

---

---

## AVIS

### « Détection précoce et surveillance des infections virales émergentes chez l'animal : Prévenir la prochaine pandémie zoonotique – Enjeux Nord et Sud »

#### I – OBSERVANT QUE :

- Environ 70 % des maladies infectieuses émergentes ou ré-émergentes humaines sont d'origine animale ; celles d'étiologie virale sont souvent dues à des virus à ARN enveloppés, très plastiques et capables de franchir les barrières d'espèce passant de réservoirs animaux de la faune sauvage à l'homme souvent via des animaux domestiques. Il existe aussi des réservoirs animaux infectés par des virus d'origine humaine créant des zoonoses inverses avec de nouveaux réservoirs d'amplification et de mutation virales, certaines de ces mutations *pouvant modifier l'infectivité ou le pouvoir pathogène des variants ainsi générés (Chapitre I, section 1.1).*<sup>1</sup>
- Les zones à forte biodiversité, majoritairement situées dans des pays à revenu faible ou intermédiaire, concentrent l'émergence potentielle de nouveaux agents pathogènes alors que leurs infrastructures de surveillance restent fragiles ou insuffisantes (*Chapitre I, section 1.1*).
- La pression anthropique (élevage intensif, animaux de compagnie et de loisirs, déforestation, urbanisation, changement climatique, déplacements) multiplie les interfaces faune – animaux domestiques – humain et étend l'aire géographique des vecteurs (*Chapitre I, section 1.1 ; Chapitre II, section 2.1.2*).
- Les méthodes de détection précoce existantes comportent deux types d'approches :
  - syndromiques / « ciblées » : tests PCR/LAMP de terrain (± PCR multiplexées), séquençage rapide (ONT et Illumina), métagénomique agnostique, séro-épidémiologie, cultures sur milieux innovants ;
  - systématiques / « globales » : suivi métagénomique des eaux usées, animaux-sentinelles et arthropodes-vecteurs, capteurs IoT/médias sociaux, imagerie satellitaire, IA de détection précoce (*Chapitre II, sections 2.1 et 2.2 ; Chapitre V, sections 5.1 et 5.2*).
- La gouvernance internationale (de l'OMS, de l'OMSA, de la FAO et de l'UNEP), européenne et française restent trop fragmentées et les avancées (tableaux de bord récapitulatifs en temps réel, séquençage portatif) sont inégalement intégrées (*Chapitre I, section 2.4 ; Chapitre IV, section 4.1*).
- Qu'en l'absence de mise en œuvre de l'approche One Health par les pouvoirs publics, tant sur le terrain que dans les laboratoires, les diagnostics biologiques des humains et ceux des animaux sont traités dans des structures et des conditions différentes par les médecins, les pharmaciens et les vétérinaires (*Chapitre V, section 5.5*).

#### II – RAPPELANT QUE :

---

<sup>1</sup> Les citations en italiques entre parenthèses font référence aux passages correspondant dans le rapport qui se trouve au lien suivant : <https://shorturl.at/Bw0mm>

- La France applique le RSI 2005, le Règlement UE 2016/429 (« Animal Health Law ») et contribue à l'initiative Quadripartite « One Health » (*Chapitre I, section 1.3 ; Chapitre IV, section 4.1.1*).
- Il existe des dispositifs de surveillance fondés sur le maillage de sentinelles sur le terrain, de réseaux de laboratoires et de dispositifs d'analyse et d'expertise (*Chapitre II, section 2.4*).
- L'Académie vétérinaire de France a recommandé la création d'un Veterinary Health Data Hub (VHDH) complétant le Health Data Hub (HDH) et que les financements MIE-NRBC (2021-2030) contribuent, avec France 2030 et le PNSE 4, à son financement (*Chapitre V, section 5.5*).
- Des références juridiques existent (*Chapitre I, section 1.3*) :
  - Règlement UE 2016/429 et articles L201-4, D223-21-11 du Code rural ;
  - RGPD / Loi n° 2018-493 (protection des données), applicable à la remontée d'informations clinico-épidémiologiques.
- L'analyse de la situation permet d'identifier des domaines : agrégation de données en temps réel, standardisation de l'ensemble des mesures diagnostiques et d'alerte (notamment précoces), financement pérenne des réseaux outre-mer et partenariats Sud (*Chapitre II, section 2.4 ; Chapitre VI, sections 6.1 et 6.2*).

