

## SURVEILLANCE DES MALADIES EXOTIQUES DES RUMINANTS - ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN OUTIL D'AIDE AU DIAGNOSTIC ET MODALITÉS DE MISE EN ŒUVRE EN FRANCE \*

Ginhoux Mathilde<sup>1</sup>, Morignat Éric<sup>1</sup>, Bronner Anne<sup>2</sup> et Calavas Didier<sup>1</sup>



### RÉSUMÉ

Dans un contexte de maîtrise satisfaisante des maladies animales présentes sur le territoire, la surveillance des maladies exotiques est devenue un enjeu essentiel. Pourtant, leur absence et la multiplicité des manifestations cliniques associées compliquent leur reconnaissance par les vétérinaires de terrain, pourtant indispensable aux dispositifs de surveillance de type évènementiel. Ainsi, l'idée de créer un *outil d'aide au diagnostic* (OAD) à destination des vétérinaires, qui pourrait faciliter l'émission de suspicions et donc renforcer la surveillance évènementielle, a été émise. Un premier prototype appliqué aux maladies des ruminants domestiques a été développé. Sa construction a permis d'identifier les limites d'applicabilité de ce genre d'outil ainsi que les étapes de développement nécessitant un approfondissement important. Par ailleurs, l'insertion de l'OAD dans le schéma global de surveillance des maladies animales a permis de mettre en évidence d'autres utilisations possibles des données produites en utilisant l'OAD, comme la mise en place d'une surveillance syndromique.

**Mots-clés :** maladies exotiques, surveillance, diagnostic automatisé, bovins, petits ruminants.

### ABSTRACT

In the context of an efficient control of the animal diseases present in France, it has become vital to monitor exotic diseases. However, their rarity and the diversity of related clinical signs complicate recognition by veterinarians in the field, which is nevertheless an essential component of clinical surveillance systems. It was decided to develop a diagnostic tool to help veterinarians decide on suspicious cases, thus consolidating such surveillance systems. An initial prototype was designed for application to domestic ruminants. Its development revealed the scope of this kind of tool and those stages needing further efforts. The inclusion of this tool in the general animal disease surveillance scheme has also revealed other potential uses of the data issued from the diagnostic tool, such as setting up a syndromic surveillance system.

**Keywords:** Exotic diseases, Surveillance, Automated diagnosis, Cattle, Sheep, Goats.



\* Texte de la communication orale présentée au cours de la Journée scientifique AEEMA, 25 mars 2016

<sup>1</sup> Anses, Laboratoire de Lyon, Unité Epidémiologie, 31 av. Tony Garnier, 69364 Lyon Cedex, France

<sup>2</sup> Direction générale de l'Alimentation, 251 rue de Vaugirard, 75015 Paris, France

---

## I - UNE SITUATION SANITAIRE À DÉFENDRE

---

Après plusieurs décennies de lutte contre les maladies animales d'importance sanitaire ou économique majeure, la situation sanitaire de la France est, comme pour la plupart des Etats de l'Union européenne, globalement très favorable vis-à-vis de nombreuses maladies dans les populations d'animaux domestiques : si un statut officiel indemne a parfois été obtenu [Rautureau *et al.*, 2015] (pour la brucellose bovine par exemple), d'autres, telles que la leucose bovine enzootique, sont présentes avec une circulation très faible (voir par exemple le Bulletin épidémiologique spécial Maladies réglementées et émergentes - Bilan sanitaire 2014 :

<http://bulletinepidemiologique.mag.anses.fr/sites/default/files/BEP-mg-BE71.pdf>).

La stabilité de la situation sanitaire ainsi reconnue permet de faciliter le commerce et les mouvements, en particulier d'animaux et de produits d'origine animale [OIE, 2015].

Cependant, d'après de nombreuses publications récentes, les risques d'émergence<sup>3</sup> de maladies infectieuses sont considérés en augmentation,

même s'il s'agit d'une affirmation peu documentée [Desenclos et Calavas, 2015]. On l'explique par l'accroissement des mouvements des biens et des personnes (lié principalement au modèle économique mondialisé et aux conflits), mais aussi par l'évolution globale des écosystèmes résultant à la fois de l'activité humaine et du changement climatique.

