



# Le virus de Schmallenberg dans les populations de *Culicoides* en France

## Analyses rétrospectives en 2011 et 2012

Claire Garros, A. Ségard, L. Gardès, E. Jacquier, C. Grillet, A. Pédarrieu, C. Cêtre-Sossah, J. Lhoir, X. Allène, I. Rakotoarivony, J.-C. Delécolle, M.-L. Setier-Rio, **Thomas Balenghien**

[claire.garros@cirad.fr](mailto:claire.garros@cirad.fr), [thomas.balenghien@cirad.fr](mailto:thomas.balenghien@cirad.fr)

Cirad-INRA, UMR15 Contrôle des Maladies Animales  
Exotiques et Emergentes



# Qu'est ce qu'une espèce vectrice ?

Implication basée sur trois critères pour toutes les espèces d'arthropodes



- **Nécessité d'un contact hôte d'intérêt/espèces d'arthropodes** : pour les *Culicoides*, on parle de mammophilie  
⇒ Littérature scientifique regorge d'études entomologiques avec des captures sur bovins, ovins et équins

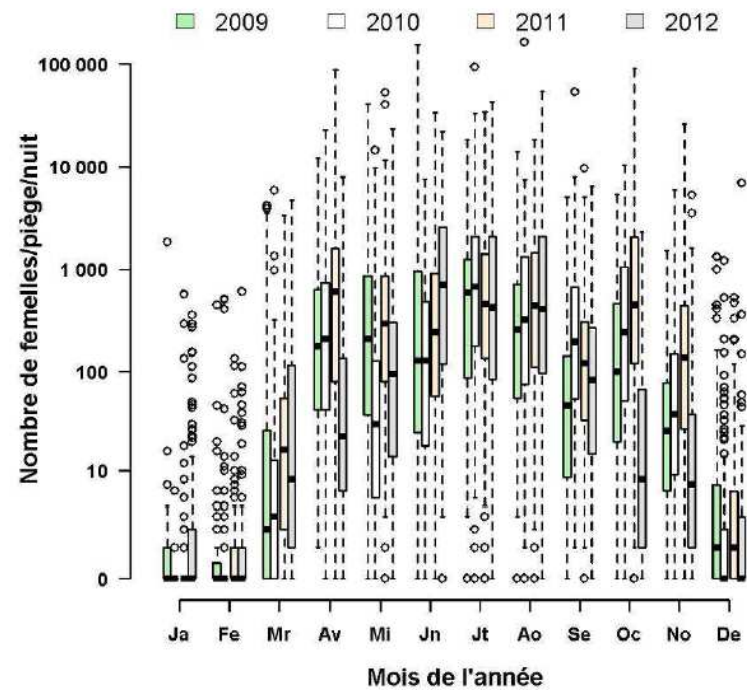
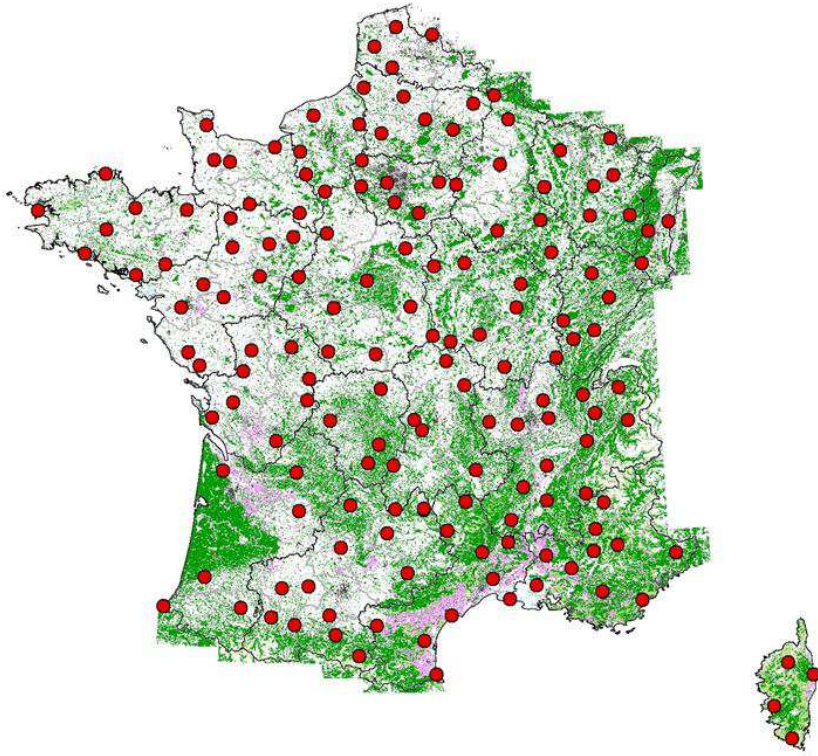


