

# Vecteurs du virus de la fièvre catarrhale ovine : suivi des populations de *Culicoides* en 2011 en France

Thomas Balenghien (1) (thomas.balenghien@cirad.fr), Jean-Claude Delécolle (2), Marie-Laure Setier-Rio (3), Ignace Rakotoarivony (1), Xavier Allène (1), Roger Venail (3), Delphine Delécolle (2), Jonathan Lhoir (1), Bruno Mathieu (2), David Chavernac (1), Laëtitia Gardès (1), Jérôme Languille (4), Thierry Baldet (1), Claire Garros (1)

(1) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, UMR Contrôle des maladies, Montpellier, France

(2) Institut de parasitologie et de pathologie tropicale de Strasbourg, France

(3) Entente interdépartementale de démoustication méditerranée, Montpellier, France

(4) Direction générale de l'alimentation, Bureau de la santé animale, Paris, France

## Résumé

Suite à l'émergence de la fièvre catarrhale ovine (FCO) en Europe, la réglementation européenne a imposé la mise en place de dispositifs de suivi des vecteurs. En France, le suivi des populations de *Culicoides* a démarré en 2001 et concerne depuis 2009 l'ensemble du territoire métropolitain (160 pièges). Près de deux millions de *Culicoides*, appartenant à au moins 72 espèces, ont été collectés en 2011. En effet, l'année 2011 a connu un automne aux températures particulièrement clémentes, entraînant des abondances exceptionnelles de ces insectes en octobre et novembre. En France, dans la zone tempérée proprement dite, le complexe *Obsoletus* domine largement, associé à *Culicoides dewulfi* et *Culicoides chiopterus* sur le littoral de la Manche, associé pratiquement qu'uniquement à *C. chiopterus* dans le nord-est, et globalement seul dans les autres zones sauf localement. En Corse, le complexe *Obsoletus* peut devenir secondaire par rapport à *Culicoides imicola*, qui présente des populations très importantes, en particulier dans le sud. Enfin, sur le littoral méditerranéen, c'est *Culicoides newsteadi* qui est l'espèce dominante. L'organisation du dispositif de piégeage pourrait être modifiée en fonction de l'évolution récente de la réglementation européenne, qui simplifie les exigences minimales en matière de suivi et de surveillance de la FCO.

## Mots clés

Fièvre catarrhale ovine, surveillance, *Culicoides*, diversité, dynamique de population, France

## Abstract

### Vectors of bluetongue virus: follow-up of *Culicoides* populations in 2011 in France

After bluetongue (BT) emergence in Europe, European regulations impose the implementation of vector surveillance. In France, the follow-up of *Culicoides* populations started in 2001 and has covered the whole metropolitan territory (160 traps) since 2009. In 2011, about two millions of *Culicoides*, belonging to at least 72 species, were collected. Indeed, the autumn 2011 showed particularly mild temperatures leading to exceptional abundances in October and November. In France, in the proper temperate area, the *Obsoletus* complex is largely dominant, associated with *Culicoides dewulfi* and *Culicoides chiopterus* in the coast of the Channel, associated almost solely with *C. chiopterus* in north-east, and globally alone in the rest of this zone except locally. In Corsica, the *Obsoletus* complex may be secondary to *Culicoides imicola*, which presents very important populations especially in the South. Finally, in the Mediterranean littoral, *Culicoides newsteadi* is dominant. The organisation of the trapping network could be changed due to recent modifications of EU regulation, which simplify the minimum requirements for monitoring and surveillance of bluetongue.

## Keywords

Bluetongue, Surveillance, *Culicoides*, Diversity, Population Dynamics, France

## Contexte

La fièvre catarrhale ovine (FCO) est une maladie virale touchant les ruminants domestiques et sauvages. Elle est causée par un *Orbivirus* (Reoviridae) transmis par certaines espèces du genre *Culicoides* (moucheron hématophages).

La maladie a été présente en France pendant deux périodes distinctes. Entre octobre 2000 et juin 2005, plusieurs centaines de foyers (principalement en 2001) ont été recensés en Corse. La principale espèce vectrice y a été vraisemblablement *Culicoides imicola*, son principal vecteur en Afrique et en Asie (Mellor *et al.*, 2009). Entre 2006 et 2010, des dizaines de milliers de foyers de FCO (principalement en 2007 et 2008) ont été recensés en France continentale. Les principales espèces suspectées vectrices appartiennent au sous-genre *Avaritia* – comme *C. imicola*. Il s'agit des espèces du complexe *Obsoletus*<sup>(1)</sup>, de *Culicoides dewulfi* et de *Culicoides chiopterus*. En effet, des fragments d'ARN viraux ont été retrouvés chez *C. obsoletus*, *C. dewulfi* et *C. chiopterus* dans différents pays européens, et les espèces du complexe *Obsoletus* sont capables de s'infecter avec le virus – *Culicoides scoticus* développant des titres viraux plus élevés que *Culicoides obsoletus* (Mellor *et al.*, 2009; Venail *et al.*, 2012). D'autre part, des fragments d'ARN viraux ont été identifiés en Belgique chez *Culicoides pulicaris*, espèce du sous-genre *Culicoides* (Mellor *et al.*, 2009).

