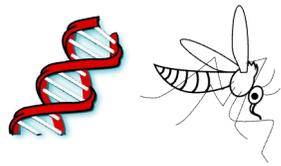


Détection des arbovirus dans l'environnement : simple, rapide et non-invasive avec MX



Albin FONTAINE

Institut de Recherche Biomédicale des Armées (IRBA)
Centre d'Epidémiologie et de Santé Publique des Armées (CESPA)
Unité des Virus Emergents (UVE, IRD 190 – Inserm 1207 – AMU – IRD – IRBA – EFS – ILM)

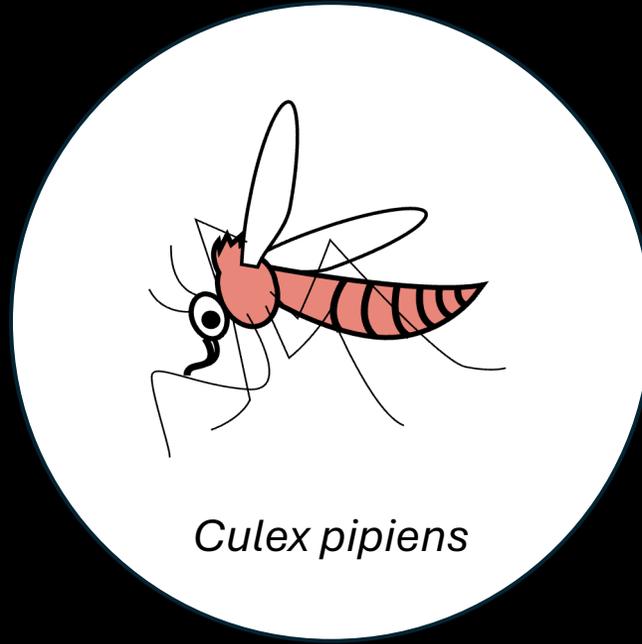
Rencontres de Santé Publique France
13 & 14 juin 2024



Conflits d'intérêt

Cette intervention est faite en toute indépendance vis-à-vis de l'organisateur de la manifestation. Je n'ai pas de conflit d'intérêts en lien avec le sujet traité.

Un ennemi que l'on connaît bien...



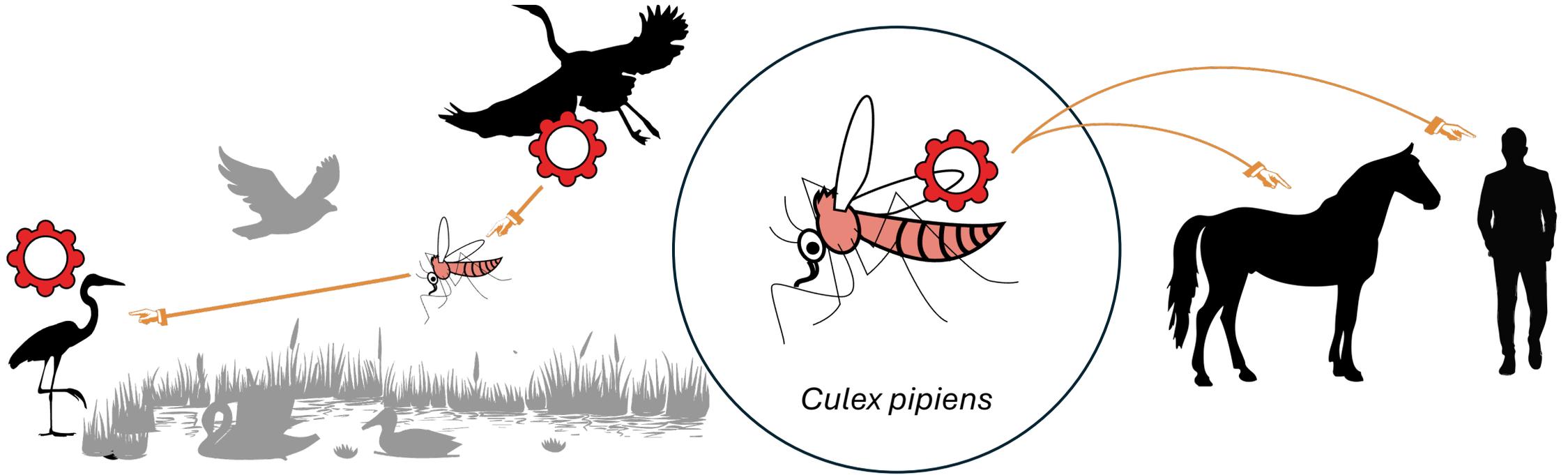
Culex pipiens

bzzzzZZZZ

ZZZZzzzzzzzz

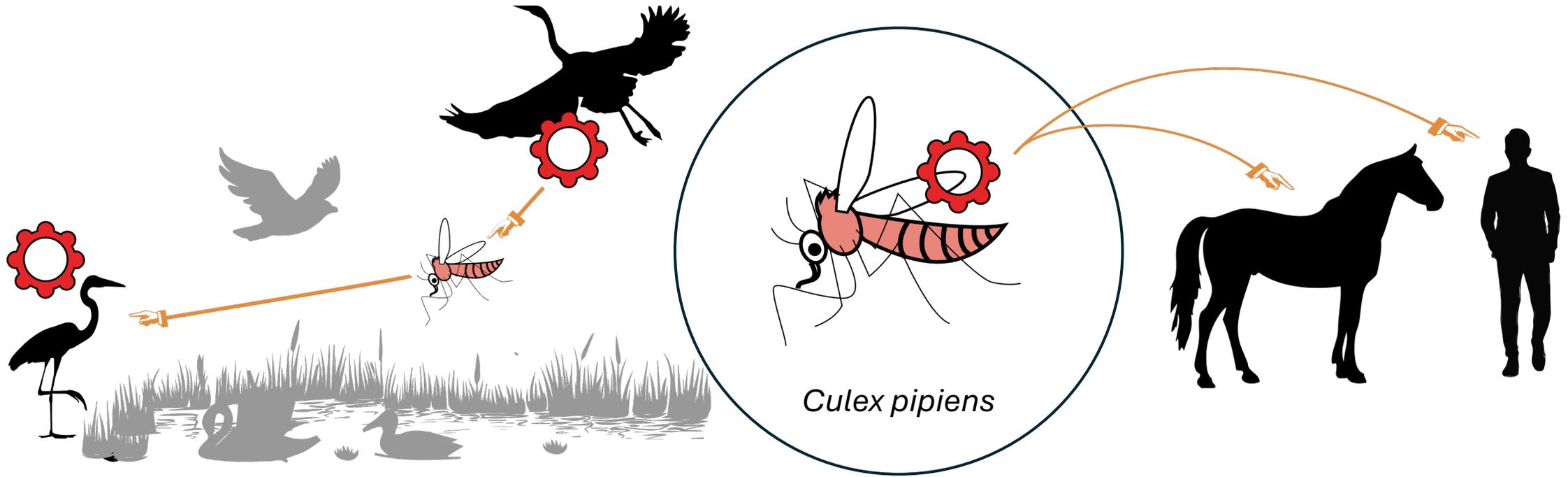


Le vecteur principal des virus West Nile et Usutu



Circulation et amplification enzootique des virus **invisibles**

Les virus West Nile et Usutu, la problématique

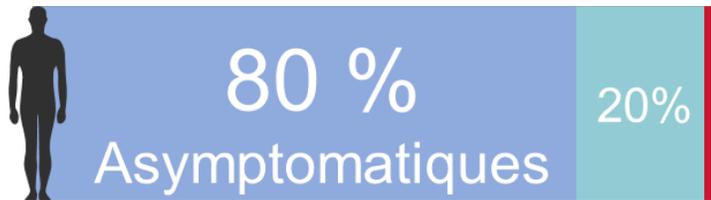


Syndrome grippal

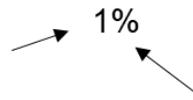
Pas de



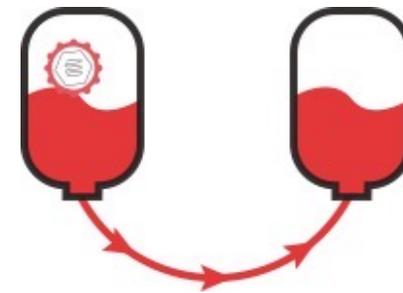
ni



atteintes neurologiques
(méningites, encéphalites)

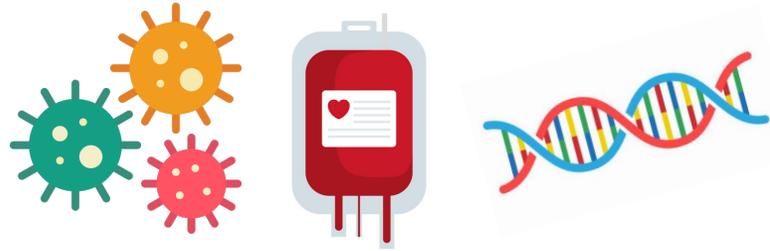


Les plus fragiles



= Danger!

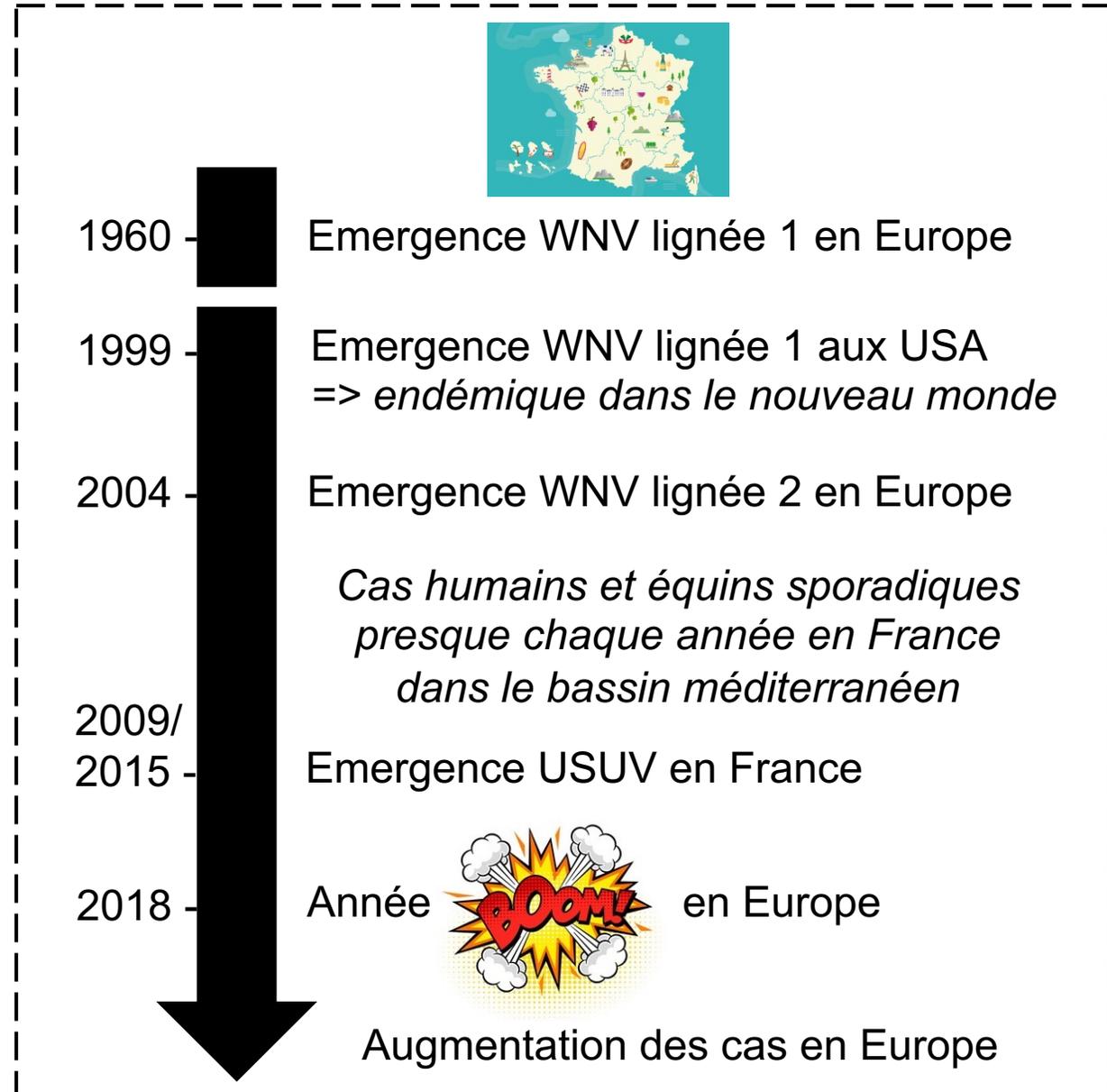
Historique des émergences des virus enzootiques neurotropes à *Culex*



