

Les nouvelles technologies de l'information appliquées à la vigilance en santé animale

David Chavernac (1) (david.chavernac@cirad.fr), Pascal Hendrikx (2), Sébastien Le Bel (3), Renaud Lancelot (1)

(1) Cirad, UMR15 CMAEE, Montpellier, France

(2) Anses, Direction des laboratoires, Unité de coordination et d'appui à la surveillance, Maisons-Alfort, France

(3) Cirad, Unité propre de recherche biens et services des écosystèmes forestiers tropicaux, Montpellier, France

Résumé

La performance de la vigilance des maladies exotiques est étroitement dépendante de la rapidité avec laquelle les données pertinentes sont détectées, transmises, validées, analysées, interprétées, puis restituées aux acteurs de terrain. Le système d'information est donc l'un des points critiques de la vigilance et l'avènement des nouvelles technologies apparaît à même d'augmenter notablement sa performance. L'apport des nouvelles technologies peut être apprécié en analysant plusieurs attributs de la performance d'un système d'information en santé animale : disponibilité, standardisation, rapidité, acceptabilité, fiabilité, sécurité et partageabilité. Les exemples de la surveillance de la fièvre West Nile en Camargue et des vecteurs de la fièvre catarrhale ovine viennent appuyer l'intérêt de l'utilisation des nouvelles technologies pour la surveillance.

Mots-clés

Vigilance, surveillance, nouvelles technologies de l'information

Abstract

New information technologies applied to animal health surveillance

The performance of exotic disease surveillance is closely related to the speed with which the relevant data can be detected, transmitted, validated, analyzed, interpreted, and then transmitted back to the field. The information system is a critical point of surveillance and the development of new technologies appears able to significantly increase its effectiveness. The contribution of new technologies can be appreciated by analyzing several attributes of the performance of an animal health information system: availability, standardization, timeliness, acceptability, reliability, security and shareability. The surveillance of West Nile virus in the Camargue region and vector surveillance of bluetongue are two examples that demonstrate the interest to use new technologies for surveillance.

Keywords

Vigilance, Surveillance, New technologies of information

Avec le formidable développement de l'informatique dans les années 1980 et celui de l'internet depuis la fin du XX^e siècle, le chemin que parcourt l'information depuis le terrain jusque sur le bureau des décideurs a été largement facilité et sécurisé.

Aujourd'hui, ordinateurs portables, téléphones mobiles, ordiphones et tablettes sont disponibles pour quasiment tous les acteurs de la santé animale, quel que soit leur niveau d'intervention. Ce sont autant de supports qui peuvent être mis à profit dans des activités d'enquêtes, de collecte de données sur le terrain, d'épidémiologie, de gestion des conflits hommes-faune sauvage, etc. (Le Bel *et al.*, 2014)

Pour les maladies exotiques, la performance de la vigilance est étroitement dépendante de la rapidité avec laquelle les données pertinentes sont détectées, transmises, validées, analysées, interprétées, puis restituées aux acteurs de terrain après avoir été traduites en information sanitaire. Le système d'information est donc l'un des points critiques de la vigilance. L'avènement des nouvelles technologies de l'information apparaît à même d'augmenter notablement sa performance. Cet article présente l'évolution des systèmes d'information et l'intérêt que présente l'utilisation des nouvelles technologies pour les dispositifs de vigilance des maladies exotiques et émergentes.

L'évolution des systèmes d'information et des nouvelles technologies

Les systèmes d'information (SI) existent depuis l'origine de l'Histoire de l'Homme, même si on les a longtemps appelés autrement. Les hommes préhistoriques ont été parmi les premiers à retranscrire l'information observée (présence de gibier, méthodes de chasse, production du feu,...) en la dessinant sur les murs des grottes par exemple et nous la transmettre ainsi quelques milliers d'années plus

tard. Avant l'ère numérique, l'information, souvent transcrite sur papier, était acheminée vers un point central selon différents moyens (coursier, sémaphore, télégraphe, radio, téléphone filaire, courrier postal) pour être analysée par différents acteurs et ensuite restituée selon les mêmes modalités. Le temps d'acheminement, de traitement et de restitution de l'information pouvait ainsi être conséquent et peu compatible avec les exigences de rapidité nécessaires au contrôle des émergences avant leur installation et leur diffusion.

