

Etude sur l'analyse de risque de la Fièvre Catarrhale Ovine (*Bluetongue*) dans le bassin ovin laitier de Roquefort : cas particulier des centres d'insémination artificielle

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2007
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Olivier, Yann, Jacques ESNAULT
Né le 28 mai 1980 à Rennes (35)

Directeur de thèse : M. le Docteur Stéphane BERTAGNOLI

JURY

PRESIDENT :
M. Christophe PASQUIER

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :
M. Stéphane BERTAGNOLI
M. Gilles MEYER

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur	: M.	A. MILON
Directeurs honoraires	M.	G. VAN HAVERBEKE
	M.	P. DESNOYERS
Professeurs honoraires	M.	L. FALIU
	M.	C. LABIE
	M.	C. PAVAU
	M.	F. LESCURE
	M.	A. RICO
	M.	A. CAZIEUX
	Mme	V. BURGAT
	M.	J. CHANTAL
	M.	J.-F. GUELF
	M.	M. EECKHOUTTE
	M.	D. GRIESS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **MARTINEAU Guy-Pierre**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
M. **DUCOS de LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
Mlle. **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores domestiques*

INGENIEUR DE RECHERCHE

- M. **TAMZALI Youssef**, *Responsable Clinique équine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRE DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAÎTRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mme **BENNIS-BRET, Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mme **BOUCLAINVILLE –CAMUS, Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DOSSIN Olivier, (DISPONIBILITE)** *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie du bétail*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé Avicoles et Cunicoles*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologie, Histologie*
Mme **LETRON –RAYMOND, Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **MONNEREAU Laurent**, *Anatomie, Embryologie*
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
Mme **TROEGELER –MEYNADIER, Annabelle**, *Alimentation*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*
M. **VOLMER Romain**, *Infectiologie*

MAÎTRES DE CONFERENCES CONTRACTUELS

- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie du bétail*
Mlle **GOSSOT Pauline**, *Pathologie Chirurgicale*
Mlle **RATTEZ Elise**, *Médecine*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mlle **BIBBAL Delphine**, *H.I.D.A.O.A Sciences de l'Alimentation*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
M. **NOUVEL Laurent-Xavier**, *Pathologie de la reproduction*
M. **PAIN Amélie**, *Médecine Interne*
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*
M. **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*

A notre Président de thèse,

Monsieur le Professeur Christophe PASQUIER

Professeur des Universités

Praticien hospitalier

Virologie

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A notre jury de thèse :

Monsieur le Docteur Stéphane BERTAGNOLI

Maître de Conférence à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie infectieuse

Grâce à qui ce travail a pu être réalisé et finalisé dans les meilleurs délais, et qui nous a fait l'honneur de diriger cette thèse.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.

Monsieur le Docteur Gilles MEYER

Maître de Conférence à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie des ruminants

Qui nous fait l'honneur de participer à notre jury de thèse.

Sincères remerciements.

A Monsieur Guillaume GERBIER, chercheur au CIRAD (UR-16), pour son aide et son encadrement.

A Monsieur Thierry BALDET, chercheur au CIRAD, pour son aide, son encadrement, et son enthousiasme pour les *Culicoides*.

A Elisabeth LEPETITCOLLIN, Christian MULATO, Michel BRIOIS, Jean-Pierre BELLOC et les autres membres du groupe de travail « Bluetongue » qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Sincère reconnaissance.

A la mémoire de ma grand-mère Paulette Esnault

A mes parents, Robert et Mireille, pour leur exceptionnelle patience et pour leur amour.

A ma sœur Gaëlle, parce qu'elle est mignonne.

A mon grand-père Jacques et à Germaine

A la famille rennaise et surtout aux petits frères

A la famille normande. Un coucou aux cousins

Aux amis d'enfance : les loches du moulin. Renaud, Gauthier, David, Luc, Seb, Ben, Mathieu, les autres et les femmes associées.

Aux amis de l'école. Ça peut être l'occasion comme à Cannes, de remettre quelques palmes : La palme du « meilleur cuisinier, de la clarté d'expression, de l'aventurier sexy et de la verdure dans tous ses états » à Nico élatte,

La palme de « la dent, du mariage, du whisky-coca, du canapé, des trois-quatre déséquilibres, de la matière en septembre pour faire comme les copains, du ramasse-crotte et j'en passe » à Ti Nico,

La palme de « la rousseur non assumée et du poulet au curry » à Clém,

La palme de « la folie douce, de la stabilité, de la certitude de ses convictions et de la sobriété » à Matt,

La palme de « la gentillesse, la raideur et du trophée VIRBAC » à Alex Pourrisse,

Une double palme pour « les apéros, le rhum, toutes les petites gâteries et le dos de cristal » à Caro et Diego Tristan,

La palme des « sorties en ville et d'un petit quelque chose », à Mado,

La palme de « la grosse poitrine et parce que y a rien d'autre à ajouter » à Majida,

La palme de « l'Orchestre du Capitole, de la blondeur et de l'hystérie plus ou moins contenue » à Picoti, picota, etc...,

La palme de « la culture, des études, du plus gros débit de parole à la seconde » à Iniou Montagne ou Niou-Niou ou Miniou-Miniou,

La palme du « Pull-over Rouge et du bar » au sempiternel Romu,

La palme du « rire débile, de l'informatique, de la princesse et de l'insupportabilité » à Valalaïe,

La palme de « PES, Shev, Poppel et des bonnes soirées » à Ben Léger,

La palme de « la Maman, du mariage, du magret et du chien vraiment trop con » à Choupitte,

La palme du « kebab, des faux reproches, de la Syrie et des voyages à Amsterdam » à Gaby H.,

La palme du « ragga à la DSV, de la confiture et de la prononciation des noms tordus » à Piétrouche,

La palme de « la gaffeuse débordée » à Cathy Cat,

La palme de « la mamie et de la marche de l'empereur à Madagascar » à Gayele,

La palme de « cinq voyelles et quatre consonnes c'est le prénom de Rafayele » à Raphaëlle,

La palme du « sauvetage à distance de la thèse » au Bastardo,

A tous les autres, Tapan, Hélène, Omeg et compagnie, les microcosmiens fous : Ben, Adrien, Julie, 100Pi, Zoul... Aux poulots, Marco le dormeur et consorts... aux compagnons de TP qu'il me semble avoir croisé une ou deux fois : Marco, Sab, Emilie, et les autres. A Clotilde, à Ibrahima, Arena, Sylvie, Marion, Amaia, Fanny et autres tropicalistes. Au club aquario,

A tous les chiens que j'ai pu fréquenter et apprécier : Moumoune, Lily la folasse, Uapo et à la mémoire de l'exceptionnel Pilou, béant parmi les béants. A Shiva. A Nico élatte encore une fois.

Aux montpelliérains, Fred et compagnie, Elodie, Carlène et sa super colloc, Marisa (Zaza), Marie-Marie et les autres !

Aux docteurs vétérinaires de la clinique des peupliers à Plélan-le-Grand : les Drs Laurent, Lecomte, Robcis et de Vault. Pour leurs qualités didactiques exceptionnelles. Pour savoir redonner confiance aux moments opportuns. Pour m'avoir plus d'une fois donné l'envie de poursuivre mes études quand les envies étaient moindres et pour le plus impensable : avoir failli me convaincre de faire de la clientèle.

Aux collègues du CIRDES, Jérémy et Laure (et leurs familles !)

A la Bretagne.

A Horst Tappert, génial acteur, qui nous a tous sauvé de bien des après-midi de désœuvrement.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	- 11 -
PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	- 12 -
1 CONTEXTE.....	- 12 -
1.1 <i>Le secteur ovin dans le bassin laitier de Roquefort.....</i>	<i>- 12 -</i>
1.1.1 <i>L'Aveyron et le Roquefort : la production laitière ovine.....</i>	<i>- 12 -</i>
1.1.2 <i>Le bassin de Roquefort.....</i>	<i>- 13 -</i>
1.1.3 <i>La filière viande.....</i>	<i>- 13 -</i>
1.2 <i>La maladie : la fièvre catarrhale ovine dans le bassin méditerranéen.....</i>	<i>- 14 -</i>
1.2.1 <i>La maladie.....</i>	<i>- 14 -</i>
1.2.1.1 <i>L'agent pathogène :.....</i>	<i>- 14 -</i>
1.2.1.2 <i>Sources et transmission de l'infection :.....</i>	<i>- 15 -</i>
1.2.1.2.1 <i>Durée de la virémie :.....</i>	<i>- 15 -</i>
1.2.1.2.2 <i>Vecteurs :.....</i>	<i>- 15 -</i>
1.2.1.2.3 <i>Evolution :.....</i>	<i>- 17 -</i>
1.2.1.3 <i>Symptômes :.....</i>	<i>- 17 -</i>
1.2.1.3.1 <i>Chez les ovins :.....</i>	<i>- 17 -</i>
1.2.1.3.2 <i>Chez les bovins :.....</i>	<i>- 17 -</i>
1.2.1.3.3 <i>Chez les caprins :.....</i>	<i>- 18 -</i>
1.2.1.4 <i>Lésions :.....</i>	<i>- 18 -</i>
1.2.1.5 <i>Diagnostic :.....</i>	<i>- 18 -</i>
1.2.2 <i>Historique : dispersion de la maladie.....</i>	<i>- 18 -</i>
1.2.3 <i>Conséquences, mise en pratique et nécessité d'une analyse de risque au niveau de l'insémination artificielle pour l'Aveyron.....</i>	<i>- 20 -</i>
2 L'ANALYSE DE RISQUE.....	- 21 -
2.1 <i>L'identification des dangers.....</i>	<i>- 22 -</i>
2.2 <i>Appréciation du risque.....</i>	<i>- 22 -</i>
2.2.1 <i>Appréciation de l'émission.....</i>	<i>- 22 -</i>
2.2.2 <i>Appréciation de l'exposition.....</i>	<i>- 23 -</i>
2.2.3 <i>Appréciation des conséquences sanitaires et économiques.....</i>	<i>- 23 -</i>
2.2.4 <i>Estimation du risque.....</i>	<i>- 23 -</i>
2.2.5 <i>Evaluation du risque.....</i>	<i>- 24 -</i>
2.3 <i>Communication du risque.....</i>	<i>- 24 -</i>
2.4 <i>Analyse de risque quantitative.....</i>	<i>- 24 -</i>
2.5 <i>Analyse de risque qualitative.....</i>	<i>- 24 -</i>
PARTIE II : APPLICATION DE LA DEMARCHE D'ANALYSE DE RISQUE A LA FIEVRE CATARRHALE OVINE DANS LE BASSIN OVIN LAITIER DE ROQUEFORT : CAS PARTICULIER DES CENTRES D'INSEMINATION ARTIFICIELLE.....	- 25 -
1 MATERIEL ET METHODES.....	- 25 -
1.1 <i>Collecte d'informations.....</i>	<i>- 25 -</i>
1.2 <i>Enquêtes entomologiques.....</i>	<i>- 25 -</i>
1.3 <i>Cartographie.....</i>	<i>- 26 -</i>
2 IDENTIFICATION DES DANGERS ET APPRECIATION DE L'EMISSION EN FONCTION DES DIFFERENTES VOIES D'ENTREE POTENTIELLES DU VIRUS DANS LES CENTRES D'INSEMINATION ARTIFICIELLE.....	- 26 -
2.1 <i>Dangers liés à l'introduction d'animaux malades.....</i>	<i>- 27 -</i>
2.1.1 <i>Conditions pour l'introduction.....</i>	<i>- 27 -</i>
2.1.2 <i>Mesures de contrôle entraînant une réduction du risque.....</i>	<i>- 27 -</i>
2.1.2.1 <i>Maladie à déclaration obligatoire.....</i>	<i>- 27 -</i>
2.1.2.1.1 <i>Suivi sur le territoire métropolitain.....</i>	<i>- 27 -</i>
2.1.2.1.2 <i>Restriction aux importations.....</i>	<i>- 28 -</i>
2.1.2.2 <i>Contrôle au niveau des élevages sélectionneurs.....</i>	<i>- 28 -</i>
2.1.3 <i>Appréciation qualitative du risque.....</i>	<i>- 28 -</i>
2.2 <i>Apparition d'un vecteur infecté.....</i>	<i>- 29 -</i>
2.2.1 <i>Conditions pour l'introduction.....</i>	<i>- 29 -</i>
2.2.1.1 <i>Introduction de C. imicola infectés.....</i>	<i>- 30 -</i>
2.2.1.2 <i>Acquisition de la capacité vectorielle des espèces locales (C. pulicaris et C. obsoletus).....</i>	<i>- 31 -</i>
2.2.1.2.1 <i>Situation des culicoïdes des complexes Obsoletus et Pulicaris.....</i>	<i>- 31 -</i>
2.2.1.2.2 <i>Espèces de Ceratopogonidae et de Culicoides présentes dans l'Aveyron : résultats des piégeages.....</i>	<i>- 32 -</i>
2.2.2 <i>Mesures de surveillance permettant d'apprécier le risque.....</i>	<i>- 33 -</i>

2.2.2.1	Protocole de surveillance entomologique normale.....	33 -
2.2.2.2	Protocole de surveillance entomologique renforcée.....	34 -
2.2.2.3	Mise en place d'une surveillance renforcée dans le département des Pyrénées Atlantiques	34 -
2.2.3	<i>Appréciation qualitative du risque</i>	34 -
2.3	<i>Dangers liés aux vaccins</i>	35 -
2.3.1	<i>Le vaccin à virus vivant atténué</i>	35 -
2.3.2	<i>Le vaccin à virus inactivé</i>	35 -
2.3.3	<i>Introduction du vaccin</i>	35 -
2.3.4	<i>Mesures de contrôle de la vaccination</i>	36 -
2.3.5	<i>Appréciation qualitative du risque</i>	36 -
2.4	<i>Bilan : représentation schématique</i>	36 -
3	APPRECIATION DE L'EXPOSITION.....	38 -
3.1	<i>Les élevages sélectionneurs</i>	38 -
3.2	<i>Les centres d'insémination artificielle et leurs flux d'animaux</i>	38 -
3.2.1	<i>Le centre du Bourguet</i>	38 -
3.2.1.1	Environnement géographique.....	38 -
3.2.1.2	Les flux d'animaux	38 -
3.2.2	<i>Le centre de La Glène</i>	39 -
3.2.2.1	Environnement géographique.....	39 -
3.2.2.2	Flux d'animaux	39 -
3.3	<i>Les mesures sanitaires</i>	39 -
3.4	<i>Imperméabilité des centres aux insectes</i>	39 -
3.4.1	<i>Environnement</i>	39 -
3.4.2	<i>Éléments propres et architecture</i>	39 -
3.5	<i>Bilan de l'exposition</i>	40 -
4	APPRECIATION DE LA DISSEMINATION DU VIRUS PAR LA SEMENCE.....	40 -
4.1	<i>Isolement du virus dans la semence</i>	40 -
4.1.1	<i>Chez les bovins</i>	40 -
4.1.2	<i>Facteurs de présence du virus dans la semence et isolement</i>	41 -
4.1.3	<i>Effets sur la fertilité</i>	41 -
4.2	<i>Transmission du virus via la semence et qualification de son risque</i>	41 -
5	COMMUNICATION SUR LE RISQUE.....	42 -
6	CONSEQUENCES ET PERSPECTIVES.....	42 -
6.1	<i>Proposition d'une qualification indemne de fièvre catarrhale ovine des centres d'insémination</i> ...	42 -
6.2	<i>Proposition d'un protocole de désinsectisation des centres</i>	44 -
6.2.1	<i>Insecticides pour le traitement des animaux</i>	44 -
6.2.2	<i>Traitements des bâtiments utilisés pour l'hébergement des animaux des espèces sensibles</i>	44 -
6.2.3	<i>Traitement des abords et des gîtes</i>	44 -
6.2.4	<i>Désinsectisation des véhicules utilisés pour le transport des animaux</i>	45 -
6.3	<i>Conséquences économiques : évocation de différents scénarios</i>	45 -
7	CARACTERISATION FINALE DU RISQUE	49 -
8	DISCUSSION ET LIMITES DU TRAVAIL.....	49 -
9	SITUATION DE LA FCO EN EUROPE DU NORD FIN 2006.....	50 -
9.1	<i>Signes cliniques, morbidité, mortalité et létalité</i>	50 -
9.2	<i>Distribution temporelle et spatiale du virus</i>	51 -
9.3	<i>Rôle des facteurs environnementaux : cas particulier du vent</i>	53 -
9.4	<i>Rôle de l'activité et de l'intervention humaine dans l'épizootie</i>	54 -
9.4.1	<i>Voies possibles d'introduction de la maladie</i>	54 -
9.4.2	<i>Interventions humaines prévenant la dispersion des cas</i>	54 -
9.4.3	<i>Interventions humaines facilitant la dispersion du virus et des cas</i>	55 -
9.5	<i>Identification des espèces vectrices</i>	55 -
	CONCLUSION	57 -
	BIBLIOGRAPHIE	58 -
	ANNEXES	63 -
	ANNEXE 1 : EVOLUTION DE L' AIRE DE REPARTITION DE CULICOIDES IMICOLA (KIEFFER 1913).	63 -
	ANNEXE 2 : ZONAGE MIS EN PLACE EN CAS DE FOYER DE FCO.....	63 -
	ANNEXE 3 : PIEGE LUMINEUX UTILISE POUR LA CAPTURE DES CULICOIDES	64 -
	ANNEXE 4 : PRE-TRI DES CERATOPOGONIDAE	65 -
	ANNEXE 5 : SITES DE PIEGEAGES :	65 -
	ANNEXE 6 : CULICOIDES IMICOLA KIEFFER 1913.....	67 -
	ANNEXE 7 : CULICOIDES OBSOLETUS MEIGEN 1818 ET CULICOIDES PULICARIS LINNAEUS, 1758	67 -