Le suivi des populations de *Culicoides* en France a débuté dès 2001 et a évolué en fonction de la distribution de la FCO. D'abord ciblant *C. imicola*, le réseau de piégeage concernait la Corse et le littoral méditerranéen, puis il a été étendu à différentes zones du territoire continental de 2006 à 2008, puis à l'ensemble du territoire métropolitain en 2009 (Venail *et al.*, 2012).

## Dispositif de surveillance

La mise en œuvre du suivi des populations de *Culicoides* est fixée par la directive 2000/75/CE et le règlement n° 1266/2007 modifié le 30 mai 2012 par le règlement d'exécution n° 456/2012. Réglementairement, ce suivi a pour but principal de déterminer la période d'inactivité des populations de *Culicoides*, pendant laquelle les mesures de restriction des mouvements d'animaux sont allégées. De plus, ce suivi permet d'améliorer la connaissance des mécanismes de la transmission en inventoriant les espèces de *Culicoides* et en établissant leur répartition et leurs dynamiques de population.

Depuis 2001, le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) a été mandaté par la Direction générale de l'alimentation (DGAL) du ministère chargé de l'agriculture pour coordonner le réseau de surveillance en partenariat avec l'Entente interdépartementale pour la démoustication du littoral méditerranéen (EID-Med) et l'Institut de parasitologie et de

(1) Le complexe *Obsoletus* regroupe principalement deux espèces, *Culicoides obsoletus* et *Culicoides scoticus*, dont les femelles ne sont pas distinguables sans risque d'erreur. Aussi, dans le cadre de la surveillance, les femelles de ces espèces ne sont pas séparées.

pathologie tropicale de Strasbourg (IPPTS). Actuellement, le réseau couvre l'ensemble du territoire métropolitain grâce à environ 160 pièges (un à deux par département placés à l'extérieur ou à l'intérieur des bâtiments d'élevage près du lieu de vie nocturne des animaux). Les piégeages sont réalisés une fois par semaine au printemps et à l'automne et une fois par mois le reste de l'année. Les piégeages sont réalisés sous la responsabilité des directions départementales en charge de la protection des populations (DDecPP). Les échantillons récoltés sont envoyés vers trois centres de tri (Cirad, EID-Med et IPPTS) pour identification. Les résultats sont centralisés dans une base de données renseignée en ligne et sont disponibles pour les acteurs du réseau via le site Ocapi (<http://ocapi.cirad.fr>). De plus, une cartographie interactive permet d'avoir en temps réel une présentation conviviale des résultats de la surveillance, avec la possibilité d'éditer automatiquement des synthèses sur une zone géographique choisie par l'utilisateur ([http://geocapi.cirad.fr/index.php?gc\\_user=1](http://geocapi.cirad.fr/index.php?gc_user=1)). Enfin, le Cirad publie une lettre d'information électronique tous les trois mois (<http://bluetongue.cirad.fr>).

## Résultats du suivi 2011

### A l'échelle de la France

En 2011, 3670 collectes ont été réalisées (et déjà identifiées au moment de la rédaction de cet article), soit 88 % des piégeages théoriquement attendus. Au total, 1968610 *Culicoides* ont été capturés, appartenant à au moins 72 espèces (contre 67 espèces en 2010) (Balenghien *et al.*, 2011). Le réseau de piégeage a permis de mettre en évidence une nouvelle espèce pour la faune française: *Culicoides ibericus*, qui appartient au sous-genre *Pontoculicoides*. Une clé d'identification morphologique multi-entrées regroupant toutes les espèces recensées en France a été développée et est maintenant disponible sur le site IIC (<http://www.iicculicoides.net/>) (Mathieu *et al.*, 2012).