À la fin des années 1980, le développement considérable de l'informatique, la naissance des premiers réseaux numériques puis l'arrivée d'Internet ont alors grandement amélioré la transmission des données (fiabilité, centralisation, partage) ce qui a permis d'améliorer leur utilisation (analyse, production de rapports) dans ce cadre contraint.

Aujourd'hui, de nombreuses technologies cohabitent et permettent un traitement de la donnée toujours plus rapide. Au réseau Internet viennent s'ajouter les réseaux de téléphonie mobile dont la couverture, dans leur version de base (GSM/GPRS), est mondiale et a permis l'accès à la communication et à l'information dans des zones qui n'avaient jamais pu réellement bénéficier du réseau de téléphone filaire, comme de nombreux petites villes et villages en Afrique par exemple, où l'arrivée de la téléphonie mobile a été une véritable révolution des moyens de communication. Les terminaux eux-mêmes permettent d'accéder à ces technologies pour un coût très peu élevé, favorisant ainsi leur mise en œuvre, notamment dans les pays du Sud.

Ainsi, les nouvelles technologies de l'information au service de la surveillance sont généralement des terminaux de saisie des données (smartphone, tablette, ordinateur portable ou fixe) utilisés par les collecteurs des données (vétérinaires, éleveurs, inspecteurs, techniciens) sous différentes formes (masques de saisie en ligne, SMS) et permettant la transmission des données par voie télématique (GSM/GPRS ou Internet).

Utilisées dès la fin des années 1990 dans quelques projets de surveillance épidémiologique (Hendrixx, 2003), ces technologies connaissent depuis quelques années un grand essor avec le développement des technologies du Web et des logiciels libres. Cela a permis la multiplication des applications gratuites, facilement paramétrables et adaptables aux besoins des utilisateurs, accentuant ainsi la diffusion de ces outils de plus en plus utilisés dans les projets à but humanitaire ou collaboratif. Parallèlement, la généralisation de systèmes d'exploitation ouverts, tel qu'Android, développés pour les appareils mobiles, permet l'utilisation d'un référentiel technologique commun facilitant la diffusion et l'utilisation des applications. Les données étant facilement collectées et centralisées, la tendance est au développement d'outils décisionnels⁽¹⁾ qui viennent se greffer sur ces applications, tels que les outils de cartographie instantanée ou d'élaboration de tableaux de bord décisionnels.

Les plus-values de performance pour la vigilance en santé animale

Dans ce domaine, les gestionnaires des réseaux de surveillance se sont rapidement appropriés ces nouvelles technologies pour fiabiliser la collecte de l'information sur le terrain et la transmettre au niveau central, regroupant ainsi toutes les données de manière sécurisée. Le développement d'outils informatiques pour le traitement, la production d'indicateurs de situation sanitaire ou d'indicateurs de fonctionnement de ces réseaux, regroupés dans des tableaux de bord, permettent d'améliorer et de faciliter la prise de décisions.

L'apport des nouvelles technologies à la vigilance en santé animale peut être apprécié en analysant plusieurs attributs de la performance d'un système d'information.

Disponibilité

C'est la première qualité d'un système d'information. Elle recouvre plusieurs aspects. Il s'agit tout d'abord de la disponibilité de la fiche de collecte pour l'acteur de la surveillance sur le terrain. En fournissant un support de collecte dont on s'assure qu'il est toujours à portée de main (téléphone portable par exemple), dans lequel sont accessibles l'ensemble des fiches de collecte de données, on en garantit la disponibilité à tout moment.