ANNEXE 9 : LOCALISATION DES CENTRES.....	- 68 -
ANNEXE 10 : FLUX D'ANIMAUX. CENTRE DU BOURGUET (CONFEDERATION DE ROQUEFORT)	- 69 -
ANNEXE 11 : FLUX D'ANIMAUX. CENTRE DE LA GLENE (OVITEST).....	- 70 -
ANNEXE 12 : UNE DE LA DEPECHE DU MIDI.....	- 71 -
ANNEXE 13 : LISTE DES INSECTICIDES UTILISES POUR LUTTER CONTRE LES CULICOÏDES. D'APRES L'AVIS DE L'AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS SUR LA DEMANDE D'EVALUATION DES RISQUES LIES A LA MISE EN ŒUVRE DES MESURES DE DESINFECTION ET DE DESINSECTISATION CONTRE LA FIEVRE CATARRHALE DU MOUTON. PAGES 6-11/11. SAISINE N° 2001-SA-0211.	- 73 -
ANNEXE 14 : RESULTATS DE LA COMBINAISON DES DIFFERENTES APPRECIATIONS QUALITATIVES UTILISEES DANS L'ANALYSE QUALITATIVE DU RISQUE (NULLE = NU, N = NEGLIGEABLE, F = FAIBLE, M = MODEREE ET E = ELEVEE). D'APRES LE RAPPORT « FIEVRE Q : RAPPORT SUR L'EVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTE PUBLIQUE ET DES OUTILS DE GESTION DES RISQUES EN ELEVAGE DE RUMINANTS – ADOPTE PAR LE COMITE D'EXPERTS SPECIALISE « SANTE ANIMALE » LE 8 JUIN 2004 – AFSSA ».....	- 80 -
ANNEXE 15 : COMBINAISON DE PROBABILITES POUR L'ESTIMATION QUALITATIVE DU RISQUE. SELON ZEPEDA SEIN C. METHODE D'EVALUATION DES RISQUES ZOOSANITAIRES LORS DES ECHANGES INTERNATIONAUX. IN SEMINAIRE SUR LA SECURITE ZOOSANITAIRE DES ECHANGES DANS LES CARAÏBES (ED. OIE), 1998, pp2-17 -	80 -
ANNEXE 16 : FOYERS FCO BENELUX, 2006. G. GERBIER, CIRAD. SEPTEMBRE 2006.	- 81 -
ANNEXE 17 : CARTE DU RISQUE. SOURCE CIRAD.....	- 81 -

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Représentation de la densité d’ovins par commune dans l’Aveyron (données DDSV 12).....	- 13 -
Figure 2 : Détails de la structure du virus de la fièvre catarrhale ovine (Site Web FAO) ...	- 14 -
Figure 3 : Cycle évolutif des culicoïdes (Diptera, Ceratopogonidae) (Jean-Claude Delécolle, ULP Strasbourg).....	- 16 -
Figure 4 : Répartition mondiale de la FCO en 1991 (Source CIRAD)	- 19 -
Figure 5 : Représentation de la circulation des différents sérotypes de FCO 1999-2004 (source CIRAD)	- 20 -
Figure 6 : Les différentes composantes de l’analyse de risque, d’après le code terrestre de l’OIE.....	- 22 -
Figure 7 : Appréciation du risque et ses différentes composantes d’après l’OIE	- 22 -
Figure 8 : Représentation de l’émission et de l’introduction de la FCO.....	- 26 -
Figure 9 : Voies d’entrées potentielles du virus et leurs contrôles éventuels	- 36 -
Figure 10 : Nombre d’inséminations artificielles réalisées par département par Ovitest et la Confédération de Roquefort.	- 46 -
Figure 11 : Représentation du scénario 1	- 46 -
Figure 12 : Représentation du scénario 2	- 47 -
Figure 13 : Représentation du scénario 3	- 47 -
Figure 14 : Représentation des différentes zones de restriction mises en place en cas de déclaration de FCO.....	- 48 -
Figure 15 : Représentation tridimensionnelle du nombre de cas dus au BTV-8 en 2006 (Source EFSA)	- 51 -
Figure 16 : Distribution des cas en fonction du temps en 2006.	- 52 -
Figure 17 : Représentation du nombre de cas en fonction du temps selon les trois clusters (Maastricht, Köln et Gent)	- 52 -
 Tableau 1 : Nombre d’inséminations artificielles (IA) réalisées par centre d’insémination et par départements et leurs proportions respectives.....	 - 45 -

Introduction

Depuis 1998, la fièvre catarrhale ovine (FCO) sévit au travers de différents sérotypes sur le pourtour méditerranéen. La France est affectée à travers la Corse, de même que l'Espagne ou encore l'Italie. Cette maladie affecte sévèrement les ovins et a une certaine tendance à remonter vers le Nord de l'Europe.

L'économie du département de l'Aveyron repose pour une bonne part sur l'élevage ovin, notamment à cause de la filière lait et de son fleuron, le Roquefort. Géographiquement, ce département est proche du littoral méditerranéen et la survenue de la FCO est possible.

La FCO est une maladie réglementée qui, lorsqu'elle se déclare sur le territoire métropolitain entraîne l'apparition de mesures restrictives. Les mouvements d'animaux sont limités, ainsi que les mouvements de la semence, des ovules et des embryons des espèces sensibles. Pour les centres d'insémination artificielle du bassin laitier de Roquefort, la survenue d'une telle maladie pourrait donc avoir des conséquences importantes. C'est pourquoi un processus d'analyse de risque qualitatif a été organisé.

L'appréciation du risque permet de quantifier cette probabilité, le risque de survenue de la maladie. Grâce à un découpage de la séquence des événements permettant l'apparition de la maladie, une quantification du risque est possible.

Au-delà de cette simple estimation, d'autres actions d'évaluation des conséquences ou d'anticipation sont possibles. Les restrictions commerciales possibles au niveau de la semence sont importantes et variables en terme de prévision. Aussi, la proposition d'un protocole de qualification permettrait de déclarer les centres d'insémination artificielle indemnes de FCO afin de poursuivre leur activité en cas de déclaration de la maladie.

Ce travail a été réalisé entre avril et fin août 2006, juste avant l'épizootie qui s'est déclarée dans le Nord de l'Europe (Allemagne, Hollande, Belgique, Luxembourg et France).

Dans la première partie, nous verrons une synthèse bibliographique qui décrit les particularités du Bassin de Roquefort, de la maladie et nous présenterons le concept et la méthodologie de l'analyse de risque qualitative.

Dans la deuxième partie, nous exposerons les résultats obtenus au cours de chaque étape de l'analyse de risque. Nous évoquerons les différents scénarii économiques qui peuvent affecter les centres d'insémination artificielle. Enfin, après une discussion des résultats, nous évoquerons la situation de l'épizootie d'Europe du Nord qui a débuté à la fin de la réalisation de ce travail, et en quoi elle serait éventuellement susceptible de modifier les résultats précédemment obtenus.

Partie I : Synthèse bibliographique

1 Contexte

1.1 Le secteur ovin dans le bassin laitier de Roquefort

1.1.1 L'Aveyron et le Roquefort : la production laitière ovine

L'Aveyron est un des plus grands départements de France (cinquième au rang national), d'une superficie de 8735 kilomètres carrés. Sa population s'élève à 263808 habitants au dernier recensement de 1999 (l'Aveyron 12 mai 2003).

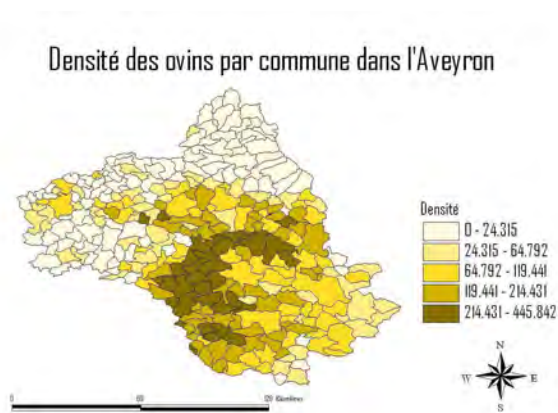
L'agriculture et l'élevage sont les fers de lance de l'économie aveyronnaise. Le secteur primaire emploie ainsi 12,6% des actifs. Il y a 24 450 actifs agricoles dont 10 930 chefs d'exploitations. Mais ceux-ci ne sont pas tous éleveurs de brebis. Ils occupent 513 360 hectares de Surface Agricole Utile (SAU) (Figure 1) (Préfecture de l'Aveyron 2003).

L'Aveyron se distingue particulièrement par sa production ovine laitière, dont son principal fleuron est le Roquefort.

Le Roquefort, fabriqué exclusivement à partir de lait de brebis, cru et entier, est un fromage à pâte persillée, en forme de cylindre d'une dizaine de centimètres d'épaisseur et dont le poids varie entre 2,5 et 2,9 kilogrammes. Ce fromage fût très tôt engagé dans des procédures de reconnaissance, de qualité, notamment pour le protéger de la concurrence et asseoir une certaine notoriété. Les faussaires sont alors punis, et le fromage ne fut plus produit qu'exclusivement sur la zone de Roquefort-sur-Soulzon. Ainsi, il bénéficia dès 1927 d'une « Appellation d'Origine », puis d'une Appellation d'Origine Contrôlée depuis 1979 et d'une Appellation d'Origine Protégée depuis 1996. Sa production oscille aux alentours de 17 000 tonnes par an. En 1979, celle-ci était de 17 700 tonnes, de 18 000 en 1989, 17 716 en 1998 et de 18 510 tonnes en 2003 (Pinchon 1989; Pinchon 1990; ONILAIT 2004).

L'industrie du Roquefort reposait en 1999 sur 2 517 exploitations agricoles productrices de lait de brebis de race Lacaune. Elles produisaient 66 900 litres de lait en moyenne. Cela représente environ 4 800 personnes actives. Sept industriels s'occupent de la transformation du lait. 1 700 employés travaillent et le chiffre d'affaire de la filière est de 1,072 milliards d'euros (Bétail 2000). La récolte du lait de brebis s'élevait à 184,5 millions de litres en 2004 (ONILAIT 2004).

Figure 1 : Représentation de la densité d'ovins par commune dans l'Aveyron (données DDSV 12)



1.1.2 Le bassin de Roquefort

La zone de collecte définie par le décret du 22 janvier 2001 relatif à l'appellation d'origine contrôlée « Roquefort » précise les zones de collecte, à savoir la totalité des communes des départements suivants : Alpes-Maritimes, Aveyron, Aude, Bouches-du-Rhône, Haute-Corse, Corse-du-Sud, Gard, Gers, Gironde, Hérault, Lot-et-Garonne, Lozère, Pyrénées-Atlantiques, Tarn, Tarn-et-Garonne et Var. Egalement, les communes du canton et des arrondissements appartenant aux départements des Alpes-de-Haute-provence (arrondissements de Barcelonnette et de Castellane), Dordogne (arrondissements de Bergerac et de Sarlat-la-Canéda), Haute-Garonne (arrondissement de Toulouse), les Landes (canton de Villeneuve-de-Marsan) et le Lot (arrondissement de Cahors). Ainsi tous ces départements, arrondissements et cantons définissent le bassin laitier de Roquefort. Mais celui-ci peut être restreint à l'arrondissement de Millau, puisque celui-ci fournit l'essentiel de l'apport laitier. Il comporte 15 cantons et 101 communes. Il représente une superficie de 3 450 kilomètres carrés et comporte trois grandes régions. Au Nord-Est, on se trouve sur le Lévézou, au Sud-Ouest sur les Monts de Lacaune et à l'Est et au Sud sur les grands Causses.

1.1.3 La filière viande

La filière viande est aussi très bien représentée dans le bassin de Roquefort. La chambre d'agriculture rappelle que c'est une production de 18650 tonnes de viande. Cette activité concerne 17% des exploitations. C'est une filière très bien organisée et l'Aveyron est le principal producteur de viande ovine à l'échelle nationale. De nombreuses productions sont labellisées et appartiennent à des filières qualité. On peut ainsi trouver l'agneau fermier de l'Aveyron, titulaire d'une Indication Géographique Protégée et du Label Rouge ; l'agneau fermier des Pays d'Oc et l'agneau « Lou Paillol » qui ont leur production soumise au Label Rouge. Enfin, le Prince Agneau obéit lui, à une Certification Conformité Produit. Ces différents sigles sont garants par définition d'une qualité et d'une homogénéité des produits et garantissent un certain revenu à l'éleveur. Le secteur de la viande dans l'Aveyron a un chiffre d'affaire de 536 millions d'euros (L'Expansion 2003).

On peut donc constater que la filière ovine, à la fois lait et viande est très importante pour l'Aveyron, d'un point de vue aussi bien économique que technique. Une bonne partie de l'économie aveyronnaise repose sur l'élevage du mouton.

1.2 La maladie : la fièvre catarrhale ovine dans le bassin méditerranéen

1.2.1 La maladie

La FCO est une arbovirose (maladie transmise activement par les arthropodes – arthropod borne disease) non contagieuse, inoculable. Elle appartient à la liste des maladies notifiables à l'OIE et à l'ancienne liste A. C'est une MRC (Maladie Réputée Contagieuse) à déclaration obligatoire en France.