### III – CONSIDÉRANT QUE :

- Les technologies frugales (PCR-LAMP, CRISPR multiplex, capteurs IoT) et le séquençage de territoire (ONT GridION, Illumina NextSeq) sont désormais accessibles aux pays à ressources limitées (*Chapitre V, section 5.2*).
- La métagénomique en temps réel et l'IA (prédiction de variants) nécessitent des canaux ouverts de partage (GISAID, ENA) et des métadonnées FAIR (*Chapitre V, section 5.1*).
- L'analyse structurale in silico (RBD, sites de clivage) permet aujourd'hui de classer le risque zoonotique dès la première détection. La recherche d'un risque potentiel de transmission inter espèces sur le terrain passe par la mise en évidence de génomes de virus inconnus chez une espèce animale qui doit conduire à la détection de ces virus chez les espèces animales et chez l'homme vivant à proximité (contagion potentielle) (*Chapitre II, section 2.1.2 ; Chapitre V, sections 5.1 et 5.3*).
- Le suivi des eaux usées a prouvé son efficacité pour le SARS-CoV-2 et peut être transposé au domaine vétérinaire (*Chapitre II, section 2.1.2 ; Chapitre V, section 5.2.2*).
- La détection précoce repose sur le maillage dense de professionnels en contact avec des animaux (vétérinaires, éleveurs, zoologistes, écologues, agents de l'OFB, des parcs zoologiques, des centres de soins de la faune sauvage, etc.) (*Chapitre II, section 2.1.1*).
- Le recours à des animaux sentinelles offre des signaux précoces dans des zones souvent inaccessibles à la surveillance humaine continue (*Chapitre II, section 2.1.2*).
- La communauté est en attente des nouvelles directives de la part de l'OMS (*Chapitre IV, section 4.1.1*).

### IV – L'ACADÉMIE VÉTÉRINAIRE DE FRANCE RECOMMANDE :

#### A. Pour la gouvernance et la coordination :

**A-1.** De créer un Guichet unique opérationnel coordonnant ministères et les agences concernés par l'émergence : Comité national de surveillance One Health (CN-1HS, TFIOH) coprésidé par les ministres en charge de la Santé et de l'Agriculture avec des experts : Comité de coordination de la gestion des zoonoses (DGS, DGAl, Anses, Santé publique France, DEB-OFB/MEDD), de la Recherche, de l'Intérieur (DGSCGC), des Armées, des Affaires étrangères, COVARs (côté opérationnel/expertise), etc. (*Chapitre III, section 3.2.1 ; Chapitre VI, recommandation R1*).

**A-2.** D'inscrire, dans les contrats d'objectifs des agences (ANSES, INRAE, CNRS, IRD, CIRAD, ...) l'obligation de déposer leurs données dans une plateforme unique (HDH + VHDH) interopérable selon les standards HL7-FHIR et FAIR (*Chapitre V, section 5.5 ; Chapitre VI, recommandation R2*).

## **B. Pour la stratégie de surveillance stratifiée :**

### *Niveau 1 – Veille numérique et environnementale :*

De renforcer le maillage de personnes sentinelles de terrain formées à l'épidémiologie clinique toutes espèces ; mettre en œuvre un suivi métagénomique des eaux usées ; développer des algorithmes IA pour la détection de signaux anormaux issus de réseaux sociaux d'éleveurs et hotlines vétérinaires ; répertorier et coordonner les réseaux de surveillance de la faune sauvage existants (carnivores, chauves-souris, rongeurs, oiseaux, arthropodes) géolocalisé via LoRaWAN ou satellite.

### *Niveau 2 – Diagnostic ciblé et investigation :*

D'articuler les structures d'épidémiologie-surveillance existantes complétées par des cellules de crises opérationnelles ; former et équiper une centaine d'équipes en coordination avec des laboratoires médicaux et vétérinaires utilisant une méthodologie similaire ; créer une liste des prélèvements à faire et de métadonnées harmonisées OMSA / FAIR (kits standardisés disponibles par internet).