L'année 2011 a été marquée par une reprise précoce de l'activité des populations de *Culicoides* (Figure 1). En effet, le seuil réglementaire de cinq femelles pares<sup>(2)</sup> par piège et par nuit a été dépassé dès la deuxième semaine de janvier dans l'extrême sud-ouest du territoire continental. Ainsi la reprise de l'activité des populations de *Culicoides* a été officiellement déclarée le 17 janvier (contre le 11 mars en 2009 et le 25 mars en 2010). Cette activité est confirmée en février (S7 et S8) dans le sud-ouest et sur le littoral méditerranéen (Figure 1). Au printemps, les populations de *Culicoides* ont présenté des abondances médianes bien plus élevées qu'en 2009 ou 2010 (Figure 2) avec en mars 16,5 contre deux en 2009 et trois en 2010 et en avril 608 contre 175 et 207. Par ailleurs, la France a connu en 2011 des températures automnales particulièrement douces. En effet, les températures moyennes de l'automne 2011 ont été au moins égales aux normales saisonnières et jusqu'à 4 °C supérieures en octobre et décembre, et jusqu'à 10 °C en novembre (Figure 2). Ces températures clémentes ont permis aux populations de *Culicoides* de se maintenir, au cours de l'automne, à des abondances très élevées équivalentes à ce que l'on observe habituellement pendant l'été (Figure 2). Ainsi les abondances médianes (maximales) observées en octobre étaient de 728 (90207) en 2011 contre 100 (5342) en 2009 et 243 (10312) en 2010 et en novembre de 136 (25830) en 2011 contre 26 (1525) en 2009 et 38 (5932) en 2010. L'activité des populations s'est maintenue pendant l'ensemble du mois de décembre sur la façade atlantique (Figure 1), ce qui a conduit la France à ne pas déclarer de fin de période d'activité en 2011 – des piégeages en janvier 2012 mettront en évidence une activité continue des populations (au sens réglementaire de plus de cinq femelles pares par piège et par nuit) jusqu'aux grands froids de février 2012.

### Par zone géographique

La présentation synthétique des données issues de ce réseau de piégeage est difficile à cause de la diversité importante des *Culicoides*

capturés et de la variété des zones éco-climatiques représentées, à laquelle s'ajoute la variabilité stationnelle. Une analyse de la structure spatiale et temporelle des communautés de *Culicoides* permet néanmoins de dégager de grandes zones géographiques à l'intérieur desquelles la diversité et la dynamique des populations sont relativement homogènes (Renault, 2012).

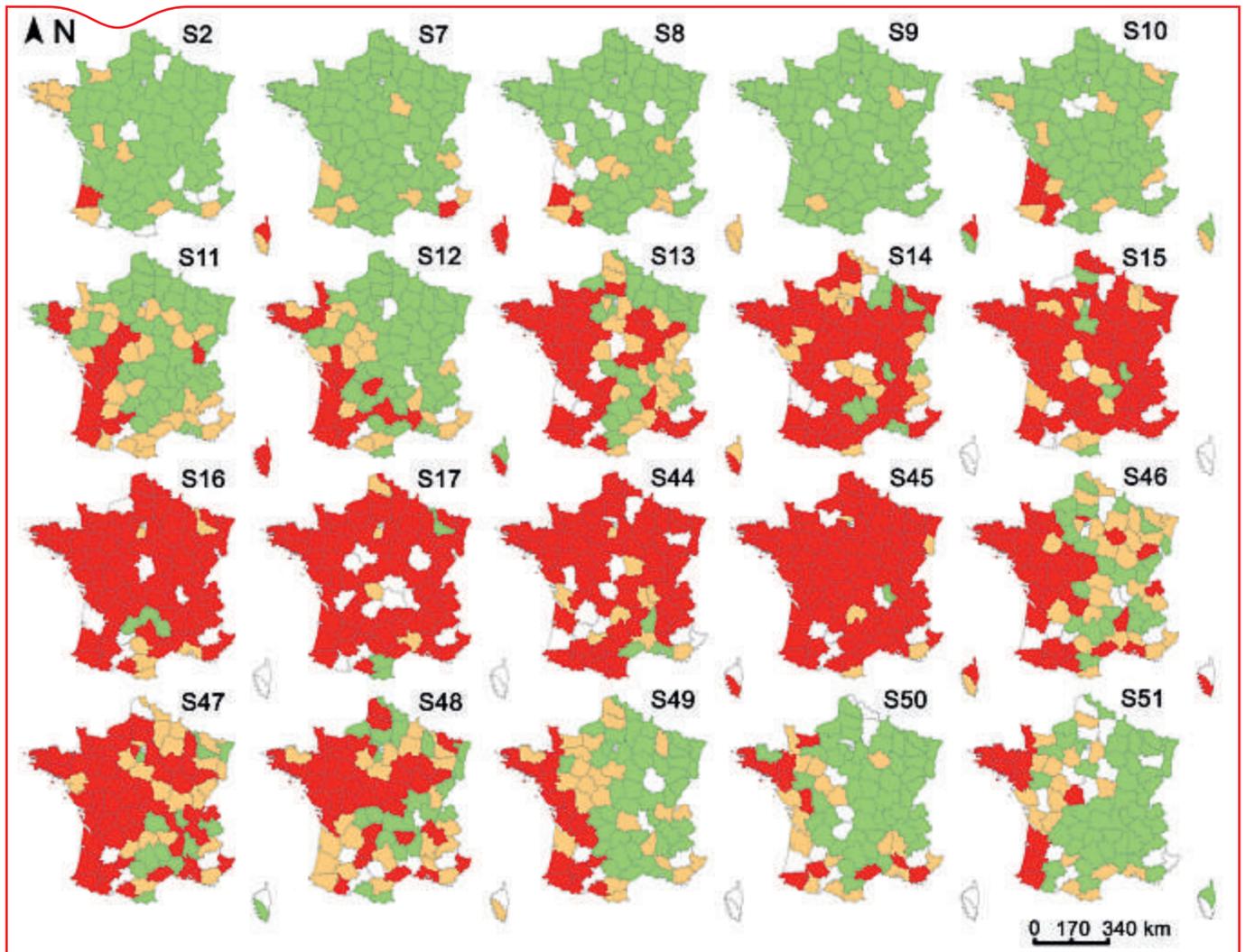
Il convient d'abord de distinguer la zone tempérée proprement dite, sous dominance de climats océanique, continental ou montagnard (induits par le gradient thermique latitudinal, la distance à la mer et l'altitude) et la zone tempérée chaude sous dominance du climat méditerranéen. La zone tempérée proprement dite est marquée par la dominance du complexe *Obsoletus* qui représente en moyenne 75 % des *Culicoides* capturés (de 10 % à quasiment 100 % selon les sites). À l'intérieur de cette vaste zone, on peut distinguer le littoral de la Manche, la zone nord-est, le centre, le grand-ouest et le sud-est (Figure 3).

