



Rapport annuel d'activité, année 2022

Laboratoire National de Référence

Peste porcine africaine

Nom du responsable du LNR

Marie-Frédérique LE POTIER

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

Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort -- site de Ploufragan

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

Unité Virologie Immunologie Porcines (UVIP)

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

La Peste Porcine Africaine (PPA) est une maladie virale des suidés sauvages et domestiques due à un virus à ADN, appartenant à la famille des *Asfviridae* dont il est le seul représentant. La PPA est une maladie contagieuse qui touche uniquement les suidés. Dans l'espèce porcine, la maladie diffuse lentement entre les animaux par contact direct sauf en présence d'effusion sanguine qui accélère la transmission. Elle est souvent fatale chez les porcelets chez qui elle provoque des symptômes nerveux et hémorragiques et selon la virulence de la souche peut être aussi létale chez les porcs à l'engraissement ou les reproducteurs. Comme il est impossible de distinguer sur le plan clinique la PPA, de la Peste Porcine Classique (PPC), le recours au diagnostic de laboratoire différentiel PPC/PPA est indispensable pour confirmer ou infirmer une suspicion.

Le 21 avril 2021, le Règlement (UE) 2016/429, dit « Loi de santé animale » est entré en application avec une nouvelle catégorisation de la PPA, désormais classée ADE, correspondant à une obligation de déclaration, de surveillance, de prévention, de certification et de Plan d'Intervention Sanitaire d'Urgence (PISU) pour une éradication immédiate dès détection. Cette nouvelle codification n'a pas eu d'impact sur les précédentes mesures de surveillance et de contrôle.

Depuis son introduction en Géorgie en 2007, la PPA est devenue enzootique en Russie et a atteint l'union européenne en 2014, puis l'Asie en 2018 et les Caraïbes en 2021. Sa progression a continué en 2022 au sein de l'UE, avec la détection le 6 janvier 2022 de la PPA, souche de génotype II, au sein d'une population de sangliers sauvages dans le Piémont et très rapidement dans des communes limitrophes de Ligurie. Cette nouvelle zone a été clôturée pour éviter la dispersion des sangliers comme auparavant en République Tchèque, Belgique, et Allemagne.

Fin 2022, 205 cas de sangliers ont été déclarés en Ligurie (n=77) et dans le Piémont (n=141). Dans le Latium (région de Rome), la PPA a été détectée le 4 mai dans la réserve d'Insugherata chez des sangliers, avec 49 cas confirmés ensuite. Le dernier cas date du 14 septembre. Dans cette même réserve, un premier foyer identifié le 09/06/2022 au sein d'un élevage familial (9 porcs) a été rapidement éradiqué.

A l'heure actuelle, les questions majeures portent toujours sur la prévention, comment éviter que les sangliers porteurs de virus ne continuent à le propager toujours plus loin au sein de l'UE mais aussi comment maîtriser l'infection si elle touche les élevages sachant qu'il n'existe aucun vaccin disponible pour le moment, malgré une forte mobilisation à l'échelle internationale de différentes équipes dont celle du LNR français.

Les faits marquants de l'année

La forte mobilisation du laboratoire national de référence de l'Anses Ploufragan-Plouzané-Niort a été maintenue en 2022 dans le domaine de la recherche, de l'expertise et de la référence.

A la demande de la DGAI, le LNR a étudié le dossier d'agrément d'un nouveau laboratoire départemental d'analyses pour la réalisation du diagnostic sérologique et virologique de la PPA. L'agrément de ce nouveau laboratoire permettra d'avoir des capacités analytiques accrues en France, en portant le réseau de laboratoires agréés de trois à quatre.