La procédure de détection moléculaire (DGV) de WNV et USUV dans les dons de produits issus du corps humain (sang, organes, tissus, cellules) n'est pas systématique.



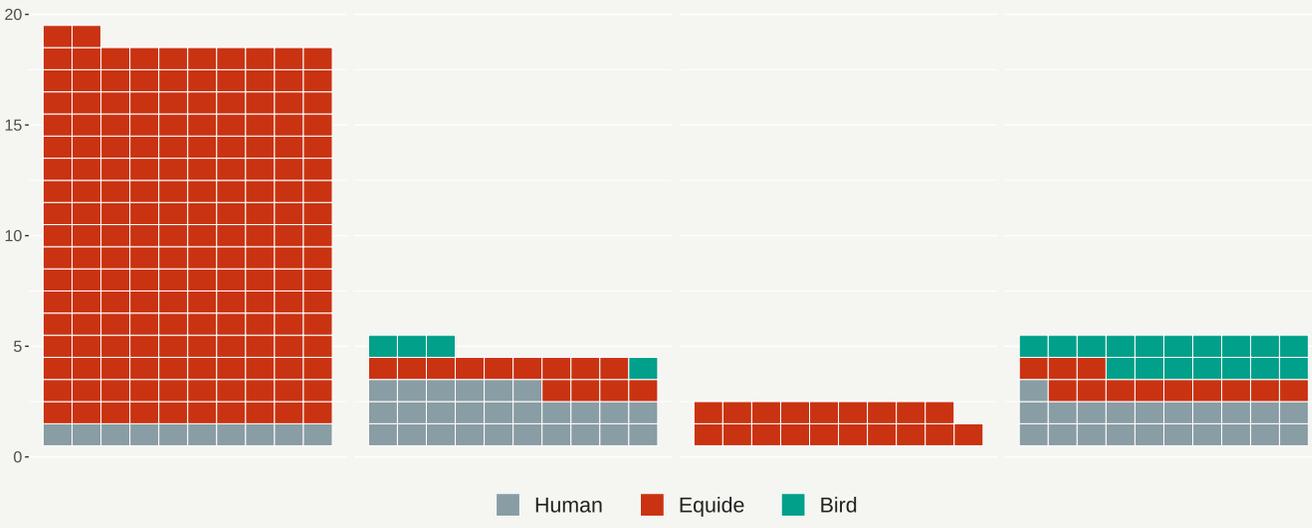
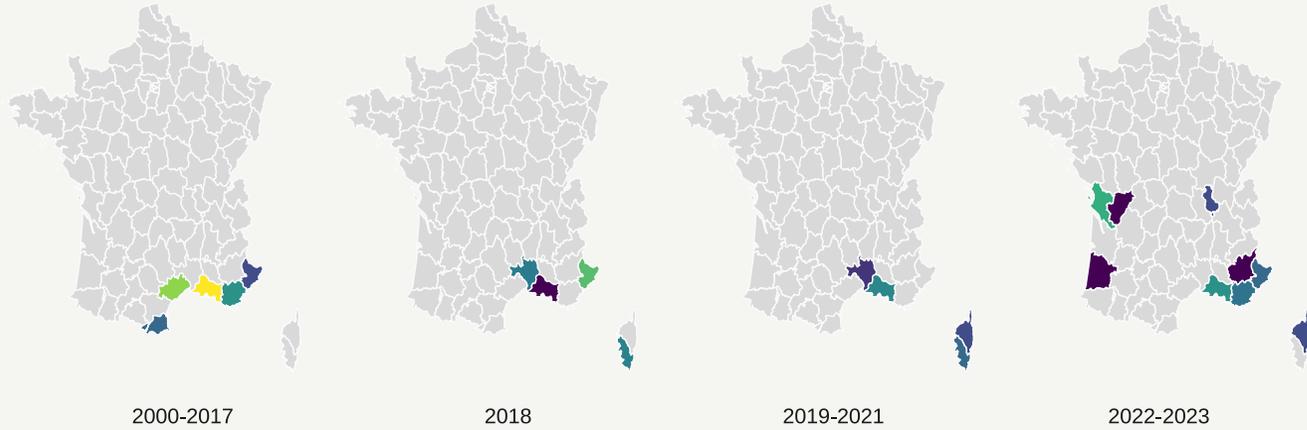
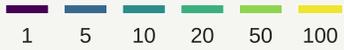
après premier cas confirmé humain



Historique des émergences des virus enzootiques neurotropes à *Culex*

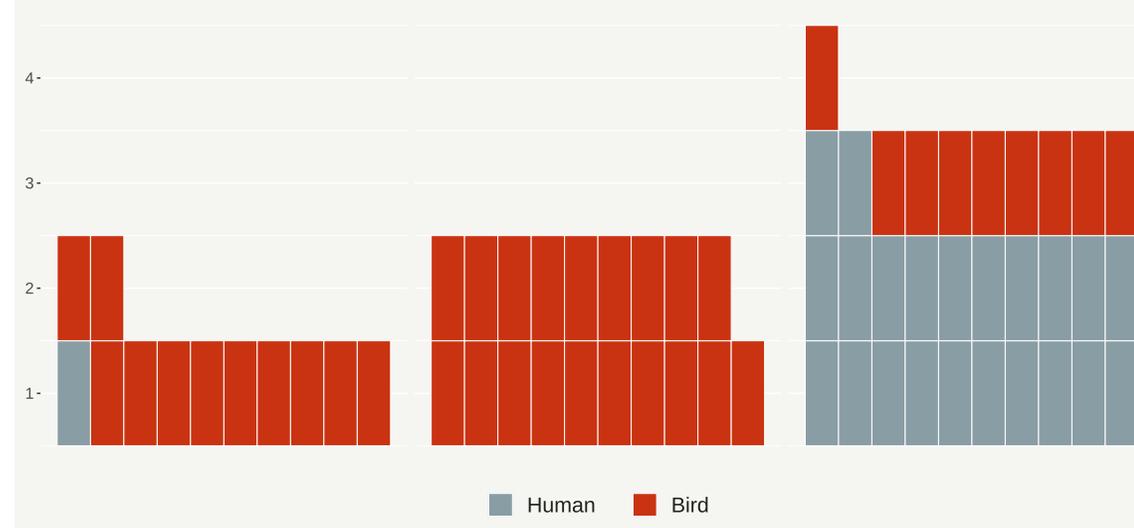
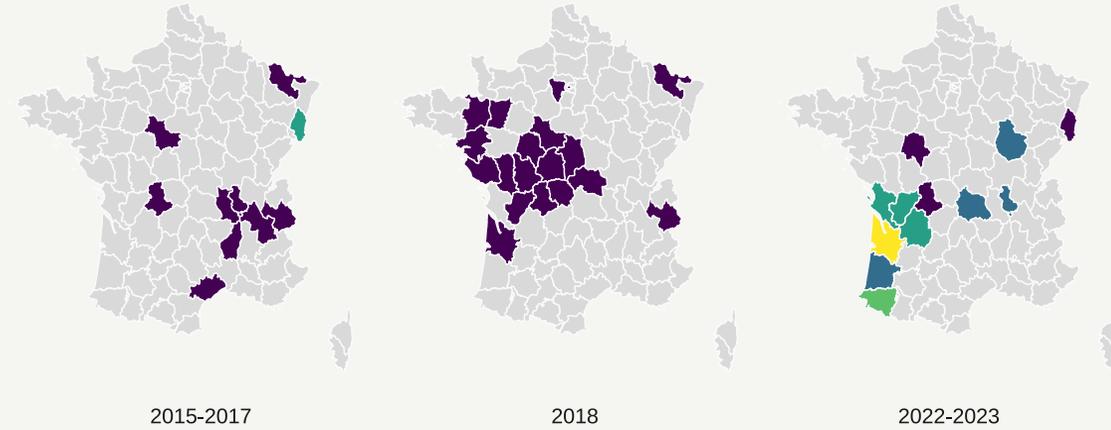
Recent history of the number of cases of WNV in mainland France

Number of cases



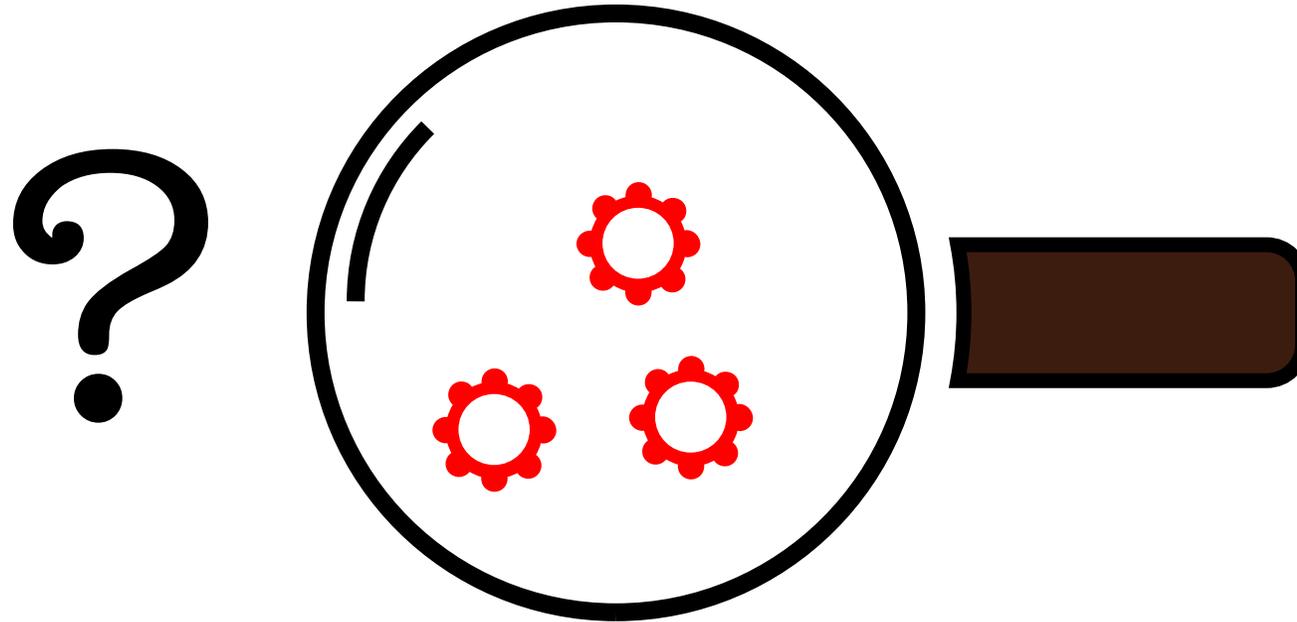
Recent history of the number of cases of USUV in mainland France