Par conséquent, si la situation sanitaire est aujourd'hui satisfaisante, l'objectif est désormais de la maintenir, et de disposer d'une surveillance permettant de détecter rapidement tout nouveau foyer d'une maladie exotique ou émergente [Rautureau *et al.*, 2015]. Les conséquences sur la santé animale, mais aussi sur la santé publique et l'environnement, ainsi que les enjeux économiques issus d'une altération de cette situation, pourraient en effet être considérables. A titre d'exemple, le coût de l'épisode de fièvre aphteuse de 2001 a été estimé, pour l'agriculture et l'industrie agro-alimentaire du Royaume-Uni, à 3,1 milliards de Livres Sterling (soit plus de 4,3 milliards d'euros) [Thompson, 2002].

---

## II - CONCEPTION ET PRINCIPES DU PROJET D'OUTIL D'AIDE AU DIAGNOSTIC (OAD)

---

Face à une connaissance insuffisante des maladies exotiques, deux approches peuvent être envisagées : la formation des vétérinaires, initiale et/ou continue, et l'apport d'une aide extérieure au moment même où le vétérinaire se trouve face à un cas suspect. En raison de la multiplicité des maladies exotiques et de leur faible probabilité d'apparition, il semble idéaliste et coûteux d'envisager une formation des vétérinaires de terrain permettant leur connaissance approfondie et actualisée, intégrant éventuellement des aspects réglementaires, pour chacune des maladies exotiques pouvant potentiellement toucher le cheptel. Ainsi, l'apport d'une aide ponctuelle est une alternative envisageable. Le

déploiement d'experts référents est une approche possible, mais on peut faire l'hypothèse que le coût de la mise en place et du maintien d'un tel réseau serait élevé s'il devait concerner l'ensemble des maladies exotiques.

Une étude de faisabilité d'un OAD des maladies exotiques chez les ruminants domestiques a ainsi été entreprise. Cet outil permettrait de répondre aux problématiques suivantes :

- apporter une aide quotidienne aux vétérinaires de terrain pour le diagnostic de maladies qu'ils connaissent peu, que celles-ci soient réglementées ou non,

---

<sup>3</sup> Une maladie animale émergente est définie comme « une nouvelle apparition, chez un animal, d'une maladie, d'une infection ou d'une infestation ayant des répercussions sur la santé animale ou humaine et résultant :

- de la modification d'un agent pathogène connu ou de sa propagation à une nouvelle aire géographique ou à une nouvelle espèce, ou
- d'un agent pathogène non identifié antérieurement ou d'une maladie diagnostiquée pour la première fois. » [OIE, 2014]

- améliorer la vigilance face aux dangers sanitaires, en particulier de catégorie 1 [Anonyme, 2013].

D'un point de vue pratique, il s'agit d'une application informatique qui permettrait à un vétérinaire d'entrer des informations épidémiocliniques observées dans un élevage, et d'obtenir en retour une liste de maladies exotiques pouvant y correspondre, chacune étant associée à un score. L'association entre le tableau observé et cette liste

de maladies se fait par une approche probabiliste inspirée du modèle naïf bayésien [Azé, 2006]. Celle-ci permet d'évaluer la probabilité d'être face à une maladie donnée au vu des signes observés, à partir :

1. des probabilités conditionnelles d'observer ces signes lors d'infection par cette maladie,
2. de la probabilité d'apparition de la maladie, appelée « probabilité antérieure » ou prior.

### III - LA CONSTRUCTION D'UN PREMIER PROTOTYPE

La conception du prototype d'OAD a été réalisée en trois étapes.

#### 1. DÉFINITION D'UNE LISTE DE MALADIES EXOTIQUES DES RUMINANTS

Pour qu'une maladie soit retenue dans l'étude, elle devait répondre à cinq critères d'inclusion :

- Maladie non présente en France métropolitaine chez les ruminants domestiques ;
- Maladie affectant au moins une des espèces domestiques suivantes : bovine, ovine, caprine ;

- Maladie qui pourrait se manifester, en cas d'introduction en France, par une expression clinique de type aigu et par des cas groupés dans les élevages atteints ;
- Maladie dont l'évolution pourrait présenter en France une forme épizootique ;
- Maladie infectieuse due à un virus, un organisme unicellulaire ou un agent transmissible non conventionnel ayant un pouvoir pathogène marqué.

