

DIPLÔME UNIVERSITAIRE INTERNATIONAL One HEALTH

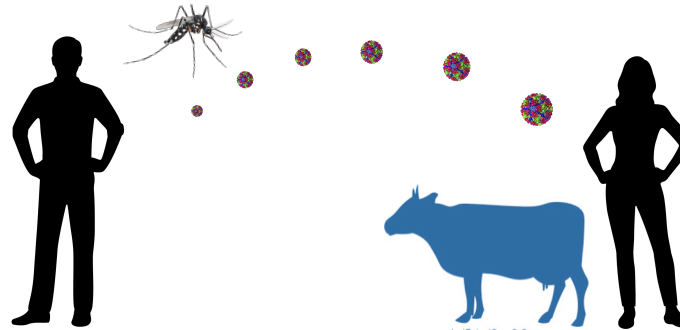
**Dorothee MISSE, DIRECTRICE DE
RECHERCHE-DR1**

**DEPARTEMENT
BIOLOGY OF VIRAL INFECTIONS**





ARBOVIRUS “Arthropod-Borne Virus”



Transmitted to vertebrate hosts by hematophagous arthropod vectors”



Mosquito



Sand fly



Midges



Tick

Flaviviridae: Flavivirus



DENV – ZIKV-WNV-YFV

Togaviridae: Alphavirus



CHIKV-MAYV

Bunyaviridae : Nairovirus-Phlebovirus



CCHF-RIFT

Les arbovirus regroupent des virus distincts entre eux mais qui partagent la particularité d'être transmis par les arthropodes piqueurs, principalement les moustiques, les phlébotomes et les tiques hématophages

Le terme arbovirus « Arthropod-Borne Virus » = qui est porté par les arthropodes.



Moustiques



Phlébotomes



Tiques

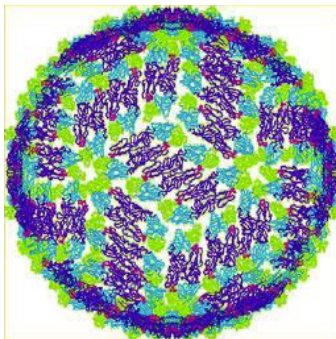


Mouchérons

Le virus se multiplie chez l'hôte vecteur sans l'affecter et reste présent chez l'insecte durant toute sa vie

LES ARBOVIRUS

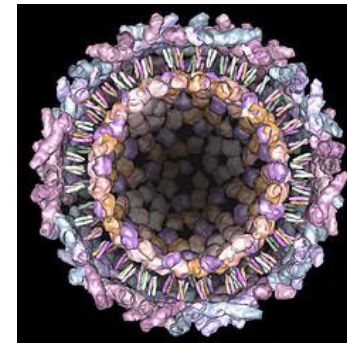
- ✓ 80 familles de virus
- ✓ 4000 espèces de virus
- ✓ 500-600 arbovirus décrits
- ✓ 265 transmis par les moustiques
- ✓ 100 sont pathogènes pour l'Homme



DENGUE

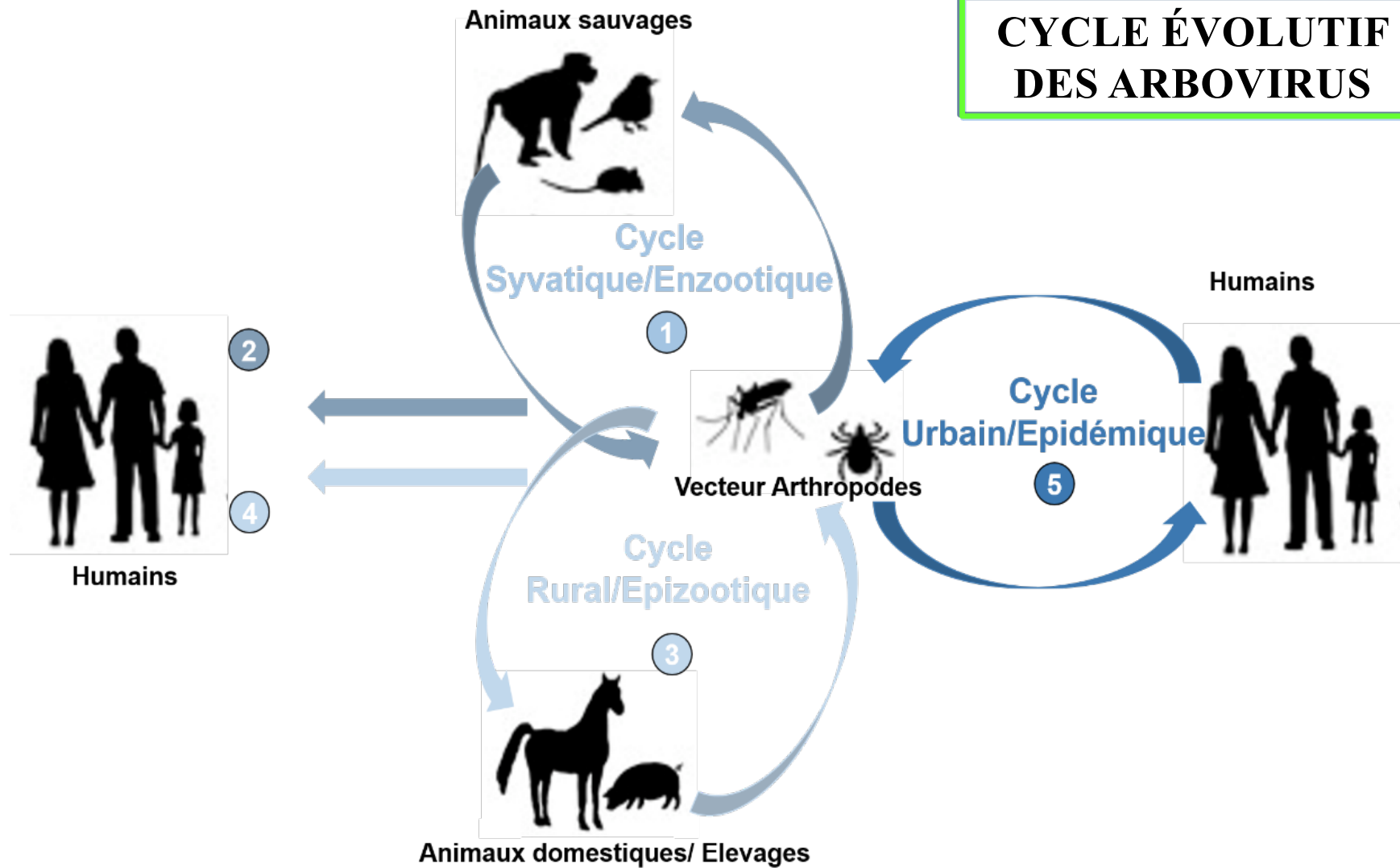


RIFT VALLEY FEVER VIRUS



CHIKUNGUNYA

CYCLE ÉVOLUTIF DES ARBOVIRUS



LES ARBOVIRUS

La plupart des arboviroses sont des **zoonoses: maladies infectieuses susceptibles d'être transmises par les animaux à l'homme et réciproquement.**

Du point de vue de la taxonomie: Ils appartiennent à **des familles virologiques différentes.**

Les Flaviviridae

Les Bunyaviridae

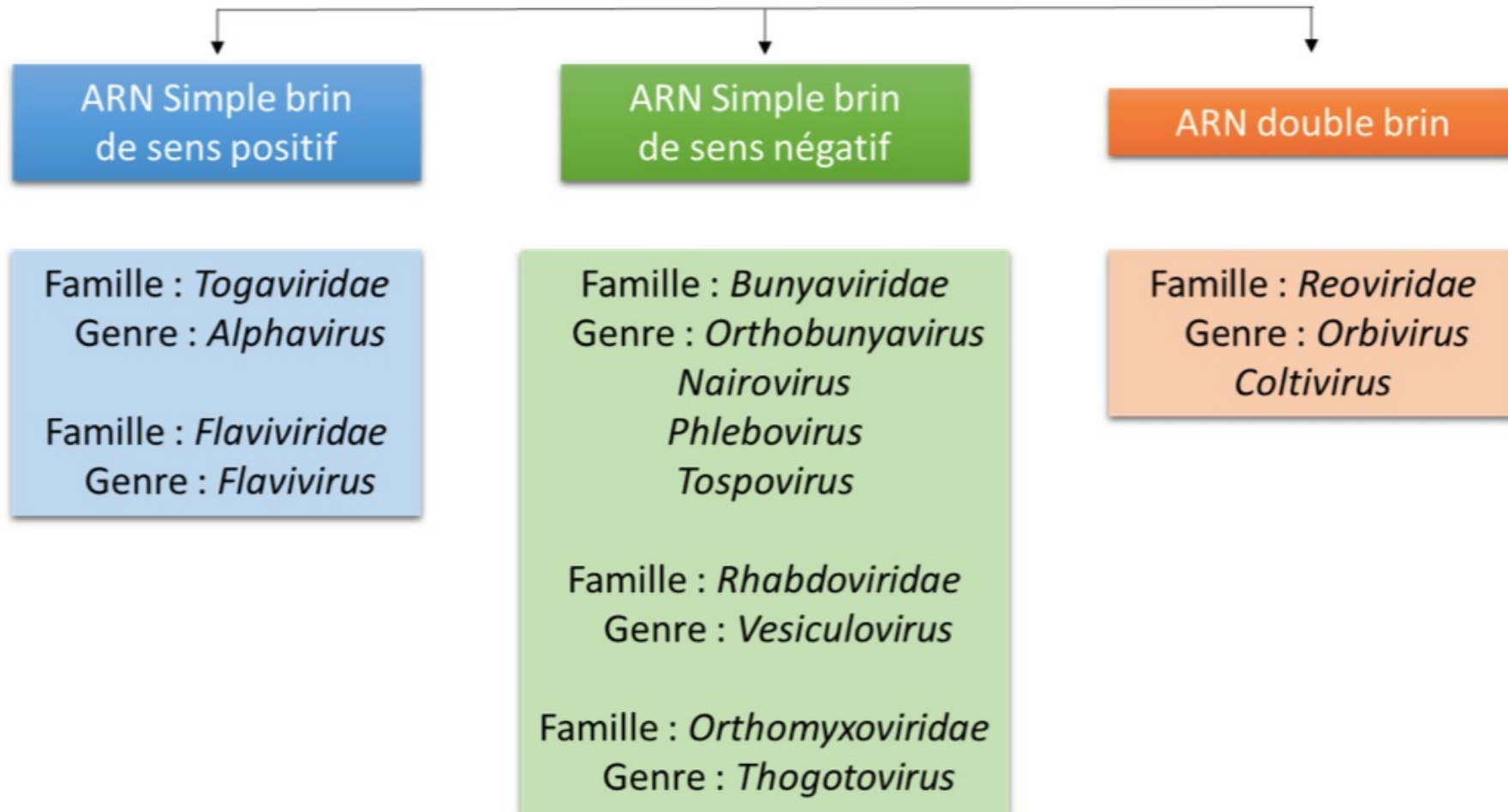
Les Togaviridae

Les Reoviridae

Les Rhabdoviridae

Les Orthomyxoviridae

ARBOVIRUS



Une autre façon de **classer les arbovirus** consiste à les présenter en fonction du **tropisme des virus** qui sont la cause et qui conditionne leur pouvoir pathogène:

La plupart des arbovirus se manifeste le plus souvent sous la forme, d'un syndrome grippal mais ces arbovirus peuvent aussi être à l'origine de complications plus graves **hémorragiques** ou **encéphalitiques** (ex: Virus Dengue et Virus West Nile).

-Les arbovirus **neurotropes** (ex: Virus West Nile, encéphalite Japonaise, ZIKV)

-Les arbovirus à **tropisme hépatique** (ex: Virus de la fièvre jaune)

-Les agents de **Fièvres hémorragiques** (ex: Virus Crimée-Congo, DENV)



TRANSMISSION DES ARBOVIRUS

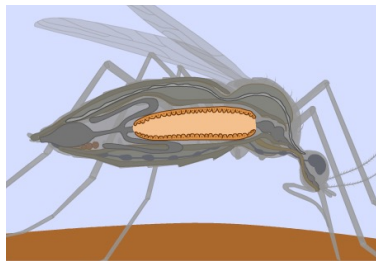
- ✓ **Transmission horizontale à partir de la salive infectée d'une femelle à un vertébré sensible (le plus courant)**
- ✓ **Transmission materno-fœtale (ZIKV)**
- ✓ **Transmission par transfusion sanguine ou don d'organes (DENV, WNV, etc)**
- ✓ **Transmission mécanique (ustensiles souillés -abattoirs) (RIFT Valley Fever Virus)**



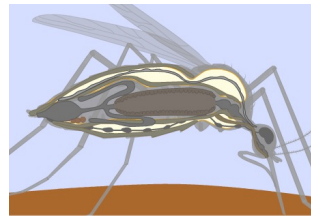
- **Transmission sexuelle: cas particulier (ZIKV)**

TRANSMISSION VECTORIELLE

Repas sanguin sur un malade en phase virémique



Réplication active du virus dans
Intestin moyen

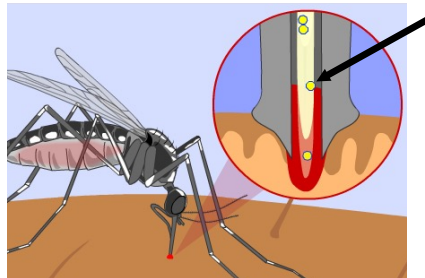


Envahissement du virus
dans l'ensemble de l'organisme



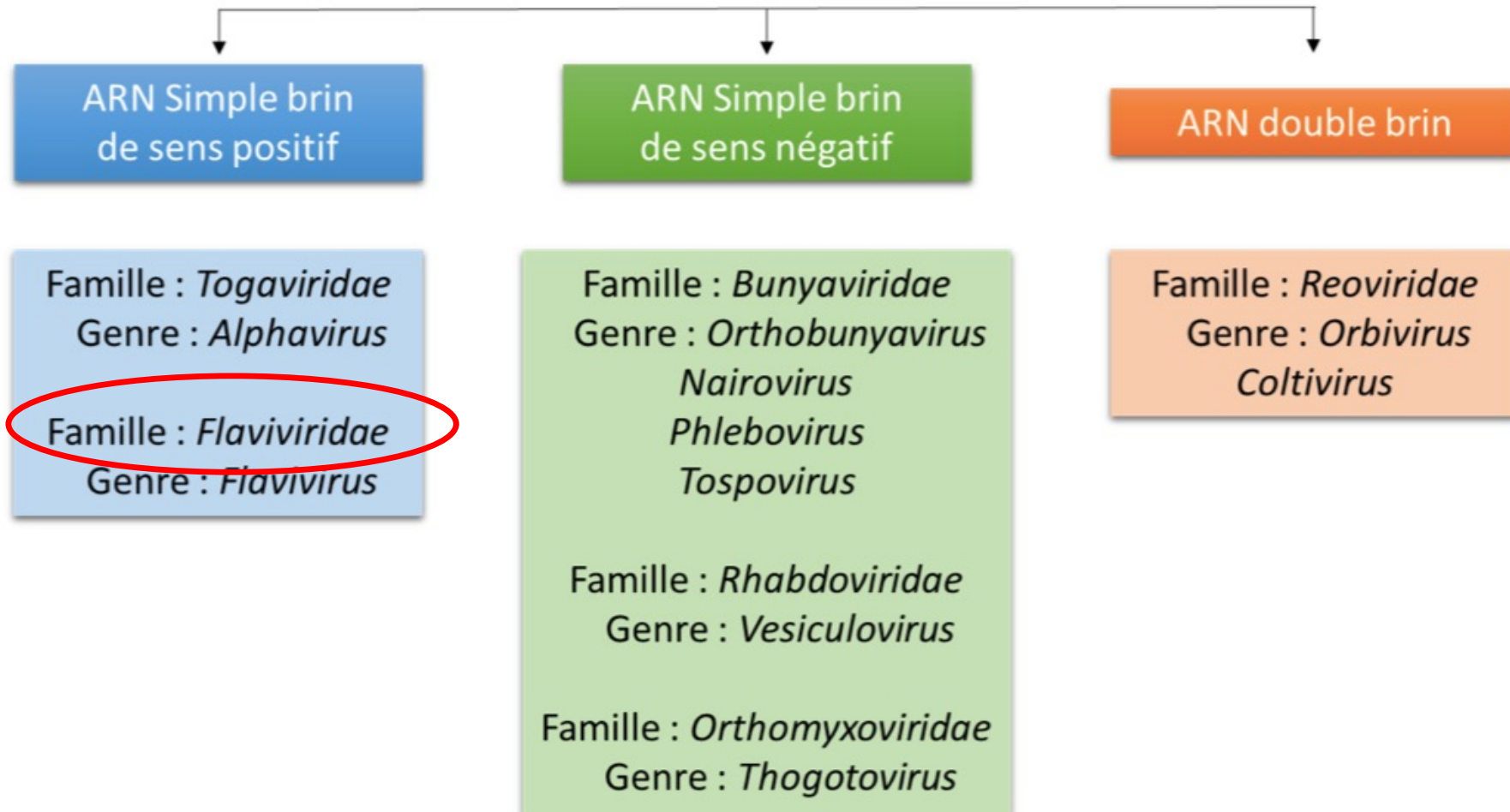
Concentration et réplication du virus
Dans les glandes salivaires

La période d'incubation
extrinsèque du virus dans
le moustique: correspond
au temps nécessaire au
virus ingéré pour atteindre
Les glandes salivaires.



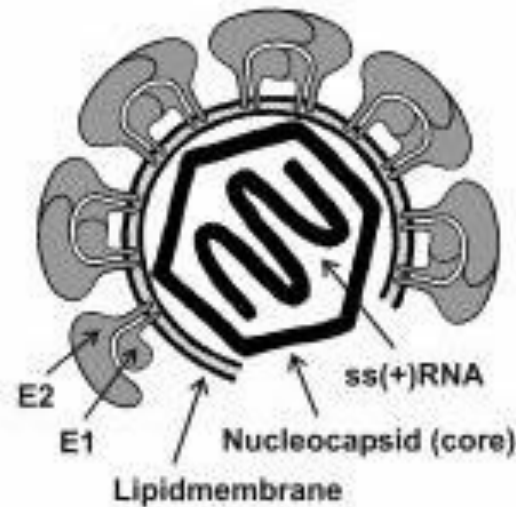
Lors d'un nouveau repas
sanguin sur une personne
saine: transmission du virus en
présence de salive
(protéines anticoagulantes,
immunosuppressives et immuno-
modulatrices

ARBOVIRUS

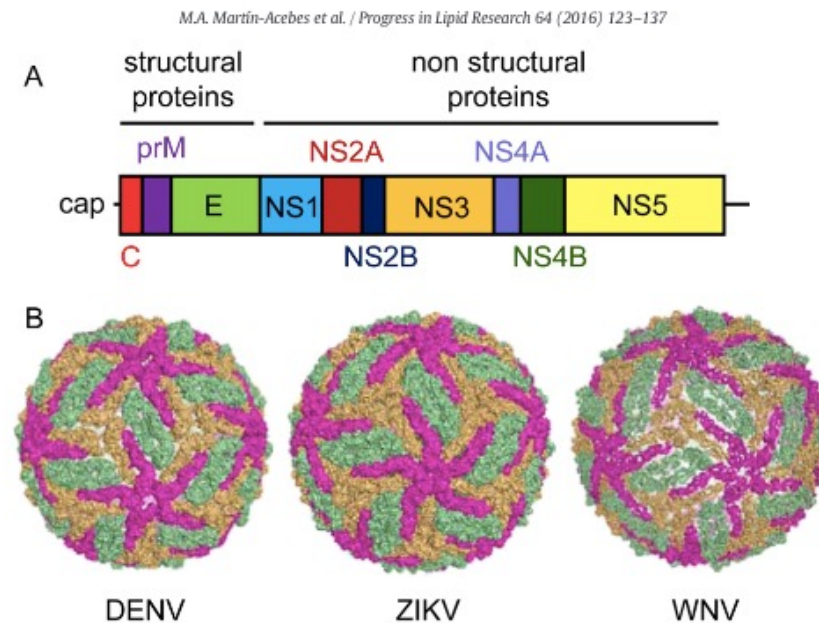


FLAVIVIRIDAE

Ce sont des virus enveloppés de 45nm de diamètre, à nucléocapside icosaédrique, formés d'un **simple brin d'ARN** de polarité positive (servant directement d'ARNm pour la réplication virale).



