

Déploiement du séquençage du génome entier (WGS) pour la surveillance des bactéries zoonotiques alimentaires en France

Chemaly Marianne^{1,2}, Cordevant Christophe¹, Lombard Bertrand¹, Lailler Renaud⁴, Gauchard Françoise³, Canivet Nicolas¹

Auteur correspondant : marianne.chemaly@anses.fr

¹ Anses, DSP, Maisons-Alfort, France

² Anses, LPPN, UHQPAP, Ploufragan, France

³ Anses, DER, UOA, Maisons-Alfort, France

⁴ Anses, Plateforme SCA, Lyon, France / actuellement OQUALIM, Paris, France

Résumé

Le séquençage du génome entier (*Whole Genome Sequencing* - WGS) constitue une avancée majeure pour la surveillance des zoonoses d'origine alimentaire. Depuis 2020, l'Anses, en lien avec la DGAL, explore cette technologie dans une approche structurée, avec pour objectifs d'améliorer la détection des foyers, l'attribution des sources et le suivi des résistances, dans une logique *One Health*. Le déploiement, amorcé début 2024, cible en priorité six problématiques sanitaires d'intérêt majeur liées à la sécurité sanitaire des aliments (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, et les gènes d'antibiorésistance). Il repose sur une organisation coordonnée, un stockage centralisé des données, l'harmonisation des analyses bioinformatiques et une gouvernance interinstitutionnelle. L'adoption du Règlement (UE) 2025/179 rend obligatoire la transmission des données WGS à l'EFSA à partir d'août 2026 pour certaines bactéries pathogènes. Cette évolution implique une montée en compétence des laboratoires et leur accréditation, une standardisation des échanges de données et une priorisation stratégique des pathogènes ciblés. Le WGS s'affirme ainsi comme un outil central de la surveillance microbiologique intégrée, à forte valeur ajoutée pour la santé publique, y compris dans les domaines de la santé animale et de la santé des végétaux.

Mots-clés

Séquençage génome entier (WGS), Surveillance microbiologique, Zoonoses alimentaire, traçabilité, Santé publique

Abstract

WGS Deployment for Surveillance of Foodborne Zoonotic Bacteria

Whole Genome Sequencing (WGS) represents a major advance for the surveillance of foodborne zoonoses. Since 2020, Anses, in collaboration with DGAL, has been investigating this technology within a structured framework aimed at improving outbreak detection, source attribution, and antimicrobial resistance monitoring, following a One Health approach. The deployment, which began in early 2024, prioritizes six key food safety issues (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, and antimicrobial resistance genes). It relies on coordinated organization, centralized data storage, harmonized bioinformatics analysis, and inter-institutional governance. The adoption of Regulation (EU) 2025/179 mandates the submission of WGS data to EFSA starting August 2026 for certain pathogens. This regulation entails enhanced laboratory accreditation, standardized data exchange and strategic prioritization of targeted pathogens. WGS is thus established as a central tool for integrated microbiological surveillance, offering high added value for public health, including animal health and plant health.

Keywords

Whole Genome Sequencing (WGS), Microbiological Surveillance, Foodborne Zoonoses, Trace back investigations, Public Health

Contexte et objectifs

Cet article introduit la problématique du déploiement en routine du séquençage du génome entier (Whole Genome Sequencing - WGS) pour la surveillance des principaux agents pathogènes alimentaires. Le WGS constitue une avancée technologique majeure dans le champ de la microbiologie de la santé publique, que ce soit en santé humaine, en sécurité sanitaire des aliments, en santé animale ou en santé végétale. Il permet une caractérisation fine des agents pathogènes, avec des gains importants en sensibilité, spécificité et en pouvoir de discrimination par rapport aux méthodes traditionnelles de typage. Son intégration dans les dispositifs de surveillance des zoonoses d'origine alimentaire s'inscrit dans une dynamique européenne portée par l'ECDC, l'EFSA et les autorités compétentes des États membres de l'UE, ainsi qu'au niveau international.

Depuis 2020, l'Anses, en lien étroit avec la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL), explore les modalités de déploiement du WGS dans un cadre structuré, centré sur les zoonoses alimentaires mais la démarche est également appliquée aux domaines de la santé animale et végétale, avec une ambition claire : produire des données WGS de qualité, fiables, interopérables, et représentatives des différentes filières et sources d'exposition, dans une approche One Health en appui notamment à la gestion des risques. L'objectif est d'adosser ce déploiement à des bases de données génomiques robustes, utiles (i) aux activités de référence de l'Anses incluant la surveillance, l'investigation des alertes sanitaires, les enquêtes épidémiologiques, et (ii) aux activités d'expertise comme l'attribution des sources et l'évaluation des risques.