Les maladies retenues à l'issue de cette étape de l'étude sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1

#### Maladies retenues et espèces affectées

(en gras : dangers sanitaires de catégorie 1 [Anonyme, 2013])

Bovins uniquement (n=11)	Bovins et petits ruminants (n=11)	Petits ruminants uniquement (n=5)
Babésiose	<b>Brucellose</b>	<b>Clavelée</b>
<b>Dermatose nodulaire contagieuse</b>	Cowdriose	Loupingill
Encéphalite bovine à BHV 5	Ehrlichiose monocyttaire	Pleuropneumonie contagieuse caprine (PPCC)
Fièvre des trois jours	<b>Fièvre aphteuse</b>	<b>Peste des petits ruminants</b>
<b>Maladie d'Aujeszky<sup>1</sup></b>	<b>Fièvre catarrhale ovine (FCO)<sup>2</sup></b>	<b>Variole caprine</b>
<b>Maladie hémorragique épizootique</b>	<b>Fièvre de la vallée du Rift</b>	
Maladie d'Ondirii	Maladie d'Akabane	
<b>Péripneumonie contagieuse bovine (PPCB)</b>	Maladie de Wesselsbron	
<b>Peste bovine</b>	<b>Rage</b>	
Septicémie hémorragique	Theilériose	
<b>Stomatite vésiculeuse</b>	Trypanosomoses	

<sup>1</sup> Les ovins et caprins sont sensibles au virus de la maladie d'Aujeszky, mais les cas étant très rares dans ces espèces, nous n'avons considéré que l'espèce bovine.

<sup>2</sup> La fièvre catarrhale ovine (FCO) fait partie des maladies retenues lors de l'étude, alors qu'elle était uniquement présente en Corse à la date de développement du projet, la France continentale en étant officiellement indemne [Perrin *et al.*, 2015]. Nous avons donc choisi de l'inclure dans l'étude.

## 2. RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES ET CONSULTATION D'EXPERTS POUR LA DESCRIPTION ÉPIDÉMIO-CLINIQUE DES MALADIES RETENUES

La construction d'une base de connaissances sur les maladies concernées par cette étude visait à répondre à plusieurs objectifs :

- Définir la liste des critères pertinents pour établir la description épidémio-clinique des maladies de l'étude : 119 critères ont ainsi été identifiés,
- Réaliser une monographie à partir de la bibliographie pour chaque maladie de l'étude, (principalement à partir d'une source générique reconnue [Lefèvre *et al.*, 2003b ; Lefèvre *et al.*, 2003a] permettant :
  - d'identifier la liste des critères observables pour chaque maladie,
  - dans un second temps, de réaliser une synthèse épidémio-clinique pour chaque maladie (ou « fiche maladie »), à laquelle le vétérinaire pourrait se référer, indépendamment ou non de l'utilisation de l'OAD,
- Créer une base chiffrée, autrement dit une base de connaissances quantifiées pour l'application d'un algorithme.

Les données bibliographiques quantitatives étant rares (probabilité d'observer tel critère pour telle maladie), une évaluation semi-quantitative par un groupe de seize experts a été mobilisée afin d'estimer la probabilité de présence de chaque critère épidémio-clinique pour chaque maladie de l'étude. Cette méthode était d'autant plus adéquate que le temps disponible pour l'étude était limité et qu'elle était suffisante pour l'établissement d'un premier prototype.

Un questionnaire en ligne (utilisant le logiciel Sphinx) a ainsi été conçu pour recueillir les avis des experts.

Il a été demandé à chaque expert d'évaluer la fréquence d'apparition de chaque critère clinique en cas d'infection par la maladie concernée. Cette évaluation semi-quantitative s'est faite par une

note de 0 à 10, la note 0 signifiant « absence de ce signe », la note 10 « présence systématique de ce signe ».

Certaines règles ont été adoptées afin d'éviter un renseignement fastidieux de notes nulles et diminuer ainsi le temps de renseignement des questionnaires par les experts qui, potentiellement, pouvaient répondre pour 27 maladies, chacune regroupant 119 critères à évaluer. En particulier, les critères identifiés comme présents d'après les recherches bibliographiques avaient été mis en évidence par une croix, et une réponse était obligatoire pour ces critères. Pour les autres critères, la note était pré-renseignée à 0, mais elle pouvait être modifiée lorsque l'expert estimait que ce signe pouvait être observé.

