

Le 31 mars 2017

Surveillance des moustiques invasifs au sein des départements en niveau 1 du plan antidissémination de la dengue et du chikungunya en France métropolitaine

Rédacteurs :

Frédéric Jourdain (CNEV), Yvon Perrin (CNEV)

Contributions et relecture (ces contributions personnelles n'engagent en rien les structures de rattachement) :

Hélène Barré-Cardi (Office de l'Environnement de Corse), Philippe Bindler (Brigade Verte du Haut-Rhin), Sébastien Chouin (EID-Atlantique), Charles Jeannin (EID-Méditerranée), Grégory L'Ambert (EID-Méditerranée), Romain Pouvreau (Conseil Départemental du Val-de-Marne), David Roiz (IRD), Jean-Baptiste Santoni (Conseil Départemental de Corse-du-Sud)

Surveillance des moustiques invasifs au sein des départements en niveau 1 du plan antidissémination de la dengue et du chikungunya en France métropolitaine

Table des matières

1. Quels peuvent être les objectifs d'une surveillance entomologique dans les départements en niveau 1 ?	3
2. Analyse de l'existant : contenu des arrêtés préfectoraux.....	6
3. Propositions.....	11

En France, les départements classés en niveau 1 sont les départements au sein desquels au moins une population d'*Aedes albopictus* a été déclarée comme définitivement implantée. En l'absence de lignes directrices précises, la surveillance entomologique est mise en œuvre de manière hétérogène entre ces départements. C'est dans ce cadre que la Direction générale de la santé a sollicité le CNEV pour analyser le dispositif de surveillance mis en place et formuler des propositions.

1. Quels peuvent être les objectifs d'une surveillance entomologique dans les départements en niveau 1 ?

En préambule, il semble utile de préciser ce que l'on entend par surveillance entomologique, notion qui va au-delà du recueil et de la compilation de données entomologiques. La surveillance peut se définir comme l'ensemble des processus : i) mis en place en réponse à un risque pour en permettre la description et le suivi dans le temps et dans l'espace et ii) réalisés pour servir de support à diverses actions. Une surveillance est par conséquent une étape préliminaire à la prise de décision. Elle peut donc répondre à différents objectifs qu'il convient d'identifier *a priori*.

1.1. Améliorer la connaissance de la distribution du vecteur

Dans les départements classés en niveau 1, la connaissance fine de la distribution du vecteur (à l'échelle communale, voire infra-communale dans le cas de villes de taille importante) constitue un enjeu pour l'accompagnement de la mise en place de la surveillance épidémiologique et la décision de la mise en œuvre d'actions de lutte antivectorielle. A ce titre, c'est le principal objectif de la surveillance entomologique dans les départements classés en niveau 1.

Concrètement, ceci peut être réalisé à l'aide de pièges, le plus souvent des pièges pondoirs (il s'agit alors d'une surveillance active), ou grâce au signalement citoyen (surveillance passive).

Concernant la limite altitudinale d'installation de l'espèce, on considère généralement le seuil de 0°C pour la température moyenne au mois de janvier pour la survie des œufs en diapause (Knudsen *et al.*, 1996). Cependant, ce seuil est à prendre avec précaution en zone urbaine, en raison de la présence de micro-habitats présentant des températures plus élevées. Ainsi, à Trento en (Italie), l'espèce était présente alors que des minimales allant jusqu'à -10°C ont été observées ainsi qu'une température moyenne au mois de janvier de -5°C (Roiz *et al.*, 2011). Selon les données de surveillance obtenues en Corse par l'ARS et dans les Alpes-Maritimes par l'EID-Méditerranée, le nombre d'œufs récoltés chute drastiquement à partir de 700m d'altitude. Cette limite pourrait toutefois varier en fonction de la latitude et de l'adaptation des populations. Ces données sont cohérentes avec les observations réalisées en Italie (Neteler *et al.*, 2011 ; Roiz *et al.*, 2011). Ainsi, *Ae. albopictus* est principalement présents dans des zones situées en dessous de 600-800 m (ECDC, 2009 ; Valerio *et al.*, 2010) et l'espèce ne colonise que très sporadiquement des zones localisées à des altitudes comprises entre 800 et 1000 m (Marcantonio *et al.*, 2016). La situation semble être différente en Corse (Barré-Cardi, comm. pers.), avec des populations installées jusqu'à 1000 m.

1.2. Préciser la dynamique saisonnière d'*Ae. albopictus*

La connaissance de la dynamique saisonnière d'*Ae. albopictus* permet de disposer d'informations utiles à des fins d'évaluation et de gestion du risque. En particulier, elle permet de justifier la période de surveillance et d'identifier les mois présentant un risque entomologique fort.

Néanmoins, cette dynamique saisonnière pourrait varier en fonction des différentes régions françaises. Il serait donc utile de réfléchir au déploiement de réseaux similaires dans les principales régions climatiques colonisées en France.

Il peut également être souligné que les objectifs d'une telle surveillance, bien que mise en œuvre dans un département, visent à répondre à des enjeux régionaux voire nationaux, ce qui peut avoir des conséquences sur la responsabilité de leur financement.

