



Rapport annuel d'activité, année 2021

Laboratoire National de Référence

Influenza aviaire et Maladie de Newcastle

Nom du responsable du LNR

Influenza aviaire : Béatrice GRASLAND

Maladie de Newcastle : Éric NIQUEUX

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 et Parasitologie Aviaires et Cunicoles (VIPAC)

Nom du ou des laboratoires ayant collaboré avec le LNR dans le cadre de son mandat sur l'exercice considéré

Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort

Nom des unités ayant collaboré avec le LNR dans le cadre de son mandat sur l'exercice considéré

Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort - Site de Ploufragan : Unité Épidémiologie, santé et bien-être (EPISABE).

Dangers sanitaires de catégories 1 et 2 couverts par le mandat

Le rapport annuel d'activité présenté ici est commun pour les 2 mandats de référence pour l'influenza aviaire et la maladie de Newcastle.

Le règlement UE 2016/149 « loi santé animale » est entré en application le 21/04/2021. Il modifie les catégories des maladies animales par rapport à l'arrêté du 29 juillet 2013, relatif à la catégorisation des dangers sanitaires :

- Virus de l'influenza aviaire (IA) hautement pathogène (HP) : maladie de catégorie ADE pour toutes les espèces d'oiseaux (anciennement catégorie 1).
- Virus de l'influenza aviaire des sous-types H5 et H7, faiblement pathogène (FP) : maladie de catégorie DE pour toutes les espèces d'oiseaux (anciennement catégorie 1).
- Virus de la maladie de Newcastle (MN) / paramyxovirus aviaires de type 1 (APMV-1) : maladie de catégorie ADE pour toutes les espèces d'oiseaux (anciennement catégorie 1).

Les faits marquants de l'année

- Epizootie d'influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) durant les hivers 2020-2021 et 2021-2022 : La France a été frappée comme beaucoup de pays européens, par une importante épizootie d'IAHP au cours de l'hiver 2020-2021 avec 519 cas d'IAHP confirmés. Les virus ayant circulé lors de cette épizootie appartenaient tous au clade 2.3.4.4b de la lignée A/goose/Guangdong/1/1996. Trois sous types de virus parmi les sous-types caractérisés en Europe ont été détectés en France : majoritairement A(H5N8) (465 cas), A(H5N3) et A(H5N1). Tous les virus de sous-type A(H5N8) présentaient le même génotype correspondant au génotype principal rapporté en Europe. Presque la totalité des foyers en élevage de volailles en France étaient localisés dans des élevages de palmipèdes dans le Sud-Ouest de la France. Au cours de l'épizootie d'IAHP de cet hiver 2021-2022, le sous-groupe principal en Europe et en France est le sous-type A(H5N1) avec près de 95% des cas. La France a de nouveau été fortement affectée dans un premier temps dans des élevages dans le Nord début Décembre puis dans les élevages de palmipèdes du Sud-ouest à partir de mi-décembre, avec une accélération de la diffusion début janvier 2022. Au cours de 2021, le LNR IA a réalisé près de 3000 analyses dans le cadre de la surveillance événementielle.

Afin de pouvoir accélérer le diagnostic d'IA lors de ces deux épizooties d'IAHP, le LNR a mis en place des RT-PCR temps réel de gène H5 de virus IAHP du clade 2.3.4.4b, du gène de neuraminidase de sous-type N8 et de sous-type N1. De plus, le régime d'astreintes de week-end et jours fériés au sein de l'équipe du LNR IA a été mis en place dès fin octobre 2020 jusqu'au mois de mars 2021 et de nouveau à partir d'octobre 2021 afin de pouvoir assurer la

continuité des analyses officielles les WE, en cas de suspicion d'infection par les virus IAHP.

Au cours de ces deux épizooties, des cas d'infection humaine par un virus IAHP A(H5N8) en Russie et par un virus IAHP A(H5N1) au Royaume-Uni ont été décrits amenant à une analyse du risque de transmission de ces virus à l'homme, analyse réalisée conjointement par Santé Publique France, les centres nationaux de références des maladies virales respiratoires et l'ANSES avec le LNR IA.

- L'étude scientifique pour caractériser les souches de virus influenza aviaire faiblement pathogènes (IAFP) circulant dans les élevages de la filière palmipèdes gras et leur épidémiologie s'est poursuivie jusqu'au 31 décembre 2021. Après criblage en laboratoires agréés ou reconnus sur la présence de virus d'influenza aviaire, l'Anses a réalisé l'analyse sans délai pour le typage des souches de virus IAFP circulantes et leur suivi. Dans le cadre du maintien de cette action de surveillance spécifique des détections d'IA avant mouvement, correspondant à environ 500 analyses effectuées en 2021, et des deux épizooties d'IAHP survenues en France les hivers 2020-2021 et 2021-2022, l'exercice des missions du LNR a nécessité une mobilisation soutenue du personnel technique et d'encadrement de l'unité VIPAC.

- Depuis 2020, plusieurs élevages de dindes reproductrices en Bretagne ont été infectés par un virus influenza A(H1N2), proches du virus influenza porcine qui a émergé en 2020 en filière porcine et qui a largement diffusé en 2021 ; et proche d'un virus ayant provoqué une grippe chez un éleveur porcine en septembre 2021 en Bretagne. Onze nouveaux élevages de dindes reproductrices ont de nouveau été détectés positifs pour ce virus au cours de l'année 2021. Le LNR a participé à l'élaboration de l'avis du Haut Conseil de la santé publique relatif à la prévention de la transmission à l'Homme des virus influenza porcins et aviaires en décembre 2021.