Parfois, il n'existe pas de fiche spécifique pour le cas rencontré. Les données peuvent alors être transmises de manière écrite non structurée – voire oralement –, à l'échelon intermédiaire du dispositif de surveillance, ce qui en permet la transmission rapide mais n'en garantit toutefois pas la standardisation et la qualité. L'élaboration et la mise à disposition d'une fiche générique, qui n'existe pas aujourd'hui, de collecte de données sur les supports numériques est un moyen de pallier ces limites.

Enfin, la disponibilité s'apprécie également par la possibilité de saisir et transmettre les données à tout moment. Même si les réseaux de communication se sont mondialisés, il existe encore des zones rurales peu ou pas couvertes par les réseaux mobiles. Le développement d'applications permettant la saisie de données en mode hors connexion et leur envoi dès que l'appareil mobile retrouve une zone couverte par un réseau de communication assure une disponibilité permanente du système d'information.

Standardisation

Standardiser les données collectées est un point critique pour permettre l'analyse et la comparaison des données de surveillance. L'utilisation de formats de fiches uniques et accessibles pour l'ensemble des acteurs est une première étape de la standardisation. Les nouvelles technologies de recueil des données permettent également de standardiser le contenu des champs par le recours à des listes déroulantes, limitant ainsi au maximum les champs ouverts et évitant la multiplication des dénominations pour un même contenu.

(1) C'est-à-dire (dans le langage informatique) permettant de prendre des décisions en connaissance de cause.

Rapidité

La connexion des outils de collecte des données (réseau GSM, Wifi, réseau physique) permet d'assurer une rapidité de transmission de l'information proche du temps réel. Cette rapidité est un atout pour la notification des suspicions dont la prise en charge par l'ensemble des échelons concernés est accélérée et fiabilisée, car l'ensemble des acteurs peut avoir accès aux données sources de la suspicion. Elle est également un atout en cas de confirmation d'un événement sanitaire majeur pouvant nécessiter des investigations complémentaires très rapidement, ou en nombre important (comme l'investigation clinique de tous les élevages dans une zone de protection par exemple) et la compilation automatique des données dans une base accessible par l'ensemble des acteurs. Il devient ainsi possible de connaître la distribution des cas et son évolution spatio-temporelle en temps réel, ce qui est essentiel pour la prise de décisions de gestion.

Acceptabilité

Encore considérée il y a dix ans comme une limite, l'acceptabilité des outils modernes de communication a fortement progressé et leur utilisation est en passe de devenir un standard de communication qui rendra obsolètes les outils classiques, comme les fiches papier. L'utilisation de ces nouvelles technologies deviendra rapidement un critère d'acceptabilité des outils de surveillance.

Fiabilité

La saisie à la source est une première garantie de fiabilisation de la donnée collectée. On évite ainsi les erreurs de transcription ou d'interprétation au moment de la saisie des données par une tierce personne. Les nouvelles technologies renforcent la fiabilité de l'information par l'utilisation de paramètres préétablis (par exemple les noms de maladie, d'espèces animales, de signes cliniques) qui sont alors identiques pour tous les acteurs collectant les données. Cela constitue un premier niveau de maîtrise des erreurs. De plus, ces nouvelles technologies permettent parfois de vérifier, par l'échange de photos de lésions par exemple, la pertinence de l'information et de confirmer l'hypothèse diagnostique.

L'élaboration de ces paramètres passe par la création de référentiels communs qui permettent le partage de données au sein d'un même groupe d'acteurs. Elle facilite également la communication entre les systèmes d'information lorsque ces référentiels peuvent être partagés entre plusieurs domaines (référentiels pour les données d'autopsie de la faune sauvage ou des équidés par exemple) ou plusieurs pays (élaboration des référentiels par l'EFSA pour l'agrégation des données à l'échelle européenne par exemple). Ces référentiels renforcent ainsi le partage des données et augmentent également notablement l'utilité des données de surveillance.