Le littoral de la Manche (30 sites) est caractérisé par la dominance du complexe *Obsoletus* (en moyenne 57 % des individus capturés, jusqu'à 93 %), associé à *C. dewulfi* (29 %, jusqu'à 77 %) et à *C. chiopterus* (9 %, jusqu'à 32 %) (Figure 3). À l'intérieur de cette zone très homogène, certaines autres espèces peuvent être localement abondantes: *Culicoides punctatus* (12 % versus 1 %) ou *Culicoides poperinghensis* (12 % versus moins de 1 %). Cette zone présente des abondances de *Culicoides* importantes (Figure 4), proches de, ou supérieures, à la médiane des captures de *Culicoides* sur l'ensemble de la France. Les dynamiques de population des espèces du complexe *Obsoletus*, de *C. dewulfi* et de *C. chiopterus* sont très semblables avec une augmentation des populations en mars et avril, une stagnation en mai et juin, puis une ré-augmentation les mois d'été. Après une diminution en septembre, les abondances de ces espèces dépassent en octobre celles de l'été, puis diminuent progressivement en novembre et décembre (Figure 4).

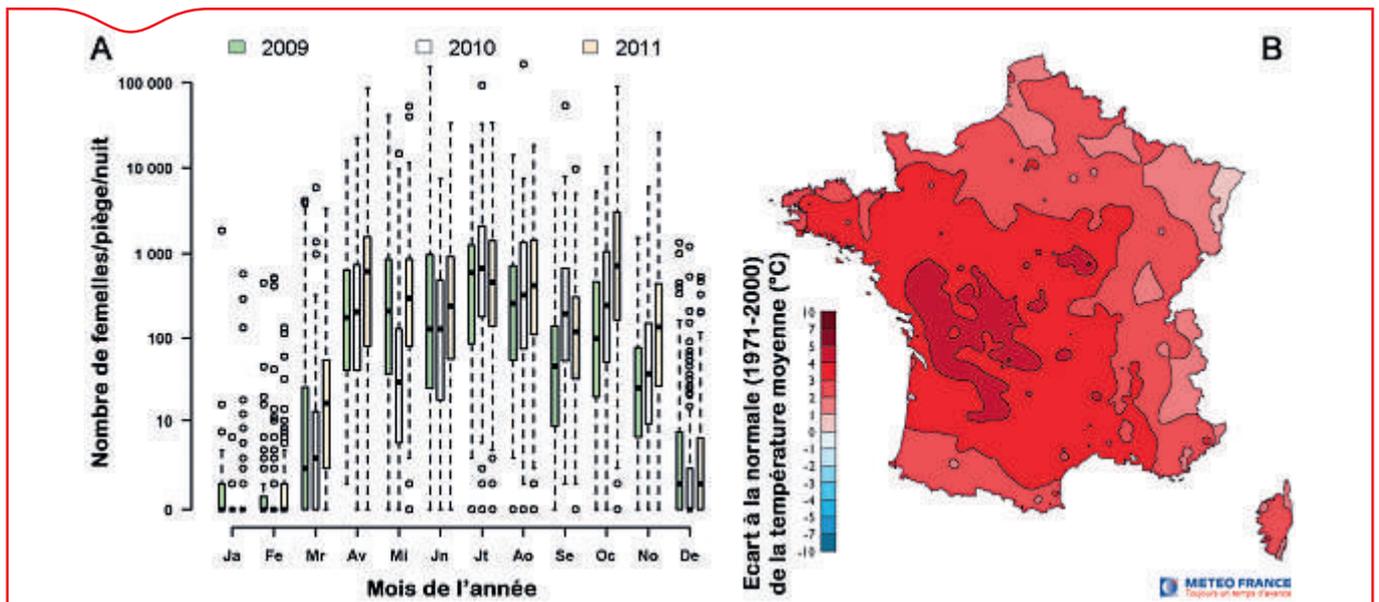
La zone nord-est (51 sites) se distingue de la précédente par une plus forte dominance du complexe *Obsoletus* (en moyenne 82 % et jusqu'à 99 %), associée à un recul de *C. chiopterus* (7 %, jusqu'à 46 %), et une diminution de l'importance de *C. dewulfi* (4 %, jusqu'à 17 %) (Figure 3). D'autres espèces peuvent être secondairement abondantes selon les sites: *C. pulicaris* (jusqu'à 19 %, mais 2 % en moyenne), *Culicoides circumscriptus* (10 % versus proche de 0 % en moyenne) et *C. punctatus* (9 % versus 1 %). Cette zone présente des abondances importantes, avec une dynamique de populations qui semble démarrer plus tardivement au printemps et s'arrêter plus précocement à l'automne que la dynamique nationale, à cause de la dominance du climat continental (Figure 4).