Douam et Coll., 2015



Cette famille héberge environ **67 espèces** de virus, dont ceux de la dengue, de la fièvre jaune, de l'encéphalite japonaise, du ZIKA, de la fièvre du Nil occidental (West Nile), ..., affections transmises par des moustiques, et les virus des encéphalites à tiques (TBEV)

REPARTITION GEOGRAPHIQUE D'AEDES ALBOPICTUS



Aedes albopictus

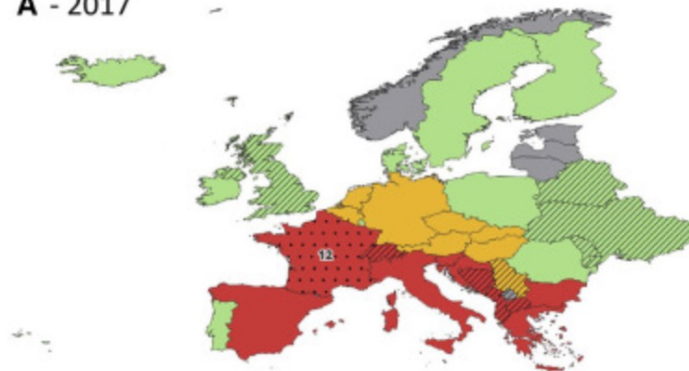


Aedes aegypti

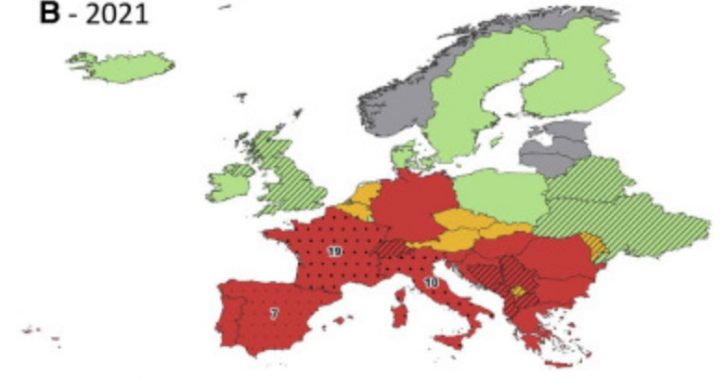


Culex pipiens

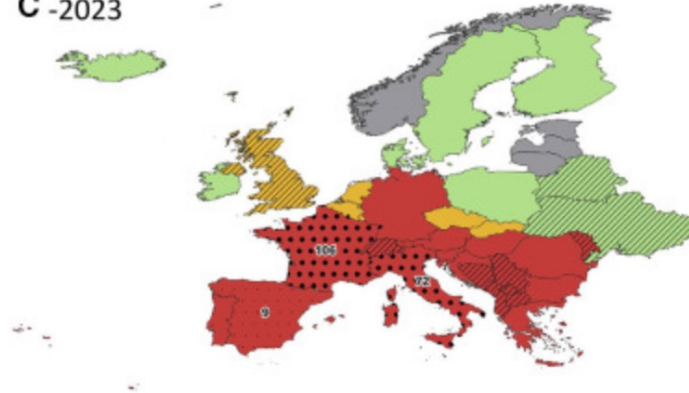
A - 2017



B - 2021



C - 2023



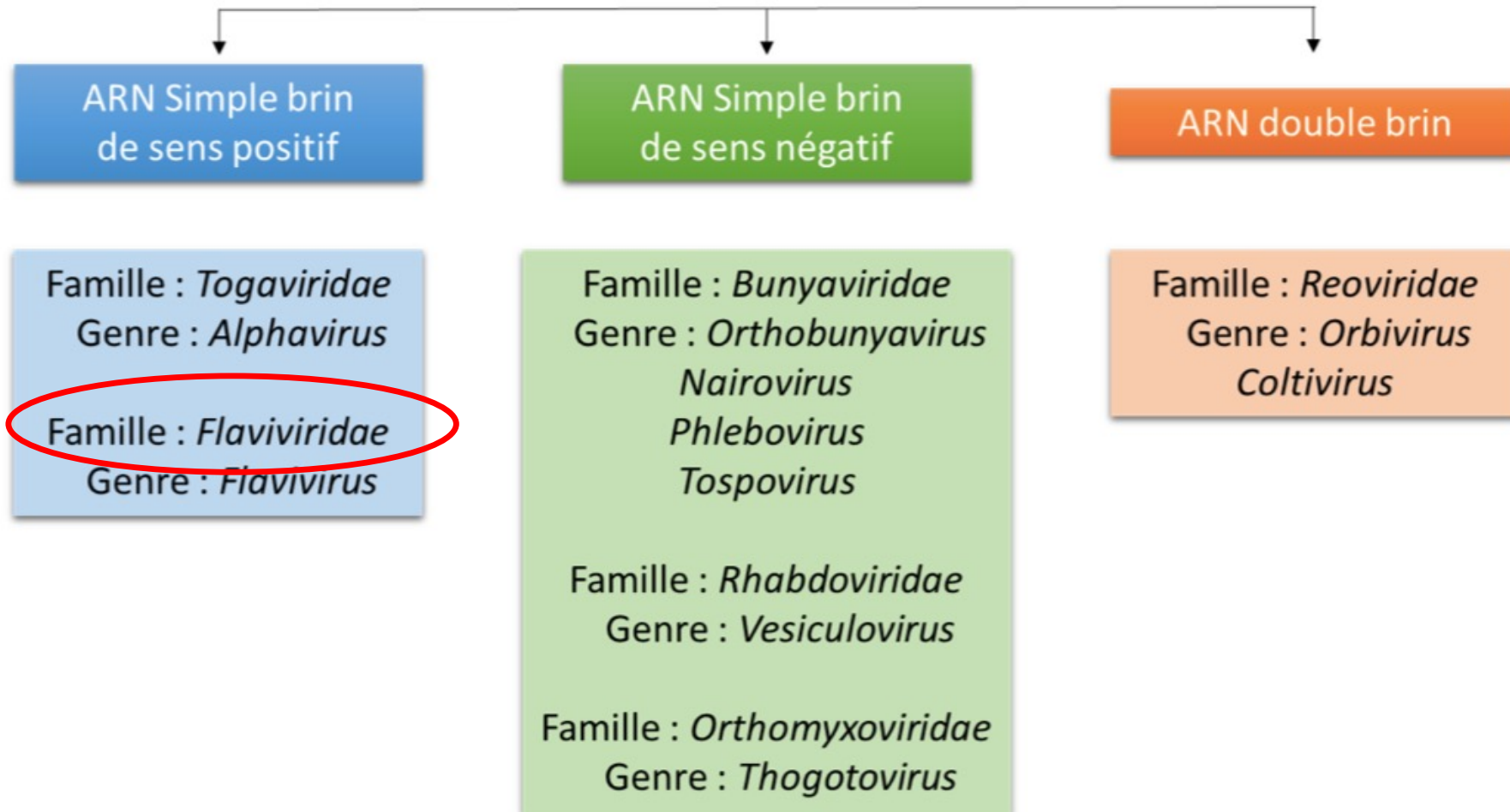
Ae. albopictus

-  absent
-  introduced
-  established
-  unknown/no data

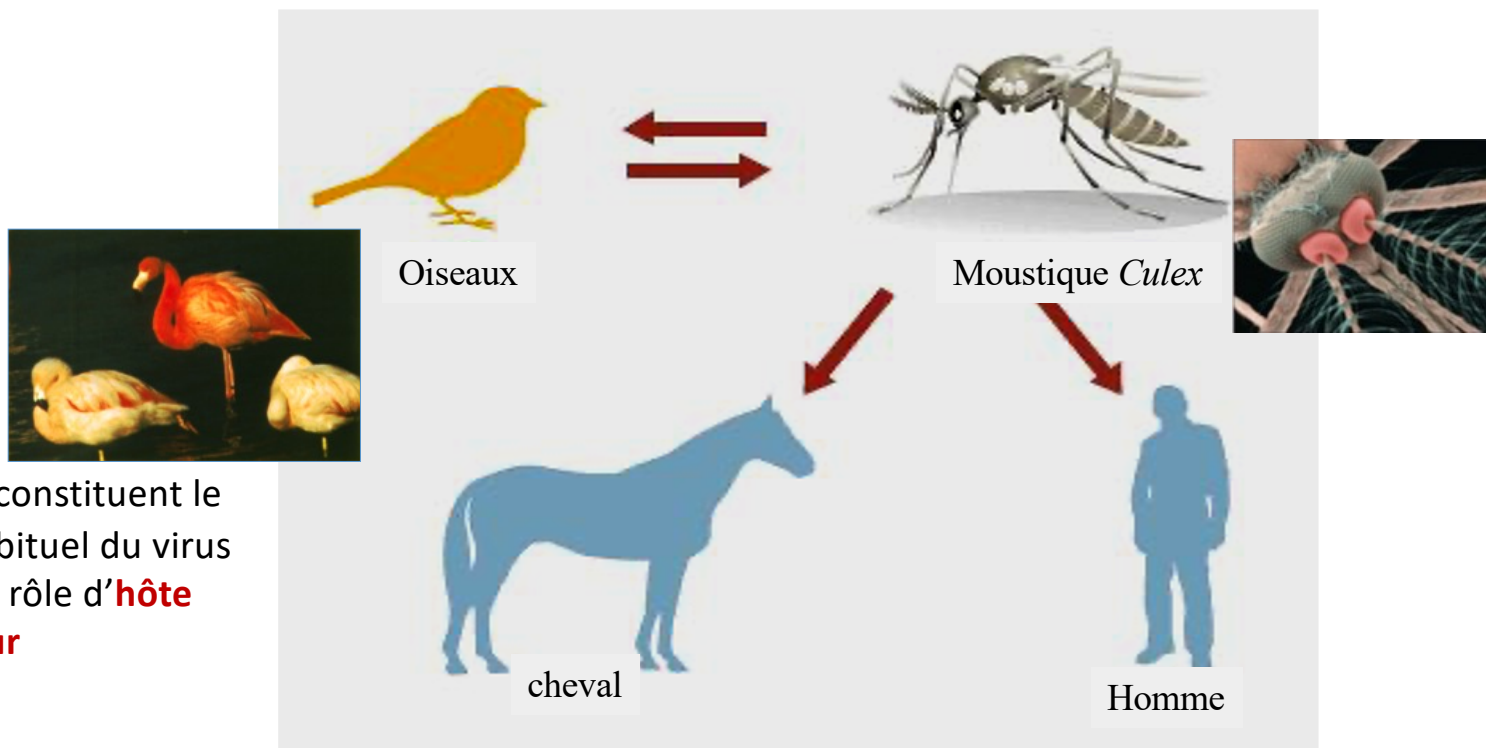
doi: [10.3389/fepid.2024.1342723](https://doi.org/10.3389/fepid.2024.1342723)

https://www.iucngisd.org/gisd/100_worst.php

ARBOVIRUS



CYCLE ZONOTIQUE DU VIRUS WEST NILE



Les oiseaux constituent le **réservoir** habituel du virus et jouent un rôle d'**hôte amplificateur**

- Moustiques vecteurs (virus isolé chez 75 espèces différentes dont *Culex*, *Aedes*...) s'infectent en piquant des oiseaux infectés
- **Le cheval et l'homme sont des hôtes accidentels** dans le cycle de cette zoonose et représentent des culs de sac épidémiologiques. Ceci signifie qu'il n'y a aucune transmission directe du cheval à l'homme ni d'homme à homme.

SYMPTOMES DE LA MALADIE (FIEVRE WN)

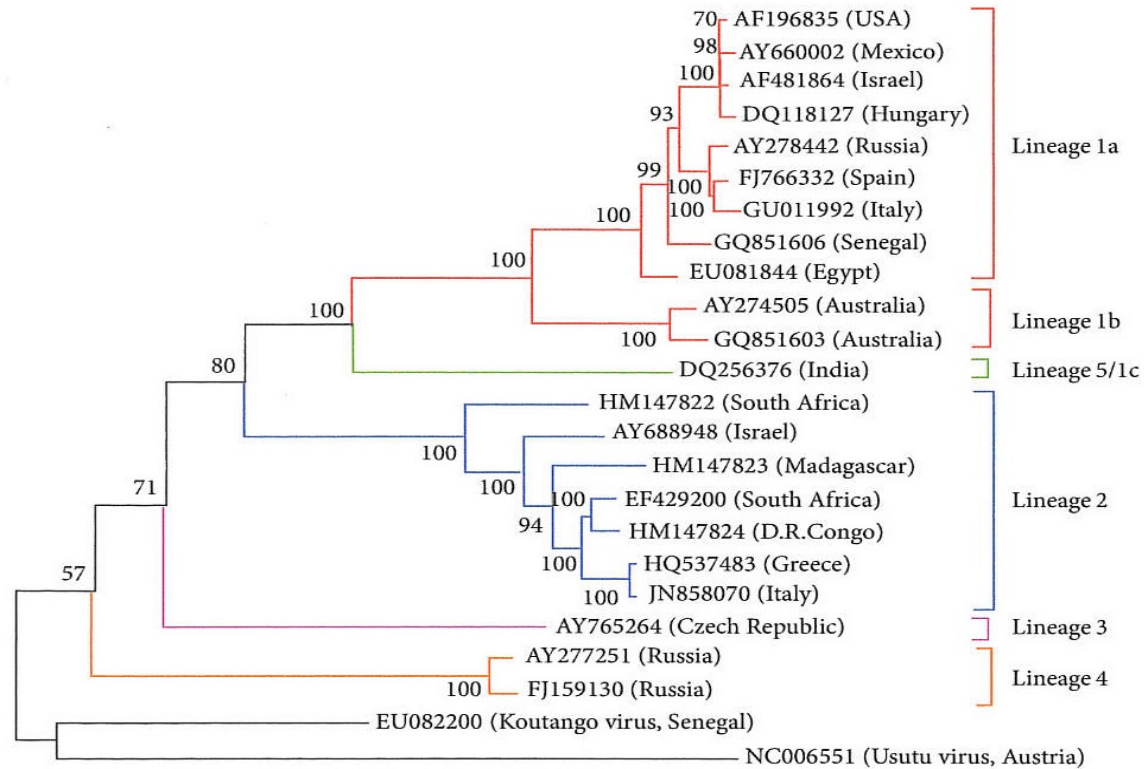


- ❖ Les chevaux et les êtres humains sont **les seuls mammifères pouvant présenter des symptômes**. Cependant, **80 % des infections sont asymptomatiques**.

méningites, encéphalites et paralysie flasque aiguë

- ❖ Dans 20 % des cas, les chevaux et les humains présentent une **forme fébrile**. Elle se caractérise par de la fatigue, une fièvre importante, des maux de tête et des douleurs musculaires et articulaires. Elle passe après quelques jours.
- ❖ **Dans moins de 1% des cas**, ils peuvent présenter une **forme neurologique**. Elle est à l'origine d'encéphalites et de méningo-encéphalites et peut être mortelle. Des séquelles neurologiques peuvent persister plusieurs années voire toute la vie.

LIGNAGES WEST NILE VIRUS



4 à 5 lignages basés sur la séquence des génomes complets des isolats. Ils diffèrent par plus de 20-25% et sont corrélés avec leur distribution géographique.

L'Office français de la biodiversité (OFB) est un établissement public dédié à la **protection et la restauration de la biodiversité en métropole et dans les Outre-mer**, sous la tutelle des ministères chargés de l'écologie et de l'agriculture.



SAGIR est un **réseau de surveillance épidémiologique des oiseaux et des mammifères sauvages terrestres** en France. Il est fondé sur un partenariat entre les Fédérations des chasseurs, l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) et les Laboratoires Vétérinaires Départementaux.

Ses objectifs sont de :

- détecter précocement l'apparition de maladies nouvelles pour la faune sauvage
- détecter les agents pathogènes transmissibles à l'homme et/ou partagés par la faune sauvage et les animaux domestiques

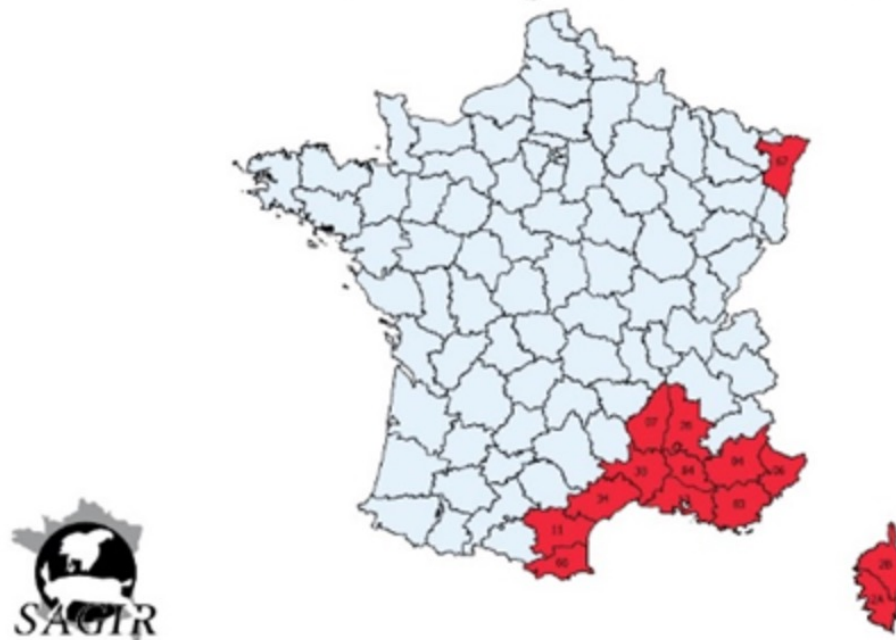
-AVIFAUNE: WNV → collecte et analyse d'oiseaux morts sur le terrain...



SURVEILLANCE RENFORCÉE POUR LE VIRUS WEST NILE

Cible les départements où la circulation du virus et la transmission à l'homme est la plus probable (ex: Camargue) et vise les espèces les plus susceptibles de mourir du virus).