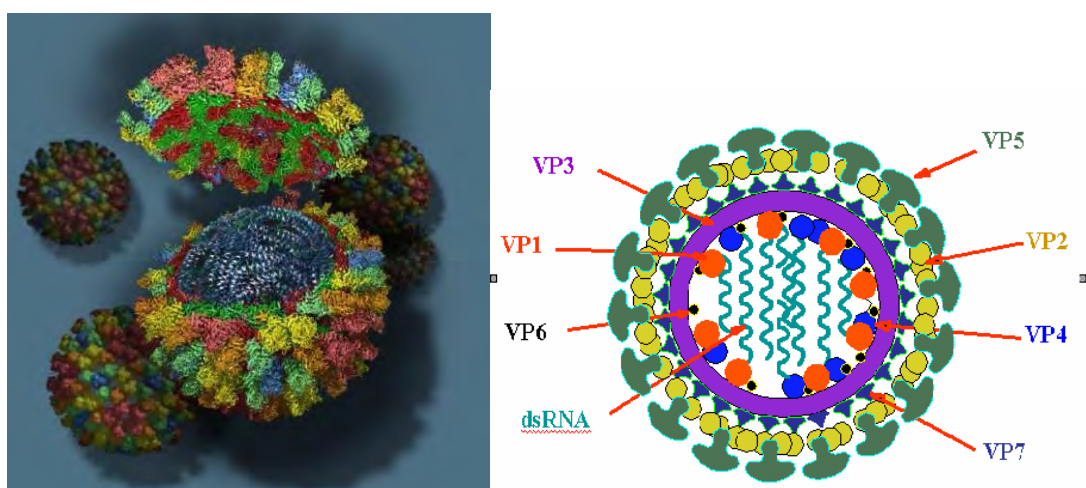
Elle a été déclarée pour la première fois en Afrique du Sud en 1902 (Hutcheon 1902). Sa présence est avérée à l'état enzootique sur tous les continents en zone tropicale et subtropicale (entre 20 et 30° Sud et 40-50° Nord). Aux frontières de son aire de répartition, elle sévit de manière épizootique.

1.2.1.1 L'agent pathogène :

La fièvre catarrhale ovine est une arbovirose causée par un virus de la famille des *Reoviridae*, genre *Orbivirus*. Il en existe 24 sérotypes présentant des relations antigéniques plus ou moins étroites entre eux. Le virus est transmis par des arthropodes du genre *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) (Lefèvre and Desoutter 1988).

C'est un petit virus d'un diamètre compris entre 68 et 70 nm. Le génome est constitué de 10 segments d'ARN bicaténaire, codant chacun pour une protéine (Verwoerd, Louw et al. 1970) et est logé au sein d'une capsid interne composée de 32 capsomères.

Figure 2 : Détails de la structure du virus de la fièvre catarrhale ovine (Site Web FAO)



VP2 et VP5 : protéines servant à l'ancrage du virion. VP3 et VP7 : protéines majeures de la capsid. VP1, VP4 et VP6 : protéines mineures de la capsid. dsRNA : ARN bicaténaire (10 segments)

Les protéines de la couche externe VP2 et VP5 servent à l'ancrage du virion à la surface de la cellule. Elles sont responsables de la formation des anticorps neutralisants spécifiques de type (Huisman, van Dijk et al. 1987).

La nucléocapside d'un diamètre de 54 nm est composée de 2 protéines majeures VP3 et VP7 et de trois protéines mineures VP1, VP4 et VP6.

Trois protéines sont produites lors de la multiplication du virus. Il s'agit de NS1, NS2 et NS3. On parle alors de protéines non structurales.

Le pouvoir pathogène des virus dépend de nombreux facteurs, notamment la relation hôte-vecteur, la dose inoculée et les facteurs environnementaux. Par exemple, en Australie, ce sont les sérotypes 3, 9, 15, 16 et 23 qui sont responsables de maladies graves, alors que les sérotypes 1, 20 et 21 n'entraînent que des infections légères ou inapparentes (Ward 1994).

Le virus se cultive très bien sur œufs embryonnés de 8 à 13 jours et également sur cultures cellulaires (reins de moutons ou de bovins, lignées BHK-21, VERO, L) (OIE 2000).

La résistance du virus dans le milieu extérieur n'a que peu d'intérêt dans la mesure où sa transmission est vectorielle. Cependant, cette évaluation de la résistance permet de le distinguer des autres *Reovirus* (Lefèvre 2003). Le BTV est résistant à la chaleur. Il peut se conserver plusieurs années à température ambiante et à + 4 °C on n'observe aucune baisse de température. A + 60 °C, il faut 30 minutes pour le détruire. Il est très peu résistant à - 20 °C et les meilleures températures pour le conserver sont + 4 °C et - 70 °C (Lefèvre 2003).

1.2.1.2 Sources et transmission de l'infection :

1.2.1.2.1 Durée de la virémie :

La transmission du virus se fait exclusivement par l'intermédiaire de vecteurs hématophages appartenant tous au genre *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae).

Chez les ovins, des virémies de 6 à 8 jours ont été décrites, des durées maximales d'excrétion de 28 jours (Goldsmid, Barzilai et al. 1975), de 30 jours, ou plus récemment, de 40 jours (Katz, Gustafson et al. 1993). La limite maximale de la période d'infectiosité a été fixée à 60 jours par le Code terrestre de l'Office International des Epizooties (OIE).

Chez les bovins, qui sont considérés comme les réservoirs viraux de la maladie, les virémies semblent être comprises entre 21 et plus de 100 jours (Hourrigan and Klingsporn 1975). Des chiffres comparables sont énoncés aux Etats-Unis (50-102 jours), variants quand même selon les sérotypes (Luedke, Jochim et al. 1977). Il semblerait qu'en Afrique du Sud, les limites extrêmes soient comprises entre 28 et 81 jours (Lefèvre 2003).

Chez les caprins, la virémie est beaucoup moins élevée que chez les moutons et n'excéderait pas trois semaines (Lefèvre 2003).

1.2.1.2.2 Vecteurs :

La transmission du virus se fait exclusivement par l'intermédiaire de vecteurs hématophages appartenant tous au genre *Culicoides* (Diptera : Ceratopogonidae).

Parmi 1400 espèces de *Culicoides* réparties à travers le monde, seules quelques-unes peuvent transmettre la fièvre catarrhale ovine.

En Afrique, *Culicoides imicola*, *C. bolitos* et *C. milnei* sont impliqués dans la transmission de la maladie. En Asie, il s'agit des espèces *C. imicola*, *C. fulvus*, *C. actoni* et *C. wadai*. En Australie, ce sont *C. brevitarsis*, *C. fulvus*, *C. actoni* et *C. wadai*. En Amérique du Nord, *C. variipennis sonorensis*, en Amérique c'est *C. insignis* et *C. pusillus* qui sont impliqués. Enfin, en Europe, le principal responsable de la transmission est *C. imicola*. Les

rôles de *C. pulicaris* (groupe) et *C. obsoletus* (groupe) ne sont pas clairement établis et seront détaillés dans la deuxième partie.

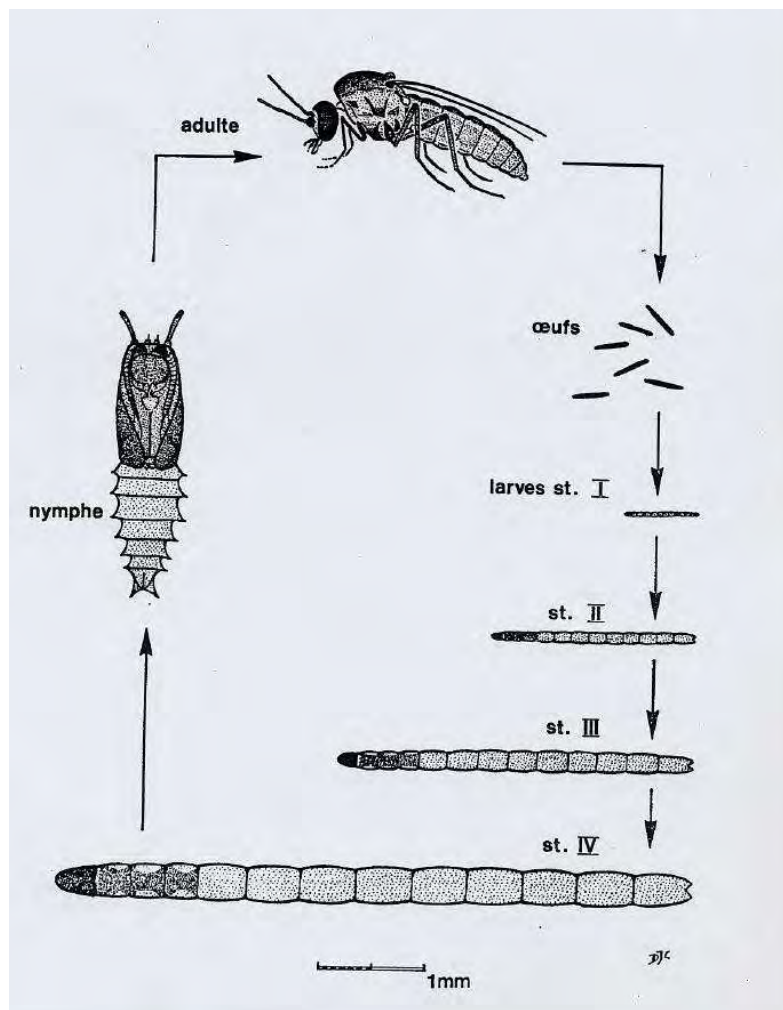
Les culicoïdes sont de petits diptères de 1 à 3 mm de long, aux ailes dépourvues d'écailles, en général tachetées de gris et repliées sur le dos (Braverman 1994). Les dessins formés par les taches sont utilisés pour la diagnose.

Leur longévité est variable et relativement courte. Elle est d'environ une vingtaine de jours, mais les culicoïdes peuvent néanmoins survivre jusqu'à 90 jours (Mellor, Boorman et al. 2000). En Afrique du Sud, la durée de vie de *C. imicola* est estimée à deux mois (Stanislawek, Lunt et al. 1996).

La plupart des espèces est active préférentiellement au crépuscule et à la nuit tombée. Les femelles sont responsables de la transmission de la maladie puisqu'elles doivent prendre obligatoirement un repas sanguin avant chaque ponte. Ce repas est nécessaire à la maturation des œufs. Les larves sont aquatiques ou semi-aquatiques et apprécient de se trouver dans un environnement dans lequel il y a de la matière organique (bords de rivière, mares, fumier...). La larve vit de deux semaines à plusieurs mois, en fonction des espèces, des conditions environnementales (température, ressources alimentaires...). L'adulte émerge de la nymphe au bout de deux à dix jours. Plus les régions où vivent les culicoïdes sont chaudes, plus les cycles sont courts.

Le cycle est le suivant :

Figure 3 : Cycle évolutif des culicoïdes (Diptera, Ceratopogonidae) (Jean-Claude Delécolle, ULP Strasbourg)



st.I = Stade 1, st. II = Stade 2, st. III = Stade 3, st IV = Stade 4

Le maintien de l'infection dans certaines zones s'explique par la durée de la virémie chez les bovins, en l'absence de transmission transovarienne chez les vecteurs. En effet, dans les régions tempérées, les vecteurs disparaissent une partie de l'année en raison des rudesses climatiques de l'hiver. Si l'hiver s'étend sur plus de trois à quatre mois, l'infection ne peut pas se maintenir (Lefèvre 2003). Les insectes volent et survivent mieux quand la température est douce. En général on observe les pics d'abondance au début de l'été (mai-juin) et en début d'automne (septembre-octobre).

1.2.1.2.3 Evolution :

Le taux de létalité chez les moutons est compris entre 2 et 30 p. cent. Si les conditions climatiques sont mauvaises, ce taux peut être beaucoup plus élevé. Les dégâts sont d'autant plus importants sur les races améliorées et n'ayant jamais été en contact avec le virus auparavant.

En Afrique, la maladie est inapparente chez les races rustiques, mais les taux d'anticorps sont très élevés. Dans la zone soudanienne, jusqu'à 80 p. 100 des ovins adultes sont positifs en anticorps (Lefèvre 2003).

1.2.1.3 Symptômes :

1.2.1.3.1 Chez les ovins :

C'est chez cette espèce que la maladie revêt toute son importance. Après l'incubation, les animaux présentent un pic de fièvre (jusqu'à 42°C) qui dure 4 à 8 jours. Dans les deux jours suivants, des phénomènes congestifs, oedémateux et hémorragiques apparaissent. On observe une congestion des muqueuses buccale et nasale, accompagné d'hypersalivation, de larmolement et de jetage séreux abondant. On peut également observer un oedème des lèvres et de la langue qui peut s'étendre à l'ensemble de la tête. La cyanose de la langue (expliquant le nom anglais « bluetongue » de la maladie ou espagnol « lengua azul ») est fréquente, mais non constante. Dans ce cas l'anorexie est totale. Des ulcérations apparaissent sur l'ensemble de la cavité buccale (lèvres, langue...). Dans ce cas, l'animal reste la bouche ouverte avec une protrusion de la langue. Vers le sixième jour, on peut observer d'autres symptômes, à savoir une atteinte podale entraînant des difficultés de locomotion, une atteinte musculaire avec myosite dégénérative responsables de postures anormales, et des surinfections bactériennes (atteintes digestive ou pulmonaire).

Des formes subaiguës et inapparentes existent aussi.

Dans les formes aiguës, la mortalité survient au bout d'une semaine à cause de l'oedème du poumon. Dans les formes subaiguës, la mortalité est due aux surinfections bactériennes, mais la guérison peut survenir après une longue convalescence.

1.2.1.3.2 Chez les bovins :

La fièvre catarrhale ovine passe en théorie inaperçue chez les bovins (Parsonson, Thompson et al. 1994). Elle pourrait être responsable d'avortements et de maladies congénitales chez les fœtus, notamment l'hydranencéphalie. C'est une des causes du syndrome arthrogrypose-hydranencéphalie (McKercher, Saito et al. 1970; Richards,

Crenshaw et al. 1971; Barnard and Pienaar 1976; MacLachlan and Osburn 1983; MacLachlan, Osburn et al. 1985).

1.2.1.3.3 Chez les caprins :

La fièvre catarrhale ovine provoque des maladies pulmonaires ou des états de faiblesse impossibles à rapporter à une cause bien définie.

1.2.1.4 Lésions :

On observe des modifications sanguines et notamment une panleucopénie sévère précédant la virémie.

Au niveau macroscopique, on observe de l'hyperhémie et des oedèmes dans la plupart des tissus. La présence d'hémorragies à la base de l'artère pulmonaire, associée à un léger hydropéritoine est considérée comme une lésion pathognomonique.

1.2.1.5 Diagnostic :

En France, la fièvre catarrhale ovine peut être confondue avec de nombreuses maladies. Tout d'abord, trois grandes entités : les maladies à l'origine de boiteries, les maladies à l'origine d'un œdème sous-glossien, les maladies à l'origine d'hémorragies dans la cavité buccale.

Les maladies recensées à l'origine de boiteries, sont le piétin, les abcès ou phlegmons interdigités, la fourbure ou la polyarthrite. Les maladies à l'origine d'un œdème sous-glossien sont la paratuberculose, la fasciolose, la strongylose digestive et les gangrènes gazeuses. Enfin, la streptococcie et les intoxications végétales (surtout à la Fougère Aigle *Pteridium aquilinum*, la Férule *Ferula communis*, la Flouve odorante *Anthoxanthum odoratum* et les Mélilots -Officinal et Blanc- *Melilotus officinalis* et *M. albus*) causent des hémorragies buccales. La fièvre catarrhale ovine ne doit pas être confondue avec l'ecthyma contagieux, la nécrobacillose, l'épidermolyse bulleuse et les photosensibilisations.