- **Preuve en laboratoire que l'espèce puisse s'infecter, multiplier et transmettre le virus** : études de compétence vectorielle  
⇒ Difficultés et verrous méthodologiques pour les *Culicoides*  
⇒ Très peu d'études notamment avec les *Culicoides* présents en Europe



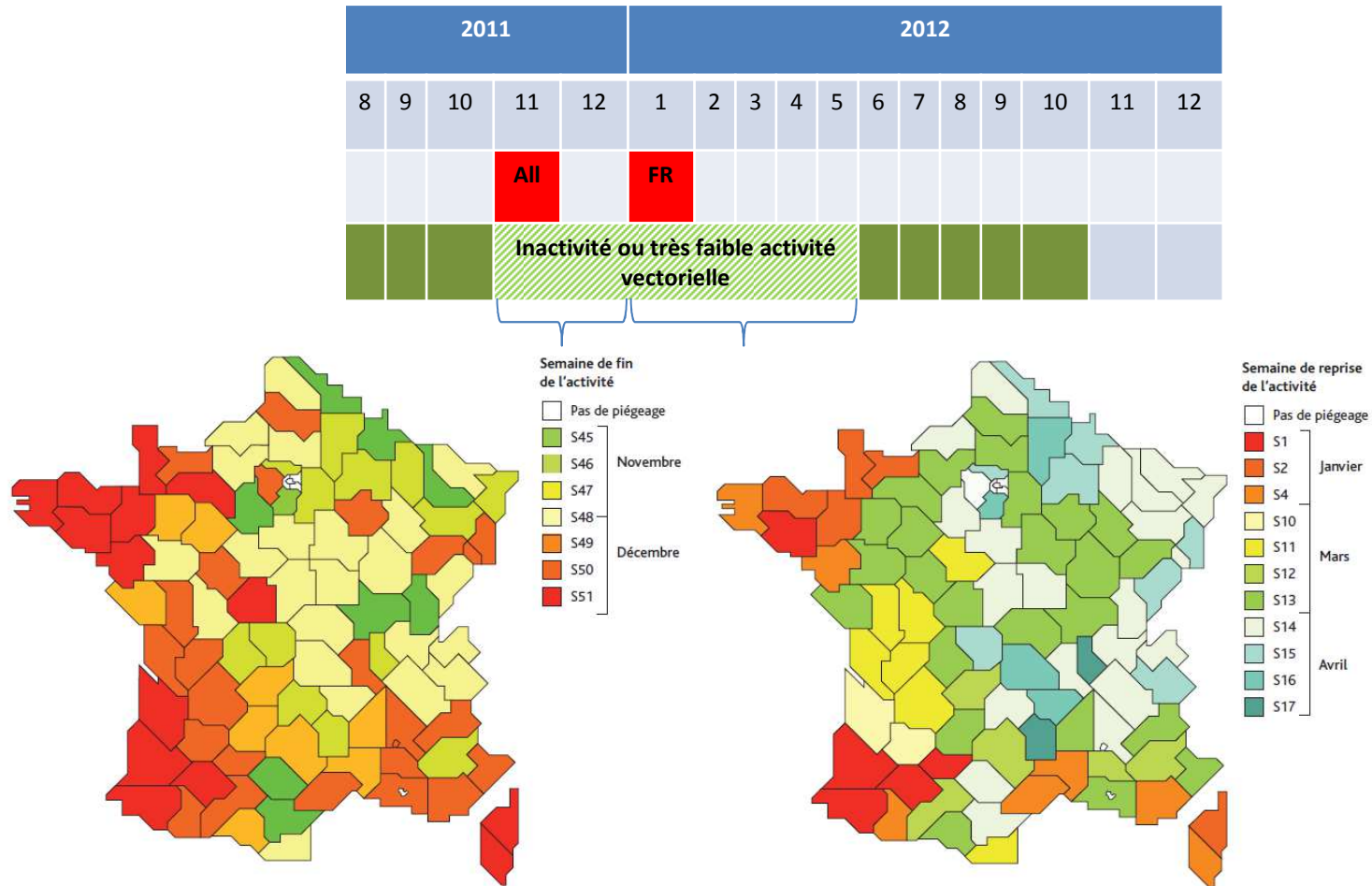
- **Détection de particules virales dans des populations sauvages**  
⇒ Pas une preuve formelle du rôle de l'espèce dans la transmission mais une approximation  
⇒ Intérêt à large échelle