Le grand-ouest (40 sites) se distingue de la moitié nord du pays par une dominance du complexe *Obsoletus* (en moyenne 78 % et jusqu'à 99 %), associée à une raréfaction des espèces *C. dewulfi* (2 %, jusqu'à 14 %) et *C. chiopterus* (1 %, jusqu'à 11 %) (Figure 3). Dans ce grand-ouest, les départements de la Vendée et de la Charente-Maritime présentent une diversité particulière, avec des abondances fortes (jusqu'à devenir l'espèce dominante) d'espèces habituellement rares: *Culicoides cataneii/gejgelensis* (jusqu'à 57 % versus 2,5 % en moyenne dans la zone), *Culicoides santonicus* (jusqu'à 26 % versus 1 %), *Culicoides puncticollis* (jusqu'à 23 % versus 1 %) ou *Culicoides achrayi* (20 % versus 1 %). Par ailleurs, le sud du bassin parisien présente des abondances importantes de *Culicoides brunnicans* et *C. punctatus* qui peuvent y représenter jusqu'à 28 % et 24 % (contre 2 % et 4 % en moyenne dans la zone). Le complexe *Obsoletus* présente, dans le sud-ouest, une dynamique de population équivalente à celle de ce complexe dans la moitié nord de la France, avec cependant une présence non négligeable en janvier ou février, des abondances supérieures en mars, et des abondances maximales très importantes – le climat de cette zone étant particulièrement doux et humide. Les espèces *C. cataneii/gejgelensis*, *C. santonicus* et *C. brunnicans* y sont abondantes particulièrement au printemps (Figure 4).

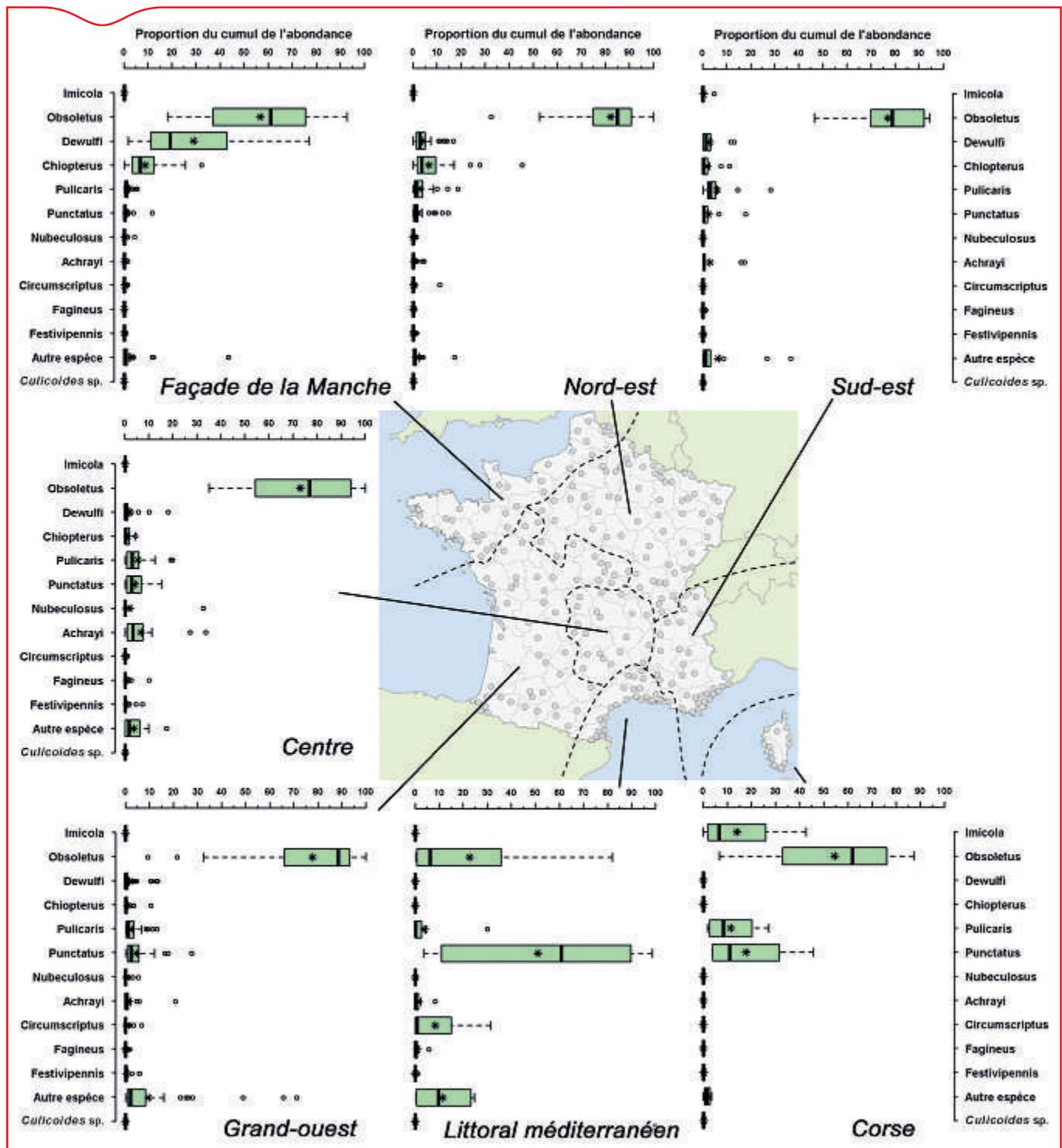
(2) Femelle ayant déjà pondu au moins une fois, donc s'étant *a priori* déjà gorgée au moins une fois, et donc étant potentiellement infectée.



