



Rapport annuel d'activité, année 2022

Laboratoire National de Référence

Tuberculose (y compris pour le contrôle officiel des réactifs destinés aux analyses notamment des tuberculines)

Nom du responsable du LNR

Maria Laura BOSCHIROLI

Nom du laboratoire où l'activité du LNR est mise en œuvre

Laboratoire de santé animale -- site de Maisons-Alfort

Nom de l'unité où l'activité du LNR est mise en œuvre

Unité Zoonoses Bactériennes

Dangers sanitaires tels que définis par l'article L.201-1 du code rural et de la pêche maritime couverts par le mandat

Suite à l'application du Règlement (UE) 2016/429, dit « Loi de Santé Animale », la tuberculose liée au complexe *Mycobacterium tuberculosis* est classée B-D-E pour les bovidés. Cela signifie que la maladie, présente dans l'Union Européenne, est à éradication obligatoire en ce qui concerne ces espèces. Des mesures sanitaires sont également prévues pour d'autres espèces sensibles.

Les faits marquants de l'année

En 2022 la DGAI a signé une convention avec l'Anses afin de financer le séquençage génomique complet de souches de *Mycobacterium bovis*, d'une part pour réaliser des études d'épidémiologie génomique et ainsi apporter une aide supplémentaire aux administrations régionales, afin d'élucider l'origine des nouveaux foyers de tuberculose bovine, et d'autre part pour réaliser des études de phylodynamie permettant de déchiffrer le rôle des différentes espèces animales dans des cycles de transmission multi-hôte de cette maladie région par région.

Le réseau de laboratoires agréés pour la réalisation des analyses sérologiques de tuberculose de suidés a été consolidé par le biais de l'agrément DGAI en 2021 et la réalisation de EILA ad hoc en 2021 et 2022, ce qui a permis l'introduction de ce test pour la surveillance de la tuberculose chez le sanglier au niveau national (réseau Sylvatub).

Le LNR tuberculose a réalisé une formation en ligne pour les LVD agréés sur la phase stimulation pour le test de dosage d'interféron gamma (IFNg) chez les bovins, suivi par une évaluation QCM utilisant Leila, afin de consolider les connaissances des laboratoires du réseau ainsi que son élargissement (5 nouveaux laboratoires) pour que le test puisse être utilisé dans l'ensemble des régions du territoire.

1. Méthodes développées ou révisées

Activités relatives au développement de méthodes

Pas d'activité particulière

Nombre de méthodes développées ou révisées, prêtes à être mises en œuvre

0 méthode(s)

Nombre total de méthodes transférées par le LNR à son réseau dans l'année

0 méthode(s)

2. Matériels biologiques ou chimiques, échantillons et souches d'intérêt

Information disponible auprès du LNR.

3. Activités d'analyse

3.1 Analyses officielles de première intention

Nombre d'analyses officielles de première intention réalisées dans l'année

105 analyse(s)

Détail par type d'analyse de première intention

Sérologie tuberculose de suidés : 88

Mise en culture tuberculose (NF U47 104) : 17

Activité stable

3.2 Analyses officielles de confirmation

Nombre d'analyses officielles de seconde intention réalisées dans l'année

2829 analyse(s)

Détail par type d'analyse de confirmation

Diagnostic moléculaire expertise (au moins 4 PCR / échantillon) :

- confirmation tuberculose sur ADN positif complexe de *Mycobacterium tuberculosis* : 557
- infirmation tuberculose sur ADN négatif complexe de *Mycobacterium tuberculosis* (MTBC) mais avec un résultat positif en histologie : 279
- infirmation tuberculose sur tissu des échantillons négatif MTBC mais avec un résultat positif en histologie ou autre : 639

Identification de souches isolées PCR (au moins 4 PCR / échantillon) : 570

Identification de souches séquençage hsp65 Sanger : 58

Typage moléculaire par spoligotypage (souches et ADN): 558

Typage moléculaire par MLVA (souches): 168

Activités de référence stables par rapport à 2021

3.3 Autres analyses

Nombre estimé d'autres analyses (non officielles) réalisées dans l'année en lien avec le mandat de LNR

557 analyse(s)

Détail par type d'autres analyses

- Séquençage complet de souches : 384
- Analyse moléculaire campagnols tissus et excréta: 173

3.4 Essais interlaboratoires d'aptitude auxquels le LNR a participé dans l'année

Détail des essais interlaboratoires d'aptitude (EILA) auxquels le LNR a participé dans l'année, dans le cadre : National; UE (en particulier les EILA organisés par le LRUE); International