Usages du WGS dans la surveillance

L'intégration du WGS dans la surveillance poursuit plusieurs objectifs opérationnels essentiels. Elle permet tout d'abord de renforcer la capacité d'alerte et d'investigation lors de foyers ou épisodes épidémiques, les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) ou les alertes européennes concernant au moins deux Etats membres. Par ailleurs, elle facilite l'attribution des sources en reliant les souches isolées dans les filières animales, végétales ou alimentaires aux souches humaines. Cette approche contribue également à caractériser finement les déterminants de virulence et d'antibiorésistance, notamment dans le cadre du suivi de l'émergence de clones multi-résistants.

Enfin, elle favorise la structuration de collections et de bases de données génomiques, qui sont représentatives à la fois sur le plan spatial et temporel.

Périmètre et priorisation des pathogènes

Le déploiement du WGS à l'Anses à des fins de surveillance des zoonoses d'origine alimentaire, en accord avec la DGAL, a démarré début 2024 et s'est concentré en priorité sur nos Laboratoires Nationaux de Référence (LNR) pour *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* (*C. jejuni* et *C. coli* principalement), *Staphylococcus aureus* mais aussi les gènes d'antibiorésistance, et *Bacillus cereus*. Ces choix reposent sur plusieurs critères : l'importance de ces pathogènes en santé publique, en termes d'incidence, de gravité et de fréquence des alertes ; l'existence de réseaux de surveillance ou de laboratoires officiels déjà bien structurés, ou l'existence de laboratoires référents ; ainsi que la disponibilité et l'état des collections d'isolats et des bases de données associées. Pour chaque pathogène, un argumentaire technique détaillé ainsi qu'un chiffrage, à usage interne, ont été établis afin de guider et optimiser les décisions relatives au déploiement.

Mise en œuvre et structuration opérationnelle

Le déploiement du WGS dans le cadre de la surveillance s'appuie sur une organisation structurée et plusieurs leviers complémentaires. Il inclut le séquençage des souches issues des contrôles officiels, des investigations de TIAC et des réseaux de surveillance, avec un stockage centralisé et sécurisé des données sur de nouveaux serveurs mutualisés. L'harmonisation des pipelines d'analyse bioinformatique entre LNR de l'Anses, mais aussi avec les laboratoires partenaires dont ceux détenteurs de mandats de Centre National de Référence (CNR) pour les analyses sur échantillons humains, est également engagée ou effective pour garantir la comparabilité des résultats. L'organisation du séquençage à l'Anses repose par ailleurs essentiellement sur la mobilisation de plateformes internes (Ploufragan ou Maisons-Alfort pour les pathogènes spécifiquement soumis à la réglementation Micro-Organismes et Toxines, dite réglementation MOT) pour faire notamment face à des urgences caractérisées, tandis que la sous-traitance partielle du séquençage est rendue possible dans les autres situations.

Tableau 1. Liste des pathogènes priorisés pour le déploiement du WGS pour la surveillance depuis janvier 2024

Pathogène / Thématische	contexte	Origine des isolats	Nombre d'isolats par an
<i>Salmonella</i> spp.	LNR	PSPC*, enquêtes élevage, TIAC	400
<i>Salmonella</i> spp.	Réseau <i>Salmonella</i>	Sérotypage moléculaire/ WGS 1ère intention	2 400
<i>Campylobacter</i> spp.	LNR	PSPC, enquêtes élevage	200
<i>Listeria monocytogenes</i>	LNR	PSPC, alertes produit DGAL, TIAC	200
<i>Listeria monocytogenes</i>	Réseau <i>Listeria</i>	Auto-contrôles et autres sources	200
<i>Staphylococcus aureus</i>	LNR	TIAC, contrôles officiels	100
<i>Bacillus cereus</i>	Réseau officiel	TIAC, contrôles officiels	100
Antibiorésistance	LNR	<i>E.coli</i> BLSE, <i>Campylobacter jejuni</i> et <i>coli</i> (EFSA)	200
Antibiorésistance	Resapath	<i>E. coli</i> – <i>S. aureus</i>	500

*PSPC : plans de surveillance et de contrôle (PSPC) pilotés par la DGAL dans le cadre du système national de contrôle pour la sécurisation sanitaire de la chaîne alimentaire (PNCOPA)

Depuis 2023, cette démarche s'accompagne d'une gouvernance renforcée, avec des réunions régulières entre LNR concernés, la plateforme de séquençage de Ploufragan, le service informatique et la DGAL, ainsi que la création d'un groupe de suivi associant l'Anses, la DGAL, la Direction Générale de la Santé (DGS) et Santé publique France, chargé d'assurer la coordination stratégique et technique. Cette mise en œuvre du WGS constitue un jalon structurant dans le cadre du Contrat d'objectifs et de performance (2023-2027) de l'Anses.

Perspectives : vers une consolidation réglementaire et opérationnelle

La publication du Règlement (UE) 2025/179 du 31 janvier 2025 relatif à la collecte, au séquençage du génome complet (WGS) et à la transmission des données pour certains agents pathogènes d'origine alimentaire, applicable à partir du 23 août 2026, impose la transmission obligatoire des données WGS à l'EFSA pour les isolats de *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni/coli* et *Escherichia coli*, issus d'animaux, d'aliments, d'aliments pour animaux ou de leur environnement,

avec au moins un isolat par foyer suspecté d'être d'origine alimentaire, que ce foyer intervienne au niveau national ou au niveau européen (impliquant au moins deux Etats membres).