Les travaux de recherche relatifs à une souche atténuée de virus PPA à potentiel vaccinal se sont poursuivis. La souche virale atténuée, candidat vaccin, a été adaptée sur lignée cellulaire, et a montré des résultats très encourageants en matière d'innocuité et d'efficacité vaccinale, ce qui permet d'envisager à terme sa production à une échelle industrielle

Abréviations

PPA : peste porcine africaine

IFMA : méthode de détection d'anticorps contre le virus de la PPA par immunofluorescence sur cellules infectées par le virus de la PPA

1. Méthodes développées ou révisées

Activités relatives au développement de méthodes

Le virus de la PPA peut être mis en évidence par isolement du virus, ou par détection du génome viral par PCR à partir d'organes (amygdales, rate, ganglions) ou de sang de suidés virémiques, prélevé sur tube EDTA ou sur écouvillon sec.

Les anticorps dirigés contre le virus de la PPA sont mis en évidence par ELISA à partir du sérum. Le LNR a validé l'emploi d'une nouvelle matrice, le sérum, pour la détection du génome viral PPA, après extraction automatisée sur billes magnétiques et mise en œuvre de kits PCR agréés (3). Ces nouvelles méthodes ont été accréditées en 2022

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

3 méthode(s)

Intitulé et brève description de chacune de ces méthodes

- Méthode de détection du génome du virus de la Peste Porcine Africaine ID Gene ® ASF Duplex (Innovative Diagnostics) version 3 du 01/12/2022.
Les modifications suivantes ont été apportées : Ajout méthode d'extraction automatisée par adsorption sur billes magnétiques pour la matrice sérum
- Méthode de détection du génome du virus de la Peste Porcine Africaine par PCR temps réel, amplification avec le BIO-T Kit ® ASFV (Biosellal) version 3 du 01/12/2022.
Les modifications suivantes ont été apportées : Ajout méthode d'extraction automatisée par adsorption sur billes magnétiques pour la matrice sérum
- Méthode de détection du génome du virus de la Peste Porcine Africaine par PCR temps réel, amplification avec le kit ADIAVETTM ASFV (Adiagene – Bio X Diagnostics) version 3 du 01/12/2022.
Les modifications suivantes ont été apportées : Ajout méthode d'extraction automatisée par adsorption sur billes magnétiques pour la matrice sérum

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

0 analyse(s)

Détail par type d'analyse de première intention

Depuis la mise en place du réseau de laboratoires agréés PPA au 1er octobre 2018, les analyses de première intention sont réalisées dans l'un des 2 laboratoires du réseau métropolitain (Inovalys le Mans ou L2A, Strasbourg), complété depuis le 7/10/2021 par le laboratoire du CIRAD en Guadeloupe

3.2 Analyses officielles de confirmation

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

0 analyse(s)

Détail par type d'analyse de confirmation

Sans objet

3.3 Autres analyses

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

3429 analyse(s)

Détail par type d'autres analyses

Le LNR assure les contrôles sanitaires de l'élevage expérimental du site. Il organise des EILA et participe aux EILA qu'il organise ainsi qu'à celui du LRUE. L'organisation d'EILA nécessite également un certain nombre d'analyses pour répondre aux normes (stabilité, homogénéité...). Des analyses ont également été effectuées sur des prélèvements réalisés lors d'essais expérimentaux de 2022, conduisant à une augmentation d'activité par rapport à 2021 (1000).

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

Au plan national : le LNR a participé à l'EILA PCR PPA qu'il a organisé.

Au plan européen, le LNR a participé à l'EILA portant sur les méthodes sérologiques : ELISA et IFMA et sur les méthodes virologiques : PCR et Isolement viral, organisés par le Laboratoire de Référence de l'UE.

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)

Les réactifs produits par le LNR PPA pour son fonctionnement sont essentiellement des souches virales et des cellules primaires ou de lignée pour la culture du virus PPA :

- Antigène (cultures cellulaires infectées) nécessaire à la mise en œuvre de la méthode IFMA utilisée pour le diagnostic sérologique de référence
- Macrophages alvéolaires porcins (PMA) pour la culture du virus PPA

Nombre de lots produits dans l'année

1 lot de Cultures cellulaires infectées pour IFMA (réactif pour recontrôle sérologique)

4 lots de PMA 2 Souches virales

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

L'activité de production de ces matériaux est stable sur les 5 dernières années.