- L'activité de caractérisation des APMV-1 virulents (déjà sporadiques les années précédentes, avec environ 10 cas en moyenne) continue sa diminution : seul 1 cas de suspicion clinique sur des colombiformes captifs a été transmis pour analyses complémentaires au LNR au cours de l'année 2021.

- Renouvellement par le COFRAC des accréditations du laboratoire pour l'organisation d'essais de comparaisons inter-laboratoires selon NF EN ISO/CEI 17043 (audit octobre 2021) et pour la réalisation d'essais selon la norme 17025 (audit mai 2021).

Abréviations

APMV-1 : avian paramyxovirus de type 1 (virus de la maladie de Newcastle)

IDG : immunodiffusion en gélose

IHA : test d'inhibition de l'hémagglutination

1. Méthodes développées ou révisées

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

3 méthode(s)

Intitulé et brève description de chacune de ces méthodes

- 1 méthode adoptée pour la détection du gène N1 par RT-PCR temps réel sur la base de la publication de Hoffmann et al. (2016)
- 2 méthodes adoptées de détection du site de clivage de gène H5 et de gène H7 de virus influenza aviaire par RT-PCR et séquençage Sanger selon Slomka et al (2017)

Informations complémentaires

Sans objet

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 (de biotypage, sérotypage, caractérisation moléculaire...)

60 analyse(s)

Détail par type d'analyse de première intention

Cette activité est sporadique dans le cadre des contrôles officiels : les analyses de première intention, effectuées en routine par les laboratoires agréés, ne sont mises en œuvre qu'à titre exceptionnel par le LNR et uniquement à la demande de la DGAL. En 2021, le LNR a tout de même réalisé des analyses de première intention pour des investigations complémentaires sur des foyers d'IAHP, notamment des analyses de détection par RT-PCR temps réel gène H5 et H5 de clade 2.3.4.4b de virus IA sur des prélèvements d'environnement (chiffonnettes) (environ 60) puis de confirmations en cas de résultats positifs .

3.2 Analyses officielles de confirmation

Nombre d'analyses officielles de seconde intention réalisées dans l'année (de biotypage, sérotypage, caractérisation moléculaire...)

5695 analyse(s)

Détail par type d'analyse de confirmation

- Analyses sérologiques de détection des anticorps spécifiques des virus IA par méthode IHA de confirmation (enquête sérologique IA en élevage, surveillance des troupeaux reproducteurs de palmipèdes, suivi des foyers et des zones réglementées, exportation, ...) : 2722 analyses

- Typages moléculaires des virus IA et MN : au total 2973 analyses (détection des sous-types H5HP, N8, N1 par RT-PCR temps réel, du motif de clivage H5, du motif de clivage H7, du motif de clivage F APMV1, de typage HA, de typage NA) : 971 RT-PCR temps réel spécifiques des sous-types H5HP + (825+136) 961 RT-PCR temps réel spécifiques des sous-types N8 ou N1 + 450 RT-PCR (de gènes HA et NA) + 291 séquençages Sanger; 1 RT-PCR (MN), 300 pré-amplifications pour analyses de séquençage par NGS

L'augmentation du nombre d'analyses de biologie moléculaire réalisée en 2021 par rapport aux années précédentes (2019 et 2020) s'explique par les nombreux foyers d'infections en élevage et en faune sauvage dues à des virus IA H5 HP, majoritairement dans le Sud-Ouest de la France, d'une part lors de l'épizootie d'IAHP de l'hiver 2020-2021 qui avait commencé en novembre 2020, et d'autre part lors de l'épizootie d'IAHP de l'hiver 2021-2022 qui a commencé fin novembre 2021.

3.3 Autres analyses

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

3165 analyse(s)

Détail par type d'autres analyses

Analyses réalisées dans le cadre des auto-contrôles réglementaires et de la convention d'étude scientifique des souches de virus IA FP circulant dans les élevages de la filière palmipèdes gras : 447

- Détection du gène H5 des virus IA en RT-PCR temps réel : 8
- Détection du gène H7 des virus IA en RT-PCR temps réel : 8,
- Détection du gène H5HP clade 2.3.4.4b en RT-PCR temps réel : 115
- Détection du gène N8 ou N1 en RT-PCR temps réel : 25+93=118
- Typage moléculaire des virus IA : 138 RT-PCR + 60 séquençages Sanger

Analyses réalisées dans le cadre des productions et des contrôles, pour la fabrication des réactifs et matériaux de référence :

- Ovocultures (production et contrôle d'inactivation) : 2
- Identifications par IHA : 2
- IHA pour la détection / titrage des anticorps : environ 200
- IDG pour la détection des anticorps contre les virus IA : 200

Analyses effectuées dans le cadre des autocontrôles des troupeaux EOPS (poule, canard, dinde) et des troupeaux conventionnels de volailles de l'Anses Ploufragan : 2314 analyses distribuées comme suit,

- IHA pour la détection / titrage des anticorps contre les APMV-1 : 1314
- IDG pour la détection des anticorps contre les virus Influenza A : 1000

L'activité d'analyses dans le cadre des auto-contrôles sur les souches de virus IA FP circulant dans les élevages de la filière palmipèdes gras, (mis en place depuis le 1er décembre 2017) a été maintenue jusqu'au 31 décembre 2021 dans le cadre d'une convention d'étude scientifique (DGAI / Anses / CIFOG / ENVV). Le cadre réglementaire dans lequel cette action de surveillance était menée, est modifié suite à l'entrée en vigueur de la loi santé animale en avril 2021. Pour l'année 2022, il devra être statué si les autorités sanitaires françaises souhaitent poursuivre cette surveillance.