Number of cases



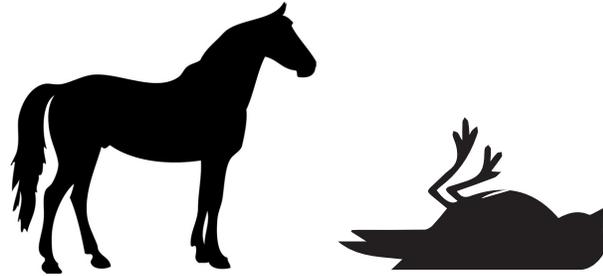
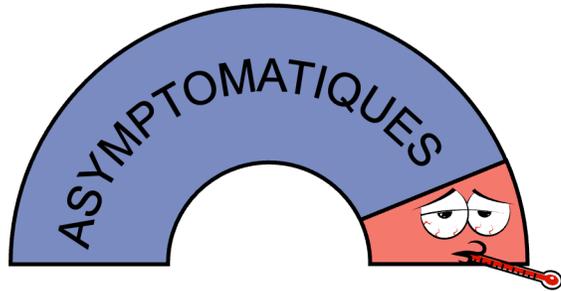
Sources: SPF, CNR des arbovirus, etc...

Comment détecter ces virus de façon précoce ?

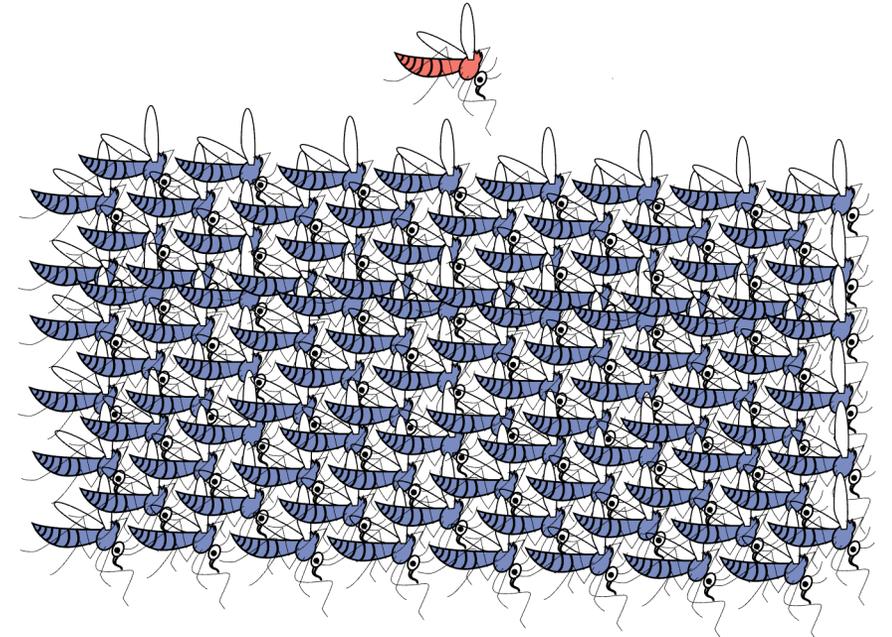


Déjà...comment détecter ces virus ?

Détection des cas humains et animaux symptomatiques



Surveillance entomologique



Etudes de séroprévalence



eRNA ?

LOADING...



= Trouver une aiguille dans une



Surveillance entomologique

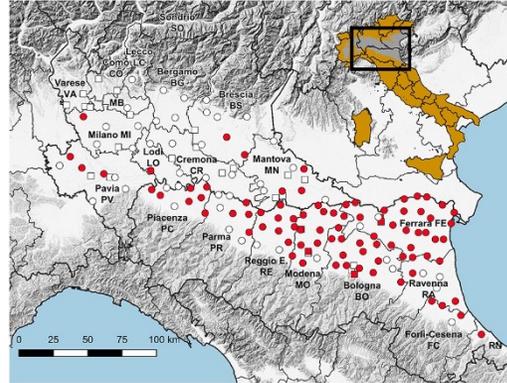
ORIGINAL RESEARCH article
Front. Vet. Sci., 05 May 2020 | <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00243>



Enhanced West Nile Virus Circulation in the Emilia-Romagna and Lombardy Regions (Northern Italy) in 2018 Detected by Entomological Surveillance

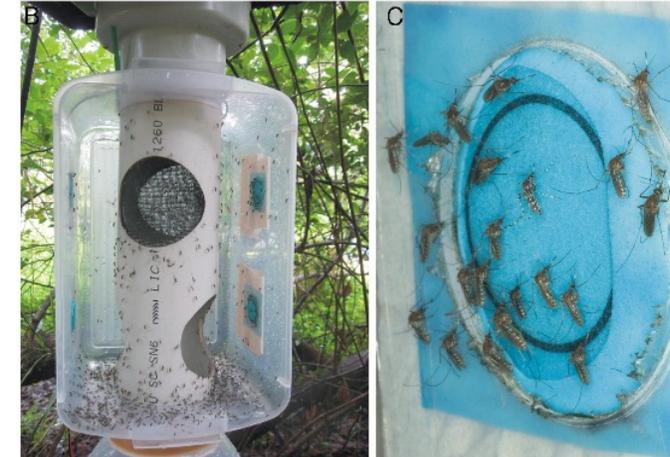
Mattia Calzolari¹, Paola Angelini², Luca Bolzoni³, Paolo Bonilauri⁴, Roberto Cagarelli⁵, Sabrina Canziani⁶, Danilo Cereda³, Monica Pierangela Cerioli⁷, Mario Chiari⁸, Giorgio Galletti⁹, Giovenale Moirano⁶, Marco Tamba¹, Deborah Torri¹, Tiziana Trogu¹, Alessandro Albiéri¹, Romeo Bellini¹ and Davide Lelli¹

¹Istituto Zooprofilattico Sperimentale Della Lombardia e Dell'Emilia-Romagna, B. Ubertini, Brescia, Italy
²Regional Health Authority of Emilia-Romagna, Bologna, Italy
³Regional Health Authority of Lombardy, Milan, Italy
⁴Cancer Epidemiology Unit-CERMS, Department of Medical Sciences, University of Turin and CPO-Piemonte, Turin, Italy
⁵Centro Agricoltura Ambiente "G. Nicoli", Crevalcore, Italy



- Surveillance entomologique au Nord de l'Italie en 2010 et 2018.
- **163 pièges**, piégeages et collectes tous les 15 jours
- **2018: 385 293 moustiques, groupés en 2 337 pools.** (200 par pool max). **10% de positifs.**

Une méthode couteuse et difficile à mettre en œuvre



Exploiting mosquito sugar feeding to detect mosquito-borne pathogens

Sonja Hall-Mendelin^a, Scott A. Ritchie^{b,c}, Cheryl A. Johansen^d, Paul Zborowski^e, Giles Cortis^e, Scott Dandridge^f, Roy A. Hall^g, and Andrew F. van den Hurk^{h,i,1}

^aSchool of Chemistry and Molecular Biosciences, University of Queensland, St. Lucia, Queensland 4072, Australia; ^bSchool of Public Health and Tropical Medicine, James Cook University, Cairns, Queensland 4870, Australia; ^cTropical Population Health Unit Network, Queensland Health, Cairns, Queensland 4870, Australia; ^dDiscipline of Microbiology and Immunology, School of Biomedical, Biomolecular and Chemical Sciences, University of Western Australia, Nedlands, Western Australia 6009, Australia; ^ePrivate Contracting Engineer; ^fThe Shire of Harvey, Australind, Western Australia 6233, Australia; and ^gVirology, Queensland Health Forensic and Scientific Services, Coopers Plains, Queensland 4108, Australia

Edited* by Barry J. Beaty, Colorado State¹



Journal of Medical Entomology, XXIX, 2018, 1–4
doi: 10.1093/jme/tyt125
Short communication

Vector-Borne Diseases, Surveillance, Prevention

OXFORD

Modifying the Biogents Sentinel Trap to Increase the Longevity of Captured *Aedes aegypti*

Daniel R. Timmins,¹ Kyran M. Staunton,^{2,3,4} Dagmar B. Meyer,^{2,3} Michael Townsend,^{2,3} Christopher J. Paton,^{2,3} Ana L. Ramirez,^{2,3} and Scott A. Ritchie^{2,3}

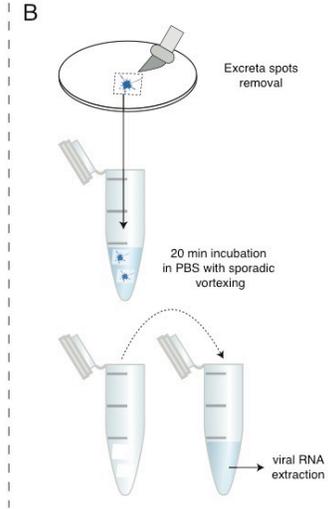
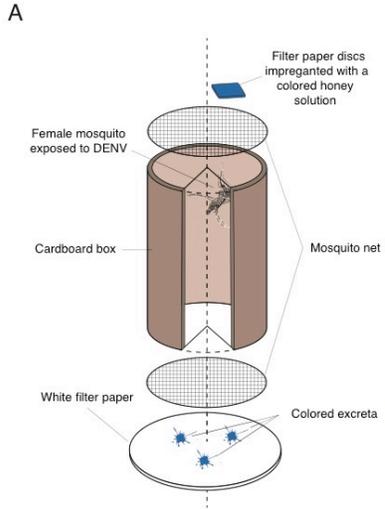
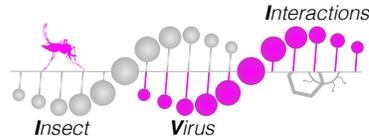
¹Denison University, Granville, OH 43023; ²College of Public Health, Medical and Veterinary Sciences, James Cook University, Smithfield, QLD 4878, Australia; ³Australian Institute of Tropical Health and Medicine, James Cook University, Smithfield, QLD 4878, Australia, and ⁴Corresponding author, e-mail: kyran.staunton@jcu.edu.au

