine brucellosis in East Africa. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, 1978, **26**, 224-229.
- KANG S.I., HER M., KIM J.W., KIM J.Y., KO K.Y., HA Y.M., JUNG S.C. Advanced multiplex PCR assay for differentiation of *Brucella* species. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2011, **77**, 6726-6728.
- KANG'ETHE E.K., EKUTTAN C.E., KIMANI V.N., KIRAGU M.W. Investigations into the prevalence of bovine brucellosis and the risk factors that predispose humans to infection among urban dairy and non-dairy farming households in Dagoretti division, Nairobi, Kenya. *East Afr. Med. J.*, 2007, **84**, 96-99.
- KOFFI-TESSIO E.M. Elevage périurbain et pauvreté au Togo. In : Mbaye A.A., Roland-Holst D., Otte J. (Eds), Agriculture, élevage et pauvreté en Afrique de l'Ouest. CREA : Rome, 2007, 51-70.
- KOUAMO J., HABIMANA S., ALAMBEDJI BADA R., SAWADOGO G.J., OUEDRAOGO G.A. Séroprévalences de la brucellose, de la BVD et de l'IBR et impact sur la reproduction des femelles zébus Gobra et croisements inséminées en milieu traditionnel dans la région de Thiès au Sénégal. *Rev. Med. Vet.*, 2010, **161**, 7, 314-321.
- KUBAFOR D.K., AWUMBILA B., AKANMORI B.D. Seroprevalence of brucellosis in cattle and humans in the Akwapim-South district of Ghana: public health implications. *Acta Trop.*, 2000, **76**, 45-48.
- LE FLÈCHE P., JACQUES I., GRAYON M., DAHOUK S.A., BOUCHON P., DENOEUDE F., NÖCKLER K., NEUBAUER H., GUILLOTEAU L.A., VERGNAUD G. Evaluation and selection of tandem repeat loci for a *Brucella* MLVA typing assay. *BMC Microbiol.*, 2006, **6**, 9.
- LESAFFRE E., SPEYBROECK N., BERKVENS D. Bayes and diagnostic testing. *Vet. Parasitol.*, 2007, **148**, 58-61.
- LHOSTE P. Le diagnostic sur le système d'élevage. *Cah. Rech. Dev.*, 1984, **3-4**, 85-88.
- LY C. Santé animale et pauvreté en Afrique. In : Mbaye A.A., Roland-Holst D., Otte J. (Eds), Agriculture, élevage et pauvreté en Afrique de l'Ouest. CREA : Rome, 2007, 71-85.
- MAGONA J.W., WALUBENGO J., GALIWANGO T., ETOORI A. Seroprevalence and potential risk of bovine brucellosis in zerograzing and pastoral dairy systems in Uganda. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2009, **41**, 1765-1771.
- MAIGA S. TRAORÉ M.D., NIANG M., TOURÉ I. Enquête séro-épidémiologique sur la brucellose bovine dans la ceinture laitière de Bamako, Mali. In : Zessin, K.H. (Ed.), Livestock production and diseases in the tropics, livestock production and human welfare. Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference of Institutions of Tropical Veterinary Medicine, Berlin, 25-29 September 1995, 1995, 289-292.
- MAKITA K., FÈVRE E.M., WAISWA C., KABOYO W., BRONSVOORT B.M.D.C., EISLER M.C., WELBURN S.C. Human brucellosis in urban and peri-urban areas of Kampala, Uganda. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 2008, **1149**, 309-311.
- MAKITA K., FÈVRE M.E., WAISWA C., EISLER M., THRUSFIELD M., WELBURN S. Herd prevalence of bovine brucellosis and analysis of risk factors in cattle in urban and peri-urban areas of the Kampala economic zone, Uganda. *BMC Vet. Res.*, 2011, **7**, 60, doi: 10.1186/1746-6148-7-60.
- MANGEN M.-J., OTTE J., PFEIFFER D., CHILONDA P. Bovine brucellosis in Sub-saharan Africa: estimation of sero-prevalence and impact on meat and milk offtake potential. Food and Agriculture Organization : Rome, 2002, 58 p.
- MANLEY F.H. *Brucella suis* (biotype 1) isolated from a goat in Rhodesia. *Rhod. J. Agric. Res.*, 1968, **6**, 55.