En dehors des analyses effectuées dans le cadre de cette étude, les analyses hors contexte officiel correspondent à une activité de référence purement interne au LNR (hors activité des projets de recherche): le volume des analyses liées au contrôle des réactifs de référence et du statut sanitaire des troupeaux EOPS ne devrait pas connaître d'évolution notable prévisible.

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

Les LNR IA et MN ont participé à 6 EILA en 2021:

- National : en mai et juin 2021 : EILA pour la détection de génome de virus influenza aviaire selon les méthodes de RT-PCR temps réel gène M, gène H5 et gène H7 (biologie moléculaire), la méthode d'immunodiffusion en gélose (IDG) Influenza Aviaire et la méthode d'inhibition de l'hémagglutination (IHA) PMV-1, organisés par le LNR Anses Ploufragan. La participation de l'unité VIPAC, pour les EILA dont le LNR est l'organisateur, fait intervenir du personnel habilité n'intervenant pas dans l'organisation des EILA correspondants (absence de risque de conflit d'intérêt).
- International : en avril-mai 2021 : 3 EILA pour diverses méthodes sérologiques, virologiques concernant IA et MN (identification des virus par IHA et IDG IA, IHA APMV-1, IHA IA H5, IHA IA H7 et RT-PCR (M, H5, H7, H9, N1, N3, N5, N8, APMV-1)), organisés par le LRUE

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)

Souches vivantes et antigènes inactivés.

Nombre de lots produits dans l'année

Antigènes inactivés : 3 lots d'antigènes inactivés (253 ml au total)

Deux souches vivantes isolées et amplifiées sur œufs

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

Le volume des productions de souches et d'antigènes pour usage interne du LNR est stable en 2021 par rapport aux trois années précédentes.

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

Oui

Types de réactifs produits et fournis (antigènes, kits, autres)

Antigènes inactivés (avec certificat de contrôles) pour techniques sérologiques IHA et immunodiffusion en gélose (IDG) et sérums

Nombre de lots produits dans l'année

3 lots d'antigènes inactivés (253 ml au total)

5 lots de sérum anti-virus IA ou APMV-1 (729 ml au total)

Nombre d'unités distribuées au plan national

Antigènes : 15 laboratoires fournis pour un total de 977 ml (moyenne : 10 ml ; 1 à 50 ml).

Sérums : 16 laboratoires fournis pour un total de 304 ml (moyenne : 4,5 ml ; 1 à 20 ml).

Réactifs Biologie Moléculaire : 24 lots fournis

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

Le volume des productions et fournitures d'antigènes à destination du réseau de laboratoires est stable depuis 2018 et ce malgré les épizooties d'IAHP de 2020-2021 et de 2021-2022.

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)

Contrôles positifs et négatifs pour techniques sérologiques et moléculaires.

Trousses d'échantillons issus de prélèvements effectués en élevage ou lors d'essais expérimentaux, sélectionnés pour le contrôle de trousse commerciales de RT-PCR temps réel IA et préparations de matrices pour EILA.

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

Sérums de contrôle positifs et négatifs pour les techniques sérologiques IHA et IDG.

ARN extraits pour les techniques de RT-PCR / séquençage.

Surnageants d'écouvillons oropharyngés, trachéaux ou cloacaux de poules, dindes ou canards.

Nombre de lots produits dans l'année

Même volume que pour les réactifs à usage du LNR

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

Le niveau de production de matériaux de référence à usage interne du LNR pour les techniques sérologiques et moléculaires reste stable couvrant les besoins strictement internes.

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)

Contrôles positifs et négatifs pour techniques sérologiques et moléculaires (fournis aux laboratoires d'analyses ou aux fabricants de trousse commerciales de diagnostic).

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

Sérums de contrôle positifs et négatifs (avec certificats de contrôle) pour les techniques sérologiques IHA et IDG.

Pour les techniques de RT-PCR temps réel IA : matrices négatives, antigènes inactivés pour contrôle positif d'extraction, ARN encapsidé pour contrôle positif non-cible interne de réaction (IPC), ARN transcrits ou ARN viraux pour contrôle positif (avec certificats de contrôle).

Nombre de lots produits dans l'année

5 lots de sérum anti-virus IA ou APMV-1 (729 ml au total)

Nombre d'unités distribuées au plan national

Antigènes : 15 laboratoires fournis pour un total de 977 ml (moyenne : 10 ml ; 1 à 50 ml).

Sérums : 16 laboratoires fournis pour un total de 304 ml

Matrices négatives : 4 lots fournis

Témoin d'extraction : 39 lots fournis

ARN témoins: 24 lots fournis

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

Le volume de matériaux de référence fournis pour les techniques sérologiques en 2021 est stable par rapport aux trois années précédentes et en diminution par rapport aux volumes fournis en 2016 et 2017 (correspondant à deux épisodes successifs d'infections à virus IA H5 HP en élevage de souches différentes entre les épizooties 2015-2016 et 2016-2017).

