

La tuberculose à *Mycobacterium bovis* en Afrique subsaharienne

BOUKARY A.R.^{1,2,9,10}, THYS E.², MAMADOU S.³, RIGOUTS L.^{4,5}, MATTHYS F.⁶, VIAS FRANCK S.G.⁷,
GAMATIE D.⁸, YENIKOYE A.⁹, SAEGERMAN C.¹⁰

- 1 Département d'Appui à la Promotion de l'Élevage et Gestion des Ressources naturelles (DEPERNA), ONG Karkara, BP 2045, Niamey, Niger ;
- 2 Département de Santé animale, Institut de Médecine tropicale, Nationalestraat 155, 2000 Anvers, Belgique ;
- 3 Laboratoire national de Référence sur le Sida et la Tuberculose (LNR-VIH/TB), Faculté de Médecine, Université de Niamey, BP 10895, Niamey, Niger ;
- 4 Département de Microbiologie, Institut de Médecine tropicale, Nationalestraat 155, 2000 Anvers, Belgique ;
- 5 Département de Pharmacie et Science biomédicale et vétérinaire, Université d'Anvers, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk, Belgique ;
- 6 Département de Santé publique, Institut de Médecine tropicale, Nationalestraat 155, 2000 Anvers, Belgique ;
- 7 Bureau régional de Niamey (BREN), Vétérinaires Sans Frontière Belgium, BP 12632, Niamey, Niger ;
- 8 Division de diagnostic et Enquêtes épidémiologiques, Laboratoire central de l'Élevage, BP 485, Niamey, Niger ;
- 9 Faculté d'Agronomie, Université de Niamey, BP 10895, Niamey, Niger ;
- 10 Unité de Recherche en Epidémiologie et Analyse de Risques appliquées aux Sciences vétérinaires (UREAR), Département des Maladies infectieuses et parasitaires, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster 20, bât. B42, 4000 Liège, Belgique.

Correspondance : Prof. Claude Saegerman

Tél. : 32(0)4/366.45.79 ; Fax : 32(0)4/366.42.61 ; E-mail : Claude.Saegerman@ulg.ac.be

RÉSUMÉ : Bien que considérée comme une zoonose majeure (Organisation mondiale de la Santé, 2006 ; Organisation mondiale de la Santé animale, 2007), la tuberculose à *Mycobacterium bovis* est une maladie négligée, aussi bien chez l'homme que chez l'animal, en Afrique subsaharienne (ASS) où elle n'a été que très peu étudiée. La nature des souches circulantes de *M. bovis*, leur distribution géographique sont très peu connues dans cette région. L'importance épidémiologique et les conséquences économiques de la tuberculose au sein des différents systèmes de production sont aussi largement mésestimées du fait de la faible capacité de diagnostic des abattoirs et des laboratoires. Par ailleurs, la présence de nombreux facteurs de risque de transmission de la maladie et l'absence de mesures adéquates de contrôle contribuent fortement à la dissémination de la tuberculose à *M. bovis* en ASS. Les données de la littérature montrent que la maladie est largement distribuée dans les populations animales en ASS, mais avec un taux de prévalence très variable. La tuberculose bovine constitue également une sérieuse menace pour la santé humaine du fait de l'insuffisance des mesures d'hygiène comme la pasteurisation du lait, du contact étroit entre l'homme et le réservoir animal (principalement dans les élevages de types urbain et périurbain) et de l'extension de la pandémie de VIH/SIDA. L'amélioration des connaissances sur l'épidémiologie de la tuberculose à *M. bovis* est nécessaire pour la mise en place d'un programme de lutte efficace contre cette maladie en ASS. Une meilleure coordination des efforts entre les institutions de recherche et les acteurs de terrain ainsi qu'un transfert de compétence et des technologies sont recommandés.

1. INTRODUCTION

La tuberculose à *Mycobacterium bovis* est une des sept zoonoses endémiques négligées à travers le monde, en particulier dans les pays en voie de développement (Organisation

mondiale de la Santé, 2006). En Afrique, elle figure parmi les principales maladies qui entraînent des pertes économiques estimées chaque année à plusieurs dizaines de millions de dollars US (Ly, 2007). En Afrique subsaharienne (ASS), la tuberculose

(TB) affecte le développement humain en menaçant tous les moyens d'existence qui permettent de résister à la pauvreté et d'en sortir (Cosivi *et al.*, 1998). En milieu rural, la TB animale engendre un taux de morbidité accru et peut induire des mortalités

qui diminuent le capital financier de l'exploitation et augmentent les coûts de production. Cette maladie entraîne aussi, de manière indirecte, des pertes dans la productivité agricole, du fait de la diminution de la force de travail des animaux de trait et de la fumure organique.

Avec l'accentuation de la pauvreté rurale, les populations se déplacent vers les centres urbains où l'élevage prend de l'ampleur sous forme d'activité de survie pratiquée dans les villes et en périphérie avec pour corollaire des problèmes sanitaires, socio-culturels et environnementaux. En effet, les interactions parfois très complexes entre les différents systèmes d'élevages (Thys *et al.*, 2006), les habitudes alimentaires (Sidibé *et al.*, 2003 ; Boukary *et al.*, 2007), l'insuffisance relative des mesures d'assainissement, la surcharge animale et les contacts accrus entre l'homme et le réservoir animal sont autant de facteurs de risque susceptibles de favoriser l'incidence de la TB zoonotique en milieu urbain et périurbain.

La TB à *M. bovis* a été jusque-là très peu étudiée dans le contexte subsaharien et particulièrement en milieux urbain et périurbain et les données sur la prévalence de cette zoonose sont rares et éparées, qu'il s'agisse des formes animales ou humaine. Cet article présente un état des lieux actualisé des connaissances sur la TB à *M. bovis* en ASS en relation avec les zones géographiques d'intérêt et les différents systèmes de production.

2. HISTORIQUE ET RÉPARTITION DE LA MALADIE

La tuberculose est une maladie très ancienne et très répandue au niveau mondial (Cosivi *et al.*, 1998 ; Acha et Szyfres, 2005). Elle affecte le bétail de manière chronique et insidieuse. Récemment, des lésions tuberculeuses typiques ont été mises en évidence sur les restes d'un bison vieux de 17.000 ans (Rotschild *et al.*, 2001). Sur les momies égyptiennes datant de plus de 5.400 ans, des déformations de la colonne vertébrale indiquant le mal de Pott ont été observées. Après

séquençage des fragments d'ADN, celui-ci s'est avéré être spécifique du complexe *Mycobacterium tuberculosis* sans qu'il ait été prouvé qu'il s'agisse de *M. tuberculosis* ou de *M. bovis* (Crubézy *et al.*, 1998).

Le complexe *M. tuberculosis* est essentiellement de type clonal avec peu d'échanges de gènes. Il semblerait qu'à l'origine, les infections tuberculeuses étaient principalement dues à un bacille dénommé *Mycobacterium prototuberculosis* ancêtre probable des bacilles tuberculeux actuels (Gutierrez *et al.*, 2005). Malgré l'identification de *M. bovis* dans des échantillons humains datant d'époques préhistoriques (Guiguen, 2007), il semblerait que *M. tuberculosis* soit plus ancien que *M. bovis*. En effet, des preuves moléculaires basées sur la présence de délétion de fragments d'ADN chez *M. bovis* comparativement à *M. tuberculosis* ainsi que l'étude de profils d'empreintes génétiques confirment l'origine humaine de la maladie (Gutierrez *et al.*, 2005 ; Wirth *et al.*, 2008).

Une enquête menée en 2000 parmi 84 pays membres de l'Organisation mondiale de la Santé animale (Office International des Epizooties, OIE) indique que seuls 32 % de ces pays n'avaient jamais rapporté de cas de TB bovine (TBb) ou que celle-ci avait été éradiquée (Levingstone, 2000). Par ailleurs, dans les pays industrialisés, les programmes de contrôle et d'éradication de la TBb, ainsi que la pasteurisation du lait, ont réduit considérablement l'incidence de la maladie causée par *M. bovis* chez le bétail et chez l'homme (Vekemans *et al.*, 1999). Presque tous les pays de l'Europe de l'Ouest rapportent des taux de prévalence de TBb inférieures à 0,1 % (Acha et Szyfres, 2005). En Afrique par contre, 85 % des troupeaux et 82 % de la population humaine vivent dans des zones où la TB à *M. bovis* est rapportée (Cosivi *et al.*, 1998). Dans ces pays, les mesures de contrôle ne sont pas appliquées ou le sont sporadiquement. La pasteurisation y est également rarement pratiquée (Boukary *et al.*, 2007 ; Kang'Ethe *et al.*, 2007). De plus, la TBb justifie rarement les

mesures d'urgence requises par d'autres maladies (Cosivi *et al.*, 1998). En ASS, la TBb représente également une des principales menaces pour la faune sauvage où elle se répand rapidement en affectant une grande variété d'espèces animales (Michel *et al.*, 2006 ; 2009) créant ainsi un réservoir permanent d'infection et une sérieuse menace pour les programmes de contrôle et d'élimination de cette maladie.

3. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES MICROBIOLOGIQUES

M. bovis est le principal agent causal de la TBb. Il peut également infecter d'autres animaux domestiques et sauvages (Gidel *et al.*, 1969 ; Thoen, 1994 ; Cosivi *et al.*, 1995 ; Michel *et al.*, 2006 ; 2009). Contrairement à *M. tuberculosis* dont l'implication dans les cas de TBb chez l'homme est rare (Vekemans *et al.*, 1999 ; Sulieman et Hamid, 2002 ; Elias *et al.*, 2008), *M. bovis* est fréquemment identifié comme agent causal de la TB chez l'homme (Cosivi *et al.*, 1998). Cependant son implication dans la TB humaine est largement sous-estimée surtout en ASS où les structures de recherche et de diagnostic demeurent très limitées (Organisation mondiale de la Santé, 2006 ; Marcotty *et al.*, 2009).

M. bovis appartient au genre *Mycobacterium* qui lui-même fait partie du groupe des Actinomycètes, contenant des acides mycoliques et dénommé « *genera mycolata* » (Pfyffer, 2007). Actuellement, le genre *Mycobacterium* comporte 158 espèces et sous-espèces reconnues (Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, 2004), dont le complexe *M. tuberculosis*, *M. leprae* et de nombreuses bactéries dites atypiques (Good et Shinnick, 1998). Le complexe *M. tuberculosis* comprend les espèces *M. tuberculosis*, *M. bovis*, *M. africanum*, *M. microti*, *M. canetti*, *M. caprae* et *M. pinipedii* (Gutierrez *et al.*, 2005). La propriété bien connue du genre est la capacité de sa paroi cellulaire à résister à la décoloration par l'acide dilué et par l'alcool après application de colorants spécifiques

telle la fuchsine de Ziehl, d'où le terme de bacille alcool-acido-résistant, une caractéristique liée à la forte teneur en lipides dans la paroi cellulaire (Good et Shinnick, 1998).