# Intérêt du réseau national de surveillance entomologique des populations de *Culicoides*



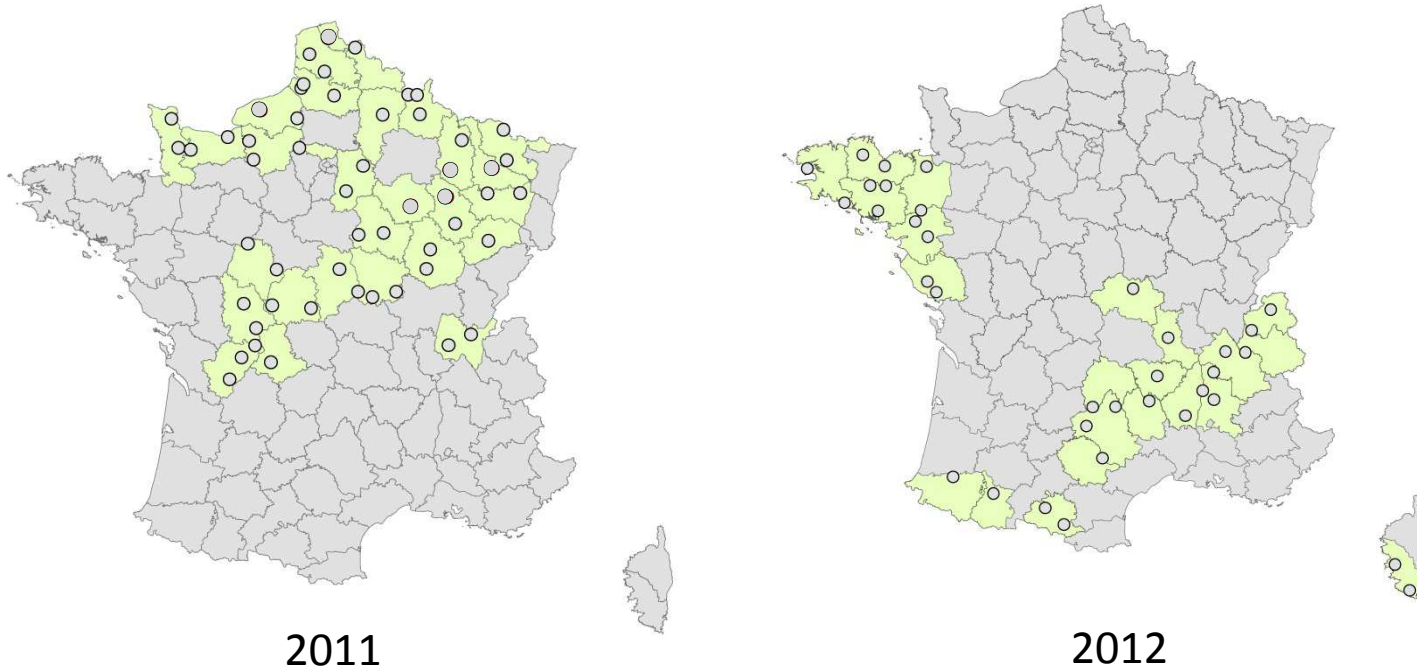
- Accès à la diversité des espèces de *Culicoides* dans l'espace et dans le temps entre 2009-2012
- ⇒ Comprendre l'implication épidémiologique des espèces de *Culicoides* dans la transmission du SBV en France
- ⇒ Estimer les taux minimums d'infections pour les espèces concernées

