



**cnev**

Centre National d'Expertise  
sur les Vecteurs

## Surveillance entomologique en France et risques vectoriels dans le Grand Ouest



Journées médicales GERICCO, 26 mars 2015

Yvon PERRIN, CNEV, [yvon.perrin@ird.fr](mailto:yvon.perrin@ird.fr)

# Entomologie médicale

- Science qui étudie les insectes – et par extension les arthropodes – en rapport avec la santé de l'homme
- Discipline récente, deux grandes dates:
  - 1877 : première implication d'un insecte dans le cycle biologique d'un parasite de l'homme (P. Manson, filariose lymphatique)
  - 1939 : découverte des propriétés insecticides du DDT (PH Müller, prix Nobel en 1948)

# Le CNEV

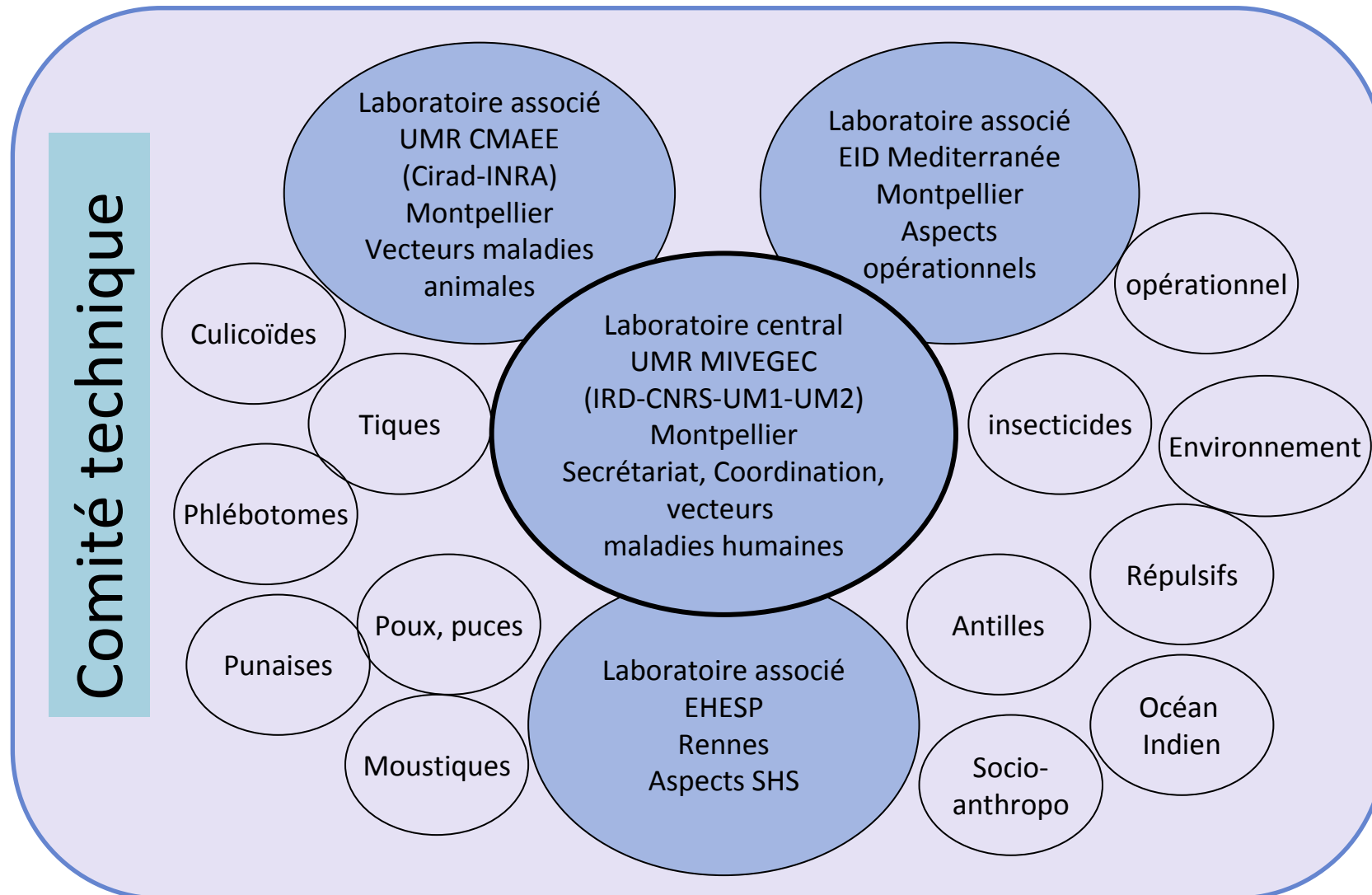
- 2008 : Saisine de l'IRD par l'Etat (5 ministères) pour un état des lieux de la lutte antivectorielle en France (santé humaine et animale)
- Saisine traitée sous la forme d'une expertise collégiale, réunissant un collège de 14 experts.
- 2009 : remise du rapport « La lutte anti-vectorielle en France » (IRD Editions)



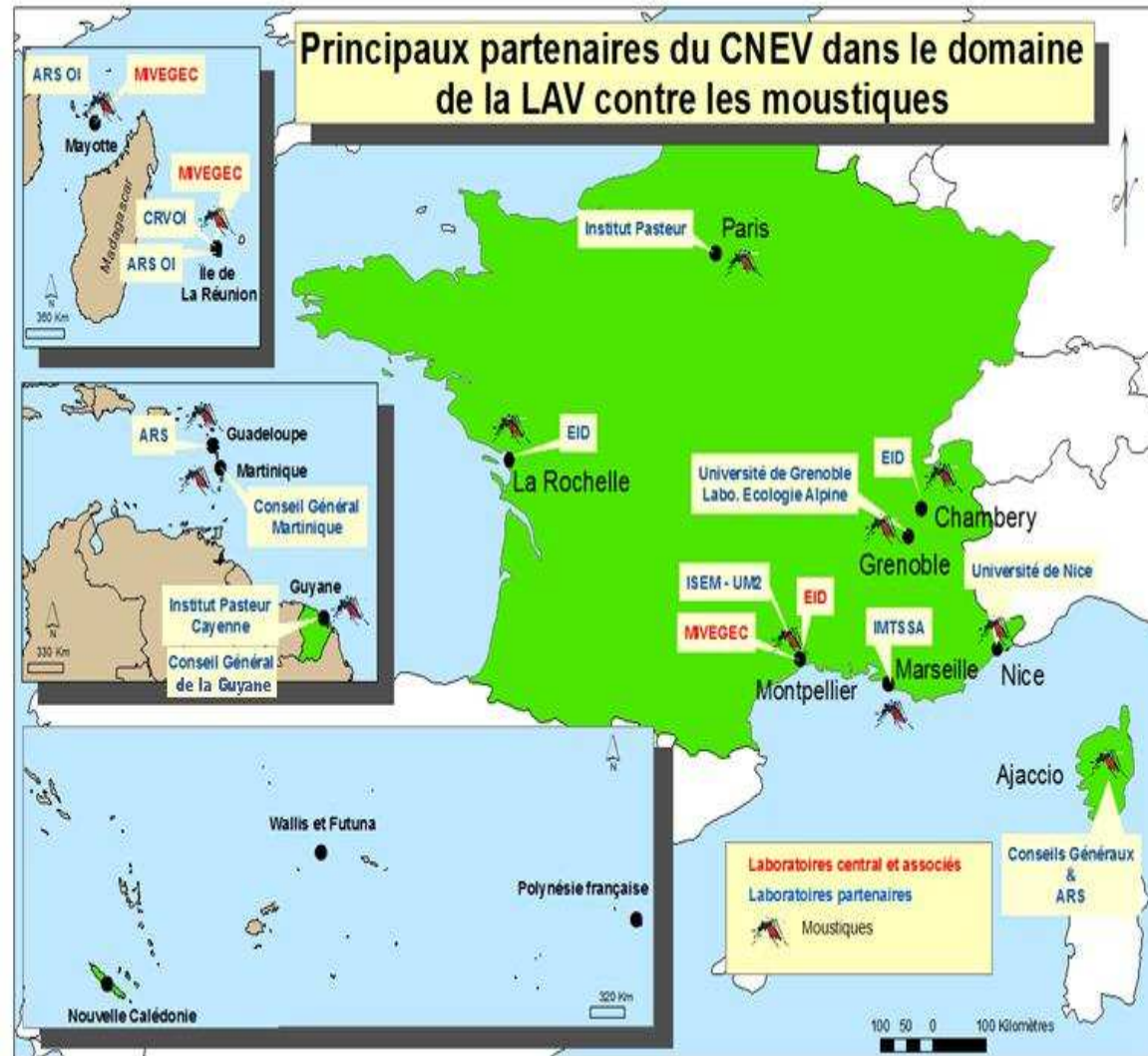
8 recommandations principales dont la première :  
**créer un Centre national d'expertise Vecteurs et risque vectoriel (CNEV)**, « *structure multidisciplinaire permettant de mobiliser rapidement et efficacement l'ensemble des compétences dans les domaines opérationnels et stratégiques, ainsi qu'en matière de réflexion et proposition sur la lutte antivectorielle en France* ».

# Composition / organisation

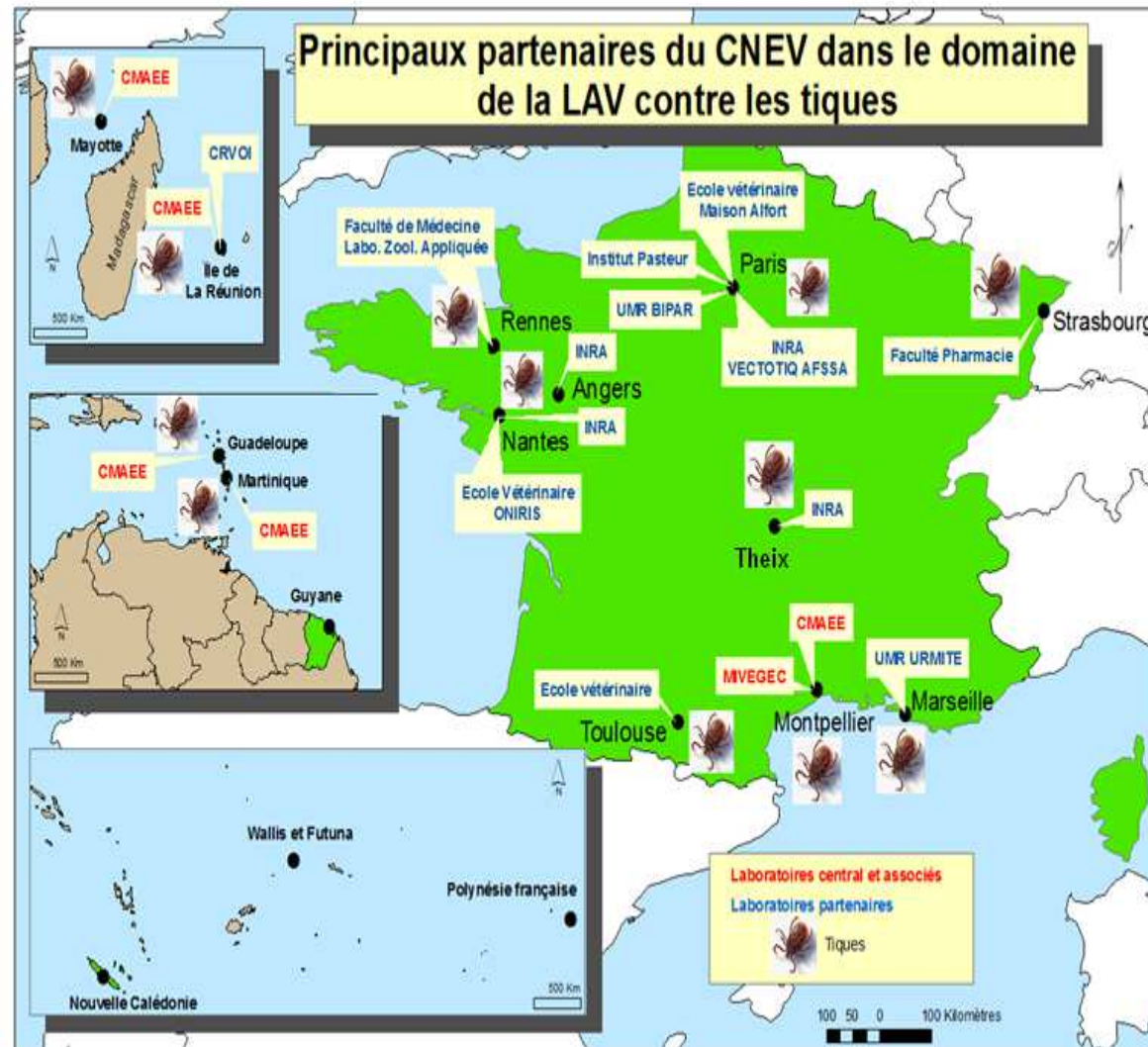
Tutelles Ministères de la Santé et de l'Agriculture



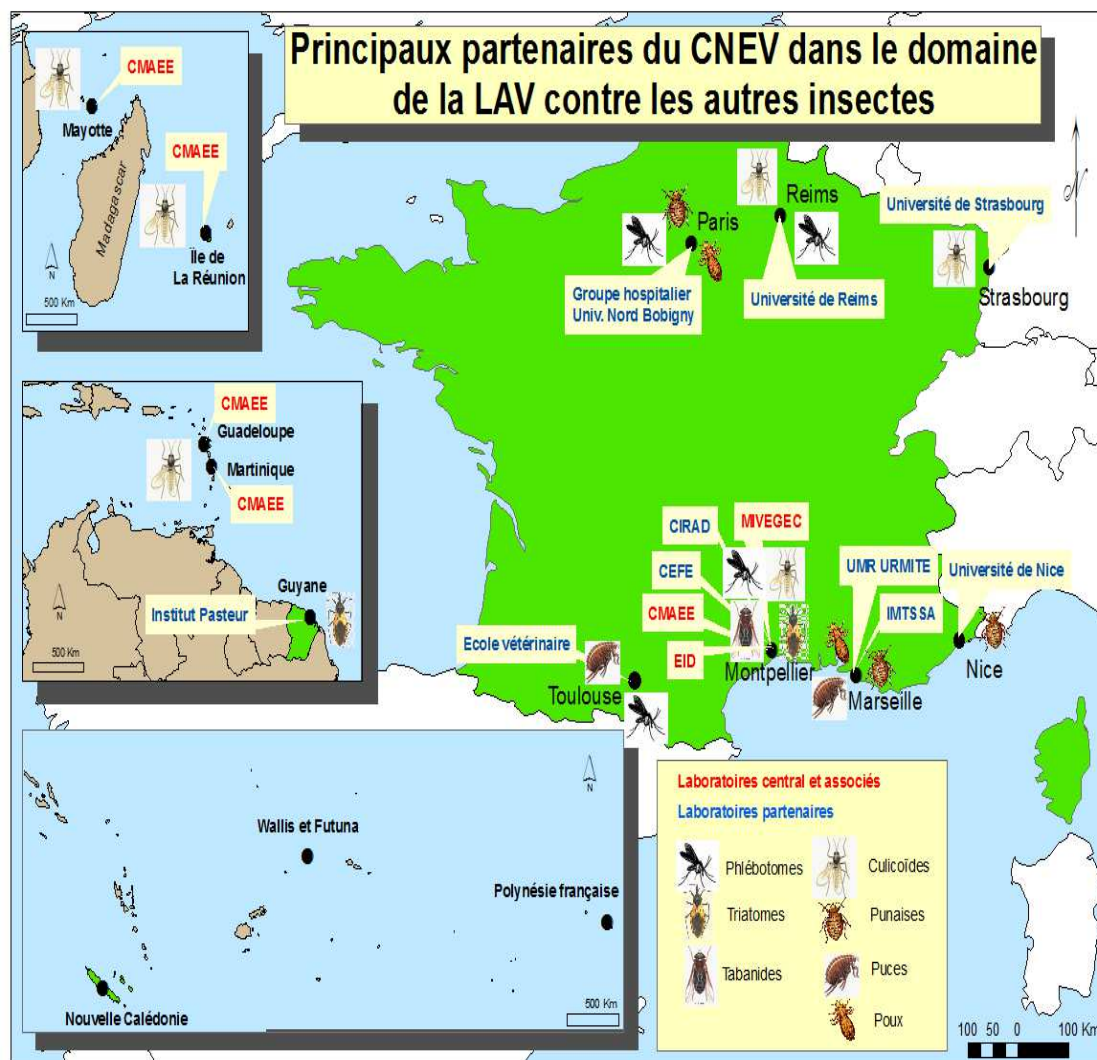
Réseau de 42 partenaires aux compétences larges, en lien avec la LAV (environ 140 experts identifiés)