La fourniture de matériaux de référence spécifiques pour les techniques de biologie moléculaire (témoin d'extraction, ARN encapsidés, ARN transcrits) est en diminution par rapport aux trois années précédentes compte tenu de la possibilité de mise en œuvre, par les laboratoires agréés et reconnus, de trousse commerciales préalablement contrôlées par le LNR et officialisées par la DGAL, ne nécessitant pas l'emploi de ces réactifs.

Le LNR réalise des contrôles de réactifs commerciaux

Oui

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

Contrôles initiaux de conformité des trousse de diagnostic de l'influenza aviaire par méthodes de RT-PCR temps réel ciblant les gènes M, H5 ou H7 et si modifications majeures des kits.

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

0

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

L'activité de contrôle des réactifs commerciaux est récente, puisqu'elle a débuté au dernier trimestre 2017 et l'essentiel du travail de contrôle initial a été réalisé jusqu'en 2018. En 2019, une campagne annuelle unique avait été ouverte avec appel à manifestation d'intérêt à

destination des producteurs de trousses : aucune demande de contrôle initial de conformité n'avait été reçue par le LNR.

5. Activités d'appui scientifique et technique

5.1 Demandes d'appui scientifique et technique (AST) des ministères (de l'agriculture, de la santé, etc...) 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...).

Le LNR est membre du Groupe d'Expertise Collective en Urgence (Gecu) IAHP de l'Anses (Direction de l'évaluation des risques), qui a répondu à 3 saisines successives de la DGAL : Saisine n° 2021-SA-0022 (1ère partie) : retour d'expérience sur la crise influenza aviaire hautement pathogène 2020-2021.

Saisine n° 2021-SA-0022 (2ème partie): retour d'expérience sur la crise influenza aviaire hautement pathogène 2020-2021.

Saisine n° 2021-SA-0022 (3ème partie) : retour d'expérience sur la crise influenza aviaire hautement pathogène 2020-2021.

La DGAL a également sollicité les responsables des LNR IA/MN pour des demandes, soit directement, soit dans le cadre de la plateforme ESA :

- Pour participer aux groupes de travail organisés par la DGAL avec les organisations professionnelles sur le retour d'expérience de l'épizootie IAHP de 2020-2021
- pour contribution à la rédaction de plusieurs notes de situation nationale ou internationale publiées par la plateforme ESA,
- pour contribuer au point de situation vis-à-vis de l'influenza aviaire auprès des organisations professionnelles des filières avicoles

- pour animer et participer à des groupes de travail plateforme ESA afin de proposer des protocoles de surveillance de l'IA en France à partir de 2022 suite à la mise en application de la loi santé animale en avril 2021

A la demande de l'EFSA :

- le responsable adjoint du LNR (en coordination avec la DGAL et l'Office Français pour la Biodiversité / OFB) a participé à la relecture pour amendement des lignes directrices publiées par l'EFSA, concernant les modalités de transfert des données de surveillance de l'IA
- le responsable adjoint du LNR a également contribué à la rédaction des paragraphes concernant les détections de virus IAHP H5 et IAFP en France, pour inclusion dans les rapports trimestriels de l'EFSA.

5.3 Dossiers de demande d'agrément

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

2 dossier(s)

Détail de ces activités et estimation du temps consacré

- Echanges avec le bureau des laboratoires de la DGAL pour la reconnaissance du laboratoire SOCSA 32 pour la détection de virus IA par biologie moléculaire
- Examen du dossier du LPL40 pour l'autorisation d'utiliser un automate d'extraction d'ARN

5.4 Activités d'appui ou de conseil aux autorités ou aux professionnels

Les partenaires du réseau de laboratoires agréés et reconnus de criblage, le Bureau de la santé animale (BSA) ou la Mission des urgences sanitaires (MUS) de la DGAL, les DDPP (directions départementales de la protection des populations) et les professionnels impliqués dans la surveillance de l'IA sur le terrain, ont pour recommandation d'adresser systématiquement tous leurs messages d'alerte ou de demandes d'information via une adresse générique de messagerie électronique, partagée entre les 7 scientifiques contacts du LNR, pour que le message puisse être pris en charge immédiatement. De même pour les demandes d'informations spécifiques ou les appels téléphoniques, qui sont ensuite orientés vers un scientifique dédié (en fonction des champs de compétences de chacun).

Pour 2021, en fonction de l'activité de diagnostic essentiellement liée à l'IA avec les deux épizooties d'IAHP en France, le nombre de sollicitations a varié d'en moyenne 1 à 2 contacts par semaine jusqu'à plusieurs contacts quotidiens (week-ends inclus au cours des deux périodes d'hiver) notamment avec la Mission des Urgences Sanitaires de la DGAL et des DDPP au cours des épizooties de l'hiver 2020-2021 et de l'hiver 2021-2022.

La liste des méthodes d'essai disponibles au LNR, les recommandations aux demandeurs d'essai pour l'envoi d'échantillons et les bases des avis et interprétations accompagnant les résultats d'essais sont publiées en ligne sur le site de l'Anses.

Suite aux premiers foyers d'IAHP, une note de service du LNR a été mise à jour et envoyée au bureau MUS de la DGAL, pour transmission aux DDPP, indiquant les contacts, coordonnées du LNR ainsi que les instructions pour la réception de colis au LNR 7jours/7 (gardiens présents sur site du laboratoire). Un système d'astreinte a été mis en place de janvier à mai 2021 et d'octobre 2021 à décembre 2021, qui a notamment été mobilisé tous les week-ends en janvier et février 2021 puis en décembre 2021 pour la réalisation des analyses de diagnostic officiel d'influenza aviaire.