## 3. CONSTRUCTION D'UN ALGORITHME

L'OAD repose sur un algorithme mathématique qui ordonne de manière décroissante les maladies exotiques de l'étude selon leur « correspondance » avec le tableau clinique observé (traduit par un vecteur  $v_o$ ).

La méthode utilisée pour la construction de l'algorithme est adaptée du modèle de *classifieur bayésien naïf* [Azé, 2006]. Ainsi, lors du renseignement de  $v_o$ , l'équation utilisée permet de calculer un score  $S$  pour chaque maladie  $M_k$  ( $k \in \mathbb{N}$  avec  $1 \leq k \leq 22$  pour les bovins,  $1 \leq k \leq 16$  pour les petits ruminants), qui reflète la correspondance de celle-ci avec le tableau clinique observé. Des hypothèses ont par ailleurs été retenues afin de construire une équation spécifique à ce travail. En particulier, le « prior » a été considéré identique pour l'ensemble des maladies exotiques, et des pondérations ont été appliquées afin de moduler l'influence de certains critères sur le score final : les signes cliniques généraux  $s_i$  ( $i \in [1-15]$ ), ainsi que les critères épidémiologiques retenus (morbidité, létalité chez les jeunes animaux, létalité chez les animaux adultes  $s_i$  ( $i \in [117-119]$ )) ont été considérés comme moins signifiants ou plus difficiles à objectiver. L'équation est alors la suivante :

$$S(M_k|v_o(S)) = C \times \prod_{i=1}^{15} [P(s_i = v_o(s_i))]^{1/2} \times \prod_{i=16}^{116} [P(s_i = v_o(s_i))] \times \prod_{i=117}^{119} [P(s_i = v_o(s_i))]^{1/2}$$

Avec  $C$  une constante réelle et  $s_i$  le critère épidémio-clinique  $i$ ,  $i \in \mathbb{N}$  avec  $1 \leq i \leq 119$ .

---

## IV - PREMIÈRE ÉVALUATION DE L'OAD PAR SIMULATION

---

### 1. PROTOCOLES DE SIMULATION

Des simulations ont été mises en œuvre afin d'appréhender les performances de l'OAD. Deux types de simulations ont été effectués : la *Simulation 1* visait à objectiver les proximités entre les tableaux épidémiocliniques des différentes maladies. Ainsi, elle apporte une aide à l'interprétation des *Simulations 2a, 2b* et *2c* qui, quant à elles, ont permis d'étudier la variabilité des scores et des classements en introduisant artificiellement une certaine variabilité dans les observations épidémiocliniques entrées dans le modèle. En effet, une infection « réelle » peut se traduire par des tableaux cliniques qui présentent une certaine variabilité par rapport à un tableau « archétypique », que les facteurs de variabilité portent sur les signes décrits pour la maladie (*Simulation 2a*) ou non (*Simulations 2b* et *2c*).

#### ❖ **Simulation 1 : Mise en évidence de proximités dans les tableaux cliniques**

Le tableau épidémioclinique le plus caractéristique de chaque maladie a été déterminé : tous les critères cliniques dont la note était supérieure à 5/10 (*i.e.* ceux qui étaient plus souvent présents qu'absents) ont été considérés présents, et à l'inverse tous les critères dont la note était inférieure ou égale à cinq ont été considérés absents. Les trois critères épidémiologiques ont été fixés à la modalité la plus fréquemment décrite.

Ce tableau « caractéristique » d'une maladie (appelée «  $M_{ref}$  » pour « maladie de référence ») a été renseigné en entrée dans l'OAD. Ont alors été calculés :

- le score calculé pour  $M_{ref}$ ,
- la différence relative  $D_{rel}$  entre le score obtenu pour  $M_{ref}$  et le score pour chacune des autres maladies pour ce tableau clinique.

Cette évaluation a permis de moduler l'interprétation des simulations suivantes, en évaluant pour les maladies proches les risques de confusion diagnostique pour des tableaux considérés comme caractéristiques.