L'utilisation de techniques de diagnostic telles que la culture *in vitro* et le typage moléculaire a permis une meilleure caractérisation des souches de *M. bovis* ainsi qu'une meilleure compréhension de la dynamique de transmission de la TB, de sa dispersion géographique, des facteurs de risque liés à sa transmission, de sa réactivation ou de la réinfection au sein d'une communauté dite à risque (Cosivi *et al.*, 1998 ; Humblet *et al.*, 2009).

Ainsi sur base d'un typage moléculaire de *M. bovis* isolé en Tanzanie, Daborn et collaborateurs (1997) ont mis en évidence l'existence d'un groupe de souches autochtones de *M. bovis* présentant des propriétés culturelles différentes de celles classiquement rencontrées en Europe. Plus tard, Njanpop-Lafourcade et collaborateurs (2001) ont effectué un spoligotypage sur des souches de *M. bovis* du Cameroun. Le spoligotypage ou (en anglais, *Spacer Oligotyping*) est une technologie d'hybridation inverse sur des sondes fixées sur membrane de la région génomique concernée préalablement amplifiée. Cette technique leur a permis de mettre en évidence l'absence du « Spacer 30 ». Ces auteurs suggèrent une origine commune européenne à tous les isolats qu'ils ont étudiés, lié à l'importation en 1913 de vaches charolaises dans la province de l'Adamaoua au nord du Cameroun. Depuis, cette souche, appelée « type » ou « famille génétique » Cameroun, a été observée dans plusieurs pays d'Afrique de l'ouest principalement au Tchad (Diguimbaye, 2004 ; Schelling *et al.*, 2005), au Nigeria (Cadmus *et al.*, 2006), au Burkina (Godreuil *et al.*, 2007), au Ghana (Addo *et al.*, 2007) et au Mali (Müller *et al.*, 2008). Cette dissémination de la souche en Afrique de l'ouest serait liée à la transhumance transfrontalière (Cadmus *et al.*, 2006 ; Müller *et al.*, 2008).

Au Burundi, Rigouts et collaborateurs (1996) ont isolé *M. bovis* dans 38 %

de cas chez des bovins montrant des signes cliniques de la maladie. En Tanzanie, 13 différents spoligotypes de *M. bovis* ont été identifiés par Kazwala et collaborateurs (2006). *M. bovis* a également été isolé à de nombreuses reprises chez des bovins, notamment en Ethiopie (Ameni *et al.*, 2007 ; Elias *et al.*, 2008), au Sénégal (Doutre, 1976), en Ouganda (Oloya, 2007 ; Asiimwe *et al.*, 2009) et chez des animaux sauvages dans le parc national Kruger en Afrique du sud (Michel *et al.*, 2009).

Les progrès scientifiques récents, notamment les techniques de typage moléculaire, ont permis une meilleure compréhension du génome et une caractérisation plus poussée des bactéries appartenant au complexe *Mycobacterium tuberculosis* (Rigouts *et al.*, 1996 ; Haddad *et al.*, 2004 ; Allix *et al.*, 2006). L'implication de *M. bovis* reste toutefois globalement mal connue en ASS chez l'animal ainsi que chez l'homme (Cosivi *et al.*, 1998 ; Bihizi, 2007 ; Marcotty *et al.*, 2009). Cette situation serait la résultante de plusieurs facteurs parmi lesquels on peut citer :

- le faible intérêt politique des Etats pour le contrôle et l'éradication de la TB zoonotique en raison notamment de l'insuffisance d'informations épidémiologiques sur la maladie. En effet, le caractère insidieux de cette maladie cache son ampleur réelle et justifie souvent le peu d'intérêt qui lui est accordé ;
- le manque d'organisation et le sous-équipement des structures de santé publique et vétérinaire ;
- l'insuffisance des laboratoires de diagnostic et des équipements adaptés ainsi que du personnel qualifié.

Ainsi, l'amélioration des connaissances sur l'épidémiologie de la TB à *M. bovis* en ASS suppose une meilleure coordination aux niveaux régional et international entre les Etats concernés et les institutions de recherche. Un transfert de compétence et de technologies des laboratoires du nord vers ceux du sud sous une forme de jumelage est souhaitable.

En définitive, l'insuffisance de ressources publiques allouées au secteur de la recherche, le faible accès des populations rurales aux soins de santé adéquats et la faible coordination des efforts dans la lutte contre la TBb sont les principaux facteurs qui entravent la mise en place de stratégies de contrôle dans les pays en voie de développement (Cosivi *et al.*, 1995 ; Zinsstag et Weiss, 2001). Ceci explique aussi, en grande partie, les taux de prévalence élevés de la TBb observés en ASS (Marcotty *et al.*, 2009).

4. LE TAUX DE PRÉVALENCE DE LA TUBERCULOSE BOVINE EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

4.1. Estimation globale du taux de prévalence de la tuberculose bovine en ASS

Les informations concernant le taux de prévalence de la TBb en ASS sont relativement peu nombreuses (Benkirane, 1997). La difficulté à déterminer le taux de prévalence réelle (TPR) de TBb en Afrique est non seulement imputable à l'insuffisance des moyens matériels et humains fournis par les états mais aussi au fait que les outils techniques actuellement utilisés ne sont, dans la plupart des cas, pas adaptés au contexte spécifique des régions africaines (Marcotty *et al.*, 2009).

Une compilation de 47 études publiées portant sur la détermination du taux de prévalence apparente individuelle (TPAI) de la TBb en ASS (tableau 1) montre que le test d'intradermotuberculination (Organisation mondiale de la Santé animale, 2004 ; Ameni *et al.*, 2008) est de loin le plus utilisé (70 % des cas) suivi de l'examen visuel sur les carcasses au niveau des abattoirs (28 %) et, enfin, de la réaction de polymérisation en chaîne PCR (2 %). Ces tests de diagnostic ayant différents niveaux de sensibilité et de spécificité, les résultats obtenus par les différents auteurs sont rendus difficilement comparables.

En effet, la performance du test cutané à la tuberculine dépend du statut épidémiologique de l'animal (infecté/

TABLEAU 1. Taux de prévalence apparent (TPA) de la tuberculose à *Mycobacterium bovis* chez les bovins en Afrique subsaharienne en fonction des zones géographiques et du système d'élevage.

Région	Pays	Nombre d'animaux testés	Type de test	TPAT (%)	TPAI (%)	Auteurs/Références
Système de production pastoral (extensif, transhumant)						
Afrique australe	Madagascar	1 465 000	IDS	-	21	Blancou <i>et al.</i> , 1971
	Zambie	2 226	IDC	-	7,4	Cook <i>et al.</i> , 1996
Afrique centrale	RD Congo	1 000	IDC	-	7,6	Mposhy <i>et al.</i> , 1983
	Tchad	NS	IDC	-	19,9	Schelling <i>et al.</i> , 2000
	Tchad	919	IDC	-	10,3	Ngandolo <i>et al.</i> , 2009
Afrique de l'est	Ethiopie	506	IDC	-	24,3	Regassa <i>et al.</i> , 2008
	Ethiopie	535	IDC	-	8,6	Regassa <i>et al.</i> , 2008
	Ouganda	NS	IDS	74,10	6,0	Faye <i>et al.</i> , 2005
	Tanzanie	10 549	IDC	11,80	0,9	Cleavaland <i>et al.</i> , 2007
Afrique de l'ouest	Burkina	7 536	IDC	-	6,6 à 12,4	Gidel <i>et al.</i> , 1969
	Côte d'Ivoire	NS	IDC	-	0,6 à 3,5	Gidel <i>et al.</i> , 1969
	Gambie	465	IDC	-	0	Unger <i>et al.</i> , 2003
	Niger	781	IDS	-	2,1	Bloch et Diallo, 1991
	Niger	2 920	IDS	-	1,6 à 3,2	Baaré, 1986
	Nigeria	NS	IDS, IDC	-	0 à 15	Cadmus, 2007
Système de production urbain et périurbain						
Afrique australe	Afrique du Sud	9 675	IDC	-	0,06	Bakunzi <i>et al.</i> , 1995
Afrique centrale	Tchad	848	IDS, IDC	12,40	0,8	Delafosse <i>et al.</i> , 2002
Afrique de l'est	Erythrée	1 813	IDC	-	14,5	Omer <i>et al.</i> , 2001
	Ethiopie	524	IDC	15	11,0	Ameni et Erkihun, 2007
	Ethiopie	500	IDC	TP	48,0	Ameni <i>et al.</i> , 2007
	Ethiopie	145	IDS, IDC	-	10,0	Kang'Ethé <i>et al.</i> , 2007
	Ethiopie	413	IDC	48,70	11,6	Regassa <i>et al.</i> , 2010
	Ethiopie	780	IDS	-	4,1	Laval et Ameni, 2004;
	Ethiopie	29	IDC	TP	9,8	Ameni <i>et al.</i> , 2006
	Ethiopie	62	IDC	TP	6,0	
	Tanzanie	2 549	IDS	10 et 21	0,9 et 0,6	Weinhäupl <i>et al.</i> , 2000
Afrique de l'ouest	Ghana	NS	ICD	-	2,8 à 38,0	Addo, 2007a
	Ghana	NS	IDC	-	13,8	Bonsu <i>et al.</i> , 2000
	Ghana	NS	PCR	-	39	Addo, 2007a
	Mali	1 087	IDC	94,44	18,6	Sidibé <i>et al.</i> , 2003
	Tanzanie	728	IDC	-	2,5	Durnez <i>et al.</i> , 2009
	Burkina	325	IDS	-	27,7	Traoré <i>et al.</i> , 2004
	Nigeria	171	IDC	TP	10,5	Cadmus <i>et al.</i> , 2004
	Nigeria	53	IDC	-	11,3	Cadmus, 2007
Abattoirs						
Afrique centrale	Cameroun	385 784	EVP	-	1,0	Awah-Ndukum, 2005
	Cameroun	466 816	EVP	-	0,2 à 4,3	Awah-Ndukum <i>et al.</i> , 2010
	RD Congo	1 500	EVP	-	5	Mposhy <i>et al.</i> , 1983
	Tchad	10 000	EVP	-	7,3	Diguimbaye, 2006
Afrique de l'est	Ethiopie	751	EVP	-	4,5	Teklu <i>et al.</i> , 2007
	Ethiopie	1 350	EVP	-	1,5	Assaged <i>et al.</i> , 2004
Afrique de l'ouest	Mali	NS	EVP	-	1 à 5	Dao, 2005
	Mali	3 330	EVP	-	1,8	Müller <i>et al.</i> , 2008
	Nigeria	NS	EVP	-	8,8	Cadmus, 2007
	Nigeria	NS	EVP	-	0,5	Du-sai <i>et al.</i> , 1994
	Nigeria	302 700	EVP	-	4,1	Aliyu <i>et al.</i> , 2009
	Nigeria	1 698 000	EVP	-	2,8	Igbokwe, 2001
	Togo	108 061	EVP	-	1,2 à 1,5	Kulo, 2007

Légende du tableau 1: TPAT : taux de prévalence apparent au niveau des troupeaux ; TPAI : taux de prévalence apparent individuel ; EVP : examen visuel *post mortem* des carcasses au niveau des abattoirs ; IDS : intradermo-tuberculination simple ; IDC : intradermo-tuberculination comparative ; NS : non spécifié ; TP : étude menée au niveau d'un seul troupeau.

non infecté, malade/non malade), de son état physiologique, de la génétique, des facteurs environnementaux mais aussi de la nature de la tuberculine et ses conditions de stockage (Acha et Szyfres, 2003 ; Marcotty *et al.*, 2009 ; Humblet *et al.*, 2010). La performance du test d'intradermo-tuberculation peut aussi être altérée chez des sujets en phase pré-allergique d'une infection tuberculeuse latente ou se trouvant dans un état d'anergie tuberculinique caractérisé par la disparition de la faculté de l'organisme à se défendre (Organisation mondiale de la Santé animale, 2004 ; Berkel *et al.*, 2005). En outre, les valeurs officielles de sensibilité et de spécificité pour le test d'intradermo-tuberculation (Organisation mondiale de la Santé animale, 2004), déterminées sur des races européennes (*Bos taurus*) ne sont généralement pas adaptées pour les races bovines africaines (*Bos indicus*) d'où la nécessité de la mise au point des valeurs locales spécifiques à chaque pays et à

chaque région (Ameni *et al.*, 2008). L'estimation du taux de prévalence de la TBb sur base de l'examen visuel des carcasses au niveau des abattoirs sous-estime de manière significative le TPAI de la maladie. Selon Assaged et collaborateurs (2004), l'inspection des viandes à l'abattoir ne permet de détecter que 55 % des cas de TBb chez des animaux infectés et présentant des lésions visibles.