**Figure 1.** Carte d'activité des populations de *Culicoides* en France  
 Les statuts des départements sont : i) aucune femelle pare (vert), ii) entre une et quatre femelles pares par piège et par nuit (orange), iii) au moins cinq femelles pares par piège et par nuit (rouge) et iv) pas de donnée disponible (blanc)

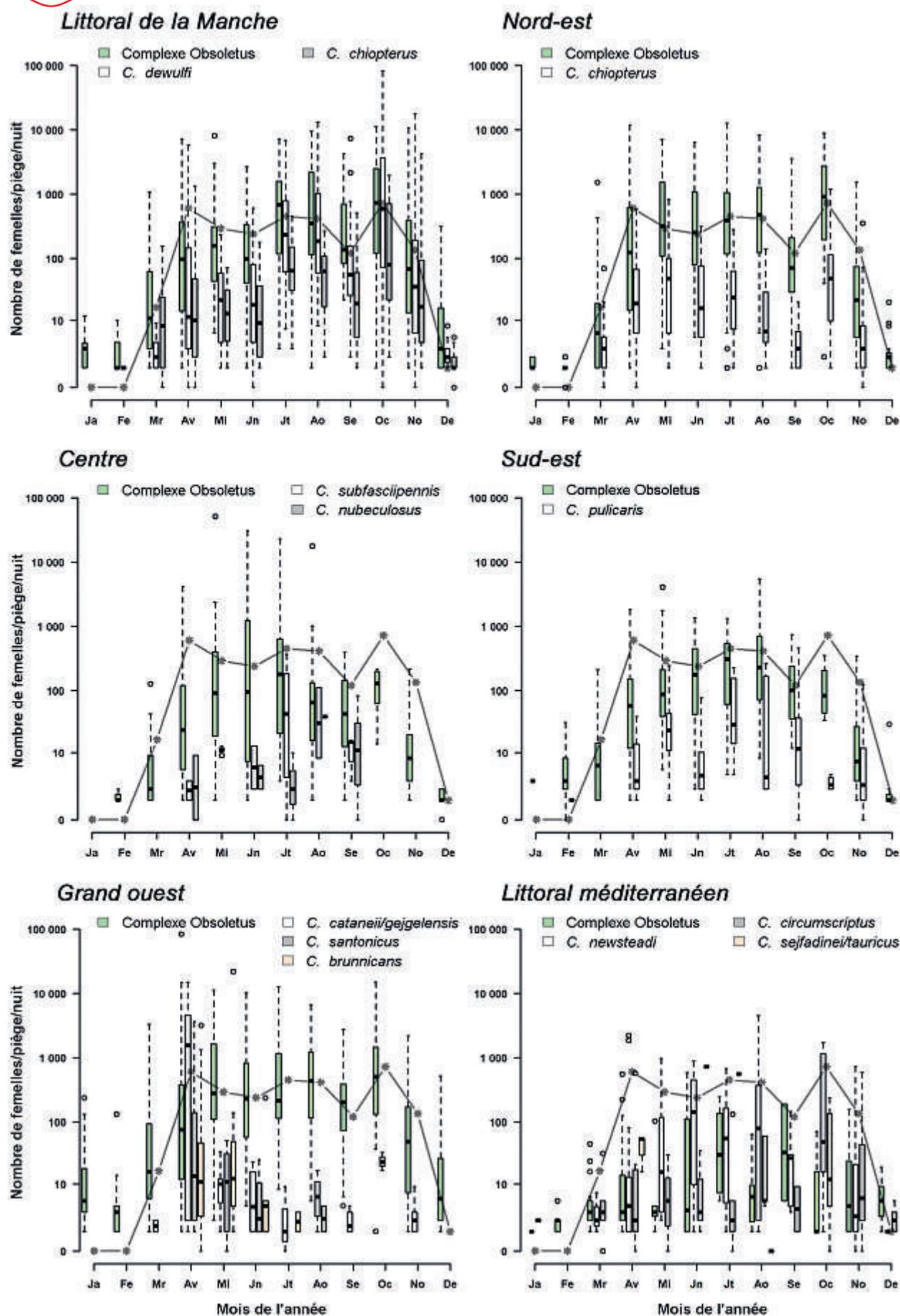


**Figure 2.** Lien entre dynamique des populations de *Culicoides* en France et paramètres météorologiques  
 A) *Boxplots* des abondances mensuelles maximales des femelles *Culicoides* observées par site, quelle que soit l'espèce, en 2009, 2010 et 2011. B) Écarts à la normale de la température moyenne mensuelle enregistrée par Météo-France en novembre 2011



**Figure 3.** Diversité des *Culicoides* en France en 2011

Pour chaque site, est calculée la proportion que représente chacun des ensembles d'espèces dans le cumul total de l'abondance des femelles *Culicoides* en 2011. Puis les *boxplots* de cette proportion sont dessinées par zone géographique ; l'étoile représentant la moyenne. Les espèces regroupées dans les ensembles sont *C. imicola* (Imicola) ; *C. obsoletus* et *C. scoticus* (Obsoletus) ; *C. dewulfi* (Dewulfi) ; *C. chiopterus* (Chiopterus) ; *C. pulcaris*, *C. lupicaris* et *C. flavipulcaris* (Pulcaris) ; *C. punctatus* et *C. newsteadi* (Punctatus) ; *C. nubeculosus*, *C. punctipollis* et *C. riethi* (Nubeculosus) ; *C. achrayi*, *C. fascipennis*, *C. pallidicornis*, *C. picturatus* et *C. subfasciipennis* (Achrayi) ; *C. circumscriptus*, *C. salinarius* et *C. sphagnumensis* (Circumscriptus) ; *C. fagineus* et *C. subfagineus* (Fagineus) ; *C. festivipennis*, *C. clastrieri*, *C. palaoe* et *C. shaklawensis* (Festivipennis), toutes les autres espèces (Autre espèce) et les individus non identifiables (*Culicoides* sp.). NB : les ensembles n'ont pas de signification taxonomique