Les responsables du LNR ont présenté la situation d'IAHP en Europe et en France à plusieurs reprises auprès des autorités et des professionnels suite à leur sollicitation et ce en amont de la crise d'IAHP de l'hiver 2021-2022.

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

14 laboratoires

Animation d'un réseau de laboratoires reconnus

Oui

Nom du réseau et/ou description de l'activité du réseau

Réseau impliqué dans la réalisation du diagnostic de l'influenza aviaire par méthodes moléculaires, dans le cadre des autocontrôles réglementaires et de l'étude scientifique des virus IA faiblement pathogènes circulant dans les élevages de canards. Une réunion d'échanges des laboratoires de ce réseau, commune avec le réseau des laboratoires agréés pour le diagnostic d'influenza porcin a été tenue en visioconférence le 19 octobre 2021.

Nombre de laboratoires reconnus dans le réseau

20 laboratoires

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

3 EILA

Nom du 1^{er} EILA

- EILA pour la détection de génome de virus influenza aviaire selon les méthodes de RT-PCR temps réel gène M, gène H5 et gène H7 (biologie moléculaire)

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

Oui

Nombre de laboratoires participants

23 laboratoire(s)

Nombre de laboratoires agréés participants

19 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

3 laboratoire(s)

Détail des autres laboratoires participants: français/étrangers

Laboratoires français non agréés et non reconnus

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

1 laboratoire(s)

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

1 laboratoire(s) agréé(s)

Nature des écarts (limiter aux laboratoires agréés)

un laboratoire jugé non satisfaisant pour le résultat en sensibilité pour la détection de gène H7.

Gestion des écarts (limiter aux laboratoires agréés) : actions mises en œuvre pour l'identification des causes et définition des mesures correctives

un panel envoyé pour élucider le problème ainsi qu'un panel de test qui a permis de corriger l'écart

Suivi de décisions sur l'agrément

Sans objet

Evolution du réseau dans le temps

Maintien des performances dans le temps et un laboratoire reconnu supplémentaire pour la détection de virus IA par RT-PCR en 2021

Nom du 2ème EILA

- EILA pour la méthode d'immunodiffusion en gélose (IDG) Influenza Aviaire

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

Oui

Nombre de laboratoires participants à cet EILA

12 laboratoire(s)

** Au sens de la norme 17043

Nombre de laboratoires agréés participants à cet EILA

8 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

3 laboratoire(s)

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

Laboratoires français non agréés

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

1 laboratoire(s)

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

1 laboratoire(s) agréé(s)

Nature des écarts (limiter aux laboratoires agréés) de cet EILA

le laboratoire a présenté un défaut de spécificité

Gestion des écarts (limiter aux laboratoires agréés) de cet EILA: actions mises en œuvre pour l'identification des causes et définition des mesures correctives

Après échange avec le laboratoire, il s'est avéré que l'erreur provenait d'un défaut de retranscription et non de méthodologie.

Suivi de décisions sur l'agrément pour cet EILA

Sans objet

** Au sens de la norme 17043

Evolution du réseau de cet EILA dans le temps

Maintien des performances dans le temps et stabilité du réseau

Nom du 3ème EILA

- EILA pour la méthode d'inhibition de l'hémagglutination (IHA) PMV-1

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

Oui

Nombre de laboratoires participants à cet EILA

11 laboratoire(s)

Nombre de laboratoires agréés participants à cet EILA

8 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

Laboratoire français non agréés

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

1 laboratoire(s)

** Au sens de la norme 17043

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

1 laboratoire(s) agréé(s)

Nature des écarts (limiter aux laboratoires agréés) de cet EILA

le laboratoire a présenté un défaut de justesse

Gestion des écarts (limiter aux laboratoires agréés) de cet EILA: actions mises en œuvre pour l'identification des causes et définition des mesures correctives

Un stage d'une semaine au LNR sur la technique d'IHA de deux personnes du laboratoire en 2021 a été mis en place.

Suivi de décisions sur l'agrément pour cet EILA

le stage a permis de mettre en œuvre les actions correctives

Evolution du réseau de cet EILA dans le temps

Maintien des performances dans le temps et stabilité du réseau

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

Sans objet

6.4 Formation, organisation d'ateliers

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

2 journée(s)

** Au sens de la norme 17043

Détail de ces activités et nombre de participants par journée

19/10/2021 : Journée en commun pour le réseau des laboratoires pour l'influenza aviaire et la maladie de Newcastle et l'influenza porcin : 80 participants venant de laboratoires agréés ou reconnus, du CNR coordonnateur des virus des infections respiratoires (dont la grippe) de l'institut Pasteur de Paris et des Hospices civils de Lyon, de santé publique France, de la DGAL (bureau de la santé animale, du bureau des laboratoires, de la mission des urgences sanitaires) et de l'OFB étaient présents à cette réunion du réseau de laboratoires. Ont été abordés l'actualité de l'influenza aviaire en Europe et en France, un bilan de l'épizootie d'IAHP de l'hiver 2020-2021, de la stratégie analytique pour les surveillances de l'IA, des évolutions du contexte réglementaire (nouvelle loi santé animale, code terrestre OIE), ainsi que des présentations sur les recherches réalisées au sein des LNR concernant le passage de la barrière d'espèce du virus porcin H1avN2 vers la dinde et l'Homme.