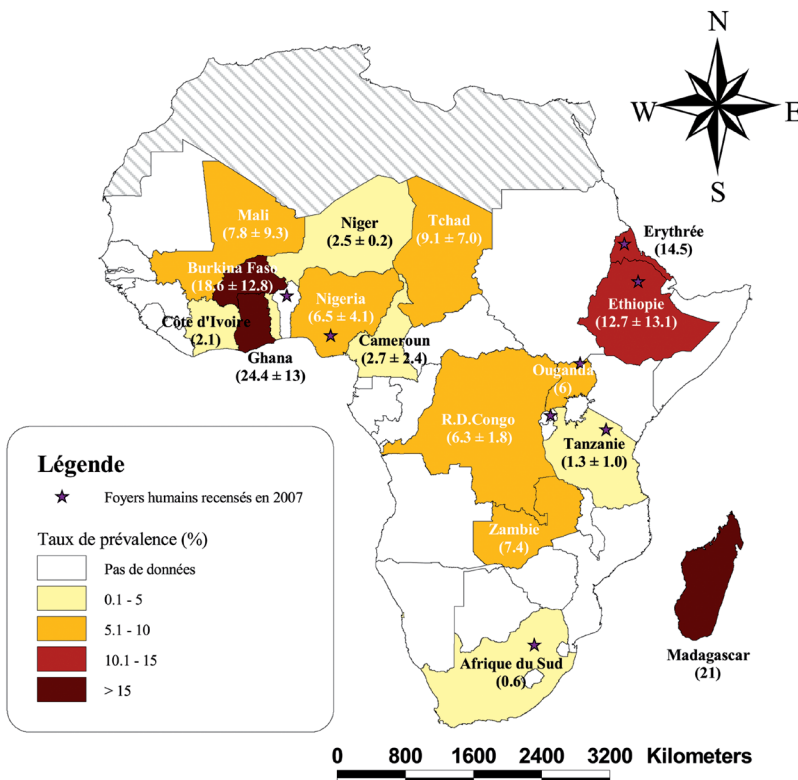
En plus des défaillances liées aux techniques de diagnostic, il faut également noter la grande diversité au niveau des protocoles d'études utilisés par les différents chercheurs. Le tableau 1 présente les valeurs de TPAI selon les régions, les pays, les systèmes d'élevage considérés et les techniques de diagnostic utilisées. La figure 1 présente les valeurs moyennes de TPAI par pays calculées sur la base des données issues de la littérature. Comme le montre les données présentées dans le tableau 1, le nombre d'animaux utilisé est très variable (de 29 à 1 698 000 têtes). On constate

aussi, dans certains cas, un manque de précision concernant des facteurs importants tels que : la race des animaux étudiés, les caractéristiques de la zone d'étude, la description de la méthodologie et la nature des réactifs utilisés. L'interprétation des données sur la prévalence de la TBb en ASS requiert dès lors une certaine prudence.

Néanmoins, l'examen du tableau 1 et de la figure 1 permet d'affirmer que la TB à *M. bovis* est largement distribuée dans les populations animales en Afrique, mais avec un TPAI très variable. La prévalence de la TBb varie sensiblement d'une zone géographique à l'autre (selon le pays et la région) et à l'intérieur d'une même zone géographique (selon les systèmes d'élevage pratiqués).

D'un point de vue géographique, le TPAI moyen (calculé sur la base des données issues des différentes études publiées et présentées dans le tableau 1) de la TBb varie et est de 9,5 % ($\pm 10,6$ %) en Afrique Australe (n = 3 observations), de 7,9 % ($\pm 5,6$ %) en Afrique Centrale (n = 8 observations), de 10,8 % ($\pm 12,0$ %) en Afrique de l'Est (n = 15 observations) et enfin de 8,7 % ($\pm 10,0$ %) en Afrique de l'Ouest (n = 22 observations).

FIGURE 1 : Taux de prévalence apparente de la tuberculose bovine établie sur base des données bibliographiques entre 1969 et 2010 et des foyers humains de tuberculose à *Mycobacterium bovis* déclarés en 2007 en Afrique subsaharienne (Organisation mondiale de la Santé animale, 2008). Les chiffres entre parenthèses représentent le taux moyen de prévalence apparente de la tuberculose bovine et l'écart-type.



4.2. Variation du taux de prévalence de la tuberculose bovine selon les systèmes d'élevage

De manière générale, les auteurs s'accordent à dire que dans les élevages sédentaires ou intensifs, les taux de prévalence de la TBb au niveau des animaux et au sein des troupeaux sont beaucoup plus élevés que dans les élevages extensifs. Ainsi, dans les élevages intensifs de type urbain et périurbain, généralement orientés vers la production laitière, le TPAI de la TBb est en moyenne de 13,9 % ($\pm 13,1$ %) (tableau 1). Ce TPAI est globalement plus élevé que celui observé dans les zones pastorales où il est en moyenne de 8,8 % ($\pm 7,3$ %). Selon plusieurs auteurs (Cosivi *et al.*, 1995 ; Benkirane, 1997 ; Sidibé *et al.*, 2003 ; Mfinanga *et al.*, 2003 ; Cleaveland *et al.*, 2007), cette différence de TPAI serait liée aux conditions de confinement qui

rendent plus aisée la transmission de l'infection par intensification des contacts dans les élevages urbains et périurbains. En effet, les mangeoires pour les suppléments alimentaires ou les concentrés sont des endroits favorables aux contacts directs (Ayele *et al.*, 2004). De même, les TPAI sont plus élevés dans les troupeaux où les animaux sont parqués la nuit dans un endroit clos (Morris *et al.*, 1994 ; O'Reilly et Daborn, 1995).

En dehors des élevages, les travaux menés au niveau des abattoirs des grandes villes africaines ont aussi permis de calculer des TPAI de la TBb mais aussi de caractériser les différentes souches de *M. bovis* circulantes. La détermination du TPAI dans les abattoirs est basée exclusivement sur l'examen visuel *post mortem* (EVP) des carcasses lors des inspections de routine, examen visuel dont les limites de sensibilité ont été signalées plus haut (Assaged *et al.*, 2004). Par ailleurs, il est difficile de déterminer la traçabilité des animaux abattus au niveau des abattoirs à cause de leurs origines diverses (Diguimbaye *et al.*, 2006). Les TPAI lésionnels à ce niveau sont donc généralement assez faibles. Le TPAI moyen sur la base de 14 études réalisées en ASS (tableau 1) est de 3,8 % ($\pm 2,6$ %).

5. FACTEURS DE RISQUE DE LA TRANSMISSION DE LA TUBERCULOSE À *M. BOVIS* CHEZ LES BOVINS EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

On dispose actuellement de très peu de connaissance sur la nature des facteurs déterminant la variation de la prévalence de TBb en ASS (Cleaveland *et al.*, 2007). Néanmoins, des résultats rapportés par différents auteurs permettent de suggérer des facteurs tels que l'environnement, le mode d'élevage ainsi que des facteurs liés à l'animal même et aux caractéristiques spécifiques de l'agent pathogène.

5.1. Facteurs liés à l'environnement

Certains facteurs affectent la survie de *M. bovis* dans l'environnement tels que l'exposition aux rayons solaires, le pH du sol, la température, l'humidité et la microflore naturelle du

sol (Morris *et al.*, 1994 ; Krebs, 1997). Les terrains inondables favorisent le développement des mycobactéries (Ashford *et al.*, 2001) et l'humidité assure la survie de *M. bovis* (Wray, 1975). La contamination entre les animaux est possible à travers le pâturage surtout lorsque celui-ci est irrigué avec de l'eau contaminée par *M. bovis*. Ainsi, au sein d'une même entité géographique, le taux de prévalence de TBb peut varier sensiblement d'une zone à une autre, comme, par exemple, en Tanzanie où des variations sensibles du taux de prévalence individuelle de bovins tuberculés ont été observées entre la zone des hauts plateaux au sud du pays et les alentours du Lac Victoria (Jiwa *et al.*, 1997 ; Kazwala *et al.*, 2001a). Dans les régions lacustres de l'Ouganda, de forts taux de prévalence ont été trouvés chez des buffles (Cleaveland *et al.*, 2007).

Dans le système d'élevage de type extensif, le risque de transmission entre animaux est maximal dans les endroits à forte concentration d'animaux tels que les points d'eau, les bains détiqueurs (*dipping tanks*), les centres de vaccination et d'insémination artificielle, les enclos de gardiennage, les marchés, ainsi que pendant les transports ou quand les animaux se concentrent pour se protéger contre une température élevée (Benkirane, 1997 ; Cosivi *et al.*, 1998 ; Ayele *et al.*, 2004). D'autres facteurs incluant l'introduction des nouveaux animaux, ainsi que la taille et la composition des troupeaux ont également été rapportés par certains auteurs (Cook *et al.*, 1996 ; Omer *et al.*, 2001).

Les contacts entre les animaux sauvages et domestiques peuvent aussi être source de transmission de *M. bovis*. En effet, la TB à *M. bovis* a été rapportée chez plusieurs espèces d'animaux sauvages à travers le monde. Il semblerait qu'à l'origine, la maladie a été transmise des animaux domestiques à la faune sauvage à des époques et des conditions spécifiques dans différentes régions du monde (Zieger *et al.*, 1998 ; Hofmeyr *et al.*, 2006). Par exemple, la maladie est endémique chez le blaireau européen (*Meles meles*) en Grande Bretagne, chez l'opossum à queue

en brosse (*Tricosurus vulpecula*) en Nouvelle Zélande, chez le koudou (*Tragelaphus strepsiceros*) et le céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*) en Afrique du Sud et aussi chez le phacochère (*Phacochoerus aethiopicus*) et le buffle (*Syncerus caffer*) dans le parc national de Ruwenzori en Ouganda (Woodford, 1982 ; Zieger *et al.*, 1998 ; Pope *et al.*, 2007). Le rôle de la faune sauvage dans le maintien ou la réapparition de la TBb chez les animaux domestiques a été bien documenté (Michel *et al.*, 2006 ; Pope *et al.*, 2007 ; Michel *et al.*, 2009) mais sa contribution dans la transmission de la maladie en ASS n'est pas claire (Cleaveland *et al.*, 2007).