**Figure 4.** Dynamique des *Culicoides* en France en 2011  
 Boxplots des abondances mensuelles des femelles *Culicoides* de certaines espèces observées par site pour les différentes zones géographiques. Seules les captures positives sont prises en compte. À titre de comparaison, est tracée la médiane des captures totales des femelles *Culicoides* en France en 2011 (ligne grises et étoiles)

Les zones centre (17 sites) et sud-est (14 sites) sont caractérisées par une prédominance du complexe *Obsoletus* (en moyenne 73 % et 77 %). Contrairement à la zone centre, cette prédominance est contestée dans la région sud-est par *C. pulicaris* et par le complexe *Culicoides seiffadinei/tauricus*, qui peuvent y représenter jusqu'à 25 % et 33 % (5 % et 4 % en moyenne) sur certains sites (Figure 3). La dynamique de population du complexe *Obsoletus* dans la région centre est globalement unimodale et centrée sur juin et juillet, pendant lesquels les abondances peuvent être très importantes, avec une présence de *Culicoides* rare pendant les mois d'hiver. Ceci s'explique par la dominance d'un climat montagnard sur cette zone. La dynamique de population du complexe *Obsoletus* est, dans le sud-est, équivalente à celle observée dans le reste du pays, mais avec des abondances plus faibles. En revanche, *C. pulicaris* se distingue du complexe *Obsoletus* par des abondances faibles en octobre (Figure 4).