1.3. Mesurer l'abondance du vecteur

L'estimation de la densité vectorielle est systématiquement affichée comme un objectif de la surveillance entomologique dans les départements de niveau 1 dans un souci d'orienter les actions de contrôle. Cet objectif se heurte à des difficultés d'ordre technique : il est en effet à ce jour particulièrement ardu d'estimer des densités d'adultes (stade de développement d'intérêt épidémiologique) à partir des techniques d'échantillonnage. Sur la base des connaissances actuelles, l'utilisation de pièges pondoirs demande un effort de piégeage considérable. S'agissant des indices larvaires ou nymphaux, leur élaboration requiert une main d'œuvre importante avec, sur la base de la littérature disponible, des résultats qui ne sont pas toujours représentatifs des densités en moustiques adultes. L'utilisation de pièges à adultes (type BG-Sentinel ou BG-GAT) pourrait constituer une alternative mais il est illusoire de déployer ce type de piège à grande échelle.

1.4. Détecter l'introduction de nouvelles espèces invasives

L'introduction de nouvelles espèces invasives de moustiques reste un enjeu. D'autres espèces sont ainsi présentes en Europe (*Ae. japonicus*, *Ae. koreicus*, *Ae. aegypti*) et il existe un risque important de non détection, en particulier au sein des zones déjà colonisées par *Ae. albopictus*. En effet, dans la zone colonisée, le suivi des populations de moustiques est très limité, et en tout état de cause ne s'accompagne jamais d'identifications hormis dans les zones historiques d'intervention des opérateurs publics de démoustication. En effet, pour optimiser les efforts de surveillance dans les départements colonisés, le réseau de pièges est quasi exclusivement placé sur des communes encore indemnes de la présence du moustique-tigre. La surveillance des points d'entrée dans le cadre du règlement Sanitaire International peut également permettre la détection de nouvelles espèces.

1.5. Orienter les actions de mobilisation sociale

Dans certains cas des actions de surveillance entomologique vont permettre d'accompagner les actions de mobilisation sociale. Ainsi, des prospections larvaires réalisées chez les particuliers permettent de dresser une typologie des gîtes larvaires, éventuellement de manière qualitative (notion de productivité par type de gîte) et de cibler les actions de mobilisation sociale vers une réduction des gîtes larvaires les plus productifs ou les plus nombreux.

Une telle action n'est cependant pas une surveillance de routine mais devrait idéalement être réalisée avant et après la mise en œuvre d'actions de mobilisation sociale.

1.6. Surveillance de la résistance aux insecticides

La surveillance des niveaux de sensibilité des populations de moustiques aux insecticides utilisés doit être partie intégrante de tout programme de lutte. Elle est actuellement inscrite dans la convention liant la DGS aux opérateurs, et n'est donc pas demandée dans les arrêtés préfectoraux (dans certains

arrêtés, il est demandé d'intégrer les résultats dans le bilan de fin d'année si des tests ont été réalisés sur des souches du département).

2. Analyse de l'existant : contenu des arrêtés préfectoraux

En matière de surveillance entomologique, les arrêtés préfectoraux de lutte contre *Aedes albopictus* proposent dans leur ensemble les mêmes mesures dans les différents départements, sur la base du modèle-type proposé dans l'instruction ministérielle. Ainsi, dans la grande majorité des arrêtés préfectoraux, les objectifs mentionnés concernant la surveillance entomologique sont les suivants :

- Surveillance de la progression de l'espèce,
- Estimation de la densité vectorielle (ou « surveillance renforcée »),
- Surveillance des points d'entrée internationaux quand ceux-ci existent,
- Surveillance des établissements hospitaliers.

La surveillance des points d'entrée internationaux et des établissements hospitaliers ayant déjà été abordée lors de deux précédentes saisines, ne seront traitées ici que la surveillance de la progression de l'espèce et l'estimation de la densité vectorielle.

2.1. Surveillance de la progression de l'espèce

Le suivi de la progression de l'espèce représente l'objectif principal de surveillance dans les départements en niveau 1. Il figure dans la totalité des arrêtés préfectoraux, à l'exception de celui du Var (83), considéré comme entièrement colonisé.

Il est à noter que pour d'autres départements dans une situation entomologique similaire (Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône), cet objectif est maintenu dans l'arrêté préfectoral, ce qui peut paraître paradoxal, étant donné qu'aucun réseau n'est mis en place pour y répondre.

Il y a une très grande hétérogénéité quant au dispositif à installer dans les départements. Certains arrêtés mentionnent simplement que la surveillance de la progression a lieu sur l'ensemble du département sans plus de détail, d'autres reprennent peu ou prou la typologie présente dans l'instruction nationale (points d'entrée, grands axes, principales agglomérations), tandis que d'autres donnent une liste précise des communes surveillées.

Aucun arrêté préfectoral ne présente d'actions à mettre en œuvre en fonction des résultats de la surveillance entomologique, notamment en cas de détection à distance de la zone colonisée.