Subject Editor: Douglas Norris

Received 9 May 2018; Editorial decision 5 July 2018

MX nait d'une problématique et d'une découverte

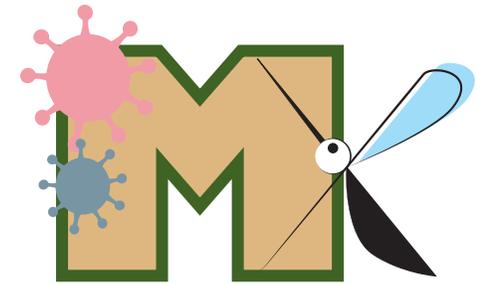
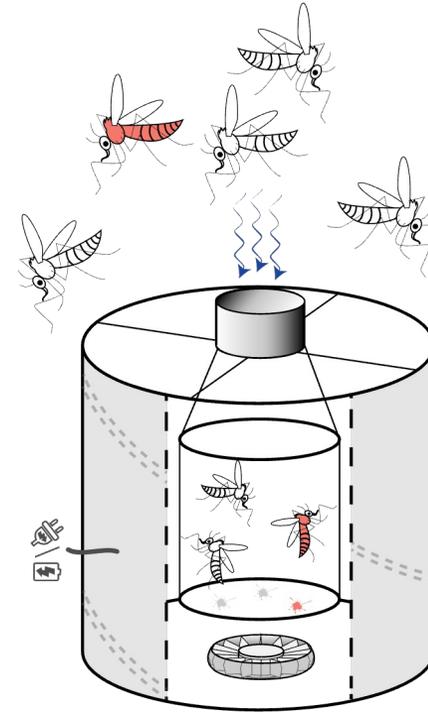
Un moustique excrète entre 4 et 5 log₁₀ de virus par jour dans ses excréments !



Article | [OPEN](#)

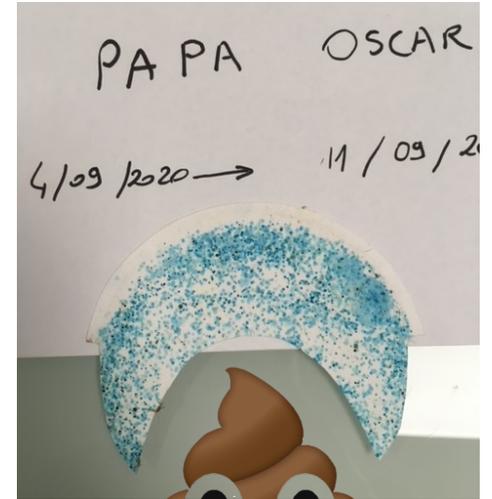
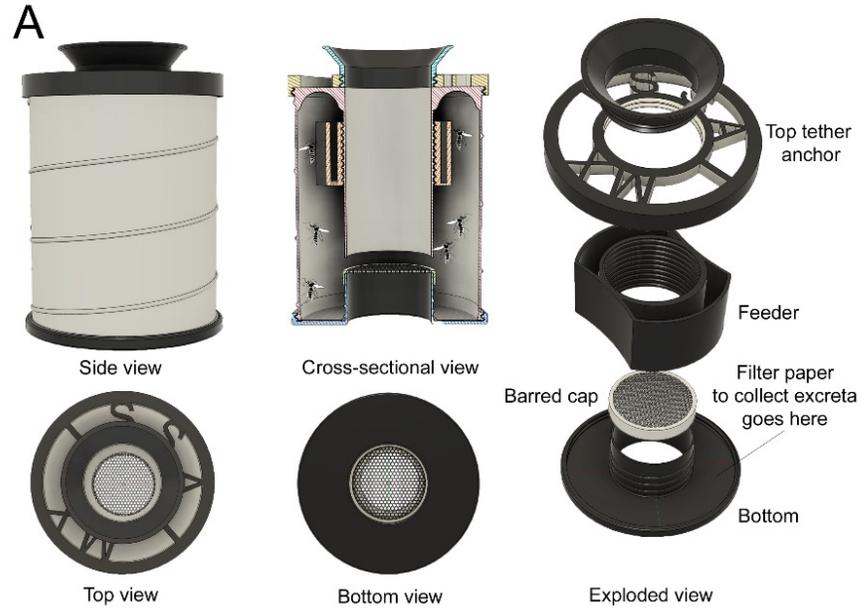
Excretion of dengue virus RNA by *Aedes aegypti* allows non-destructive monitoring of viral dissemination in individual mosquitoes

Albin Fontaine , Davy Jiolle, Isabelle Moltini-Conclois, Sebastian Lequime & Louis Lambrechts 



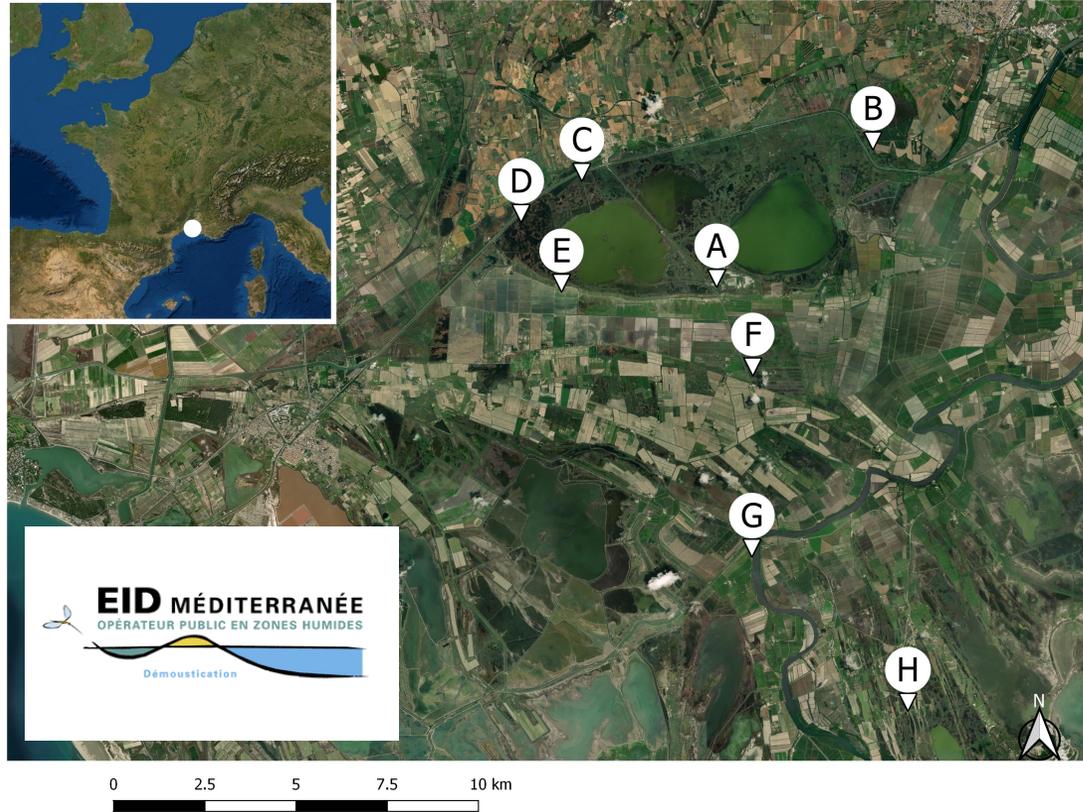
MX (Molecular Xenomonitoring)

Détection de virus dans les déjections de moustiques capturés



- 1 piège BIOGENTS
- 1 bouteille à CO2 avec diffuseur
- 1 kit MX

MX: Preuve de concept en Camargue en 2020



Camargue (Gregory l'Ambert)

8 pièges, 14 collectes du 11/09/2020 au 23/10/2020

Une des premières détections de WNV dans les moustiques en Camargue depuis 1964

MOLECULAR ECOLOGY RESOURCES

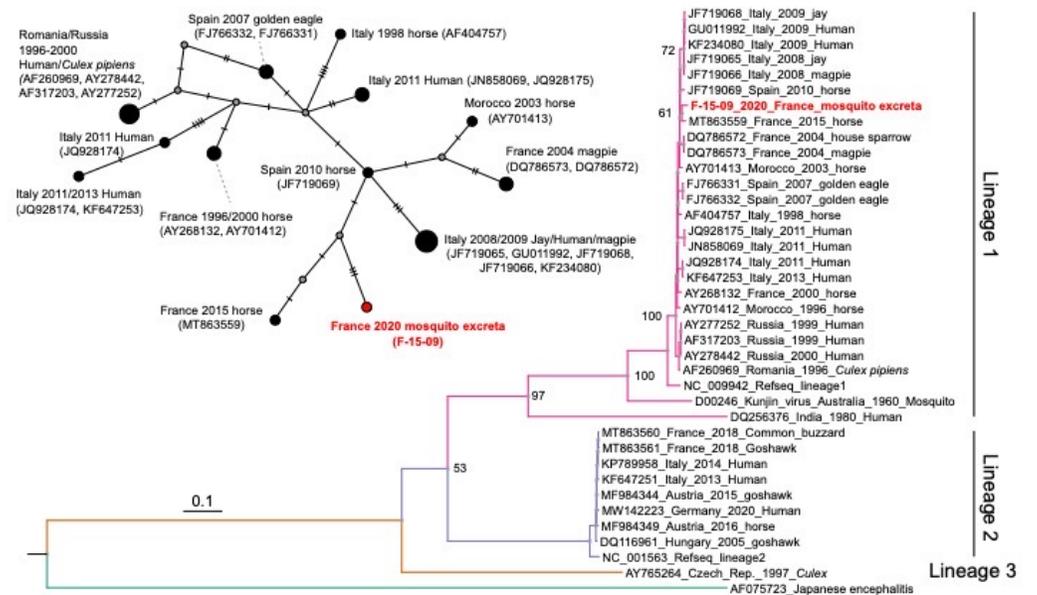
RESOURCE ARTICLE | Open Access | CC BY-NC-ND

Analysis of trapped mosquito excreta as a noninvasive method to reveal biodiversity and arbovirus circulation

Grégory L'Ambert, Mathieu Gendrot, Sébastien Briolant, Agnès Nguyen, Sylvain Pages, Laurent Bosio, Vincent Palomo, Nicolas Gomez, Nicolas Benoit, Hélène Savini, Bruno Pradines, Guillaume André Durand, Isabelle Leparç-Goffart, Gilda Grard, Albin Fontaine

First published: 26 September 2022 | <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13716> | Citations: 1

Handling Editor: Sebastien Calvignac-Spencer



↳ Nouvelle-Aquitaine en 2023

Emergences des virus enzootiques neurotropes à *Culex* en Nouvelle Aquitaine

Pas de cas de WNV & USUV recensés en Gironde avant 2022

Octobre 2022 - 1 cas humain USUV et 3 cas équins de WNV

fin 2022 - Création de la **Task Force Recherche opérationnelle One Health MIE-Arbo Nouvelle Aquitaine** (responsables: *Denis Malvy* et *Alexandre Duvignaud*, CHU de Bordeaux, *Thierry Touzet*, DDPP33, DRAAF, *Gaëlle Gonzalez*, *Camille Migné*, LNR Encéphalites virales des équidés, ANSES)