27/05/21 : Journée Anses des LNR et réseaux de laboratoires agréés en santé animale avec une communication orale LNR/ Laboratoire LPL40 sur les interactions entre LNR et laboratoires agréés et reconnus dans un contexte de crise : exemple de la crise d'influenza aviaire de l'hiver 2020-2021

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

1 formation technique pour l'IHA suite à un résultat non satisfaisant à un EILA (2 personnes pendant une semaine)

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

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

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

Surveillance événementielle et dispositif d'autocontrôle sur les souches de virus IA FP circulant dans les élevages de la filière palmipèdes gras

Activités dans lesquelles le LNR a été impliqué dans ce cadre

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)

Oui

Nombre de fiches émises dans Salsa dans l'année:

1 fiche(s)

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

Acronyme	Titre	Statut
QUALIF'AIR	Évaluation de capteurs pour la caractérisation de l'infection par deux agents pathogènes respiratoires aviaires à partir de bio-aérosols	en cours
VIVALDI	Veterinary Validation of Point-of-Care Detection Instrument (Projet EU H2020)	en cours
PREDYT	Identification des déterminants de pathogénicité et de transmissibilité des virus influenza A aviaires H5 hautement pathogènes issus des épizooties françaises de 2015-2016 et 2016-2017 : étude de la cinétique d'excrétion, du tropisme et de la transmission des virus influenza aviaires H5 hautement pathogènes chez le canard domestique	en cours
IAPAG3	Étude des infections causées par les virus IAFP chez le canard prêt à gaver	terminé
COVETLAB Avula	Improved virus isolation for AAV-1: rapid passage in embryonated fowl eggs and non-primary avian cell line alternatives	en cours
COVETLAB Barcode	Évaluation de l'échantillonnage non invasif pour la surveillance des oiseaux sauvages du virus d'influenza aviaire et de l'orthoavulavirus aviaire de type 1 en Europe: spéciation des matières fécales par code à barres ADN	en cours
ISIDORE	Integrated services for Infectious diseases outbreak research	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

CNR Virus des infections respiratoires (dont la grippe).

Organisme porteur du CNR

Laboratoire coordonnateur : Institut Pasteur (Paris), laboratoires associés : Hospices civils de Lyon et Institut Pasteur de la Guyane

Rencontre organisée dans l'année avec le CNR

Oui

Collaboration avec le CNR dans le cadre de la surveillance

- Participation du LNR à la surveillance et à la compréhension de l'épidémiologie des dangers sanitaires zoonotiques sur l'influenza aviaire en lien avec la DGAL, Santé Publique France et les centres nationaux de référence (CNR) pour les virus respiratoires, notamment pour caractériser les marqueurs moléculaires de transmission à l'homme des virus IA, en particulier pour le virus IAHP A(H5N8) de 2020, après l'annonce de cas de grippe aviaire chez l'homme en Russie en décembre 2020, pour le virus IAHP A(H5N1) après l'annonce de cas de grippe aviaire chez l'Homme au Royaume-Uni en décembre 2021 et pour le virus influenza A(H1N2) circulant chez le porc et la dinde après l'annonce de cas de grippe porcine chez l'Homme en France en septembre 2021.

Collaboration avec le CNR dans le cadre de projets de recherche

- partenaires au sein d'un groupement de recherche sur les coronavirus
- projet de recherche commun dans le cadre d'une thèse pour étudier la balance hémagglutinine/neuraminidase de virus influenza humains, porcins et aviaires

Autres collaborations avec le CNR, le cas échéant

Sans objet

Transfert de matériel biologique

Oui

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

European Union Reference Laboratory (EURL) for Avian Influenza and Newcastle Disease
IZSVE : Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Viale dell'Università 10, 35020
Legnaro (PD), Italie

Le LNR a participé au Workshop organisé par le LRUE

oui avec deux présentations du LNR lors du workshop

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

pas de formation proposée

Relations avec le LRUE

Questions posées par le LNR

Echanges avec LRUE influenza aviaire pour le transfert du dossier de validation de méthode de RT-PCR pour séquençage Sanger H5 et H7 avec adoption de la méthode au LNR pour l'intégrer au schéma analytique de diagnostic officiel afin de diminuer le délai de détermination du pathotype

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

- Echanges avec le LRUE, les LNR Belge et Luxembourgeois en septembre pour échange de séquences de génomes complets de virus IAHP H5N8
- Plusieurs échanges avec le LRUE pour l'envoi de séquences de génomes complets de virus influenza hautement pathogènes caractérisés au cours de l'épizootie IA de l'hiver 2020-2021 et de l'hiver 2021-2022 en France
- Envoi d'un rapport au LRUE sur la détection de virus influenza aviaire hautement pathogène A(H7N7) en France déclarée le 28/09/2021 pour infirmer ce cas

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 2021 dans le cadre du mandat de LNR Influenza Porcin

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**

Simon, G. 2021. "Risques associés aux transmissions de virus influenza entre le porc et d'autres espèces animales, dont l'Homme." In: *Proceedings des Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires*: 453-460.