Sur l'ensemble du territoire métropolitain, le pourcentage de communes colonisées par département classé en niveau 1 est de 20% en moyenne, sachant que ce pourcentage est inférieur à 5% pour les 2/3 des départements. Toutefois, le taux de communes concernées par la présence d'au moins un piège pondoir n'est que de 6%. Ainsi, près de 80% des communes non colonisées ne font l'objet d'aucune surveillance active.

La figure 1 présente, pour chaque département en niveau 1, la part de la population qui se situe en zone colonisée, surveillée et non surveillée. On peut voir que pour des départements ayant des niveaux de colonisation similaires, l'effort de surveillance peut être très différents, y compris entre des départements surveillés par le même opérateur. Il faut noter que ce graphique ne prend pas en compte le nombre de pièges. Ainsi, un seul piège suffit à considérer que l'ensemble de la population d'une commune est surveillée. De même, pour une commune partiellement colonisée, la population totale

de la commune est considérée dans la figure 1. C'est le cas par exemple pour le Val-de-marne, où seule une petite partie de la ville de Créteil est concernée par la présence d'*Aedes albopictus*.

La figure 2 présente l'effort de piégeage dans les différents départements en niveau 1, en fonction du nombre de pièges par km², ainsi qu'en tenant compte du nombre de pièges pour 1000 habitants en zone non colonisée. Là encore, les calculs sont faits en considérant la population ou la surface totale de chaque commune, faute de pouvoir évaluer précisément la part colonisée de chacune.

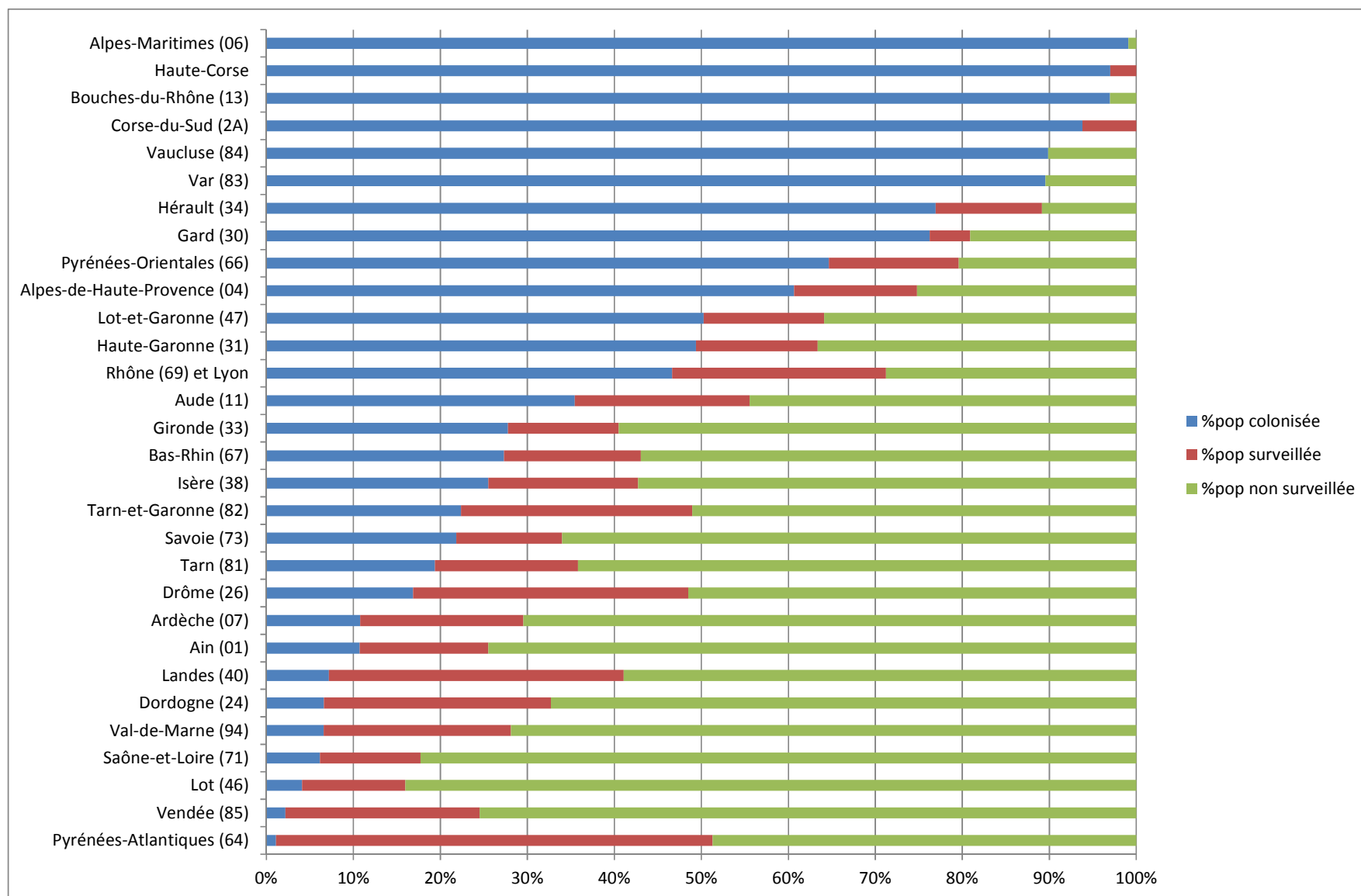


Figure 1 : Part de la population en zone colonisée, surveillée et non surveillée, par département