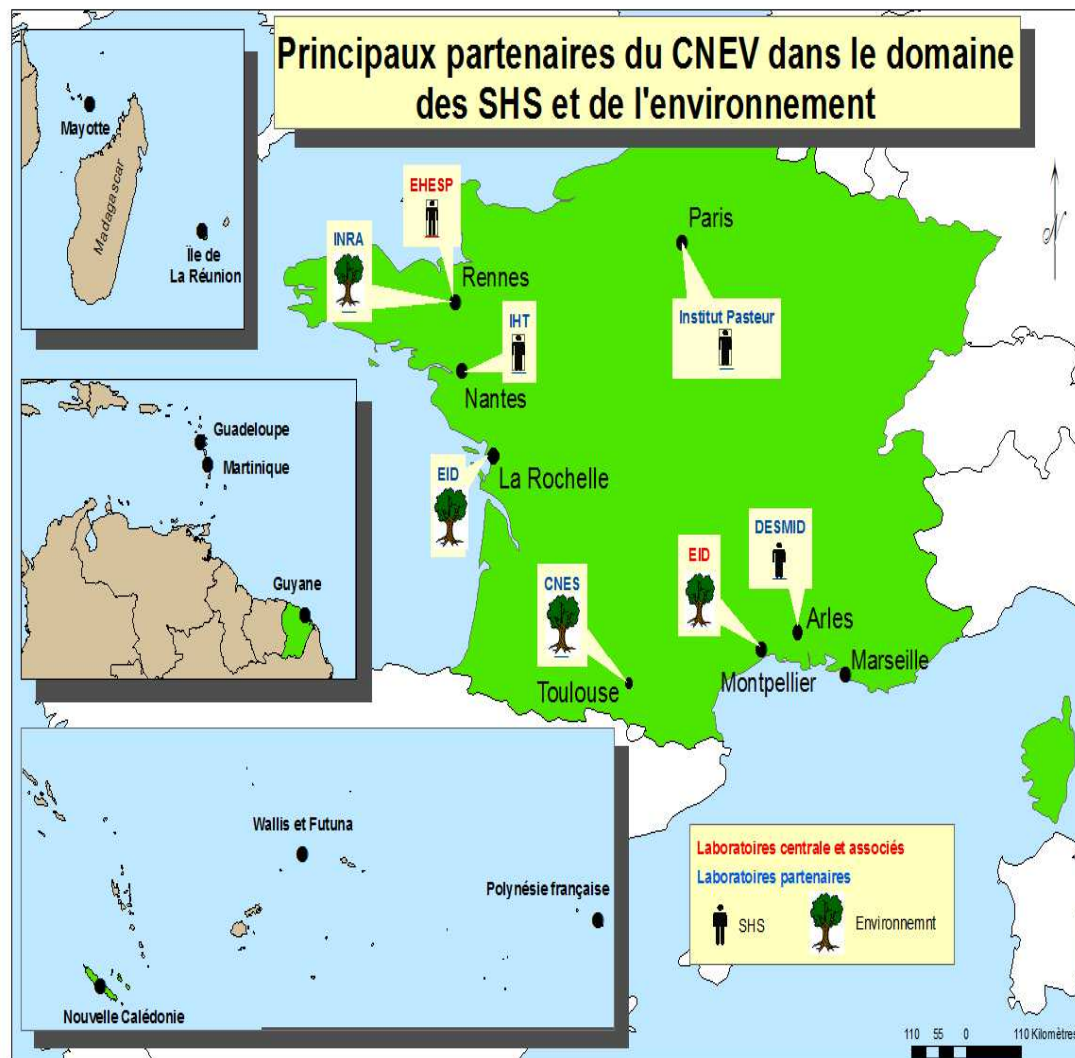
Réseau de 42 partenaires aux compétences larges, en lien avec la LAV (environ 140 experts identifiés)



Réseau de 42 partenaires aux compétences larges,  
 en lien avec la LAV (environ 140 experts identifiés)



Réseau de 42 partenaires aux compétences larges, en lien avec la LAV (environ 140 experts identifiés)





# Missions du CNEV

- L'expertise entomologique,
- L'appui scientifique et technique,
- L'appui à l'animation technique,
- La formation dans le domaine de la lutte antivectorielle,
- La veille scientifique et technique,
- L'orientation de la recherche



Qu'est ce qu'un vecteur ?



# Vecteur:

Arthropode hématophage qui assure  
la transmission (biologique ou mécanique) active  
d'un agent infectieux  
d'un vertébré vers un autre vertébré

*(Rodhain et Pérez, 1985)*

# Vecteur:

## Transmission biologique :

Phénomène biologique impliquant la réalisation d'une phase du cycle évolutif du parasite ou la multiplication d'une bactérie ou d'un virus ( $\neq$  transmission mécanique où le vecteur joue seulement un rôle de "transporteur"),



## Transmission active :

Rôle fondamental du vecteur dans la transmission par son comportement et sa biologie. Le vecteur établit activement un contact entre un hôte infecté et le vertébré réceptif ( $\neq$  mécanisme passif de certains invertébrés, hôtes intermédiaires, abusivement appelés vecteurs).

# Transmission vectorielle

## R<sub>0</sub> : Taux de reproduction de base

(MacDonald, 1957, modèle de transmission du paludisme)

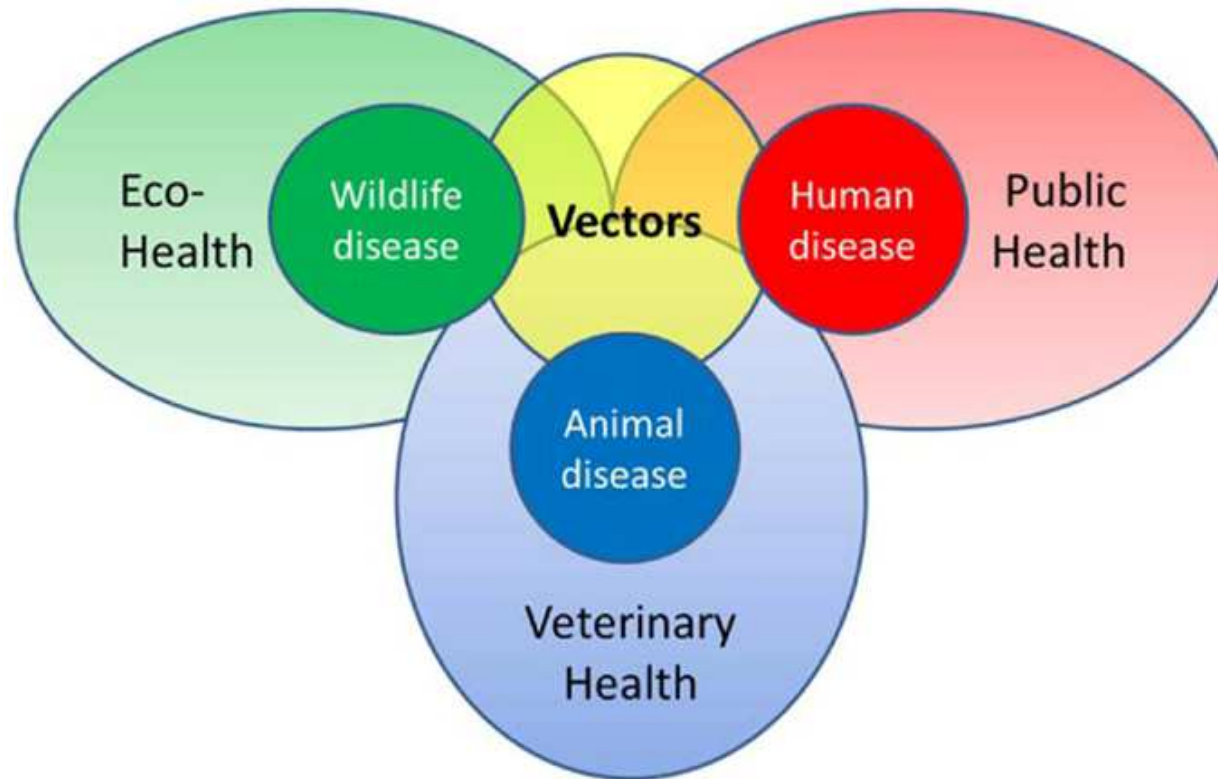
$$R_0 : \frac{\overbrace{ma \cdot a \cdot p^n}^{\text{CAPACITE VECTORIELLE}} \times \underbrace{b}_{\text{Fct GENETIQUES / Compétence vectorielle}} \times \underbrace{\frac{1}{r}}_{\text{HOMME}}}{-\ln. p}$$

- ma** : taux d'agressivité (Nb piqûres / 24h)
  - a** : Nb repas pris sur homme / 24h par un moustique
  - p** : taux quotidien de survie d'une population
  - n** : durée du cycle extrinsèque du virus
  - b** : "compétence vectorielle" (proportion de piqûres infectées réellement infectantes)
  - r** : taux de négatation de l'hôte
- (1/r = durée de la période infectieuse pour les moustique)



# La surveillance entomologique

# Les maladies vectorielles: une surveillance adaptée...



...aux différentes étapes  
du cycle de l'agent pathogène

# Objectifs de la surveillance entomologique

- **dans les zones indemnes**

- déceler l'implantation d'un vecteur

- mettre en place des mesures de lutte et empêcher son implantation (ou la ralentir...)

ex : *Aedes albopictus* dans le sud de la France

- **dans les zones où le vecteur est implanté**

- estimer la densité vectorielle,

- suivre sa progression

- Estimer la prévalence d'un pathogène dans une population de vecteurs

- évaluer l'efficacité des actions de contrôle de la prolifération

(mesurer la transmission vectorielle)

**Surveillances épidémiologique et entomologique  
étroitement liées**



# Surveillance entomologique

La surveillance entomologique tient compte des différents stades du cycle de vie du vecteur

- Phase aquatique où se développe les stades immatures

les œufs



les larves



les nymphes



- Phase aérienne du moustique adulte ou imago



# Surveillance entomologique

## La surveillance entomologique ciblée sur les gîtes

- Gîtes domestiques



- Gîtes péri-domestiques



- Gîtes naturels



Photos ARS Réunion

# Surveillance entomologique

- **Les indices larvaires (indices stégomyens) :**
  - indice récipient : taux de récipients contenant des stades pré-imagos
  - Indice habitation : % de maisons avec au moins un gîte positif
  - Indice de Breteau : nombre moyen de gîtes positifs pour 100 maisons visitées
  - Pondération des indices (productivité, nymphes...)
- **conditions pour calculer des indices**
  - Nombre de maisons enquêtées > 100
  - Période d'enquête < 48 heures



# Surveillance entomologique

- Capture sur appât humain
  - la méthode de référence,
  - fonction du captureur (expérience, attractivité des personnes),
  - Mais : fastidieux, « cher » et éthiquement critiquable



Photo : IMTSSA

# Surveillance entomologique



Photos : Didier Fontenille

# Surveillance entomologique

- Pièges
  - à CO<sub>2</sub>,
  - ajout d'attractants



# Surveillance entomologique

- Pièges
  - lumineux,



CDC light trap



# Surveillance entomologique

- Pièges
  - à femelles gravides

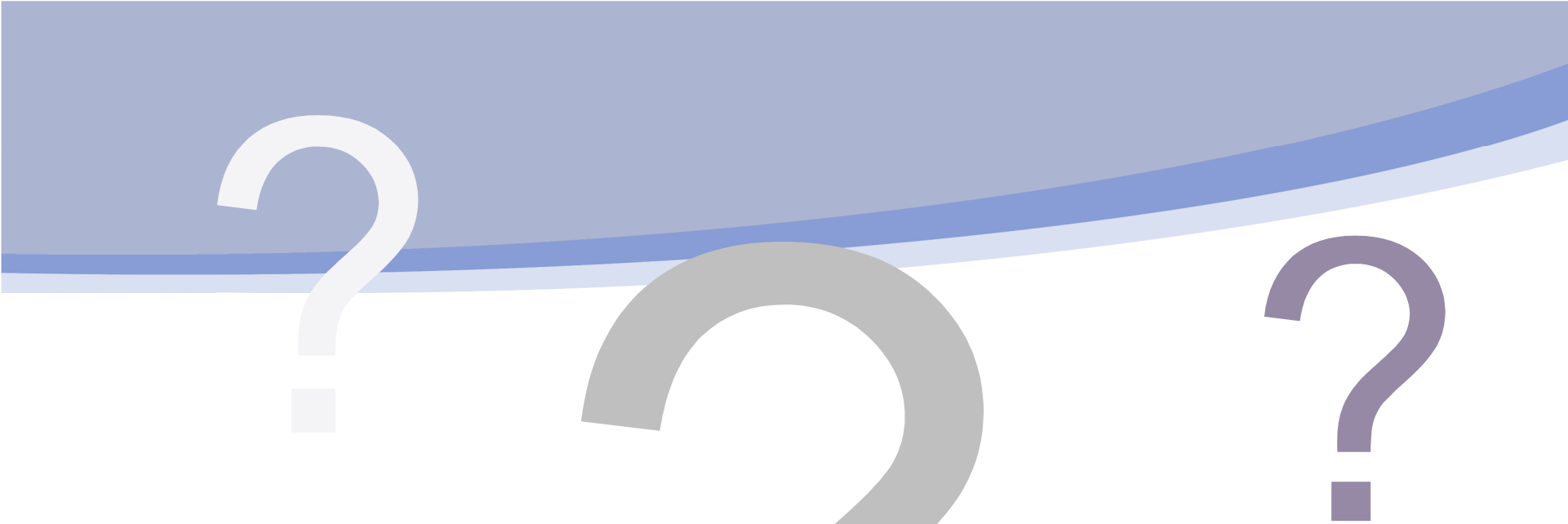


# Surveillance entomologique


- Pièges  
–« visuels »



Fay-Prince trap



Quels risques vectoriels  
pour le Grand Ouest ?