Dommergues, L., E. Garin, N. Rose, S. Wendling, L. Lecarpentier, O. Toulouse, A. Grasteau, C. Dupuy, S. Carles, G. Simon, et S. Hervé. 2021. Rapport d'activité 2020 du Réseau national de surveillance des virus influenza A chez le porc en France métropolitaine. *Plateforme ESA*. 14 pages. <https://www.plateforme-esa.fr/sites/default/files/RappActResavip2020VF.pdf>

Hervé, S., A. Chastagner, S. Quéguiner, N. Barbier, S. Gorin, Y. Blanchard, N. Rose, A. Jardin, L. Dommergues, et G. Simon. 2021. "Diffusion en 2020, dans les élevages de porcs du nord-ouest de la France, d'un virus influenza porcin H1_{av}N2 d'un génotype nouvellement introduit en Bretagne " *Bulletin Epidémiologique, Santé Animale et Alimentation* 92 (2). https://be.anses.fr/sites/default/files/PER-012_2021-01-27_VIP-Herv%C3%A9_VF.pdf

Dommergues L., E. Garin, N. Rose, S. Wendling, L. Lecarpentier, O. Toulouse, A. Grasteau, C. Dupuy, S. Carles, G. Simon, et S. Hervé. Rapport d'activité 2017-2019 du Réseau national de surveillance des virus influenza A chez le porc en France métropolitaine. *Plateforme ESA*. 43 pages. <https://www.plateforme-esa.fr/sites/default/files/RappActResavip2017-2019.pdf>

- **Publications scientifiques nationales ou internationales**

Terrier, O., M. Si-Tahar, M. Ducatez, C. Chevalier, A. Pizzorno, R. Le Goffic, T. Crépin, G. Simon, et N. Naffakh. 2021. "Influenza viruses and coronaviruses: Knowns, unknowns, and common research challenges." *PLOS Pathogens* 17 (12): e1010106. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010106>

Bougon, J., C. Deblanc, P. Renson, S. Quéguiner, S. Gorin, S. Mahé, M. Le Dimna, N. Barbier, F. Paboeuf, G. Simon, et O. Bourry. 2021. "Successive Inoculations of Pigs with Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus 1 (PRRSV-1) and Swine H1N2 Influenza Virus Suggest a Mutual Interference between the Two Viral Infections." *Viruses* 13 (11). <https://doi.org/10.3390/v13112169>

Hervé, S., A. Schmitz, F.-X. Briand, S. Gorin, S. Quéguiner, É. Niqueux, F. Paboeuf, A. Scoizec, S. Le Bouquin-Leneveu, N. Eterradosi, et G. Simon. 2021. "Serological Evidence of Backyard Pig Exposure to Highly Pathogenic Avian Influenza H5N8 Virus during 2016–2017 Epizootic in France." *Pathogens* 10 (5): 621. <https://doi.org/10.3390/pathogens10050621>

Renson, P., C. Deblanc, J. Bougon, M. Le Dimna, S. Gorin, S. Mahé, N. Barbier, F. Paboeuf, G. Simon, et O. Bourry. 2021. "Concomitant Swine Influenza a Virus Infection Alters PRRSV1 MLV Viremia in Piglets but Does Not Interfere with Vaccine Protection in Experimental Conditions." *Vaccines* 9 (4): 356. <https://doi.org/10.3390/vaccines9040356>

- **Ouvrages et Chapitres d'ouvrage**

Bougon, J. 2021. "Etude immuno-virologique de la co-infection par les virus du syndrome dysgénésique et respiratoire porcin et de l'influenza porcin : Mieux comprendre les interactions virales pour mieux contrôler les infections." Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes 1.

- **Communications nationales**

Bougon, J. 2021. "Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) infection attenuates the severity of a subsequent swine influenza A virus (swIAV) infection in pigs." Journées Scientifiques et Doctorales de l'Anses, Webinar, 30st September.

Bougon, J., C. Deblanc, P. Renson, S. Quéguiner, S. Gorin, S. Mahé, M. Le Dimna, N. Barbier, F. Paboeuf, G. Simon, et O. Bourry. 2021. "Successive inoculations of pigs with porcine reproductive and respiratory syndrome virus and swine influenza A virus result in a two-way interference between both infections." The Scientific Meeting Days of ED EGAAL, Webinar, 30 June - 1st July.

Briand, F.-X., A. Chastagner, M. Cherbonnel-Pansart, C. Martenot, P. Massin, Y. Blanchard, A. Scoizec, S. Le Bouquin-Leneveu, N. Rose, A. Schmitz, S. Hervé, É. Niqueux, G. Simon, et B. Grasland. 2021. "Passage de la barrière d'espèce, du porc vers la dinde, d'un virus influenza porcin H1N2 d'un génotype nouvellement introduit dans les élevages de porcs en France." 3rd Resaflu meeting, Webinar, 25 May.

- **Communications internationales**

Naffakh, N., O. Terrier, and members of the GDR ResaFLU Copil (G. Simon, membre du Copil ResaFLU). 2021. "Présentation du Groupement de Recherche ResaFLU sur les virus influenza." XXIIIèmes Journées Francophones de Virologie, Webinaire, 26-27 avril.

Bougon, J., P. Renson, C. Deblanc, S. Quéguiner, S. Gorin, N. Barbier, S. Mahé, M. Le Dimna, F. Paboeuf, G. Simon, et O. Bourry. 2021. "Une infection par le virus du syndrome dysgénésique et respiratoire porcin atténue l'impact d'une infection subséquente par le virus influenza porcin chez le porc." XXIIIèmes Journées Francophones de Virologie, Webinaire, 26-27 avril.