- MARCOTTY T., MATTHYS F., GODFROID J., RIGOUTS L., AMENI G., GEY VAN PITTIUS N., KAZWALA R., MUMA J., VAN HELDEN P., WALRAVENS K., DE KLERK L. M., GEOGHEGAN C., MBOTHA D., OTTE M., AMENU K., ABU SAMRA N., BOTHA C., EKRON M., JENKINS A., JORI F., KRIEK N., MCCRINDLE C., MICHEL A., MORAR D., ROGER F., THYS E., VAN DEN BOSSCHE P. Zoonotic tuberculosis and brucellosis in Africa: neglected zoonoses or minor public-health issues? The outcomes of a multi-disciplinary workshop. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 2009, **103**, 401-411.
- MARICHATOU H., KORE H., MOTCHO H.K., VIAS G. Synthèse bibliographique sur les filières laitières au Niger. [en ligne] (2005) Adresse URL : <http://www.repol.info/IMG/pdf/>



Synthese\_biblio\_du\_Niger.pdf,  
consulté 25/12/2008.

- MATOPE G., BHEBHE E., MUMA J.B., LUND A., SKJERVE E. Herd-level factors for *Brucella* seropositivity in cattle reared in smallholder dairy farms of Zimbabwe. *Prev. Vet. Med.*, 2010, **94**, 213-221.
- McDERMOTT J.J., DENG K.A., JAYATILEKA T.N., EL JACK M.A. A cross-sectional disease study in Kongor rural Council, southern Sudan. I. Prevalence estimates and age, sex and breed association for brucellosis and contagious bovine pleuropneumonia. *Prev. Vet. Med.*, 1987, **5**, 111-123.
- McDERMOTT J.J., ARIMI S.M. Brucellosis in sub-Saharan Africa: epidemiology, control and impact. *Vet. Microbiol.*, 2002, **90**, 111-134.
- MEGERSA B., BIFFA D., ABUNNA F., REGASSA A., GODFROID J., SKJERVE E. Seroprevalence of brucellosis and its contribution to abortion in cattle, camel, and goat kept under pastoral management in Borana, Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2011, **43**, 651-656.
- MERKER M., SCHLICHTING H. Note sur la brucellose au Burundi. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1984, **37**, 138-144.
- MERLE F. Apparition de la fièvre de Malte au Niger. *Bull. Soc. Path. Exot.* 1953, **46**, 211-214.
- MESNER O., RIESENBERG K., BILIAR N., BORSTEIN E., BOUHNİK L., PELED N., YAGUPSKY P. The many faces of human-to-human transmission of brucellosis: congenital infection and outbreak of nosocomial disease related to an unrecognized clinical case. *Clin. Infect. Dis.*, 2007, **45**, e135-e140.
- MSANGA J.F., MUKANGI D.J.A., TUNGARAZA R. Bovine brucellosis in the Lake zone of Tanzania: the present situation. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, 1986, **34**, 230-234.
- MUENDO E.N., MBATHA P.M., MACHARIA J., ABDOEL T.H., JANSZEN P.V., PASTOOR R., SMITS H.L. Infection of cattle in Kenya with *Brucella abortus* biovar 3 and *Brucella melitensis* biovar 1 genotypes. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2012, **44**, 17-20.
- MUMA J.B., SAMUI K.L., SIAMUDAALA V.M., OLAYA J., MATOPE G., OMER M.K., MUNYEME M., MUBITA C., SKJERVE E. Prevalence of antibodies to *Brucella* spp. and sheep reared in livestock-wildlife interface areas of Zambia. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2006, **38**, 195-206.
- MUMA J., GODFROID J., SAMUI K., SKJERVE E. The role of *Brucella* infection in abortions among traditional cattle reared in proximity to wildlife on the Kafue flats of Zambia. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2007a, **26**, 721-730.
- MUMA J., SAMUI K., OLOYA J., MUNYEME M., SKJERVE E. Risk factors for brucellosis in indigenous cattle reared in livestock-wildlife interface areas of Zambia. *Prev. Vet. Med.*, 2007b, **80**, 306-317.
- MUMA J.B., LUND A., NIELSEN K., MATOPE G., MUNYEME M., MWACALIMBA K., SKJERVE E. Effectiveness of Rose Bengal test and fluorescence polarization assay in the diagnosis of *Brucella* spp. infections in free range cattle reared in endemic areas in Zambia. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2009, **41**, 723-729.