Organisé par le LRUE tuberculose bovine :

- Dosage IFNg
- Bactériologie et PCR

Au plan national, EILA organisés par le LNR:

- Tuberculose bovine sérologie suidés
- Dosage IFNg

4. Activités de production et de contrôle de matériaux de référence et de réactifs biologiques

Le LNR produit des réactifs à usage du LNR uniquement

Oui

Types de réactifs produits (antigènes, kits, autres)

"immunogène" pour contrôle de tuberculines : complexe antigénique obtenu avec une culture de la souche de mycobactérie ad hoc, thermolysée et précipitée, en émulsion avec adjuvant incomplet de Freund

Nombre de lots produits dans l'année

1

Analyse de l'évolution (augmentation, diminution) des tendances en termes d'activité sur les 5 dernières années

Activité stable

Le LNR produit des réactifs à usage du LNR et du réseau

Non

Le LNR produit des matériaux de référence à usage du LNR uniquement

Oui

Types de matériaux de référence produits (MRI, contrôle positif ou négatif, autre)

Contrôle positif PCR (MRI) : ADN, broyats de tissus, souches

Format (sérum, souche, produit chimique, autre) de ces matériaux de référence

Solutions

Nombre de lots produits dans l'année

10

Analyse de l'évolution (augmentation, diminution) des tendances en termes d'activité sur les 5 dernières années

Activité stable

Le LNR produit des matériaux de référence à usage du LNR et du réseau

Oui

Types de matériaux de référence produits et fournis (MRE, MRI, contrôle positif ou négatif, autre)

- Broyats de ganglions de bovins décontaminés (normes Afnor NF U47-104) artificiellement contaminés avec un matériel dosé (souche de collection) : MRE Tuberculose.
- Plasma IFNg : MRI
- Sérum de suidé positif : MRI
- Buvard avec sang de suidés : MRI

Format (sérum, souche, produit chimique, autre) de ces matériaux de référence

- Broyats de ganglions (MRE Tuberculose);
- Plasma (MRI IFNg);
- sérum (Elisa tuberculose)
- sang (Elisa tuberculose)

Nombre de lots produits dans l'année

- Broyats de ganglions (MRE Tuberculose) : 3

Nombre d'unités distribuées au plan national

- Broyats de ganglions (MRE Tuberculose) : 7
- Plasma (MRI IFNg) : 33
- sérum (Elisa tuberculose) : 22
- sang (Elisa tuberculose) : 26

Analyse de l'évolution (augmentation, diminution) des tendances en termes d'activité sur les 5 dernières années

Nette augmentation depuis 2020 du fait de la création d'un nouveau réseau de laboratoires agréés pour le diagnostic sérologique de la tuberculose de suidés (deux MRI différents à distribuer) et élargissement du réseau de LVD pour le dosage d'IFNg

Le LNR réalise des contrôles de réactifs commerciaux

Oui

Modalités de contrôle (contrôles initiaux, contrôles aléatoires de lots, contrôles lot par lot)

- Contrôle Initial (kit Elisa Tuberculose sanglier)
- Lot par lot

Nombre de contrôles - ou de lots contrôlés - dans l'année

- Tuberculines : 2
- Kits PCR : 7
- Kit Elisa Tuberculose sangliers : 2
- Kit Elisa IFNg : 1

Analyse de l'évolution (augmentation, diminution) des tendances en termes d'activité sur les 5 dernières années

Diminution en ce qui concerne les tuberculines : le producteur met à disposition des lots de plus grande taille pour la fourniture de 1,5 campagne prophylactique

5. Activités d'appui scientifique et technique

5.1 Demandes d'appui scientifique et technique (AST) des ministères (de l'agriculture, de la santé ...) ou d'instances européennes ou internationales qui concernent le domaine de compétence du LNR

Nombre de demandes d'AST reçues dans l'année

0 demande(s)

Nombre de rapports d'AST rendus dans l'année, issus de demandes de l'année ou de l'année précédente

0 rapport(s)

5.2 Autres expertises

Les membres de l'équipe du LNR peuvent avoir des activités d'expertise (internes : CES, GT ou externe : EFSA ...) ou des activités auprès de commissions de normalisation (Afnor ...).