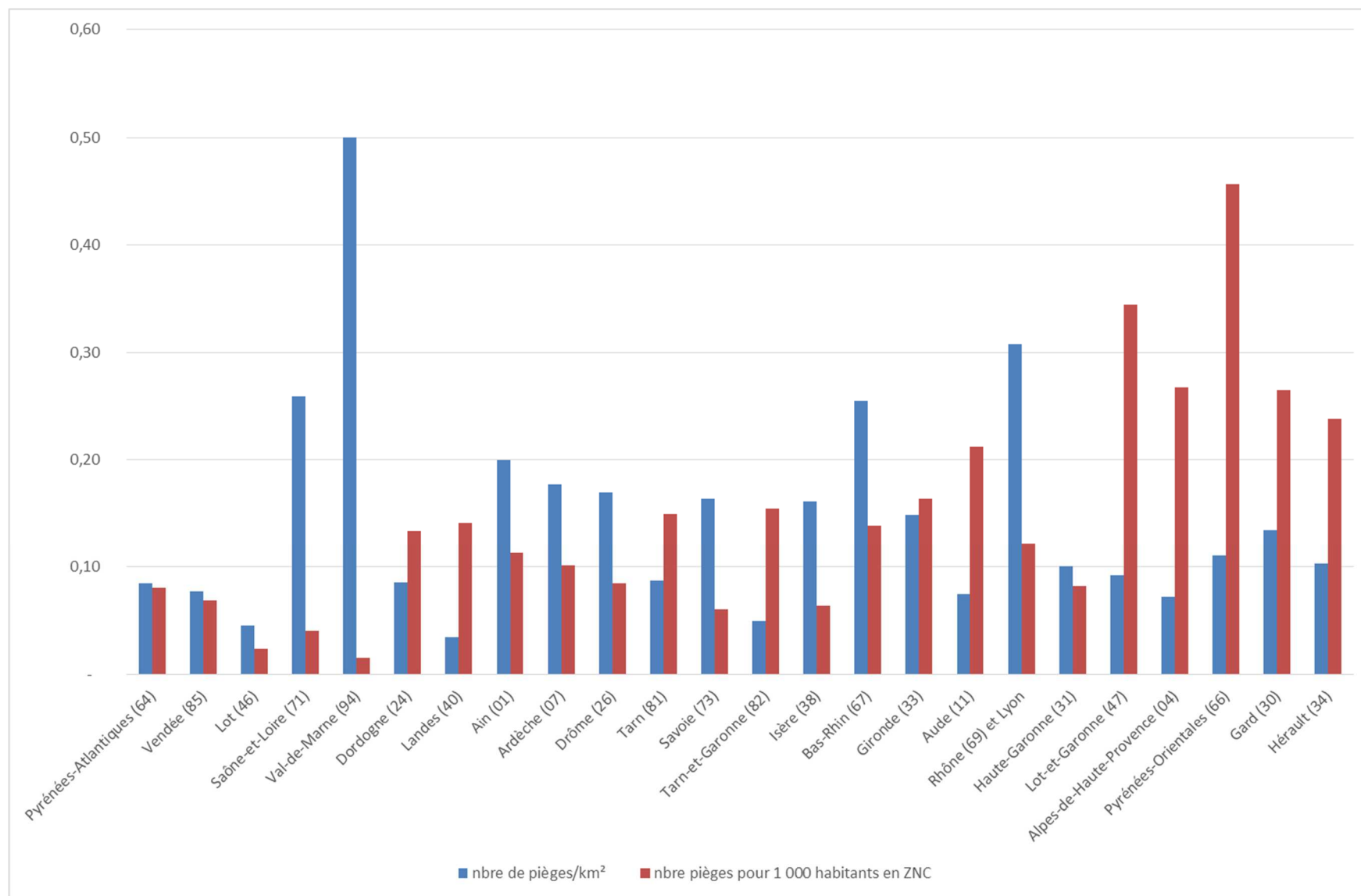


Figure 2 : effort de piégeage dans les communes surveillées en zone non colonisée

La densité de pièges dans la plupart des départements en niveau 1 est relativement peu élevée, le plus souvent inférieure à 0,3 pièges par km² dans les communes surveillées. Cela correspond à ce qui est fait dans d'autres pays d'Europe (Italie, Grèce) dans une situation similaire.

Ce chiffre est cependant très inférieur à celui préconisé dans les lignes directrices de l'ECDC pour la surveillance d'*Aedes albopictus* (ECDC, 2012), à savoir 6,7 pièges par km² pour le suivi de la dispersion. D'après ces mêmes lignes directrices, il est intéressant de mentionner qu'une densité de 20 pièges par km² est recommandée pour le suivi des points d'entrée ouvert au trafic international. Il convient toutefois de noter que dans ce cas de figure l'objectif recherché est sensiblement différent puisqu'il s'agit de s'assurer de l'absence de vecteurs et non de suivre sa progression. Une plus grande sensibilité est donc requise.