Départements en surveillance SAGIR Renforcé pour la maladie de West Nile sur
l'avifaune sauvage
Eté- Automne 2019 (juillet à fin novembre 2019)



USUV si WNV neg

Période de transmission vectorielle qui correspond, selon les années, à la période entre Mai et fin Novembre)¹⁹

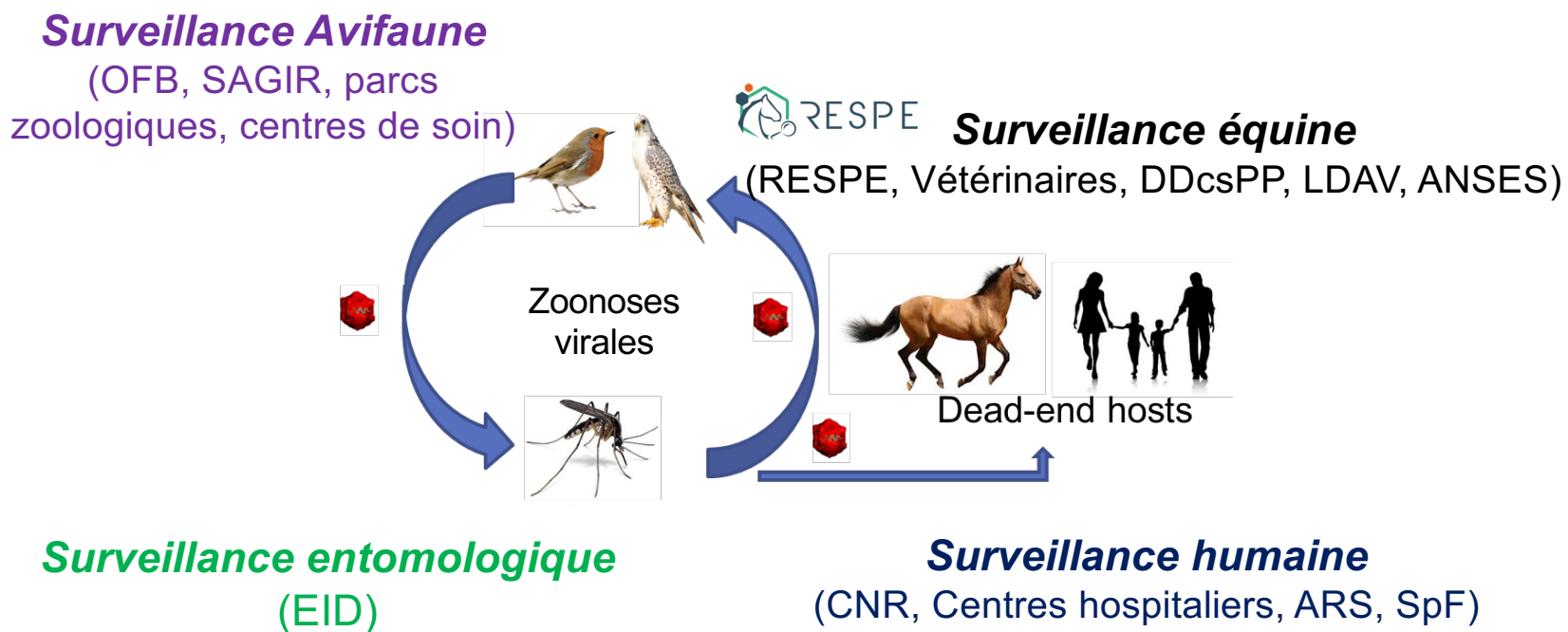
L'EID (Entente Interdépartementale de Démoustication) Méditerranée est un service public, dont le financement et la gouvernance sont assurés par des collectivités territoriales : Départements, et par leur biais communes bénéficiaires, et Région. **EID contrôle la population des espèces nuisantes de moustiques.**



La surveillance renforcée pour WN est ciblée sur une **période à risque** (période de transmission vectorielle qui correspond, selon les années, à la période entre Mai et fin Novembre)

APPROCHE "One health" POUR LA SURVEILLANCE DE West Nile EN FRANCE

Maladie à **notification obligatoire** auprès de l'Union Européenne chez l'Homme et les équidés depuis **2009** et dans l'avifaune depuis **2021**



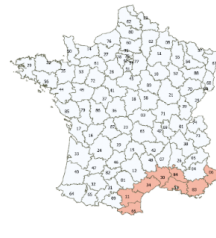
SURVEILLANCE DANS L'AVIFAUNE SAUVAGE



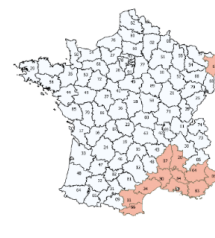
Réseau **SAGIR**:

- réseau **participatif** : **surveillance événementielle** → détection des principales **causes de mortalité de la faune sauvage**.
- **partenariat** entre **OFB** et la **FNC**

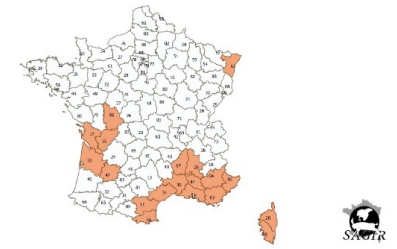
Surveillance SAGIR Renforcé pour la maladie de West Nile sur l'avifaune sauvage - avant 2019



Surveillance SAGIR Renforcé pour la maladie de West Nile sur l'avifaune sauvage - entre 2019 et 2022



Surveillance SAGIR Renforcé pour la maladie de West Nile sur l'avifaune sauvage



■ Département à risque = renfort de collecte WN entre juin et novembre + analyse WN toute l'année sur espèces cibles

■ Département à risque = renfort de collecte WN entre juin et novembre + analyse WN toute l'année sur espèces cibles

■ Département à risque = renfort de collecte WN entre juin et novembre + analyse WN toute l'année sur espèces cibles
Reste de la France = analyse WN de juin à novembre sur espèces et corvidés

Zones à risque: évolutive

Période à risque :
juin à novembre

Espèces à risque (et aussi adaptées au système de surveillance passive du LN de Référence West Nile)

Corvidés

Rapaces

Tout oiseau avec observation de signes nerveux (sauf anatidés)

Mortalité anormale des turdidés et des laridés



Crédit: S.Desvieux (OFB)

CIRCULATION DE WNV EN FRANCE MÉTROPOLITAINE

1962: Cas humains et équins en Camargue

2000 : 76 cas équins en Camargue

2001-02 : faible circulation oiseaux chevaux en Camargue

2003 : 7 cas humains (3 formes neuroinvasives) et 4 cas équins Var

2004 : 32 cas équins et 13 séroconversions aviaire en Camargue

2006 : 5 cas équins dans les Pyrénées-Orientales

2015 : 49 cas équins (grande Camargue + Hérault) et 1 cas humain à Nîmes

2017 : 2 cas humains à Nice et 1 cas équin

2018: 27 cas humains (7 formes neuroinvasives) et 13 cas équins + 4 cas avifaune

2019: 2 cas humains dans le Var et 13 cas équins

2020: 5 cas équins (Corse et Var)

2021: 2 cas équins (Corse)

2022: 6 cas humains, en Paca, dont 3 formes neuroinvasives; 9 chevaux en Paca, Corse et N Aquitaine

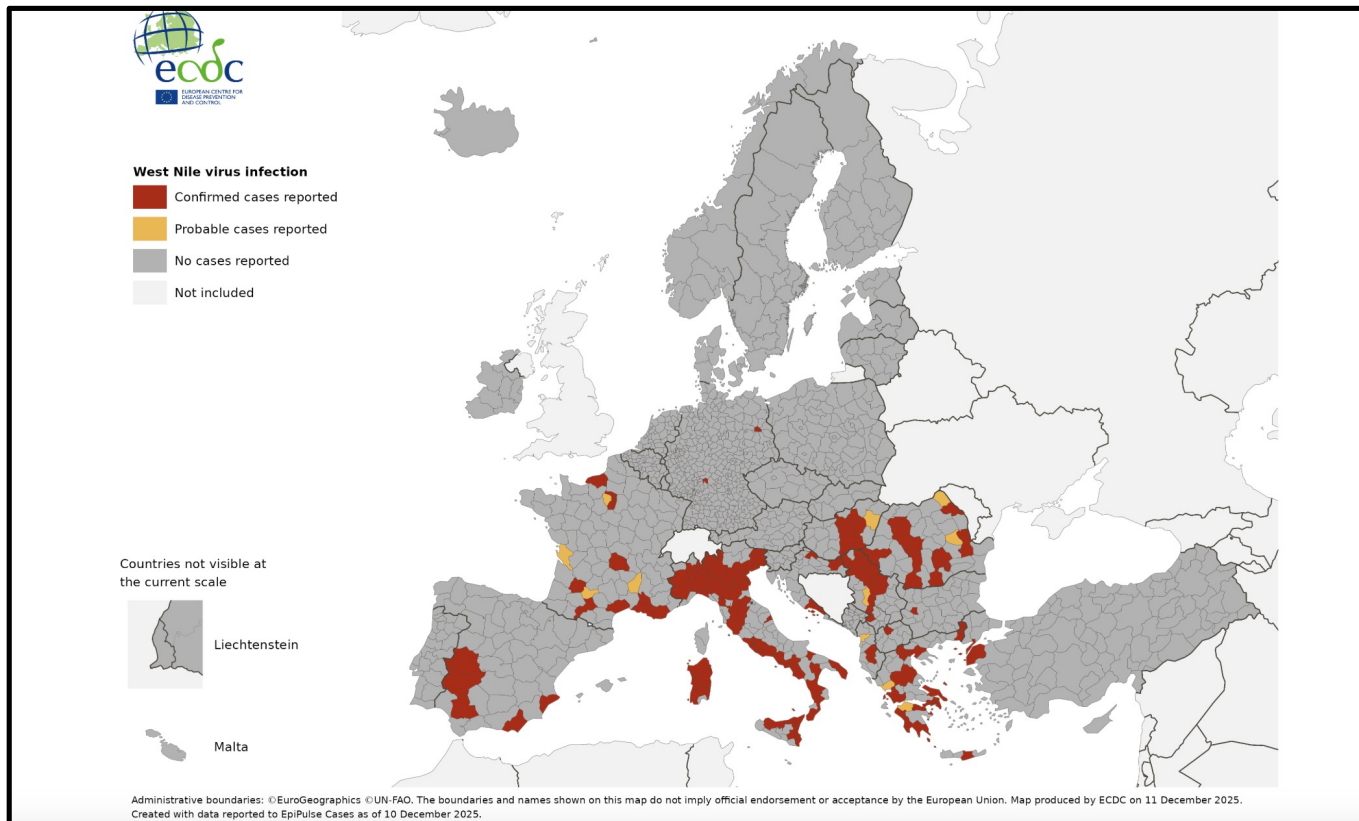
2023: 41 cas humain en PACA, N Aquitaine, Occitanie et **49 cas équins** en PACA, Corse, Bouches-du-Rhône et Nouvelle Aquitaine

Virus West Nile en France hexagonale. Bilan 2024.

Publié le 15 mai 2025
Mis à jour le 15 mai 2025

Points clés

- En 2024, 38 cas humains autochtones d'infection par le virus West Nile ont été identifiés dans les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Occitanie et Nouvelle-Aquitaine : départements du Var (n=24 cas), de l'Hérault (n=9), du Gard (n=3), de Gironde (n=1) et des Pyrénées Atlantiques (n=1).
- Le virus West Nile confirme ainsi son extension en Europe et en France, avec la détection chaque année depuis 2022 de cas humains et/ou équins sur la façade atlantique, en Nouvelle-Aquitaine. En 2024, le département des Pyrénées Atlantiques (Pays Basque) a été atteint pour la 1^{re} fois.



10 Départements à risque

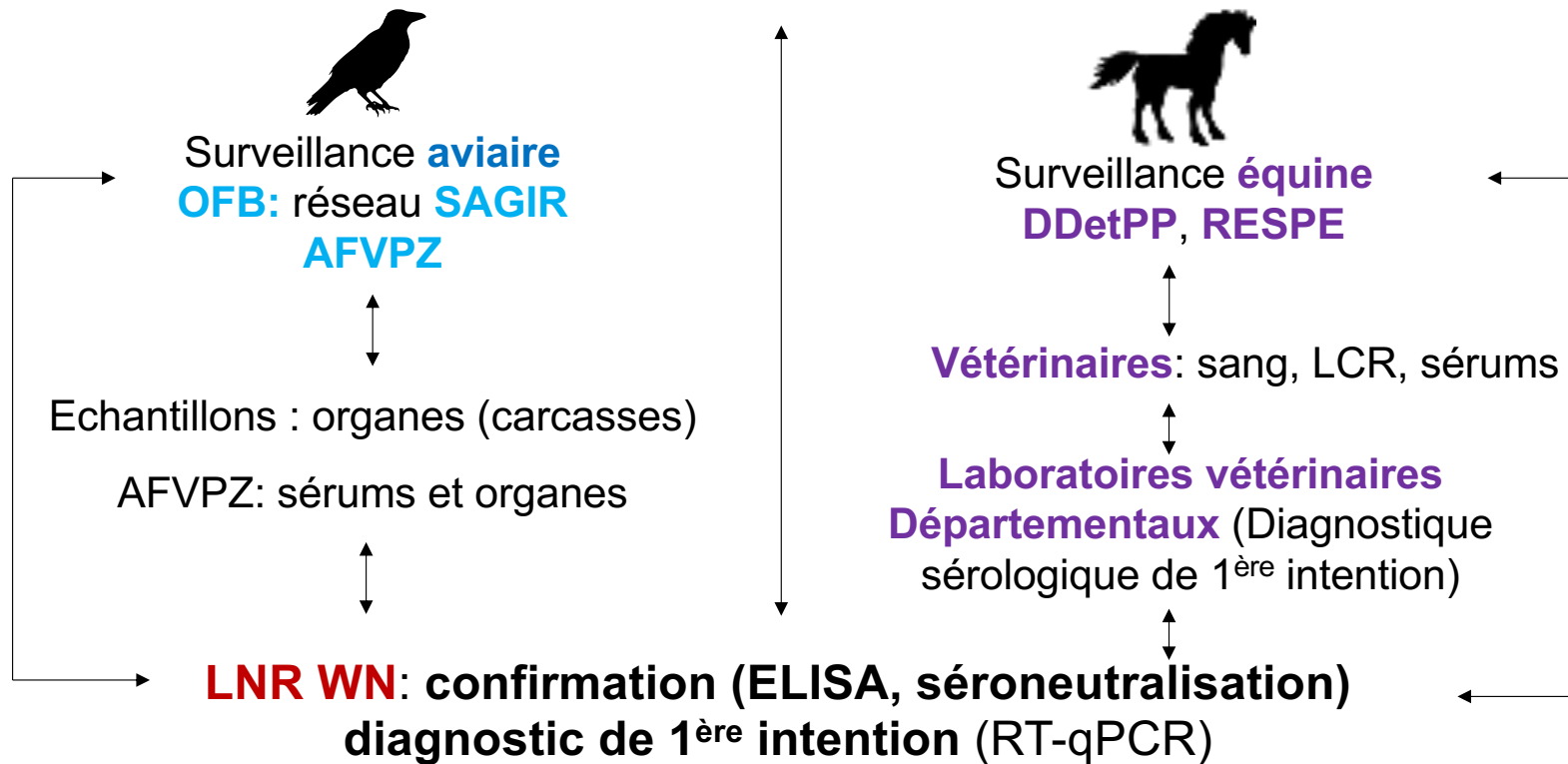
les Alpes-Maritimes
 l'Aude
 les Bouches-du-Rhône
 l'Hérault
 le Gard
 les Pyrénées-Orientales
 le Vaucluse
 le Var
 la Haute-Corse
 la Corse-du-Sud

Présence des vecteurs potentiels, d'oiseaux migrateurs venant de zones où le virus circule, de la mise en évidence régulière de transmission du virus dans la faune ou chez les humains et de conditions climatiques et écologiques favorables

Laboratoire National de Référence Encéphalites virales des équidés: encéphalite West-Nile



Direction **G**énérale de l'**AL**imentation (**DGAL**)
Système de **surveillance** « évènementiel »



Le signalement obligatoire s'applique à tout cas d'infection par le virus West Nile, documenté biologiquement (probable ou confirmé, définitions ci-dessous). Elle doit être immédiatement adressée à la cellule de veille et alerte de l'ARS par tout moyen approprié (téléphone, fax, courriel) puis notifiée à l'aide de la fiche de signalement obligatoire.

Définition de cas à signaler et à notifier

- Cas confirmé :
 - Détection du génome viral dans un échantillon biologique
 - Isolement du WNV par culture dans un échantillon biologique
 - Détection des IgM anti WNV dans le liquide cérébro-spinal (LCS)
 - Séroconversion ou multiplication par 4 du taux des IgG confirmés par séroneutralisation
- Cas probable :
 - Détection des IgM dans le sérum (ELISA)
 - Séroconversion ou multiplication par 4 du taux des IgG sur deux prélèvements consécutifs

République française

***Données obligatoires**

Infection à Virus West Nile

(ou Virus du Nil Occidental)



N° 16158*02
du 22/04/2026

Définition de cas : déclaration à effectuer pour les cas importés ou autochtones

RT-PCR positive dans un échantillon biologique
et/ou isolement du WNV par culture dans un échantillon biologique
et/ou détection des IgM anti WNV dans le liquide cérébro-spinal (LCS) ou dans le sérum (ELISA)
et/ou séroconversion ou multiplication par 4 du taux des IgG sur deux prélèvements consécutifs

Important: cette maladie peut justifier une intervention urgente locale, nationale ou internationale. Tout cas répondant aux critères de signalement doit être signalé immédiatement par tout moyen approprié (téléphone, télécopie, email,...) aux personnels habilités de l'agence régionale de santé.

Identification

***Données obligatoires**

Patient

Nom* :
 Prénom* :
 Date de naissance* : ___/___/____ Téléphone :
 Courriel :@.....

Tierce personne

Représentant légal (obligatoire pour les mineurs)
 Personne de confiance, *si l'état clinique du patient ne lui permet pas de répondre à l'investigation de l'ARS*

Nom :
 Prénom :
 Téléphone :
 Courriel :@.....