Clément Bigeard (DDPP33/Anses/LNR WNV) Détection sérologique de WNV dans les chevaux (avril-mai 2023)

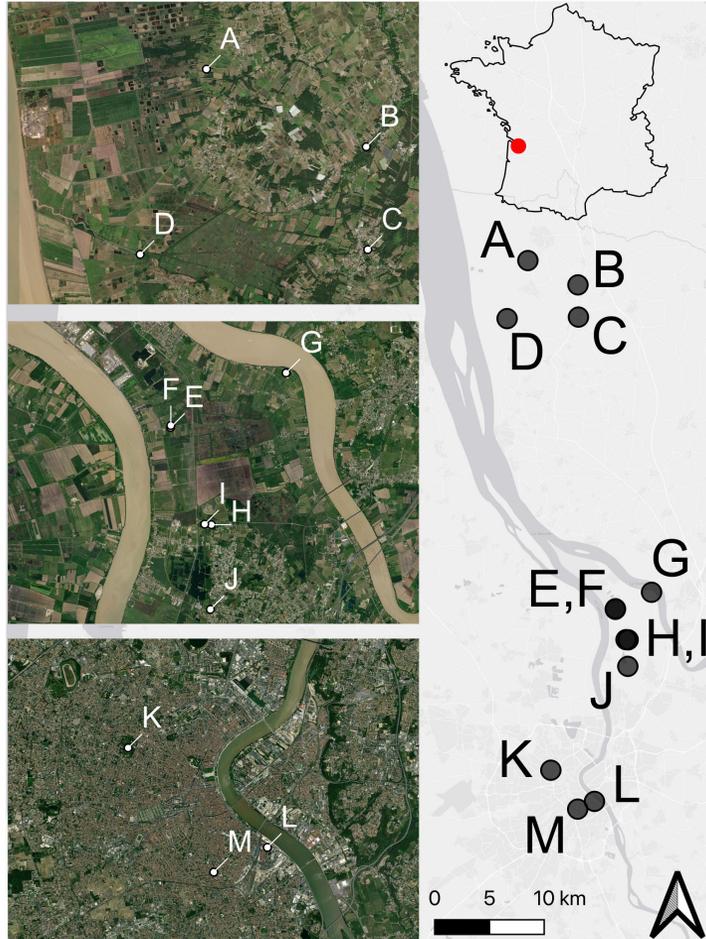


16 juillet 2023 - Cas humains d'infection à WNV détectés par le CHU de Bordeaux (*Denis Malvy* et *Alexandre Duvignaud*) puis confirmés par le Centre National de référence (CNR) des arbovirus (*Xavier de Lamballerie*, *Gilda Grard*, *Guillaume Durand*).

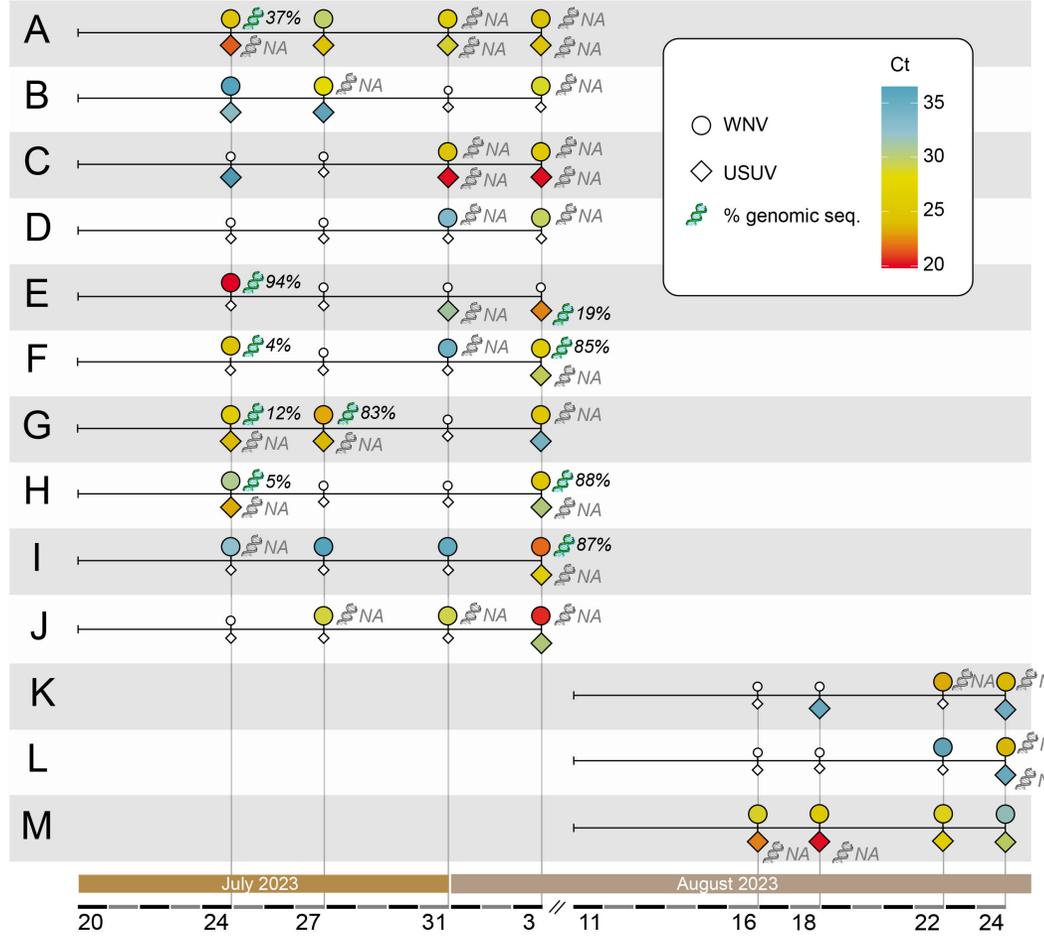
Implémentation de MX avec l'IRBA et l'EID Méditerranée

Détection non-invasive de WNV et USUV avec MX

A



B



Analyse et séquençage par



CENTRE NATIONAL DE REFERENCE
ARBOVIRUS

Laura Pezzi



- 52 échantillons d'excréments provenant de 13 sites en Nouvelle-Aquitaine sur une période 1 mois ont été analysés en moins de 10 jours après collection.
- 39 (75%) d'entre eux positifs pour WNV ou USUV, WNV seul dans 13 (25%) collections et USUV seul dans 4 (8%) collections.
- Aucun site sans détection de virus

Les espèces de moustiques avec du virus

75% ≠ 75% de moustiques capturés positif

Collection	Sampling date	Sites	Location	Virus detection in excreta	N mosquitoes	Culex	Aedes	Others	N (%) WNV	N (%) USUV	
C1	25/07/2023	E	Estuary	WNV 	28	28	0	0	5 (18%)	0 (0%)	
C2	03/08/2023	E	Estuary	USUV 	60	58	2	0	0 (0%)	5 (8%)	
C3	03/08/2023	G	Estuary	WNV+USUV 	35	32	3	0	6 (17%)	0 (0%)	
C4	03/08/2023	I	Estuary	WNV+USUV 	27	19	5	3	0 (0%)	0 (0%)	
C5	03/08/2023	F	Estuary	WNV+USUV 	26	17	9	0	2 (8%)	0 (0%)	
C6	18/08/2023	M	City	USUV 	94	83	4	7	0 (0%)	4 (4%)	
C7	24/08/2023	K	City	WNV+USUV 	94	55	32	7	5 (5%)	2 (2%)	
Bonne correspondance entre détection excréments et détection dans les moustiques					Total	364	292	55	17	18 (5%)	11 (3%)

- 5 espèces identifiées sur les 7 collectes analysées.
 - **23** *Culex pipiens* (14 WNV / 9 USUV)
 - **2** *Aedes vexans* (WNV)
 - **2** *Ochlerotatus caspius* (WNV)
 - **1** *Culiseta longiareolata* (USUV)
 - **1** *Aedes albopictus* (WNV)
- *Cx. pipiens* et *Ae. albopictus* présent en zones rurales et urbaines.
- *Cs. Longiareolata* uniquement urbaine.



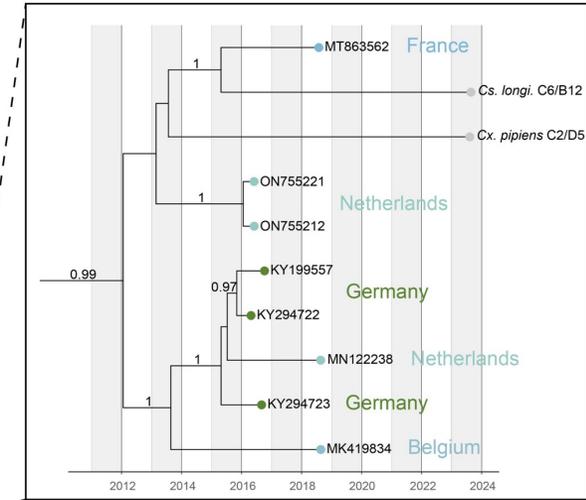
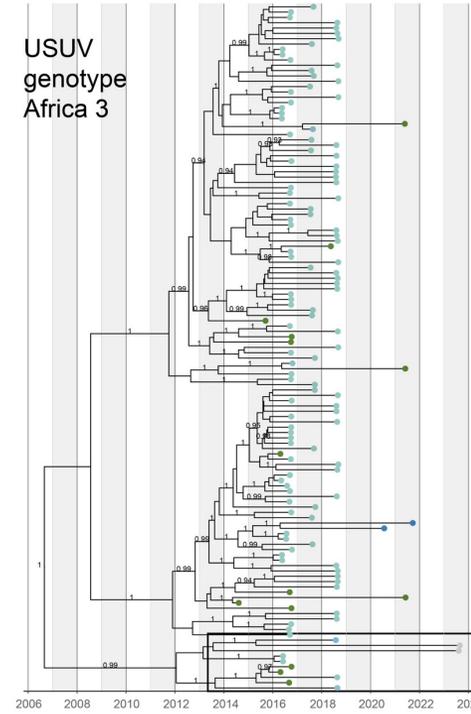
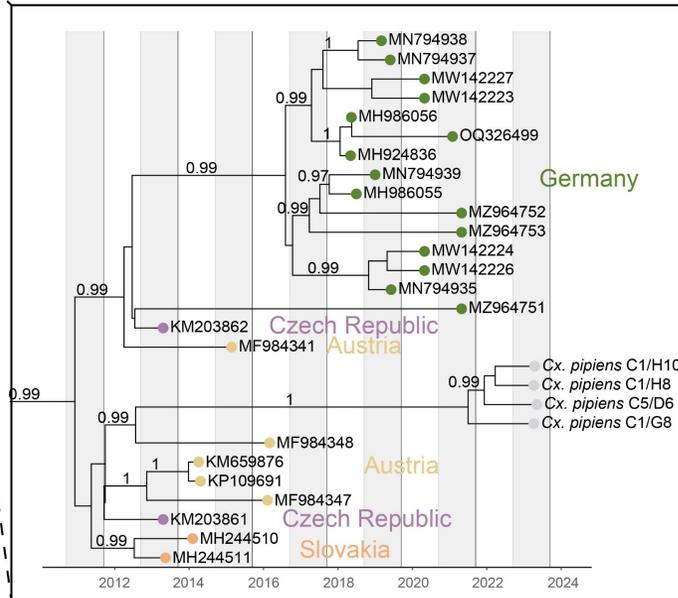
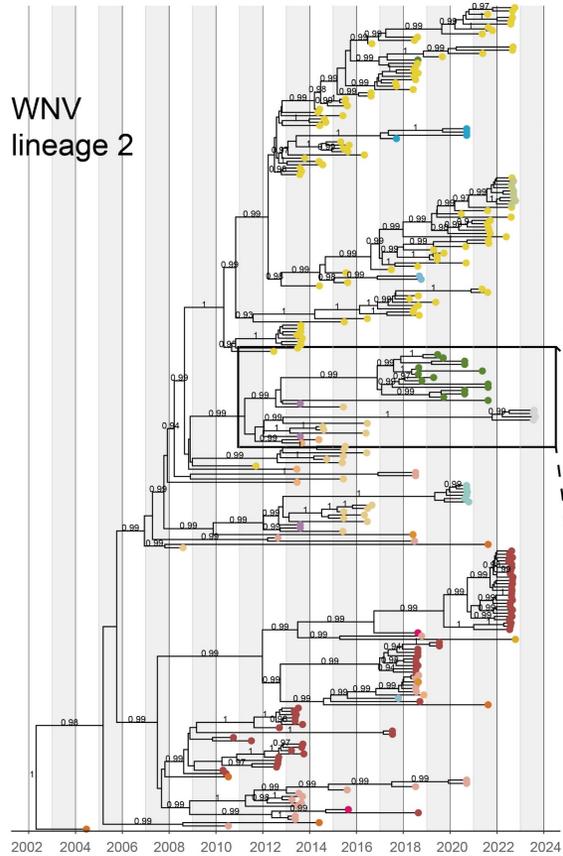
3 USUV et 4 WNV isolés sur moustiques individuels provenant des pièges positifs. Taux de succès: 22% (WNV) and 43% USUV.