# La borréiiose de Lyme

# La borréliose de Lyme

- Première maladie à transmission vectorielle de l'hémisphère nord en termes d'incidence:
  - Etats-Unis : 300 000 cas/an (estimation CDC)
  - Europe : entre 65 000 et 85 000 cas/an
  - France : 27 000 cas/an entre 1986 et 2012 (HCSP)

# La borréliose de Lyme

**1977 - Lyme arthritis : an epidemic of oligoarticular arthritis in children and adults in three Connecticut communities .** A.C. STEERE, S.E. MALAWISTA, D.R. SNYDMAN, R.E. SHOPE, M.R. ROSS and JF.M. STEELE - Arthritis Rheum, vol. 20, p. 7-17

**1982 - Lyme disease - a Tick-Borne Spirochetosis ?**  
W. BURGDORFER, A. BARBOUR, S. HAYES, J. BENACH, E. GRUNWALDT and J. DAVIS - Science, vol. 216, p. 1317-1319

**1984 - *Borrelia burgdorferi* sp.nov. : etiologic agent of Lyme disease.** R. JOHNSON, G.P. SCHMID, F.W. HYDE, A.C. STEIGERWALT, D.J. BRENNER - Int. Syst. Bacteriol., vol.34, p496-497

# *B. burgdorferi* sensu lato

Espèces pathogènes

*B. burgdorferi*  
sensu stricto    *B. afzelii*    *B. garinii*

**Tropisme préférentiel**



**Articulations**



**Peau**

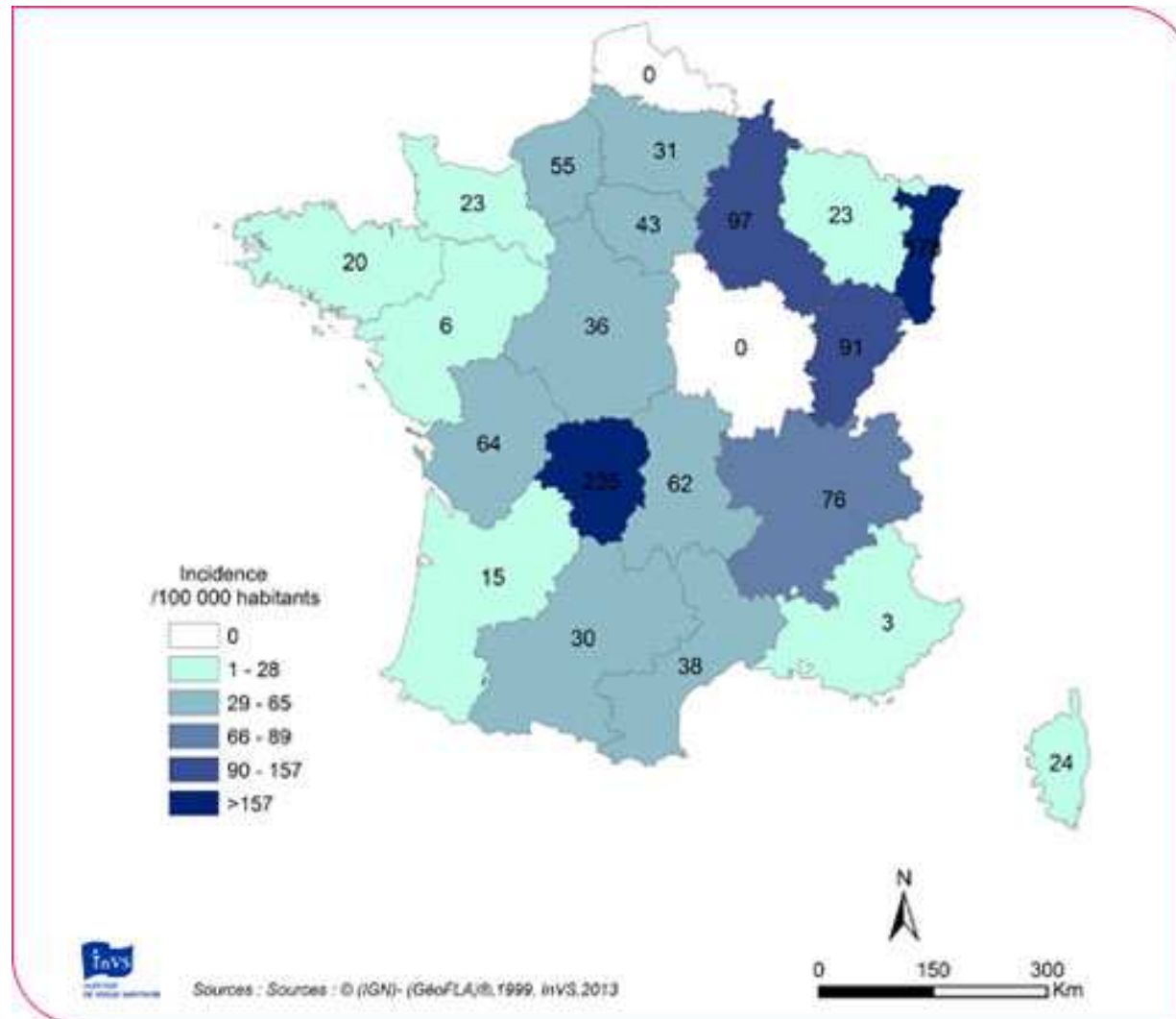


**Système  
nerveux**

Espèces  
“ peu et non  
pathogènes ”

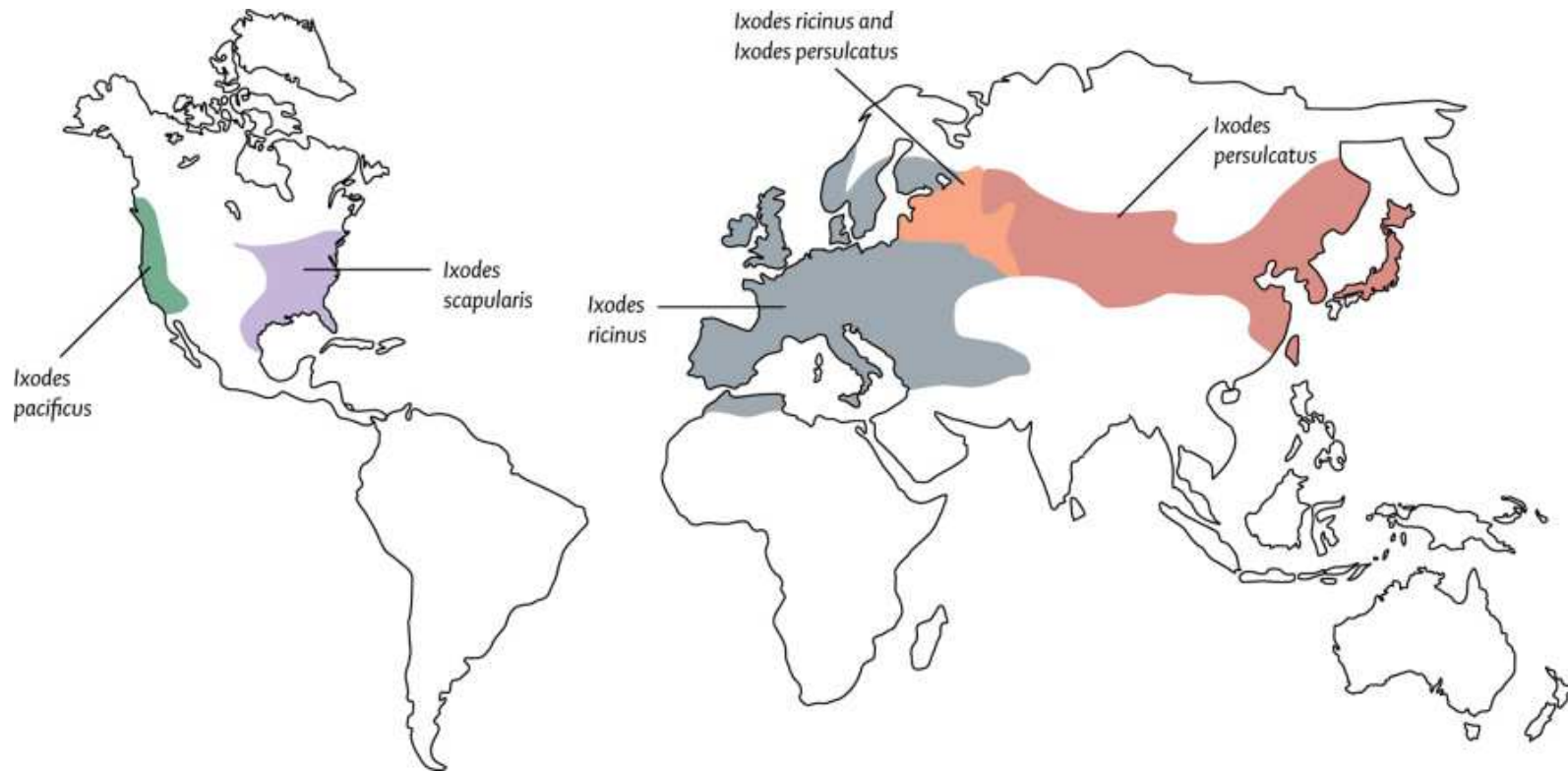
*B. valaisiana*  
*B. lusitaniae*  
*B. bissettii*  
*B. andersonii*  
*B. japonica*  
*B. turdi*  
*B. tanukii*  
*B. sinica*  
*Borrelia* spp.

# Incidence de la borréliose de Lyme par régions (réseau sentinelle)



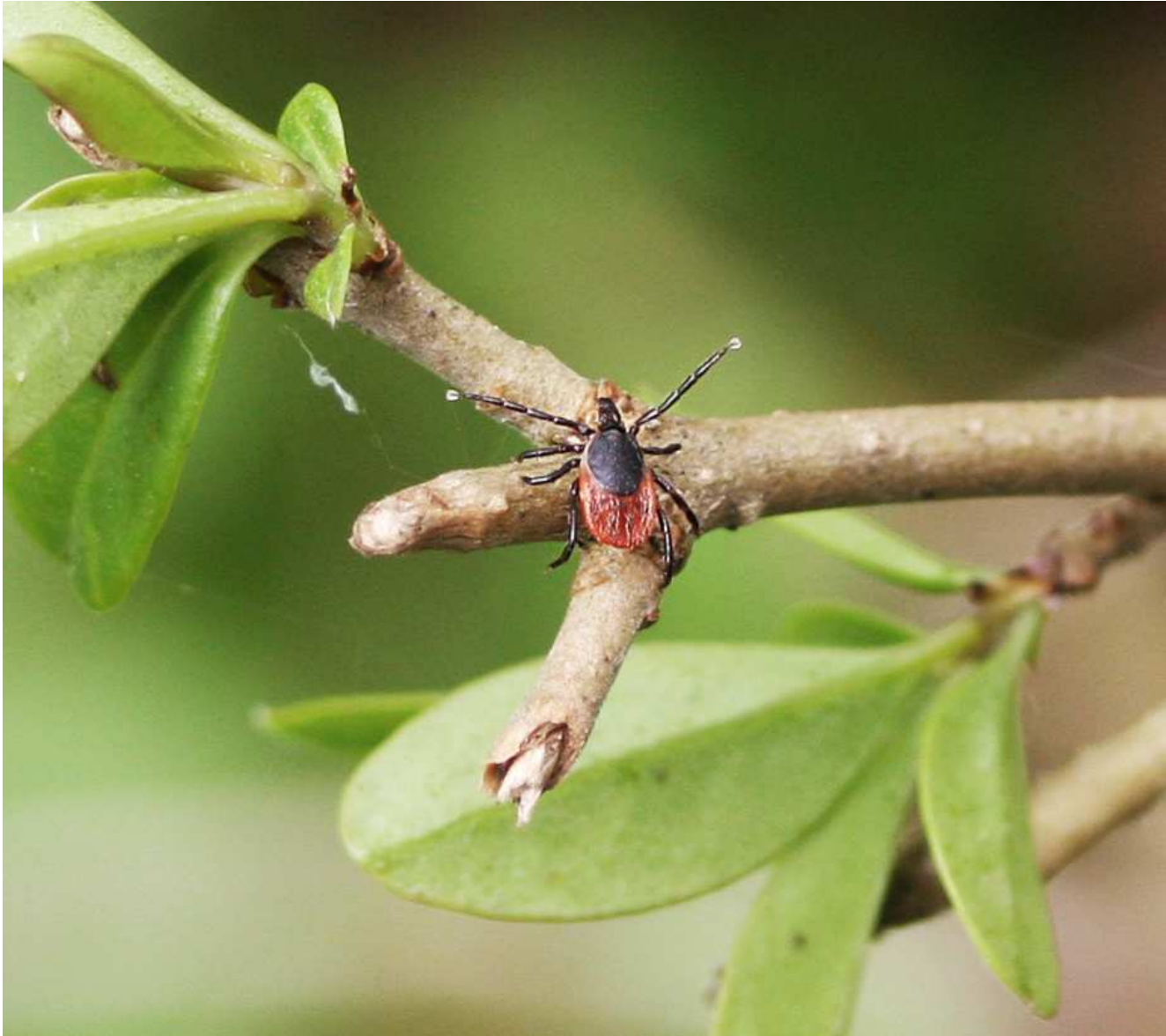


# La borréliose de Lyme



Stanek *et al.*, *The Lancet*, 2011

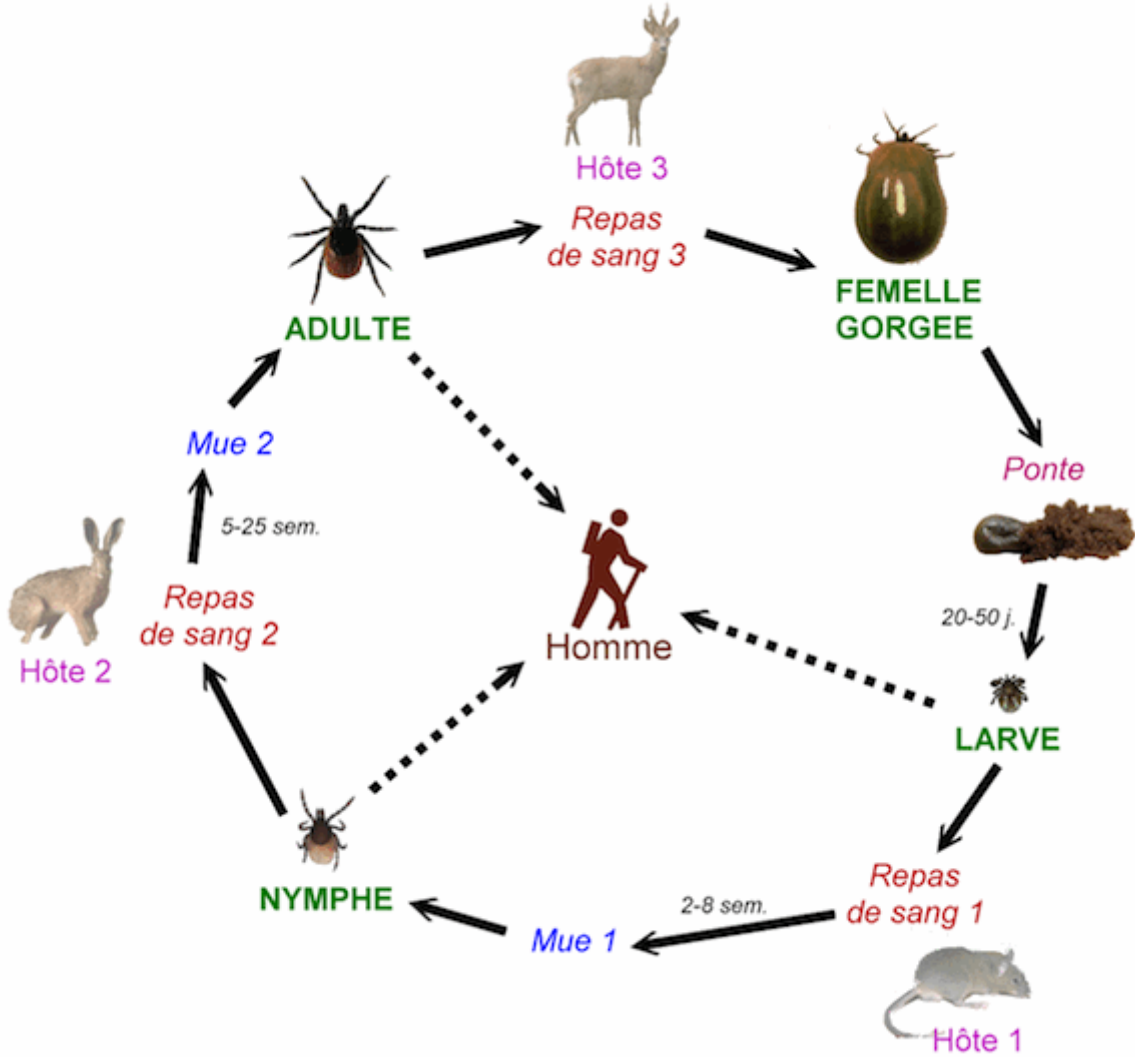
# *Ixodes ricinus*



# *Ixodes ricinus*

- Télotrope (1 hôte préférentiel par stade de développement)
- Hygrophile (au moins 80% d'humidité)
- Habitat optimal : zones de bocage ou couvert forestier