(parties grisées à cacher lors de l'envoi à Santé publique France)

Sexe* : F M I Année de naissance : _____ Age : _____ Précisez ans mois (si < 2 ans) jours (si < 1 mois)

Code postal du domicile* : _____ Pays si patient résidant à l'étranger :

Le patient (ou le tiers) est-il informé du diagnostic* ? : oui non nsp

L'état clinique du patient lui permet-il de répondre à l'investigation ? : oui non nsp

Code d'anonymat (à remplir par l'ARS) : _____ / _____ / _____ / _____ Date de signalement* : ___/___/_____

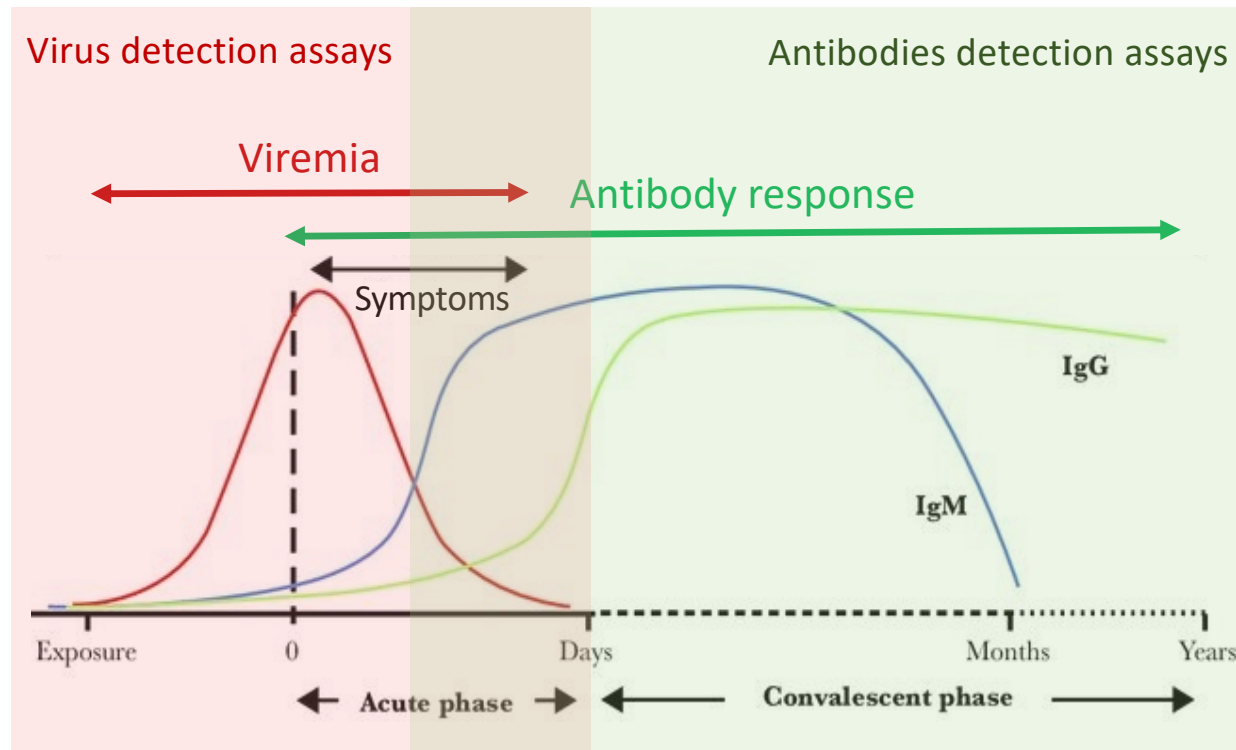
Test	Nature du prélèvement	Date	Positif	Négatif	Non fait	Séro-conversion	Multiplication par 4
RT-PCR	Sang	___/___/_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-
	Autre :	___/___/_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-
IgM	Sang	___/___/_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-
	Autre :	___/___/_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-
IgG	Sang	___/___/_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DIAGNOSTIC D'UNE INFECTION WNV CHEZ LES ÉQUIDÉS

Blood-EDTA,
Cerebrospinal fluid
Urines
Brain

☐ Molecular detection of WNV genome by RT-qPCR

☐ Virus isolation



Sera & plasma

☐ MAC ELISA (IgM)

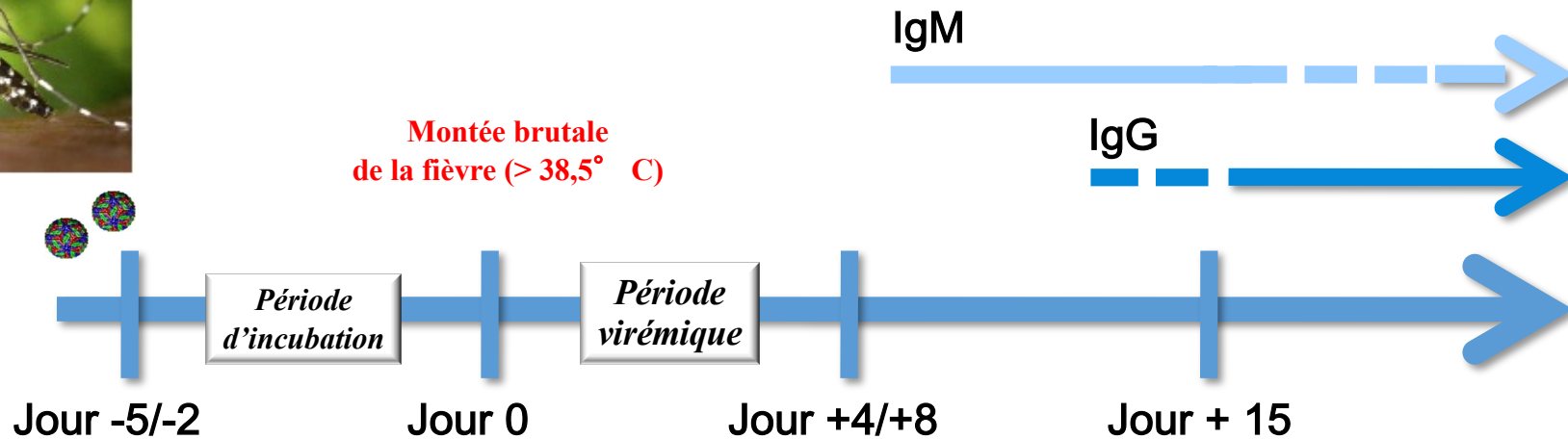
☐ IgG ELISA

☐ VNT

(adapted from Goncalves A. et al., 2017)

DIAGNOSTIC D'UNE INFECTION WNV CHEZ L'HOMME

CENTRE NATIONAL DE REFERENCE (CNR) DES ARBOVIRUS



Il existe en pratique deux principaux types de tests diagnostiques :

- **RT-PCR** : Echantillons (sang, LCR, urine, fèces, liquide séminal...): elle est positive en phase initiale virémique.
- **DÉTECTION DES AG VIRAUX PAR ELISA** ex: Dengue NS1 ELISA Kit et TDR NS1 (résultats en 15 min)
- **SÉROLOGIE SPÉCIFIQUE** IgM et IgG (Mac et Gac ELISA sur sérum et LCR): qui met en évidence les IgM à partir du 5e jour (J5), plus tardivement les IgG (J15).

DEFINITION DE CAS: CHEZ L'HOMME

Trois définitions de cas sont utilisées :

- Cas suspect : Adulte (≥ 15 ans) hospitalisé entre le 1er juin et le 31 octobre 2004 dans les départements de la zone définie ci-dessus et présentant un LCR clair (non purulent) prélevé en raison d'un état fébrile (fièvre $\geq 38,5^{\circ}\text{C}$) associé à des manifestations neurologiques de type encéphalite, méningite, polyradiculonévrite ou paralysie flasque aiguë sans étiologie identifiée.
- Cas probable : Tout cas suspect qui remplit au moins un des critères de laboratoire suivants :
 - Identification d'anticorps IgM anti-VWN dans le sérum par Elisa ;
 - Séroconversion ou augmentation de 4 fois du titre des anticorps IgG anti-VWN détectés par ELISA sur deux prélèvements consécutifs.
- Cas confirmé : Tout cas suspect avec au moins un des critères de laboratoire suivants :
 - Isolement du VWN (par culture) dans le sang ou le LCR ;
 - Détection d'IgM anti-VWN dans le LCR par Elisa;
 - Détection de séquences virales VWN (par PCR puis séquençage) dans le sang ou le LCR ;
 - Identification de titres élevés d'anticorps IgM anti-VWN et d'anticorps IgG anti-VWN par Elisa, confirmés par test de neutralisation.

RESEARCH ARTICLE

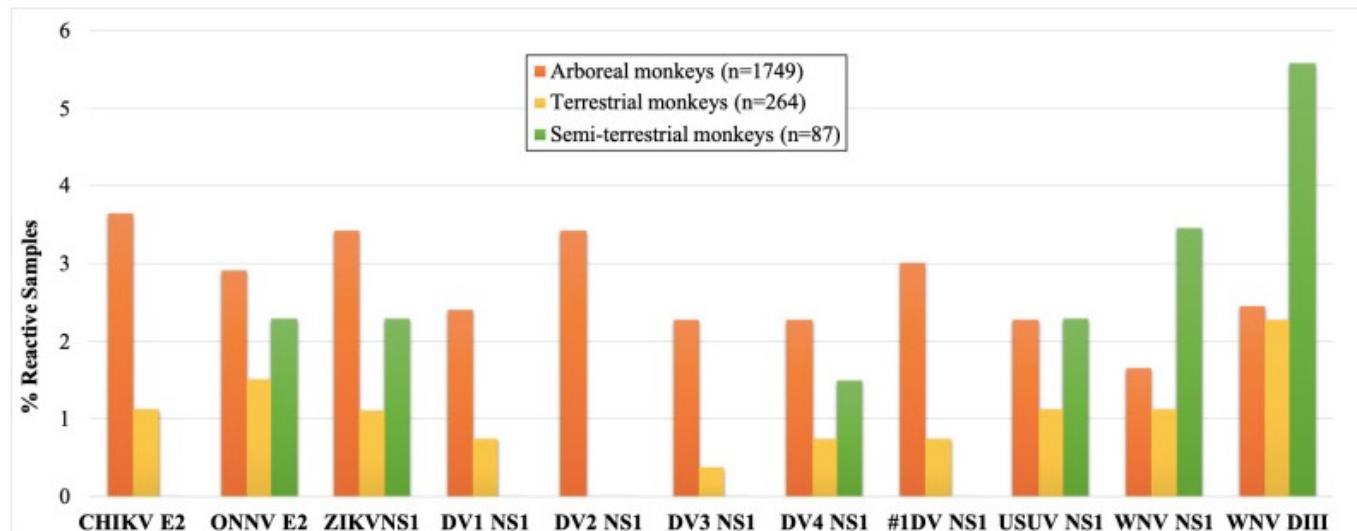
Multiplex detection of antibodies to Chikungunya, O'nyong-nyong, Zika, Dengue, West Nile and Usutu viruses in diverse non-human primate species from Cameroon and the Democratic Republic of Congo

Raisa Raulino¹, Guillaume Thaurignac¹, Christelle Butel¹, Christian Julian Villabona-Arenas¹, Thomas Foe¹, Severin Loui², Simon-Pierre Ndimbo-Kumugo³, Placide Mbala-Kingebeni³, Shella Makiala-Mandanda³, Steve Ahuka-Mundeke³, Karen Kerkhof⁴, Eric Delaporte¹, Kevin K. Ariën^{4,5}, Vincent Foulongne⁶, Eitel Mpoudi Ngole², Martine Peeters¹, Ahidjo Ayouba^{1*}

Problématique MAJEURE Co-Circulation Diagnostic et Réactions croisées ???

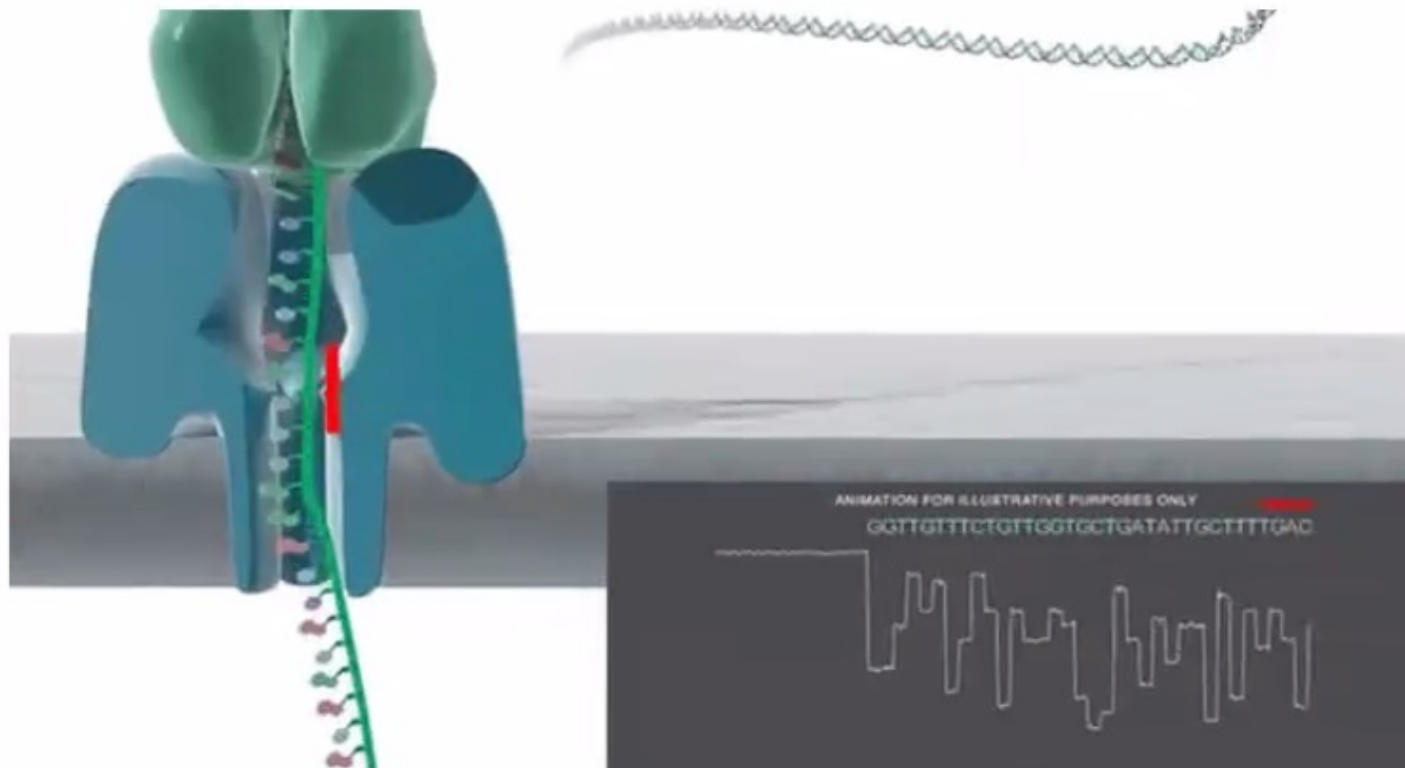
Flavivirus: Pasteur MIA (Microsphères fluo Contenant protéines domaines III de E: epitopes spé)

doi: 10.1371/journal.pntd.0009028. eCollection 2021 Jan.



Proportions of positive samples to several arboviruses and stratified by monkey biotope/habitat.

Whole genome sequencing with Oxford Nanopore Technologie:

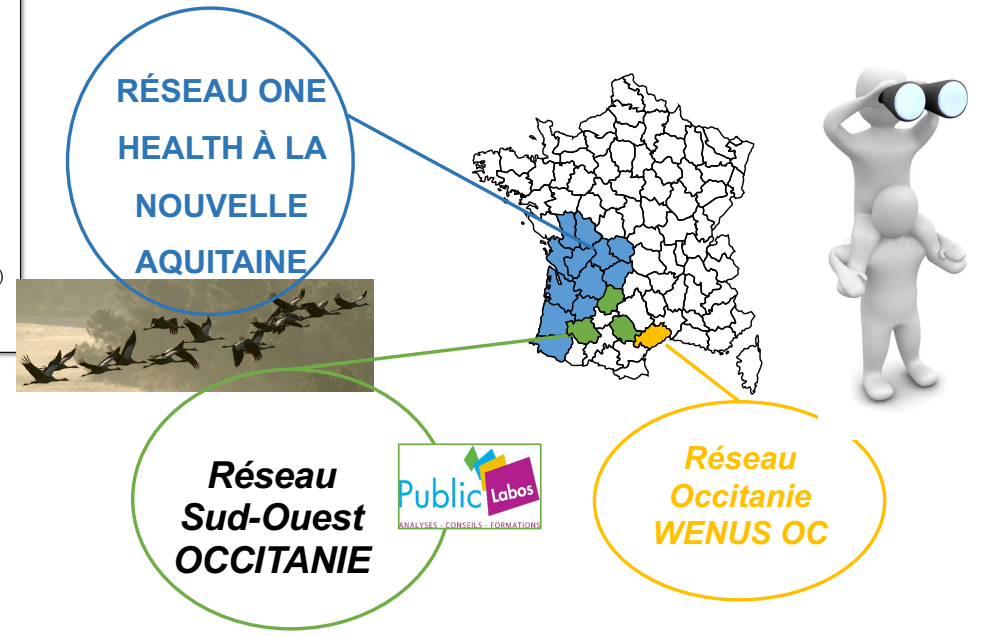
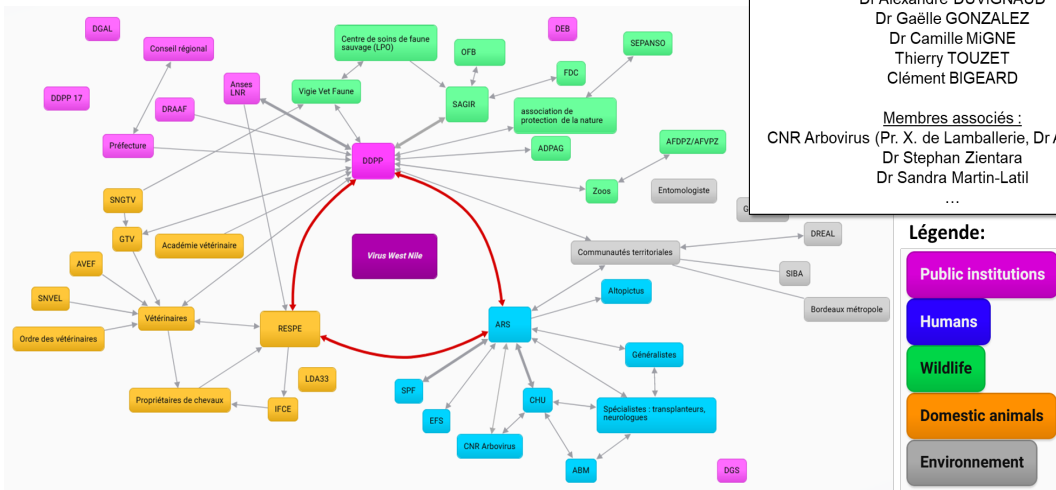


Attn: FLOW CELL

Depuis 2022, des actions de recherche opérationnelles associées à la surveillance WNV selon l'approche One Health

➤ Création de réseau « One Health » régionaux de surveillance de la circulation de WNV

En Gironde (Nouvelle Aquitaine)



CNR ARBOVIRUS France, Marseille



SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE DU WNV

Le dispositif de surveillance du VWN est pluridisciplinaire comprenant un volet humain, un volet équin, un volet aviaire et un volet entomologique.



Les professionnels de santé, les ARS, les agences sanitaires, les laboratoires de référence et des centres d'expertise participent activement à cette surveillance.

La période de surveillance est comprise entre le 1^{er} mai et le 30 novembre, dans 10 départements du pourtour méditerranéen pendant la période d'activité des vecteurs: la Corse-du-Sud, la Haute-Corse, les Alpes-Maritimes, l' Aude, les Bouches-du-Rhône, l'Hérault, le Gard, les Pyrénées-Orientales, le Vaucluse et le Var.

Le dispositif de surveillance du VWN vise à:

- détecter les premiers cas humains neurologiques en zone méditerranéenne,
- déclencher l'alerte et fournir les informations nécessaires aux institutions chargées de la mise en place et de l'adaptation des mesures de contrôle et de prévention,



Sécurisation des produits issus du corps humain

- Signalement aux institutions internationales de la présence du virus en France (OMS, etc.)