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)

Les matériaux de référence produits par le LNR PPA pour son fonctionnement correspondent à :

- des panels de sérums de contrôle de lots de kits ELISA,
- des panels d'ADN de contrôle de lots de kits PCR.

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

- des panels de sérums,
- des panels d'ADN.

Nombre de lots produits dans l'année

0

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

L'activité de production de ces matériaux est stable sur les 5 dernières années. Il n'y a pas eu besoin de renouveler les stocks cette année.

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)

Pour lui et son réseau de laboratoires agréés pour le diagnostic de la PPA, le LNR produit des matériaux de référence destinés à servir de contrôles positifs ou négatifs pour les différentes méthodes de diagnostic :

En sérologie, ce sont des sérums calibrés pour les méthodes sérologiques (ELISA).

En virologie, ce sont des souches inactivées ou des ADN calibrés servant de témoins positifs de PCR ou d'extraction sur matrice liquide ou solide.

Certains matériaux de référence produits peuvent également être distribués aux producteurs de trousse de diagnostic de la PPA

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

Sérums positifs calibrés

Souche inactivée

ADN

Nombre de lots produits dans l'année

Sérums positifs calibrés: 0

Souche inactivée: 0

ADN: 0

Nombre d'unités distribuées au plan national

Sérums positifs calibrés : 480 ml

Souche inactivée: 6 unités de 250µl

ADN : 0

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

L'activité de production de ces matériaux est stable sur les 5 dernières années. Il n'y a pas eu besoin de renouveler certains stocks cette année.

Le LNR réalise des contrôles de réactifs commerciaux

Oui

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

Le LNR réalise systématiquement des contrôles initiaux et des contrôles lot par lot des kits ELISA et PCR pour le diagnostic de la PPA.

Des contrôles aléatoires de lots peuvent être réalisés en fonction des remontées des laboratoires sur une éventuelle dérive d'un lot.

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

Nombre de lots contrôlés dans l'année

- Kits ELISA : 3
- Kits PCR : 2

Plus une pré-évaluation de kit PCR et un essai comparatif pour un prototype ELISA

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

L'évolution du nombre de lots contrôlés par le LNR est stable au cours des 5 dernières années.

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 GECU (Groupe d'expertise collective en urgence) PPA
- Membre du comité national porcin de lutte pour les pestes porcines
- Membre du groupe de suivi de la plateforme ESA pour la surveillance des pestes porcines chez le porc domestique
- Membre du groupe de suivi de la plateforme ESA pour la surveillance des pestes porcines chez les sangliers sauvages
- Membre du groupe de travail sur les réactifs, piloté par l'Anses.
- Membre de la commission AFNOR U47,

5.3 Dossiers de demande d'agrément

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

1 dossier(s)

Détail de ces activités et estimation du temps consacré

Extension du réseau de laboratoires agréés pour le diagnostic de la PPA :

Étude de la conformité du dossier présenté par le laboratoire postulant, au cahier des charges précisant les conditions de détention et de manipulation du virus de la PPA et de la PPC,

Echanges avec le laboratoire,

Audit de biosécurité sur site,

Fourniture de matériaux de référence (souches inactivées, sérums de contrôles positifs et négatifs)

Organisation d'un essai d'aptitude en sérologie (ELISA) et virologie (PCR) au premier trimestre 2023

Rédaction du rapport

Temps consacré : 1 semaine

5.4 Activités d'appui

Description de ces activités et estimation du temps consacré

Le LNR PPA n'est pas en relation directe avec un réseau de professionnels de la filière porc, mais est très régulièrement sollicité par téléphone, mails etc. Il est aussi souvent sollicité par les DDPPs, la DGAI, ou les laboratoires d'analyses vétérinaires. Une adresse email de contact existe pour le LNR PPA, indiquée dans toutes les notes de service: uvip@anses.fr

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

3 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

1 EILA

Nom de l'EILA

EILA PCR PPA

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

Non

Nombre de laboratoires participants

4 laboratoire(s)

Nombre de laboratoires agréés participants

3 laboratoire(s) agréé(s)

Le LNR a-t-il participé à l'EILA?