# Choix de la période d'étude en 2011 et 2012



⇒ 8 semaines sélectionnées, 1 nuit de capture/mois

## Choix des sites d'étude en 2011 et 2012



⇒ Sites du réseau dans des départements avec une incidence forte de SBV

⇒ Sélection en suivant la progression du front de la maladie

53 sites pour 28 départements pour 2011, 35 sites pour 22 départements pour 2012



# Résultats concernant la diversité testée

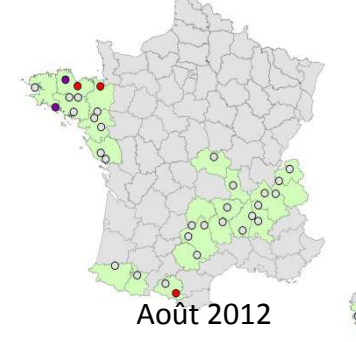
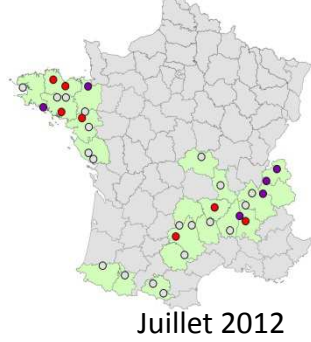
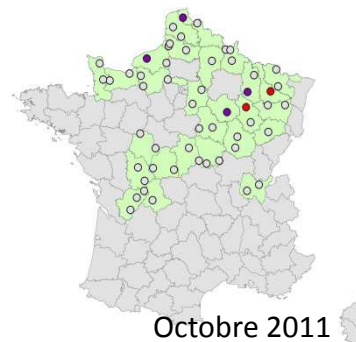
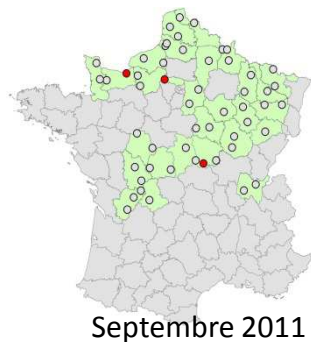
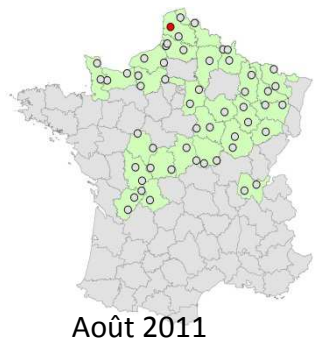
- Environ 700 nuits de piégeages
- **65 individus positifs/29,285 testés couvrant au moins 50 espèces**