### *Niveau 3 – Surveillance continue post-émergence et recherche translationnelle :*

De financer trois cohortes longitudinales « faune-animaux domestiques-humains » (Guyane, Mayotte, Camargue) via PIA-ANR ; intégrer systématiquement les génomes viraux mis en évidence au portail EpiPulse (ECDC) et aux futurs dispositifs du « WHO Pandemic Accord ». (*Chapitre II, sections 2.1 et Encadré 1 ; Chapitre VI, recommandations R4 à R7*)

## **C. Pour le renforcement capacitaire et la diplomatie scientifique :**

D'augmenter le Fonds MEAE « P3/P4 » ; créer un programme de kits PCR lyophilisés + MinION + panneaux solaires, déployés via AFD/Expertise France (*Chapitre IV, section 4.2 ; Chapitre VI, recommandations R11 à R15*).

## **D. Pour l'innovation technologique et la recherche :**

De désigner l'Anses-Lyon, l'Institut Pasteur de Paris, le Réseau International des Instituts Pasteur (RIIP), et l'IHU Méditerranée Infection, comme pôles de référence pour les diagnostics multiplex (PCR-CRISPR, nanopore) ; développer une approche « Rational Vaccine & Broad-Spectrum Antiviral » ciblant la fusion / RdRp ; ouvrir 20 contrats doctoraux One Health/an (MESR) relatifs à la dynamique de quasi-espèces et la prédiction IA du saut d'espèce (*Chapitre V, sections 5.1 à 5.4 ; Chapitre VI, recommandations R8, R9 et R10*).

**E. Pour les données, l'éthique et la communication :**

**E-1.** De rendre obligatoire la déclaration sous 24 h au VHDH de tout nouveau génome de virus animal détecté (métadonnées minimales) ; conformité RGPD assurée via pseudo-anonymisation et Data Protection Impact Assessment (DPIA) (*Chapitre V, section 5.5 ; Chapitre VI, recommandation R6*).

**E-2.** De mettre en place d'un comité d'éthique et de biosécurité dédié aux recherches « duales », concernant la gestion des agents pathogènes (Arrêté du 05/08/2021) (*Chapitre VI, recommandation R16*).

**E-3.** De créer un plan de communication trilingue (FR-EN-AR) co-piloté par DGAL, DGS, SPF, DGSCGC ; déclenchement automatique niveau 2 du PN-GEST (*Chapitre III, section 3.4 ; Chapitre VI, recommandation R17*).

**E-4.** De lancer un module de formation de gestion des données et de bioinformatique (*Chapitre III, section 3.4 ; Chapitre V, sections 5.1 et 5.5*).

**F. Pour le financement, le suivi et l'évaluation :**

**F-1.** D'implémenter un tableau de bord public semestriel (indicateurs SMART : délai détection < 7 j, délai séquençage < 72 h avec moins de 10 % données manquantes, etc.) (*Chapitre VI, section 6.6*).

**F-2.** D'effectuer un audit triennal indépendant (Cour des comptes, HCSP), avec des recommandations contraignantes de réallocation budgétaire (*Chapitre VI, section 6.6*).

**F-3.** De créer des fonds de réserve pandémique interministériels (*Chapitre VI, sections 6.3 et 6.6, et recommandation R10*).

**V – CONCLUSION**

La prévention d'une future pandémie zoonotique suppose une approche intégrée One Health, articulée à une coordination interministérielle nationale. Cette stratégie devrait s'appuyer sur : (i) le maillage territorial des réseaux vétérinaires français ; (ii) le déploiement de technologies de surveillance épidémiologique en temps réel ; (iii) le renforcement des capacités opérationnelles de terrain, encore insuffisantes face à l'émergence d'agents infectieux inconnus, en particulier dans les pays en développement ; (iv) une solidarité opérationnelle Nord-Sud. Les mesures envisagées devront être réalistes, budgétées et assorties d'indicateurs de performance permettant une évaluation transparente (*Chapitre VII*).