Oui

Nombre de laboratoires participants en cours de demande d'agrément

0 laboratoire(s) en demande d'agrément

Nombre d'autres laboratoires participants

0 laboratoire(s)

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

Réseau en augmentation

**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

Un laboratoire non agréé par la DGAL a participé à un essai bilatéral avec le LNR dans le cadre du maintien de son accréditation pour la PCR PPA

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

0 session(s) de formation

Autres formations dans le cadre des activités du LNR

Sans objet

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

Oui : Activation du niveau de surveillance 2B du Réseau SAGIR à la frontière franco-allemande et à la frontière franco-italienne.

7.2 Autres activités de surveillance

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

Non

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
ASFV-989	Développement d'un vaccin contre la PPA à délivrer par voie orale ou intramusculaire	en cours
IPPA	Thèse en cotutelle ANSES/INRAE cartographie à haut débit des Interactions virus-hôte : de l'identification de nouveaux facteurs de pathogénicité et de virulence au développement de nouvelles voies d'atténuation pour le virus de la Peste Porcine Africaine	en cours
ASFVInt	Projet ICRAD (financement ANR) Decoding a virus Achille's heel : the African swine fever virus	en cours
EVOLPPA	Etude de l'évolution génétique de différentes souches de virus de la peste porcine africaine	en cours

9. Relations avec le CNR

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

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

Animal Health Research Centre - Centro de Investigación en Sanidad Animal

EU Reference Laboratory for African Swine Fever & FAO Reference Centre for African Swine Fever

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CISA),

Ministry of Economy and Competitiveness Valdeolmos, 28130, Madrid, SPAIN

Le LNR a participé au Workshop organisé par le LRUE

Oui. En raison de la situation sanitaire liée à la pandémie Covid-19, le LRUE a organisé son workshop annuel en visioconférence

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 nouveau besoin de formation du LNR

Questions posées au LRUE par le LNR dans l'année

Sans objet

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

Sans objet

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

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

Aucun

ANNEXES

Liste des publications et communications 2022 dans le cadre du mandat de LNR Peste Porcine Africaine

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

Halfon, T. 2022. Interview M-F Le Potier : « PPA : le meilleur outil de lutte reste la biosécurité. » La Semaine Vétérinaire. 1949: 24-25.

Amat, J.-P., E. Cardinal, S. Carles, J. Cauchard, C. Dupuy, S. Falala, G. Gerbier, V. Hénaux, Y. Lambert, C. Trévenec, R. Lancelot, O. Bourry et M.-F. Le Potier. 2022. "Premier cas de peste porcine africaine en Italie continentale." Plateforme ESA - Centre de ressources épidémiologie et santé animale.

Amat, J.-P., E. Cardinal, S. Carles, J. Cauchard, C. Dupuy, S. Falala, G. Gerbier, V. Hénaux, Y. Lambert, C. Trévenec, R. Lancelot, O. Bourry et M.-F. Le Potier. 2022. "Cas de peste porcine africaine (PPA) en Italie continentale." Plateforme ESA - Centre de ressources épidémiologie et santé animale.

Publications scientifiques nationales et internationales

Le Potier, M.-F., V. Allain, M. Le Dimna, E. Hutet, S. Gorin, S. Quéguiner, C. Deblanc, S. Hervé, P. Renson, G. Simon, S. Rossi, D. Stéphanie, O. Bourry, S. Wendling et N. Rose. 2022. "Bilan de la surveillance à l'égard des pestes porcines classique et africaine en France en 2017, 2018 et 2019 : la France maintient son statut indemne." Bulletin Epidémiologique, Santé Animale et Alimentation **94** (11) : 1-14.