Les maladies exotiques intervenant dans le diagnostic différentiel sont la fièvre aphteuse, la peste des petits ruminants, la clavelée ou variole ovine et la maladie hémorragique des cervidés.

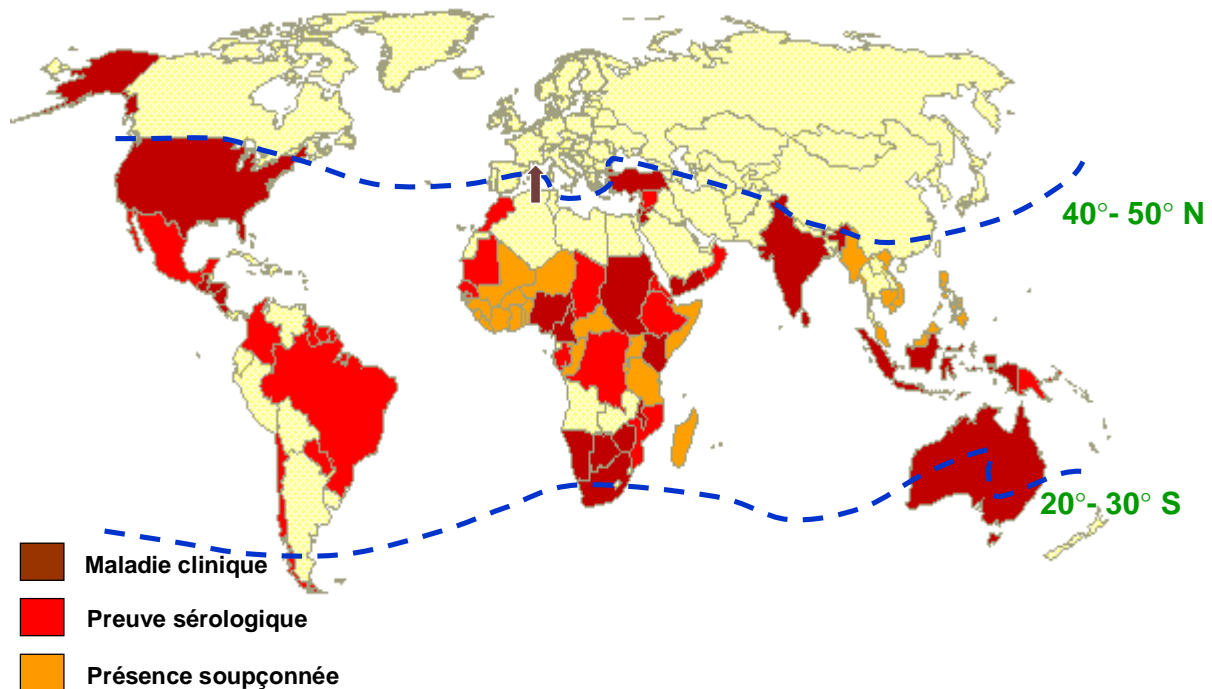
Le diagnostic de laboratoire est indispensable pour confirmer le diagnostic clinique et pour déterminer le sérotype en cause (OIE 2000). Sur l'animal vivant on prélève du sang sur anticoagulant (héparine, EDTA...), sur les cadavres on prélève tout organe riche en sang ou faisant partie du système hématopoïétique. Les culicoïdes prélevés doivent être conservés 3 jours entre 18 et 24°C pour permettre la digestion des hématies et la multiplication du virus dans le vecteur. L'isolement du virus peut être pratiqué par PCR et test ELISA de capture. Le virus peut aussi être isolé sur œufs embryonnés, sur cultures cellulaires ou sur mouton. Le diagnostic sérologique est réalisé par immunodiffusion en gélose ou ELISA de compétition.

1.2.2 Historique : dispersion de la maladie

Un épisode récent de fièvre catarrhale ovine a sévit sur le pourtour méditerranéen au cours de ces dernières années. Les premiers cas ont été déclarés dès 1998.

En 1991, la fièvre catarrhale ovine était cantonnée entre les latitudes 35°S et 40°N, à l'échelle mondiale. Quelques cas ont quand même été décrits au nord de ces latitudes, sur le sous-continent nord américain et en Chine (Fig. 4).

Figure 4 : Répartition mondiale de la FCO en 1991 (Source CIRAD)

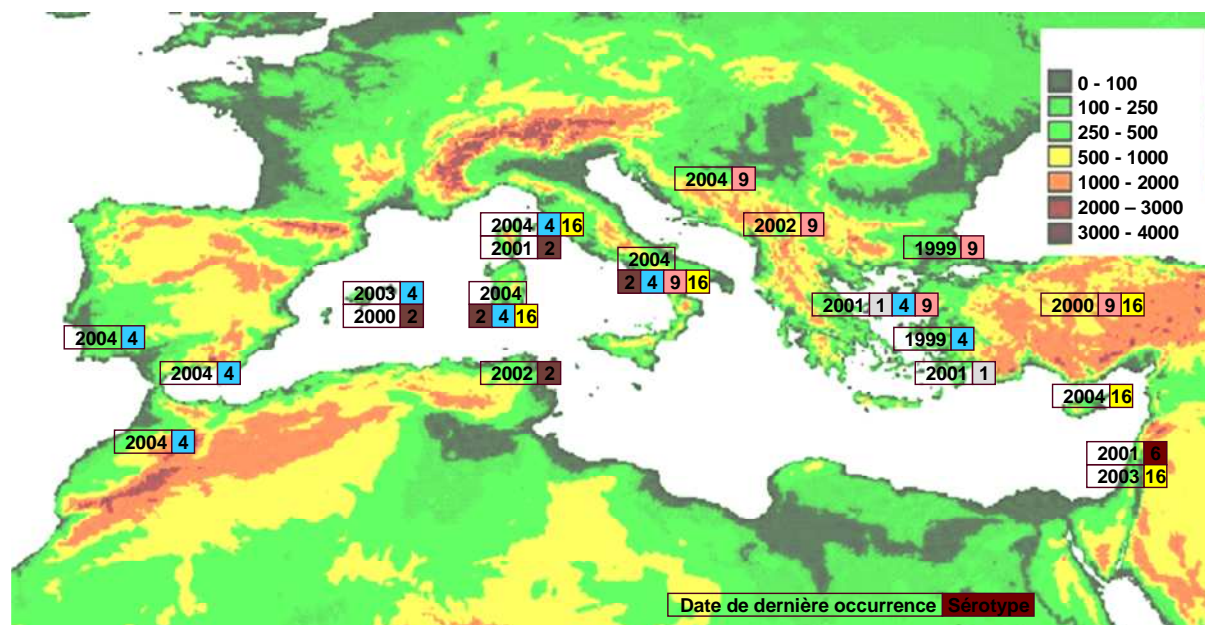


Depuis 1998, la fièvre catarrhale ovine est apparue dans des pays qui étaient auparavant indemnes. Les épisodes qui se sont produits sur le bassin méditerranéen ont été causés par au moins 4 sérotypes du virus et ont eu deux origines distinctes : une à l'Est et l'autre au Sud de la mer Méditerranée (Mellor and Wittmann 2002). A l'Est, dès octobre 1998, les premiers cas furent déclarés en Grèce, après une absence de plus de vingt ans de la maladie sur le territoire européen. La Bulgarie et la Turquie furent également touchées.

Au Sud, et beaucoup plus proche de la France, pour la première fois, la fièvre catarrhale ovine fut déclarée en Tunisie en 2000. Son apparition fut estimée à décembre 1999 (OIE 2000). Le sérotype 2 fut alors identifié, dès janvier. Il fut probablement importé avec du bétail en provenance d'Afrique sub-saharienne (Guinée, Côte d'Ivoire). Ce sérotype est commun dans ces régions et cause des infections sub-cliniques (Herniman, Boorman et al. 1983). En juillet, la maladie fut déclarée en Algérie, avec le même sérotype (OIE 2000). En août 2000, le virus fut confirmé sur le territoire italien. La Sardaigne fut infectée en premier (OIE 2000). En octobre, le virus atteint la Sicile et la partie Sud de la péninsule italienne (Calabre) (OIE 2000). L'épisode sicilien fut particulièrement violent, occasionnant la mort de plus de 90000 moutons. Toujours en octobre, la maladie fut déclarée en Corse et dans les Îles Baléares (Majorque et Minorque) ((OIE 2000; OIE 2000; OIE 2001; OIE 2001; OIE 2001). En septembre 2001, la maladie fut encore déclarée en Corse, en Sardaigne et en Italie. Le sérotype isolé sur les îles fut BTV-2. Le virus isolé en Calabre fut probablement originaire de la zone Est (Grèce) de la Méditerranée (Baylis and Mellor 2001).

Depuis cette période, la FCO circule dans l'Ouest du bassin méditerranéen sous différents sérotypes. Dans la péninsule ibérique (Espagne et Portugal) le sérotype 4 est présent, probablement originaire du Maroc. Les sérotypes 2 et 4 présents sur les Îles Baléares ainsi qu'en Sicile, Sardaigne, partie occidentale de l'Italie et la Corse, sont originaires de la Tunisie et de l'Est de l'Algérie. Le sérotype 16 présent en Corse, Sardaigne et Italie est originaire du Moyen-Orient, tout comme le sérotype 9. enfin, le sérotype 1 s'est déclaré récemment en Algérie.

Figure 5 : Représentation de la circulation des différents sérotypes de FCO 1999-2004 (source CIRAD)



1.2.3 Conséquences, mise en pratique et nécessité d'une analyse de risque au niveau de l'insémination artificielle pour l'Aveyron

La maladie est responsable de gros dégâts sur les populations ovines améliorées et qui n'ont jamais été en contact avec le virus auparavant. La quasi-totalité du cheptel ovin du bassin de Roquefort est constitué de brebis de race Lacaune. Ce sont des brebis laitières hautes productrices. Elles n'ont jamais été en contact avec le virus. L'éventualité qu'un épisode de FCO puisse se déclarer dans ce secteur aurait des répercussions dramatiques au niveau de la population ovine et entraînerait des répercussions économiques et humaines importantes dans le département.

D'une part, les virus de la FCO ont circulé dans une relative proximité entre 2000 et 2006. Il existe encore une circulation virale, notamment en Espagne (BTV-4), Corse (BTV-4) et en Algérie (BTV-1) (Gerbiel, Parodi et al. 2006). D'autre part, la distribution de *C. imicola*, entre 1998, 2000 et 2005, s'est progressivement étendue vers le Nord, s'établissant même dans un petit périmètre en France (vallée de l'Argens, Var) (Annexe 1). Egalement, on peut voir que sa présence est avérée au Nord de l'Espagne, en Corse et en Italie. Son arrivée ainsi que son établissement est donc envisageable dans l'Aveyron et rendrait possible l'apparition de la maladie.

Les centres d'insémination ovine sont situés en plein cœur de la zone principale du bassin de Roquefort. Les inséminateurs exportent de la semence fraîche, à savoir qu'elle n'est pas congelée sous forme de paillettes comme chez les bovins. Le sperme est prélevé, dilué dans un mélange à base de lait et est rapidement utilisé. La survie des spermatozoïdes par ce système n'excède guère quelques heures. Les déplacements autorisés sont donc assez courts. Les départements les plus lointains dans lesquels sont réalisés les inséminations sont les Pyrénées Orientales et le Gard. L'activité des deux centres (sensiblement la même) se retrouve donc concentrée sur un périmètre de taille modérée.

Au sein des différentes zones prévues par la réglementation française et européenne en cas de suspicion ou d'infection confirmée par la FCO, le transport de la semence (sperme) est soumis à certaines conditions. En effet, la semence ne peut pas sortir de la zone d'interdiction ni de la zone de protection et encore moins de la zone de surveillance. Par contre, elle peut rentrer dans la zone de surveillance et, de là, gagner la zone de protection. Elle ne peut pas pénétrer la zone d'interdiction.

La zone de surveillance a un rayon de 150 km et elle empêche la sortie de semence. La zone d'interdiction (d'un rayon de 20 km) (Annexe 2), elle, empêche son entrée. Ainsi, le fait qu'un foyer de FCO soit déclaré dans le Sud de la France aura forcément un impact sur les transferts de semence. Le chiffre d'affaire du commerce de la semence et des aliments du bétail s'élève à 230 millions d'euros pour le seul département de l'Aveyron (bovins compris). Un cas déclaré à proximité des centres n'aura pas le même impact sur l'activité des centres qu'un cas déclaré à 300 km par exemple.

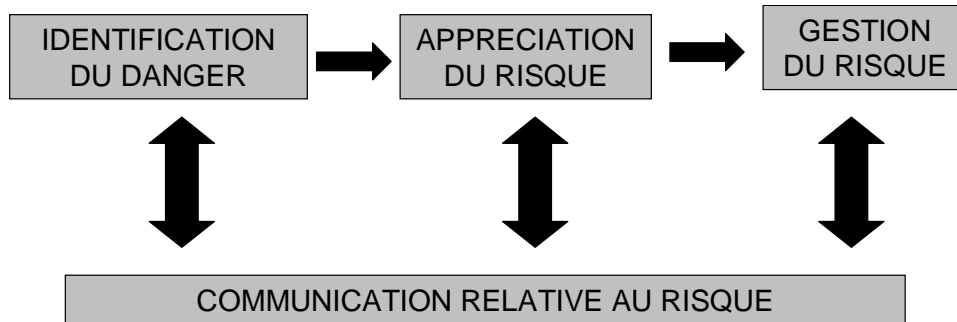
Ainsi, l'analyse de risque au niveau de l'insémination artificielle par rapport à la FCO se justifie pleinement. En effet, il faut estimer le risque de transmission de la FCO par la semence. Si le risque est faible, on pourrait envisager une modification de la législation en cours afin de permettre la poursuite de l'activité des centres. Sinon, une démarche de qualification « indemne de fièvre catarrhale ovine » pourrait être mise en place pour les centres d'insémination.

2 L'analyse de risque

L'analyse de risque a été érigée comme principe de référence par l'Organisation Mondiale du Commerce lors de l'application des accords des mesures Sanitaires et Phytosanitaires, autrement connus sous le nom d' « accords SPS », datant du 1^{er} janvier 1995. Une méthode déjà utilisée dans d'autres domaines que la sécurité animale, alimentaire et sanitaire, à savoir l'assurance ou le nucléaire, se développait.

L'analyse de risque est une manière d'organiser les informations disponibles sur un événement potentiel donné, de les traduire en probabilités en tenant compte d'hypothèses, de la variabilité et de l'incertitude, et d'en déduire logiquement des décisions (Toma, Dufour et al. 2002). Nairaud et Pruneaux en 2003 donnaient la définition suivante : l'analyse de risque permet de mieux identifier les risques prioritaires pour la protection de la santé publique et animale, et d'améliorer la qualité des mesures adoptées par les pouvoirs publics. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision pour les pouvoirs publics concernant les mesures de santé publique vétérinaire, prenant en compte les exigences des consommateurs et des éleveurs en même temps que les réalités économiques. La définition de Ahl en 1993 (Ahl, Acree et al. 1993) résume bien l'analyse de risque au niveau de la santé vétérinaire : « démarche scientifique dont le but est d'identifier les dangers connus ou potentiels, d'en apprécier les risques, de les gérer et de communiquer à leur propos ». Cette définition illustre parfaitement les différents constituants qui composent l'analyse de risque, à savoir l'identification des dangers, l'appréciation du risque, sa gestion et sa communication.

Figure 6 : Les différentes composantes de l'analyse de risque, d'après le code terrestre de l'OIE.



2.1 L'identification des dangers

Un danger est une notion qualitative. Un danger est constitué par tout agent biologique, chimique ou physique pouvant avoir un effet néfaste sur la santé.