- membre du GT OMSA (anciennement OIE) : création d'un standard tuberculinique
- membre du Tb Microbiology & Immunology Research Advisory Panel (TB MIRAP), DEFRA, Royaume Uni
- membre du Consejo Asesor Externo del Programa Nacional de Salud Animal (PNSA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentine

5.3 Dossiers de demande d'agrément

Nombre de dossiers de demande d'agrément étudiés dans l'année

5 dossier(s)

Détail de ces activités et estimation du temps consacré

Evaluation de l'adéquation des dossiers vis à vis de la Note de Service "Appel à candidature pour l'extension du réseau de laboratoires agréés pour la réalisation de la stimulation des échantillons destinés à l'analyse interféron gamma et l'extension du réseau de laboratoires agréés pour la lecture du test interféron gamma" (NS DGAL/SDPRS/2021-671). Deux jours.

Par la suite, l'agrément a été accordé sur la base de l'évaluation sur QCM sur Leila suite à la participation à la formation technique organisée par le LNR (<https://vimeo.com/731407007>)

5.4 Activités d'appui

Description de ces activités et estimation du temps consacré

- Appels téléphoniques.
- Diffusion d'informations scientifiques via différents supports (publications scientifiques ou de divulgation, comptes rendus de réunions ou événements scientifiques, etc.).
- Participation à tous les groupes de suivi Tuberculose de la Plateforme ESA, des cellules d'animation et des comités de pilotage de Sylvatub.

Temps consacré par le responsable du LNR: 0,5 ETP

Temps consacré par l'adjoint du LNR : 0,5 ETP

6. Animation du réseau de laboratoires agréés ou reconnus

6.1 Description du réseau

Animation d'un réseau de laboratoires agréés

Oui

Nombre de laboratoires agréés dans le réseau

42 laboratoires

Animation d'un réseau de laboratoires reconnus

Non

6.2 Essais interlaboratoires d'aptitude

6.2.1 Organisation d'essais interlaboratoires d'aptitude

Nombre d'EILA organisés par le LNR au cours de l'année

2 EILA

Nom du 1er EILA

Dosage IFNg

L'EILA est-il réalisé sous accréditation "17043"?

Non

Nombre de laboratoires participants

19 laboratoire(s)

Nombre de laboratoires agréés participants

13 laboratoire(s) agréé(s)

Le LNR a-t-il participé à l'EILA?

Oui

Nombre de laboratoires participants en cours de demande d'agrément

3 laboratoire(s) en demande d'agrément

Nombre d'autres laboratoires participants

2 laboratoire(s)

Détail des autres laboratoires participants: français/étrangers

Fournisseurs de réactifs

Nombre de laboratoires dont la performance individuelle a été jugée non satisfaisante par le LNR**

0 laboratoire(s)

Nombre de laboratoires agréés dont la performance individuelle a été jugée non satisfaisante par le LNR**

0 laboratoire(s) agréé(s)

Evolution du réseau dans le temps

En 2022, 3 nouveau LVD ont été agréés pour les phase de stimulations et lecture IFNg, et deux laboratoires pour la phase de stimulation seulement.

Nom du 2ème EILA

Sérologie tuberculose de suidés

Cet EILA est-il réalisé sous accréditation "17043"?

Non

Nombre de laboratoires participants à cet EILA

15 laboratoire(s)

Nombre de laboratoires agréés participants à cet EILA

12 laboratoire(s) agréé(s)

Le LNR a-t-il participé à cet EILA?

Oui

Nombre de laboratoires participants à cet EILA, en cours de demande d'agrément

0 laboratoire(s) en demande d'agrément

Nombre d'autres laboratoires participants à cet EILA

2 laboratoire(s)

Détail des autres laboratoires participants à cet EILA: français/étrangers

Fournisseurs de réactifs

Nombre de laboratoires dont la performance individuelle a été jugée non satisfaisante par le LNR**

0 laboratoire(s)

(**) Au sens de la norme 17043

Nombre de laboratoires agréés dont la performance individuelle a été jugée non satisfaisante par le LNR**

0 laboratoire(s) agréé(s)

Evolution du réseau de cet EILA dans le temps

Réseau stable

**6.2.2 Exploitation de résultats d'essais interlaboratoires d'aptitude organisé par un tiers
Le LNR exploite les résultats d'EILA organisé(s) par un (des) tiers (LRUE, autre...)**

Non

6.3 Autres actions visant à vérifier l'aptitude des laboratoires

Actions mises en œuvre

Evaluation des résultats de l'EILA organisé par le LNR sur l'estimation d'un S-score défini sur la base d'un modèle logit prenant en compte le niveau de compétence des laboratoires et le niveau de difficulté des ESEA du panel.