Volet de la surveillance	Surveillance nationale	Surveillance active pourtour méditerranéen
Volet humain	Signalement par le CNR des prélèvements positifs	Recherche des cas via les laboratoires hospitaliers / Définition de cas
Volet équin	Déclaration obligatoire des encéphalites équines	
Volet aviaire	Surveillance de la mortalité aviaire par les réseaux SAGIR*	Surveillance sérologique d'oiseaux sentinelles

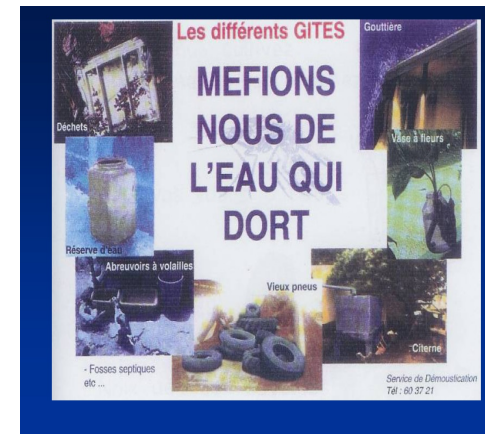
*surveillance renforcée dans les zones où une surveillance active s'applique

SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE

Toutes les activités de contrôle des vecteurs doivent être guidées par un programme de surveillance bien organisé pour évaluer l'occurrence, l'abondance et la dispersion des populations cibles. La surveillance doit être mise en œuvre par des entomologistes et comprendre les techniques suivantes :

- ❖ inspections des sites de reproduction, y compris l'échantillonnage des larves
- ❖ utilisation de pièges à œufs et de pièges à adultes tels que les pièges Biogents Gravid-Aedes ou les pièges Biogent Sentinel

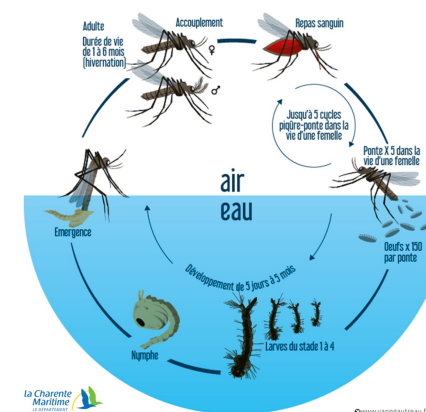
- ❖ collections de piqûres humaines.



SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE

De nombreux programmes de contrôle utilisant la gestion intégrée des vecteurs sont basés sur plusieurs piliers, par exemple :

- ❖ Participation communautaire;
- ❖ Activités porte-à-porte incluant le traitement de tous les sites de reproduction par des personnes formées avec des larvicides, par exemple Bti;
- ❖ Intégration de la technique de l'insecte stérile pour éliminer éventuellement les populations restantes d'*Ae. albopictus*. Les mâles stériles sont des « aides ailées » en s'accouplant avec les femelles provenant de sites de reproduction cryptiques et/ou non accessibles ;
- ❖ Le quatrième pilier peut également inclure l'utilisation de copépodes indigènes, *Wolbachia* sp. (contôle bio) ou d'organismes génétiquement modifiés comme les femelles OX5034 *Ae. aegypti*.

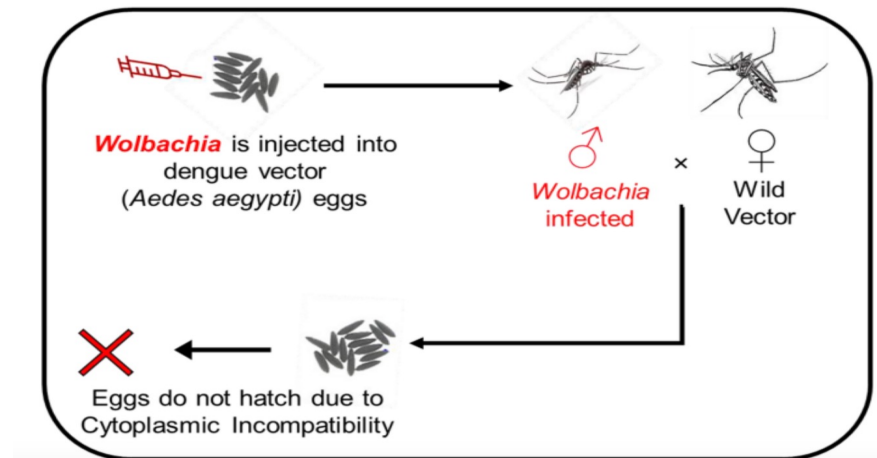


SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE : METHODE WOLBACHIA

La méthode Wolbachia n'implique pas la modification génétique de l'espèce d'insecte cible elle-même. Elle est considérée comme une forme de **contrôle biologique**.

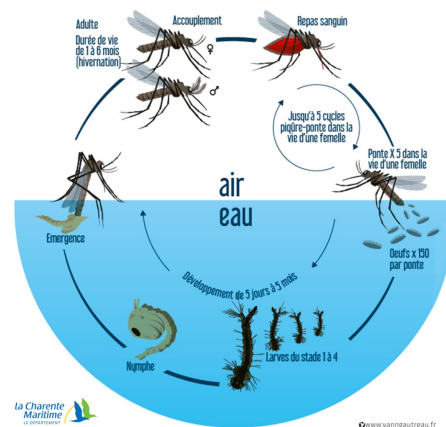
Dans cette méthode, des bactéries Wolbachia naturellement présentes peuvent être introduites dans la population mâle en infectant des insectes en laboratoire, puis en les relâchant dans la nature.

Lorsque ces insectes mâles infectés par Wolbachia s'accouplent avec des femelles qui ne sont pas infectées par la même souche de Wolbachia, ces bactéries sont transmises à leur progéniture par le processus de reproduction normal, et leur progéniture est moins susceptible de survivre ou de se reproduire.

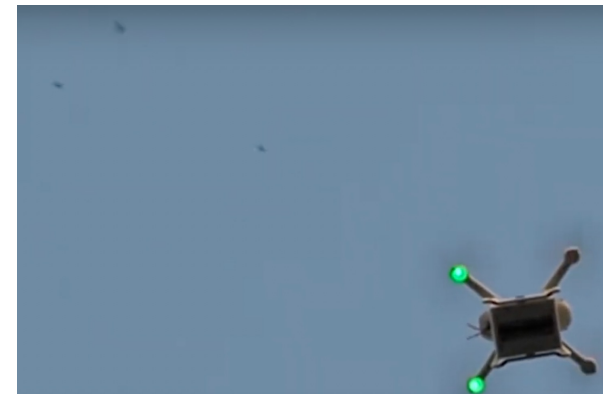


SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE : LUTTE ANTIVECTORIELLE

- Il est conseillé de **contrôler les stades immatures** car ils sont généralement définis et **concentrés dans leurs sites de reproduction**, tandis que les adultes se dispersent de leurs lieux de reproduction sur plusieurs **centaines de mètres**
- Lorsque la transmission de pathogènes a lieu, **les adultes, en tant que source d'infections**, doivent être contrôlés au moins sur **100 m autour des sites d'infection dans les zones urbaines**. L'établissement de nouvelles populations d'*Ae. albopictus* repose principalement sur l'introduction d'un nombre suffisant d'œufs viables ou de femelles gravides en tant que fondateurs de nouvelles populations.



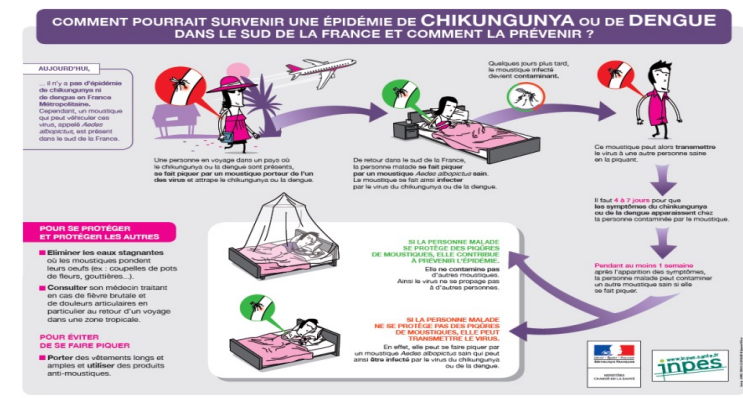
Technique de l'insecte stérile : le projet "MOSQUAREL"



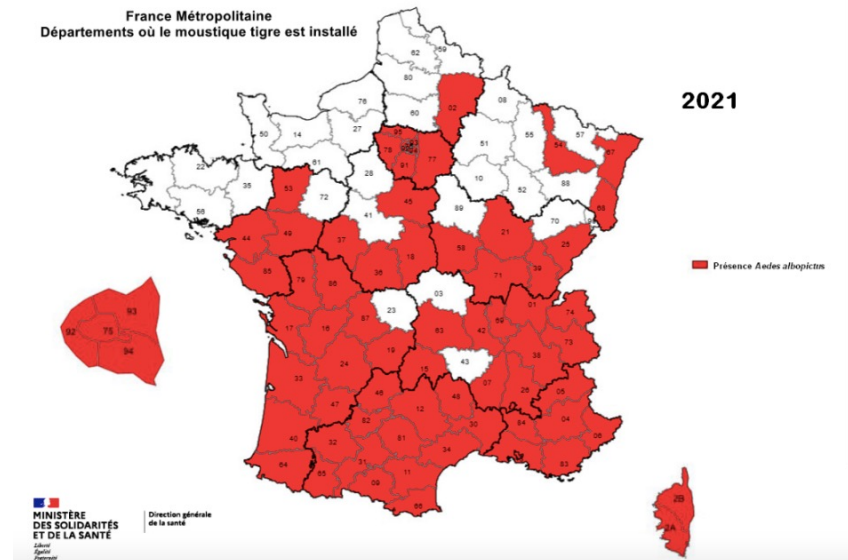
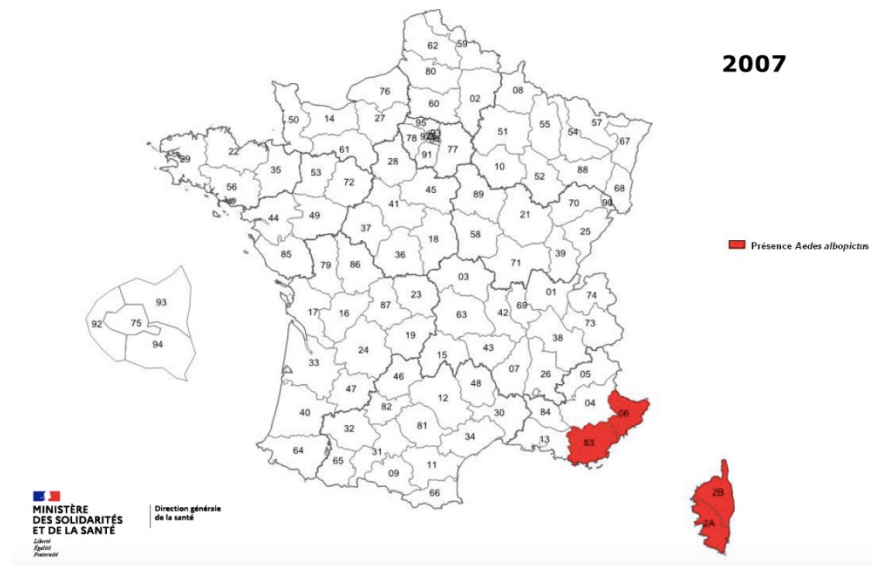
<https://youtu.be/AHNB6CdulZ4>

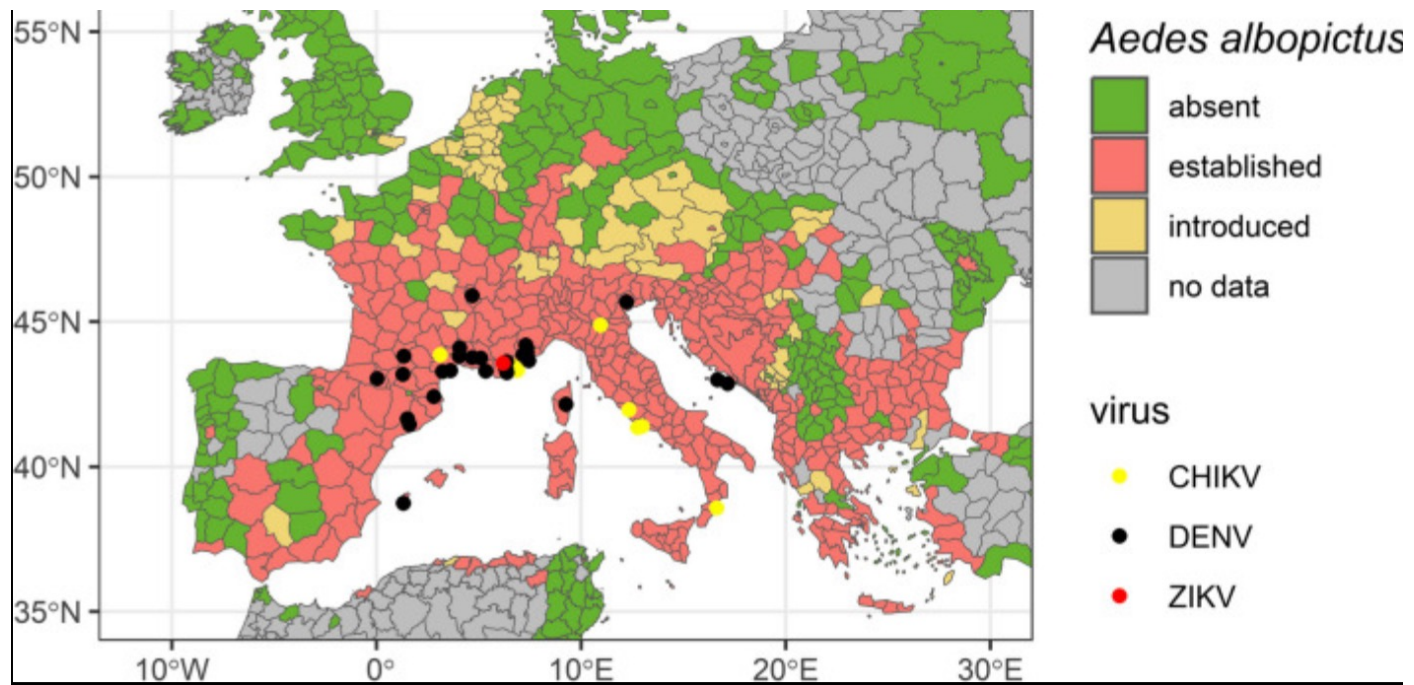


GITES LARVAIRES DOMESTIQUES, LUTTE VECTORIELLE ET PRÉVENTION



DISTRIBUTION DU MOUSTIQUE *Aedes albopictus*



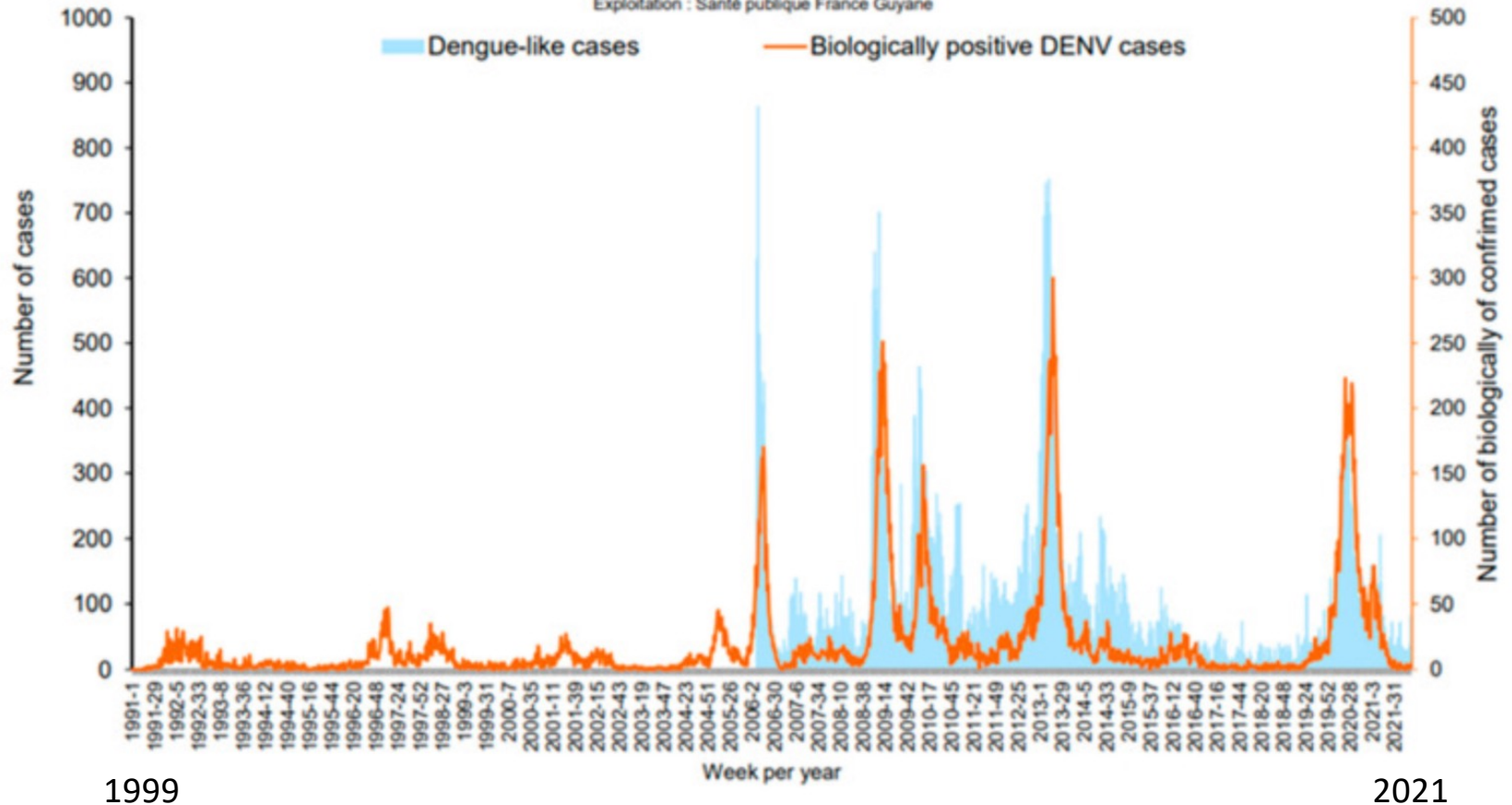


DOI: [10.1186/s40249-023-01167-z](https://doi.org/10.1186/s40249-023-01167-z)

FRENCH GUIANA
DENGUE
CNR ARBOVIRUS

Weekly number of dengue-like estimated cases and biologically testing positive DENV positive cases, French Guiana, January 1991 to Decembre 2021

Source : Réseau des médecins sentinelles, CNR Arbovirus/Institut Pasteur de la Guyane, Centres délocalisés de prévention de de soins, CHC, CHK, CHOG, LBM Eurofins, LBM Biosoleil, FAG.
Exploitation : Santé publique France Guyane

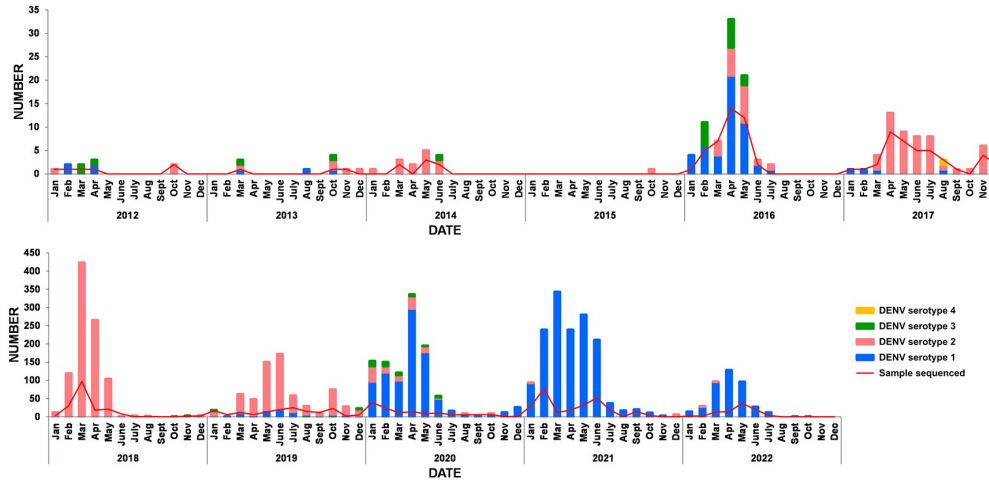


Epidemic curves for DENV epidemics (*Santé Publique France*).