# Cycle de développement d'*I. ricinus*



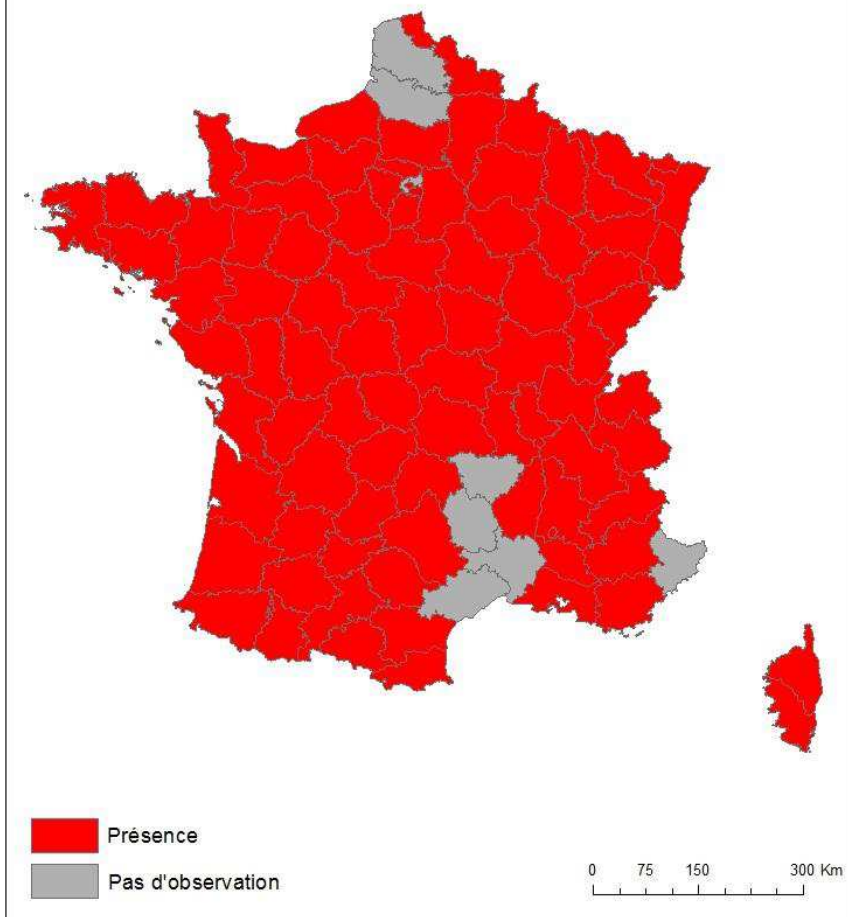
# Risque vectoriel

- Pour estimer le risque vectoriel, il faut connaître:
  - Répartition et densité de population d'*Ixodes ricinus*
  - Taux d'infection des différents stades (nymphe en particulier)
  - Exposition de la population (données de fréquentation)
  - Connaissance des réservoirs animaux (densité, taux de portage)
  - Densité des grands mammifères

# Distribution d'*I. ricinus* en France

- Présente dans toute la France
- Pas de réseau de surveillance national
- Ponctuellement, des études vectorielles sont conduites au niveau régional

Aire de répartition d'*Ixodes ricinus* en France métropolitaine



# Technique du drapeau



# Etudes régionales

Tableau 1 Études d'incidence de la borréliose de Lyme et de surveillance du vecteur *Ixodes ricinus* en France, depuis 1999 / Table 1 Survey of Lyme borreliosis incidence and of the tick vector, *Ixodes ricinus* in France since 1999

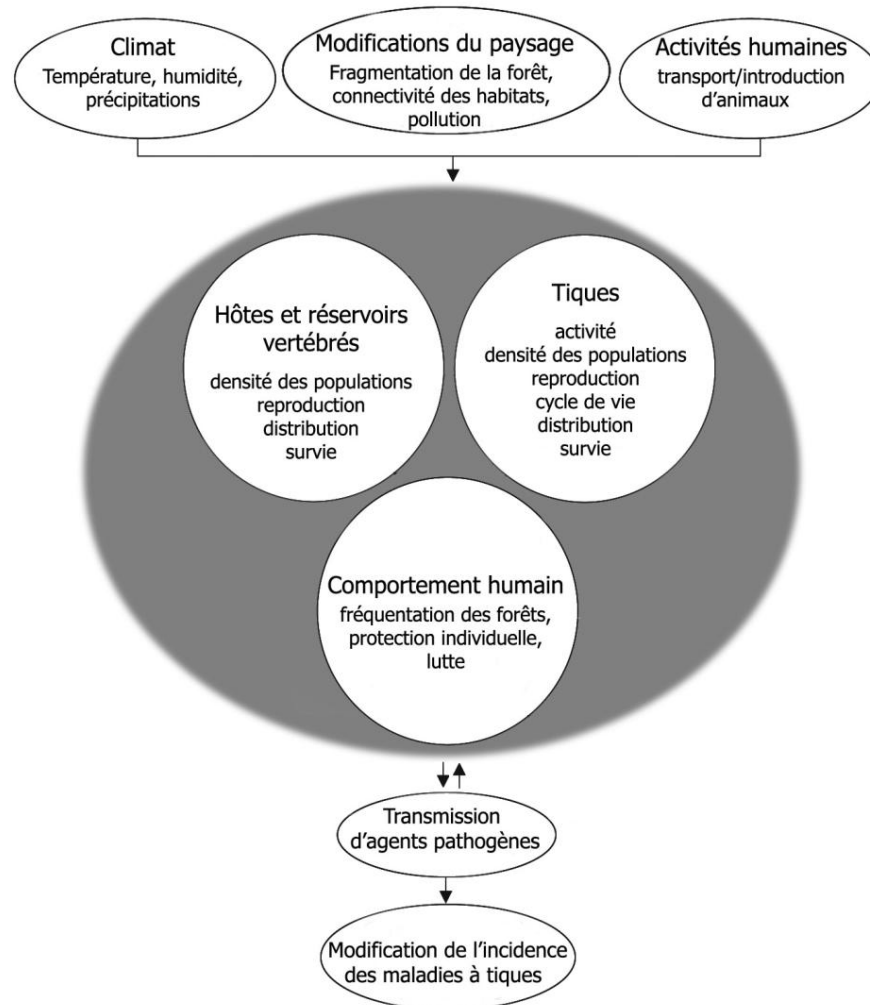
Région	Étude d'incidence			Étude vectorielle			
	Année	Nombre de cas / 100 000 habitants	Forme clinique % <sup>a</sup>	Année	Densité des nymphes (nbre/100m <sup>2</sup> )	Taux d'infection %	Densité des nymphes infectées (nbre/100m <sup>2</sup> )
France [6]	1999-2000	9,4	89 / 6 / 5	-	-	-	-
Alsace [4;8]	2001-2003	200	86 / 7 / 9	2003-2004	146	18	26,4
Lorraine [5;9] : Meuse	2003-2009	146	94 / 5 / 1	2004-2005	59 <sup>b</sup>	8 <sup>b</sup>	4,5 <sup>b</sup>
Limousin [8;9] : Creuse, Corrèze, Haute-Vienne	2004-2006	84 - 54 - 37	78 / 23 / 22 <sup>c</sup>	2005-2006 <sup>d</sup>	121 - 74	13-12	15,3 - 8,8
Auvergne [5;9] : Puy-de-Dôme, Cantal, Allier	2004-2009	99 - 89 - 49	91 / 3 / 4	2004-2005 <sup>e</sup>	27 <sup>b</sup> - 47	18 <sup>b</sup> -10	4,7 <sup>b</sup> - 4,7
Rhône-Alpes [8] : Ain, Loire, Haute-Savoie	2006-2008	129 - 70 - 197	91 / 5 / 3	-	-	-	-
Basse-Normandie [9] : Calvados, Orne, Manche	2007-2009	11 - 68 - 23	95 / 1 / 5	2006-2007 <sup>f</sup>	81 - 111	9 - 10	6,9 - 11,4
Haute-Normandie [9] : Eure, Seine-Maritime	2008-2009	65 - 67	89 / 0 / 2	2007-2008	41 - 52	13 - 13	6,6 - 5,2
Île-de-France [9] : Essonne (Forêt de Sénart)	-	-	-	2008-2009	73	11	8,4

<sup>a</sup> Érythème migrant/forme neurologique/forme articulaire ; <sup>b</sup> Étude vectorielle ne comprenant qu'une zone géographique restreinte ; <sup>c</sup> La description des caractéristiques cliniques de cette étude inclut les cas probables ; <sup>d</sup> Données de la Creuse et de la Haute-Vienne ; <sup>e</sup> Données du Puy-de-Dôme et de l'Allier ; <sup>f</sup> Données du Calvados et de l'Orne

Source : CNR Borrelia



# Principaux déterminants impactant les populations d'*I. ricinus*



# Principaux déterminants impactant les populations d'*I. ricinus*

- Déterminants liés au climat:
  - Effets directs:
    - Modification de l'aire de distribution
    - Durée de la période d'activité
    - Effets sur la compétence vectorielle
  - Effets indirects:
    - Composition du biotope et des populations d'hôtes

# Principaux déterminants impactant les populations d'*I. ricinus*

- Modifications paysagères et occupation du sol:
  - Déprise agricole, reforestation, fragmentation du paysage
  - Effets variables en fonction du système vectoriel:
    - USA : la fragmentation augmente le risque
    - Europe : reforestation et corridors verts augmentent le risque

# Principaux déterminants impactant les populations d'*I. ricinus*

- Activités humaines:
  - Introduction d'espèces exotiques (*Tamias sibiricus* en forêt de Sénart)
  - Modifications comportementales → modifications du contact homme-vecteur



*Aedes albopictus*

La dengue et le chikungunya

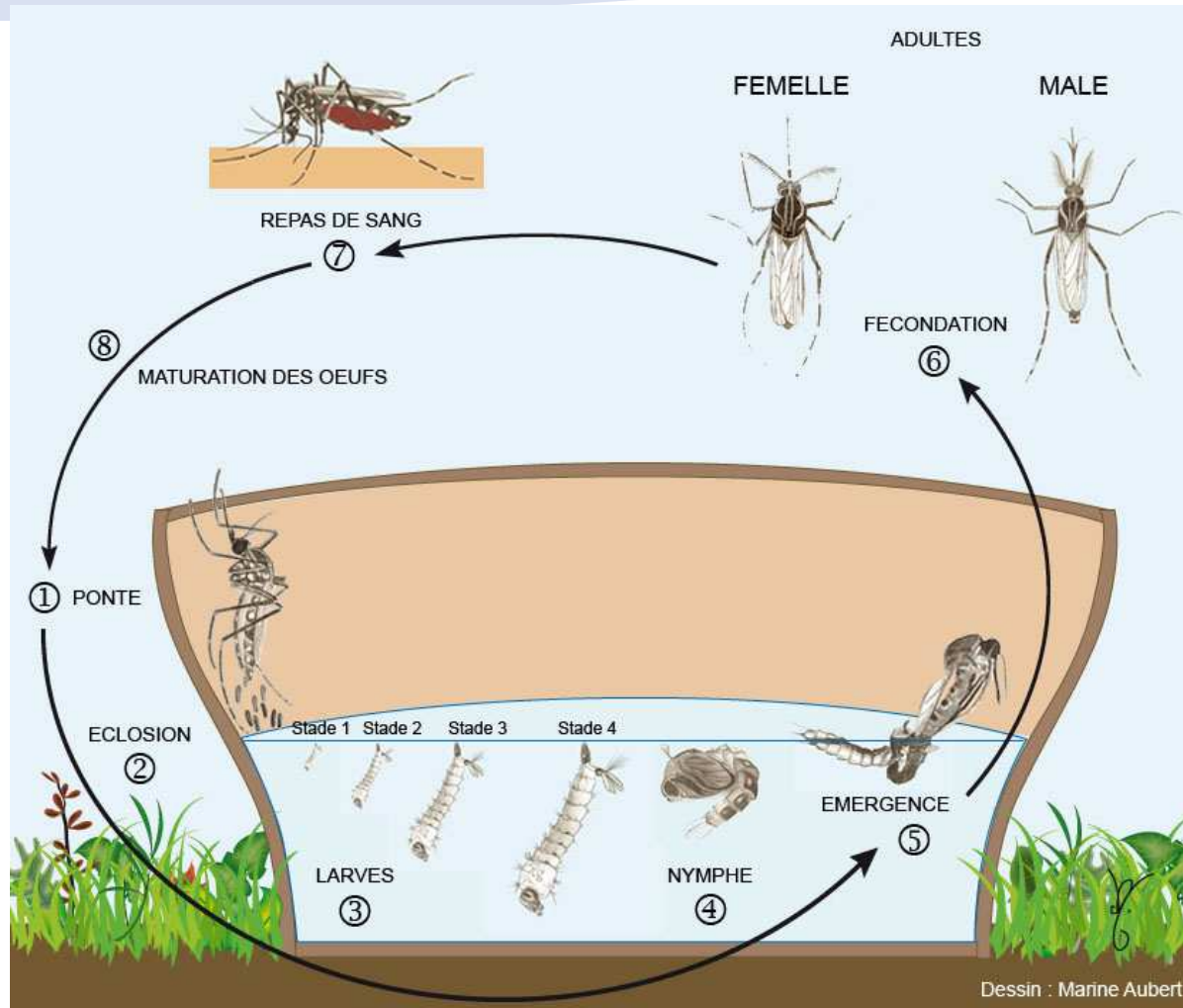


# Biologie d'*Ae. albopictus*

- Origine : Asie du Sud-Est
- Zones urbanisées et naturelles
- Préférences trophiques : opportuniste et anthropophile
- Activité diurne (lever et coucher du soleil) et nocturne
- Gîtes naturels en milieu tropical : Bambou, Broméliacées
- Adapté aux gîtes artificiels (pneus)
- Diapause hivernale (œuf) en régions tempérées
- Vecteur de divers arbovirus
- Colonisation des 5 continents en 20 ans