#### ❖ **Simulations 2 : Variabilité des scores obtenus lors de simulations d'élevages atteints**

- **Simulation 2a** : Simulation de tableaux épidémiocliniques concordant avec la base de connaissances

Pour chaque maladie, 1 000 tableaux épidémiocliniques ont été simulés à partir des notes attribuées à chaque critère dans la base de connaissances. Plus précisément, pour chaque tableau épidémioclinique simulé, la probabilité d'observer un critère épidémioclinique donné a été tirée au sort à partir d'une distribution de Bernoulli de moyenne égale à la note affectée à ce critère (par exemple, si pour une maladie  $M$  la note associée au critère « hyperthermie » est 7/10, alors sur les 1 000 tableaux simulés, 700 avaient le critère « hyperthermie » présent). En combinant l'ensemble des critères (tirés au sort de manière indépendante), ces 1 000 tableaux simulés représentent une certaine variabilité observable sur le terrain en cas d'atteinte par une même maladie. Ainsi, pour chaque maladie  $M_{ref}$ , (« maladie de référence ») les 1 000 tableaux simulés ont été renseignés en entrée du modèle. Ont ensuite été calculées :

- la proportion des simulations pour lesquelles la maladie  $M_{ref}$  obtenait le score le plus élevé,
- la proportion des simulations pour lesquelles la maladie  $M_{ref}$  était présente dans la liste des cinq maladies ayant obtenu les scores les plus élevés.

- **Simulation 2b** : Simulation de tableaux épidémiocliniques avec ajout de bruit

Mille tableaux épidémiocliniques ont été simulés pour chaque maladie selon le principe de la *Simulation 2a*. Cependant, pour chacun d'entre eux, de un à quatre critères cliniques non caractéristiques de la maladie, appelés « critères parasites », ont été ajoutés. Un premier tirage au sort permettait de choisir le nombre de critères parasites à ajouter (1 à 4), puis un deuxième tirage choisissait ces critères parmi les critères cliniques dont la note était égale à zéro, et leur attribuait une note attestant leur présence.

À nouveau, les proportions de simulations pour lesquelles la maladie  $M_{ref}$  obtenait le meilleur score, ou l'un des cinq meilleurs scores, ont été calculées.

- **Simulation 2c** : Simulation de tableaux épidémio-cliniques avec un ajout de bruit plus important

Il s'agit d'une simulation similaire à la *Simulation 2b*, pour laquelle l'ajout de critères cliniques non caractéristiques de la maladie  $M_{ref}$  a été plus important (entre 5 à 8 critères).

L'algorithme de l'outil et les simulations ci-dessus ont été programmés dans R ([www.r-project.org/](http://www.r-project.org/)).

## 2. RÉSULTATS DES SIMULATIONS

Concernant la *Simulation 1*, pour les maladies bovines, nous avons pu remarquer :

- la proximité entre certains tableaux : notamment entre la maladie de Wesselsbron, la maladie d'Akabane, la FCO et, de manière moins marquée, la brucellose ( $|ID_{rel}| < 0,999$ ),
- à l'inverse, certains tableaux sont très « pathognomoniques », comme ceux de la dermatose nodulaire contagieuse ou de la maladie d'Aujeszky ( $|ID_{rel}| > 0,999999999$ ).

Pour les petits ruminants, nous avons pu remarquer :

- la proximité entre la maladie de Wesselsbron, la maladie d'Akabane, et dans une moindre mesure la brucellose ( $|ID_{rel}| < 0,99$ ),
- la proximité marquée entre la clavelée, la variole caprine ( $|ID_{rel}| < 0,9999999$ ) et, dans une moindre mesure, la fièvre aphteuse,

- certains tableaux plus « caractéristiques » : la peste des petits ruminants par exemple ( $|ID_{rel}| > 0,999999999$ ).

Ces résultats montrent une première limite de cette simulation pour laquelle les résultats sont difficilement lisibles. D'autres méthodes telles que l'analyse des correspondances multiples par exemple pourraient permettre de mettre en évidence des rapprochements de manière plus nette.

Concernant la *Simulation 2*, lors des simulations de 1 000 tableaux épidémio-cliniques sans ajout de bruit, le bon diagnostic était présent dans les cinq premières propositions pour 100 % des tableaux simulés. Selon les maladies, il était en première position pour 83,8 à 100 % des tableaux simulés (deuxième colonne en gras du tableau 2 présentant ici uniquement les résultats pour les bovins). De manière logique, ces proportions diminuent avec l'augmentation du nombre de signes « parasites » introduits dans les simulations.