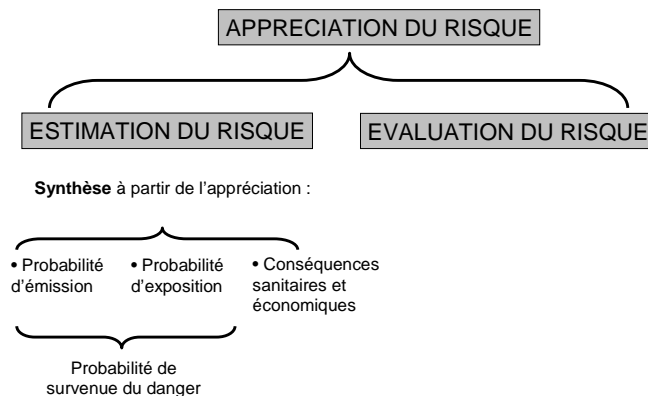
L'identification des dangers comprend l'identification des agents pathogènes qui seraient susceptibles de produire des effets indésirables à l'occasion de l'importation d'une marchandise. La recherche et la veille scientifique contribuent à identifier les nouveaux dangers.

2.2 Appréciation du risque

Le risque est une notion quantitative. Il s'agit de la probabilité de survenue d'un danger, combinée à l'importance de ses conséquences indésirables.

L'appréciation du risque comprend plusieurs composantes :

Figure 7 : Appréciation du risque et ses différentes composantes d'après l'OIE



2.2.1 Appréciation de l'émission

L'appréciation du risque de l'émission (« release assessment » en anglais) consiste en une description et une quantification, si les données sont disponibles, de la probabilité

d'émission dans l'environnement d'un agent pathogène à partir des animaux ou des produits d'origine animale soumis à l'analyse de risque.

Dans le cas d'une importation, différentes données peuvent être utiles, à savoir des facteurs liés au pays, tels que l'incidence et la prévalence de l'infection, l'évaluation des services vétérinaires, l'évaluation des programmes de surveillance et de prophylaxie du pays importateur. Des facteurs biologiques peuvent également être connus : l'espèce, la race et l'âge des animaux, les matières virulentes, l'efficacité de la vaccination, des épreuves diagnostiques, du traitement et de la quarantaine. Enfin, des paramètres liés à la marchandise doivent être connus : la qualité de la marchandise à importer, le facilité de contamination par l'agent, l'effet des procédés de fabrication et l'effet du stockage et du transport.

2.2.2 Appréciation de l'exposition

L'appréciation de l'exposition (« exposure assessment » en anglais) comprend une description et une quantification, si les données sont disponibles, de la probabilité d'exposition des êtres vivants et de l'environnement, à l'agent pathogène émis par les animaux ou les produits d'origine animale soumis à l'analyse de risque.

L'appréciation de l'exposition consiste à décrire la séquence d'événements nécessaires pour que des animaux et des êtres humains soient exposés au danger disséminé à partir d'une source donnée de risque, dans le pays importateur, et à estimer, de manière qualitative ou quantitative, la probabilité de déroulement de l'ensemble de la séquence.

Parmi les données qui peuvent être utiles pour apprécier l'exposition, on peut citer : les facteurs liés au pays (la présence de vecteurs potentiels, les facteurs démographiques animaux, les us et coutumes, les paramètres géographiques et environnementaux, les facteurs biologiques comme les interactions entre l'agent pathogène, l'hôte et l'environnement, les facteurs liés à la marchandise...).

2.2.3 Appréciation des conséquences sanitaires et économiques

L'appréciation des conséquences (« consequence assessment » en anglais) conduit à « une description et une quantification, si les données sont disponibles, des effets néfastes, y compris leurs conséquences économiques, associés à l'agent pathogène pouvant être présent chez les animaux ou les produits d'origine animale soumis à l'analyse de risque ».

2.2.4 Estimation du risque

L'estimation du risque (« risk estimation » en anglais) correspond à la détermination, de manière qualitative, ou quantitative incluant l'incertitude afférente, de la probabilité de survenue d'un danger et des conséquences de ses effets néfastes dans une population donnée. Elle consiste à intégrer les résultats des appréciations précédentes (émission, exposition et conséquences) en vue de mesurer globalement le risque associé au danger identifié au départ.

L'estimation qualitative utilise des échelles descriptives qui qualifient le niveau de chaque paramètre. Il y a quatre estimations disponibles :

- Nul : la survenue de l'évènement n'est pas possible.
- Négligeable : la survenue de l'évènement ne serait possible que dans des circonstances exceptionnelles.
- Faible : la survenue de l'évènement est peu élevée, mais possible dans certaines circonstances.
- Modéré : la survenue de l'évènement est nettement possible.
- Elevé : la probabilité de survenue de l'évènement est grande et constitue donc une possibilité nette

2.2.5 Evaluation du risque

L'évaluation du risque (« risk evaluation » en anglais) est le processus de comparaison du risque estimé, avec le niveau de risque jugé acceptable, en vue du jugement d'acceptabilité du risque considéré ou de mise en place de mesures de diminution de ce risque. L'évaluation est considérée différemment selon les auteurs et les organisations. Pour Ahl, l'évaluation du risque est placée en tant qu'étape finale de l'appréciation du risque, déterminant le recours ou non à la gestion du risque. Pour le *Codex Alimentarius*, elle constitue la première étape de la gestion du risque.

2.3 Communication du risque

La communication du risque (« risk communication » en anglais) correspond à un échange d'informations et d'opinions concernant le risque, entre les responsables de l'estimation du risque, les responsables de la gestion du risque et les autres parties intéressées telles que les milieux professionnels et le public. Ce n'est pas une opération finale vers les décideurs, les milieux professionnels et le public, mais un échange entre les différentes parties intéressées par ou impliquées dans l'analyse de risque, et ce, tout au long de la démarche.

2.4 Analyse de risque quantitative

L'analyse de risque qualitative s'oppose à l'analyse de risque quantitative, mais les bases théoriques sont les mêmes.

Une fois le danger potentiel identifié, l'appréciation quantitative du risque se déroule de la manière suivante : chaque module (décrits précédemment) permettant l'estimation du risque est traduit en un modèle probabiliste. Ces modèles combinent différents paramètres et permettent d'apprécier respectivement la probabilité d'émission du danger, la probabilité d'exposition au danger, la probabilité d'exposition au danger et les conséquences sanitaires et/ou économiques de cette exposition.

2.5 Analyse de risque qualitative

Dans le cas de l'analyse de risque qualitative, la méthodologie se déroule de la manière suivante : chaque module (décrits précédemment) permettant l'estimation du risque est traduit en un modèle probabiliste. Ces modèles combinent différents paramètres et permettent d'apprécier respectivement la probabilité d'émission du danger, la probabilité d'exposition au danger, la probabilité d'exposition au danger et les conséquences sanitaires et/ou économiques de cette exposition.

Chaque paramètre à prendre en compte peut être caractérisé sous la forme d'une appréciation qualitative qui n'inclut pas la quantification des paramètres mais utilise des échelles descriptives pour qualifier le niveau de chaque paramètre.

Le résultat final de l'analyse qualitative du risque peut conduire à l'une des conclusions suivantes : le risque négligeable, faible, modéré ou élevé. Cette appréciation doit être comparée alors à un niveau de risque acceptable défini préalablement (Dufour and Pouillot 2002).

Partie II : Application de la démarche d'analyse de risque à la fièvre catarrhale ovine dans le bassin ovin laitier de Roquefort : cas particulier des centres d'insémination artificielle

Dans cette partie, il va s'agir de découper en séquences toute la chaîne des possibilités d'apparition du virus de la FCO au niveau des centres d'insémination artificielle. Cela va permettre de quantifier le risque. On cherchera à évaluer aussi quels sont les moyens de contrôler l'apparition des dangers mais aussi les niveaux d'exposition des centres vis-à-vis de la maladie. Les différents aspects de l'analyse de risque seront aussi traités (communication, conséquences).

1 Matériel et méthodes

1.1 Collecte d'informations

Un groupe de travail relatif au « risque bluetongue » a été constitué. Il est composé de différentes organisations. A savoir : la coopérative UNICOR, la Direction Départementale des Services Vétérinaires de l'Aveyron, la FODSA, équivalent du GDS de l'Aveyron, la confédération Roquefort, UNOTEC, le Groupement Technique Vétérinaire, le GDS 48, la FRGDS Midi-Pyrénées et la FRGDS Languedoc-Roussillon.

Plusieurs réunions se sont tenues à Millau à la Confédération de Roquefort et à Vezins-de-Lévézou au centre d'insémination de La Glène.

1.2 Enquêtes entomologiques

Une visite des centres d'insémination a été réalisée le 19 mai 2006 avec deux entomologistes : Thierry Baldet du CIRAD et Bruno Mathieu de l'Entente Interdépartementale de Démoustication (EID).

A travers une démarche très personnelle, ils ont observé l'environnement des centres (humidité, climat, présence d'eaux stagnantes, de fumier...) ainsi que les bâtiments, notamment l'architecture et la circulation de l'air.

Les piégeages se déroulent de la manière suivante :

- Relevé de position GPS (Global Positionning System)
- Les pièges utilisés sont des pièges lumineux à ultraviolets 4 W, 12 V, type "Miniature New Jersey Light Trap" modifié (Rieb 1982). Le schéma du piège est présenté en Annexe 3. Les pièges sont mis en place avant la tombée de la nuit et relevés après le lever du jour.

- Ils sont placés entre 1 m et 1,50 m du sol (Ortega, Holbrook et al. 1999), dans des endroits favorables aux *Culicoides*, c'est-à-dire à l'extérieur, à l'abri du vent (Meiswinkel 1997) et de la lumière (Mellor, Boorman et al. 2000), à proximité des enclos d'animaux (Meiswinkel and Braack 1994; Venter, Meiswinkel et al. 1996) et/ou de déchets organiques (Nevill, Venter et al. 1988; Meiswinkel and Braack 1994; Venter and Meiswinkel 1994; Mellor, Boorman et al. 2000) dont dépendent de nombreuses espèces de *Culicoides* pour leur développement larvaire (Nevill, Venter et al. 1988; Meiswinkel 1989; Nevill and Dyce 1994; Ortega, Holbrook et al. 1999).

- Suivi de la température et de l'humidité relative grâce à un hygromètre électronique.

- Le matériel collecté est ensuite traité et analysé à l'Entente Interdépartementale de Démoustication.

Les éléments et la méthodologie de la diagnose sont disponibles en Annexe 4.

Au final, suite à la visite des centres avec les entomologistes, trois emplacements ont été relevés et ont été jugés dignes d'intérêts (Annexe 5). Un premier site sur le centre du Bourguet à Saint-Affrique. Un autre également à Saint-Affrique, au débouché d'une canalisation d'évacuation des eaux usées du centre dans la rivière « La Sorgues ». Enfin, le dernier site sélectionné se trouve sur le site du centre d'insémination artificielle de La Glène.

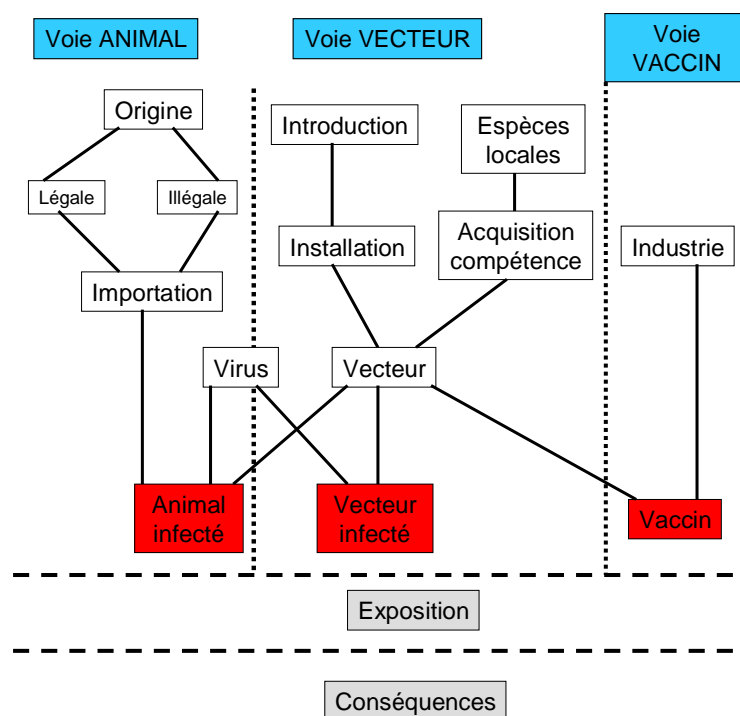
1.3 Cartographie

Le SIG permet sur un fond de carte géographique de pouvoir superposer différentes informations sous forme de couches, certaines informations étant visibles (paysages par exemple) et d'autres pas (densité d'animaux, nombre d'animaux malades...). Le logiciel ArcView (ESRI) a été utilisé.

2 Identification des dangers et appréciation de l'émission en fonction des différentes voies d'entrée potentielles du virus dans les centres d'insémination artificielle

La FCO est une maladie particulière. C'est une arbovirose non contagieuse. Elle nécessite donc la présence du vecteur pour apparaître. Mais ce n'est pas tout. La présence conjointe d'animaux malades, de victimes potentielles (ruminants) et du vecteur sont des conditions nécessaires à son apparition. On peut imaginer ce propos en parlant de la « règle des 3V : Virus + Vecteur + Victimes = Maladie ».

Figure 8 : Représentation de l'émission et de l'introduction de la FCO.



L'arrivée du virus peut suivre les 3 voies représentées sur le schéma.

Le virus peut arriver par le biais d'animaux infectés ou par le biais de vecteurs infectés. Comme une bonne partie du territoire français est indemne de FCO, notamment l'Aveyron, les animaux infectés ne pourront venir que des zones infectées. Pour les vecteurs, soit il s'agira de l'espèce vectrice avérée *C. imicola* (Kieffer 1913) soit d'autres espèces européennes qui seraient aussi susceptibles de transmettre la maladie : culicoïdes des groupes *Obsoletus* et *Pulicaris*, *C. nubeculosus* (Meigen 1830) (Jennings and Mellor 1988; Baylis and Mellor 2001; Caracappa, Torina et al. 2003; De Liberato, Scavia et al. 2005).

Une autre voie d'entrée du virus est le vaccin, sous certaines conditions bien particulières.

2.1 Dangers liés à l'introduction d'animaux malades

2.1.1 Conditions pour l'introduction

Les animaux ne peuvent être originaires que de zones géographiques où la maladie sévit. Par exemple, les animaux peuvent être originaires de Corse, ou encore de Sicile ou d'Espagne, voire de Grèce par exemple. Dès lors, il n'existe qu'une seule voie d'introduction : le commerce. Mais celui-ci peut suivre deux modalités : la voie légale et/ou la voie illégale.

Au niveau des centres d'insémination, les jeunes animaux qui rentrent sont tous issus d'élevages sélectionneurs. Ceci aussi bien pour la race Lacaune que pour les quelques autres races disponibles dans les centres (Sussex, Berrichon...). Ainsi, un animal qui rentrera dans un centre d'insémination artificielle sera passé par un élevage sélectionneur.

2.1.2 Mesures de contrôle entraînant une réduction du risque

2.1.2.1 Maladie à déclaration obligatoire

2.1.2.1.1 Suivi sur le territoire métropolitain

La directive 2000/75/CE du Conseil du 20 novembre 2000 prévoit un zonage autour de la ou des exploitations infectées. Une zone d'interdiction de 20 km autour de la ou des exploitations infectées est mise en place. Tout mouvement en provenance ou à destination des exploitations dans la zone est interdit. Toute sortie d'animaux est interdite dans la zone de protection, d'un diamètre de 100 km. Les animaux sont aussi interdits de sortie dans la zone de surveillance d'un diamètre de 150 km (Annexe 2).