# Biologie d'*Ae. albopictus*



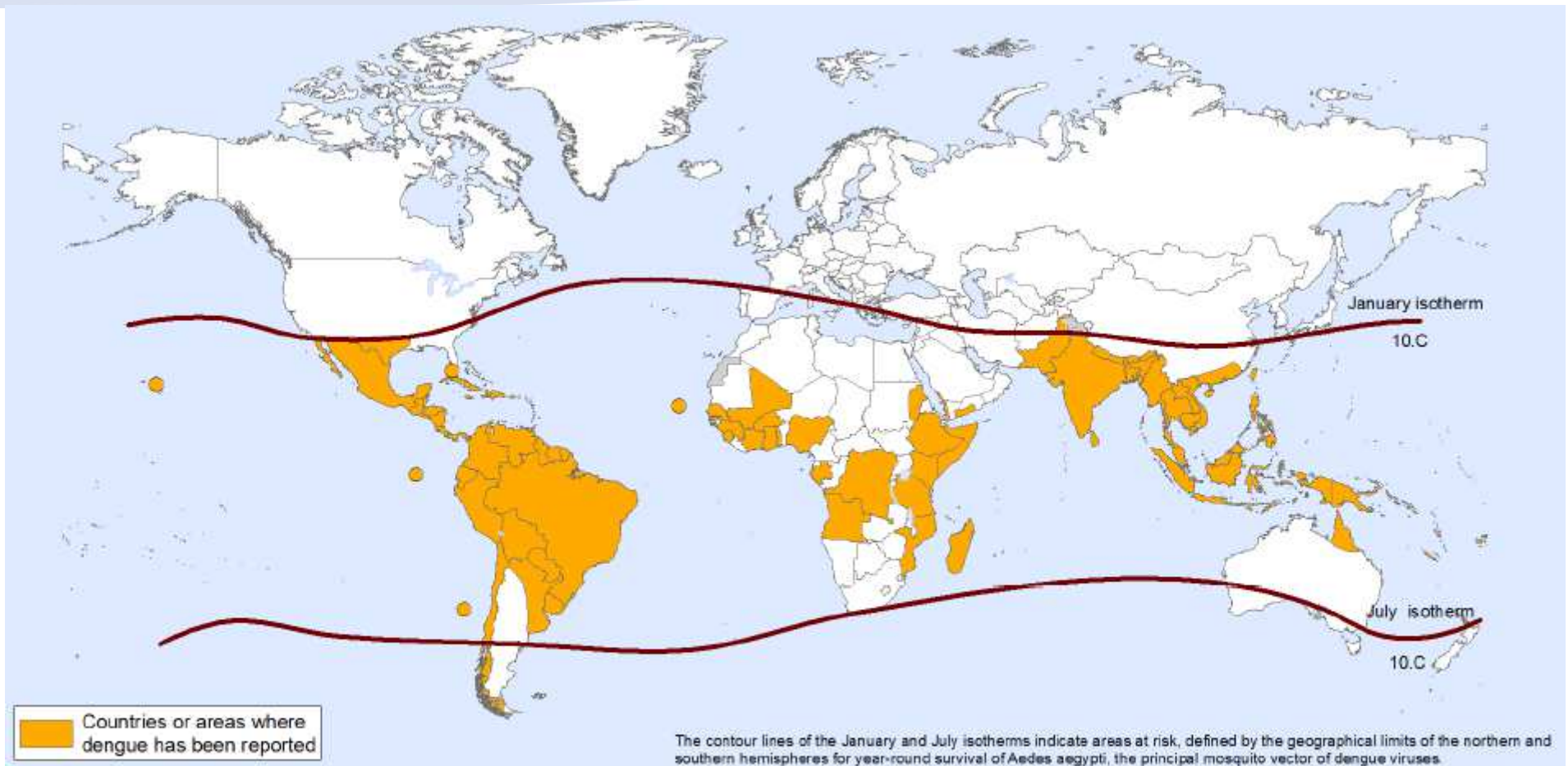




# La dengue

- Arbovirose causée par un flavivirus, 4 sérotypes (DEN-1, DEN-2, DEN-3 & DEN-4)
- Ces 4 sérotypes sont proches mais n'entraîne pas une protection croisée efficace
- Entre 50 et 100 millions de cas par an
- 500 000 hospitalisations par an pour des cas de DHF
- Le nombre de morts annuel est estimée à 12 000
- Vecteurs : *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*

# La dengue



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Data Source: World Health Organization  
Map Production: Health Statistics and Information Systems (HSI)  
World Health Organization

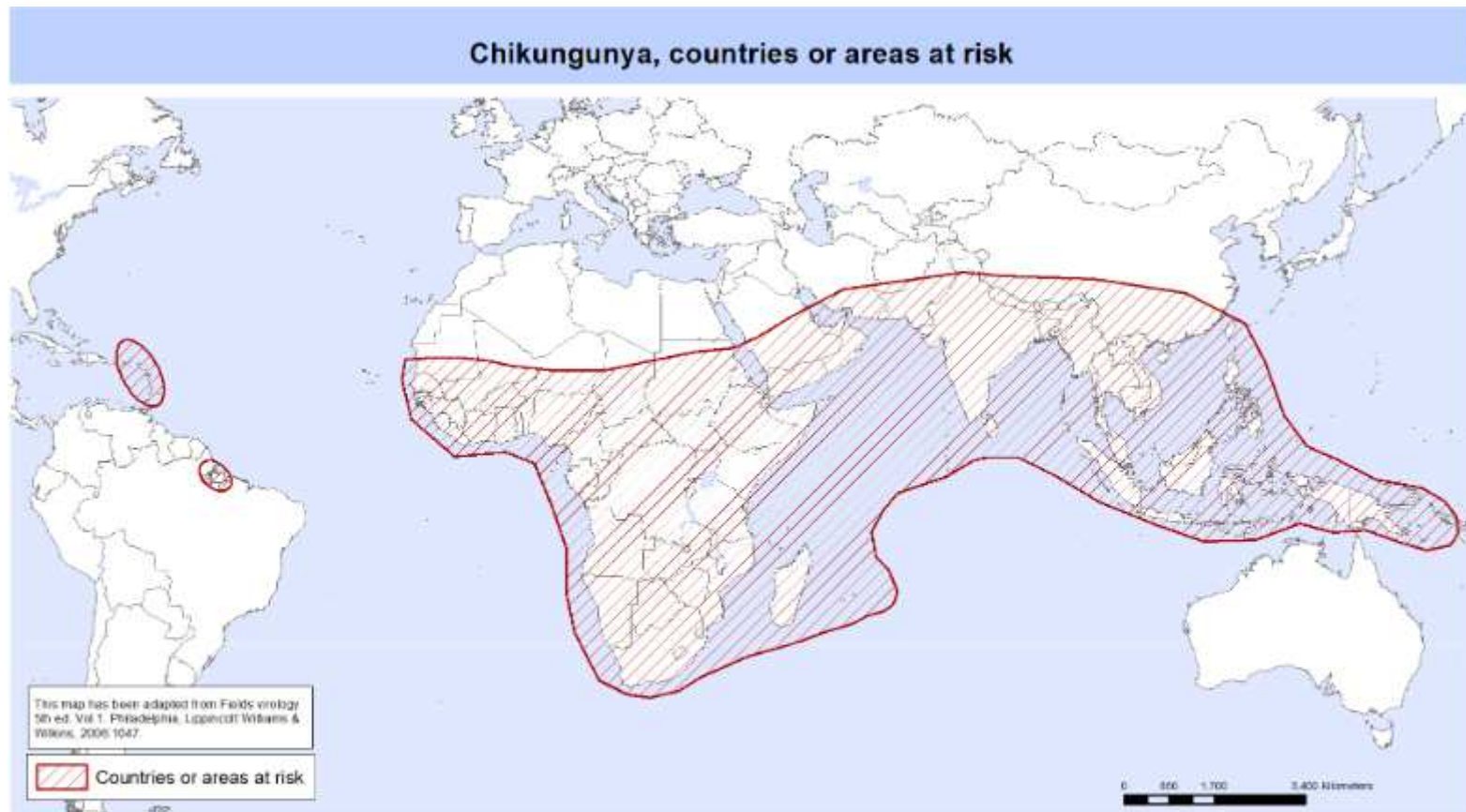


© WHO 2014. All rights reserved.

# Le chikungunya

- *Alphavirus* de la famille des *Togaviridae*
- « Maladie de l'homme courbé »
- Virus de singes en Afrique
- Vecteurs : *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus*
- Se présente sous deux formes
  - Chikungunya selvatique (cycle naturel de maintien de cette arbovirose parmi les populations de singes avec passages sporadiques et accidentels à l'homme)
  - Chikungunya épidémique, urbain, qui est l'expression de l'établissement d'un cycle homme-moustique

# Le chikungunya



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Data Source: World Health Organization  
Map Production: Health Statistics and Information Systems (HSI)  
World Health Organization



© WHO 2014. All rights reserved.

# Le chikungunya

## Situation actuelle en Amérique



# Surveillance d'*Ae. albopictus* en France

1998 - 2004

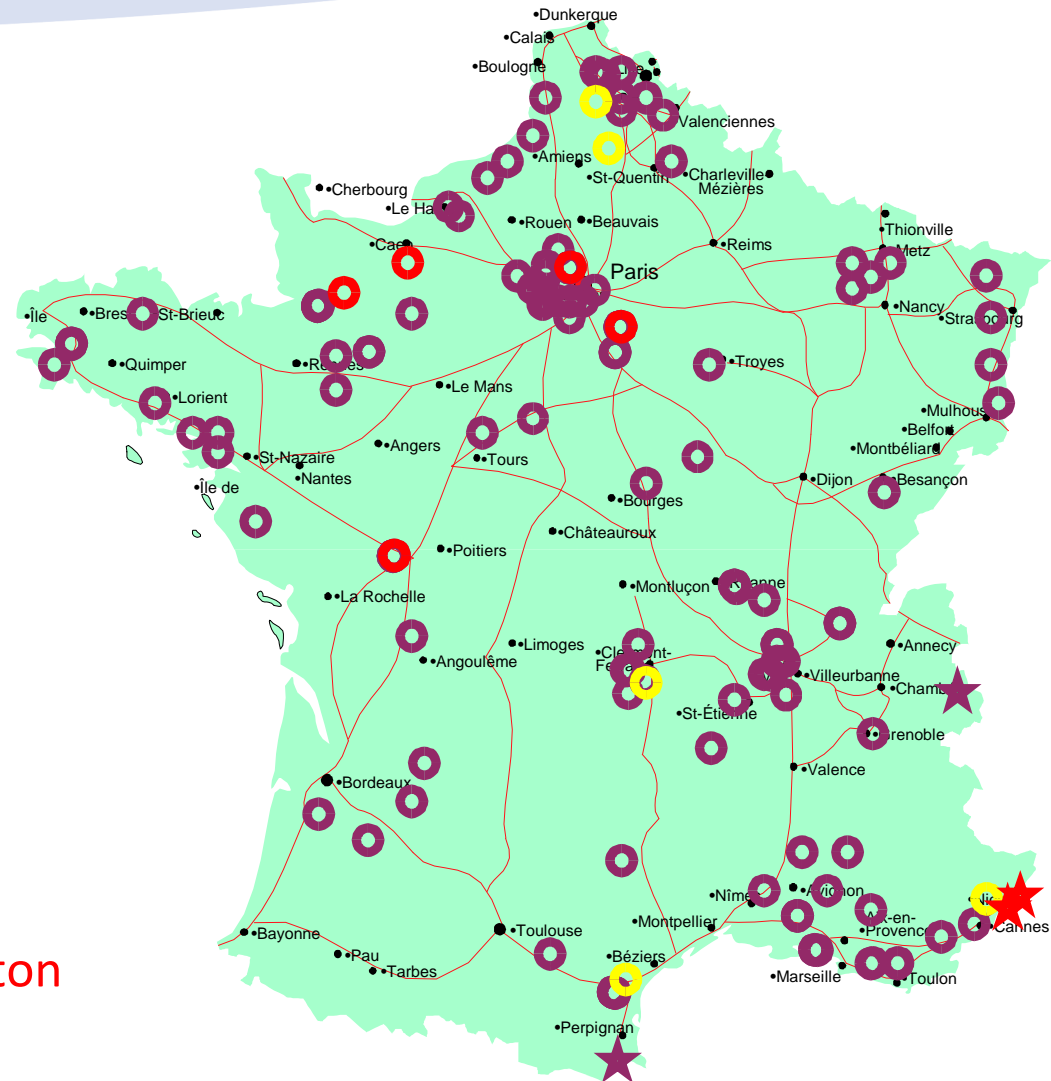
## Sites de pneus usagés :

- introduction d'espèces exotiques
- site avec haut risque d'introduction
- sites surveillés

## Sites urbains (frontière) :

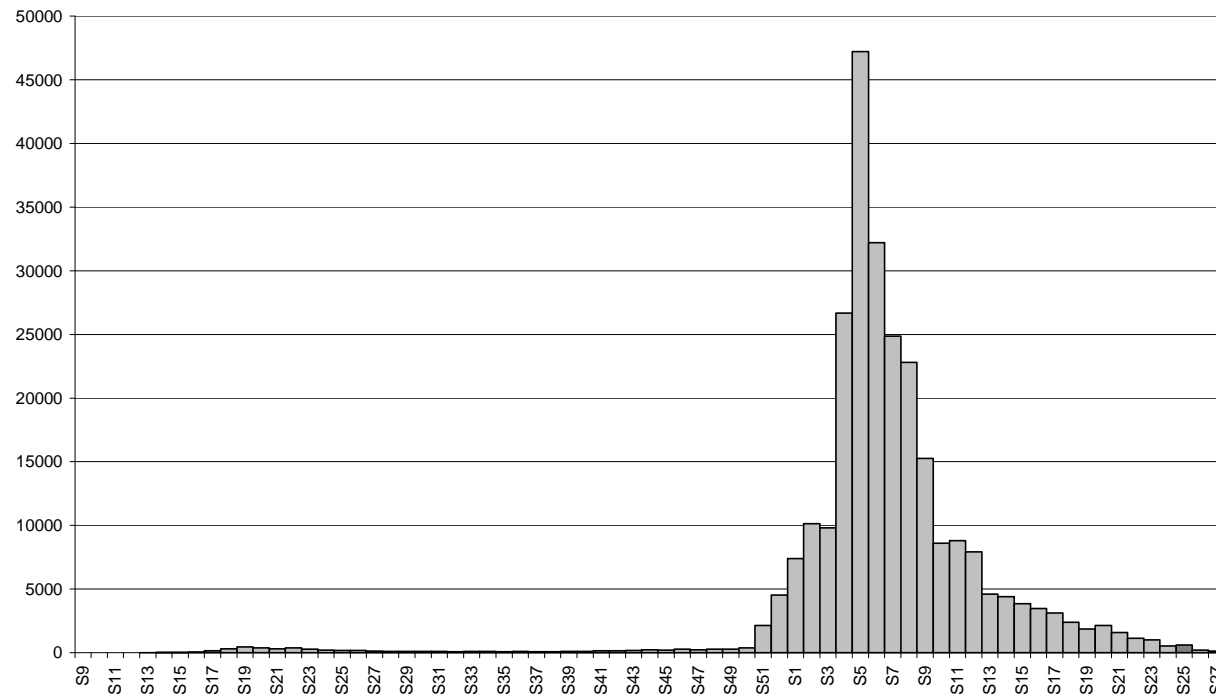
- ★ sites infestés
- ★ zone surveillée

2004 : première détection à Menton  
(Alpes-Maritimes)



# Surveillance d'*Ae. albopictus* en France

Chikungunya à La Réunion, 2005-2006



**Plan national anti-dissémination du chikungunya et de la dengue en France métropolitaine :**



# Plan antidissémination chik/dengue

- 4 axes dans ce plan :
  - Surveillance épidémiologique et entomologique.
  - Lutte contre les moustiques vecteurs.
  - Mobilisation sociale, information, éducation.
  - Développement de la recherche et des connaissances.
- Objectif :

Mise en œuvre rapide et coordonnée d'actions de contrôle du vecteur et de protection des personnes, de façon graduelle et proportionnée au risque.