	No. tested pools	No. ind	No. positive individuals	Mean Ct value [min-max]*
<b><i>C. obsoletus/C. scoticus</i></b>	<b>254</b>	<b>10 997</b>	<b>50</b>	32.2 [23.4-38.5]
	No. tested pools	No. ind	No. positive pools	Mean Ct value [min-max]
<b><i>C. dewulfi</i></b>	<b>240</b>	<b>7 169</b>	<b>3</b>	33.2 [32.1-34.0]
<b><i>C. chiopterus</i></b>	<b>177</b>	<b>3 461</b>	<b>4</b>	33.1 [30.6-34.8]
<b><i>C. pulicaris</i></b>	<b>177</b>	<b>1 997</b>	<b>2</b>	35.0 [31.8-38.3]
<i>C. punctatus</i>	123	1 409		
<b><i>C. newsteadi</i></b>	<b>67</b>	<b>676</b>	<b>1</b>	38.1
<i>C. achrayi</i>	31	613		
<b><i>C. lupicaris</i></b>	<b>64</b>	<b>556</b>	<b>1</b>	37.0
<b><i>C. imicola</i></b>	<b>10</b>	<b>391</b>	<b>1</b>	37.2 [36.8-37.5]
<i>C. furcillatus</i>	14	250		
<b><i>C. nubeculosus</i></b>	<b>35</b>	<b>214</b>	<b>2</b>	30.9 [28.8-33.0]
<i>C. deltus ?</i>	12	211		
<i>C. puncticollis</i>	11	200		
<i>C. festivipennis</i>	43	163		
<i>C. circumscriptus</i>	28	127		
		.../...		

- ⇒ **8 espèces positives/50 testées**; faible part de la diversité impliquée dans la transmission
- ⇒ **Les espèces positives sont les espèces les plus abondantes sur le territoire** (exception de *C. imicola* et de *C. nubeculosus*)

# Résultats concernant la dynamique et la distribution des individus positifs



- ⇒ **2011 : 1ere détection du virus en Août 2011**  
(cohérent avec les détections et les sérologies des pays voisins)
- ⇒ **Circulation sur la partie Nord/Nord-est de la France**
- ⇒ **2012 : progression rapide de la circulation** avec une baisse du nombre d'individus positifs avec l'automne
- ⇒ **Zones de circulation importante : Bretagne, Rhône-Alpes**
- ⇒ Positifs en Corse

# Apports à la compréhension de l'épidémiologie de la maladie de Schmallenberg

- Estimation de la circulation du virus dans les populations de *Culicoides* avec le taux d'infection par espèce pour tous les sites (vert) et par site positif (orange)

Species	No. tested pools (5 ind)	No. ind	No. positive individuals	Mean Ct value [min-max]*	Overall infection rate (IR)	IR in positive sites
<b><i>C. obsoletus/C. scoticus</i></b>	<b>254</b>	<b>10 997</b>	<b>50</b>	<b>32.2 [23.4-38.5]</b>	<b>4,5 ‰</b>	<b>10.5 ‰</b>
Species	No. tested pools	No. ind	No. positive pools	Mean Ct value [min-max]	Overall minimum infection rate (MIR)	Mean MIR in positive sites
<b><i>C. dewulfi</i></b>	<b>240</b>	<b>7 169</b>	<b>3</b>	<b>33.2 [32.1-34.0]</b>	<b>0,4 ‰</b>	<b>0.8 ‰</b>
<b><i>C. chiopterus</i></b>	<b>177</b>	<b>3 461</b>	<b>4</b>	<b>33.1 [30.6-34.8]</b>	<b>1,2 ‰</b>	<b>3.0 ‰</b>
<b><i>C. pulicaris</i></b>	<b>177</b>	<b>1 997</b>	<b>2</b>	<b>35.0 [31.8-38.3]</b>	<b>1,0 ‰</b>	<b>1.8 ‰</b>
<i>C. punctatus</i>	123	1 409				
<b><i>C. newsteadi</i></b>	<b>67</b>	<b>676</b>	<b>1</b>	<b>38.1 [38.1-38.1]</b>	<b>1,5 ‰</b>	<b>4.3 ‰</b>
<i>C. achrayi</i>	31	613				
<b><i>C. lupicaris</i></b>	<b>64</b>	<b>556</b>	<b>1</b>	<b>37.0 [37.0-37.0]</b>	<b>1,8 ‰</b>	<b>4.2 ‰</b>
<b><i>C. imicola</i></b>	<b>10</b>	<b>391</b>	<b>2</b>	<b>37.2 [36.8-37.5]</b>	<b>5,1 ‰</b>	<b>5.2 ‰</b>
<i>C. furcillatus</i>	14	250				
<b><i>C. nubeculosus</i></b>	<b>35</b>	<b>214</b>	<b>2</b>	<b>30.9 [28.8-33.0]</b>	<b>9,3 ‰</b>	<b>14.2 ‰</b>
<i>C. deltus ?</i>	12	211				
<i>C. puncticollis</i>	11	200				
<i>C. festivipennis</i>	43	163				
<i>C. circumscriptus</i>	28	127				