**LA REUNION ISLAND
DENGUE**

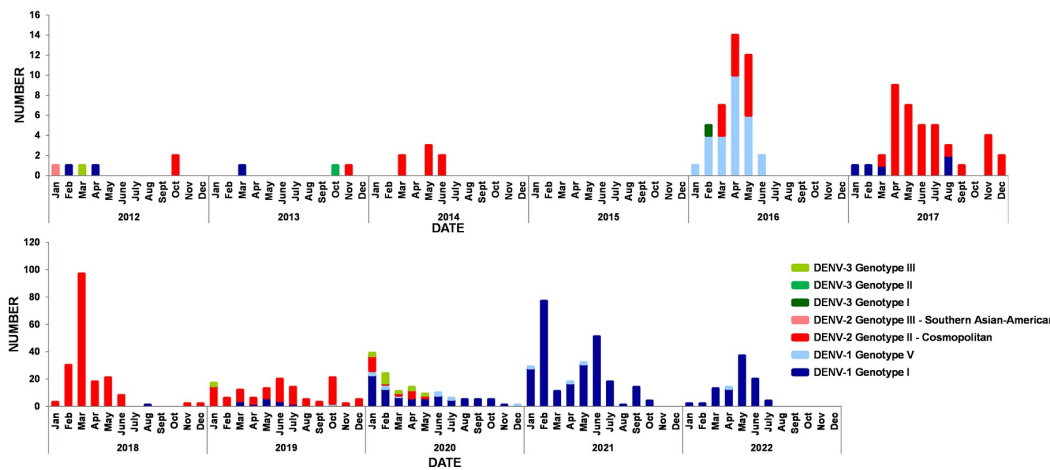
**DYNAMIQUES D'ÉMERGENCE ET DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DU
VIRUS DE LA DENGUE À LA RÉUNION DE 2012 À 2022**

A



SEROTYPES

B



GENOTYPES

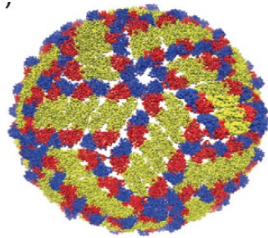
Presse: « 4 cas autochtones de Chikungunya ont été recensés dans le quartier de Las Sorbes à Montpellier par l'ARS ce qui porte à 11 le nombre de cas découverts depuis le début de l'alerte (2014) »



La guerre au moustique-tigre est déclarée dans le quartier de Las Sorbès, à Montpellier

- **20 cas autochtones à Nîmes (2013-2018)**
- **657 cas importés en 2019 en France Métropolitaine (2019)**
- **165 cas importés en 2021 dont 105 (séjour à l'île de La Réunion)**

ZIKA VIRUS



- **ZIKV** is an arbovirus of the *Flaviviridae* family (*DENV*, *YFV* & *WNV*)
- Originally isolated from a sentinel monkey **in 1947**
- The virus is transmitted via the bite of an infected **mosquito** (*Aedes* spp.)
- In 2015 ZIKV **gained attention**

MAJOR CONCERN

- ZIKV infection during pregnancy
- Neurological complication that result in the **failure of the brain to develop properly**
- **Neurologic sequelae** in patients may include vision or hearing problems, and developmental disabilities (**mental retardation...**)



VACCINATION FIÈVRE JAUNE

vaccination systématique des populations exposées, à l'aide d'un vaccin à virus vivant (**vaccin 17 D**). Il s'agit d'un virus vivant atténué. La souche nommée 17D a été découverte en 1936 par Theiler et Smith.

La vaccination est contre-indiquée chez les enfants de moins de 6 mois, les personnes présentant des allergies graves aux protéines de l'oeuf et les personnes présentant une immunodéficience grave, en particulier un sida. Le vaccin peut être proposé aux personnes infectées par le VIH asymptomatiques dont les CD4 sont $\geq 200/\text{mm}^3$.

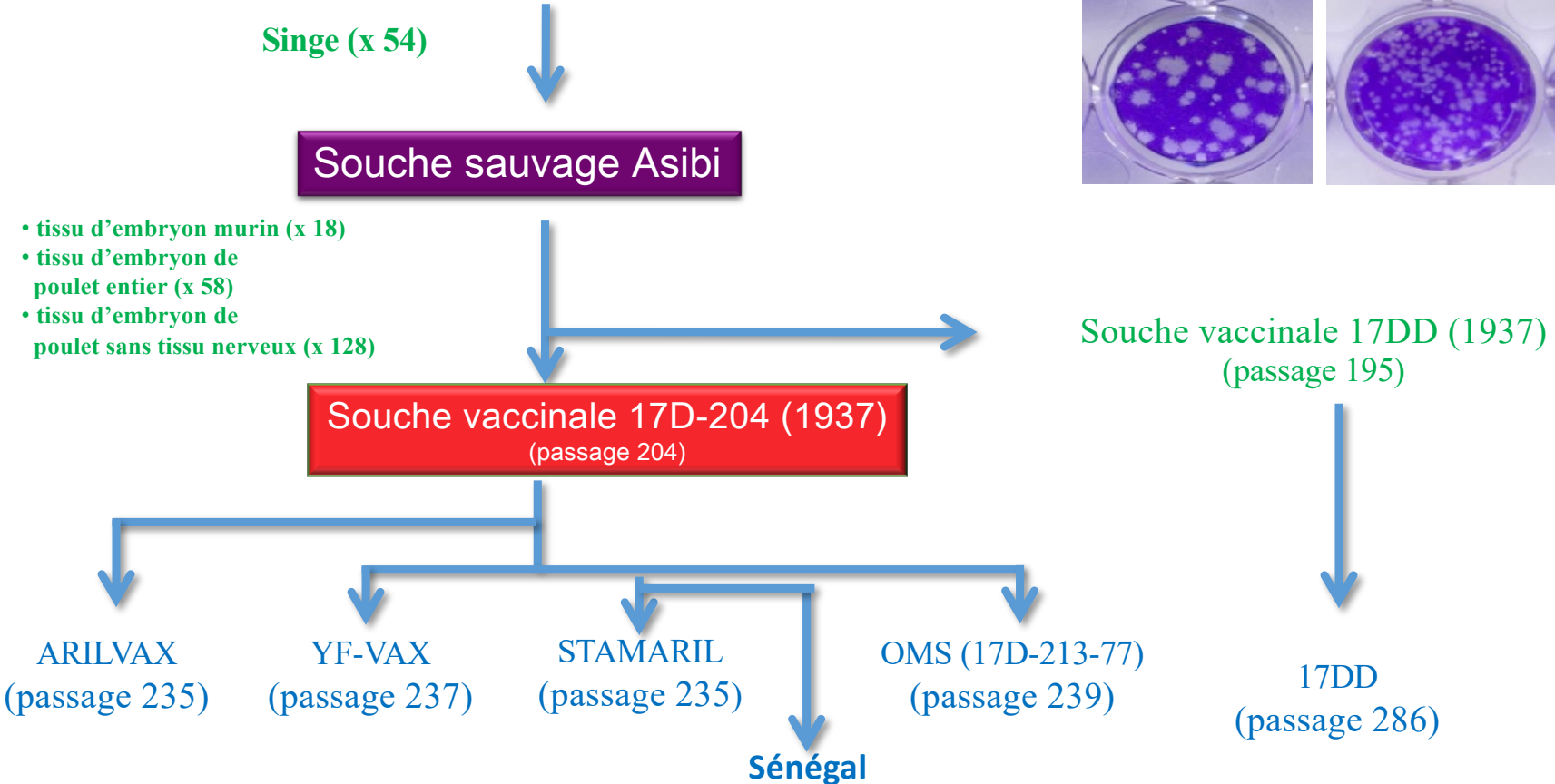
Une seule injection IM ou SC au moins 10 jours avant le départ.

Pour l'OMS, une dose unique de vaccin suffit à conférer une immunité durable et une protection à vie contre la fièvre jaune.

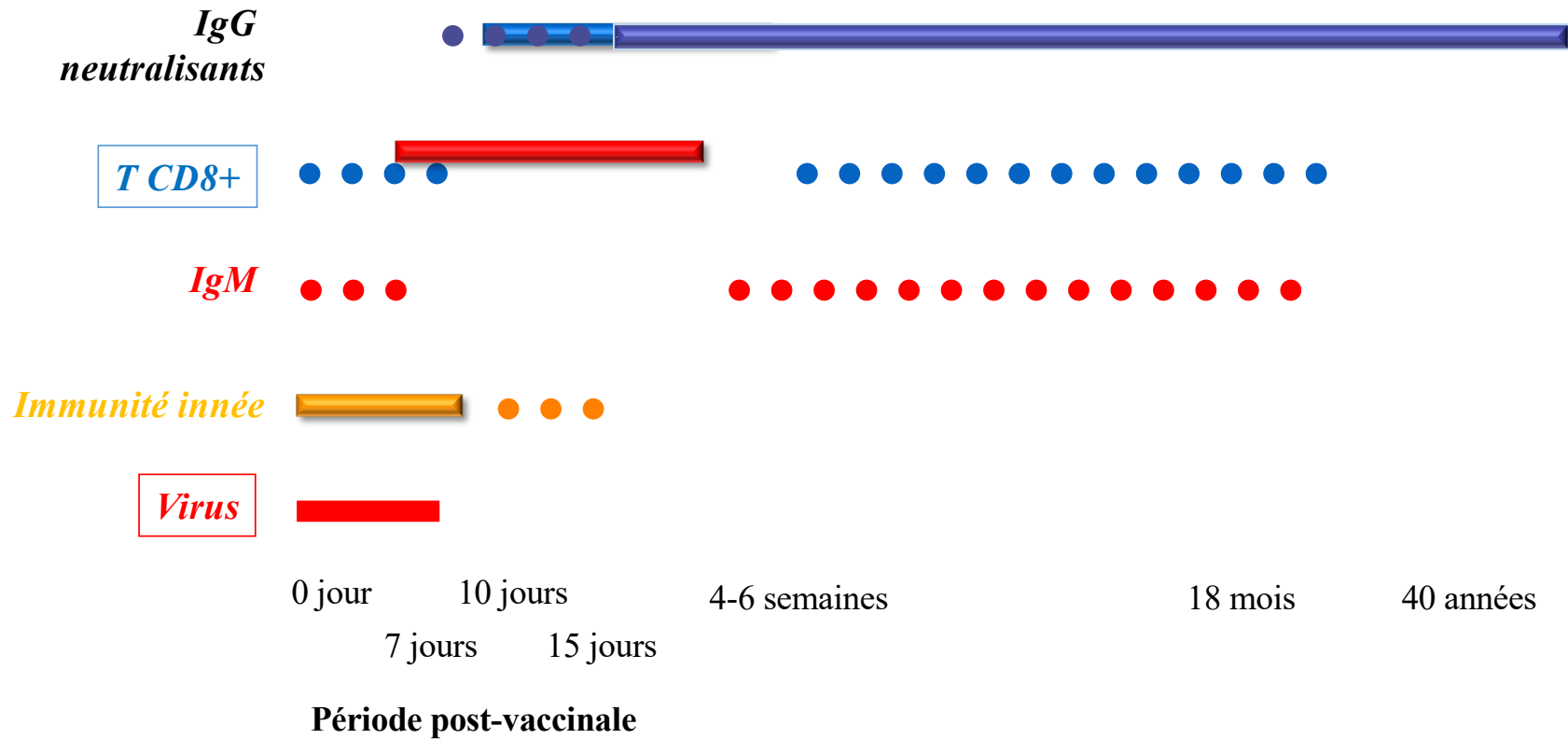
REGLEMENTATION

«tout sujet non vacciné, résidant en zone d'endémie amarile ou ayant quitté une zone d'endémie depuis moins de 6 jours, et présentant des signes cliniques évoquant une fièvre jaune (fièvre brutalement élevée, céphalées, douleurs généralisées, faciès vultueux, vomissements, et à fortiori, ictère, hémorragies, oligurie) doit être systématiquement considéré comme suspect et par conséquent isolé et placé sous moustiquaire en attendant que le diagnostic soit confirmé ou infirmé».

HISTORIQUE DU VACCIN 17D DE LA FIÈVRE JAUNE



RÉPONSE IMMUNITAIRE AU VACCIN 17D



ARBOVIRUS

ARN Simple brin
de sens positif

Famille : *Togaviridae*
Genre : *Alphavirus*

Famille : *Flaviviridae*
Genre : *Flavivirus*

ARN Simple brin
de sens négatif

Famille : *Bunyaviridae*
Genre : *Orthobunyavirus*
Nairovirus
Phlebovirus
Tospovirus

Famille : *Rhabdoviridae*
Genre : *Vesiculovirus*

Famille : *Orthomyxoviridae*
Genre : *Thogotovirus*

ARN double brin

Famille : *Reoviridae*
Genre : *Orbivirus*
Coltivirus

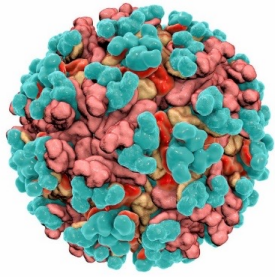
TOGAVIRIDAE

Ce sont des virus enveloppés de 50 à 70 nm de diamètre, à nucléocapside icosaédrique, formés d'un **simple brin d'ARN** de polarité positive.

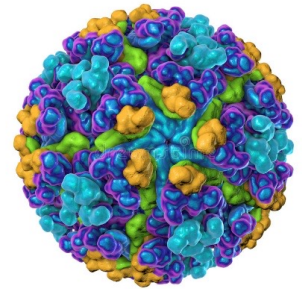
Cette famille englobe le virus du Chikungunya, le **virus** de la forêt de Semliki et le virus Simbis.



VIRUS CHIKUNGUNYA



Venezuelan Equine Encephalitis Virus

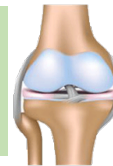


Chikungunya Virus

Alphaviruses



New World
alphaviruses
(Encephalitic)

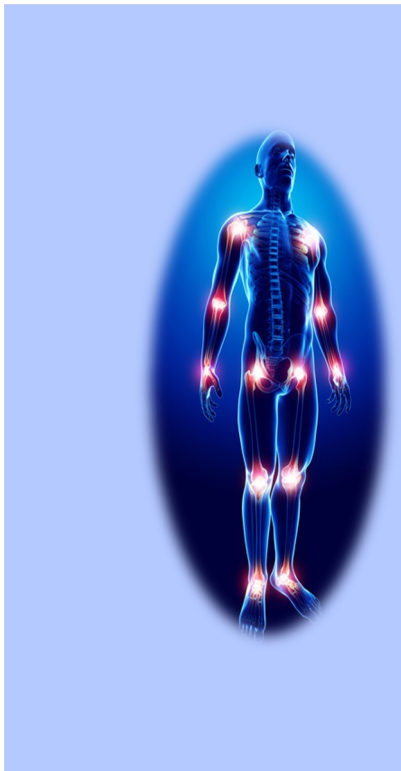
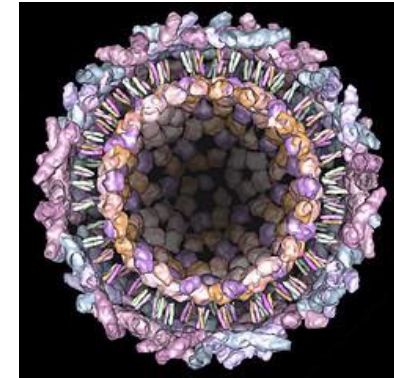


Old World
alphaviruses
(Arthritogenic)

- Venezuelan equine encephalitis (VEEV)
- Western equine encephalitis (WEEV)
- Eastern equine encephalitis (EEEV)

- Semliki Forest (SFV)
- Sindbis (SINV)
- Ross River (RRV)
- **Chikungunya (CHIKV)**
- Mayaro (MAYV)

Infection à virus Chikungunya



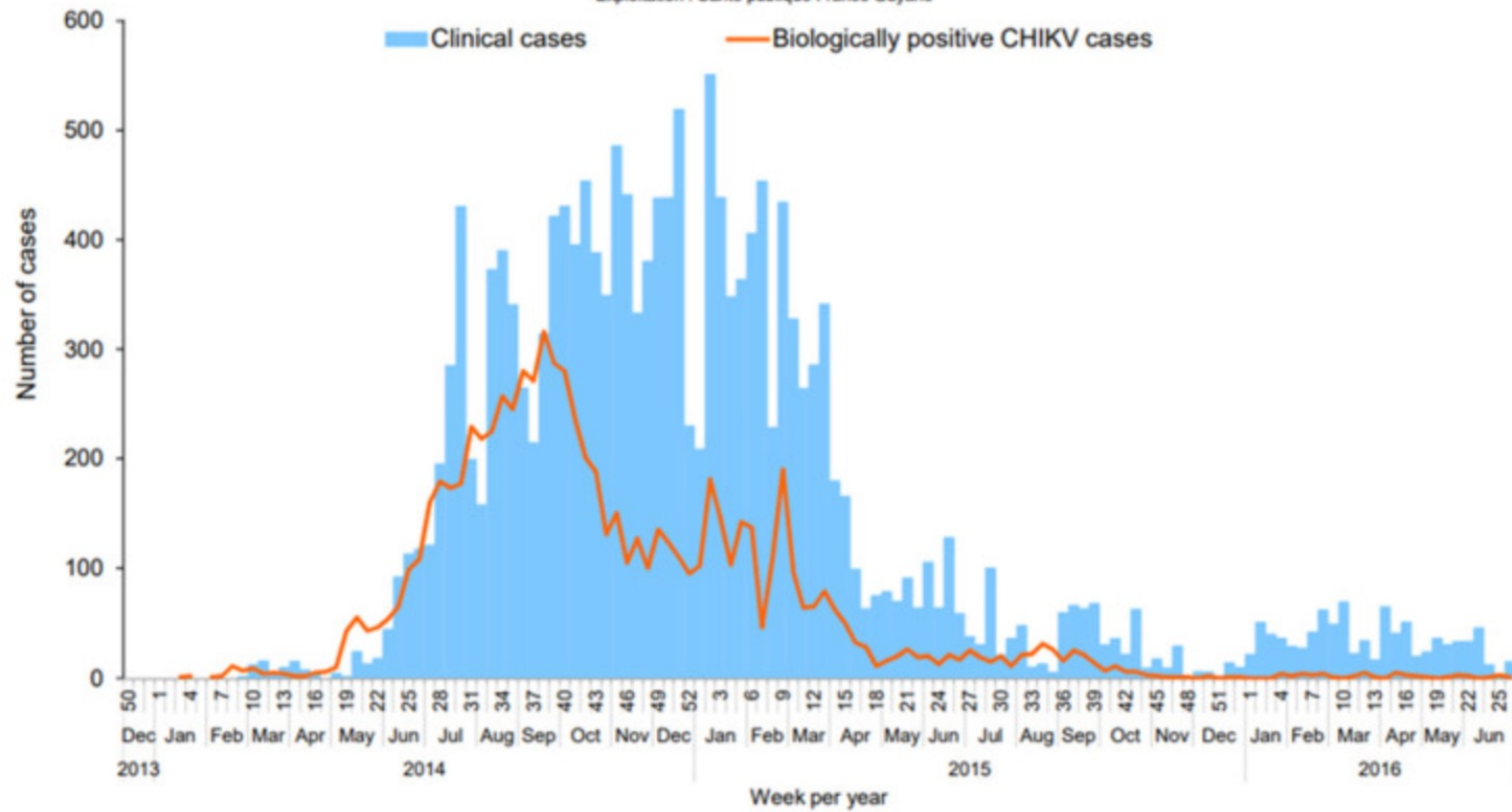
Le chikungunya est causé par un virus à ARN simple brin de la famille des Togaviridae, genre Alphavirus. L'infection par le virus **chikungunya** (CHIKV) ou « maladie de l'homme courbé » est une maladie transmise principalement par les vecteurs du genre *Aedes*, qui sont présents dans les zones tropicales et sub-tropicales. **Les zones d'endémie majeures du virus** sont l'Afrique et l'Asie du Sud-Est