**Définition de niveaux de risque, surveillance saisonnière.**

# Plan antidissémination chik/dengue

## Niveaux de risque

- **Chik 0.a : *Aedes albopictus* absent.**
- **Chik 0.b : Présence d'*Ae albopictus* contrôlé.**
- **Chik 1 : *Ae. albopictus* implanté et actif.**
- **Chik 2 : Chik 1 + un cas humain autochtone confirmé.  
(de transmission vectorielle de dengue ou chik).**
- **Chik 3 : Chik 1 + cas groupé humain autochtone.**
- **Chik 4 : Chik 1 + plusieurs cas groupés humains autochtones.**
- **Chik 5 : Chik 1 + Épidémie.**

# Réseau de surveillance

## En routine :

- Pièges pondoirs

## En cas de détection:

- Investigation
- Pièges à adultes
- Piège sur appât humain



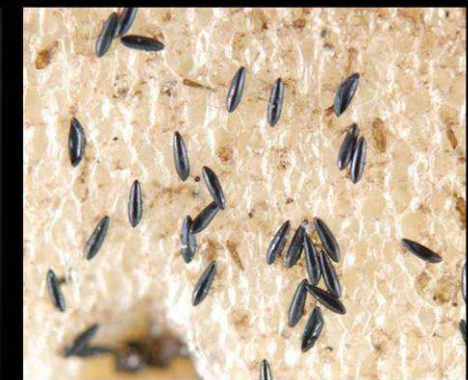
A



B

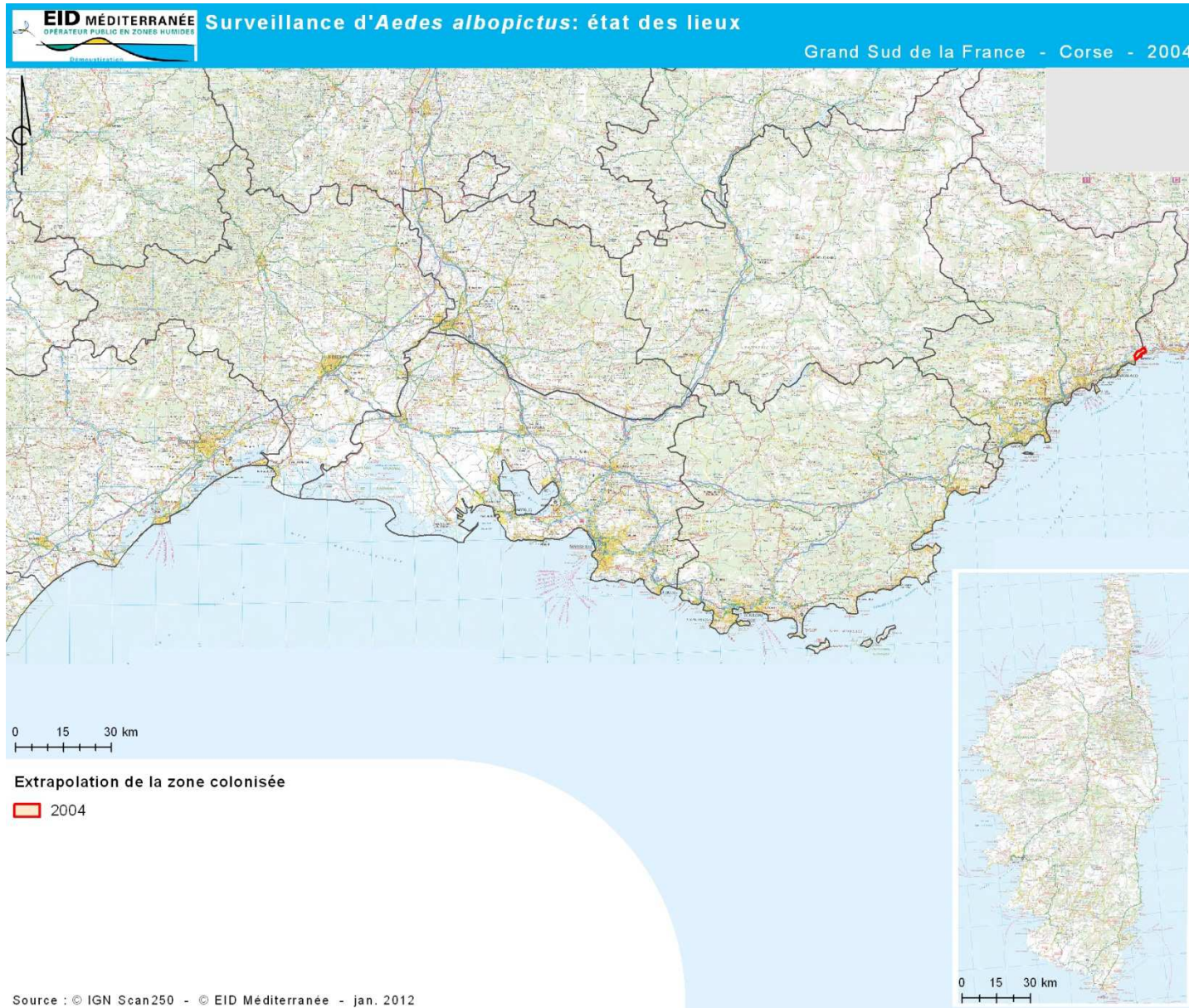


C

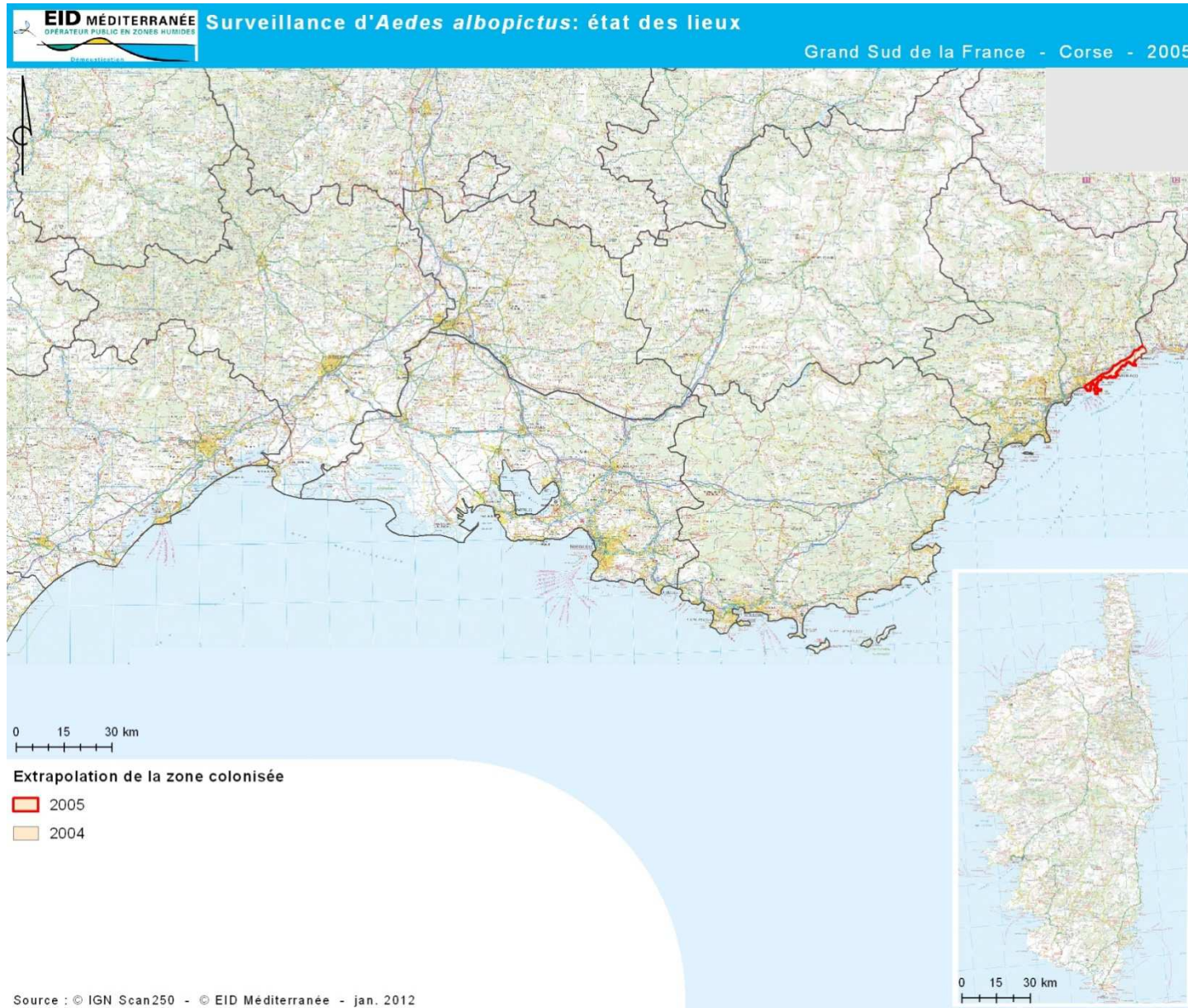


D

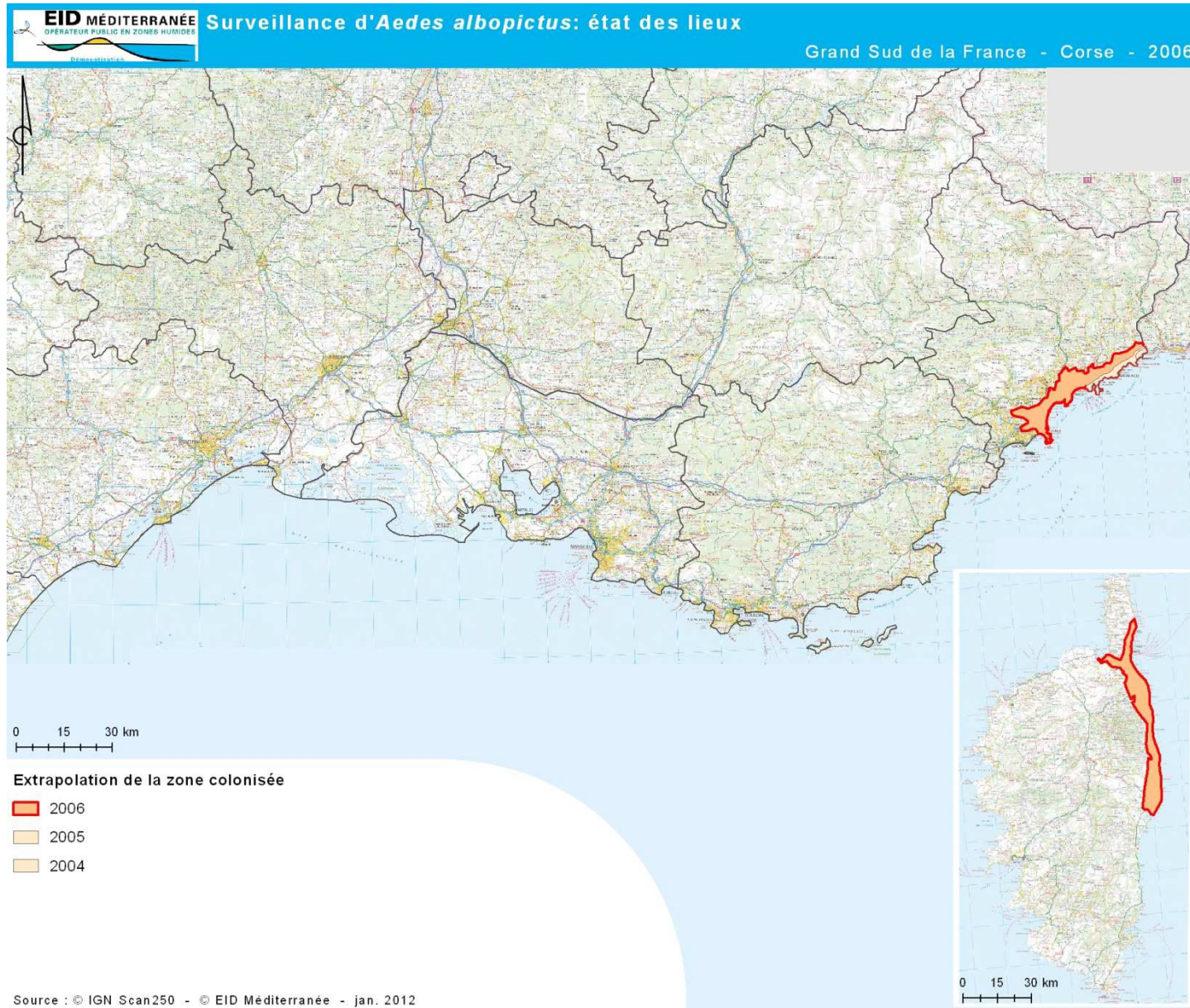
# Expansion 2004-2011



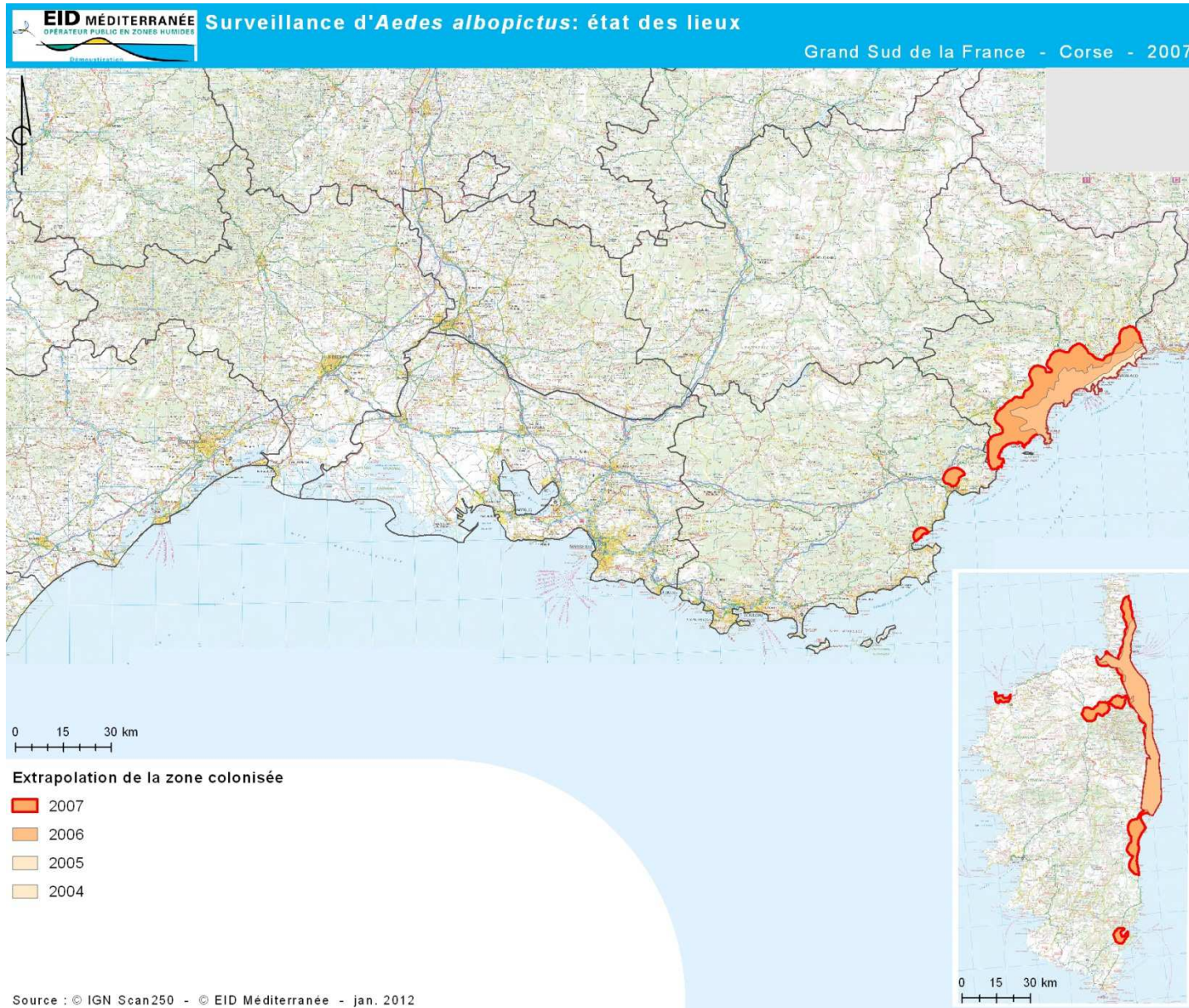
# Expansion 2004-2011



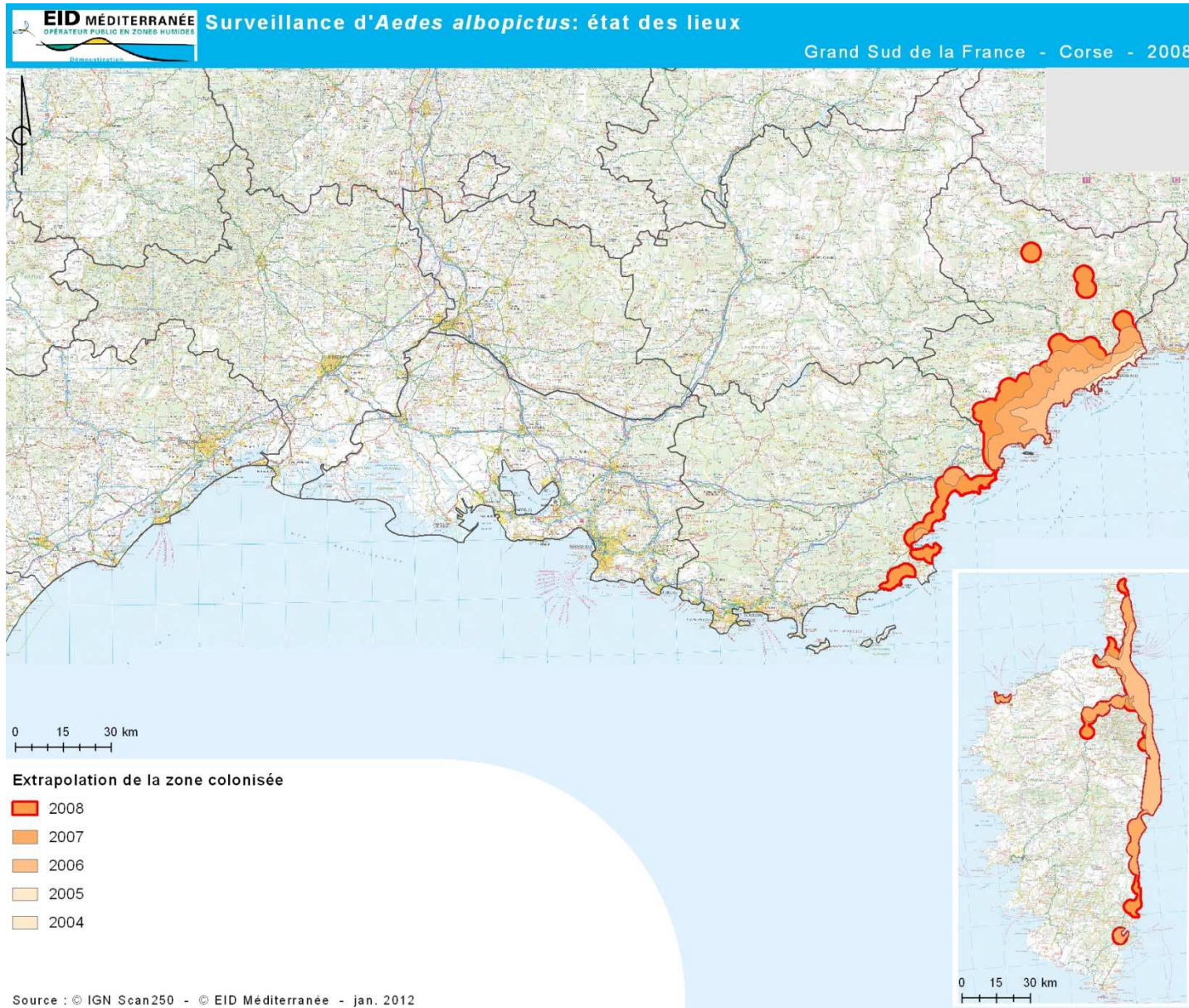
# Expansion 2004-2011



# Expansion 2004-2011

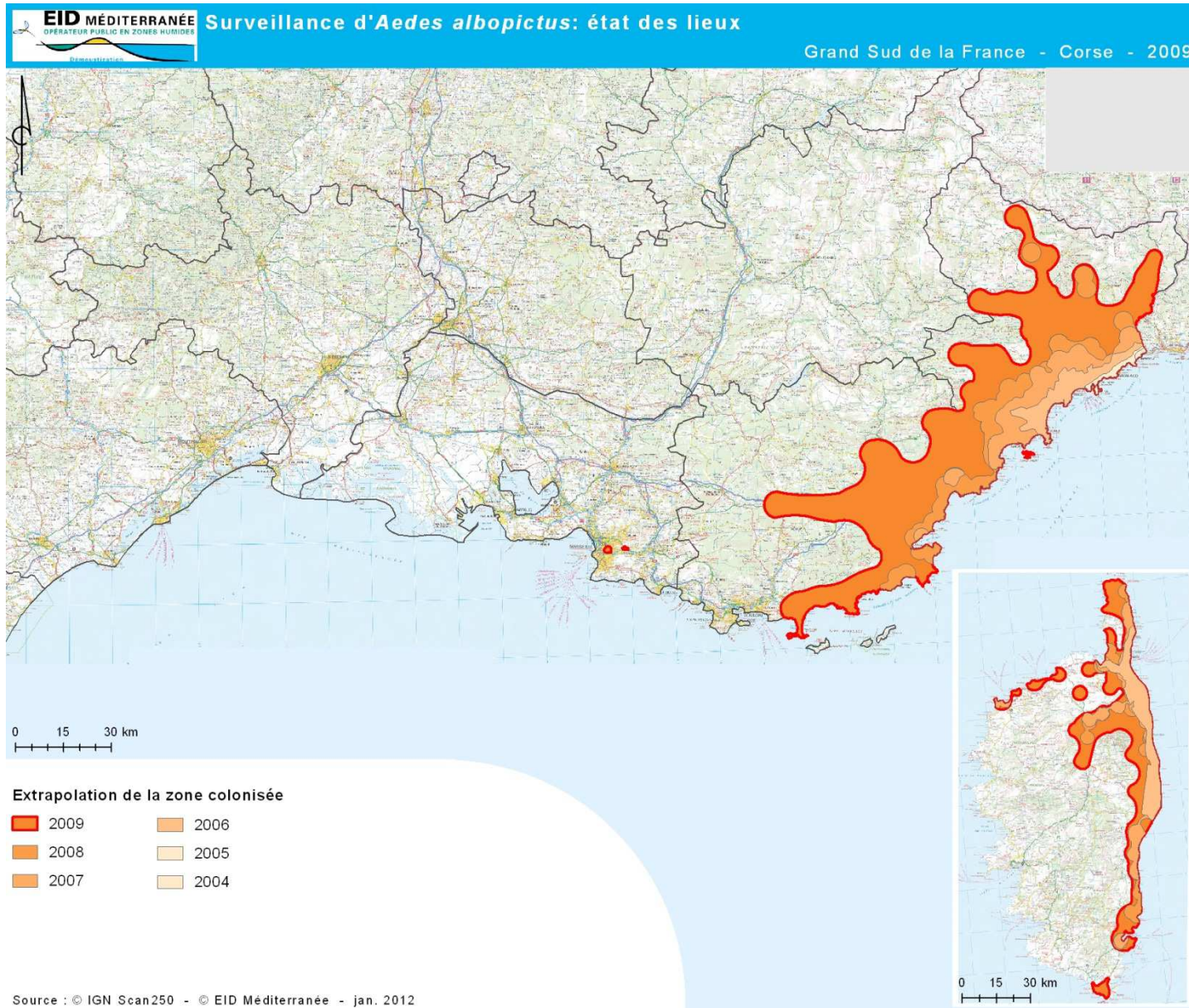


# Expansion 2004-2011

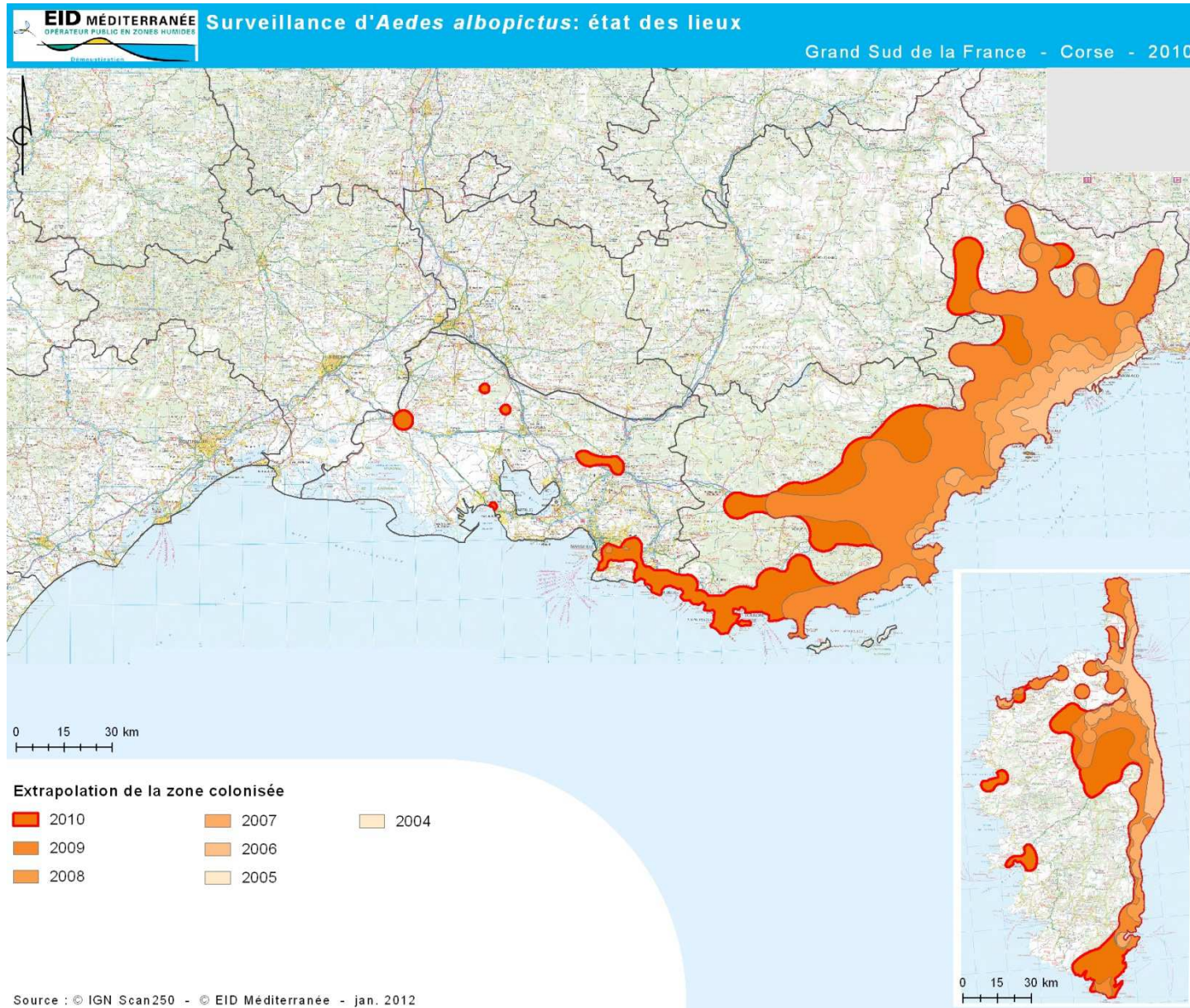




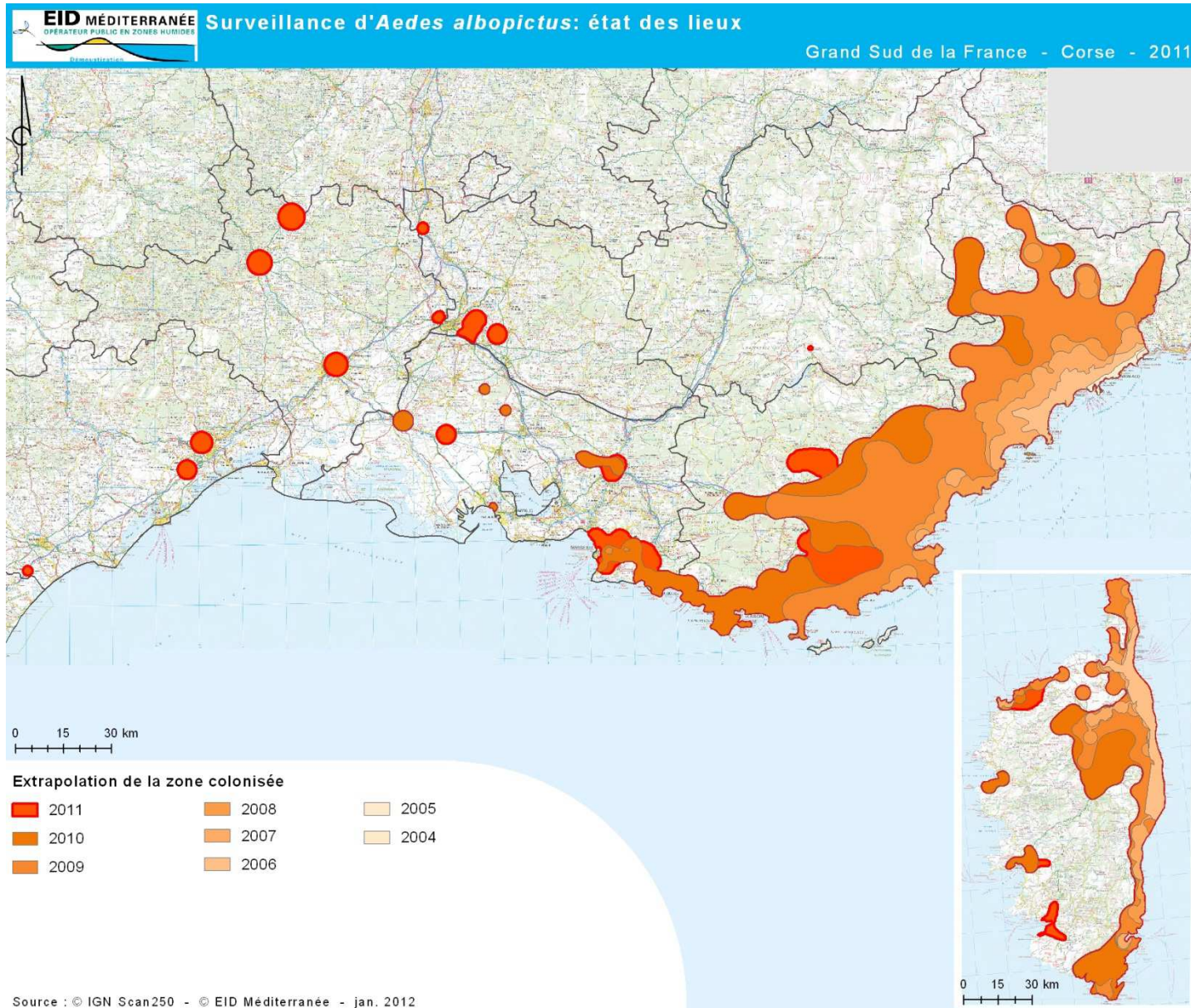
# Expansion 2004-2011



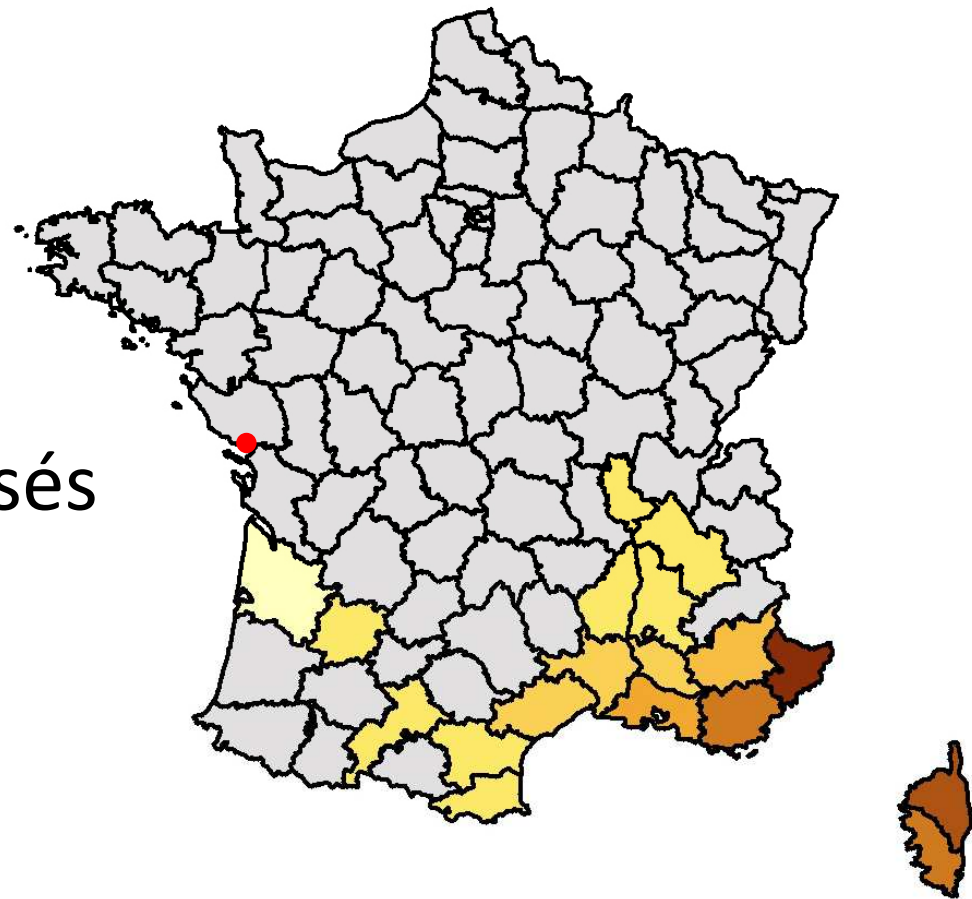
# Expansion 2004-2011



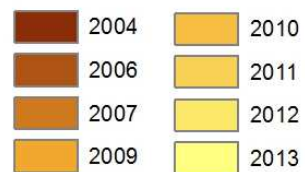
# Expansion 2004-2011

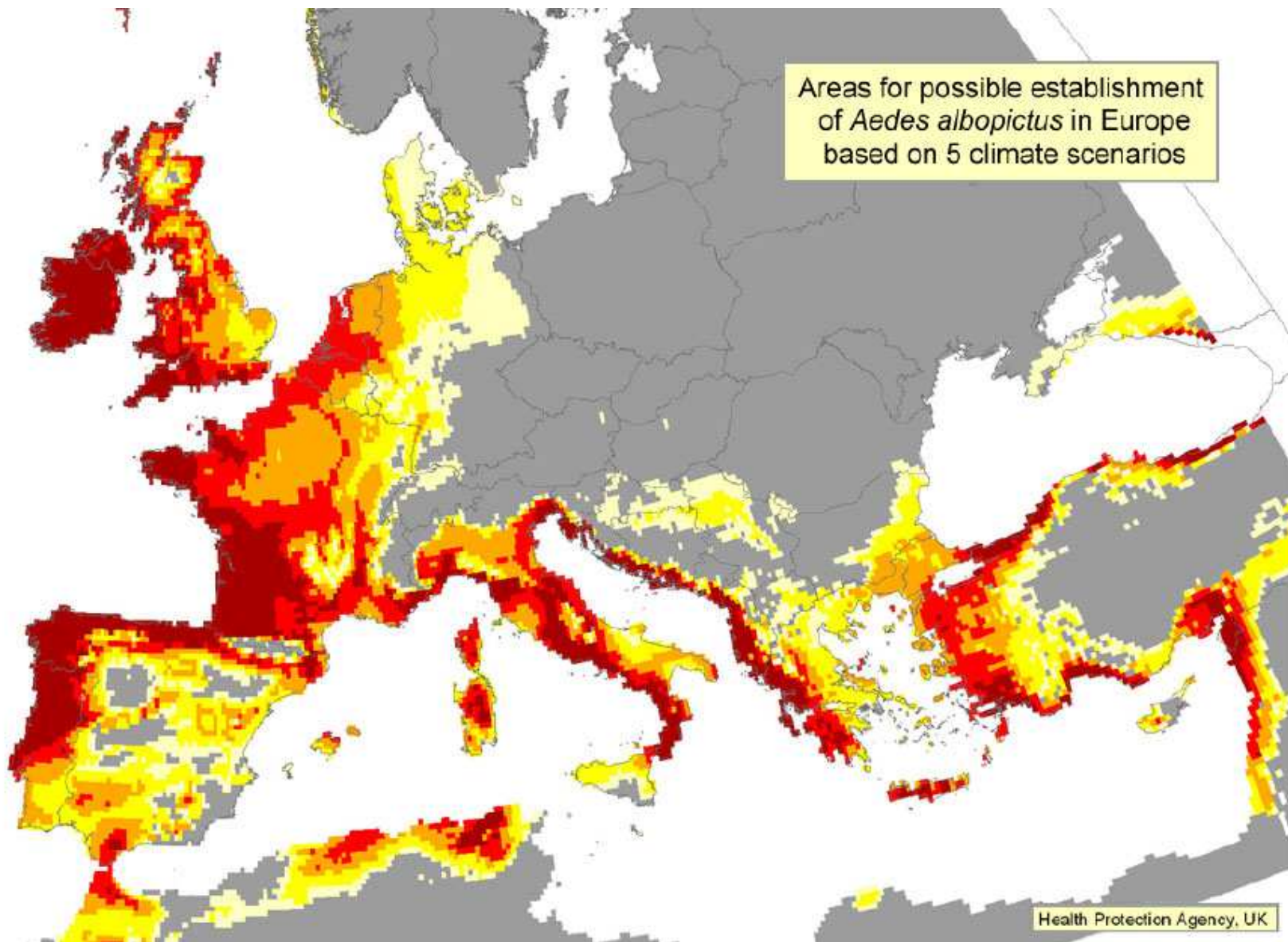


# Départements colonisés par *Ae. albopictus*



Année de la première colonisation





Avia-GIS, 2008

**Nombre de cas de suspects et de cas confirmés de chikungunya et de dengue,  
par région de surveillance renforcée, du 1<sup>er</sup> mai au 30 novembre 2014**

Régions	Cas suspects signalés	Cas confirmés importés			Cas confirmés autochtones		
		Dengue	Chikungunya	Co-infection	Dengue	Chikungunya	Co-infection
Provence-Alpes-Côte d'Azur	657	53	148	1	4	0	0
Corse	23	1	5	0	0	0	0
Languedoc-Roussillon	242	24	77	1	0	11	0
Rhône-Alpes	233	41	101	0	0	0	0
Aquitaine	185	27	64	3	0	0	0