La décision 2005/393 CE de la commission du 23 mai 2005 fixe la liste des zones de protection et de surveillance dans les Etats membres.

Il existe deux types de suivi pour vérifier *a posteriori* le statut indemne de la France continentale (une surveillance annuelle sérologique sur les bovins durant la période de prophylaxie hivernale) et un dispositif de surveillance sérologique d'alerte (surveillance sérologique des bovins en période estivale).

La surveillance annuelle sérologique sur les bovins durant la période de prophylaxie hivernale consiste en une enquête sérologique. Neuf départements du Sud de la France (région PACA et Languedoc-Roussillon) sont concernés en 2006, à savoir 04, 06, 11, 13, 30, 34, 66, 83 et 84. 1438 prélèvements furent testés dans des laboratoires d'analyse agréés et se sont

tous révélés négatifs. Ils permettent ainsi de bien confirmer le statut indemne du territoire national.

Compte tenu de l'installation du vecteur ou de sa proximité, un dispositif de surveillance sérologique d'alerte a été maintenu dans les trois départements : Var, Alpes-Maritimes et Pyrénées Orientales. En 2006, il a été étendu au département des Pyrénées Atlantiques. 50 prélèvements mensuels dans des cheptels sentinelles seront donc réalisés dans chacun des 4 départements de mai à novembre 2006. Ce système vise une détection précoce de toute circulation virale.

La FCO est une maladie à déclaration obligatoire. Cela doit permettre rapidement de localiser les foyers. Ainsi, les vétérinaires sanitaires sont formés régulièrement au diagnostic clinique de la FCO dans les zones où la maladie serait susceptible d'apparaître.

2.1.2.1.2 Restriction aux importations

Au sein de l'Union Européenne, la décision de la commission du 23 mai 2005 concernant les zones de protection et de surveillance pour la fièvre catarrhale du mouton et les conditions applicables aux mouvements à partir de ces zones ou à travers ces zones (2005/393/CE) définit des zones réglementées. Mise à jour le 26 septembre 2006, elle définit les zones de restriction suivantes : Italie, Malte, France, les Pays du Benelux, l'Allemagne, l'Espagne, Chypre et le Portugal sont concernés et ont donc des restrictions à leurs exportations. Malgré tout, quelques dérogations existent pour faciliter les déplacements d'animaux en vue d'abattages ou pour ne pas pénaliser trop fortement certaines régions. Ces dérogations sont néanmoins assez drastiques.

2.1.2.2 Contrôle au niveau des élevages sélectionneurs

Les éleveurs sélectionneurs obéissent à des schémas de sélection qui sont mis en place depuis de nombreuses années. Auparavant (années 60-70), les schémas de sélection étaient définis par la confédération de Roquefort. En 1972, la coopérative Ovi-Test y prit part. Désormais, les actions de sélection sont coordonnées par le Flock Book et les UPRA Lacaune Lait et les UPRA Lacaune Viande depuis 1974.

Les UPRA sont des Unités Nationales de Sélection et de Promotion des Races. Dans la section ovine, il y a 47 races qui sont réparties en 29 UPRA. Il y a deux UPRA pour la race Lacaune : lait et viande.

Un élevage sélectionneur doit pouvoir répondre à un certain nombre d'exigences sanitaires, notamment vis-à-vis de la Border Disease et du Visna Maëdi.

L'origine, de par la nécessaire identification des animaux, est donc assurée et garantie par les élevages sélectionneurs. Ainsi, on peut exactement savoir d'où vient l'animal, du statut sanitaire de l'élevage d'origine... Ceci est très utile pour le contrôle des provenances des animaux. Enfin, à cause des normes sanitaires qui sont imposées aux élevages, on peut parler d'un état de « vigilance » de la part des éleveurs et des vétérinaires permettant ainsi une réaction rapide en cas d'apparition de maladie au sein de l'élevage.

2.1.3 Appréciation qualitative du risque

Au vu de tous ces éléments, l'introduction de la maladie au travers d'importations illégales provenant de zones infectées est faiblement probable. Et ce pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les centres d'insémination sont situés à proximité du bassin originel de la race Lacaune (Monts Lacaune dans le Tarn). Les élevages sélectionneurs sont situés à proximité des centres et il semble pour le moins improbable que les éleveurs aillent s'approvisionner en Lacaune ailleurs qu'en France puisqu'ils sont dans le « terroir » de la race. La réalisation des

arbres généalogiques ne permet pas d'introductions illégales d'animaux. Enfin, étant données les restrictions commerciales mises en œuvre à l'encontre des zones touchées par la FCO, l'introduction frauduleuse d'animaux est très difficile.

Le contrôle de l'apparition de la maladie au sein de la zone qui nous intéresse (élevages sélectionneurs puis centres d'insémination artificielle) est dépendant de différents facteurs. Tout d'abord des restrictions aux exportations et à l'importation permettent de contrôler l'apparition de la maladie sur un territoire donné. Au sein de ce territoire, des mesures d'épidémiosurveillance passives sont mises en place et permettent la détection plus ou moins rapide de la maladie selon l'état de vigilance des vétérinaires praticiens. Ces mesures concourent à la diminution du risque d'introduction. Enfin, des mesures peuvent être mises en place, telles que les restrictions de mouvements au sein des zones et si la maladie vient à être déclarée en son sein, par des interdictions de sorties d'animaux.

Le risque d'introduction d'animaux malades peut donc être qualifié de **négligeable à faible**.

2.2 Apparition d'un vecteur infecté

L'apparition d'un vecteur infecté peut revêtir différentes modalités. Il peut s'agir de l'installation de *C. imicola* et le vecteur rencontre des animaux virémiques, ou il s'agit de l'introduction de vecteurs infectés. Enfin, des espèces de vecteurs locales compétentes peuvent devenir sous certaines conditions (densités, températures) capables d'assurer la transmission de la maladie.

2.2.1 Conditions pour l'introduction

Pour que la maladie apparaisse *via* un vecteur, il suffit qu'un individu d'une espèce réceptive et sensible (ovin, bovin ou caprin) soit en contact avec un vecteur infecté. Un simple individu de *C. imicola*, simplement en piquant ne transmettra pas la maladie. Il aura besoin auparavant de s'être infecté avec le virus. Il existe différentes voies possibles d'infection et d'apparition du vecteur. Mais d'autres espèces de culicoïdes sembleraient également jouer un rôle dans la transmission de la FCO.

Un vecteur est un être vivant qui, à l'occasion de relations écologiques, acquiert un agent pathogène sur un hôte, et le transmet ensuite à un autre hôte (Toma, Dufour et al. 2004). La définition peut être reprise à un sens plus large : un vecteur est « tout ce qui permet le transport et/ou la transmission d'un agent pathogène ». Dans ce cas, il peut s'agir de vecteurs animés ou inanimés. Dans un sens plus restreint un vecteur peut aussi être défini comme un « invertébré qui, à l'occasion d'un repas acquiert un agent infectieux et le transmet ». Il peut s'agir de transmission biologique et mécanique. Enfin, dans le cas des arboviroses, il s'agit d'un arthropode hématophage qui assure une transmission biologique.

L'OMS définit un vecteur comme étant un arthropode (hôte invertébré) qui transmet le virus d'un hôte vertébré à un autre par piqûre. Au cours de la piqûre, le vecteur peut sucer du sang ou des liquides tissulaires contenant le virus, et après une période de durée variable pendant laquelle le virus se multiplie à l'intérieur de son organisme, peut transmettre celui-ci à un autre vertébré par une nouvelle piqûre. Cette définition stricte exclut la transmission mécanique dans laquelle le virus est transféré d'un hôte à un autre, à la suite d'une contamination purement externe des pièces buccales de l'arthropode ou d'autres parties exposées de son organisme.

D'autres critères peuvent être donnés pour identifier un vecteur : isolement fréquent du virus à partir d'arthropodes infectés naturellement ; démonstration de la transmission de l'infection à des animaux sentinelles dans des conditions naturelles et contrôlées ; démonstration de la transmission par des arthropodes capturés sur le terrain et infectés

naturellement après un délai en captivité suffisant pour exclure une transmission mécanique ; démonstration de la transmission biologique par un arthropode vecteur supposé après soit alimentation avec un repas de sang expérimentalement infecté, soit après inoculation expérimentale de l'arthropode ; démonstration de la réplication du virus chez des arthropodes expérimentalement infectés, avec éventuellement transmission trans-stadiale notamment chez les tiques ; démonstration de la capacité de produire une virémie chez les animaux de laboratoires et chez des animaux sentinelles.

2.2.1.1 Introduction de *C. imicola* infectés

Progressivement, l'aire de répartition de *C. imicola* s'est étendue vers le Nord (Annexe 1). Le vecteur avéré se retrouve principalement sur l'ouest de la péninsule ibérique (Portugal, frontière lusitano-espagnole) et ne semble pas s'étendre au-delà de 40° N au-delà de l'Espagne (Sarto i Monteys, Ventura et al. 2005). En 2001 et 2002, des épisodes de FCO dans les Baléares ont permis de se rendre compte que le vecteur *C. imicola* s'y trouve en très grandes quantités (Miranda, Borrás et al. 2003). Dans le même temps des piégeages réalisés sur la côte de Catalogne n'ont pas mis en évidence la présence du culicoïde. Néanmoins, une femelle fut piégée à Dosrius (41°35'N), probablement transportée par le vent depuis les Iles Baléares. Ce fut la première donnée pour l'Est de l'Espagne (Sarto i Monteys and Saiz-Ardanaz 2003). Des piégeages menés en 2003 trahirent l'établissement d'une population de *C. imicola* en Catalogne (Sarto i Monteys, Ventura et al. 2005). L'insecte est visible en Annexe 6.

Le culicoïde se rencontre également en Sicile, Sardaigne et en Italie (Toscane particulièrement) (Caracappa, Torina et al. 2003). Des piégeages réalisés en Suisse ont montré la présence d'un seul individu isolé sans installation d'une population locale. Il fut capturé à une latitude de 46°N, ce qui constitue la donnée la plus septentrionale pour l'Europe (Cagienard, Griot et al. 2006). Ce spécimen erratique est probablement arrivé d'Italie.

En France, *C. imicola* a été mis en évidence en Corse en 2000. Son installation est probablement bien antérieure. Plus récemment, une petite population s'est établie dans le Var (83), dans la plaine littorale de l'Argens depuis 2004.

On peut donc voir que le vecteur avéré est présent à une distance relativement faible (moins de 500 km) de l'Aveyron. De nombreux travaux réalisés s'accordent à dire que les culicoïdes peuvent être transportés sur plusieurs centaines de kilomètres par le vent entre continents, au dessus de la mer (Braverman and Linley 1993; Sellers and Mellor 1993). Une étude menée en Australie semble indiquer que les culicoïdes ont une capacité à monter rapidement en altitude et ainsi pouvoir voyager sur de longues distances grâce au vent (Johansen, Farrow et al. 2003). Des résultats similaires ont été démontrés en Angleterre, lors de captures d'insectes à haute altitude (Chapman, Reynolds et al. 2004). Néanmoins, ce type de transport interviendrait peu dans le cas des déplacements intra-continentaux. Sur le continent, les populations de culicoïdes s'étendent selon des conditions bien précises de topographie et d'hydrométrie. Par exemple, en Espagne, les populations de *C. imicola* sont remontées vers le Nord de la péninsule en suivant les principaux fleuves (Ebre, Tage, Douro...). Aussi, l'hypothèse d'un réchauffement planétaire pourrait être favorable à *C. imicola* et contribuer à son expansion de proche en proche, selon les biotopes favorables, vers le Nord.

En dehors de cette voie passive d'introduction d'insectes, il en existe une autre : l'introduction par des moyens de transport. L'introduction via les aéroports de *C. imicola* est très improbable. Le culicoïde ne se nourrit pas préférentiellement sur les humains et il est plutôt exophile. Par contre son introduction par des transports d'animaux en provenance de zones où l'insecte est présent est théoriquement possible. C'est pour cela que la décision

communautaire du 23 mai 2005 recommande l'usage d'insecticides lors de la traversée avec une halte de repos à travers une zone réglementée afin d'obtenir une dérogation aux restrictions des mouvements d'animaux.

Pour récapituler les différents cas de figure : le vecteur avéré peut être introduit par le vent, par certains moyens de transport, ou d'étendre progressivement au Nord à la faveur du réchauffement climatique et ensuite s'infecter au contact d'animaux malades. Il devient alors vecteur infecté. De la même manière, le vecteur peut directement arriver infecté en provenance de zones où sévit le virus.

2.2.1.2 Acquisition de la capacité vectorielle des espèces locales (*C. pulicaris* et *C. obsoletus*)

2.2.1.2.1 Situation des culicoïdes des complexes *Obsoletus* et *Pulicaris*

Le complexe *Obsoletus* regroupe 5 espèces. A savoir : *C. obsoletus* (Meigen, 1818), *C. dewulfi* (Goetghebuer, 1936) (Annexe 7), *C. chiopterus* (Meigen, 1830), *C. montanus* (Shakirjanova, 1969) et *C. scoticus* (Downes & Kettle, 1952) (Mathieu, Perrin et al. 2006). Le complexe *Pulicaris* regroupe plusieurs espèces : *C. pulicaris* s.s. (Linnaeus, 1758) (Annexe 8), *C. punctatus* (Meigen, 1804), *C. newsteadi* (Austen, 1921), *C. impunctatus* (Goetghebuer, 1920), *C. fagineus* (Edwards, 1939)... (Purse, Nedelchev et al. 2006).

Il est communément admis que *C. imicola* (Diptera : Ceratopogonidae) est le vecteur principal de la FCO et de la peste équine en Europe (Sarto i Monteys, Ventura et al. 2005) et dans le bassin méditerranéen (Mellor, Boned et al. 1990).

A l'occasion de l'apparition de foyers de FCO, le vecteur *C. imicola* fut isolé à de très nombreuses reprises. Ainsi on le retrouve en très grandes quantités lors des épisodes de 2001 et 2002 dans les Îles Baléares (Miranda, Borrás et al. 2003). De même, en Sicile, *C. imicola* est mis en évidence en 2000 (Caracappa, Torina et al. 2003). On le retrouve également en Corse dès octobre 2000 (Zientara, De la Rocque et al. 2000) et en 2001 (Zientara, Grillet et al. 2001). Il est toujours mis en évidence dans ces endroits où se produit des épisodes de FCO. Enfin, la distribution mondiale du virus se superpose exactement à la distribution des espèces de culicoïdes vectrices, c'est-à-dire entre les latitudes 35°S et 40°N sur tous les continents (Savini, Goffredo et al. 2005).

Cependant, quelques données ne sont pas forcément concordantes avec ce qui vient d'être décrit. En 1999 et en 2002, un épisode de FCO se déclare en Bulgarie. La surveillance entomologique n'a pas pu mettre en évidence le vecteur *C. imicola* mais 90% des piégeages contenaient des espèces du complexe *Obsoletus* (Mellor and Wittmann 2002). L'apparition d'épisodes de FCO en Bulgarie, en Turquie et dans les Balkans avec absence de *C. imicola* est absent, a entraîné la suspicion des espèces des complexes *Obsoletus* et *Pulicaris* (Purse, Nedelchev et al. 2006).