- MUMA J.B., LUND A., SIAMUDAALA V.M., MUNANG'ANDU H.M., MUNYEME M., MATOPE G., NIELSEN K., DJØNNE B., GODFROID J., TRYLAND M., SKJERVE E. Serosurvey of *Brucella* spp. infection in the Kafue lechwe (*Kobus lechwe kafuensis*) of the Kafue flats in Zambia. *J. Wildl. Dis.*, 2010, **46**, 1063-1069.
- MUSA M.T., SHIGIDI M.T.A. Brucellosis in camels in intensive animal breeding areas of Sudan: implications in abortion and early-life infections. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 2001, **54**, 11-15.
- MUSA M.T., EISA M.Z.M., EL SANOUSI E.M., WAHAB M.B.A., PERRETT L. Brucellosis in camels (*Camelus dromedarius*) in Darfur, Western Sudan. *J. Comp. Pathol.*, 2008, **138**, 151-155.
- MUTANDA L.N. Selected laboratory tests in febrile patients in Kampala, Uganda. *East Afr. Med. J.* 1998, **75**, 68-72.
- NAKOUNE E., DEBAERE O., KOUMANDA-KOTOGNE B., SELEKON B., SAMORY F., TALARMIN A. Serological surveillance of brucellosis and Q fever in cattle in the Central African Republic. *Acta Trop.*, 2004, **92**, 147-151.
- NDARATHI C.M., WAGHELA S. Brucellosis in Masai livestock in Kajiado district in Kenya. *Indian J. Anim. Sci.*, 1991, **62**, 156-157.
- NEWTON F.J., JONES E., CONNOR R.J., DAVIDSON B.J., McGOVERN P.T. A survey of bovine brucellosis in four districts of Uganda. *Br. Vet. J.*, 1974, **130**, 249-254.
- NGOY J.J., KIAFUKA D. Etat sanitaire du bétail dans un ranch bovin en République populaire de Congo (ranch de Louila). *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr.*, 1989, **37**, 333-336.
- NICOLETTI P. The epidemiology of bovine brucellosis. *Adv. Vet. Sci. Comp. Med.*, 1980, **24**, 69-98.
- NIELSEN K. Diagnosis of brucellosis by serology. *Vet. Microbiol.*, 2002, **90**, 447-459.
- OCHOLI R.A., EZEOKOLI C.D., AKEREJOLA O.O., SAROR D.I. Use of enzyme-linked immunosorbent assay for screening cattle for brucella antibodies in Nigeria. *Vet. Q.*, 1996, **18**, 22-25.
- OCHOLI R.A., KWAGA J.K., AJOGI I., BALE J.O. Phenotypic characterization of *Brucella* strains



- isolated from livestock in Nigeria. *Vet. Microbiol.*, 2004, **103**: 47-53
- OCHOLI R.A., KWAGA J.K., AJOGI I., BALE J.O. Abortion due to *Brucella abortus* in sheep in Nigeria. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2005, **24**, 973-979.
- OLOFFS A., BAUMANN M.P.O., AFEMA J., NAKAVUMA J. Experiences with a strategy to investigate bovine brucellosis in rural area in Southwest Uganda. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1998, **51**, 101-105.
- OMER M.K., SKJERVE E., HOLSTAD G., WOLDEHIWET Z., McMILLAN A.P. Prevalence of antibodies to *Brucella* spp. in cattle, sheep, goats, horses and camels in the State of Eritrea: influence of husbandry systems. *Epidemiol. Infect.*, 2000, **125**, 447-453.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ The Development of new/improved brucellosis vaccines. In : Report of World Health Organization Meeting. WHO/EMC/ZDI/98.14, Genève, 11-12 décembre 1997, 1997, 48 p.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ Report of the WHO/FAO/OIE joint consultation on emerging zoonotic diseases, Genève, 3-5 mai 2004, 2004a, 65 p.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ World Health Organization guidance. 2<sup>nd</sup> edition of World Health Organization's 1970 publication Health aspects of biological and chemical weapons. Organisation Mondiale de la Santé : Genève, 2004b, 340 p.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ Brucellosis in humans and animals. Organisation mondiale de la Santé : Genève, 2006, 86p.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE ANIMALE Santé animale mondiale en 2007. Organisation mondiale de la Santé animale (OIE) : Paris, 2007, 619 p.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE ANIMALE Bovine brucellosis: manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals. [en ligne] (2009) Adresse URL : [http://web.oie.int/eng/normes/MANUAL/2008/pdf/2.04.03\\_BOVINE\\_BRUCCELL.pdf](http://web.oie.int/eng/normes/MANUAL/2008/pdf/2.04.03_BOVINE_BRUCCELL.pdf), consulté le 13/05/2014.