Midi-Pyrénées	152	17	48	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1492</b>	<b>163</b>	<b>443</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>0</b>

Source : InVS

# Limites du réseau de surveillance

- Les opérateurs ne peuvent surveiller l'ensemble du territoire métropolitain
- Plusieurs détections ont eu lieu à partir de signalements de particuliers
- Les opérateurs reçoivent régulièrement des spécimens qui s'avèrent ne pas être des moustiques

 **Recommandation du CNEV : création d'un portail unique de signalement**

**[www.signalement-moustique.fr](http://www.signalement-moustique.fr)**

## Portail de signalement du moustique tigre (*Aedes albopictus*)



Le moustique tigre (*Aedes albopictus*) est une espèce invasive de moustique particulièrement nuisante installée en France depuis 2004. **En 2014 il est implanté dans 18 départements (voir la carte de distribution)**. Dans certains cas, il peut être vecteur de maladies comme **la dengue et le chikungunya**. Les autorités sanitaires suivent donc avec attention l'extension de son implantation.

### Vous pensez avoir observé un moustique tigre? Vous souhaitez le signaler ?

**L'ensemble de la population peut participer à la surveillance de cette espèce afin de mieux connaître sa répartition.** Il s'agit d'une action citoyenne permettant ainsi de compléter les actions mises en place.

**Cliquez sur le bouton « Signaler », quelques questions vous aideront à mieux savoir si vous êtes en présence de cette espèce.**

**Attention, tout ce qui vole n'est pas moustique, et tous les moustiques ne sont pas des moustiques tigres**

[S'informer sur le moustique tigre](#)

[Signaler la présence du moustique tigre](#)



estionnaire:

## 1- La taille

Le nom « moustique tigre » peut induire en erreur, en particulier quant à la taille de l'insecte. Le moustique tigre est un petit moustique. Il est plus petit qu'une pièce de 1 centime d'euros.

Les deux premières images de gauche représentent le moustique tigre, les deux de droites non.