Dupré, J., M.-F. Le Potier, D. Vitour et G. Caignard. 2022. "Modulation de la réponse immunitaire innée par le virus de la peste porcine africaine." Virologie **26**(5): 387-400.

Bourry, O., E. Hutet, M. Le Dimna, P. Lucas, Y. Blanchard, A. Chastagner, F. Paboeuf et M.-F. Le Potier. 2022. "Oronasal or Intramuscular Immunization with a Thermo-Attenuated ASFV Strain Provides Full Clinical Protection against Georgia 2007/1 Challenge." Viruses **14**(12): 2777.

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

Pereira De Oliveira, R., L. Vial et M.-F. Le Potier. 2022. Quantification of ASFV DNA and RNA in Ornithodoros Soft Ticks. Methods in Molecular Biology. C. L. Netherton, Springer Nature 2022. **2503**: 105-118.

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

Dupré, J., A. Fablet, E. Hutet, S. Messaoudi, O. Bourry, Y. Jacob, S. Zientara, D. Vitour, M.-F. Le Potier et G. Caignard. 2022. Cartographie à haut débit des interactions virus-hôte: identification de nouveaux facteurs de virulence et de pathogénicité pour le virus de la Peste Porcine Africaine. XXIV^{es} journées Francophones de virologie, Strasbourg, France, 11-12 avril.

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

Bourry, O., E. Hutet, M. Le Dimna, P. Lucas, Y. Blanchard, A. Chastagner, F. Paboeuf et M.-F. Le Potier. 2022. Characterization of an attenuated strain of African swine fever virus providing sterilizing immunity after intramuscular or oronasal immunization. ESVV - 12th International congress for veterinary virology, Ghent, Belgique, 20-23 September

Dupré, J., M. Le Dimna, A. Fablet, E. Hutet, Y. Jacob, O. Bourry, S. Zientara, D. Vitour, M.-F. Le Potier et G. Caignard. 2022. "High-throughput mapping of virus-host interactions to identify new factors of virulence and pathogenicity for ASFV." ESVV - 12th International congress for veterinary virology, Ghent - Belgique, 20-23 September.

Messaoudi, S., A. Karger, C. Netherton, C. Alonso, G. Caignard, P. Adler et M-F Le Potier. 2022. "Decoding a virus Achilles heel: the African swine fever virus interactome." EPIZONE 14th Annual Meeting Barcelona, Espagne, 18-20 May.

Dupré, J., A. Fablet, E. Hutet, S. Messaoudi, O. Bourry, Y. Jacob, S. Zientara, D. Vitour, M.-F. Le Potier and G. Caignard. 2022. High-throughput mapping of virus-host interactions to identify new factors of virulence and pathogenicity for ASFV. EPIZONE - 14th Annual Meeting, Barcelona, Espagne, 18-20 May.

Conférences sur invitation

Bourry, O., E. Hutet, M. Le Dimna, P. Lucas, Y. Blanchard, A. Chastagner, F. Paboeuf et M.-F. Le Potier. 2022. Caractérisation d'une souche atténuée de virus de la peste porcine africaine (PPA) à potentiel vaccinal. Journée d'information et d'échanges de la filière porcine. Ploufragan, France, 29 novembre.

Bourry, O. 2022. ASF vaccine: an urgent need against a spreading epidemic. Colloque scientifique annuel d'Arbo-France, Paris, France, 13-14 octobre.

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

Brevet

Le Potier, M-F, O. Bourry, E. Hutet, M. Le Dimna, A. Chastagner, F. Paboeuf, Y. Blanchard et P. Lucas. 2022. Attenuated African Swine Fever Virus and its use as a vaccine. France EP 4 036 226 A1, publié le 03.08.2022.