Les simulations ainsi réalisées semblent montrer une efficacité satisfaisante de ce premier prototype d'OAD, et la pertinence d'évaluer de manière automatique la correspondance entre une observation de terrain et une liste de maladies, dont les caractéristiques sont connues et enregistrées dans une base de connaissances.

Cependant, il est important de rappeler que si ces bons résultats traduisent une certaine qualité de l'OAD, celle-ci a été renforcée par :

- le nombre relativement faible de maladies incluses dans l'étude,
- la multiplicité des manifestations cliniques associées. Nous avons d'ailleurs pu remarquer que lors des *Simulations 2*, les maladies pour lesquelles le bon diagnostic était donné en première position avec une proportion plus faible avaient été identifiées comme particulièrement proches d'autres maladies par la *Simulation 1*.

**Tableau 2**  
**Résultats des simulations 2a, 2b et 2c pour les maladies bovines**

Maladie utilisée comme référence pour la simulation des tableaux épidémiocliniques	<i>Simulation sans ajout de "bruit" (Simulation 2a)</i>		<i>Simulation avec ajout de "bruit"</i>			
			<i>1 à 4 signes ajoutés (Simulation 2b)</i>		<i>5 à 8 signes ajoutés (Simulation 2c)</i>	
	<b>Simulations pour lesquelles l'algorithme a placé la maladie de référence (%)</b>					
	En 1 <sup>ère</sup> place	Parmi les 5 premières	En 1 <sup>ère</sup> place	Parmi les 5 premières	En 1 <sup>ère</sup> place	Parmi les 5 premières
<b>Babésiose</b>	<b>100</b>	100	100	100	99,2	100
<b>Brucellose</b>	<b>98,8</b>	100	98	100	96,2	100
<b>Cowdriose</b>	<b>99,9</b>	100	99,7	100	98,6	100
<b>Dermatose nodulaire contagieuse</b>	<b>100</b>	100	100	100	100	100
<b>Ehrlichiose monocytaire</b>	<b>99,8</b>	100	99,3	100	95,9	100
<b>Encéphalite bovine à BHV5</b>	<b>100</b>	100	99,1	100	96,3	99,9
<b>Fièvre aphteuse</b>	<b>99,5</b>	100	99,7	100	99,4	100
<b>Fièvre catarrhale ovine</b>	<b>83,8</b>	100	81,1	100	69,6	99,9
<b>Fièvre de la vallée du Rift</b>	<b>99,8</b>	100	99,4	100	99,5	100
<b>Fièvre des trois jours</b>	<b>99,9</b>	100	99,2	100	97,4	99,9
<b>Maladie d'Akabane</b>	<b>98,3</b>	100	94,5	100	83,9	99,9
<b>Maladie d'Aujeszky</b>	<b>99,9</b>	100	99,8	100	99,8	100
<b>Maladie hémorragique épizootique</b>	<b>99,2</b>	100	99,2	100	97,9	99,9
<b>Maladie d'Ondirii</b>	<b>99,9</b>	100	100	100	100	100
<b>Maladie de Wesselsbron</b>	<b>96,8</b>	100	86,2	100	63,1	100
<b>Péripneumonie contagieuse bovine</b>	<b>99,9</b>	100	99,5	100	95,3	100
<b>Peste bovine</b>	<b>100</b>	100	100	100	100	100
<b>Rage</b>	<b>100</b>	100	99,8	100	98,8	100
<b>Septicémie hémorragique</b>	<b>100</b>	100	100	100	100	100
<b>Stomatite vésiculeuse</b>	<b>100</b>	100	99,7	100	94	100
<b>Theilériose</b>	<b>100</b>	100	99,1	100	96,7	100
<b>Trypanosomoses</b>	<b>100</b>	100	99,7	100	99,4	100

## V - LA NÉCESSAIRE PARTICIPATION ET ADHÉSION DES ACTEURS DE TERRAIN

Si la pertinence technique de l'OAD a été montrée à l'issue de la phase de développement théorique, il s'agissait ensuite d'étudier comment il pourrait

être intégré au sein du système global de surveillance des maladies exotiques.