La contamination des animaux domestiques par la faune sauvage peut se faire par contact direct. Cette voie est rare, car elle ne peut avoir lieu que si l'animal infecté est cliniquement atteint et se trouve dans la phase terminale de la maladie (Norton *et al.*, 2005). La deuxième voie de transmission est indirecte. Dans ce cas, les bovins sont infectés via l'environnement par les déjections contaminées des animaux sauvages. Cette situation est fréquemment observée dans certaines régions d'Afrique où animaux domestiques et animaux sauvages partagent les mêmes pâturages et points d'eau (Munyeme *et al.*, 2008).

Afin de limiter ce risque de contamination par la faune sauvage, il est important de mettre en œuvre des mesures de contrôle rigoureuses. L'abattage des animaux sauvages infectés a été envisagé dans certains pays industrialisés. Cependant, une stratégie de lutte contre la TBb qui comprendrait l'abattage devrait tenir compte des conséquences épidémiologiques potentiellement négatives qui sont susceptibles d'accroître le risque de transmission de la maladie (Pope *et al.*, 2007). En effet, un essai d'abattage des blaireaux suspects de TBb en Grande Bretagne a conduit à la désorganisation de la structure sociale de ces animaux entraînant ainsi une augmentation de l'incidence de la maladie (More *et al.*, 2007). La mise en place des méthodes de gestion des troupeaux qui

limiteraient au maximum les contacts entre le bétail et la faune sauvage potentiellement infectée pourrait aussi être envisagée comme une alternative dans la lutte contre la propagation de la maladie (Hofmeyr *et al.*, 2006).

5.2. Facteurs liés à l'animal

La localisation des lésions dues à la TBb dans les tissus et les organes des animaux est fonction du type de contamination (Cosivi *et al.*, 1995). Cependant, le mode de transmission le plus fréquent chez les bovins est sans doute l'aérosol car dans environ 90 % des cas de lésions tuberculeuses observées chez les bovins, elles sont situées au niveau du tractus respiratoire et de la tête (O'Reilly et Daborn, 1995 ; Morris *et al.*, 1994). La transmission de *M. bovis* par inhalation est facilitée par le contact prolongé d'animaux sains avec ceux infectés (Ayele *et al.*, 2004). Elle peut aussi se faire par ingestion à travers le lait, la salive et les déjections provenant d'animaux infectés (Ayele *et al.*, 2004). La contamination par la voie congénitale et sexuelle a également été rapportée mais dans de très rares cas (Menziés et Neill, 2000).

Les facteurs de risque liés à l'animal sont divers et varient en importance selon les espèces et les conditions environnementales. Les facteurs les plus déterminants sont répertoriés ci-après.

5.2.1. La race

Le taux de prévalence de la TBb est généralement plus élevé chez des sujets de race exotique que chez des animaux de races locales (Gidel *et al.*, 1969 ; Heidrich, 1974 ; Larrat *et al.*, 1981). Dans les élevages périurbains de Bamako, Sidibé et collaborateurs (2003) ont trouvé des TPAI plus élevés dans des fermes intensives où prédominent des races importées ainsi que des sujets croisés. À Madagascar, Blancou et collaborateurs (1971) ont observé des variations sensibles du TPAI de la TBb en comparant des zébus malgaches purs avec des races importées et croisées.

5.2.2. L'âge

Au sein du troupeau, le taux de

prévalence de la TBb augmente avec l'âge des animaux, surtout dans les régions où l'infection est endémique (Blancou *et al.*, 1971 ; Sidibé *et al.*, 2003 ; Cleaveland *et al.*, 2007 ; Humblet *et al.*, 2009). Ceci provient du fait que, dans des situations endémiques, les animaux les plus âgés ont eu plus de chance d'être exposés et de développer la maladie. De même, la TBb étant une maladie à processus très lent, les animaux infectés jeunes développeront la maladie à un âge beaucoup plus avancé (Thorel, 2003). Par ailleurs, sous l'effet du stress ou de l'âge, des infections latentes sont réactivées d'où un taux de prévalence plus élevés chez les animaux plus âgés (Pollock et Neill, 2002).

5.2.3. L'état général des animaux

Les facteurs entraînant une diminution de l'état général comme les carences alimentaires ou le stress occasionné par des conditions d'élevages intensives augmentent la sensibilité au bacille tuberculeux (Ameni *et al.*, 2006). Chez le bétail, le développement de la TB maladie dépend de l'habilité de *M. bovis* à survivre et à se multiplier dans les macrophages de l'hôte (Thoen et Bloom, 1995). En effet, la structure du tissu, la richesse de la vascularisation et du système macrophagique local interviennent dans la morphologie des lésions (Thoen et Bloom, 1995). L'existence de lésions préexistantes peut aussi favoriser l'implantation du bacille tuberculeux (Thorel, 2003).

6. TUBERCULOSE À MYCOBACTERIUM BOVIS ET SANTÉ PUBLIQUE EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

Il est admis que la TB chez l'homme en ASS, est généralement causée par *M. tuberculosis* (Cosivi *et al.*, 1998 ; Diguimbaye, 2004 ; Bihizi, 2007). Toutefois, certains auteurs signalent une proportion inconnue mais moins fréquente de cas dus à *M. bovis*. L'isolement de *M. bovis* chez l'homme est décrit dans toute une série de travaux effectués en Afrique (Mposhy *et al.*, 1983 ; Idigbe *et al.*, 1986 ; Hoffner *et al.*, 1993 ; Diguimbaye, 2004 ; Kazwala

et al., 2001b ; Kazwala *et al.*, 2006 ; Cadmus, 2007 ; Cleaveland *et al.*, 2007 ; Addo *et al.*, 2007b). Il apparaît également que la maladie est sous-déclarée chez l'homme par manque de capacités diagnostiques de la plupart de laboratoires des pays africains qui n'arrivent pas à différencier *M. bovis* de *M. tuberculosis* (Kleeberg, 1984 ; Cosivi *et al.*, 1995). Dans son rapport de 2008, l'Organisation mondiale de la Santé animale mentionne que des cas de TB humaine dus à *M. bovis* ont été rapportés dans 8 pays africains sur 52 (Bénin, Erythrée, Ethiopie, Rwanda, Afrique du Sud, Tanzanie, Tunisie et Ouganda). Toutefois, le rôle attribué à *M. bovis* dans les cas de TB humaine en Afrique reste mal défini (Cosivi *et al.*, 1998).

6.1. Facteur de risques favorisant la transmission de la tuberculose des bovins à l'homme

Selon l'Organisation mondiale de la Santé (1994), l'évolution de la TB chez l'homme d'origine animale et particulièrement celle causée par *M. bovis* devient de plus en plus inquiétante dans les pays en développement. Bien que l'importance relative des différentes sources d'infection ainsi que les voies de contamination soient peu connues en ce qui concerne l'ASS (Cleaveland *et al.*, 2007), il existe certains facteurs de risque de transmission de la maladie de l'animal à l'homme .

6.1.1. L'interaction de l'homme avec l'animal

L'une des caractéristiques de l'élevage en ASS, quel que soit le système d'exploitation considéré, est la grande promiscuité entre l'homme et l'animal (Cosivi *et al.*, 1998). En milieu pastoral, l'homme et l'animal partagent le même microenvironnement et les mêmes points d'eau surtout pendant les sécheresses, ce qui constitue un risque potentiel élevé de transmission de *M. bovis* (Cosivi *et al.*, 1998 ; Mfinanga *et al.*, 2003 ; Ameni *et al.*, 2006). En milieu périurbain et urbain, le rapprochement est souvent tel que l'homme et le réservoir animal vivent

confinés dans des endroits insalubres et mal aérés (Sidibé *et al.*, 2003 ; Boukary *et al.*, 2007 ; Regassa *et al.*, 2008). En analysant des données recueillies parmi des patients de la région d'Arusha en Tanzanie et qui présentaient des cas d'adénopathie cervicale, Mfinanga et collaborateurs (2004) observent, par exemple, que la faible ventilation des habitations des éleveurs ayant des animaux tuberculeux est corrélée à l'infection à *M. bovis* chez l'homme. La proportion des cas de TB humaine due à *M. bovis* dépend aussi du taux de prévalence de l'infection au sein des troupeaux (Diguimbaye, 2004). Kazwala (1996) a démontré également qu'il existait une corrélation positive entre la prévalence de la TBb au sein de la population bovine et le nombre de cas de TB extra-pulmonaire chez l'homme en Tanzanie.

6.1.2. Les habitudes alimentaires

Les recherches ont montré que la transmission de *M. bovis* de l'animal à l'homme est étroitement liée aux habitudes et aux conditions d'hygiène alimentaires de la population au sein des ménages et de la société d'une manière plus générale (Sidibé *et al.*, 2003 ; Ameni *et al.*, 2006 ; Cleaveland *et al.*, 2007 ; Kang'Ethé *et al.*, 2007). *M. bovis* se transmet surtout par ingestion du lait infecté non pasteurisé ou, accessoirement, par consommation de viande contaminée insuffisamment cuite causant des tuberculoses extra-pulmonaires surtout chez les enfants (Kleeberg, 1984 ; Dankner et Davis, 2000).

6.1.3. Les facteurs socio-économiques

Ces facteurs incluent les défaillances d'ordre politique, notamment la négligence dans le contrôle par de nombreux gouvernements, la faiblesse des programmes de contrôle, la pauvreté et le taux de croissance rapide de la population (Cosivi *et al.*, 1998 ; Organisation mondiale de la Santé, 2006).

Les cultures et les coutumes jouent également un rôle important dans la persistance et la propagation de la TB à *M. bovis*, surtout en ASS où les croyances religieuses et culturelles

sont des obstacles à l'application des programmes de contrôle (Chillio *et al.*, 2002 ; Mfinanga *et al.*, 2003 ; Ayele *et al.*, 2004). La TB est stigmatisée dans beaucoup de cultures africaines ce qui pousse en général les patients à cacher leur maladie de peur de la discrimination dont ils pourraient faire l'objet (Edginton *et al.*, 2002). D'autres pratiques bien connues et ancrées dans les traditions africaines, telle que le non isolement des personnes malades dans le cas de TB active ou multi-résistante, peuvent être considérées comme à risque (Jaffré *et al.*, 2003). En outre, il faut ajouter d'autres facteurs comme la méconnaissance de la maladie, la faible accessibilité des centres de santé et l'attitude souvent négative du personnel soignant (Ayele *et al.*, 2004 ; Imorou *et al.*, 2004).