**Question : S'agit-il d'un petit moustique (insecte) ? plus petit qu'une pièce de 1 centime ?**

## 2- La couleur

Le nom de moustique tigre est également trompeur pour ce qui est de sa couleur, qui n'est pas jaune et noire, mais bien **blanche et noire**, très contrastée comme le montre les photos ci-dessous.

De nombreuses espèces de moustique ont le corps ou les pattes rayés, mais plutôt dans des tons brun-beige.



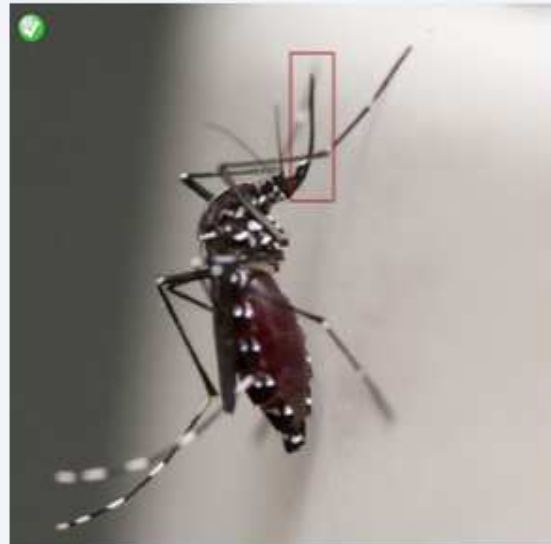
**Question : Quelle est la couleur générale de l'insecte ?**

- Noir et blanc, très contrastée comme le montrent les photos ci-dessus
- Plutôt jaune et noir
- Autres couleurs
- Ne sait pas

### - 3- Présence d'un appareil piqueur

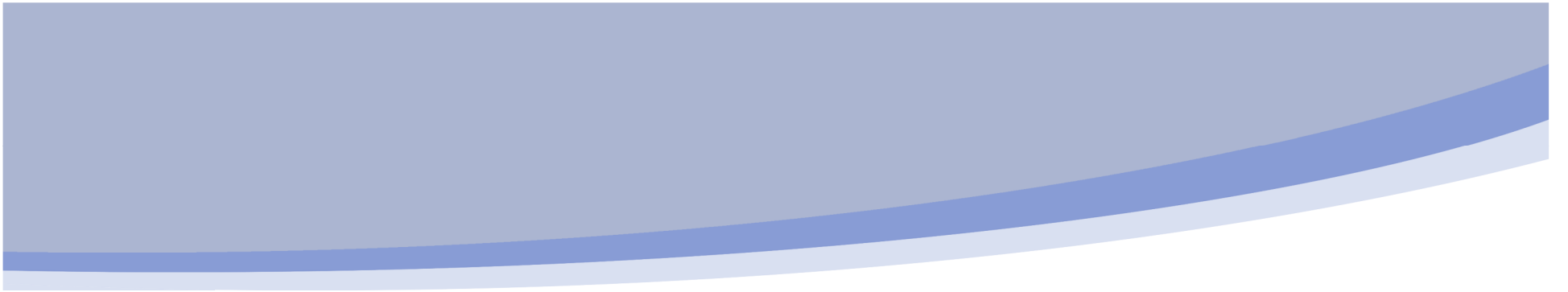
Les moustiques disposent d'un appareil piqueur (long appendice en prolongement de la tête) pour se nourrir.  
Si l'insecte n'a pas d'appareil piqueur, ce n'est pas un moustique.

ATTENTION ! Si vous n'êtes pas sûr de la présence d'un appareil piqueur, veuillez choisir la réponse « Ne sait pas ».



**Question : l'insecte dispose-t-il d'un appareil piqueur ?**

- Oui
- Non
- Ne sait pas



# Conclusions

# Déterminants de l'émergence des maladies vectorielles

## 1) Entomologiques

- 1) présence, distribution, abondance des espèces
- 2) Capacité et compétence vectorielle
- 3) Changement de l'environnement et climat

## 3) « parasitologique s.l. »

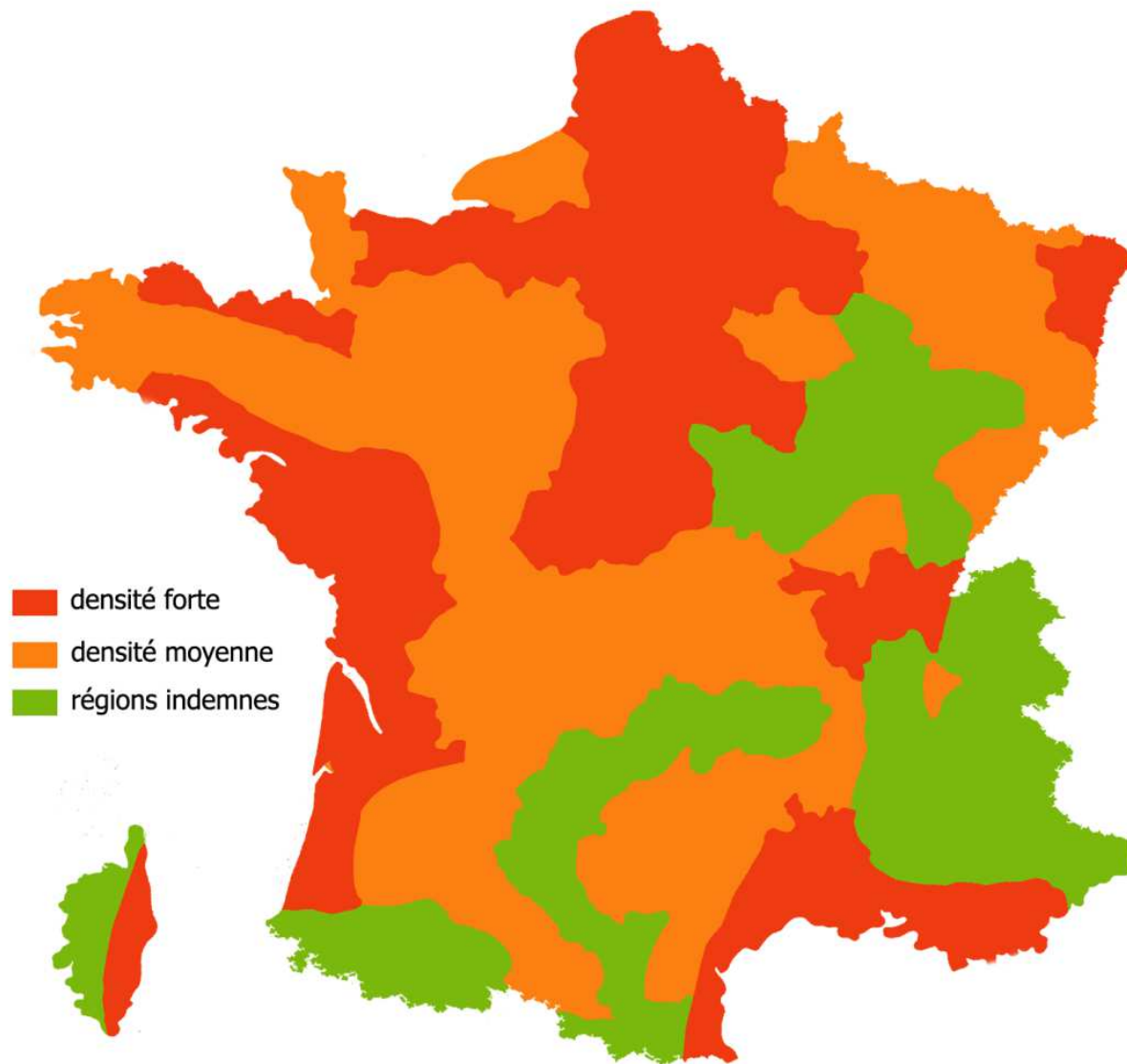
- 1) présence, distribution, abondance des pathogènes
- 2) Transmissibilité

## 4) Socio-anthropologiques – économiques

- 1) Perception, comportement, mobilisation individuelle et sociale contre vecteurs
- 2) Modifications anthropiques de l'environnement des vecteurs (pollution, cimetières, urbanisation, espaces naturels, ...)
- 3) Echanges internationaux
- 4) Actions en santé publique



**Réémergence du paludisme en Grèce, 2011-2014**



**Le paludisme en France au XIXe siècle**



**Merci de votre attention**