Cette méthodologie « Assessment of laboratory performance with S-score for binary data in qualitative PT" est en cours de publication. L'analyse des résultats est réalisée à l'aide d'une application Anses « QualiScore.xlam », une macro complémentaire d'Excel, validée sous Excel (2016).

6.4 Formation, organisation d'ateliers

Nombre de journées d'échange et de restitution rassemblant les laboratoires agréés du réseau, organisées dans l'année

0 journée(s)

Nombre de sessions de formation des personnels des laboratoires agréés aux méthodes utilisées pour les contrôles officiels, organisées dans l'année

1 session(s) de formation

Détail de ces activités, durée moyenne des sessions et nombre de participants par session

<https://vimeo.com/731407007> Vidéo détaillée avec d'une part les étapes techniques pour la phase de stimulation IFNg ainsi qu'une formation théorique complète sur le test de dosage IFNg et son utilisation actuelle dans le contexte de la France.

Durée de la formation : 1 heure approximativement.

La formation technique a été évaluée par le biais d'un QCM qui a été réalisé en utilisant l'application Leila.

Autres formations dans le cadre des activités du LNR

Appui technique continue de notre réseau de laboratoires, afin de trouver des leviers pour résoudre des difficultés trouvées ponctuellement dans leurs analyses.

6.5 Organisation d'autres essais interlaboratoires (EIL)

Nombre d'EIL de validation (EILV) organisés par le LNR au cours de l'année

0 EILV

Nombre d'EIL de transfert (EILT) organisés par le LNR au cours de l'année

0 EILT

(**) Au sens de la norme 17043

7. Surveillance, alertes

7.1 Surveillance programmée par l'autorité sanitaire, notamment PS/PC et prophylaxie officielle en santé animale

L'autorité sanitaire a mis en œuvre dans l'année une surveillance programmée dans le champ du LNR

Non

7.2 Autres activités de surveillance

Le LNR est impliqué dans des activités de surveillance autres que celle programmée par l'autorité sanitaire

Oui

Cadre de ces activités

Sylvatub

Activités dans lesquelles le LNR a été impliqué dans le cadre de Sylvatub

Pilotage ; Animation/coordination ; Réalisation d'analyses de première intention ; Réalisation d'analyses de confirmation ; Appui scientifique et technique (analyses de données, etc...)

7.3 Fiches d'alerte ou de signal

Le LNR a émis dans l'année des fiches d'alerte ou de signal dans Salsa (système d'alerte sanitaire de l'Anses)

Non

8. Activités de recherche en lien avec l'activité de référence

Acronyme	Titre	Statut
PEMbo	Du génotype au phénotype : patho-évolution des souches françaises de <i>Mycobacterium bovis</i>	terminé
Innotub	Réseau transpyrénéen de recherche et développement d'outils innovants pour le contrôle de la tuberculose animale	terminé
Mbovis-WGS	Séquençage complet de génomes de souches de <i>M. bovis</i> françaises	en cours

9. Relations avec le CNR

Existence d'un CNR dont le mandat recouvre au moins en partie celui du LNR

Oui

Intitulé du CNR

Centre National de Référence de Mycobactéries et de la Résistance aux Antituberculeux (CNR-MyRMA)

Organisme porteur du CNR

- CNR Coordonnateur: Laboratoire de Bactériologie-Hygiène, CHU Pitié-Salpêtrière (APHP, Paris)
- CNR Laboratoire Associé: Laboratoire de Bactériologie-Virologie, Hôpital Lariboisière (APHP, Paris)

Rencontre organisée dans l'année avec le CNR

Non

Collaboration avec le CNR dans le cadre de la surveillance

Génotypage de souches zoonotiques (étude liens animal-homme)

Collaboration avec le CNR dans le cadre de projets de recherche

Pas à l'heure actuelle

Autres collaborations avec le CNR, le cas échéant

Participation aux comités de thèse respectifs

Transfert de matériel biologique

Non

10. Relations avec le LRUE

Détention d'un mandat LRUE qui recouvre au moins en partie celui du LNR

Non

Existence d'un LRUE dont le mandat recouvre au moins en partie celui du LNR

Oui

Intitulé du LRUE et nom de l'organisation détenant le mandat

EU Reference Laboratory for Bovine Tuberculosis (VISAVET, Health Surveillance Centre, Universidad Complutense Madrid, Espagne)

Le LNR a participé au Workshop organisé par le LRUE

Non

Le LNR a participé à une/des formation(s) organisée(s) par le LRUE

Non

Raison pour laquelle le LNR n'a pas participé

Pas de besoin particulier du LNR concernant la participation à ces formations.