Sécurité

La centralisation de l'information dans des serveurs sécurisés, locaux ou distants, synchronisés ou non avec les terminaux de saisie évite l'éparpillement de l'information et permet un stockage global de toutes les données. Les données numériques ainsi regroupées peuvent faire l'objet de sauvegardes qui sécurise leur disponibilité dans le temps.

La sécurisation de l'envoi et de l'accès aux données par tous les acteurs de la surveillance, de la source de données au décideur, peut être gérée de manière fine et performante ce qui assure la sécurité du système d'information et permet le partage entre les acteurs de la surveillance.

Partageabilité

Les données peuvent être facilement mises à disposition des partenaires habilités selon des droits assignés aux usagers, via un site Internet ou tout autre moyen de diffusion (bulletins papiers, en ligne, messages type mail, SMS,...). Bien que l'information soit centralisée en un lieu unique, on assiste alors à une véritable mise en réseau de tous les acteurs de la vigilance, de l'agent sur le terrain aux décideurs et gestionnaires de la santé animale. Cette centralisation de l'information facilite alors son traitement, qui se fait de manière homogène pour des

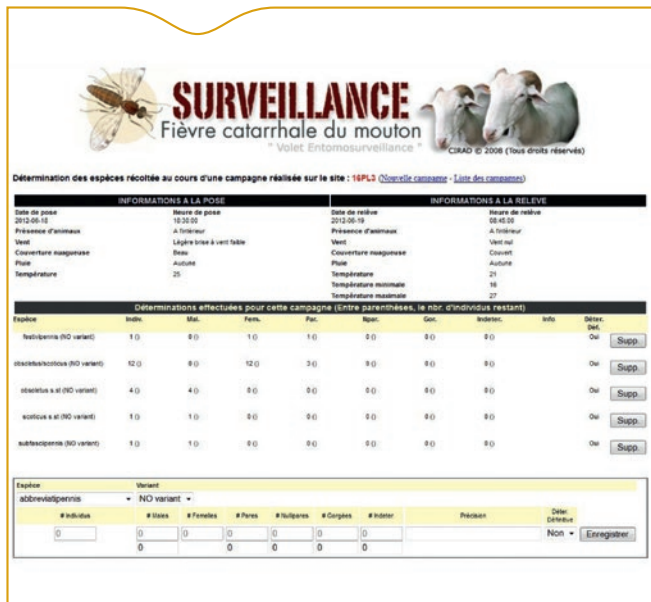


Figure 1. Interface OcapI présentant les informations d'une campagne de piégeage et l'interface de saisie des espèces de culicoïdes identifiées

jeux de données provenant souvent d'horizons différents. Les prises de décisions consécutives sont ainsi facilitées, tout comme l'accès à l'information sur les décisions prises. En effet, selon les différents droits attribués aux profils des usagers, la diffusion de l'information dans le sens « descendant » est tout aussi rapide. Dès lors que les données collectées ont été centralisées, elles peuvent être rendues disponibles dans leur intégralité ou au travers d'indicateurs calculés automatiquement et immédiatement. Ces indicateurs sont mis à jour automatiquement au fur et à mesure que les données sont ajoutées dans les bases de données centrales.

Deux exemples : West Nile en Camargue et surveillance des vecteurs de la fièvre catarrhale ovine

Système d'information de la fièvre West Nile en Camargue

En 2004, un système de surveillance syndromique des maladies nerveuses des chevaux a été mis en place dans le sud de la France (Leblond *et al.*, 2010) et a conduit au développement du système « Surveillance des syndromes infectieux et alerte précoce (S2IAP) », plateforme informatique permettant aux vétérinaires de saisir et de transmettre les descriptions cliniques des cas équinés observés selon deux modalités :

- un système utilisable sur le terrain au « chevet du cheval », qui permettait la saisie des cas cliniques observés, puis le transfert des informations (via un ordiphone) vers un serveur central. La transmission des données était effectuée par la connexion Internet du téléphone mobile ;
- un site Internet sécurisé qui permettait la saisie et la consultation des descriptions cliniques et donnait accès, en retour, à l'information sur l'ensemble des cas déclarés.