*Avis adopté à la séance de l'Académie du 21 mai 2026*

Le Secrétaire général

Le Président



## ANNEXE – GLOSSAIRE

<b>AFD</b>	Agence française de développement
<b>ANR</b>	Agence nationale de la recherche
<b>Anses</b>	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
<b>AR</b>	Arabe
<b>ARN</b>	Acide Ribonucléique
<b>CIRAD</b>	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
<b>CN-1HS</b>	Comité national One Health Surveillance
<b>CNRS</b>	Centre national de la recherche scientifique
<b>Code rural</b>	Code rural et de la pêche maritime
<b>COVARs</b>	Comité de veille et d'anticipation des risques sanitaires (remplace le Conseil scientifique COVID-19 depuis 2023)
<b>CRISPR</b>	Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (technologie d'édition génétique)
<b>DEB</b>	Direction de l'Eau et de la Biodiversité
<b>DGAL</b>	Direction Générale de l'Alimentation (Ministère de l'Agriculture)
<b>DGS</b>	Direction Générale de la Santé (Ministère de la Santé)
<b>DGSCGC</b>	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
<b>DPIA</b>	Data Protection Impact Assessment (Analyse d'impact relative à la protection des données)
<b>ECDC</b>	European Centre for Disease Prevention and Control (Centre européen de prévention et de contrôle des maladies)
<b>EN</b>	English (Anglais)
<b>ENA</b>	European Nucleotide Archive
<b>EpiPulse</b>	Plateforme européenne de surveillance épidémiologique
<b>Expertise France</b>	Agence publique française de coopération technique internationale
<b>FAIR</b>	Findable, Accessible, Interoperable, Re-usable (Trouvable, Accessible, Interopérable, Réutilisable)
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
<b>FR</b>	Français
<b>GISAID</b>	Global Initiative on Sharing All Influenza Data
<b>GridION</b>	Séquenceur portable Oxford Nanopore Technologies
<b>HCSP</b>	Haut Conseil de la santé publique
<b>HDH</b>	Health Data Hub (Plateforme des données de santé)
<b>HL7-FHIR</b>	Fast Healthcare Interoperability Resources (Standard d'interopérabilité des données de santé)
<b>IA</b>	Intelligence artificielle

<b>IHU</b>	Institut Hospitalo-Universitaire (Méditerranée Infection, Marseille)
<b>Illumina</b>	Société de biotechnologie spécialisée dans le séquençage génétique
<b>INRAE</b>	Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
<b>IoT</b>	Internet of Things (Internet des objets)
<b>IRD</b>	Institut de recherche pour le développement
<b>LAMP</b>	Loop-mediated isothermal amplification (Amplification isotherme médiée par boucle)
<b>LoRaWAN</b>	Long Range Wide Area Network (Réseau étendu à longue portée)
<b>MEAE</b>	Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères
<b>MEDD</b>	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (actuellement Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires)
<b>MESR</b>	Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
<b>MIE-NRBC</b>	Maladies infectieuses émergentes et Menaces nucléaires, radiologiques, biologiques et chimiques
<b>MinION</b>	Séquenceur portable Oxford Nanopore Technologies
<b>NextSeq</b>	Plateforme de séquençage Illumina
<b>OFB</b>	Office français de la biodiversité
<b>OMS / WHO</b>	Organisation mondiale de la Santé / World Health Organization ( <i>entrée consolidée</i> )
<b>OMSA / WOAHA</b>	Organisation mondiale de la santé animale / World Organisation for Animal Health ( <i>entrée consolidée</i> )
<b>ONT</b>	Oxford Nanopore Technologies
<b>P3/P4</b>	Niveaux de confinement biologique 3 et 4
<b>PCR</b>	Polymerase Chain Reaction (Réaction en chaîne par polymérase), souvent réalisée après une étape de transcription inverse (ARN → ADN)
<b>PIA</b>	Programme d'investissements d'avenir
<b>PN-GEST</b>	Plan national de gestion des risques sanitaires
<b>PNSE</b>	Plan national santé-environnement (actuellement à sa 4 <sup>e</sup> édition : PNSE 4, 2021-2025)
<b>RBD</b>	Receptor Binding Domain (Domaine de liaison au récepteur)
<b>RdRp</b>	RNA-dependent RNA polymerase (ARN polymérase ARN-dépendante)
<b>RGPD</b>	Règlement général sur la protection des données
<b>RIIP</b>	Réseau International des Instituts Pasteur
<b>RSI</b>	Règlement sanitaire international
<b>SARS-CoV-2</b>	Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2
<b>SMART</b>	Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound (Spécifique, Mesurable, Atteignable, Pertinent, Temporellement défini)
<b>SPF</b>	Santé publique France
<b>TFIOH</b>	Task Force Interministérielle One Health
<b>UE</b>	Union européenne
<b>UNEP</b>	United Nations Environment Programme (Programme des Nations unies pour l'environnement)
<b>VHDH</b>	Veterinary Health Data Hub