Dès 1979, le virus de la FCO fut isolé à Chypre dans une des espèces du complexe *Obsoletus* (Mellor and Pitzolis 1979). En Sicile, de nombreux cas se sont également déclarés dans des zones où *C. imicola* était absent (Goffredo, Conte et al. 2003). Une surveillance sérologique et une surveillance du vecteur ont été menées en Sicile, depuis octobre 2000. La présence de *C. imicola* s'est avérée rare au dessus de 500 mètres d'altitude (Caracappa, Torina et al. 2003). Pour expliquer l'apparition de foyers à ces altitudes, différentes espèces de culicoïdes ont alors été suspectées (espèces du complexe *C. obsoletus* et *C. pulicaris*). *C. pulicaris* et les espèces du complexe *C. obsoletus* sont très répandues. Le virus a été isolé de *C. pulicaris* (Caracappa, Torina et al. 2003). D'autre part, *C. imicola* n'a pas été identifié non plus sur plusieurs fermes où les animaux ont été contrôlés séropositifs au virus de la FCO, supposant le rôle d'autres espèces dans la transmission virale. Plus récemment, le virus a été

mis en évidence chez des espèces du complexe *Obsoletus* (De Liberato, Scavia et al. 2005; Savini, Goffredo et al. 2005).

Le virus est isolé sur 1 insecte pour 200 chez *C. pulicaris*, ce qui est largement supérieur aux espèces du complexe *C. obsoletus* (1 pour 2000). *C. pulicaris* semble jouer un rôle majeur dans la transmission de la FCO en Sicile en l'absence de *C. imicola* et en raison du faible taux d'infection des espèces du complexe *Obsoletus*. Cependant, ces résultats doivent être complétés et confirmés (Caracappa, Torina et al. 2003).

Certes, *C. imicola* est le vecteur principal et avéré du virus de la FCO, mais il semblerait que d'autres espèces des complexes *Pulicaris* et *Obsoletus* aient leur rôle à jouer dans la transmission de la maladie.

Enfin, des infections expérimentales menées sur des *C. obsoletus* s.l. et *C. pulicaris* s.l. capturés en Grande-Bretagne ont démontré chez ces deux espèces une meilleure susceptibilité au virus que certaines populations Sud-africaines de *C. imicola* (Carpenter, Lunt et al. 2006).

C. nubeculosus (Meigen 1830) n'appartient à aucun de ces deux complexes. C'est une espèce européenne continentale inféodée aux élevages. Néanmoins, des expérimentations ont montré qu'il était aussi très compétent vis-à-vis du virus de la FCO, autant que *C. imicola* (Jennings and Mellor 1988).

2.2.1.2.2 *Espèces de Ceratopogonidae et de Culicoides présentes dans l'Aveyron : résultats des piégeages*

Piégeages du 20 juillet :

- **Centre du Bourguet :**
Piégeages : début : 20/07/2006 à 19h47, fin : 21/07/2006 à 09h00.
Identification : 01/08/2006 par Bruno Mathieu à l'EID.
35 *Ceratopogonidae*, dont 4 *Culicoides* :
C. flavipulicaris : 2
C. obsoletus/scoticus : 1
C. cataneii/gejgelensis : 1

- **Rivière du Bourguet :**
Piégeages : début : 20/07/2006 à 19h55, fin : 21/07/2006 à 10h00.
Identification : 01/08/2006 par Bruno Mathieu à l'EID.
35 *Ceratopogonidae*, dont 20 *Culicoides* :
C. pulicaris : 1 mâle
C. obsoletus/scoticus : 13 dont 1 mâle *C. obsoletus*
C. cataneii/gejgelensis : 6

- **Centre de La Glène :**
Piégeages : début : 20/07/2006 à 21h20, fin : 21/07/2006 à 8h45
Identification : 01/08/2006 par Bruno Mathieu à l'EID.
40 *Ceratopogonidae*, dont 13 *Culicoides* :
C. obsoletus/scoticus : 9
C. festivipennis : 1
C. sp. : 3

Piégeages du 24 août :

- **Centre du Bourguet :**
Piégeages : début : 24/08/2006 à 18h15, fin : 25/08/2006 à 09h00.
Identification : 30/08/2006 par Bruno Mathieu à l'EID.

19 Ceratopogonidae, dont 19 *Culicoides* :

C. obsoletus/scoticus : 16

C. sahariensis : 2

C. sp. : 1

- **Rivière du Bourguet :**

Piégeages : début : 24/08/2006 à 18h30, fin : 25/08/2006 à 09h00.

Identification : 30/08/2006 par Bruno Mathieu à l'EID.

9 Ceratopogonidae, dont 7 *Culicoides* :

C. obsoletus/scoticus : 5

C. sahariensis : 1

C. sp. : 1

- **Centre de La Glène :**

Piégeages : début : 24/08/2006 à 20h00, fin : 25/08/2006 à 10h00

Identification : 30/08/2006 par Bruno Mathieu à l'EID.

Aucun Ceratopogonidae.

Au mois de juillet, dans tous les pièges, on a recensé une quarantaine de Ceratopogonidae. Le nombre de culicoïdes trouvé varie de 4 à 20 individus. On retrouve des espèces potentiellement vectrices (*C. obsoletus/scoticus* et *C. pulicaris*) dans l'environnement des centres. Cependant, ces nombres sont très faibles et semblent indiquer que les insectes sont présents en faibles densités. Ils ne représentent pas un danger important. A titre de comparaison, les piégeages sur le littoral méditerranéen, avec le même type de piège et à la même période, ont révélé des densités très élevées de *C. obsoletus* : 73 individus par pièges.

Au mois d'août, les piégeages furent moindres en terme de quantités. 19 Ceratopogonidae au lieu de 35 au centre du Bourguet, et 9 Ceratopogonidae à la rivière. Les piégeages au centre de La Glène n'ont permis la capture d'aucun individu. Au Bourguet on peut constater l'apparition d'une nouvelle espèce par rapport au mois précédent : *Culicoides sahariensis*. Normalement, à la fin août les conditions atmosphériques (refroidissement de l'atmosphère) sont sensées être plus favorables aux culicoïdes. Malheureusement, les conditions atmosphériques lors de cette nuit de piégeage ne furent pas excellentes. Un vent fort souffla toute la nuit. Pour des raisons de disponibilités, ce piégeage ne put être reporté. C'est pourquoi il n'y eut aucun Ceratopogonidae dans le piège à La Glène, où le vent fut particulièrement fort.

2.2.2 Mesures de surveillance permettant d'apprécier le risque

Ce protocole permet, grâce à une surveillance littorale, d'apprécier le risque par rapport au vecteur avéré *C. imicola*.

2.2.2.1 Protocole de surveillance entomologique normale

Ce protocole reprend le dispositif établi depuis 2002. Il concerne les 4 départements littoraux appartenant à la zone de vigilance normale, c'est à dire l'Aude (11), l'Hérault (34), le Gard (30), et les Bouches-du-Rhône (13.) Compte tenu du fait qu'un technicien des services vétérinaires du département du Vaucluse (84) a été formé au piégeage de *Culicoides*, ce département pourrait être inclus en 2007 au regard de l'extension éventuelle de *C. imicola* dans les départements littoraux avoisinants (Var, Bouche du Rhône, Gard).

2.2.2.2 Protocole de surveillance entomologique renforcée

Ce protocole a pour but, à la fois, de renforcer la surveillance dans les zones exposées : Pyrénées Orientales (66), Alpes maritimes (06) et Var (83), et de délimiter la zone d'extension des populations installées dans l'est du Var (83).

2.2.2.3 Mise en place d'une surveillance renforcée dans le département des Pyrénées Atlantiques

D'après les résultats de certaines modélisations, des habitats favorables à *C. imicola* sont susceptibles d'être présents au nord des Pyrénées (Baylis, Mellor et al. 2001; Wittmann, Mellor et al. 2001; Tatem, Baylis et al. 2003). En sus, l'installation de populations de *C. imicola* récentes en Aragon et en Navarre non loin de la frontière pyrénéenne, le relief modéré des Pyrénées Atlantiques avec des vallées transfrontalières d'une altitude inférieure à 600 m et l'existence de mouvements d'animaux importants entre les pays basques français et espagnol justifient pleinement la mise en place d'une surveillance entomologique dédiée à la FCO du côté atlantique des Pyrénées en symétrie de la surveillance exercée du côté méditerranéen dans les Pyrénées Orientales

Ce piégeage a été mis en place en 2006 sur 6 sites avec une nuit de piégeage par mois de mai à octobre (6 mois).

2.2.3 Appréciation qualitative du risque

L'appréciation du risque lié aux insectes n'est pas simple. Pour apprécier le risque, on peut découper cette étape liée à l'introduction d'un vecteur infecté en deux : une première partie qui traite de l'arrivée et de l'installation d'une population de vecteurs avérés ou potentiels et une autre partie du changement d'état de cette population, qui passe d'un statut sain à un statut infecté (porteur du virus).

Si l'on considère le risque lié à *C. imicola*, celui-ci est très peu important. Il peut être qualifié de **négligeable à faible**. En effet l'établissement d'une population dans l'Aveyron est très improbable à l'heure actuelle et l'arrivée d'un individu isolé (erratique) est certes possible, mais peu importante en matière de risque. L'établissement d'une population dans l'Aveyron est difficile en raison de l'altitude, de la température (continentalité du climat). Elle nécessiterait au préalable l'installation d'une population sur le littoral, dans un des départements limitrophes suivants : Aude, Gard et Hérault.

Si l'on considère que d'autres espèces peuvent être responsables de la transmission de la FCO, les culicoïdes des groupes *Obsoletus* et *Pulicaris* notamment, le risque n'est pas nécessairement augmenté. Même s'ils sont présents dans l'environnement des centres, leurs densités sont très faibles et l'accès aux moutons est difficile, ce qui contribue à conserver ce qualificatif de **négligeable à faible**.

Pour que les vecteurs deviennent infectés, il leur faut soit entrer en contact avec des animaux malades, soit arrivent infectés. Comme nous l'avons vu précédemment (chapitre 2.1.3) le risque d'introduction d'animaux infectés est qualifié de **négligeable à faible**. Donc, pour qu'un insecte se retrouve vecteur, il faut que l'espèce soit potentiellement vectrice et qu'ensuite, dans le même temps, elle puisse s'infecter au contact d'animaux excréteurs du virus. Cette combinaison de probabilités conduit à une probabilité d'arrivée de vecteurs potentiels infectés comme **négligeable à faible**.

Enfin, pour qu'un vecteur arrive infecté, il aura à parcourir une certaine distance, puisqu'il n'y a pas de foyers de FCO à proximité de l'Aveyron. Les premiers foyers sont situés à plusieurs centaines de kilomètres (Nord de la France, Espagne...), distances quasiment infranchissables pour des culicoïdes. Le risque d'apparition d'un vecteur infecté est très faiblement probable, et ce risque peut être qualifié alors de **négligeable à faible**.

Au vu de tous ces éléments, on peut alors dire que le risque relatif aux insectes est qualifié de **négligeable à faible**.

2.3 Dangers liés aux vaccins

Il existe deux types de vaccins contre la FCO. Un vaccin à virus vivant atténué est disponible ainsi qu'un vaccin à virus inactivé.

2.3.1 *Le vaccin à virus vivant atténué*

En France, en Corse plus particulièrement, lors des épisodes de FCO qui se sont déclarés de 1998 à 2002, seul le vaccin à virus vivant atténué était disponible. Le vaccin était fourni par Onderstepoort Biological Products (Afrique du Sud), laboratoire qui bénéficiait d'une solide expérience de vaccination contre la FCO. D'autres laboratoires sont à même de proposer des vaccins à virus vivants atténués. Les vaccins à virus vivants sont très efficaces pour le contrôle de la FCO dans des aires d'endémie lors d'épisodes cliniques (McKercher, McGowan et al. 1957). En effet une seule injection est nécessaire pour protéger efficacement. Cette vaccination évite l'apparition des signes cliniques et empêche la mortalité. Ce type de vaccin n'empêche pas la circulation virale (Flanagan and Johnson 1995). Ces vaccins bénéficient d'une autorisation temporaire d'utilisation (ATU) et n'ont pas d'Autorisation de mise sur le marché (AMM).

Il existe deux dangers principaux liés à l'emploi de ces vaccins : suite à une mutation génétique, le virus peut retrouver une certaine virulence (réversion), ou il peut se réarranger avec un virus sauvage et ainsi donner une nouvelle souche. Il existe aussi un troisième danger lié à ce type de vaccin. Il s'agit de la pathogénicité résiduelle qui peut être importante dans certains lots de vaccins. C'est une des principales contre-indications à l'emploi de ce type vaccin.

2.3.2 *Le vaccin à virus inactivé*

Il s'agit d'un nouveau vaccin qui est utilisé à l'heure actuelle en Corse.

Ce vaccin est mono ou multivalent et inactivé (souches 2 et 4, souches 16 et 9 en développement). Il est destiné aux moutons et semble être efficace chez les bovins. Il lui a été délivré une autorisation temporaire d'utilisation en France (Corse), Italie, Espagne et Portugal. A terme, il obtiendra une AMM.

Dans un vaccin à virus inactivé, le virus est tué par des processus chimiques. Le principal danger lié à ce type de vaccin est une mauvaise inactivation du virus. En cas de mauvaise inactivation, le vaccin pourrait introduire la maladie.

2.3.3 *Introduction du vaccin*

Les deux types de vaccin bénéficient tous deux d'une ATU en France. Leur obtention et leur utilisation ne sont disponibles que pour les vétérinaires munis d'un mandat sanitaire en zone touchée par la maladie. Leur emploi n'est possible que dans le cadre des prophylaxies. Par ailleurs, la Direction des Services Vétérinaires s'assure du nombre de doses utilisées et de la traçabilité des produits.

L'obtention du vaccin n'est pas possible par les éleveurs seuls. Un vétérinaire sanitaire est nécessaire.

La vaccination en zone indemne ne serait possible que par un approvisionnement frauduleux.

2.3.4 Mesures de contrôle de la vaccination

La seule mesure de contrôle en place est l'interdiction de la vaccination en zone indemne. Le système de délivrance contrôlé par les vétérinaires sanitaires et le DSV permet une certaine garantie de la distribution des vaccins.

Par rapport à une utilisation frauduleuse d'un vaccin, on ne pourra mettre en évidence des traces sérologiques que dans les zones où une surveillance sentinelle est mise en place.

2.3.5 Appréciation qualitative du risque

L'appréciation qualitative du risque repose sur deux éléments : un niveau individuel (éleveurs et vétérinaires) et au niveau « vaccinal » avec le risque de virulence du vaccin.

Un éleveur seul ne peut pas se procurer le vaccin et vacciner seul ses brebis en zone indemne. L'intérêt d'une telle démarche est discutable. En effet, suite à cette vaccination frauduleuse, les animaux seraient reconnus positifs et le territoire touché perdrait son statut indemne.