L'information était consultable directement en ligne par l'ensemble des acteurs du réseau, y compris les autorités sanitaires, moins d'une heure après la déclaration de la suspicion.

La fiche de suspicion a été conçue pour recueillir les données sur les cas de syndromes nerveux chez les chevaux. Pour décrire les syndromes, une liste prédéfinie de signes cliniques était proposée sous la forme de cases à cocher. Les syndromes nerveux étaient décrits selon l'absence/présence de dysphagie, paralysie faciale, amaurose, tremblements, comportement anormal et/ou anomalies de la locomotion. L'ataxie,

la paralysie et la parésie pouvaient être qualifiées de symétriques/asymétriques. Le formulaire était bref et renseigné au moment même de la consultation du cheval, en moins de cinq minutes. Pour chaque déclaration clinique, des prélèvements standardisés étaient effectués et envoyés au laboratoire en vue de la confirmation du diagnostic.

Une vingtaine de vétérinaires des départements du Gard et des Bouches du Rhône ont été volontaires pour tester le système avec l'appui des autorités sanitaires départementales. Après une session de formation, le matériel a été distribué aux vétérinaires le 10 août 2004 et une phase de test a été effectuée. Le premier cas de syndrome nerveux a été déclaré sur le réseau le 23 août, les deux suivants le 27 août par le même vétérinaire. Finalement, douze vétérinaires ont déclaré 72 cas de syndrome nerveux du 23 août 2004 au 21 juillet 2005. Pour 32 de ces cas, l'infection par le virus West Nile a été confirmée (Leblond *et al.*, 2010).

Ce système a démontré son efficacité pour la transmission de données en temps réel et l'accès aux données de l'ensemble des acteurs concernés. Comme tout dispositif de surveillance, il a nécessité un investissement important, non seulement en développement informatique, mais également en formation et animation du dispositif pour assurer la dynamique des déclarations.

Surveillance entomologique des vecteurs de la fièvre catarrhale ovine

Dès les premiers cas de fièvre catarrhale ovine (FCO) en Corse en 2001, des captures de culicoïdes, vecteurs de la maladie, ont été organisées dans la totalité de l'île par le Cirad, l'Entente interdépartementale de démoustication (EID-Méditerranée) et l'Institut de parasitologie et de pathologie tropicale de Strasbourg (IPPTS), afin de connaître les espèces de vecteurs présentes, ainsi que leur dynamique de population. Ces piégeages, et la détermination des espèces, effectués en de nombreux points, ont produit un grand nombre de données.

L'objectif a été dès lors de proposer un outil informatique permettant de collecter les données de manière distante, de les centraliser, dans le but de pouvoir les analyser et les restituer à tout moment. Le choix d'une plateforme internet a été retenu pour permettre une saisie décentralisée des données, la possibilité à plusieurs acteurs distants d'intervenir et la centralisation et la sécurisation des données en un seul lieu.

La plateforme OcapI (organisation des campagnes de piégeage) a alors été créée, permettant l'enregistrement de toutes les informations relatives aux données collectées : identification et caractérisation du site de piégeage géo-référencé, informations relatives aux campagnes, ensemble des données météorologiques disponibles lors d'une campagne, détermination des espèces et comptage des individus collectés. La Figure 1 montre une partie des informations saisies pour une campagne de piégeage ainsi que l'interface de saisie des espèces de culicoïdes identifiées.

La saisie des données était réalisée par les agents de terrain des DDecPP ou des groupements de défense sanitaire (GDS), le Cirad, l'EID-Méditerranée, l'IPPTS. Le grand public et les éleveurs impliqués pouvaient consulter les informations sous forme de tableaux agrégés et anonymisés ou de graphiques de dynamiques de population des vecteurs. Ainsi, de 2002 à 2008, toutes les données concernant la surveillance entomologique en Corse ont été collectées et centralisées.