# Apports à la compréhension de l'épidémiologie de la maladie de Schmallenberg

	Overall infection rate (IR)	IR in positive sites
<i>C. obsoletus/C. scoticus</i>	4,5 ‰	10.5 ‰
	Overall minimum infection rate (MIR)	Mean MIR in positive sites
<i>C. dewulfi</i>	0,4 ‰	0.8 ‰
<i>C. chiopterus</i>	1,2 ‰	3.0 ‰
<i>C. pulicaris</i>	1,0 ‰	1.8 ‰
<i>C. newsteadi</i>	1,5 ‰	4.3 ‰
<i>C. lupicaris</i>	1,8 ‰	4.2 ‰
<i>C. imicola</i>	5,1 ‰	5.2 ‰
<i>C. nubeculosus</i>	9,3 ‰	14.2 ‰

⇒ **Taux de circulation relativement faible** (de l'ordre du ‰), peut être plus élevé cependant que pour la FCO (cependant pas d'études à cette échelle pour FCO)

⇒ Les espèces avec les taux d'infection les plus élevés sont celles connues pour avoir été impliquées dans la transmission de la FCO (exception de *C. nubeculosus*)

- **Les espèces abondantes, largement présente sur le territoire et avec des dynamiques longues sont vraisemblablement compétentes et assurent une grande partie de la transmission**
- Lorsque la transmission est intense localement, on peut avoir des espèces secondaires (en terme d'abondance) qui s'infectent et participent à la transmission

# Apports à la compréhension de l'épidémiologie de la maladie de Schmallenberg

**Table 6**

Published reports of Schmallenberg virus detection from field-collected *Culicoides* in Belgium, Denmark, Netherlands, Italy and Poland using detection assays from Hoffmann et al. (2012) and Bilk et al. (2012).