Le nombre de pièges rapporté à la population est compris entre 0,5 et 3 pièges pour 10000 habitants en zone non colonisée pour la plupart des départements.

2.2. Estimation de la densité vectorielle (ou « surveillance renforcée »)

Tous les arrêtés préfectoraux, à l'exception des départements de Languedoc-Roussillon et du Val-de-Marne, mentionnent l'estimation de la densité vectorielle (également appelée surveillance renforcée) comme un des objectifs de la surveillance entomologique. Cependant, seuls deux arrêtés préfectoraux (Rhône et Isère) précisent les actions à mettre en œuvre, à savoir la mise en place de pièges pondoirs en zone colonisée.

Comme pour le suivi de la progression de l'espèce, aucune information n'est donnée sur les modalités de cette surveillance et les actions à mener en fonction des résultats.

Des réseaux denses de pièges pondoirs en zone colonisée sont également déployés à Nice et à Toulon. Ce type de réseau ne permet toutefois pas d'estimer précisément la densité vectorielle, mais seulement d'apprécier la dynamique saisonnière. Pour atteindre cet objectif, la densité de pièges déployés doit être beaucoup plus importante et corrélée avec un autre outil de mesure (indices stégomyiens ou captures d'adultes).

En revanche, cela donne des éléments sur la dynamique saisonnière des populations, qui peut fortement varier en fonction des conditions climatiques. Il serait ainsi intéressant de déployer ce type de réseau dans les différentes zones climatiques en zone colonisée (par exemple Nice, Lyon, Bordeaux, Strasbourg, Créteil en ce qui concerne 2017).

3. Propositions

3.1. Surveillance de la progression de l'espèce

3.1.1. Localisation des pièges

Plusieurs articles scientifiques décrivent le réseau de surveillance par pièges pondoires mis en place pour surveiller la dispersion d'*Ae. albopictus* dans différents pays européens. Dans le canton du Tessin en Suisse, un réseau a été installé en 2000 pour détecter l'arrivée d'*Ae. albopictus* dans cette région à haut risque d'introduction depuis l'Italie. La première détection a eu lieu en 2003, avec un réseau composé de 34 pièges pondoires. Le réseau a ensuite été progressivement étendu, avec 466 pièges en 2008, jusqu'à atteindre 1389 pièges en 2013, sur 61 communes couvrant 76,5% de la population (Flacio *et al.*, 2015). Cela représente 0,5 pièges par km² pour l'ensemble du canton, mais 30 pièges par km² si on le rapporte aux zones habitées. A cette période, l'espèce était installée dans la plupart des communes du canton.

D'une manière générale, dans le cadre de la surveillance de la progression de l'espèce, les pièges pondoires doivent être retirés dans les communes reconnues comme colonisées. Il est cependant possible de maintenir certains pièges dans les grandes agglomérations pour suivre plus finement la progression de la colonisation.

Dans le cadre du plan antidissémination de la dengue et du chikungunya en métropole, le principal objectif de la surveillance de la progression d'*Ae. albopictus* dans un département est d'obtenir l'image la plus précise possible de la colonisation afin d'orienter les mesures de LAV autour des cas importés ou autochtones d'arboviroses. Actuellement, une enquête entomologique est systématiquement conduite par l'opérateur concerné lors du signalement d'un cas, y compris dans les départements où seules quelques communes sont colonisées.

La surveillance de l'aire de distribution de l'espèce dans un département, quand celui-ci n'est que partiellement colonisé, doit donc permettre de rationaliser ces interventions autour des cas. Pour cela, la surveillance doit être concentrée dans les zones les plus fortement peuplées, où les cas importés sont les plus susceptibles d'arriver. Il est donc proposé de surveiller les principales agglomérations du département (au moins 15-20 000 habitants) ainsi que les autres grands et moyens pôles urbains, dès lors qu'au moins une commune du pôle est colonisée.

Les principaux sites touristiques de chaque département en niveau 1 en zone non colonisée doivent également être surveillés. Le choix de ces sites doit être déterminé au niveau local selon des critères objectifs (essentiellement le nombre de visiteurs en période d'activité du moustique), sans excéder 2 ou 3 sites par département.

Dans les départements en niveau 1, si des sites sensibles (importateurs de pneus usagés, plateformes logistiques, ports et aéroports) sont identifiés dans les agglomérations devant faire l'objet d'une surveillance, la mise en place d'une surveillance sur ces sites est recommandée. De même, la surveillance dans les sites à risque dans les départements en niveau 0 doit être maintenue après le classement du département en niveau 1. Il est à signaler que les pièges pondoires sont moins sensibles dans les sites de pneus, où des prospections entomologiques sont à privilégier.

Concernant la localisation des pièges, outre les sites touristiques et les autres sites à risque d'introduction, les zones résidentielles ainsi que les parcs et jardins sont à privilégier.