La collecte des données WGS et données associées, par l'EFSA, est organisée au sein de chaque Etat membre par un coordinateur national (COU-Country Officer User et adjoint) et est effectuée par des fournisseurs de données (DPU-Data provider User).

Le COU est chargé de coordonner les DPU de son pays, il est le point de contact EFSA, il supervise la soumission de données au niveau national, compare les données, compile les rapports et revoit annuellement la liste des DPU.

Les DPU soumettent les données WGS et données associées à la base EFSA, ils éditent et suppriment les informations les concernant, gèrent les soumissions, comparent les données, compilent les rapports et analysent les clusters.

Ces données sont versées dans la base de données EFSA One Health WGS, plateforme conçue pour la collecte et l'analyse de données de typage moléculaire basées sur le WGS. Cette base de données est opérationnelle depuis juillet 2022. Les données sont téléchargées et accessibles par les

autorités compétentes via le COU des États membres de l'UE. Cette plateforme interagit avec le système équivalent de collecte de données de l'ECDC pour la détection de clusters microbiologiques communs d'isolats de pathogènes alimentaires humains et non humains à l'échelle Européenne.

Cette évolution réglementaire souligne la reconnaissance du WGS comme outil central d'identification rapide des sources d'épidémies nationales ou transfrontalières et de surveillance intégrée, en complément des outils d'investigation épidémiologique classique. Elle implique :

- Une montée en charge des laboratoires officiels (LNR en France), qui devront être accrédités à ce titre pour le WGS d'ici mi-2028 ;
- Un renforcement des capacités de transmission automatisée et standardisée des données vers la base de données européenne EFSA One Health WGS System, déjà initiée sur la base du volontariat ;
- Une priorisation des agents pathogènes dans le cadre d'une surveillance budgétairement soutenable.

Conclusion

Le déploiement du WGS dans la surveillance des zoonoses d'origine alimentaire s'inscrit dans une logique de transformation structurelle de la surveillance microbiologique. Il mobilise l'ensemble des acteurs de la chaîne alimentaire : santé animale, santé humaine, alimentation, dans une dynamique « une seule santé », coordonnée, pragmatique et progressive. La mobilisation des moyens

techniques, humains et financiers sur les pathogènes cibles est un levier essentiel pour faire du WGS un outil à haute valeur ajoutée pour la santé publique.

Remerciements

Les auteurs remercient chaleureusement :

- Les équipes des Laboratoires Nationaux de Référence (LNR) concernés pour leur engagement dans la mise en œuvre opérationnelle du WGS, ainsi que la plateforme NGS de Ploufragan pour son soutien technique.
- La Direction Stratégie et Programme (DSP) de l'Anses pour le soutien stratégique, organisationnel et financier.
- La Direction Générale de l'Alimentation (DGAL), la Direction Générale de la Santé (DGS), et à Santé publique France (SpF) pour leur collaboration étroite dans la coordination stratégique et technique.

Nous soulignons l'apport précieux des Centres Nationaux de Référence (CNR) dans le cadre de la surveillance et des échanges de données.

Référence bibliographique

Règlement d'exécution (UE) 2025/179 de la Commission du 31 janvier 2025 relatif à la collecte et à la transmission de données d'analyses moléculaires dans le cadre des enquêtes épidémiologiques sur les foyers de toxi-infection alimentaire conformément à la directive 2003/99/CE du Parlement européen et du Conseil.

Pour citer cet article :

Chemaly M., Cordevant C., Lombard B., Lailler R., Gauchard F., Canivet N. 2025. « Déploiement du séquençage du génome entier (WGS) pour la surveillance des bactéries zoonotiques alimentaires en France » Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation 105 (2) : 1-4.

Le Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation est une publication conjointe de la Direction générale de l'alimentation et de l'Anses.

Directeur de publication : Gilles Salvat
Directeur associé : Maud Faipoux
Directrice de rédaction : Emilie Gay
Rédacteur en chef : Julien Cauchard
Rédacteurs adjoints : Jean-Philippe Amat, Diane Cuzzucoli, Céline Dupuy, Viviane Hénaux

Comité de rédaction : Martine Denis, Benoit Durand, Françoise Gauchard, Guillaume Gerbier, Pauline Kooh, Marion Laurent, Sophie Le Bouquin Leneveu, Céline Richomme, Jackie Tapprest, Sylvain Traynard
Secrétaire de rédaction : Virginie Eymard
Responsable d'édition : Fabrice Coutureau Vicaire

Anses - www.anses.fr
14 rue Pierre et Marie Curie
94701 Maisons-Alfort Cedex
Courriel : bulletin.epidemio@anses.fr
Sous dépôt légal : CC BY-NC-ND
ISSN : 1769-7166