La mise en place d'un projet destiné à être intégré à un « service public<sup>4</sup> » tel que celui présenté ici est complexe car l'éventail d'acteurs concernés, qu'ils soient publics ou privés, est très large.

Ainsi, une première consultation des acteurs potentiellement concernés par l'OAD a été réalisée afin d'identifier leurs points de vue (tableau 3). Il

s'agissait notamment de soulever leurs interrogations et leurs éventuelles résistances face au projet. Cette approche participative visait deux objectifs : l'adaptabilité du projet au terrain, et l'adhésion et la participation des acteurs et des bénéficiaires potentiels du projet [Foudriat, 2011].

**Tableau 3**  
**Participation à l'étude d'intégration de l'OAD**

	Organisme ou fonction	Nombre de personnes contactées	Nombre de personnes ayant participé
Services vétérinaires	DGAI	8	3
	DDecPP	2	2
Vétérinaires	Vétérinaire praticien et/ou représentant de la SNGTV	7	5
Représentants d'éleveurs	GDS France	2	2
	Coop de France	2	2
<b>TOTAL</b>		<b>21</b>	<b>14</b>

Si la majorité des acteurs contactés ont très bien accueilli le projet, certaines incertitudes ou résistances réelles pourraient constituer un frein à l'utilisation de l'OAD, notamment chez les vétérinaires de terrain.

Premièrement, certaines craintes concernent les aspects techniques de l'outil : le cas échéant, la difficulté d'utilisation et le caractère chronophage de l'OAD seraient probablement rédhibitoires. De plus, la fonctionnalité d'aide au diagnostic pourrait ne pas être suffisamment attrayante pour les vétérinaires de terrain expérimentés. Enfin, certaines résistances sont liées à l'acceptabilité limitée d'un outil que l'on pourrait rapprocher de l'intelligence artificielle, source de débats.

Si les propos ainsi recueillis ne peuvent être considérés comme représentatifs, ils permettent

tout de même de dégager certaines pistes de travail. Ainsi, il serait pertinent d'évaluer la représentativité des propos recueillis par une étude plus poussée auprès des vétérinaires de terrain : ces derniers ont-ils parfois des difficultés pour poser leur diagnostic ? Sont-ils confiants envers un résultat fourni de manière automatique par une application informatique ?

Enfin, ces entretiens ont également permis d'envisager d'autres fonctionnalités associées à l'OAD, par la valorisation des données renseignées. Par exemple, l'enregistrement local des données pourrait permettre d'améliorer le suivi clinique des élevages de la clientèle du vétérinaire. L'utilisation anonyme de ces données à l'échelle nationale pourrait quant à elle permettre la mise en place d'une surveillance syndromique.

<sup>4</sup> Un « service public » est « une activité d'intérêt général assurée par un organisme public ou privé soumis aux règles qui sortent du droit commun ».



---

## VI - CONCLUSION

---

La construction d'un premier prototype d'OAD s'appuyant sur une approche bayésienne a démontré la possibilité d'évaluer de manière automatisée la correspondance entre une observation de terrain et un ensemble de maladies exotiques des ruminants domestiques. Elle a aussi permis de mettre en évidence les difficultés rencontrées dans le développement d'un tel outil, ses limites, et d'identifier les axes pour lesquels un investissement important doit être envisagé. Malgré ces imperfections, les résultats encourageants obtenus par simulation laissent penser que le développement de ce type d'outil serait, bien que long et difficile, réalisable et efficace dans ses limites d'applicabilité (maladies aigües notamment).

A long terme, il pourrait être envisagé d'intégrer également dans cet outil les maladies présentes sur le territoire français, afin d'améliorer l'articulation de la surveillance des maladies exotiques avec la démarche de diagnostic différentiel réalisée quotidiennement par les vétérinaires praticiens.

De manière complémentaire, la consultation d'acteurs de la surveillance a révélé un accueil favorable au projet. Cependant, des études complémentaires doivent être menées auprès des

vétérinaires de terrain pour préciser les conditions d'usage de l'OAD.