FRENCH GUIANA

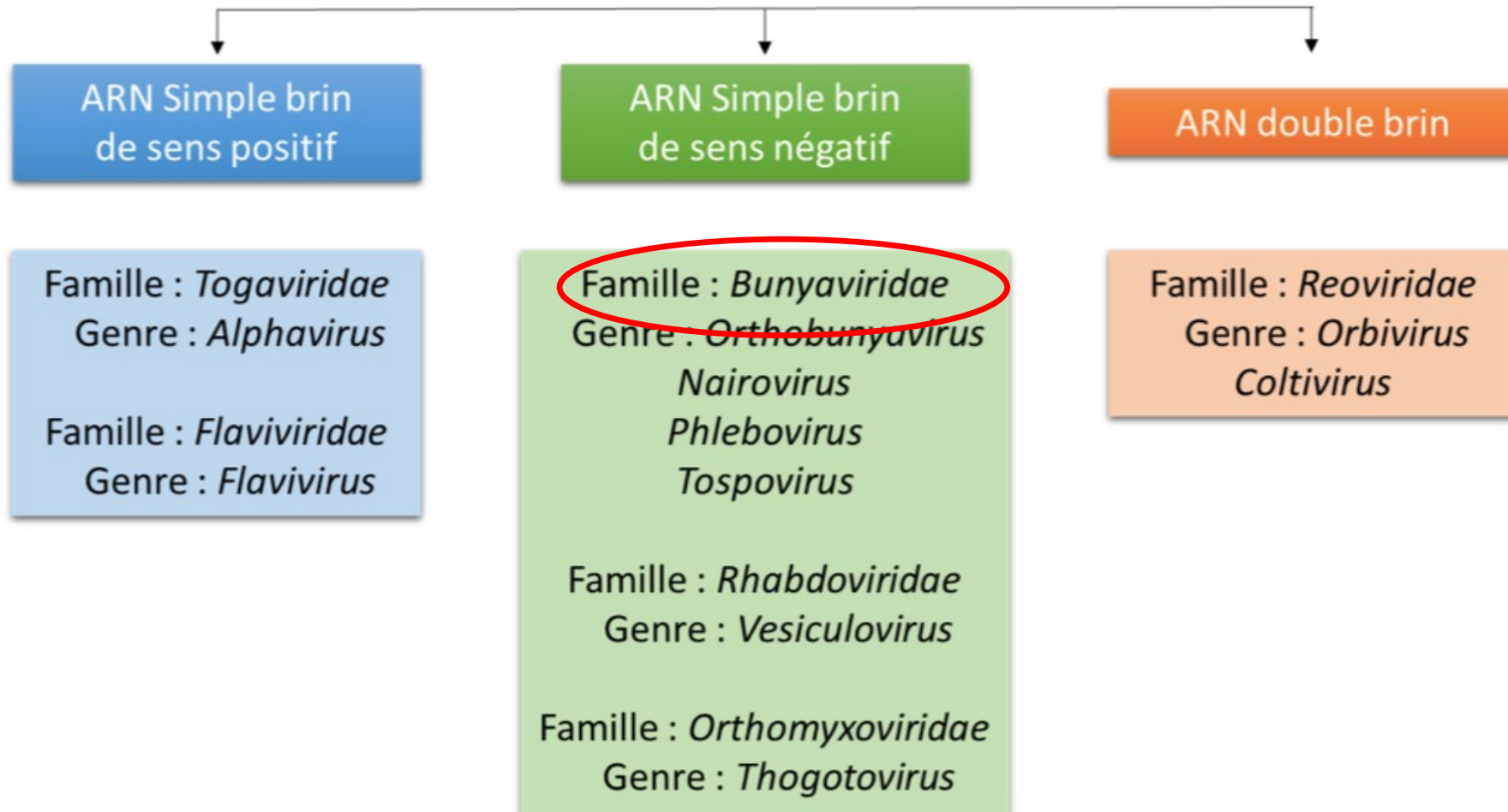
Weekly number of clinical CHIKV estimated cases and biologically testing positive CHIKV positive cases, French Guiana, Decembre 2013 to June 2016.

Source : Réseau des médecins sentinelles, CNR Arbovirus/Institut Pasteur de la Guyane, Centres délocalisés de prévention de de soins, CHC, CHOG, LBM Eurofins, LBM Carage, FAG.
Exploitation : Santé publique France Guyane



Epidemic curves for CHIK epidemics (*Santé Publique France*).

ARBOVIRUS



BUNYAVIRIDAE

Ce sont des virus enveloppés de 80 à 120 nm de diamètre, à nucléocapside icosaédrique, formés d'un **simple brin d'ARN** trisegmenté de polarité négative (ne servant pas directement de messenger pour la réplication virale).

Cette famille héberge environ **250 espèces** de virus, dont le virus de la **fièvre de la vallée du Rift**, Les phlébovirus de la fièvre à phlébotomes et les Nairovirus de la **fièvre de Crimée-Congo**.

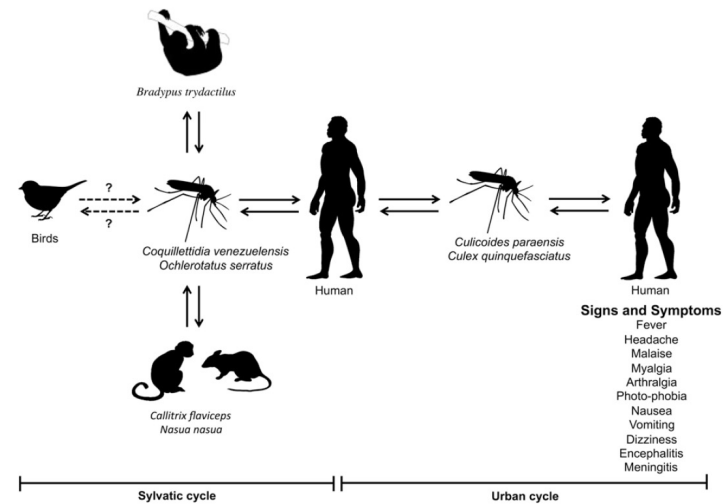
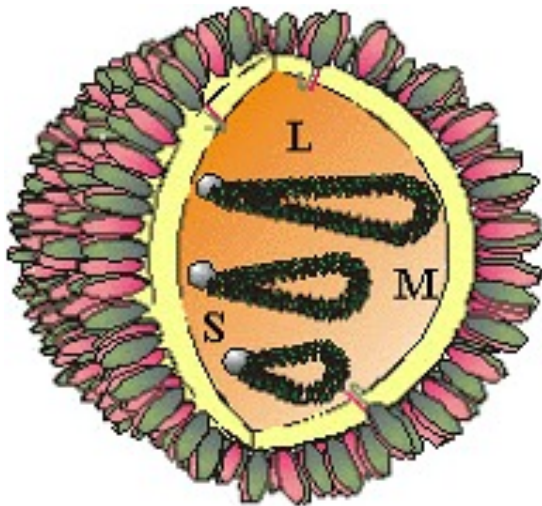
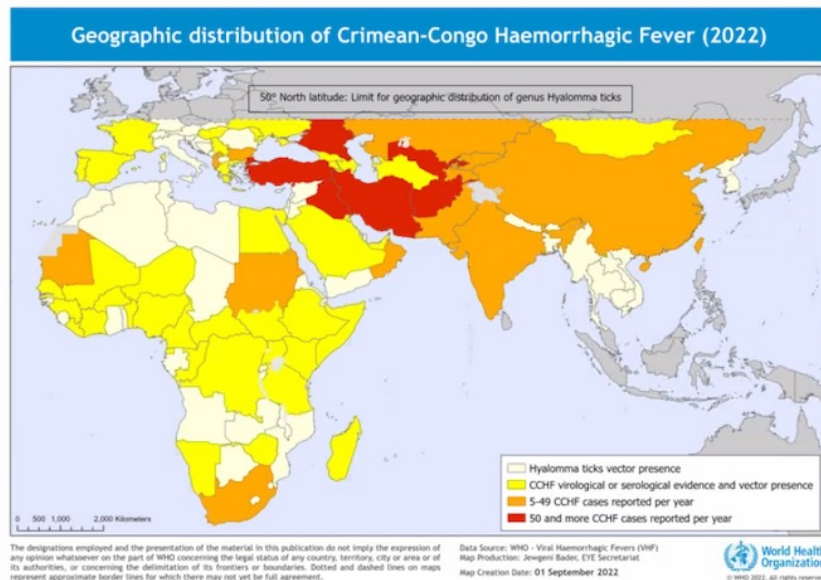


FIGURE 3. Transmission cycles of Oropouche virus.

Crimean – Congo Haemorrhagic fever

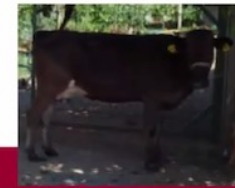
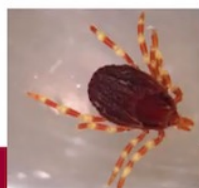


CCHF virus (Nairovirus genus of the family Bunyaviridae)

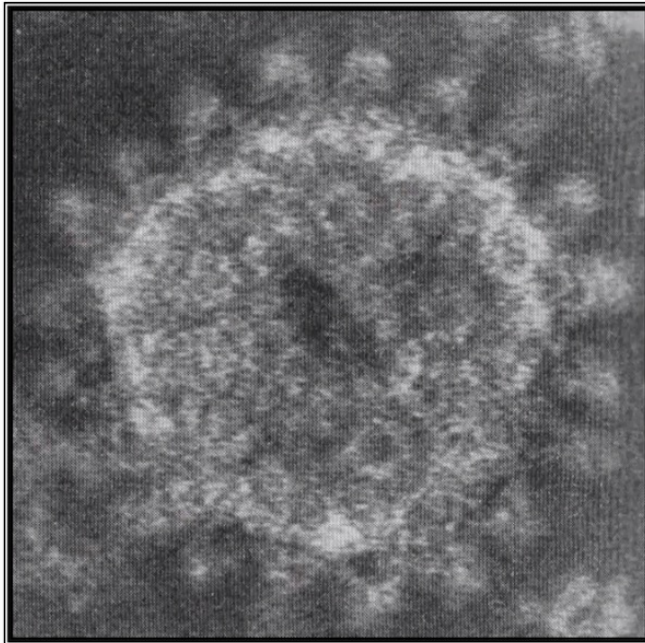
30% mortality rate (but can approach 80% in some circumstances) [WHO]

CCHF virus is the most widely distributed agent of severe haemorrhagic fever known - its distribution stretches over much of Asia, Africa and parts of south-eastern Europe.

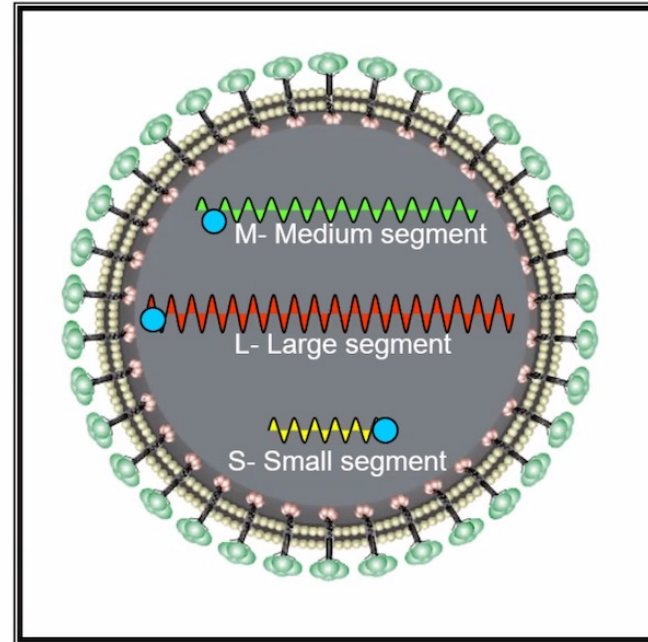
Transmission by tick bite or contact with infected blood/body fluids. Zoonosis



Crimean-Congo hemorrhagic fever virus

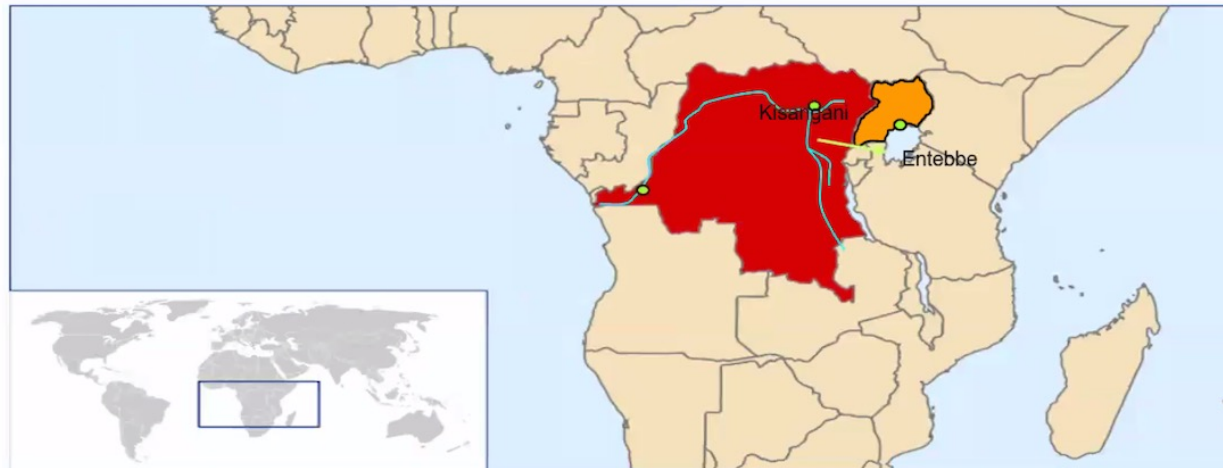


**Transmission EM X20,000
-ve staining**



CCHF: CRIMEAN CONGO HEMORRHAGIC FEVER

1st Descriptions of Congo fever



- Stanleyville March 1956: 13 year old presented with fever / bruising.
- Dr. Courtios Isolated / adapted to mice ("2-3 days old, Intraperitoneal/ maintained by passage.
- He get also the disease but survived.

Kisangani (Stanleyville) is the capital of Tshopo province in **the Democratic Republic of the Congo**

East Africa Virus Research Institute (EAVRI)



Dir: **Sandy Haddow: John Woodall, David Simpson:** → New virus (1956)