La zone méditerranéenne est caractérisée principalement par la disparition de la prédominance du complexe *Obsoletus*. En Corse (quatre sites), c'est *C. imicola*, qui partage la dominance avec le complexe *Obsoletus*, associé à des abondances fortes de *Culicoides newsteadi* plutôt dans le sud et de *C. pulicaris* plutôt dans le nord de l'île (Figure 3)<sup>(3)</sup>. Sur le littoral méditerranéen (10 sites), c'est *C. newsteadi* qui est l'espèce largement dominante, représentant en moyenne 50 %, et pouvant atteindre 99 % des individus, contre 23 % en moyenne pour le complexe *Obsoletus*. Une autre espèce, *C. circumscriptus*, peut être localement abondante (Figure 3). Sur le littoral méditerranéen, les abondances restent souvent faibles. La dynamique de *C. newsteadi* suit globalement la dynamique médiane des *Culicoides* en France, avec cependant une augmentation printanière des abondances plus lente (Figure 4).

## Analyse et orientation du dispositif

En 2011, le réseau a parfaitement fonctionné grâce notamment à l'implication des agents des DDecPP, qui ont eu la responsabilité de la mise en œuvre des piégeages. L'année 2011 a vu la découverte en Europe d'un nouveau virus, le virus Schmallenberg, transmis aux ruminants domestiques vraisemblablement par des *Culicoides*. Le dispositif en place va permettre *a posteriori* les *Culicoides* collectés dans les zones de transmission de ce virus dans le but de mettre en évidence la ou les espèce(s) probablement vectrice(s).

En mai 2012, le Centre national d'expertise sur les vecteurs (CNEV) a rendu public son rapport « Surveillance et contrôle des *Culicoides* vecteurs de fièvre catarrhale du mouton en France métropolitaine :

analyse du cadre actuel de gestion et propositions d'amélioration »<sup>(4)</sup>. Le rapport souligne que le réseau est en parfaite adéquation avec les attentes communautaires, remplissant ses missions réglementaires, mais qu'il a aussi permis d'améliorer les connaissances sur la diversité, la distribution et la dynamique des populations de *Culicoides* en France. Par ailleurs, le rapport propose des évolutions dans l'organisation du réseau de piégeage en fonction de possibles choix politiques de privilégier un ou plusieurs objectifs de ce réseau. Ceci dans un contexte d'évolution réglementaire, où la législation actuelle a simplifié « les exigences minimales harmonisées en matière de suivi et de surveillance [de la FCO] (...) afin de permettre aux États membres de bénéficier d'une plus grande flexibilité dans la conception de leurs programmes de suivi et de surveillance nationaux » (règlement d'exécution (UE) n° 456/2012 du 30 mai 2012).

## Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement l'ensemble des personnes (agents des DDecPP, des GDS, de l'EID-Med et les éleveurs) qui assurent la réalisation des piégeages, et sans qui ce réseau ne pourrait fonctionner.

## Références

- Balenghien, T., Delécolle, J.-C., Setier-Rio, M.L., Rakotoarivony, I., Allene, X., Venail, R., Delécolle, D., Lhoir, J., Gardès, L., Chavernac, D., Mathieu, B., Languille, J., Baldet, T., Garros, C., 2011, Fièvre catarrhale ovine : bilan de la surveillance entomologique en 2010 en France. Bull. Epid. Santé Anim. Alim. 46, 26-31.
- Mathieu, B., Cêtre-Sossah, C., Garros, C., Chavernac, D., Balenghien, T., Carpenter, S., Setier-Rio, M.L., Vignes-Lebbe, R., Ung, V., Candolfi, E., Delécolle, J.-C., 2012, Development and validation of IIC: an interactive identification key for *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) females from the Western Palaearctic region Parasit. Vectors 5, 137.
- Mellor, P.S., Baylis, M., Mertens, P.P.C., 2009, Bluetongue. Elsevier, UK, London, 484 p.
- Renault, F. 2012. Description de la typologie spatio-temporelle des *Culicoides* en France métropolitaine (Montpellier, Master écologie-biodiversité, Univ. Montpellier II), p. 22.
- Venail, R., Balenghien, T., Guis, H., Tran, A., Setier-Rio, M.L., Delécolle, J.-C., Mathieu, B., Cêtre-Sossah, C., Martinez, D., Languille, J., Baldet, T., Garros, C., 2012, Assessing diversity and abundance of vector populations at a national scale: example of *Culicoides* surveillance in France after bluetongue virus emergence. In: Mehlhorn, H. (Ed.) Arthropods as vectors of emerging diseases. Springer, Heidelberg, pp. 77-102.

(3) L'ensemble des captures réalisées en Corse n'a pas encore pu être trié et identifié, ce qui rend l'image de la diversité en 2011 peu précise.

(4) [http://www.cnev.fr/images/pdf/notes\\_et\\_avis/cnev\\_2012rapport\\_20culicoides\\_20mai\\_202012.pdf](http://www.cnev.fr/images/pdf/notes_et_avis/cnev_2012rapport_20culicoides_20mai_202012.pdf).