Nazli Ayhan



CENTRE NATIONAL DE REFERENCE
ARBOVIRUS

L'identité génétique des virus révélée avec MX

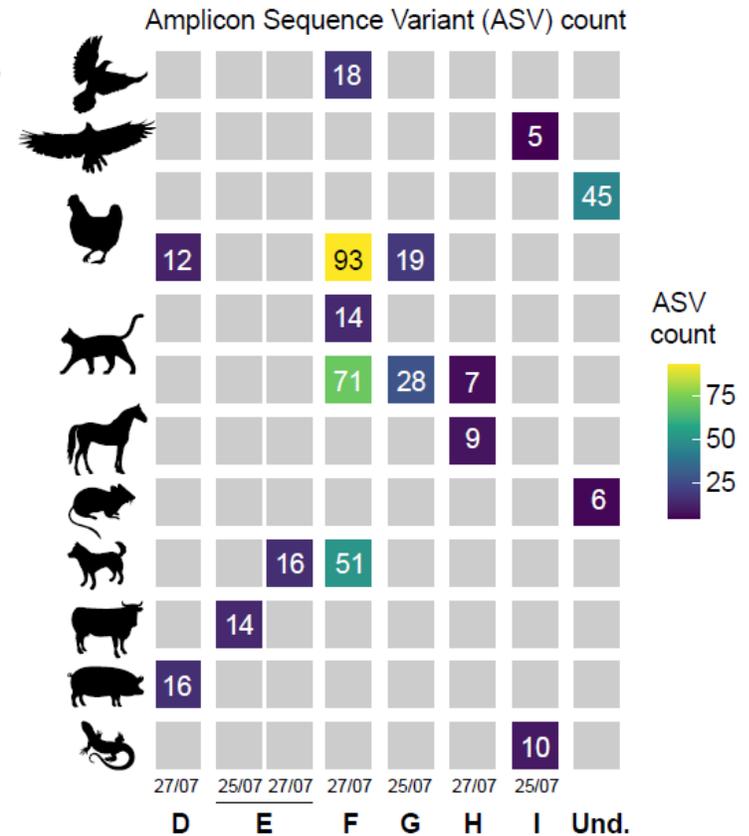
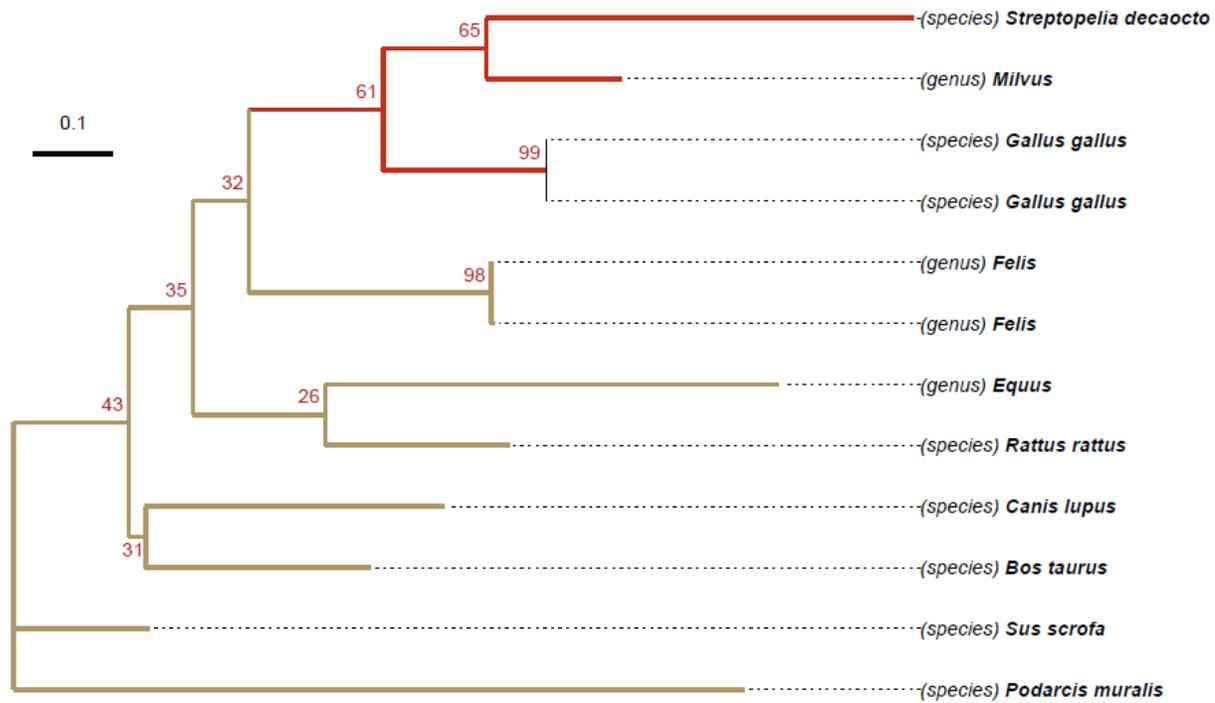
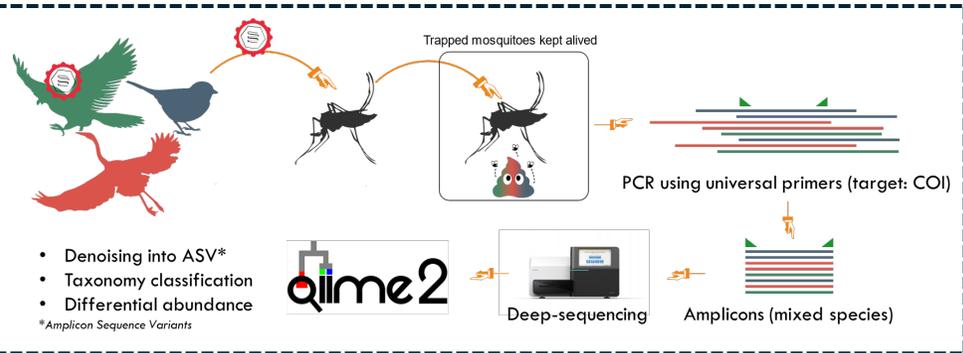


→ Différents du WNV détecté dans le Sud de la France en 2023 (cas humain) et des WNV endémique (lignée 1)

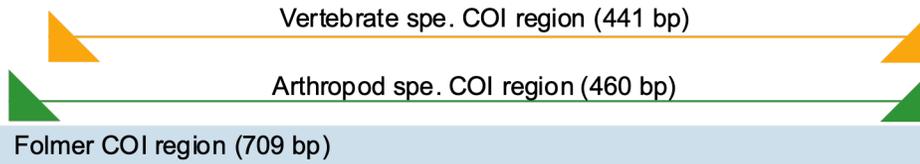
Raphaëlle Klitting



Approche métagénomique: le petit plus



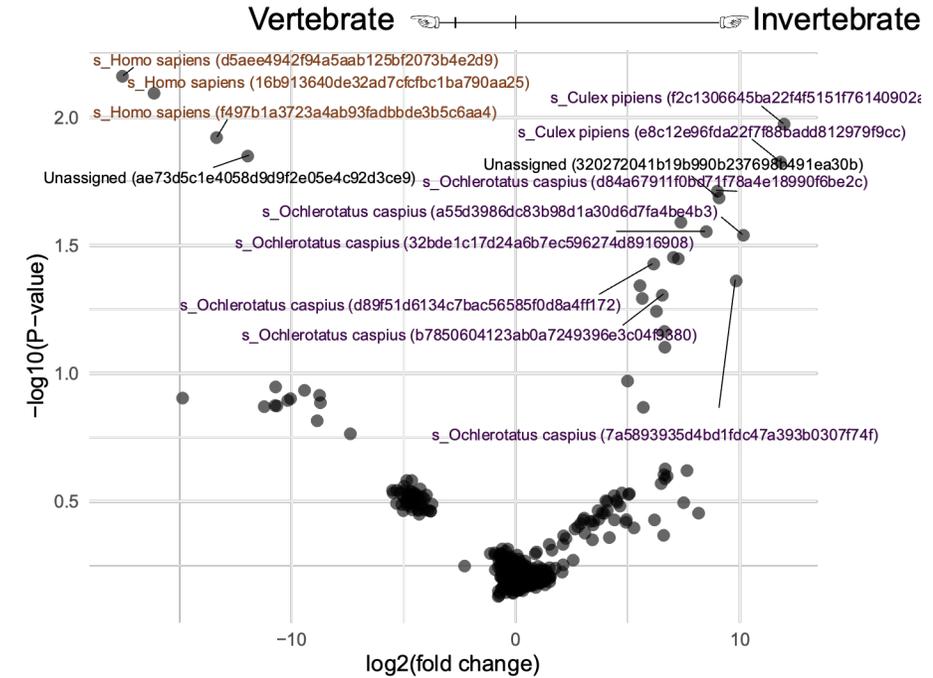
Préparation des banques ultra-simplifiée