- PAPPAS G., PAPADIMITRIOU P., AKRITIDIS N., CHRISTOU L., TSIANOS E.V. The new global map of human brucellosis. *Lancet Infect. Dis.*, 2006, **6**, 91-99.
- PERREAU P. Brucellose bovine au Tchad. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1956, **9**, 247-250.
- PILO-MORON E., PIERRE F., KOUAME J. Brucellose bovine en Côte d'Ivoire : épidémiologie. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1979, **32**, 325-333.
- RACLOZ V., SCHELLING E., CHITNIS N., ROTH F., ZINSSTAG J. Persistence of brucellosis in pastoral systems. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2013, **32**, 61-70.
- REICHEL M., NEL J.R., EMSLIE R., BISHOP G.C. *Brucella melitensis* biotope 1 outbreak in goats in northern KwaZulu-Natal. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, 1996, **63**, 183-185.
- RÉSEAU DE PRÉVENTION DES CRISES ALIMENTAIRES L'élevage au Sahel et en Afrique de l'Ouest. In : Compte-rendu de la 26<sup>e</sup> réunion annuelle du Réseau de Prévention des Crises alimentaires, Accra, 14-16 décembre 2010, 2010, 14-16.
- ROTH F., ZINSSTAG J., ORKHON D., CHIMED-OCHIR G., HUTTON G., COSIVI O., CARRIN G., OTTE J. Human health benefits from livestock vaccination for brucellosis: case study. *Bull. World Health Organ.*, 2003, **81**, 867-76.
- ROTTCHER D. Final report, veterinary wildlife research officer, 1975-1978. Zambia Wildlife and National Parks : Lusaka, 1978, 87 p.
- SACQUET E. La brucellose bovine au Tchad. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1955, **8**, 5-7.
- SAEGERMAN C., DE WAELE L., GILSON D., GODFROID J., THIANG P., MICHEL P., LIMBOURG B., VO T.K.O., LIMET J., LETESSON J.J., BERKVEN'S. Evaluation of three serum i-ELISAs using monoclonal antibodies and protein Gas peroxidase conjugate for the diagnosis of bovine brucellosis. *Vet. Microbiol.*, 2004, **100**, 91-105.
- SAEGERMAN C., BERKVEN'S D., GODFROID J., WALRAVENS K. Bovine brucellosis. In : Lefèvre P.-C., Blancou J., Chermette R., Uilenberg G. (Eds), Infectious and parasitic diseases of livestock. Editions Médicale Internationales : Paris, 2010, 971-1001.
- SANOOGO M., CISSÉ B., OUATTARA M., WALRAVENS K., PRAET N., BERKVEN'S D., THYS E. Etude de la prévalence de la brucellose bovine dans le centre de la Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 2008, **61**, 147-151.
- SANOOGO M., ABATI H. E., THYS E., FRETIN D., BERKVEN'S D., SAEGERMAN C. Risk factors associated with brucellosis seropositivity among cattle in the central savannah-forest area of Ivory Coast. *Prev. Vet. Med.*, 2012, **107**, 51-56.
- SANOOGO M., THYS E., ACHI Y.L., FRETIN D., MICHEL P., ABATI H. E., BERKVEN'S D., SAEGERMAN C. Bayesian estimation of true prevalence, sensitivity and specificity of rose bengal test and indirect ELISA for diagnosis of bovine brucellosis in Ivory Coast. *Vet. J.*, 2013, **195**, 114-120.
- SCHELLING E., DIGUIMBAYE C., DAOUD S., NICOLET J., BOERLIN P., TANNER M., ZINSSTAG J. Brucellosis and Q-fever of nomadic pastoralist and their livestock in Tchad. *Prev. Vet. Med.*, 2003, **61**, 279-293.