6.1.4. La pandémie de SIDA

Selon l'Organisation mondiale de la Santé (2004), le virus d'immunodéficience humaine (VIH) responsable du syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) et la TB sont étroitement liés. En 2003, un total de 8,8 millions de nouveaux cas de TB ont été enregistrés dans le monde, parmi lesquels 3,9 millions de frottis positifs dont 674 000 patients souffrant d'une co-infection TB/VIH (Organisation mondiale de la Santé, 2006). Il a été démontré que les personnes ayant un système immunitaire affaibli par le VIH sont plus susceptibles de développer une TB active (Organisation mondiale de la Santé, 2004). En Afrique, la TB est souvent la première manifestation de l'infection par le VIH dont elle est la principale cause de décès (Grant *et al.*, 1997 ; Rana *et al.*, 2000). Au niveau des centres hospitaliers africains, 40 à 65 % de patients séropositifs et présentant des symptômes respiratoires sont atteints de la TB (Grant *et al.*, 1997 ; Ansari *et al.*, 2002).

Se référant à la morbidité et la mortalité dues à l'épidémie de VIH/Sida dans la région de Kagera en Tanzanie, Jiwa et collaborateurs (1997) ont souligné le rôle important que pourrait jouer la TB d'origine animale. De même, Kazwala et collaborateurs (1997) ont noté que *M. bovis* représente un danger pour la

santé humaine dans des pays comme la Tanzanie, où le nombre de personnes infectées par le VIH, et donc très susceptibles à la TB, est élevé. Ledru et collaborateurs (1999) indiquent que chez la plupart des personnes séropositives, la TB est plutôt due à une infection récente (postérieure à celle par le VIH) qu'à une réactivation d'une infection latente (Houben *et al.*, 2010). Ce qui suppose un risque accru de développer la maladie chez ces personnes en contact avec *M. bovis* (O'Reilly et Daborn, 1995).

6.2. Taux de prévalence de la tuberculose à *M. bovis* chez l'homme en Afrique subsaharienne

La proportion des cas de tuberculose due à *M. bovis* n'est actuellement pas connue avec précision dans les pays en voie de développement (Cosivi *et al.*, 1998). De manière globale, l'Organisation mondiale de la Santé estime que c'est en Asie du Sud-Est que les cas de TB humaine sont les plus nombreux avec 55 % de l'incidence mondiale en 2006 contre 31 % en Afrique. Toutefois, le taux estimé d'incidence par habitant est presque deux fois plus élevé en Afrique subsaharienne qu'en Asie du Sud-est, avec près de 400 cas pour 100.000 habitants (Organisation mondiale de la Santé, 2008).

Selon Cosivi et collaborateurs (1998), environ 85 % de bovins et 82 % des humains en Afrique vivent dans des régions où la TBb est partiellement ou pas du tout contrôlée. Ashford et collaborateurs (2001) estiment que dans 10 à 15 % des cas, la TB chez l'homme est causée par *M. bovis* dans les régions où la consommation du lait cru est courante. Mposhy et collaborateurs (1983) ont rapporté que 24,12 % de cas de TB intestinale observés chez des patients consommant du lait cru provenant des vaches malades dans le Nord-Kivu en République démocratique de Congo, pouvaient être attribués à *M. bovis*. Des études de prévalence de la TB à *M. bovis* sur toute une population sont particulièrement rares, mais des cas d'infection à *M. bovis* ont été rapportés sur des patients sélectionnés à risque. C'est ainsi qu'en étudiant 42 isolats

humains de TB en Ethiopie, Regassa et collaborateurs (2008) ont trouvé 16 % de cas dus à *M. bovis*. De même, *M. bovis* a été identifié dans 16 % d'échantillons prélevés sur des patients atteints de TB dans les zones rurales de Tanzanie (Kazwala *et al.*, 2001b). Au Nigéria, Idigbe et collaborateurs (1986) ont trouvé *M. bovis* chez 4 % des patients ayant des symptômes de TB pulmonaire tandis que Cadmus (2007) a signalé des cas de *M. bovis* chez 3,1 à 11,1 % des patients souffrant respectivement de TB pulmonaire et extra-pulmonaire, toujours au Nigeria., Dans un centre hospitalier d'Accra au Ghana, Addo et collaborateurs (2007) ont isolé *M. bovis* chez 3 % des patients atteints de TB pulmonaire. Enfin, dans une étude faite à Madagascar, *M. bovis* a été observé chez 1,25 % de patients avec frottis positif et chez 1,3 % présentant une forme de TB extra-pulmonaire (Rasolofozazanamparany *et al.*, 1999).

La proportion de cas de TB humaine due à *M. bovis* en ASS est considérée comme faible en raison notamment des difficultés techniques à mettre en culture et à isoler le pathogène, rencontrées dans la plupart des pays en voie de développement (Amanfu, 2006 ; Marcotty *et al.*, 2009). Le taux de prévalence réelle de la TB à *M. bovis* et son impact sur la santé humaine pourrait donc être particulièrement sous-estimés en ASS si l'on tient compte de l'importance des facteurs de risque (cohabitation homme-animal et consommation des produits laitiers non pasteurisés) et les forts taux de prévalence du VIH/SIDA dans cette région du monde.

Le contrôle de cette maladie particulièrement au sein des groupes à risque (éleveurs, enfants, porteurs du VIH...) passe nécessairement par une meilleure connaissance et une prise en compte de l'épidémiologie de la maladie au niveau animal et par la mise en place d'actions coordonnées des chercheurs et des institutions s'occupant de santé publique et de santé animale (Zinsstag et Weiss, 2001 ; Zinsstag *et al.*, 2005).

7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Si les différents auteurs sont unanimes à souligner le caractère hautement préoccupant de la TB à *M. bovis* en ASS, il n'en demeure pas moins vrai que cette maladie reste globalement un problème mal connu. En effet, les données disponibles sont insuffisantes et pas assez fiables pour corroborer l'ampleur épidémiologique et l'importance de la maladie dans cette partie du monde. De même, l'importance relative des différentes sources d'infection, les voies de contamination ainsi que les facteurs de risque de transmission de la maladie de l'animal à l'homme sont largement sous-étudiés en ASS.

Toutefois, les indicateurs épidémiologiques ressortant de la présente synthèse bibliographique démontrent l'existence de la TB zoonotique dans toutes les zones agro-écologiques et dans tous les types de système de production en ASS. Il a été aussi mis en évidence des facteurs prédisposant aux différents types de contamination (animal-homme, homme-homme et homme-animal), comme la cohabitation entre animaux domestiques et faune sauvage, la promiscuité homme-animal, les habitudes alimentaires, la pandémie de VIH/SIDA, même si la contribution relative de chacun des facteurs à la ré-émergence de la maladie n'a été que très peu étudiée.

Comparativement au milieu rural, les risques de transmission de la TB zoonotique semblent plus importants dans les milieux urbains et périurbains en raison notamment de la plus forte intensité des facteurs prédisposant énumérés ci-dessus mais aussi de la complexité des systèmes d'élevage en place dans les villes. Ceci pourrait expliquer pourquoi les taux de prévalence de la TBb trouvés par les différents auteurs au niveau des élevages urbains et périurbains sont en moyenne beaucoup plus élevés que dans les élevages de type extensif ou pastoral même si cette tendance mérite d'être confirmée par des études plus approfondies.

L'utilisation de techniques de diagnostic plus poussées comme la culture *in vitro* et le typage moléculaire ont permis ces dernières années une certaine avancée dans la caractérisation des souches de *M. bovis* qui circulent dans certains pays africains comme le Cameroun, le Tchad, le Nigeria, le Mali, la Tanzanie et l'Ethiopie. Là aussi, les informations disponibles sont encore fragmentaires et ne permettent pas jusqu'à présent une bonne compréhension de l'épidémiologie et de la dynamique de la dispersion géographique des types et sous-types de *M. bovis* dans les différents biotopes compte tenu du caractère extensif de l'élevage africain en général.

Finalement, on peut conclure qu'en plus du manque d'investissements des gouvernements africains dans la lutte contre la TB zoonotique, on ne dispose pas d'informations scientifiques crédibles permettant de mettre en place un dispositif efficace d'éradication de cette zoonose en ASS.

Pour mieux contrôler la TBb en Afrique subsaharienne, il serait conseillé de :