Questions posées au LRUE par le LNR dans l'année

Validation du test Elisa IFNg en simple puits Vs double puits (utilisation française) afin de vérifier la bonne reproductibilité du test simplifié au niveau national.

Points particuliers ou d'actualité sur l'année, à signaler

Participation à une étude coordonnée par le LRUE concernant la spécificité de l'interféron gamma dans des cheptels indemnes de tuberculose (autres états membres participant à cette étude : Roumanie, Pologne, Grèce, Espagne, Italie). Nous soumettons tous les ans des informations concernant les génotypes de souches de *Mycobacterium bovis* isolées l'année N-1 afin d'alimenter une base de données à l'échelle Européenne (accessible seulement aux LNR UE).

11. Détention d'autres mandats de référence au niveau international

Autres mandats détenus par le LNR dans le même domaine de compétences

Laboratoire de Référence OMSA

Intitulé(s) officiel(s)

Tuberculose animale

ANNEXES

Liste des publications et communications 2022 dans le cadre du mandat de LNR Tuberculose

Les noms des auteurs appartenant au LNR sont soulignés. Les publications de cette liste sont sous presse ou publiées.

Publications destinées aux professionnels ou au grand public ('journal article', classement « RPro »)

Canini, L. et L. Michelet, 2022. "Utilisation du séquençage du génome pour comprendre la transmission de souches de *Mycobacterium bovis* entre animaux domestiques et sauvages : comparaison de trois zones d'endémie en France." Bulletin des GTV 107: 55-62

Publications scientifiques nationales et internationales ('journal article', classement « RCL »)

Charles, C., C. Conde, F. Biet, M. L. Boschioli et L. Michelet. 2022. "IS6110 Copy Number in Multi-Host *Mycobacterium bovis* Strains Circulating in Bovine Tuberculosis Endemic French Regions." Front Microbiol 13: 891902. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.891902>.

Duault, H., L. Michelet, M. L. Boschioli, B. Durand et L. Canini. 2022. "A Bayesian evolutionary model towards understanding wildlife contribution to F4-family *Mycobacterium bovis* transmission in the South-West of France." Vet Res 53 (1): 28. <https://doi.org/10.1186/s13567-022-01044-x>.

Richomme, C., S. Lesellier, F. J. Salguero, J. L. Barrat, J. M. Boucher, J. D. Reyes-Reyes, S. Henault, K. De Cruz, J. Tambosco, L. Michelet, J. Boutet, R. Elahi, K. P. Lyashchenko, C. O'Halloran, A. Balseiro et M. L. Boschioli. 2022. "Experimental Infection of Captive Red Foxes (*Vulpes vulpes*) with *Mycobacterium bovis*." Microorganisms 10 (2). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10020380>.

Sridhara, A. A., A. Johnathan-Lee, R. Elahi, P. Lambotte, J. Esfandiari, M. L. Boschioli, T. J. Kerr, M. A. Miller, T. Holder, G. Jones, H. M. Vordermeier, B. N. Marpe, T. C. Thacker, M. V. Palmer, W. R. Waters et K. P. Lyashchenko. 2022. "Differential detection of IgM and IgG antibodies to chimeric antigens in bovine tuberculosis." Vet Immunol Immunopathol 253: 110499. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2022.110499>.

Vidal, E., J. Burgaya, L. Michelet, C. Arrieta-Villegas, G. Cantero, K. de Cruz, J. Tambosco, M. Di Bari, N. Romolo, M. L. Boschioli et B. Perez de Val. 2022. "Experimental *Mycobacterium microti* Infection in Bank Voles (*Myodes glareolus*)." Microorganisms 10 (1). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010135>.

Ouvrages et Chapitres d'ouvrage ('book' ou 'book section')

Sans objet

Communications nationales ('conference proceedings ou 'conference paper')

Canini, L., B. Durand, H. Duault, ML. Boschioli et L. Michelet. 2022. "Modélisation de la transmission de *Mycobacterium bovis* entre animaux domestiques et sauvages : comparaison de trois zones d'endémie." Communication orale avec acte Journées de l'AEEMA, Maisons-Alfort, 13/05/22.

Charles, C., 2022. "New *Mycobacterium bovis* complete genomes of different clonal complexes to improve molecular epidemiology studies of French field strains." communication orale avec acte Journées ABIÉS.