Woodall et al., 1962 Simpson et al., 1967

Registered - Arbovirus catalogue
Yale 1961 - **Congo Virus**



MP Chumakov: 1968
Isolation of Crimean HF virus

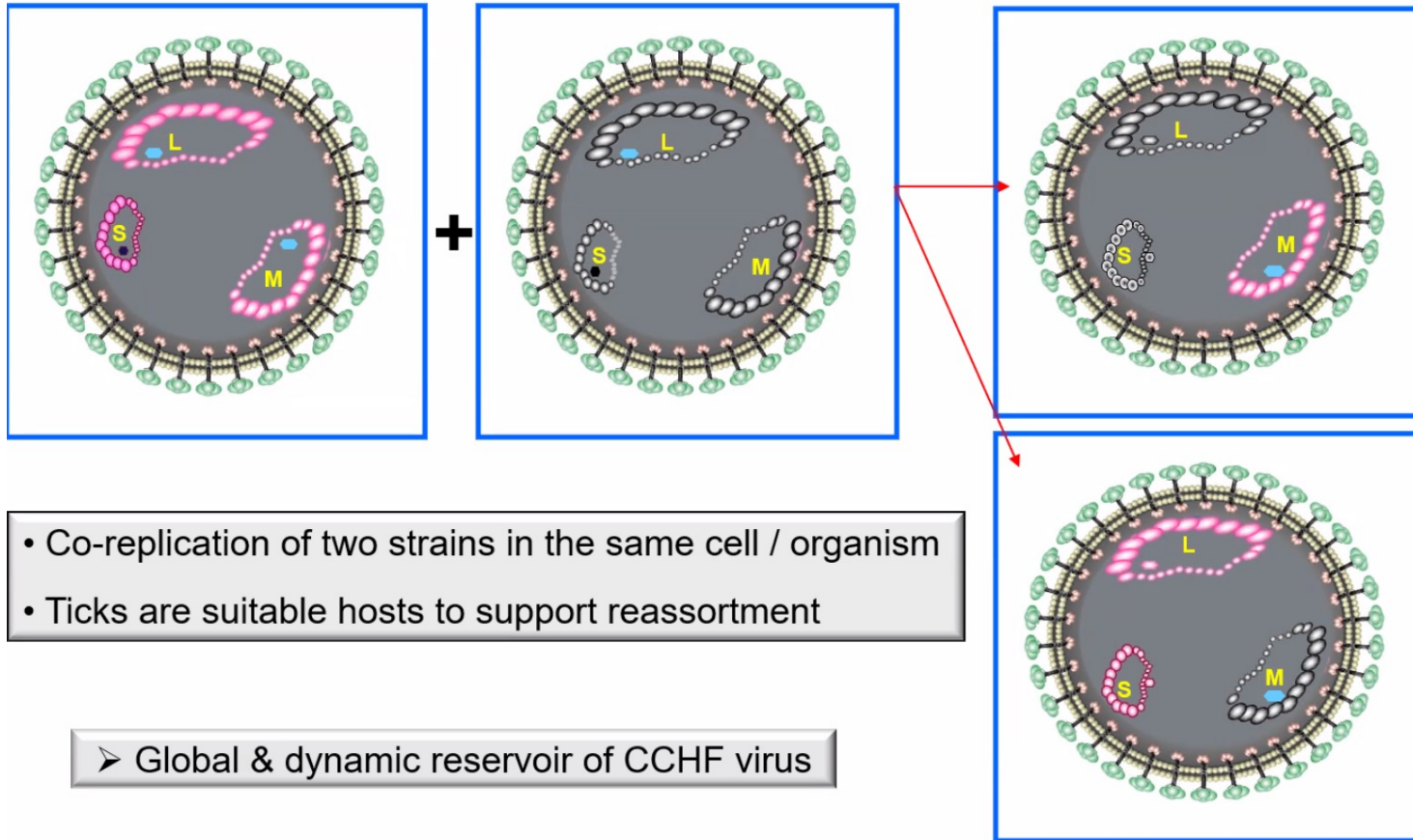
Registration at Yale

1969 - Identical to Congo

1973 – **CCHF virus**



CCHF Segment reassortment between strains

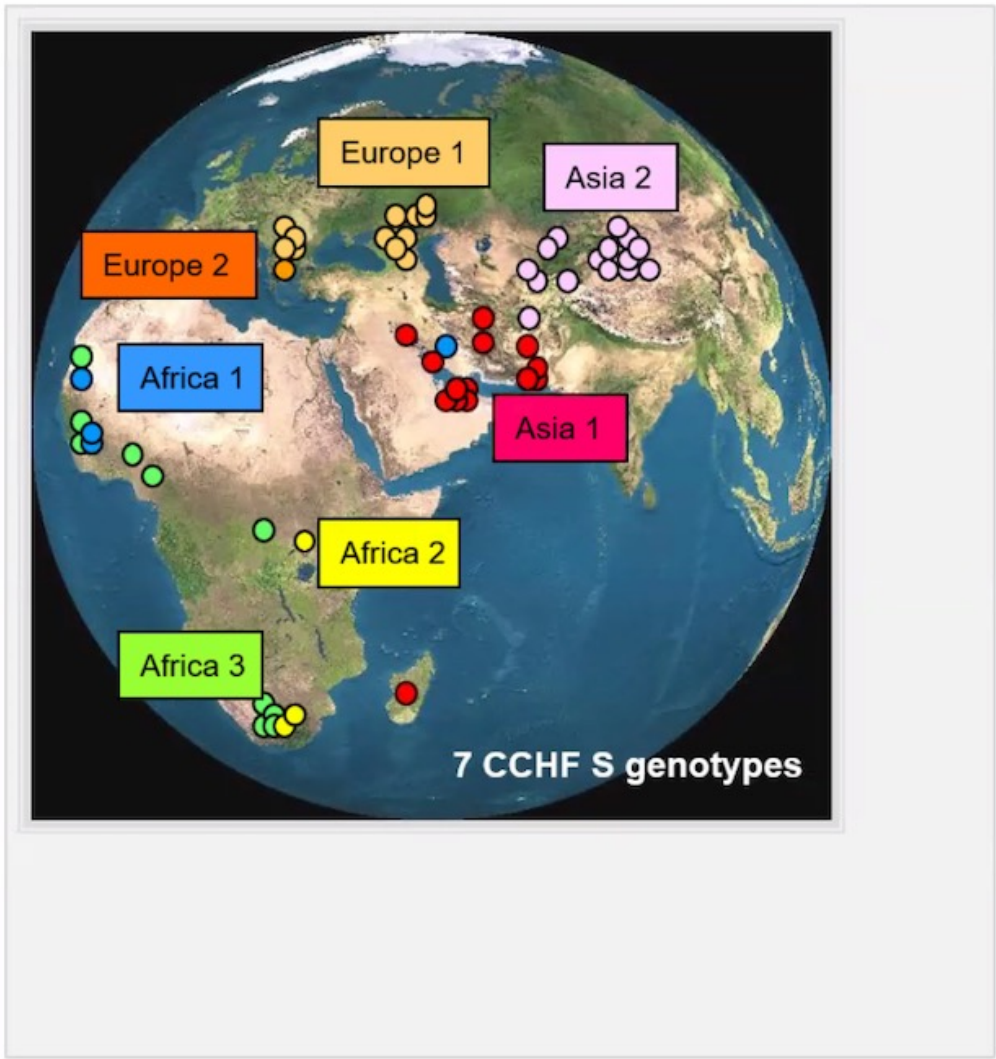
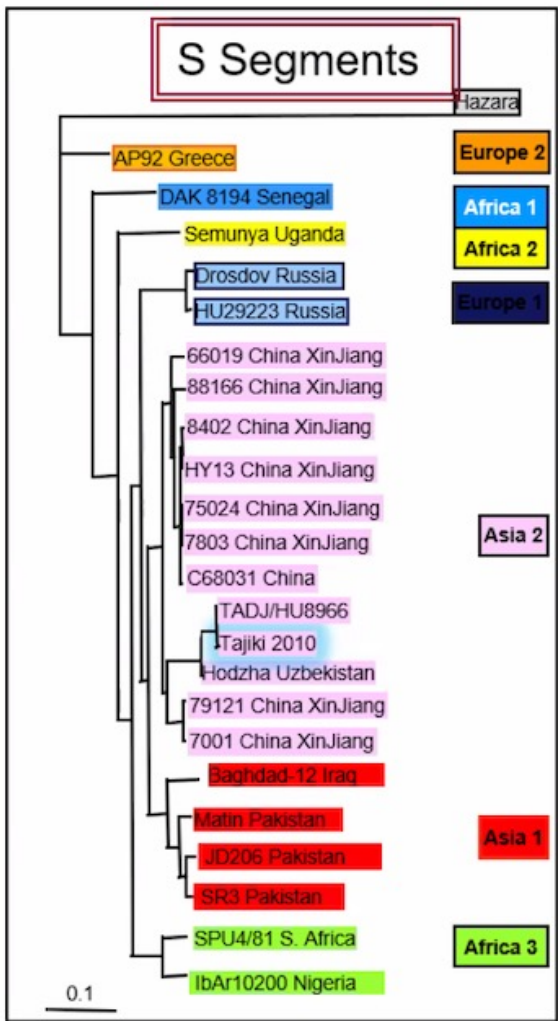


- Co-replication of two strains in the same cell / organism
- Ticks are suitable hosts to support reassortment

➤ Global & dynamic reservoir of CCHF virus



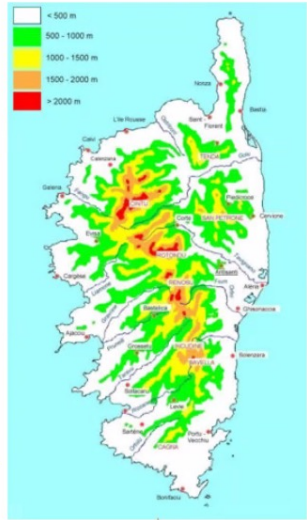
HYALOMA TICK



CCHF EN CORSE POURQUOI?



A Mild Mediterranean climate

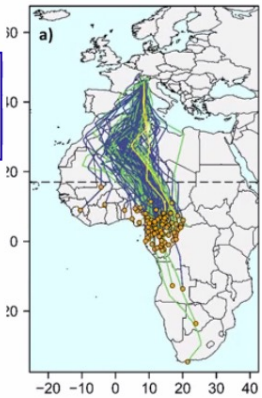


A wide spectrum of landscape: wetlands/forest/mountains



Hunting and hiking are very popular

A migratory flyway for birds

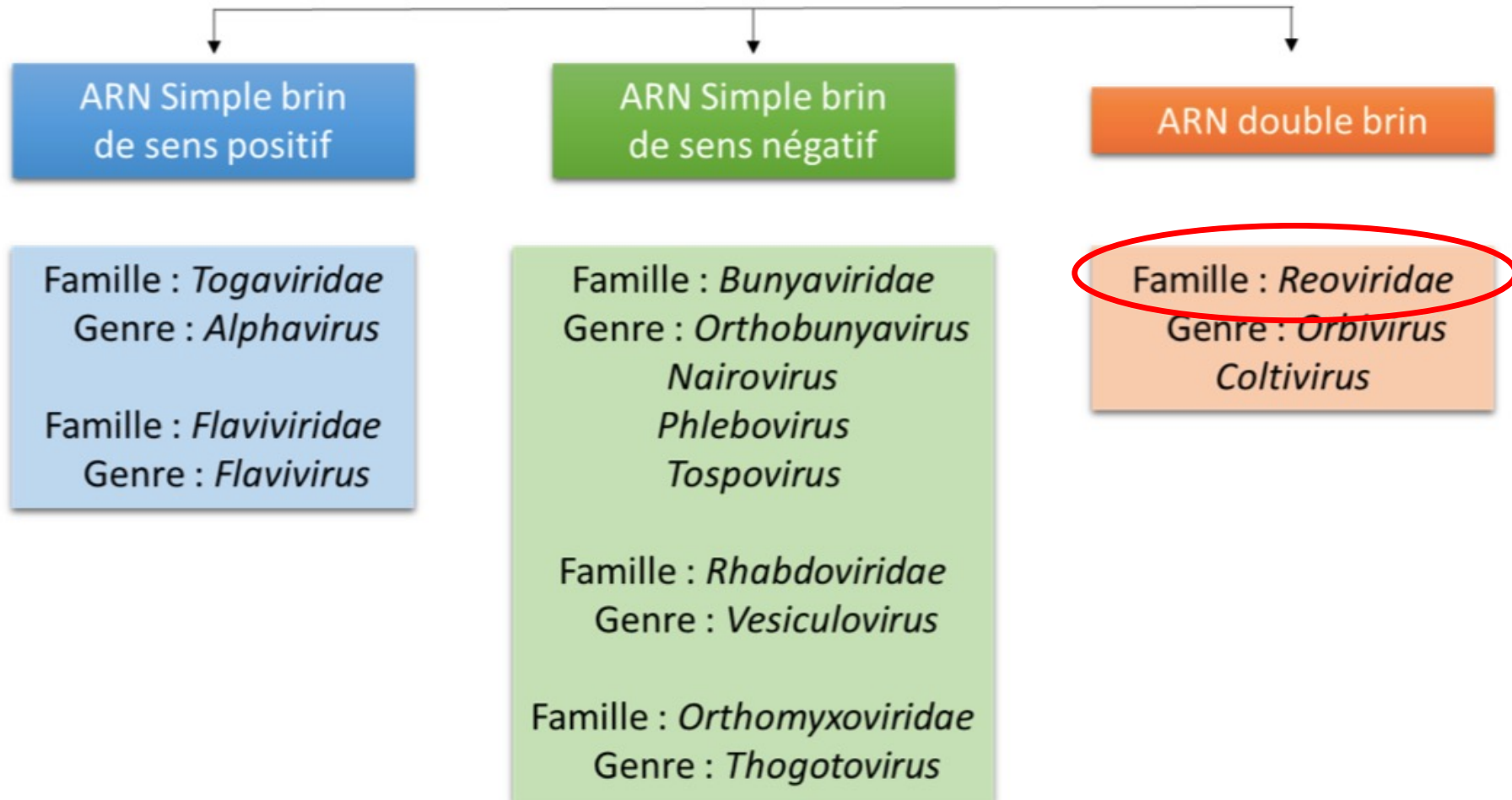


Pastoralism is traditionally extensive.



✓ *Hyalomma marginatum* has been reported since 1946 in Corsica

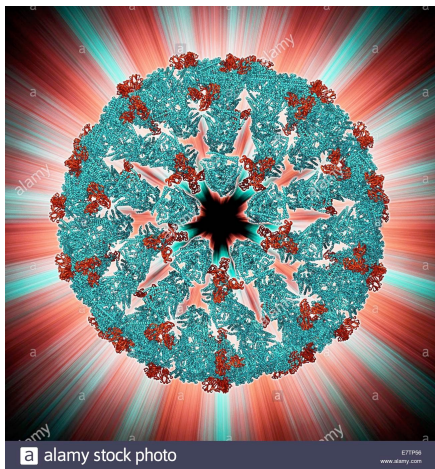
ARBOVIRUS

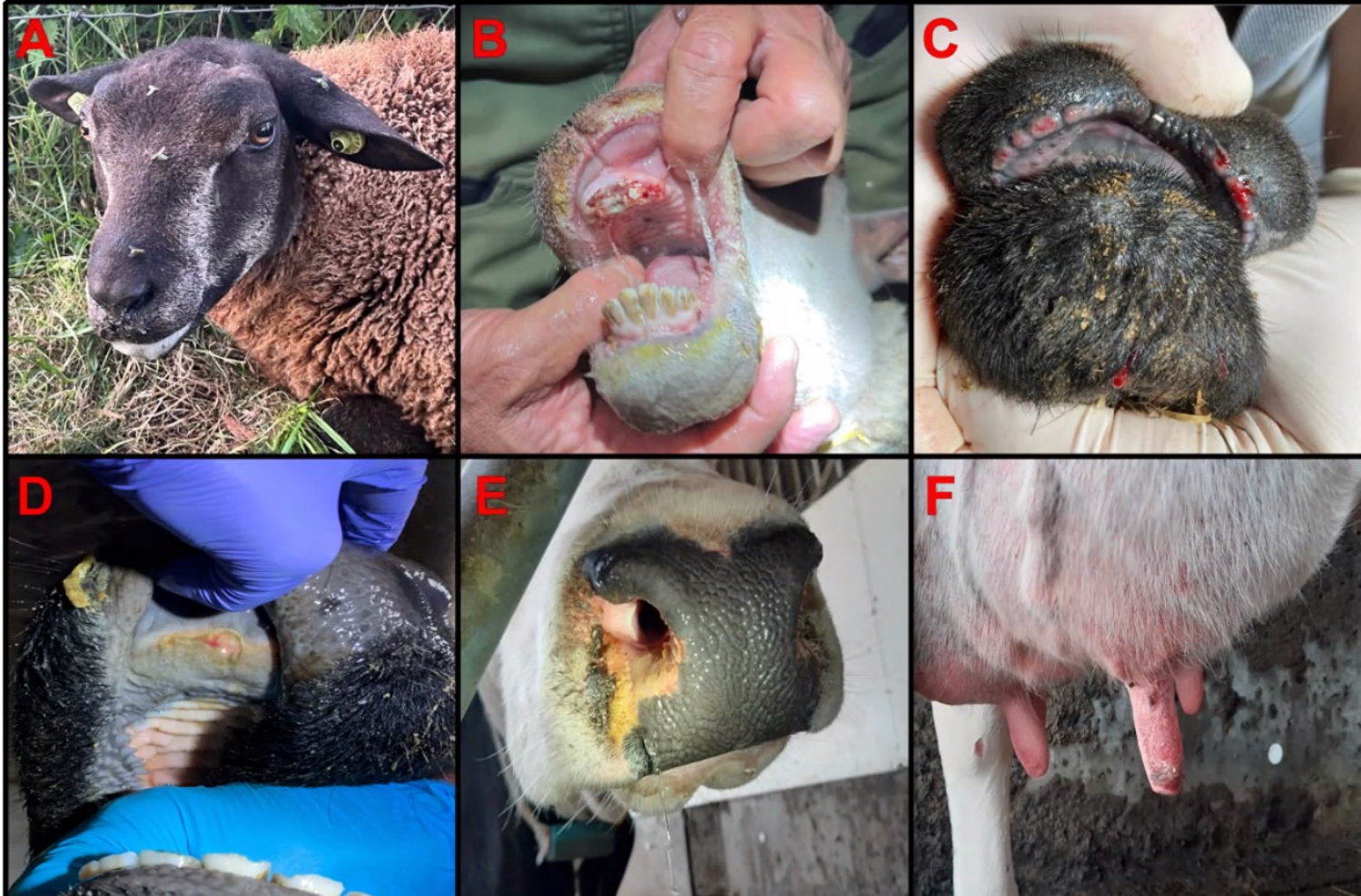


LES REOVIRUS

Ce sont des virus **non enveloppés multisegmentés** de 70 nm de diamètre à symétrie sphérique et à ARN double brin.

Des virus du genre Orbivirus sont à l'origine de la maladie de la langue bleue du mouton. Ce virus (BTV) n'est pas pathogènes pour l'Homme.





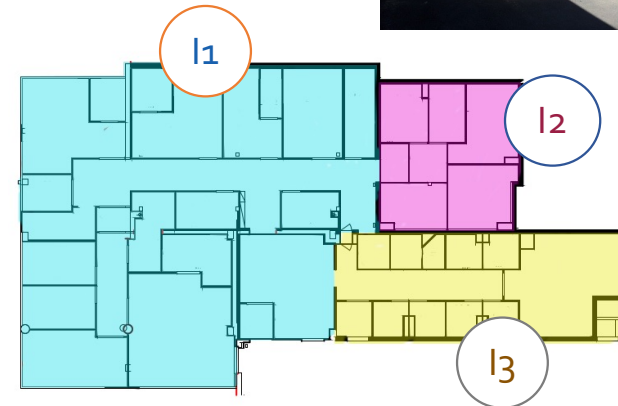
VECTOPÔLE IRD

Principaux Vecteurs :

Moustiques (*Anopheles*, *Aedes*, *Culex*)

Phlébotomes (à venir)

- ◆ Site Lavalette
- ◆ 360 m²
- ◆ 3 Zones confinements:
1 accès réglementé, 2 confinées
- ◆ I1 et I2 : 2015 – I3 : 2017
- ◆ Physiologie et le comportement des vecteurs
- ◆ Compétence vectorielle (infections expérimentales)
- ◆ Ecologie chimique et sensorielle
- ◆ Résistance des moustiques aux insecticides



INFECTION ORALE EXPÉRIMENTALE (SYSTÈME HEMOTEK)



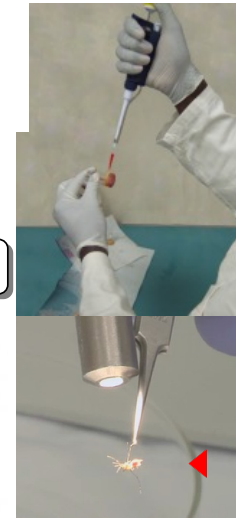
Composition repas infectieux

- Sang de lapin lavé au PBS
- Suspension virale
- SVF 10%
- Bicarbonate de sodium
- Milieu (DMEM)
- ATP à 5×10^{-3} M

Gorgement artificiel sur Hemotek



30-45 min



BioSafety
Level-3



Conditions climatiques

27±1°C

80±5% HR

12h:12h lux:obscurité

10% de sucre



ARBOVIRUS

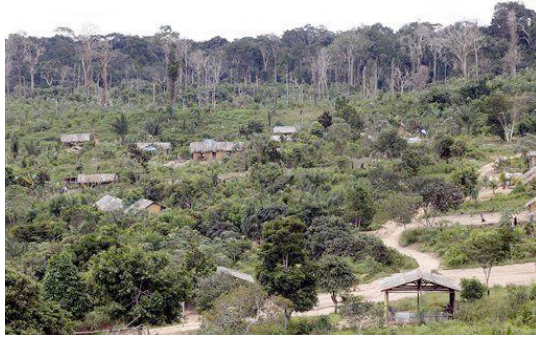






©IRD - Patrick Landmann, Vectopôle

VIROLOGIE ANIMAL (VIDÉO)



**Risk factors are almost
always related to
human activity**





Merci de votre attention