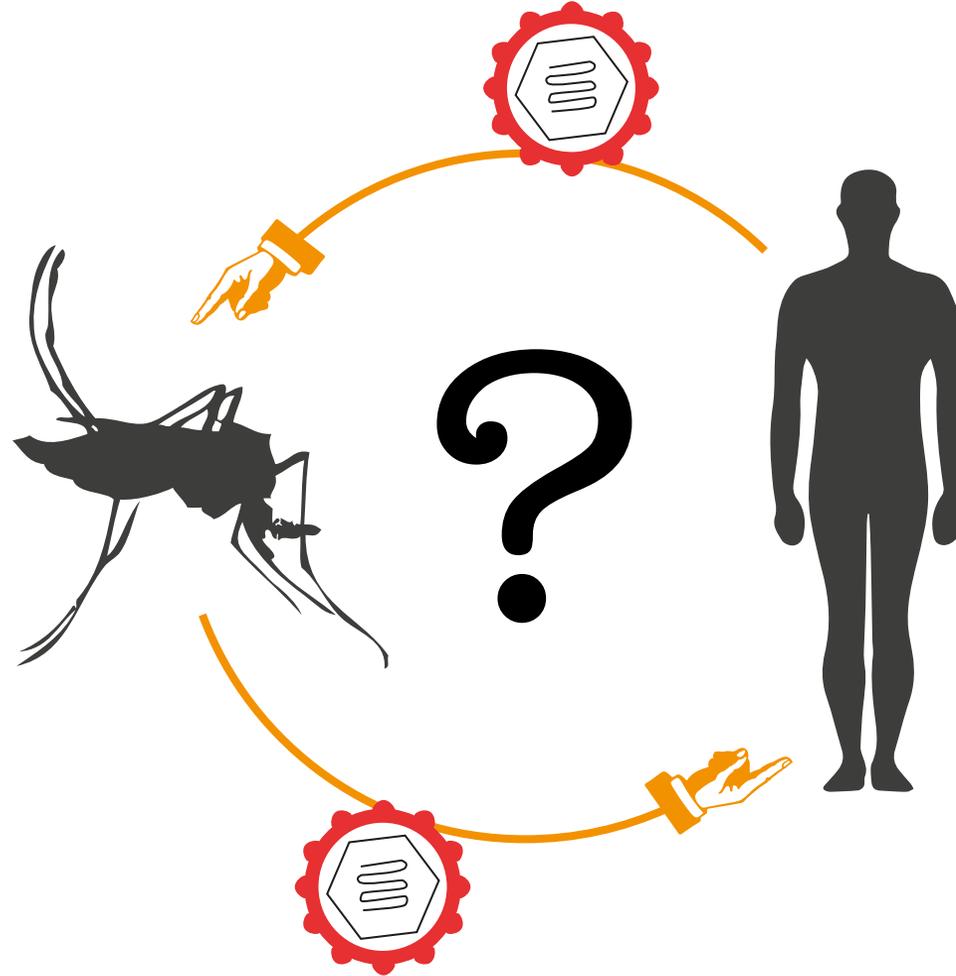
invertebrates



Vertebrates

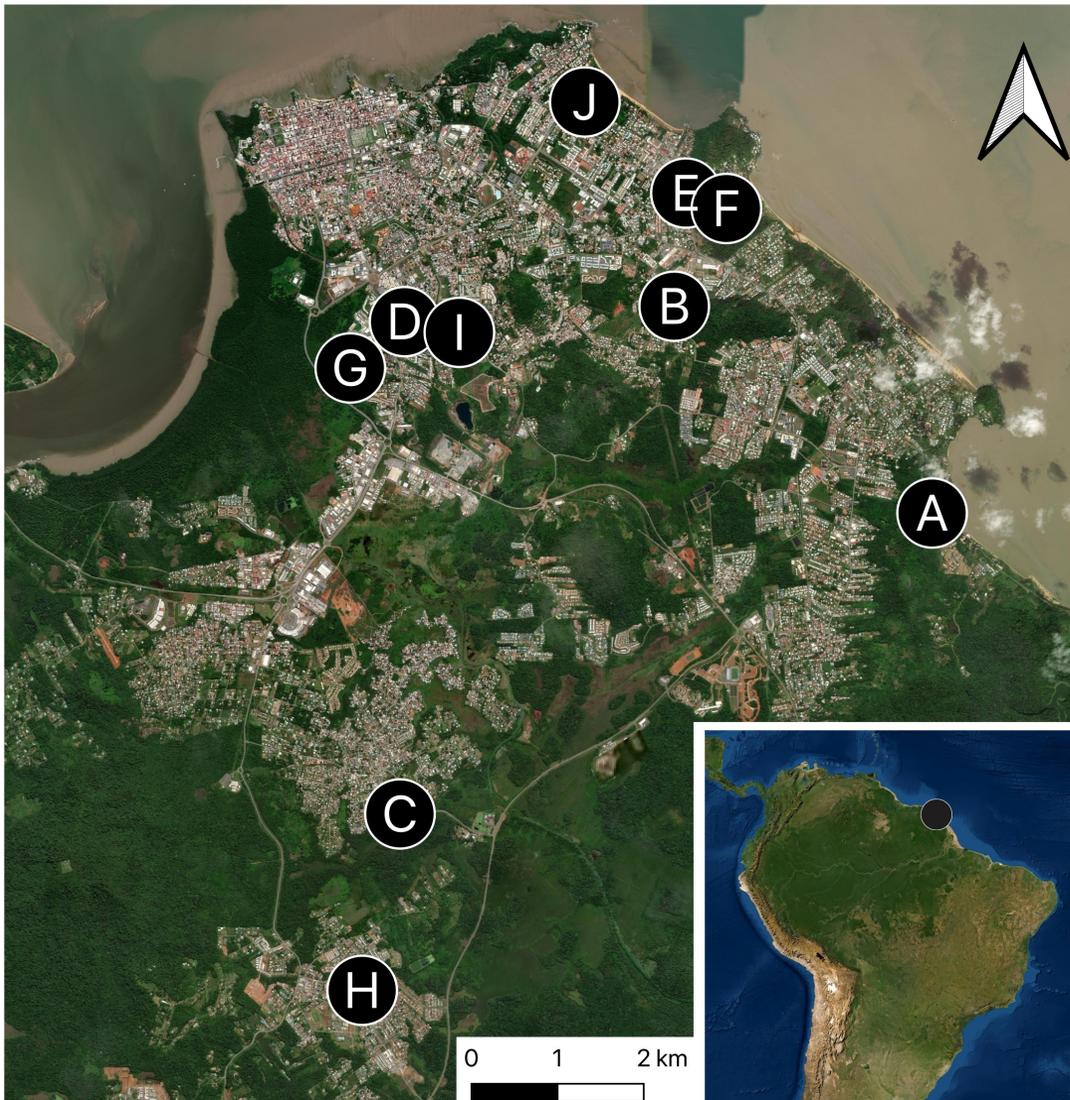


Et les virus transmis par les *Aedes* ?

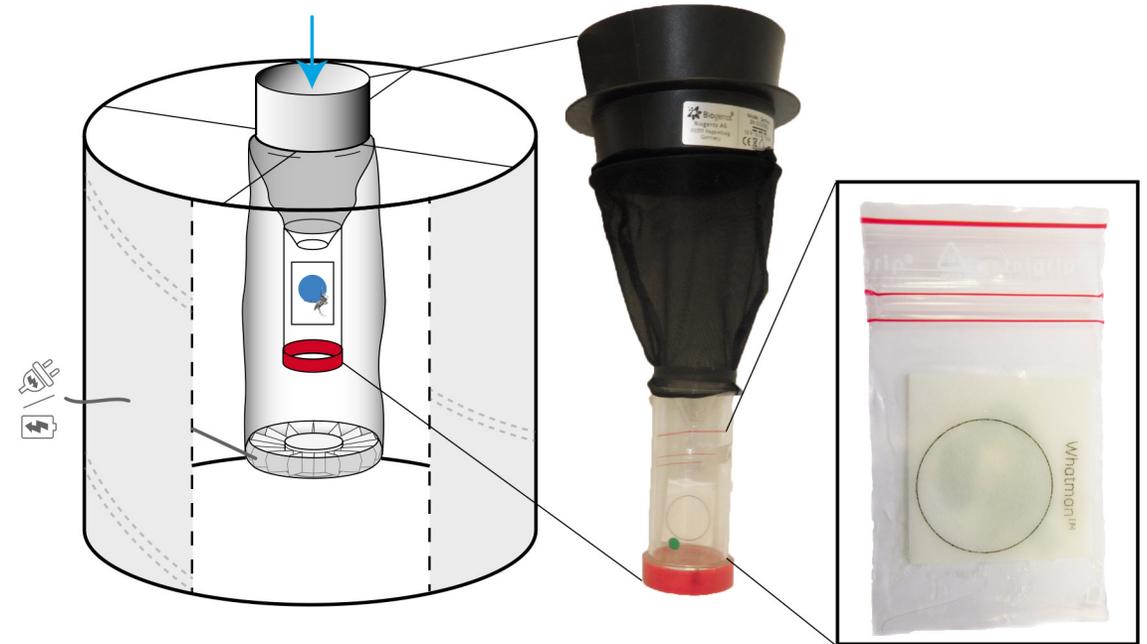


DENV, CHIKV, ZIKV, YFV...

MX: Détection de ZIKA en 2016



Amandine Guidez,
(Unité d'entomologie médicale, IP Guyane)
Sébastien Briolant, UPE, IRBA



JOURNAL ARTICLE

Noninvasive detection of Zika virus in mosquito excreta sampled from wild mosquito populations in French Guiana

Amandine Guidez ✉, Albin Fontaine, Léna Yousfi, Sara Moutailler, Romuald Carinci, Jean Issaly, Pascal Gaborit, Arnaud Cannet, Franck de Laval, Séverine Matheus, Dominique Rousset, Isabelle Dusfour, Romain Girod, Sébastien Briolant

Author Notes

Journal of Medical Entomology, tjae016, <https://doi.org/10.1093/jme/tjae016>

Published: 26 February 2024 [Article history](#)

PDF Split View Cite Permissions Share

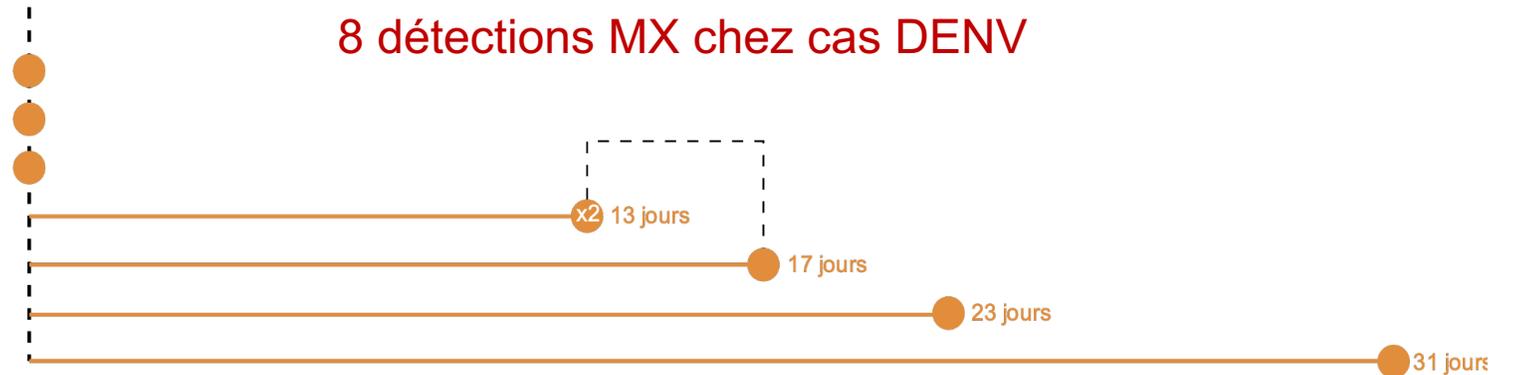
MX en Martinique et en Guadeloupe (2023)