Fablet, C., P. Bourguignon, C. Marois-Créhan, B. Grasland, S. Hervé, V. Dorenlor, V. Tocqueville, C. Bernard, G. Simon, et N. Rose. 2021. "Infection dynamics of Mycoplasma hyopneumoniae, swine Influenza A virus and PCV2 in self replacement gilts: a longitudinal study from weaning to first farrowing." 12th European Symposium of Porcine Health Management (ESPHM), Webinar, 14th - 16th April.

Fablet, C., S. Hervé, V. Dorenlor, F. Eono, E. Eveno, N. Barbier, S. Gorin, A. Keita, G. Simon, et N. Rose. 2021. "Air sample as a welfare friendly substitute for nasal swab to detect swine influenza a virus in pig population?" 12th European Symposium of Porcine Health Management (ESPHM), Webinar, 14th - 16th April.

Peroz, D., A. Chastagner, V. Enouf, S. Hervé, P. Lucas, S. Quéguiner, S. Gorin, V. Béven, S. Behillil, E. Garin, Y. Blanchard, S. van der Werf, P. Leneveu, et G. Simon. 2021. "Bidirectional human-swine transmission of seasonal influenza A(H1N1)pdm09 virus in pig herd, France, 2018." 12th European Symposium of Porcine Health Management (ESPHM), Webinar, 14th - 16th April.

- **Conférences sur invitation**

Simon, G. 2021. "Pathologie respiratoire : La crise des 7 semaines. La grippe peut-elle jouer un rôle dans ce cas ? Comment la diagnostiquer ?" Congrès annuel de l'AFMVP, Rennes, 3 décembre.

Simon, G. 2021. "Risques associés aux transmissions de virus influenza entre le porc et d'autres espèces animales, dont l'Homme." Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires, Tours, 21 octobre.

Hervé, S. 2021. "Surveillance des infections à virus influenza chez les porcins hébergés dans des élevages mixtes porcs/volailles en cas de foyer IAHP." Journée d'informations et d'échanges LNR Influenza aviaire & LNR Influenza Porcin, Webinaire, 19 octobre.

Hervé, S. 2021. "Bilan de la surveillance Influenza porcine 2019-2020 : émergence d'un virus H1N2 d'un nouveau génotype et nouveaux outils de diagnostic." Journée d'informations et d'échanges LNR Influenza aviaire & LNR Influenza Porcin, Webinaire, 19 octobre.

Simon, G. 2021. "Cas d'infection humaine par un virus influenza (H1N2)v d'origine porcine." Journée d'informations et d'échanges LNR Influenza aviaire & LNR Influenza Porcin, Webinaire, 19 octobre.

Simon, Gaëlle. 2021. "Cas d'infection humaine par un virus influenza (H1N2)v d'origine porcine." Comité d'Experts Spécialisés Santé Animale Bien-être Animal (CES SABA), Webinaire, 12 octobre.

Hervé, S., et G. Simon. 2021. "Epizootie à virus H1_{av}N2 en 2020, que connaissons-nous de son étiologie ?" Journée Résavip, Webinaire, 16 juin.

Simon, G. 2021. "Understanding the dynamics and evolution of swine influenza viruses in Europe: relevance for improved intervention and sustainable pig production." 1st ICRAD grant holder meeting, Webinar, 27th May.

Simon, G. 2021. "La Grippe chez le porc." Master 2 Durabilité et Qualité dans les filières de productions animales, Université de Tours, Webinaire, 20 avril.

- **Autres**

Groupe de Suivi Virus Influenza Porcin de la Plateforme ESA. 2021. Résavip - Bulletin d'information national trimestriel - 3^{ème} trimestre 2021. *BINT Résavip* 36. <https://www.plateforme-esa.fr/bulletin-d-information-national-trimestriel-resavip-ndeg36> (S. Hervé, G. Simon, membres du GS-VIP)

- Groupe de Suivi Virus Influenza Porcin de la Plateforme ESA. 2021. Résavip - Bulletin d'information national trimestriel - 2^{ème} trimestre 2021. *BINT Résavip* 35. [https://www.plateforme-esa.fr/sites/default/files/documents/Resavip/2021T2 Resavip BINT.pdf](https://www.plateforme-esa.fr/sites/default/files/documents/Resavip/2021T2%20Resavip%20BINT.pdf) (S. Hervé, G. Simon, membres du GS-VIP)
- Groupe de Suivi Virus Influenza Porcin de la Plateforme ESA. 2021. Résavip - Bulletin d'information national trimestriel - 1^{er} trimestre 2021. *BINT Résavip* 34. <https://www.plateforme-esa.fr/bulletin-d-information-national-trimestriel-resavip-ndeg34> (S. Hervé, G. Simon, membres du GS-VIP)
- Groupe de Suivi Virus Influenza Porcin de la Plateforme ESA. 2021. Résavip - Bulletin d'information national annuel - année 2020. *BINA Résavip*. <https://www.plateforme-esa.fr/article/resavip-bilan-et-resultats-de-la-surveillance-menee-en-2020> (S. Hervé, G. Simon, membres du GS-VIP)
- Groupe de Suivi Virus Influenza Porcin de la Plateforme ESA. 2021. Résavip - Bulletin d'information national trimestriel - 4^{ème} trimestre 2020. *BINT Résavip* 33. <https://www.plateforme-esa.fr/bulletin-d-information-national-trimestriel-resavip-ndeg33> (S. Hervé, G. Simon, membres du GS-VIP)