Country	Period	Pool constitution <sup>a</sup>	Species	No. midges (pools) tested	No. positive pools	Mean C <sub>t</sub> value [min–max]	Minimum infection rate	Reference
Belgium	August to October 2011	25 heads (PF)	Obsoletus complex	688 (34)	5	33.9 [30.7–36.0]	0.73%	De Regge et al. (2012)
			<i>C. obsoletus</i>	283 (32)	3	35.9 [34.9–36.5]	1.06%	
			<i>C. scoticus</i>	240 (27)	0			
			<i>C. dewulfi</i>	181 (20)	2	35.2 [32.2–38.1]	1.10%	
			<i>C. chiopterus</i>	227 (23)	1	28.7	0.44%	
			<i>C. pulicaris</i>	89 (11)	1	37.9	1.12%	
Denmark	October 2011	5 entire females	Obsoletus group	91	2	26.0 [25.0–27.6]	2.20%	Rasmussen et al. (2012)
Netherlands	August to September 2011	10 heads (NF or PF)	Obsoletus complex	2300 (230)	12	24.6 [19.6–36.0]	0.52%	Elbers et al. (2013b)
			<i>C. obsoletus</i>		1	24.6		
			<i>C. scoticus</i>		10	25.0 [19.6–36.0]		
			<i>C. dewulfi</i>	1300 (130)	0			
			<i>C. chiopterus</i>	1440 (144)	2	31.6 [27.9–35.4]	0.14%	
	May to September 2012	50 entire females (PF or GF)	Obsoletus complex	2100 (42)	2	36.3 [35.0–37.7]	0.10%	Elbers et al. (2013a)
			<i>C. dewulfi</i>	1300 (26)	0			
			<i>C. chiopterus</i>	1050 (21)	0			
			<i>C. punctatus</i>	1550 (31)	0			
			<i>C. pulicaris</i>	500 (10)	0			
Italy	June 2011 to June 2012	<50 entire females (PF or GF)	Obsoletus complex	5146	6	28.7 [26.0–33.0]	0.12%	Goffredo et al. (2013)
			<i>C. pulicaris</i>	29 (17)	0			
			<i>C. punctatus</i>	28 (14)	0			
			<i>C. dewulfi</i>	1 (1)	0			
			Nubeculosus complex	296 (34)	0			
			<i>C. flavipulicaris</i>	1 (1)	0			
	September to November 2011		Obsoletus complex	1104	5	29.0 [26.0–33.0]	0.45%	
	May 2012		Obsoletus complex	769	1	27.0	0.13%	
			<i>C. obsoletus</i>		1	27.0		
Poland	September/October 2011 and April to October 2012	~20 entire females (NP, PF or GF) <sup>b</sup>	Obsoletus complex	~3600 (181)	28	~29.8 [17.5–39.4]	0.78%	Larska et al. (2013)
			<i>C. punctatus</i>	~2100 (108)	6	~31.4 [23.9–37.2]	0.29%	

<sup>a</sup> PF: parous females; NF: nulliparous females; GF: gravid females.

<sup>b</sup> The number of *Culicoides* per pools was not given precisely, it ranged from 9 to 60 (meanly 20). Blood-fed females were also tested in this study, but we did not report the results here.

Liste non exhaustive source : Balenghien et al. 2014 Prev Vet Med

# Quelques points de conclusions



- **Intérêt d'études rétrospectives pour la compréhension de la transmission du virus et du réseau de surveillance national**
- **Confirmation de l'importance épidémiologique de certaines espèces pour la transmission du SBV et de la FCO (*C. obsoletus*, *C. scoticus*, *C. chiopterus*, *C. dewulfi*, *C. pulicaris* pour le territoire continental et *C. imicola* en Corse)**
- **Niveaux de compétence vectorielle faibles**, cependant l'abondance importante de ces espèces sur quasi l'ensemble du territoire compensent ces faiblesses et suffisent pour assurer la transmission des virus transmis par les *Culicoides*
- **Recommandations opérationnelles pour la lutte anti-vectorielle ?**  
Elles restent très limitées, confinement des animaux à haute valeur économique

# Quelques points de conclusions



- Comment prédire l'émergence puis la diffusion des virus transmis par les *Culicoides* ?
  - Base génétique de la compétence vectorielle ? Barrières ?
  - Diversité des souches virales dans les populations d'arthropodes ?
  - Rôle de cette diversité dans la compétence vectorielle ?
  - Variations dans l'espace et dans le temps ?
  - Utilisations des nouvelles technologies de séquençage et de bio-informatiques
- **Projet Culiome (financé par Aniwha, 2015-2017)**  
<https://www.anihwa-submission-era.net/culiome>





## Remerciements

- Le Cirad remercie chaleureusement l'ensemble des agents des DDecPP, des GDS, de l'EID-Méd et les éleveurs qui ont assuré les piégeages pendant ces quatre années
- Le Cirad remercie la DGAI et la DG-SANCO pour le financement



[claire.garros@cirad.fr](mailto:claire.garros@cirad.fr), [thomas.balenghien@cirad.fr](mailto:thomas.balenghien@cirad.fr)