

THESE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 642

Ecole doctorale Végétal, Animal, Aliment, Mer, Environnement

Spécialité : Biochimie, biologie moléculaire et cellulaire

Par

Flora MARTEAU

Approches innovantes pour l'étude des virus entériques dans les aliments : infectiosité des norovirus et diversité de la contamination virale

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 19 Octobre 2026

**Unité de recherche : Laboratoire Santé, Environnement et Microbiologie, MASAE, IFREMER
Unité Virus Entériques, LSAL, ANSES**

Rapporteurs avant soutenance :

Julie JEAN Professeure, Université Laval, Québec, Canada

Gaël BELLLOT Ingénieur de recherche, CHU Dijon Bourgogne

Composition du Jury :

Président :	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8)(à préciser après la soutenance)
Examineurs :	Berthe-Marie IMBERT	Professeure, Faculté de Pharmacie, Nantes
	Maël BESSAUD	Chargé de recherche, Institut Pasteur
Dir. de thèse :	Soizick LE GUYADER	Cadre de recherche, Ifremer, Nantes
Co-dir. de thèse :	Sylvie PERELLE	Directrice de recherche DR1, ANSES, Maisons-Alfort

Invité(s)

Marion DESDOUITS Cadre de recherche, Ifremer, Nantes

Prunelle WALDMAN Chargée de recherche, ANSES, Maisons-Alfort

Titre : Approches innovantes pour l'étude des virus entériques dans les aliments : infectiosité des norovirus et diversité de la contamination virale

Mots clés : norovirus ; aliments ; diversité ; infectiosité ; entéroïdes ; RT-PCR microfluidique haut-débit

Résumé : Les virus entériques se transmettent principalement de personne à personne, mais également par l'intermédiaire de l'eau et des aliments. Parmi eux, les norovirus constituent une cause majeure de gastro-entérites et sont fréquemment impliqués dans les épidémies d'origine alimentaire, notamment via la consommation de coquillages et de végétaux crus. La caractérisation de ces contaminations reste cependant limitée par la difficulté à distinguer les particules virales infectieuses des particules virales non infectieuses et à caractériser la diversité des virus présents dans l'aliment contaminé.

Cette thèse avait pour premier objectif d'étudier l'infectiosité des norovirus humains dans deux matrices alimentaires. Des protocoles d'extraction ont été développés et optimisés pour les huîtres et les laitues contaminées

artificiellement par différents génotypes de norovirus. L'utilisation d'un modèle d'entéroïdes intestinaux humains a permis de mettre en évidence la réplication de norovirus récupérés depuis ces matrices et de déterminer leur titre infectieux. Le second objectif était de caractériser la diversité des virus entériques présents dans des coquillages collectés sur douze sites côtiers français. Une RT-PCR microfluidique à haut débit a permis de détecter 19 virus entériques et trois marqueurs de contamination fécale dans 180 échantillons. Outre les norovirus, plusieurs virus ont été identifiés, avec des variations selon les sites et les saisons. Ces travaux contribuent à une meilleure caractérisation de la contamination virale des aliments et renforcent les connaissances nécessaires à la maîtrise du risque sanitaire associé aux norovirus.

Title : Innovative approaches to the study of enteric viruses in food: norovirus infectivity and the diversity of viral contamination

Keywords : norovirus; food; diversity; infectivity; enteroids; high-throughput microfluidic RT-PCR

Abstract : Enteric viruses are transmitted mainly from person to person, but also via water and food. Among these, noroviruses are a major cause of gastroenteritis and are frequently implicated in foodborne outbreaks, particularly through the consumption of shellfish and raw vegetables. However, the characterisation of such contamination remains limited by the difficulty in distinguishing infectious viral particles from non-infectious ones and in characterising the diversity of viruses present in contaminated food.

The first objective of this thesis was to investigate the infectivity of human noroviruses in two food matrices. Extraction protocols were developed and optimised for oysters and lettuce artificially contaminated with different norovirus genotypes. The use of a human intestinal

enteroid model made it possible to demonstrate the replication of noroviruses recovered from these matrices and to determine their infectious titer. The second objective was to characterise the diversity of enteric viruses present in shellfish collected from twelve French coastal sites. A high-throughput microfluidic RT-PCR assay detected 19 enteric viruses and three indicators of fecal contamination in 180 samples. In addition to noroviruses, several other viruses were identified, with variations depending on the site and season. This research contributes to a better characterisation of viral contamination in food and strengthens the knowledge required to manage the health risk associated with noroviruses.