En 2006, avec l'apparition de la FCO en France continentale, les piégeages ont progressivement pris une ampleur plus importante car ils ont été effectués, au moment de l'activité maximale du réseau (de 2008 à 2012) à raison de deux sites par département, toutes les semaines au début du printemps et en fin d'automne et tous les mois entre temps : l'objectif était de déterminer le début et la fin de la période d'inactivité vectorielle (Balenghien *et al.*, 2012). Le système d'information (SI) mis en place précédemment a alors été généralisé. La souplesse du choix d'Internet comme support de collecte a rendu le déploiement à grande échelle très facile. Afin de proposer un rendu de résultats en temps réel sous forme de cartes ainsi que la production

en direct de rapports prédéfinis, le SI a été couplé avec un système d'information géographique en ligne (Figure 2).

La surveillance n'étant plus réalisée aujourd'hui sur tout le territoire mais seulement en Corse, l'application Ocap, dans sa partie saisie de données, est utilisée à une fréquence bien moindre. Cependant, les données (18000 campagnes stockées, 55000 déterminations soit environ sept millions d'individus collectés) sont quant à elles analysées, partagées et exploitées pour la recherche, notamment pour la modélisation de la dynamique des populations des principales espèces de culicoïdes impliquées dans la transmission du virus de la FCO.

Un douzaine d'années de recul sur cette application a démontré la puissance et l'adaptabilité d'Internet pour la centralisation des données, la transmission rapide des informations du terrain aux décideurs mais aussi dans le sens inverse, ce qui est primordial pour la durabilité d'un dispositif de surveillance.

Appropriée par un grand nombre d'agents et d'organismes (Cirad, EID-Méditerranée, IPPTS), cette application a vocation à devenir le socle commun à toute surveillance entomologique du même type sur le territoire français mais aussi dans les pays du Sud. Le développement d'une version « déconnectée » et déployée sur tablettes tactiles et smartphones est à l'étude.

Conclusion

L'utilisation des nouvelles technologies de l'information est à même de potentialiser les dispositifs de vigilance des maladies exotiques et émergentes en accélérant et fiabilisant la transmission, l'analyse et la

diffusion des informations. Ces nouvelles technologies sont encore insuffisamment utilisées aujourd'hui en France dans le domaine de la surveillance et des projets sont en cours d'élaboration, notamment sous l'égide de la direction générale de l'Alimentation du ministère en charge de l'Agriculture pour faire progresser cette situation. Quelles que soient les technologies utilisées, ce ne sont toutefois que des outils qui ne se révéleront réellement efficaces que si les protocoles et l'animation des dispositifs sont à la hauteur des objectifs assignés à la surveillance.

Bibliographie

Balenghien, T., Delecolle, J.C., Setier-Rio, M.L., Delecolle, D., Allene, X., Rakotoarivony, I., Scheid, B., Mathieu, B., Chavernac, D., Perrin, J.B., Baldet, T., Garros, C., 2012. L'activité des populations de *Culicoides* en 2012 et bilan des quatre années du dispositif de surveillance. Bull. Epid. Santé Anim. Alim. 59, 39-40.

Hendriks, P., 2003. Adaptation des réseaux de surveillance épidémiologique aux conditions de l'émergence. Epidémiol. Santé anim., 44, 51-59.

Le Bel, S., Chavernac, D., Mapuvire, G., Cornu, G., 2014. FrontlinesSMS as an early warning network for human-wildlife mitigation: Lessons learned from tests conducted in Mozambique and Zimbabwe. Electron. J. Inf. Syst. Dev. Ctries., 60 (6): 1-13. <http://www.ejisdc.org/ojs2/index.php/ejisdc/article/view/1256>.

Leblond, A., Valon, F., Hendriks, P., 2010. Epidémiologie des maladies vectorielles chez les équidés en France. Bull. Acad. Vét. France. 163 (2) 149-157.