3.1.2. Densité du réseau de piège

La densité de pièges conditionne fortement la capacité de détection d'un réseau. Il convient de prendre en compte la surface ainsi que la densité de population, qui permet de prendre partiellement en compte la compétition avec les gîtes larvaires. En fonction de l'occupation du sol, une densité comprise entre 0,5 et 1 piège par km² semble suffisant pour permettre une détection relativement précoce. Ce chiffre est à adapter en fonction de la densité de population, et peut être compris entre 1 et 5 pièges pour 10000 habitants. Afin de rationaliser les déplacements des agents en charge de la surveillance, un nombre minimal de 3 à 5 pièges est préconisé pour les pôles urbains de taille modeste.

3.1.3. Fréquence des relevés

Actuellement les pièges pondoirs sont généralement posés au mois d'avril, avec un relevé mensuel jusqu'à la fin de la saison d'activité du vecteur (autour du mois de novembre). Cependant, la plupart des nouvelles détections ont lieu à partir du mois de juillet et rarement après le mois d'octobre.

Afin d'intensifier l'effort de piégeage sans entraîner une augmentation drastique des moyens mis en œuvre, une solution pourrait être de retarder la pose des pièges au mois de juin, avec un premier relevé en juillet. De même, le dernier relevé pourrait avoir lieu au mois d'octobre, tout en tenant compte des conditions météorologiques en fin de saison et des résultats obtenus sur les réseaux denses permettant le suivi de la dynamique saisonnière, aussi bien pour le début que pour la fin de la surveillance. Un piégeage plus précoce pourra être mis en place dans les communes ayant fait l'objet d'une détection à l'année n-1, si celles-ci sont à distance (plus de 30 km) de la zone colonisée.

Le tableau n°1 présente une synthèse des recommandations faites dans les 3 points précédents relatives à la surveillance de la progression de l'espèce.

Zone à surveiller	Exhaustivité	Densité de pièges	Lieux de piégeage	Période de piégeage	Fréquence des relevés
Grandes agglomérations (+ de 20 000 habitants)	Toutes	Entre 0,5 et 1 piège/km ² ou entre 1 et 5 pièges pour 10 000 habitants	Zones résidentielles, parcs et jardins	juin à octobre-novembre	mensuelle
Petites et moyennes aires urbaines	Si au moins 1 commune colonisée	minimum 3 à 5 pièges	Zones résidentielles, parcs et jardins	juin à octobre-novembre	mensuelle
Sites touristiques	2 ou 3 sites les plus fréquentés dans chaque département	minimum 3 à 5 pièges	Zones d'accueil (parkings, entrées)	juin à octobre-novembre	mensuelle
Communes hors pôles	Aucune	aucun piège			

Tableau n°1 : modalités de surveillance de la progression de l'espèce dans les départements classés en niveau1.

3.1.4. Apport du site de signalement

Le site signalement-moustique.fr, qui permet de recueillir les signalements de particuliers pensant avoir observé *Aedes albopictus*, est en place depuis 2014. Au cours des deux premières années, 438 signalements sur les 1764 reçus en zone non colonisée concernaient cette espèce. La figure 3 compare

le nombre de signalements positifs et les résultats des pièges pondoires en fonction de la distance à la zone colonisée.