- mettre en place une surveillance rigoureuse de la maladie au niveau des animaux domestiques et de la faune sauvage et limiter au maximum les contacts entre celle-ci et les animaux domestiques ;
- chercher des méthodes de diagnostic plus simples et plus fiables, compatibles avec le contexte des pays en développement. Pour ceci, une collaboration accrue, basée sur un transfert de compétences et des techniques entre les laboratoires du nord et ceux du sud, devrait être encouragée ;
- mettre en place un cadre de collaboration dynamique et fonctionnel entre les différents acteurs (chercheurs, agents de la santé et politiques) s'occupant de la santé publique et de la santé animale pour mener des actions coordonnées et plus efficaces dans la lutte contre la TB due à *M. bovis* chez l'animal et chez l'homme.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACHA P., SZYFRES B. Zoonoses et maladies transmissibles à l'homme et aux animaux. 3^{ème} édition. OIE, 2005, 693 p.
- ADDO K.K. a). Bovine tuberculosis situation in Ghana. In: Proceedings of the 1st meeting « African Bovine TB Network : Effective management of bovine tuberculosis in Africa : Towards adapted control policy ». Bamako, Mali, 26 -29 juin 2007, 2007, 7.
- ADDO K.K., OWUSU-DARKO K., YEBOAH-MANU D., CAULLEY P., MINAMIKA M., BONSU F., LEINHARDT C., AKPEDONU P., OFORI-ADJEI D. b) .Mycobacterial species causing pulmonary tuberculosis at Korle Bu teaching hospital, Accra, Ghana. *Ghana Medical Journal*, 2007, **41**, 52-57.
- ALHAJI I. Bovine tuberculosis in four northern states of Nigeria (PhD Thesis). Ahmadu Bello University of Zaria : Nigeria, 1976, 236 p.
- ALIYU M.M., ADAMU J.Y., BILYAMINU Y.A. Current Prevalence of Tuberculous Lesions among Slaughtered Cattle in Northeastern States of Nigeria. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 2009, **62**, 13-16.
- ALLIX C., WALRAVENS K., SAEGERMAN C., GODFROID J., SUPPLY P., FAUVILLE-DUFAUX M. Evaluation of the Epidemiological Relevance of Variable-Number Tandem-Repeat Genotyping of *Mycobacterium bovis* and Comparison of the Method with IS6110 Restriction Fragment Length Polymorphism Analysis and Spoligotyping. *Journal of Clinical Microbiology*, 2006, **44**(6), 1951-1962.
- AMANFU W. The situation of tuberculosis and tuberculosis control in animals of economic interest. *Tuberculosis*, 2006, **86**, 330-335.
- AMENI G., ASEFFA A., ENGERS H., YOUNG D., HEWINSON G., VORDERMEIER M. Cattle Husbandry in Ethiopia Is a Predominant Factor Affecting the Pathology of Bovine Tuberculosis and Gamma Interferon Responses to Mycobacterial Antigens. *Clin. Vaccine Immunol.*, 2006, **13**, 1030-1036.
- AMENI G., ERKIHUN A. Bovine tuberculosis on small-scale dairy farms in Adama Town, central Ethiopia, and farmer awareness of the disease. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2007, **26**, 711-719.
- AMENI G., ASEFFA A., SIRAK A., ENGERS H., YOUNG D. B., HEWINSON G. R., VORDERMEIER M. H., GORDON S. V. Effect of skin testing and segregation on the incidence of bovine tuberculosis, and molecular typing of *Mycobacterium bovis* in Ethiopia. *Vet Rec.*, 2007, **161**, 782-786.
- ANSARI N.A., KOMBE A.H., KENYON T.A. Pathology and causes of death in a group of 128 predominantly HIV-positive patients in Botswana, 1997-1998. *Int J Tuberc Lung Dis.*, 2002, **6**, 55-63.
- ASSAGED B., WOLDESENBET Z., YIMER E., LEMMA E. Evaluation of abattoir inspection for the diagnosis of *M. bovis* infection in cattle in Addis Ababa abattoir. *Trop. anim. Health Prod.*, 2004, **36**, 537-546.
- ASCOFARE D. N. Prévalence de la tuberculose bovine dans certains élevages laitiers du district de Bamako (Mémoire de fin d'étude). Institut Polytechnique Rural de Katibougou : Mali, 2000, 25 p.
- ASHFORD D.A., WHITNELLY E., RAGHUNATHAN P., COSIVI O. Epidemiology of selected mycobacteria that infect humans and other animals. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, 2001, **20**, 325-337.
- ASIIMWE B. B., ASIIMWE J., KALLENIOUS G., ASHABA F. K., GHEBREMICHAELS, JOLOBA M., KOIVULA T. Molecular characterisation of *Mycobacterium bovis* isolates from cattle carcasses at a city slaughterhouse in Uganda. *Veterinary Record*, 2009, **164**, 655-658.
- AYELE W.Y., NEILL S.D., ZINSTAG J., WEISS M. G., PAVLIK I. Bovine tuberculosis: an old disease but a new threat to Africa. *Int. J. Tuberc. Lung. Dis.*, 2004, **8**, 924-937.
- AWAH-NDUKUM J. Prevalence of bovine tuberculosis at the SODEPA Douala abattoir, Cameroon (1995 -2003). *Cameroon Journal of Experimental Biology*, 2005, **1**, 116-120.
- AWAH NDUKUM J., CALEB KUDI A. G., ANE-ANYANGWE I. N., FON-TEBUG S., TCHOUMBOUE J. Prevalence of Bovine Tuberculosis in Abattoirs of the Littoral and Western Highland Regions of Cameroon: A Cause for Public Health Concern. *Veterinary Medicine International*, 2010, Article ID 495015, 8 pages, doi:10.4061/2010/495015.
- BAARE M. Résultats d'une campagne de tuberculination du cheptel dans les Ranchs au Niger (Rapport d'activité). Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, Niamey, Niger, 1986, 15p.
- BAKUNZI F.R., ZYAMBO G.C., MORRIS S. Bovine tuberculosis survey in the Molopo district of the North West Province. *J. S. Afr. Vet. Assoc.*, 1995, **66**, 28-29.
- BENGIS RG., KRIEK NPJ., KEET D.F., RAATH J.P., DEVOS V., HUCHZERMEYER H. An outbreak of bovine tuberculosis in a free-living African buffalo (*Syncerus caffer-Sparrman*) population in the Kruger National Park: a preliminary report. *Onderstepoort J Vet Res.*, 1996, **63**, 15-18.
- BENKIRANE A. Etat actuel de la tuberculose bovine en Afrique et au Moyen-Orient. In : Animal tuberculosis in Africa and the Middle East. Rabat, Maroc, Actes Editions, 1997, 228p.
- BIHIZI J.M. Importance de *Mycobacterium bovis* en Afrique (Thèse M.Sc). Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold, Antwerpen : Belgique, 2007, 40 p.
- BLANCOU J., RORHIBACH C., PERDRIX A., CHOGEA A., ROSNER G. 1971. La tuberculose bovine à Madagascar. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* **24**, 505-517
- BLOCH N., DIALLO I. Enquête sérologique et allergologique sur les bovins au Niger. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44**, 117-122.
- 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. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 2007, **60**, 113-120.
- BLOOD D.C., RADOSTIS O.M., HENDERSON J.A. Diseases caused by *Mycobacterium* spp. In: Veterinary medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses, 6th Edt. London, UK, WB Saunders, 1983, 1310 p.
- BONSU O.A., LAING E., AKANMORI B.D. Prevalence of tuberculosis in cattle in the Dangme-West district of Ghana, public health implications. *Acta Trop.* 2000, **76**, 9-14
- CADMUS S.I.B., ATSANDA N.N., ONI S.O., AKANG E.E.U. Bovine tuberculosis in one cattle herd in Ibadan in Nigeria. *Vet. Med. - Czech*, 2004, **49**, 406-412
- CADMUS S., PALMER S., MELLISSA O., JAMES D., KAREN G., SSMITH N., KEITH J., GLYN H.R., STEPHEN V.G. Molecular Analysis of Human and Bovine Tubercle Bacilli from a Local Setting in Nigeria. *Journal of Clinical Microbiology*, 2006, **44**, 29-34.
- CADMUS S. Bovine tuberculosis in Nigeria. In: Proceedings of the 1st meeting « African Bovine TB Network : Effective management of bovine tuberculosis in Africa : Towards adapted control policy ». Bamako, Mali, 26-29 juin 2007, 2007, 5-6.
- CATLEY A.P. A report on the prevalence and zoonotic implications of bovine tuberculosis in Tanzania. Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, 1992, 19p.
- CHILLIO A., ELHADJI D., A. MOUMOUNI, SOULEY A. Autour de la contagion, de la transmission, et de la prévention : notions populaires hausa et songhay-zarmaï 2002 Etudes et Travaux n° 7 LASDEL. Laboratoire d'études et recherches sur les dynamiques sociales et le développement local. Niamey, Niger, 2002, 46p.
- CLEAVELAND S., MLENGEYA T., KAZWALA R.R., MICHEL A., KAARE M.T., JONES S.L. Tuberculosis in Tanzanian wildlife. *J Wildl Dis.* 2005, **41**, 446-453.
- CLEAVELAND S., SHAW D.J., MFINANGA S.G., SHIRIMA G., KAZWALA R.R., EBLATE E., SHARP M. *Mycobacterium bovis* in rural Tanzania : Risk factors for infection in human and cattle populations. *Tuberculosis*, 2007, **87**, 30-43.
- COOK A.J., TUCHILI L.M., BUVE A., FOSTER S.D., GODFREY-FAUSETT P., PANDEY G.S., MCADAM K.P. Human and bovine tuberculosis in the Monze District of Zambia- a cross-sectional study. *Br Vet J.*, 1996, **152**, 37-46.
- CORBETT E.L., MARSTON B., CHURCHYARD G.J., DE COCK K.M. Tuberculosis in sub-Saharan Africa: opportunities, challenges, and change in the era of antiretroviral treatment. *Lancet* , 2006, **367**, 926-937.
- COSIVI O., MESLIN F.X., DABORN C.J., GRANGE J.M. Epidemiology of *Mycobacterium bovis* infection in animals and humans, with particular reference to Africa. *Rev. Sci. Tech.*, 1995, **14**, 733-746.
- COSIVI O., GRANGE J.M., DABORN C.J., RAVIGLIONE M.C., FUJIKURA T., COUSINS D., ROBINSON R.A., HUCHZERMAYER H.F., MESLIN F.X. Zoonotic tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* in developing countries. *Emerg. Infect. Dis.*, 1998, **4**, 59-70.
- CRUBÉZY, É., B. LUDES, J.-D. POVEDA, J. CLAYTON, CROUAUROY B., MONTAGNON D. Identification of *Mycobacterium* DNA in an Egyptian Pott's disease of 5400 years old. *CR. Acad. Sci. Paris.*, 1998, **321**, 941-951.
- DABORN C. J. Bovine tuberculosis in the tropics - a call to arms. In: Tacher G, Leteneur L (Ed.), Proceedings of the VIIth International Conference of the Institute of Tropical Veterinary Medicine. Yamoussoukro, Côte d'Ivoire: Institute of Tropical Veterinary Medicine, 1992, 359-368.
- DABORN C.J., GRANGE J.M., KAZWALA R.R. The bovine tuberculosis cycle—an African perspective. *J Appl Bacteriol.*, 1996, **81**, 527-532.
- DABORN C.J., KAZWALA R.R., KAMBARAGE D.M. Bovine tuberculosis research programme in Tanzania: interim results. In : J. Berrada, N. Bouchriti, and M. Bouslikhane (ed.), Animal tuberculosis in Africa and Middle East. Actes Editions, Rabat, Morocco, 1997, 151-198.
- DANKNER W.M., DAVIS C.E. *Mycobacterium bovis* as a significant cause of tuberculosis in children residing along the United States-Mexico border in the Baja California region. *Pediatrics*, 2000, **105**, 79.
- DAO M. 2005. Contribution à l'étude de la tuberculose bovine au Mali: Enquête aux abattoirs de Bamako et de Mopti ; isolement de 10 souches de *Mycobacterium bovis* (Thèse de doctorat de Médecine vétérinaire, diplôme d'état). EIS-MV de Dakar : Sénégal, 84p.
- DELAFOSSÉ A., GOUTARD F., THEBAUD E. Epidémiologie de la tuberculose et de la brucellose des bovins en zone périurbaine d'Abéché, Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 2002, **55**, 5-13.
- DEUTSCHE SAMMLUNG VON MIKROORGANISMEN UND ZELLKULTUREN GMBH (2010). [en ligne] (sans date) Adresse URL : http://www.dsmz.de/microorganisms/bacterial_nomenclature_info.hp?genus=MYCOBACTERIUM, consulté le 16/08/2010.
- DIGUIMBAYE C. La tuberculose humaine et animale au Tchad: Contribution à la mise en évidence et caractérisation des agents causaux et leur implication en santé publique (PhD Thesis T). Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel : Basel, 2004, 190 p.
- DIGUIMBAYE C., HILTY M., NGANDOLO R., HASSANE H. M., GABY E. P., BAGGI F., TANNER M., SCHELLING E., ZINSSTAG J. Molecular Characterization and Drug Resistance Testing of *Mycobacterium tuberculosis* Isolates from Chad. *J. Clin. Microbiol.* 2006, **44**, 1575-1577.
- DOUTRE M.P. Note concernant les récents cas de tuberculose bovine (*Mycobacterium bovis*) observés à l'abattoir de Dakar. *Rev. Elev.*