- **Centre d'Epidémiologie et de santé Publique des Armées (CESPA)** (Vincent POMMIER DE SANTI, Guillaume VELUT)
- **Unité des Virus Émergents** (UMR IRD 190, Inserm 1207),
- **CMIA de Martinique** (Isabelle BATTAGLIA-JEAN)
- **Institut Pasteur de Guadeloupe** (Anubis VEGA-RUA, Christelle DOLLIN)
- **Centre de Démoustication et de Recherches Entomologiques (CEDRE)** (Manuel ETIENNE, Yann NITHARUM, Anaëlle ARAGON, Gina DELOR)

Dernière DDS
dans le foyer

8 détections MX chez cas DENV



MX classique +
Aspiration intra-
domiciliaire

(un seul passage, pas de matériel à laisser sur place)

Capter des moustiques au sein des foyers après le premier cas pour éviter les cas secondaires – **une idée dengue ?**

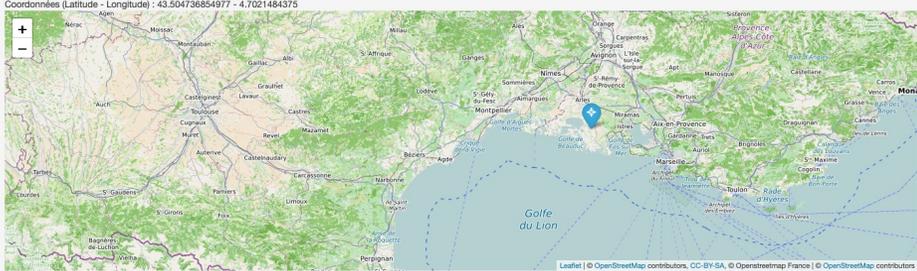
MX en 2024

- **De nouveaux défis!** Détection précoce, meilleure identification des réseaux trophiques par espèce...
- **ShinyR web App:** facilite le suivi de l'information

Positionnez (Zoom et clic) votre site de collecte sur la carte ci-dessous.

Aidez-moi à me localiser avec mon smartphone

Coordonnées (Latitude - Longitude) : 43.504736854977 - 4.7021484375



Leaflet | © OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA, © OpenStreetMap contributors

Validez vous ces données?

Type d'échantillon : Mosquito_excreta
Equipe collecte : Autres
Region : Provence Alpes Cote d'Azur
Departement : Bouches-du-Rhône_13
Début de collecte : 2024-04-24
Fin de collecte : 2024-04-27
Lit : 43.504736854977
Long : 4.7021484375

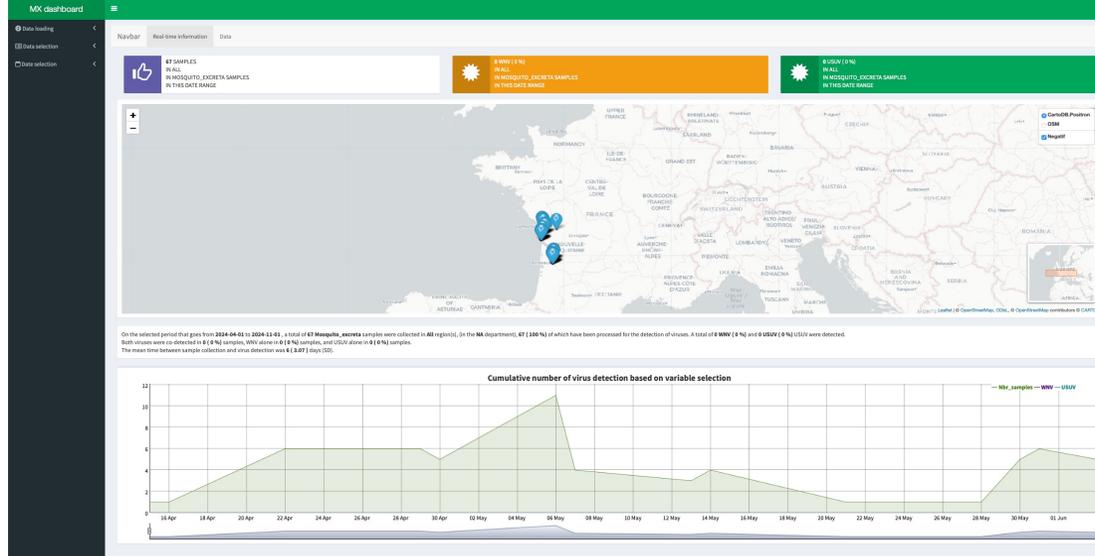
Validation

MX dashboard

47 SAMPLES
TOTAL
IN MOSQUITO_EXCRETA SAMPLES
IN THIS DATE RANGE

0 WNV (0%)
TOTAL
IN MOSQUITO_EXCRETA SAMPLES
IN THIS DATE RANGE

0 USQU (0%)
TOTAL
IN MOSQUITO_EXCRETA SAMPLES
IN THIS DATE RANGE



Cumulative number of virus detection based on variable selection

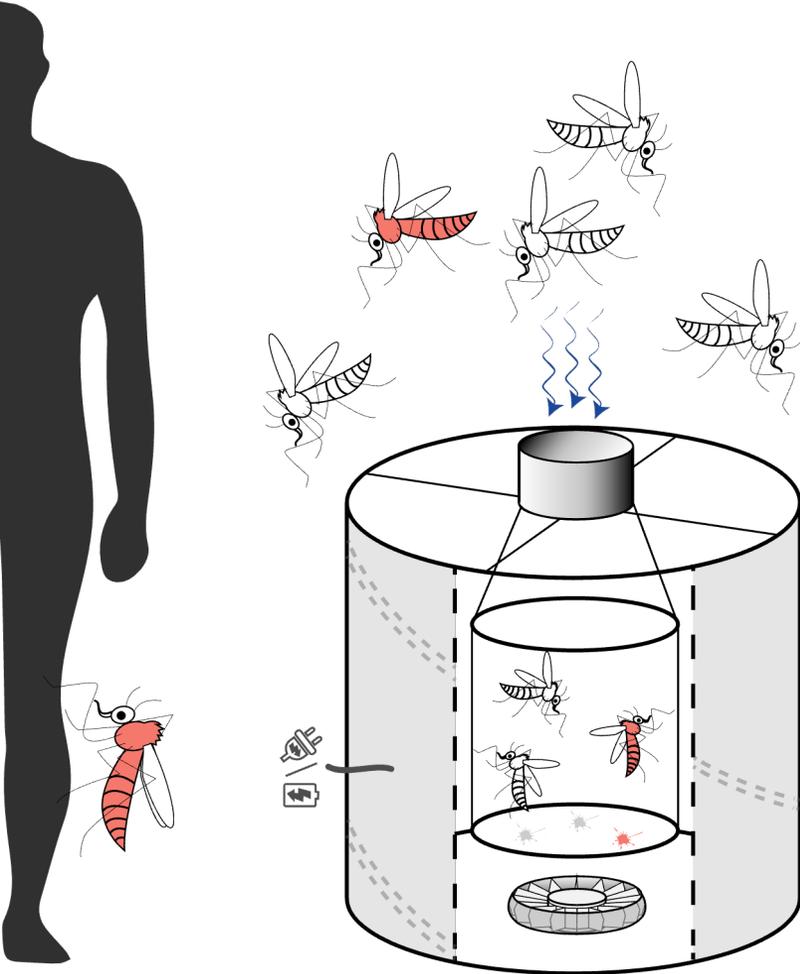
On the selected period that goes from 2024-04-01 to 2024-11-01, a total of 47 Mosquito_excreta samples were collected in ALL regions, in the MA department, 47 (100%) of which have been processed for the detection of usuan. A total of 0 WNV (0%) and 0 USQU (0%) USQU were detected. Multi-uses were collected in 0 (0%) samples, WNV alone in 0 (0%) samples, and USQU alone in 0 (0%) samples. The mean time between sample collection and virus detection was 4 (3.87) days (SD).

- **Un réseau plus grand**, plus de partenaires, de la Nlle Aquitaine à la Corse.



MX (Molecular Xenomonitoring)

Détection de virus dans les déjections de moustiques capturés:



- **Non invasif** / les moustiques échantillonnent l'environnement pour nous
- **Rapide + facilité de transport des échantillons** / la détection en temps réel est à portée de main
- **Ne nécessite pas de compétence particulière en entomologie** / pas besoin de savoir reconnaître un moustique
- **Peu coûteux** / rapport résultats/coûts imbattable, indépendamment du nombre de moustiques capturés

A HUGE TEAM WORK!

Task Force One health MIE-Arbo Nouvelle Aquitaine

(Denis Malvy, CHU de Bordeaux)

Animal Health

- Stephan Zientara (UMR Virologie ANSES-INRAE- ENVA)
- Gaëlle Gonzalez, Camille Migné, Teheipuaura Helle, Marine Dumarest (LNR WNV)
- Réseau d'épidémiologie-surveillance des pathologies équine (RESPE)
- Stéphanie Desvaux, Anouk Decors (SAGIR/ Office français de la biodiversité (OFB))
- Thierry Petit (Zoo de la Palmyre)
- Consortium ORHIA-NA

Human Health

- Denis Malvy, Alexandre Duvignaud (CHU Bordeaux)
- Xavier de Lamballerie, Nazli Ayhan, Raphaëlle Klitting, Laura Pezzi (CNR-INSERM)
- Gilda Grard, Guillaume Durand (CNR-IRBA)
- Pierre Gallian (EFS)
- Harold Noel, Florian Franke, Clémentine Calba (SPF PACA)
- Laurent Filleul (SPF Nouvelle Aquitaine)
- Baptiste Groff (ARS)

Mosquito Surveillance

- Clément Bigeard (ANSES/LNR WNV/DDPP33)
- Albin Fontaine (IRBA)
- Nicolas Gomez (IRBA)
- Thierry Touzet (DDPP33, DRAAF)
- Katia Ramiara (DDPP33)
- Gregory L'Ambert (EID Méditerranée)
- Xavier de Lamballerie, Nazli Ayhan, Raphaëlle Klitting, Laura Pezzi (CNR-INSERM)
- Geraldine Piorkowski (UVE)

Service démoustication

- Christophe Courtin (Bordeaux Métropole)
- Sébastien Chouin (Charente Maritime)
- Laurent Malnoe (Charente Maritime)