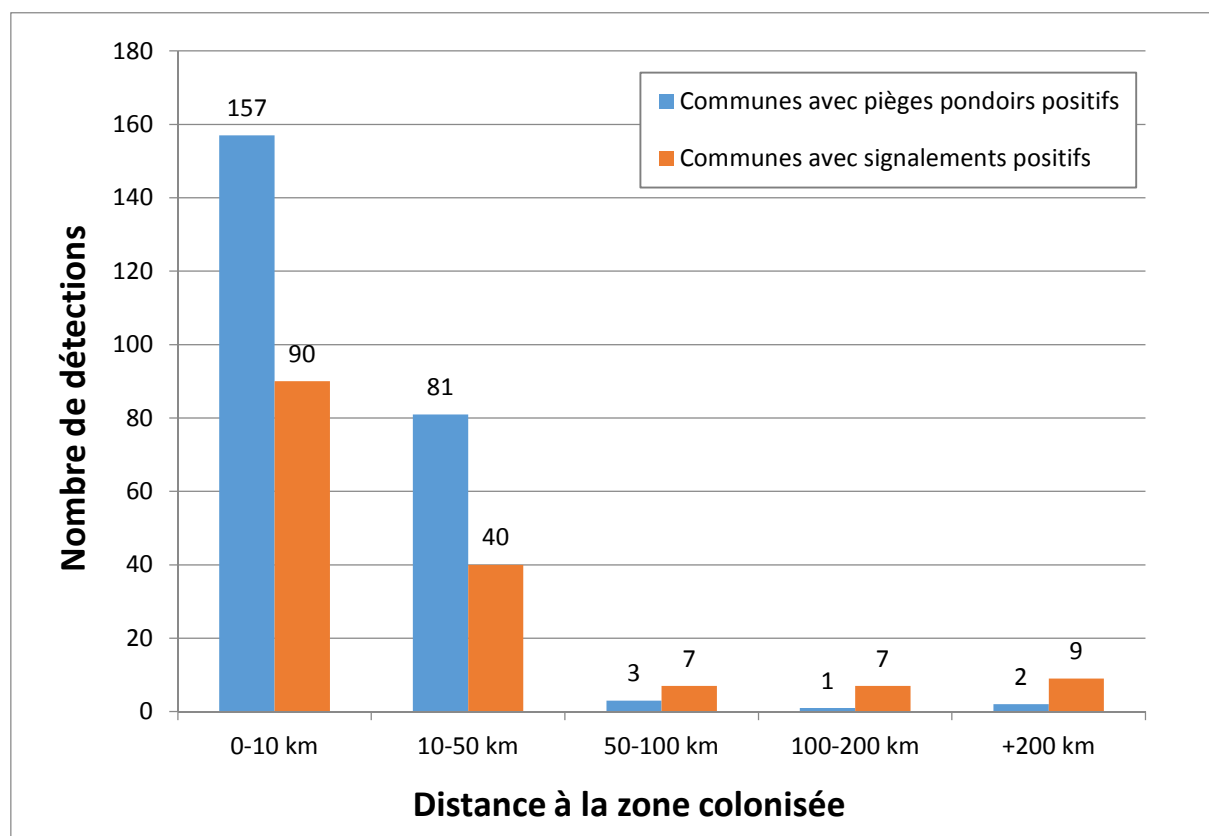


Figure 3. Comparaison de la détection de la présence d'*Ae. albopictus* entre la surveillance passive et la surveillance par pièges pondoires en fonction de la distance à la zone colonisée.

La très grande majorité des pièges ou signalements positifs se situe ainsi entre 0 et 50 km de distance à la zone colonisée. Les réseaux de pièges en place ont permis de détecter environ deux fois plus de nouvelles communes colonisées à cette distance.

Le site de signalement est donc un outil complémentaire efficace pour la surveillance dans les départements en niveau 1. De plus, même sans évaluation économique précise, il est fort probable que le coût du traitement des signalements soit largement inférieur à celui généré par le suivi du réseau de piège, d'autant plus que les signalements positifs dans les départements en niveau 1 débouchent rarement sur des investigations plus poussées, contrairement à ce qui est fait dans les départements en niveau 0. S'agissant de ces aspects économiques, on peut mentionner ici une évaluation réalisée en Espagne qui conclut que les coûts mensuels de surveillance par pièges pondoires et à l'aide d'un outil de vigilance citoyenne s'élèvent à respectivement 9.36 euros par km² et 1.23 euros par km² (Frederic Bartumeus, pers.com.).

L'efficacité du site de signalement repose en grande partie sur la communication qui est faite autour de celui-ci. L'ensemble des supports d'information relatifs à *Ae. albopictus* diffusés par les différents acteurs impliqués doit autant que possible faire mention du site pour encourager le signalement. La presse quotidienne régionale est également un excellent relais de proximité. De même, un encart dans les différents journaux municipaux permettrait de toucher un large public.

3.1.5. Limite altitudinale

Afin de suivre la capacité d'*Ae. albopictus* à coloniser des communes situées au-dessus de 700 d'altitude, il serait intéressant de disposer des pièges pondoirs le long de transects altitudinaux, en particulier dans les zones les plus susceptibles d'être influencées par le changement climatique dans le sens d'une augmentation des températures hivernales, i.e. le Sud-Est de la France et, lorsqu'*Ae. albopictus* sera bien implanté dans ces zones dans le Nord Est de la France (Direction générale de l'Énergie et du Climat, 2014).

3.1.6. Conduite à tenir en cas de signalement ou de piège positif

Lors d'une détection dans un département en niveau 0, une surveillance renforcée est mise en place afin de définir plus précisément le niveau d'implantation de l'espèce, afin de déterminer l'opportunité de la mise en place d'actions d'élimination.

L'objectif principal des prospections entomologiques à mener est de définir le périmètre sur lequel *Aedes albopictus* est présent. En effet si celui-ci n'est pas circonscrit il sera impossible de procéder à un traitement exhaustif de la zone : l'échec des interventions d'élimination est alors quasiment certain. L'objectif secondaire est d'évaluer le niveau d'infestation des populations présentes sur le secteur pour confirmer qu'elles sont bien en phase d'installation. Ce paramètre peut s'apprécier par des captures de très faibles effectifs d'adultes malgré un effort de piégeage important, ou en évaluant, parmi les gîtes favorables au développement de cette espèce, la proportion présentant des larves (utilisation de l'indice récipient particulièrement adapté à ce cas de figure).

Dans les départements en niveau 1, la nécessité de mettre en place une surveillance renforcée va dépendre du niveau de colonisation du département et de la distance de la commune identifiée à la zone colonisée. Dans les départements fortement colonisés (plus de 40% des communes), la mise en place d'actions d'élimination ne paraît pas pertinente, étant donné la multiplicité des sources potentielles de réinfestation. La conduite à tenir sera similaire en cas de détection dans un département faiblement colonisé à moins de 30 km d'une commune colonisée.