- Méd. Vét. Pays trop.*, 1976, **29**: 309-311.
- DURNEZ L., SADIKI H., KATAKWEBA A., MACHANG'U R.R., KAZWALA R.R., LIERS H., PORTAELS F. The prevalence of *Mycobacterium bovis* infection and atypical mycobacteriose in cattle in and around Morogoro, Tanzania. *Trop Anim Health Prod.* 2009, **41**, 1653-1659.
- DU-SAI D.H.M., ABDULLAHI D.A. Current status of bovine tuberculosis at Sokoto abattoir. *Trop. Vet.* 1994, **12**, 134-137.
- EDGINTON ME., SEKATANE CS., GOLDSTEIN SJ. Patients' beliefs: do they affect tuberculosis control? A study in a rural district of South Africa. *Int J Tuberc Lung Dis*, 2002, **6**: 1075-1082.
- ELIAS K., HUSSEIN D., ASSEGED B., WONDWOSSEN T., GEBEVEHU M. Status of bovine tuberculosis in Addis-Ababa dairy farms. *Rev. sci. tech.*, 2008, **27**, 915-923.
- 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.
- GIDEL R., ALBERT J.P., RETIF M. Enquête sur la tuberculose bovine au moyen de tests tuberculiques dans diverses régions d'Afrique occidentale (Haute Volta et Côte d'Ivoire) Résultats et considérations générales. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22**, 337-355.
- GODREUIL S., TORREA G., TERRU D., CHEVENET F., DIAGBOUGA S., SUPPLY P., VAN DE PERRE P., CARRIERE C., BANULS A.L. First Molecular Epidemiology Study of *Mycobacterium tuberculosis* in Burkina Faso. *J. Clin. Microbiol.*, 2007, **45**, 921-927.
- GOOD, R. C., SHINNICK T. M. *Mycobacterium*. In: Collier A.B.L., Sussman M. (eds), Topley's and Wilson's microbiology and microbial infections, systematic bacteriology, 9th ed. Edward Arnold: London, 1998, 5496-576.
- GRANT A.D., DJOMAND G., DE COCK K.M. Natural history and spectrum of disease in adults with HIV/AIDS in Africa. *AIDS*, 1997, **11**, 43-54.
- GUIGUEN A. *Mycobacterium bovis* découvert sur des squelettes de l'Âge du fer. *Biofutur*, 2007, **278**, 13-13.
- GUTIERREZ M.C., BRISSE S., BROSCHE R., FABRE M., OMAIS B., MARMIESSE M., SUPPLY P., VINCENT V. Ancient origin and gene mosaicism of the progenitor of *Mycobacterium tuberculosis*. *PLoS Pathogens*, 2005, **1**:e5. doi:10.1371/journal.ppat.0010005.
- HADDAD N., MASSELOT M., DURAND B. Molecular differentiation of *Mycobacterium bovis* isolates. Review of main techniques and applications. *Research in Veterinary Science*, 2004, **76**, 1-18.
- HEIDRICH H.J. Tuberculose. In : Encyclopédie vétérinaire. Diagnostic et traitement. Paris, France, Vigot et Frères, 1974, 2 914 p.
- HOFFNER, S.E., SVENSON S.B., NORBERG R., DIAS F., GHEBREMICHAEL S., KALLENIUS G. Biochemical heterogeneity of *Mycobacterium tuberculosis* complex isolates in Guinea-Bissau. *J.Clin.Microbiol.*, 1993, **31**, 2215-2217.
- HOUBEN R.M., GLYNN J.R., MALLARD K., SICHALI L., MALEMA S., FINE P.E., FRENCH N., CRAMPIN A.C. Human immunodeficiency virus increases the risk of tuberculosis due to recent re-infection in individuals with latent infection. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.*, 2010, **14**, 909-15
- HUMBLET M. F., BOSCHIROLI M. L., SAEGERMAN C. Classification of worldwide bovine tuberculosis risk factors in cattle: a stratified approach. *Vet. Res.*, 2009, **40**, 50 doi: 10.1051/vetres/2009033
- HUMBLET M.-F., WALRAVENS K., SALANDRE O., BOSCHIROLI M.-L., GILBERT M., BERKVENS D., FAUVILLE-DUFAUX M., GODFROID J., DUFÉY J., RASKIN A., VANHOLME L., SAEGERMAN C. Monitoring of the intra-dermal tuberculosis skin test performed by Belgian field practitioners. *Research in Veterinary Science*, 2011, in press.
- IDIGBE E.O., ANYIWO C.E., ONWUJEKWE D.I. Human pulmonary infections with bovine and atypical mycobacteria in Lagos, Nigeria. *J Trop Med Hyg*, 1986, **89**, 143-148.
- IGBOKWE I.O., MADAKI I.Y., DANBURAM S., AMEH J.A., ALIYU M.M., NWOSU C.O. Prevalence of Pulmonary Tuberculous Lesions in Cattle Slaughtered in Abattoirs in Northeastern Nigeria. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 2001, **54**, 191-195.
- IMOROU A., JP. OLIVIER DE SARDAN. 2004 La tuberculose à Gaya : approche socioanthropologique. Etudes et Travaux n° 25. LASDEL, Niamey, Niger p.20.
- JAFFRE Y., MOUMOUNI A., OLIVIER DE SARDAN J.P., SOULEY A. Représentations populaires hausa et songhay zarma de quelques maladies (entités nosologiques populaires). Etudes et Travaux n°17. LASDEL, Niamey : Niger, 2003, 111 p.
- JIWA S.F.H., KAZWALA R.R., ABOUD A.A.O., KALAYE W.J. Bovine tuberculosis in the Lake Victoria Zone of Tanzania and its possible consequences to human health in HIV/AIDS era. *Vet Res Commun.*, 1997, **21**, 533-539.
- 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 African Medical Journal.*, 2007, **84**, 96-99.
- KAZWALA R.R., KAMBARAGE D.M., DABORN N., NYANGE J., SHARP J.M. Prevalence of bovine tuberculosis in indigenous cattle of the southern highlands of Tanzania: country report. In: Animal tuberculosis in Africa and the Middle East (ed.), Actes Editions, Rabat, Maroc, 1997, 228 p.
- KAZWALA, R.R. Molecular epidemiology of bovine tuberculosis in Tanzania, (PhD thesis), University of Edinburgh, 1996.
- KAZWALA R.R., KAMBARAGE D.M., DABORN C.J., NYANGE J., JIWA S.F.H., SHARP J.M. a) Risk factors associated with the occurrence of bovine tuberculosis

- in cattle in the Southern Highlands of Tanzania. *Vet Res Commun.*, 2001, **25**, 609–614.
- KAZWALA R.R., DABORN C.J., SHARP J.M., KAMBARAGE D.M., JIWA S.F.H., MBEMBATI N.A. b) Isolation of *Mycobacterium bovis* from human cases of cervical adenitis in Tanzania: a cause for concern? *Int J Tuberc Lung Dis.*, 2001, **5**, 87–91.
- KAZWALA R.R., KUSILUKA L.J.M., SINCLAIR K., SHARP J.M., DABORN C.J. The molecular epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections in Tanzania. *Veterinary Microbiology*, 2006, **112**, 201–210.
- KEET D.F., KRIEK N.P.J., PENRITH M.L., MICHEL A., HUCHZERMAYER H. Tuberculosis in buffaloes (*Syncerus caffer*) in the Kruger National Park: spread of the disease to other species. *Onderstepoort J Vet.*, 1996, **63**, 239–244.
- KLEEBERG, H.H. Human tuberculosis of bovine origin in relation to public health. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1984, **3**: 11–32.
- KREBS J.R. Bovine tuberculosis in cattle and badgers: a report by the independent scientific review group. London: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1997.
- KOUYATE B. Tuberculose bovine au Mali. In: Animal tuberculosis in Africa and the Middle East (ed.), Rabat, Maroc, Actes Editions, 1997, 228 p.
- KUDIA.C., KALLA D.J.U., ALKALI Y., LADAN S.M., KUDI M.C., MAI H. Abattoir survey of small ruminant diseases in Bauchi, Nigeria. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* 1997, **50**, 281–284.
- KULO M. 2007. Situation de la tuberculose bovine au Togo. In: Proceedings of the 1st meeting « African Bovine TB Network : Effective management of bovine tuberculosis in Africa : Towards adapted control policy ». Bamako, Mali, 26 -29 juin 2007, 2007, 18–19.
- LARRAT R., PAGOT J., VANDENBUSSCHE J. Manuel vétérinaire des agents techniques de l'élevage tropical (Manuels et précis d'élevage n° 5). Iemvt, Maisons-Alfort: France, 1981, 520 p.
- LAVAL G., AMENI G. Prevalence of bovine tuberculosis in zebu cattle under traditional animal husbandry in Boji district of western Ethiopia. *Rev. méd. Vét.*, 2004, **155**, 494–499.
- LEVINGSTONE P.G. Progrès récents dans le diagnostic, la prophylaxie et l'éradication de la tuberculose bovine (*Mycobacterium bovis*) chez les animaux domestiques et sauvages. In : Comit international de la 68^{ème} Session Générale de l'Office international des Epizooties, Paris, 22–26 mai 2000, Document 68 SG/10, 20 p.
- LY C. Santé animale et pauvreté en Afrique. In : Ahmadou Aly Mbaye, David Roland-Holst, Joachim Otte (Eds.). Agriculture, élevage et pauvreté en Afrique de l'Ouest. CREA-FAO : Rome, 2007, 71–85.
- 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. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 2009, **103**, 401–411.
- MAWAK J.D., GOMWALK N.E., BELLO C.S.S., KANDAKAI-OLUKEMI Y.T. Human pulmonary infections with bovine and environment (atypical) mycobacteria in Jos, Nigeria. *Ghana Medical Journal*, 2006, **40**, 132–136.
- MENZIES F., NEILL S. Cattle-to-cattle transmission of bovine tuberculosis. *Vet J.*, 2000, **160**, 92–106.
- MFINANGAS G., MØRKVE O., KAZWALA R. R., CLEVELAND S., SHARP J. M., SHIRIMA G., NILSEN R. Tribal differences in perception of tuberculosis: a possible role in tuberculosis control in Arusha, Tanzania. *Int. J Tuberc Lung Dis.*, 2003, **7**, 933–941.
- MFINANGA S.G., MØRKVE O., KAZWALA R.R., CLEVELAND S., KUNDA J., SHARP M.J. Mycobacterial adenitis: role of *Mycobacterium bovis*, non-tuberculosis Mycobacteria, HIV infection and risk factors in Arusha, Tanzania. *E Afr Med J.*, 2004 **81**, 171–178.
- MICHEL A.L., BENGIS R.G., KEET D.F., HOFMEYER M., DE KLERK L.M., CROSS P.C., JOLLES A.E., COOPER D., WHYTE I.J., BUSS P., GODFROID J. Wildlife tuberculosis in South African conservation areas: Implications and challenges. *Veterinary Microbiol.*, 2006, **112**, 91–100.
- MICHEL A.L., COETZEE M.L., KEET D.F., MARE L., WARREN R., COOPER D., BENGIS R.G., KREMER K., VAN HELDEN P. Molecular epidemiology of *Mycobacterium bovis* isolates from free ranging wildlife in South African game reserves. *Veterinary Microbiol.* 2008, **1**, 9 doi:10.1016/j.vetmic.2008.07.023
- MPOSHY M., BINEMO-MADI C., MUDAKIKWA B. Incidence de la tuberculose bovine sur la santé des populations du Nord-Kivu (Zaire). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.* 1983, **36**, 15–18.
- MORRIS R.S., PFEIFFER D.U., JACKSON R. The epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections. *Vet Microbiol.*, 1994, **40**, 153–77.
- MORRIS P.J., THOEN C.O., LEGENDRE A.M. Pulmonary tuberculosis in an African lion (*Panthera leo*). *J Zoo Wildl Med.*, 1996, **27**, 392–396.
- MUNYEME M., MUMA J.B., SJKERVE E., NAMBOTA A.M., PHIRI I.G.K., SAMUI K.L. Risk factors associated with bovine tuberculosis in traditional cattle of the livestock/wildlife interface areas in the Kafue basin of Zambia. *Prev. Vet. Med.*, 2008, **85**, 317–328.
- NGANDOLO B.N., DIGUIMBAYE-DJAIBÉ C., MÜLLER B., DIDI L., HILTY M.I., SCHELLING S.E., MOBEAL B., TOGUEBAYE B.S., AKAKPO A.J., ZINSSTAG J. Diagnostics *ante et post mortem* de la tuberculose bovine au sud du Tchad : cas des bovins destinés à l'abattage. *Revue Elev. Méd. vét.*