Communications internationales (‘conference proceedings ou ‘conference paper’)

- Adriaensen, H., C. Richomme, M. L. Boschioli, J. Salguero, V. Wacheux et S. Lesellier. 2022. "Objective quantification of TB lesions volume by MRI applicable to vaccine badger studies " 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022.
- Buendia, AG., B. Romero, J. Bezos, F. Lozano, C. Vinolo, JL Saez, I. Archetti, M. L. Boschioli, E. Gutu, N. Karaoulani, L. de Juan et J. Alvarez. 2022. "IFN- γ assay for granting and maintenance of officially tuberculosis-free herd status and movement of cattle within the EU." 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022.
- Canini, L., G. Modenesi, A. Courcoul, M. L. Boschioli, B. Durand et L. Michelet. 2022. "Deciphering the role of host species in two *Mycobacterium bovis* genotypes circulation within a cattle-badger-wildboar multi-hosts system." 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022.
- Charles, C., L. Michelet, C. Conde, F. Biet et M. L. Boschioli. 2022. "Occurrence of IS6110 copies in genomes of field strains of Mycobacterium bovis revealed high disparity among genetic family." 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022.
- Charles, C., L. Michelet, F. Vorimore, C. Conde, T. Cochard, F. Biet et M. L. Boschioli. 2022. "New Mycobacterium bovis complete genomes of different clonal complexes to improve molecular epidemiology of french field strains." congrès OHEJPASM2022.
- Charles, C., L. Michelet, F. Vorimore, C. Conde, T. Cochard, F. Biet et M. L. Boschioli. 2022. "New reference genomes of Mycobacterium bovis adapted to French genotype diversity " 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022.
- Hewinson, G., B. Alonso, M. L. Boschioli, A. Caminiti, R. Caspel, S. Edwards, MM. Ho, L. de Juan, A. Koets, J. van der Goot, V. Kapur, M. Vordermeier, S. Forcella, P. Dandapat, S. Gebredufa et G. Gifford. 2022. "One health and bovine tuberculosis : the long and winding road." 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022
- Lesellier, S., J. Salguero, M. L. Boschioli, J. Barrat, S. Rahou, J-M. Boucher, N. Lauterkorn, M. Barral et C. Richomme. 2022. "Intra-tracheal TB ferret model – pathogenicity and immunogenicity compared with badgers." 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022.
- Michelet, L., T. Cochard, F. Biet et M. L. Boschioli. 2022. "A SNP-MLST method to decipher the genetic diversity of French *Mycobacterium bovis* strains of animal origin." 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022.
- Michelet, L., S. Solanas, A. Hartmann et M. L. Boschioli. 2022. "Identification of environmental mycobacteria that can interfere in the ante mortem diagnosis of bovine tuberculosis." 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022.
- Remot, A., F. Carreras, E. Doz-Deblauwe, M. L. Boschioli, J. Browne, S. Gordon et N. Winter. 2022. "Precision scut lung slices infection reveals type 1 interferon pathway is induced by *Mycobacterium bovis* but not *M. tuberculosis*." 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022.
- Sevilla, IA., M. Fuertes, MV. Geijo, B. Pérez de Val, L. Michelet, M. L. Boschioli, A. Gomez-Buendia, J. Bezos, G. Jones, M. Vordermeier, RA. Juste et JM. Garrido. 2022. "Skin test reactions to different antigens in Guinea pigs sensitized with non-tuberculous and tuberculous mycobacteria." communication affichée 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022.

Conférences sur invitation

- Boschioli, M. L. 2022. "Bovine tuberculosis control in a disease-free country, France: does the long and winding road really lead to eradication?" 7th International conference on Mycobacterium bovis, Galway, Irlande, 7-10 juin 2022
- Boschioli, M. L. 2022. "Tuberculosis en la fauna silvestre y animales domésticos en el sur de Francia. Transmissió de la tuberculosi entre la fauna silvestre i els animals domèstics." Jornadas PATT (Plan Anual de Transferència Tecnològica), 06/05/22.

Boschioli, M. L., 2022. "Programa de erradicación de tuberculosis bovina en Francia." Acto final del primero proyecto de la red Innotub, Barcelona, Spain, 31/05/22.

Autres (*thèses, rapports de projets, d'expertise, et documents d'appui scientifique et technique*)

Thèse

Charles, C., 2022. « Acquisition de nouvelles connaissances génétiques sur les souches de *Mycobacterium bovis*, circulant en France, par l'approche du séquençage du génome complet ». Doctorat, Université Paris-Est Sup – Thèse d'Université.

Rapport d'expertise collective

Sans objet