Si une détection a lieu à plus de 30 km d'une commune colonisée, dans un département où l'espèce est encore faiblement implantée, des actions similaires à celles mises en place dans les départements en niveau 0 doivent être conduites. Le piégeage doit être densifié dans un rayon de 1 km autour du site de détection, avec un minimum de 30 pièges pondoirs dans ce périmètre, relevés de manière hebdomadaire, ainsi qu'un renforcement de la communication autour du site de signalement dans la commune concernée et celles adjacentes. Si la distance entre deux sites positifs est supérieure à 500 mètres, la commune est considérée comme colonisée. Dans le cas contraire, une campagne de porte-à-porte doit être menée dans l'ensemble de la zone afin de supprimer (ou traiter avec un insecticide rémanent) le maximum de gîtes larvaires. Des traitements autoportés adulticides doivent ensuite être réalisés dans toute la zone, complétés par des traitements pédestres autour des sites positifs.

A noter que les opérateurs publics de démoustication ont développé une fiche technique concernant la marche à suivre lors d'une détection en zone non colonisée.

3.2. Estimation de la densité vectorielle

Comme expliqué précédemment, l'utilisation de pièges pondoirs, d'indices larvaires ou nymphaux présentent des limites. L'utilisation de pièges à adultes (type BG-Sentinel ou BG-GAT) pourrait constituer une alternative mais il est illusoire de déployer ce type de piège à l'échelle de la métropole, d'un département voire d'une agglomération de taille importante.

A ce stade, la proposition qui semble être la plus pragmatique serait l'utilisation de modèles, sur le principe de ce qui a été développé dans le cadre du programme Life+ IMCM, permettant de hiérarchiser les zones à risque en fonction du risque spatiotemporel de présence d'*Ae. albopictus* et de la densité de population humaine, basés notamment sur la végétation inter-urbaine, l'occupation du sol et la dynamique des populations de moustiques. Des piégeages seront toutefois à prévoir pour adapter le modèle aux régions non méditerranéennes.

3.3. Suivi de la dynamique saisonnière

Comme évoqué précédemment, le suivi de la dynamique saisonnière peut notamment permettre de justifier la période de surveillance au sein du dispositif de gestion du risque, et peut varier en fonction des caractéristiques climatiques.

Actuellement, des réseaux denses de pièges visant à remplir cet objectif sont en place à Nice, Montpellier, Digne-Les-Bains et Toulon. Etant donné l'état actuel de l'aire de distribution d'*Aedes albopictus*, il semblerait pertinent de mettre en place le même type de réseau à Lyon, Grenoble, Toulouse et Bordeaux. Dans un futur proche, un réseau de ce type pourra également être déployé dans l'Est de la France (Strasbourg), bien qu'à ce stade la priorité devrait être donnée au suivi de la progression de l'espèce.

Références

- Direction générale de l'Énergie et du Climat. Le climat de la France au XXI^e siècle Volume 4. Scénarios régionalisés : édition 2014 pour la métropole et les régions d'outre-mer. 2014. Accessible au lien suivant : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Volume-4-Scenarios-regionalises.html>
- ECDC: Development of *Aedes albopictus* risk maps. 2009. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control, 2009. Accessible au lien suivant: http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/0905_TER_Development_of_Aedes_Albo_pictus_Risk_Maps.pdf
- ECDC. Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. Stockholm: ECDC; 2012. Accessible au lien suivant : <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/TER-Mosquito-surveillance-guidelines.pdf>
- Flacio E, Engeler L, Tonolla M, Lüthy P, Patocchi N. Strategies of a thirteen year surveillance programme on *Aedes albopictus* (*Stegomyia albopicta*) in southern Switzerland. *Parasit Vectors*. 2015 Apr 9;8:208. doi: 10.1186/s13071-015-0793-6.
- Knudsen AB, Romi R, Majori G. Occurrence and spread in Italy of *Aedes albopictus*, with implications for its introduction into other parts of Europe. *J Am Mosq Control Assoc*. 1996 Jun;12(2 Pt 1):177-83.
- Marcantonio M, Metz M, Baldacchino F, Arnoldi D, Montarsi F, Capelli G, Carlin S, Neteler M, Rizzoli A. First assessment of potential distribution and dispersal capacity of the emerging invasive mosquito *Aedes koreicus* in Northeast Italy. *Parasit Vectors*. 2016 Feb 3;9:63. doi: 10.1186/s13071-016-1340-9.
- Neteler M, Roiz D, Rocchini D, Castellani C, Rizzoli A. Terra and Aqua satellites track tiger mosquito invasion: modelling the potential distribution of *Aedes albopictus* in north-eastern Italy. *Int J Health Geogr*. 2011 Aug 3;10:49. doi: 10.1186/1476-072X-10-49. Roiz D, Neteler M, Castellani C, Arnoldi D, Rizzoli A. Climatic factors driving invasion of the tiger mosquito (*Aedes albopictus*) into new areas of Trentino, northern Italy. *PLoS One*. 2011 Apr 15;6(4):e14800. doi: 10.1371/journal.pone.0014800.
- Valerio L, Marini F, Bongiorno G, Facchinelli L, Pombi M, Caputo B, et al. Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in urban and rural contexts within Rome province, Italy. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2010;10:291–294. doi: 10.1089/vbz.2009.0007.