Enfin, il est important de rappeler que cet outil ne vise en aucun cas à remplacer l'expertise du vétérinaire. L'OAD doit rester un outil, complémentaire de ceux dont le vétérinaire dispose déjà. Il a notamment pour but de remémorer aux vétérinaires les maladies rares, habituellement écartées car souvent mal connues. Il permet d'initier une démarche d'investigation intellectuelle prenant en compte ces maladies (liens vers les monographies associées aux maladies proposées en particulier).

S'agissant d'un outil transversal où se mêlent suivi des élevages, formation des vétérinaires, surveillance événementielle et surveillance syndromique, l'OAD permet de relier différents acteurs autour d'un projet commun. Parce qu'elle a pour objectif l'amélioration de l'efficacité des dispositifs de surveillance, et parce qu'elle est née de cette même approche partenariale, la Plateforme d'épidémiosurveillance en santé animale (Plateforme ESA, [www.plateforme-esa.fr](http://www.plateforme-esa.fr)) apparaît être l'organisation légitime pour la prise en charge des suites à donner à cette étude, dans une perspective de mise en œuvre concrète de l'OAD.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

Anonyme - Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. JORF n°0187 du 13 août 2013.

Azé J. - Formation par apprentissage, 3ème année : Bayésien naïf. Polytech'Paris-Sud, 2006, département informatique.

Desenclos J.C., Calavas D. - Veille sanitaire et émergence des maladies infectieuses chez l'animal et l'Homme - Concepts et définitions. *Bull. Epi. Santé Anim. Alim.*, 2015, 66, 4-6.

Foudriat M. - Sociologie des organisations, 3<sup>e</sup> édition. Pearson Education, 2011.

Lefèvre P.C., Blancou J., Chermette R. - Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail -

Europe et régions chaudes, Maladies bactériennes, mycoses, maladies parasitaires. Editions TEC et DOC, 2003a.

Lefèvre P.C., Blancou J., Chermette R. - Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail - Europe et régions chaudes. Généralités, maladies virales. Editions TEC et DOC, 2003b.

OIE - Code sanitaire pour les animaux terrestres. Organisation mondiale de la santé animale, 2014.

OIE - Reconnaissance officielle du statut sanitaire. Disponible sur : <http://www.oie.int/fr/sante-animale-dans-le-monde/statuts-officiels-des-maladies/procedures-et-mesures-officielles/> (consultation : 23/04/15), 2015.

Perrin J.B., Desvaux S., Sailleau C., Bréard E., Viarouge C., Bournez L., Zientara S. - Fièvre catarrhale ovine en 2014 : maintien du statut indemne en France continentale, maîtrise de l'épizootie de sérotype 1 en Corse. *Bull. Épid. Santé Anim. Alim.*, 2015, **71**, 41-44.

Rautureau S., Perrin J.B., Rosières X. - Prévention et préparation à la maîtrise des maladies animales

émergentes ou exotiques susceptibles d'être introduites en France. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.*, 2015, **66**, 19-22.

Thompson D. - Economic costs of the foot and mouth disease outbreak in the United Kingdom in 2001. *Rev. Sci. Tech. OIE*, 2002, **21**, 675-687.



## Remerciements

Cette étude a été menée dans le cadre de la thèse de doctorat vétérinaire d'une étudiante inspecteur de la santé publique vétérinaire (École nationale des services vétérinaires). Les experts ayant répondu au questionnaire ou ayant interagi avec le responsable de l'étude sont remerciés pour leur implication (C. Chartier, P. Dorchies, B. Dufour, B. Garin-Bastuji, P. Jacquiet, M.-F. Le Potier, Y. Leforban, P. Marianneau, F. Moutou, M. Savey, B. Toma, J. Vialard, G. Zanella). Les représentants des éleveurs, des vétérinaires et de l'administration consultés pour les conditions de mise en œuvre de l'OAD sont également remerciés pour leur participation (P. Amar, D. Boisseleau, C. Brard, E. Garin, S. Hosteing, C. Marcé, A. Touratier, I. Tourette, S. Traynard). Remerciements enfin à l'unité Epidémiologie de l'Anses Lyon (G. Cazeau, E. Gay, V. Hénaux, C. Sala, J.-L. Vinard) et à l'unité Anses-UCAS (P. Hendrikx) pour les échanges scientifiques ou techniques qui ont enrichi et permis la déclinaison pratique du projet.