- SCHELLING E., DIGUIMBAYE C., DAOUD S., NICOLET J., ZINSSTAG J. Séroprévalences des maladies zoonotiques chez les pasteurs nomades et leurs animaux dans le Chari-Baguirmi du Tchad. *Med. Trop.*, 2004, **64**, 474-477.
- SHEY-NJILA O., DAOUDA E., NYA P.A., ZOLI K., WALRAVENS K., GODFROID J., GEERTS S. Serological survey of bovine brucellosis in Cameroon. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 2005, **58**, 139-143.
- SMITS H.L., CUTLER S.J. Contributions of biotechnology to the control and prevention of brucellosis in Africa. *Afr. J. Biotechnol.*, 2004, **3**, 631-636.
- SYLLA D., TRAP D., TOMA B. La brucellose bovine en Guinée. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1982, **35**, 319-327.
- SWAIE.S., SCHOONMAN L. Human brucellosis: seroprevalence and risk factors related to high risk occupational groups in Tanga Municipality, Tanzania. *Zoonoses Public Health*, 2009, **56**, 183-187.
- TESHOME H., MOLLA B., TIBBO M. A seroprevalence study of camel brucellosis in three camel-rearing regions of Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2003, **35**, 381-90.
- THIMM B., WUNDT W. The epidemiological situation on brucellosis in Africa. *Dev. Biol. Stand.*, 1976, **31**, 201-217.
- THYS E., SCHIERE H., VAN HUYLENBROECK G., MFOUKOU-NTSAKALA A., OUEADRAOGO M., GEERTS S. Three approaches for the integrated assessment of urban household livestock production systems: cases from Sub-Saharan Africa. *Outlook Agr.*, 2006, **35**, 7-18.
- THYS E., YAHAYA M., WALRAVENS K., BAUDOUX C., BAGAYOKO I., BERKVENS D., GEERTS S. Etude de la prévalence de la brucellose bovine en zone forestière de la Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 2005, **58**, 205-209.
- TOUNKARA K., MAIGA S., TRAORÉ A., SECK B.M., AKAKPO J. Epidémiologie de la brucellose bovine au Mali : enquête sérologique et isolement des premières souches de *Brucella abortus*. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 1994, **13**, 777-786.
- TRAORÉ A., HAMIDOU H.T., BALÉ B., DAVID W.R., NONGASIDA Y., MOUMOUNI S. Prévalence globale des pathologies majeures liées à la production laitière bovine en système d'élevage intraurbain à Hamdallaye (Ouagadougou). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 2004, **8**, 3-8.
- TURKSON P., BOADU D. Epidemiology of bovine brucellosis in the coastal savanna zone of Ghana. *Acta Trop.*, 1992, **52**, 39-43.
- UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME The challenge of slums: global report on human settlements 2003. Earthscan Publications : London, 2003, 310 p.
- VERGER J.M., GRAYON M., DOUTRE M.P., SAGNA F. *Brucella abortus* d'origine bovine au Sénégal : identification et typage. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 1979, **32**, 25-32.
- VERGER J.M., GRAYON M. Characteristics of 273 strains of *Brucella abortus* of African origin. *Dev. Biol. Stand.*, 1984, **56**, 63-71.
- WAGHELA S. La brucellose animale. *Bull. Santé Prod. Anim. Afr.*, 1976, **24**, 59-66.
- WEINHAUPL I., SCHOPF K.C., KHASCHABI D., KAPAGA A.M., MSAMI H.M. Investigations on the prevalence of bovine tuberculosis and brucellosis in dairy cattle in Dar es Salaam region and in zebu cattle in Lugoba area, Tanzania. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2000, **32**, 147-154.
- WRIGHT P.F., NILSSON E., VAN ROOJI E.M.A., LELENTA M., JEGGO M.H. Standardisation and validation of enzyme-linked immunosorbent assay techniques for the detection of antibody in infectious disease diagnosis. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 1993, **12**, 435-450.
- YOHANNES M., DEGEFU H., TOLOSA T., BELIHU K., CUTLER R., CUTLER S. Brucellosis in Ethiopia. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 2013, **7**, 1150-1157.
- YOUNG E.J. An overview of human brucellosis. *Clin. Infect. Dis.*, 1995, **21**, 283-289.