- Pays trop.*, 2009, 62, 5-12.
- NJANPOP-LAFOURCADE B. M., INWALD J., OSTYN A., DURANDB., HUGHES S., THOREL M., HEWINSON G., HADDAD N. Molecular Typing of *Mycobacterium bovis* Isolates from Cameroon. *Journal of Clinical Microbiology*, 2001, **39**, 222–227.
- OIE. Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals. Office International des Epizooties, Paris: France, 2004.
- OIE. Santé animale mondiale en 2007. Organisation mondiale de la santé animale (OIE), Paris : France, 2007.
- OKAIYETOS.O., ALLAML., AKAM E., SABO G. Investigation of the prevalence of bovine tuberculosis in dairy farm in Kaduna state Nigeria. *Res. J. of Dairy Sc.*, 2008, **2**, 27-29.
- OLOYA J., KAZWALA R., LUND A., OPUDA-ASIBO J., DEMELASH B., SKJERVE E., JOHANSEN TB., DJØNNE B. Characterisation of mycobacteria isolated from slaughter cattle in pastoral regions of Uganda. *BMC Microbiology*, 2007, **7**, 95.
- OMER M., SKJERVE E., WOLDEHIWET Z., HOLSTAD G. A cross-sectional study of bovine tuberculosis in dairy farms in Asmara, Eritrea. *Trop Anim Health Prod.*, 2001, **33**, 295–303.
- O'REILLY L.M., DABORN C.J. The epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections in animals and man - a review. *Tuber Lung Dis.*, 1995, **76**, 1–46.
- OMS (WHO). Zoonotic tuberculosis (*Mycobacterium bovis*): Memorandum from a WHO meeting (with the participation of FAO). *Bulletin of the World Health Organization*, 1994, **72**, 851-857.
- OMS (WHO). World Health Organization Office for the African Region, Harare, Zimbabwe October 2004TB/HIV Control Strategy For The African Region, 2004, 22 p.
- OMS (WHO). The control of neglected zoonotic diseases: a route to poverty alleviation. In: Report of a joint WHO/DFID-AHP Meeting, with the participation of FAO and OIE, Geneva, 2005, 12 p.
- OMS (WHO), 2006. The Global Plan to Stop TB, 2006–2015. Actions for life: towards a world free of tuberculosis. *Int. J. Tuberc Lung Dis.*, **10**, 240–241.
- OMS (WHO). Global tuberculosis control: surveillance, planning, financing. WHO Report WHO/HTM/TB/2008. 2008, 393p.
- PFYFFER G.E. Mycobacterium: General characteristics, isolation and staining procedures. In: Ellen Jo Baron, James H. Jorgensen, Marie Landry, Micheal A. Pfaller. Manual of Clinical Microbiology 9^{ème} edition. Patrick R Murray: Washington DC, 2007, 543-572 .
- POLLOCK J. & NEILL S. *Mycobacterium bovis* infection and tuberculosis in cattle. *Vet. J.*, 2002, **163**, 115–27.
- RANA F.S., HAWKEN M.P., MWACHARI C. Autopsy study of HIV-1- positive and HIV-1-negative adult medical patients in Nairobi, Kenya. *J Acquir Immune Defic Syndr.*, 2000, **24**, 23–29.
- RASOLOFO-RAZANAMPARANYV., MENARD D., RASOLONAVALONA T. Prevalence of *Mycobacterium bovis* in human pulmonary and extra-pulmonary tuberculosis in Madagascar. *Int J Tuberc Lung Dis.*, 1999, **3**, 632–634.
- RASOLOFO-RAZANAMPARANY V., QUIRIN R., RAPAOLIARIJAONA A., RAKOTOARITAHINA H., VOLOLONIRINA E.J., RASOLONAVALONA T., FERDINANDS., SOLAC., RASTOGI N., RAMAROKOTO H., CHANTEAU S. Usefulness of restriction fragment length polymorphism and spoligotyping for epidemiological studies of *Mycobacterium bovis* in Madagascar : description of new genotypes. *Vet Microbiol.*, 2006, **114**, 115-122.
- REGASSA A., MEDHIN G., AMENI G. Bovine tuberculosis is more prevalent in cattle owned by farmers with active tuberculosis in central Ethiopia. *Vet J.*, 2008, **178**, 119-25.
- REGASSA A., TASSEW A., AMENU K., MEGERSA B., ABUNNA F., MEKIBIB B., MACROTTY T., AMENI G. A cross-sectional study on bovine tuberculosis in Hawassa town and its surroundings, Southern Ethiopia. *Trop Anim Health Prod.*, 2010, **42**, 915–920.
- RIGOUTS L., MAREGEYAB., TRAORE H., COLLART J.P., FISSETTE K., PORTAELS F. Use of DNA restriction fragment typing in the differentiation of *Mycobacterium bovis* complex isolates from animals and humans in Burundi. *Tubercle Lung Dis.*, 1996, **77**, 264–268.
- RIGOUTS L., TRYLAND M. Prevalence of bovine tuberculosis and animal level risk factors for indigenous cattle under different grazing strategies in the livestock/wildlife interface areas of Zambia. *Trop Anim Health Prod.*, 2009, **41**, 345–352.
- ROTSCHILD B.M., MARTIN L.D., LEV G., BERCOVIER H., BAR-GAL G.K., GREENBLATT C., DONOGHUE H., SPIGELMAN, M., BRITAIN D. *Mycobacterium tuberculosis* complex DNA from an extinct bison dated 17,000 years before the present. *Clin. Infect. Dis.*, 2001, **33**, 305–311.
- SCHELLING E., DIGUIMBAYE C., DAUD S., DAUGLA D.M., BIDJEH K., TANNER M., ZINSTAG J. La tuberculose causée par *Mycobacterium bovis* : résultats préliminaires obtenus chez les pasteurs nomades Foulbés et Arabes dans le Chari-Baguirmi au Tchad. *Sermpervira*, 2000, **8**, 44-55.
- SCHELLING E., DIGUIMBAYE C., HILTY M., BAGGI F., NGANDOLO R., ZINSTAG J. Epidémiologie moléculaire des premiers isolements de mycobactéries chez l'animal du Tchad. *Epidémiol. et santé anim.* 2005, **48**, 81-91.
- SHIRIMA G.M., KAZWALA R.R., KAMBARAGE D.M. Prevalence of bovine tuberculosis in cattle in different farming systems in the eastern zone of Tanzania. *Prev Vet Med.*, 2003, **57**, 167–72.
- SIDIBÉ S.S., DICKO N.A., FANÉ A., DOUMBIA R.M., SIDIBÉ C.K., KANTÉ S., MANGANÉ O., KONATÉ B., KONÉ A.Z., MAÏGA M.S., FOFANA M. Tuberculose bovine au Mali: résultats d'une enquête épidémiologique dans les élevages laitiers de la zone périurbaine du district de Bamako. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 2003, **56**, 115-120.
- SULIEMAN, M.S., HAMID M.E. Identification of acid fast bacte-

- ria from caseous lesions in cattle in Sudan. *J. Vet. Med.*, 2002, **49**, 415-418.
- SCHWABE, C. W. *Veterinary Medicine and Human Health*, 3rd Edn. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1984, 680p.
- TAPILI B. Enquête sur la tuberculose bovine dans les élevages laitiers de la zone urbaine périurbaine du district de Bamako (Mémoire de fin d'études). Institut Polytechnique Rural/Institut de Formation et de Recherche Appliquée de Bamako : Mali, 2004, 29 p.
- TEKLU A., ASSEGED B., YIMER E., GEBEYEHU M., WOLDESENBET Z. Tuberculous lesions not detected by routine abattoir inspection: the experience of the Hossana municipal abattoir, southern Ethiopia. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2004, **23**, 957-964.
- THOEN, C.O. Tuberculosis in Wild and Domestic Mammals. In: Tuberculosis: Pathogenesis, protection and control. Barry R. Bloom (Ed.), American Society for Microbiology, Washington DC, 1994, 157-162.
- THOEN, C.O., BLOOM B.R. Pathogenesis of *Mycobacterium bovis*. In: "Mycobacterium bovis infection in animals and humans" Thoen, C. O. & Steele, J.H. (Eds). AMES, Iowa, 1995, 3-14.
- THOREL M.F. Tuberculose. In: Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Lefèvre P. Blancou J. et Chermette R., (éditeurs). Editions Médicales Internationales, Paris 2003, 927-949.
- 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 on Agriculture*, 2006, **35**, 7-18.
- TRAOREA., HAMIDOUH T., BALE 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.
- UA/BIRA. Annuaire Panafricain de la santé animale. Union Africaine, Nairobi : Kenya, 2006, 84 p.
- UNGER F., MÜNSTERMANN S., GOUMOU A., APIA C.N., KONTE M. Risk associated with *Mycobacterium bovis* infections detected in selected study herds and slaughter cattle in 4 countries of West Africa. Animal Health Working Paper 1. ITC (International Trypanotolerance Centre), Banjul : The Gambia, 2003, 25 p.
- VEKEMANS M., CARTOUX M., DIAGBOUGA S. Potential source of human exposure to *Mycobacterium bovis* in Burkina Faso, in the context of the HIV epidemic. *Clin Microbiol Infect.* 1999, **5**, 617-621.
- 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**, 147-54.
- WOODFORD M.H. Tuberculosis in wildlife in the Ruwenzori National Park Uganda. *Trop Anim Health Prod.*, 1982, **14**, 81-88.
- WRAY C. 1975. Survival and spread of pathogenic bacteria of veterinary importance within the environment. *Vet Bull* **45**: 543-350.
- ZIEGER U., PANDEY G.S, KRIEK NPJ., CAULDWELL A.E. Tuberculosis in kafue lechwe (*Kobus lechwe kafuensis*) and in a bushbuck (*Tragelaphus scriptus*) on a game ranch in Central Province, Zambia. *J South Afric Vet Assoc.*, 1998, **69**, 98-101.
- ZINSSTAG J., WEISS M. G. Livestock diseases and human health. *Science*, 2001, **294**, 477.
- ZINSSTAG J., SCHELLING E., WYSS K., MAHAMAT M.B. Potential of cooperation between human and animal health to strengthen health systems. *Lancet*, 2005, **366**, 2142-2145.