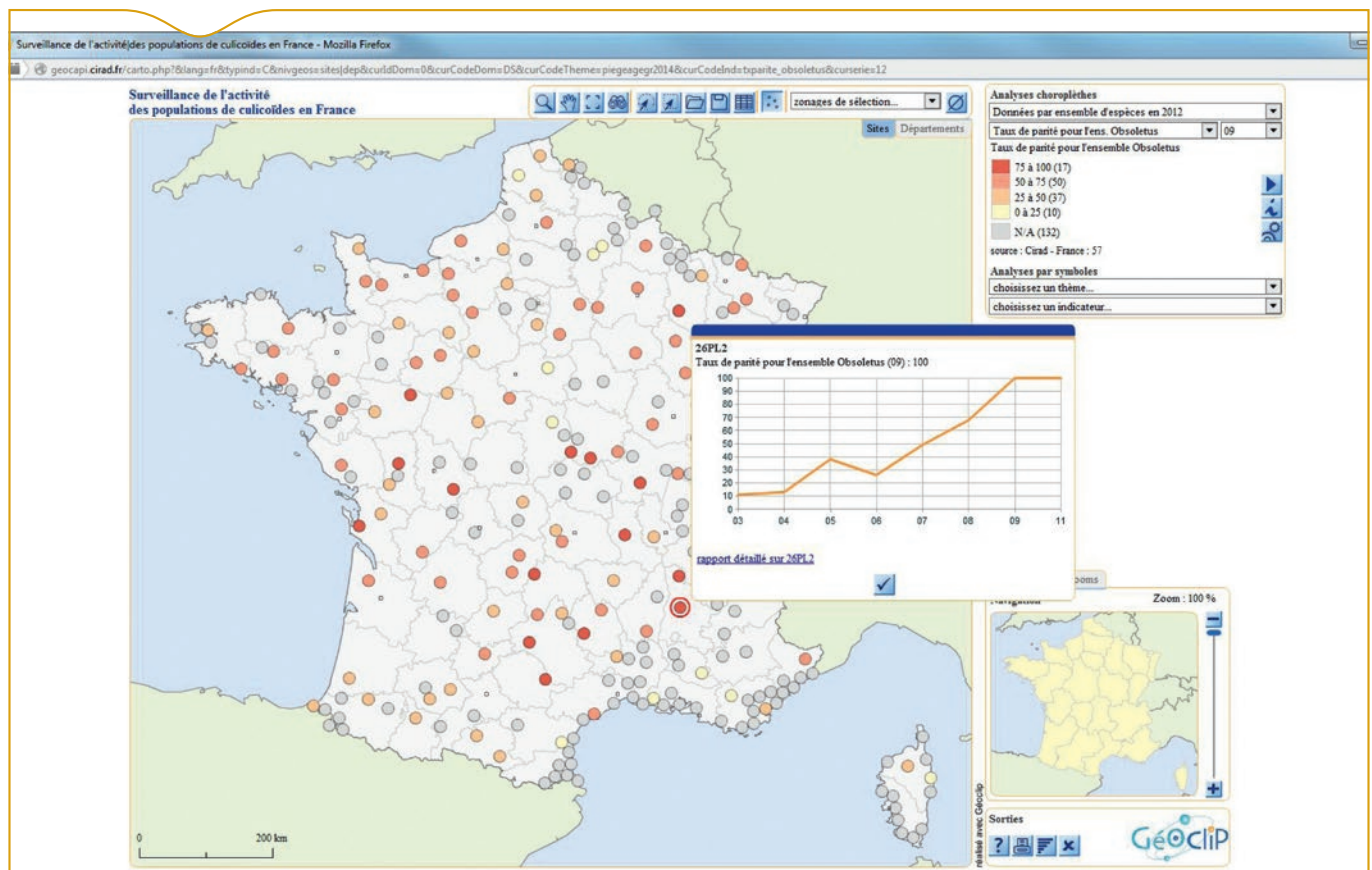


Figure 2. Illustration du système d'information géographique en ligne développé pour l'application OCAPI sur la surveillance de l'activité des populations de culicoïdes en France