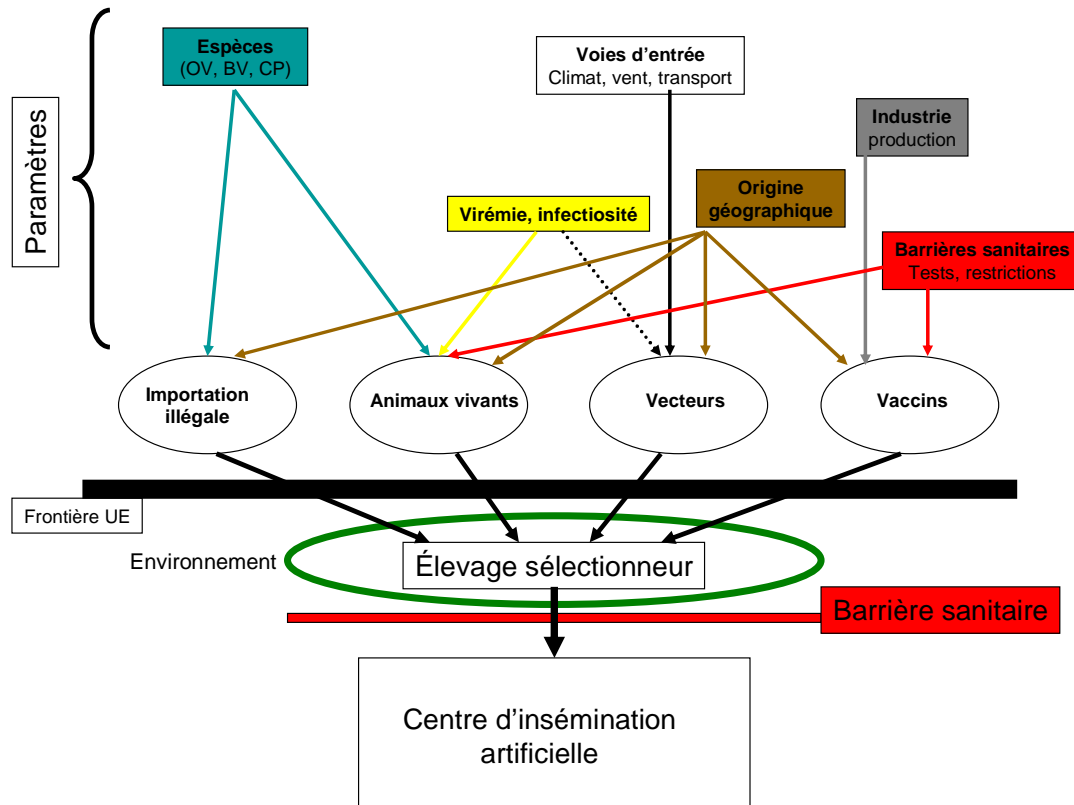
Les vaccins à virus vivants atténués présentent un plus grand danger de virulence (Ferrari, De Liberato et al. 2005; Monaco, Cammà et al. 2006). Or, ils ne sont plus utilisés et sont remplacés par des vaccins à virus inactivés. Ceux-ci présentent un risque quasiment nul d'introduction du virus.

C'est pourquoi, le risque d'introduction du virus par la vaccination dans l'Aveyron et également au niveau des centres d'insémination artificielle, peut être qualifié de **nul**.

2.4 Bilan : représentation schématique

Le bilan de l'émission et de ses mesures de contrôle peut être schématisé de la manière suivante :

Figure 9 : Voies d'entrées potentielles du virus et leurs contrôles éventuels



Pour les voies d'entrées, on distingue les trois mêmes, la voie « animal », la voie « vecteur » et la voie « vaccin ». La voie « animaux » comporte à la fois les importations illégales et les importations dites légales.

La barrière frontière UE représente les frontières de la France, plus particulièrement les restrictions commerciales qui peuvent exister en provenance de pays déclarés infectés par la FCO. Ainsi, cette barrière préserve (théoriquement) des importations illégales, de l'importation « classique » d'animaux sensibles et du vaccin. Les ovins, bovins et caprins sont concernés par ces voies potentielles d'entrée sur le territoire métropolitain français. Si les animaux sont malades, la virémie peut renseigner sur l'éventuel risque qu'ils représentent par rapport aux vecteurs, s'ils sont excréteurs, etc... De la même façon, l'origine géographique des animaux renseigne aussi sur le risque représenté par les animaux. Le risque n'est pas le même pour des animaux en provenance de Scandinavie ou en provenance du Maghreb par exemple. Enfin, les barrières sanitaires existant au niveau local ou à un niveau supérieur (restrictions à l'exportation par exemple) aident aussi à déterminer le risque.

Par rapport aux vecteurs, la frontière UE tient lieu de barrière géographique. C'est par exemple l'éloignement entre la Corse et la France continentale, les barrières géographiques entre les populations de *C. imicola* du Var et l'Aveyron... Parmi les paramètres caractérisant le vecteur, on peut citer l'espèce, l'origine géographique, l'infectiosité et la virémie ainsi que les voies d'entrées (vent, transport, changement climatique...).

Les vaccins, issus de la production industrielle pharmaceutique ne peuvent pas pénétrer sur le territoire puisqu'il existe des limites à leur utilisation et des barrières sanitaires.

Par environnement, on entend « tout » ce qui est favorable au développement ou au maintien de la présence du virus dans les centres. Dans l'élevage sélectionneur, les conditions sont favorables à l'arrivée d'animaux infectés et à l'entretien du virus. Un vaccin vivant mal atténué saura se multiplier dans la population ovine d'un élevage sélectionneur. Enfin, par rapport aux vecteurs, l'environnement représente les conditions environnementales (température, hygrométrie) qui peuvent permettre à des individus de *C. imicola* de se

maintenir en vie et de devenir des vecteurs infectants ou bien, de permettre à d'autres espèces locales de culicoïdes de devenir des espèces vectrices.

Enfin la barrière sanitaire, représente les obligations sanitaires auxquelles sont soumises les élevages sélectionneurs. En plus des barrières sanitaires, on peut rajouter l'état de « vigilance » relatif aux maladies qui existe dans ces élevages.

3 Appréciation de l'exposition

Après avoir vu les possibilités d'entrée du virus dans le bassin laitier de Roquefort, nous allons maintenant apprécier l'exposition des centres d'insémination artificielle à la FCO.

L'exposition concerne les élevages sélectionneurs et les centres d'insémination artificielle. L'appréciation de l'exposition sera déterminée par les niveaux de prévention, de sécurité et les particularités environnementales existant à ces différents niveaux.

3.1 Les élevages sélectionneurs

Les élevages sélectionneurs sont une des barrières principales empêchant l'introduction du virus et donc l'apparition d'animaux malades au sein des centres d'insémination artificielle puisque ce sont eux qui fournissent les animaux.

La quasi-totalité des élevages sélectionneurs est originaire de la zone qui est aussi le bassin de la race Lacaune. Ainsi, les animaux sont originaires de la zone, qui est indemne de FCO.

Les élevages sélectionneurs sont soumis à de nombreuses normes sanitaires et l'état de « vigilance » sanitaire permet de garantir une certaine protection.

3.2 Les centres d'insémination artificielle et leurs flux d'animaux

3.2.1 Le centre du Bourguet

3.2.1.1 Environnement géographique

Le centre du Bourguet est situé à l'extrémité d'une zone artisanale de Sainte-Affrique (zone du Bourguet), au sein d'une vallée (Annexe 9). L'altitude n'est pas très élevée. Une rivière (La Sorgues) coule non loin de là, à une centaine de mètres. Il y a des champs et des haies à proximité.

3.2.1.2 Les flux d'animaux

Le centre du Bourguet ne fournit que de la semence ou des béliers de renouvellement. Les agneaux arrivent à l'âge d'un mois entre les mois de novembre et décembre. Ils proviennent tous d'élevages sélectionneurs ou pour certains (races non lacaune, tels rouge de l'ouest ou berrichons...) de centres sélectionneurs. Ainsi, ils sont garantis indemnes des agents infectieux suivants : *Brucella ovis*, *Brucella melitensis*, virus de la Border Disease et du Visna Maëdi. Ils pèsent alors entre 10 et 13 kilogrammes. A la fin du mois de janvier, tous les agneaux sont rentrés dans le centre.

Les flux d'animaux sont représentés en Annexes 10.

3.2.2 Le centre de La Glène

3.2.2.1 Environnement géographique

Le centre de La Glène est situé au lieu-dit du même nom sur la commune de Vézins-de-Lévézou (Annexe 9). Le centre est situé à proximité du Parc Naturel des Grands Causses sur le plateau de Lévézou. Bien que la majorité de la végétation soit constituée par des cultures fourragères, une partie de celle-ci est typique de celles des grands causses.

3.2.2.2 Flux d'animaux

Le centre de La Glène fournit des béliers améliorateurs, des agnelles de renouvellement et de la semence. Le fonctionnement de ce centre est très comparable à celui du Bourguet. Les jeunes béliers arrivent à l'âge de 1 mois en fin d'année (novembre à décembre) en provenance des élevages sélectionneurs. Ils pèsent entre 10 et 15 kilogrammes et sont indemnes des agents infectieux suivants : *Brucella ovis*, *Brucella melitensis*, virus du Visna Maëdi et de la Border Disease.

Les flux d'animaux sont représentés en Annexe 11.

3.3 Les mesures sanitaires

L'arrêté ministériel du 30 mars 1994 définit le rythme et le type de « prophylaxies » pour l'agrément sanitaire des centres d'insémination artificielle de l'espèce ovine. Mais ces prophylaxies ne sont pas orientées contre la FCO. Comme dans les élevages sélectionneurs, on pourra parler d'un état de « vigilance » vis-à-vis des maladies se déclarant dans l'élevage.

3.4 Imperméabilité des centres aux insectes

3.4.1 Environnement

Les deux centres sont situés en plein cœur du département de l'Aveyron. Même si l'été les températures peuvent être assez élevées, le pic des températures s'observe surtout aux mois de juillet et août. A l'automne, les températures chutent rapidement et l'hiver est froid et souvent enneigé.

Le centre du Bourguet est situé dans un environnement plus humide que celui du centre de La Glène, qui est plus sec et venteux. Si les organisations des bâtiments ne sont pas vraiment comparables entre les deux centres, néanmoins, le sol entre les bâtiments est soit bétonné soit goudronné. Ainsi, il n'y a pas spécialement d'accumulation d'humidité, de zones boueuses. De même, sur les deux centres, il n'y a pas d'aires de stockage de fumier et de lisier. Dans la pire des situations, le fumier restera moins d'une semaine au niveau des centres. Ainsi, il ne se développe pas d'environnement propice au développement des larves de culicoïdes.

3.4.2 Eléments propres et architecture

Les centres comptent tous les deux plusieurs bâtiments.

La ventilation des bâtiments du centre du Bourguet est assurée par des extracteurs d'air (ventilateurs) qui aspirent l'air via des cheminées qui sont placées en hauteur sur le toit. Les ventilateurs sont positionnés sur les côtés des bâtiments.

La ventilation des bâtiments du centre de La Glène est assurée aussi par des extracteurs d'air placés dans la longueur du bâtiment. L'air est aspiré par un lanterneau qui court sur le sommet du toit puis évacué sur les côtés du bâtiment par des murs en chicane.

Lors de fortes chaleurs, les portes des bâtiments peuvent être ouvertes pour faciliter l'aération et ainsi rafraîchir l'atmosphère.

3.5 Bilan de l'exposition

De par les mesures mises en place, leur architecture, leur localisation, les centres semblent bien protégés de l'apparition de la maladie. L'introduction de vecteurs semble contrôlée par l'architecture des centres et l'organisation des bâtiments. Enfin les mesures sanitaires et l'origine des animaux semblent pouvoir prévenir l'apparition et l'expansion de la maladie grâce à la déclaration obligatoire.

4 *Appréciation de la dissémination du virus par la semence*

Dans le cadre de cette analyse de risque relative aux centres d'insémination artificielle, la dissémination du virus est évoquée dans la semence. C'est par cette voie que le virus peut éventuellement se répandre. Une analyse bibliographique a été réalisée pour renseigner sur le risque lié à la dissémination du virus de la FCO dans la semence.

4.1 *Isolement du virus dans la semence*

Le virus de la FCO est responsable d'affections aussi bien chez les mâles que chez les femelles, chez les bovins, comme chez les ovins. Peu d'études sont disponibles sur la semence ovine, alors que ce sont eux qui sont les principales victimes de la maladie.

4.1.1 *Chez les bovins*

Les bovins sont réputés être les réservoirs du virus de la FCO (Luedke, Jochim et al. 1970). Ils ne montrent pas de signes cliniques particuliers lors d'infection, excepté quelques avortements possibles chez les femelles (Lefèvre and Desoutter 1988).

Suite à une infection, le virus de la bluetongue peut contaminer la semence, notamment les sécrétions séminales (Breckon, Luedke et al. 1980). L'excrétion virale peut être variable (Phillips, Carnahan et al. 1986). En effet, elle peut être prolongée, tout en n'étant pas systématique (Breckon, Luedke et al. 1980), même si elle n'est pas tout le temps mise en évidence (Parsonson, Della-Porta et al. 1981; Bowen, Howard et al. 1983; Phillips, Carnahan et al. 1986). L'excrétion virale dans la semence suite à une infection aiguë peut durer plus de 100 jours (Breckon, Luedke et al. 1980; Foster, Alders et al. 1980). Cependant ces résultats ne sont pas constants. Une autre étude montre que chez des taureaux adultes infectés de longue date et chez d'autres présentant des anticorps depuis au moins 12 mois, le virus n'a pas été isolé dans la semence (Phillips, Carnahan et al. 1986). L'excrétion virale est variable. D'autres auteurs présentent l'isolement du virus comme étant moins fréquent et moins systématique (Parsonson, Della-Porta et al. 1981). Les excréctions virales semblent varier en fonction de l'âge et de la génétique des taureaux, de la souche virale et de la fréquence de collection et de la technique employée (Gard, Melville et al. 1989).

Selon certains auteurs, des taureaux infectés peuvent présenter le virus dans la semence seulement pendant la durée de la phase virémique (Parsonson, Della-Porta et al. 1981; Bowen, Howard et al. 1985).

4.1.2 Facteurs de présence du virus dans la semence et isolement

La présence du virus dans le sperme semble être liée à la présence de cellules sanguines ou de cellules mononucléées. Ce sont elles qui hébergent le virus (Akita, 1992 d'après (Osburn 1994)). C'est ce qui expliquerait l'excrétion dans la semence du virus lors de la phase générale de virémie. Akita affirme également que contrairement à d'autres études, le virus n'est pas isolé à partir des spermatozoïdes seuls.

Egalement, le virus a été mis en évidence dans les testicules, les vésicules séminales, la glande bulbo-urétrale, la prostate et dans l'urètre distal durant la phase de virémie. Les antigènes viraux ont été mis en évidence dans les mêmes organes par un test à l'immunoperoxydase.

4.1.3 Effets sur la fertilité

Une infection aiguë de FCO est responsable d'une baisse légère de la fertilité chez les taureaux (Bowen, Howard et al. 1983). Quand la maladie se déclare, on peut observer une nette baisse de production de la semence.

4.2 Transmission du virus via la semence et qualification de son risque

Les auteurs ont mené des travaux majoritairement sur des bovins. Si les effets des virus de la bluetongue sont bien documentés chez les femelles (avortements, malformations fœtales, ...), aussi bien chez les bovins que chez les ovins, les travaux menés sur les mâles sont plus rares. La majorité des études est consacrée aux taureaux et aux conséquences sur la qualité de leur semence. Rien ne nous permet également de pouvoir extrapoler les résultats obtenus sur bovins aux ovins.

De même, peu de connaissances sont disponibles sur la transmission possible de la maladie par la semence. Même si on extrait du virus de la semence d'animaux, aucune étude ne permet de savoir s'il y a ou pas un risque de transmission de la maladie. Par ailleurs, aucune donnée clinique chez les ovins observée sur le terrain ne semble vouloir accréditer la thèse d'une éventuelle contamination des femelles par voie vénérienne. A l'inverse, des cas de transmissions à des vaches de l'infection ont été rapportés par des taureaux porteurs du virus (Luedke *et al.*, 1975 d'après (Osburn 1994)). Cependant, il n'y a pas d'évidence épidémiologique de cette voie de transmission (Osburn, McGowan et al. 1981; Lefèvre and Desoutter 1988). Le virus de la bluetongue est le seul Orbivirus qui a été isolé dans la semence de ruminants.

Comme nous venons de le voir, les effets possibles d'une transmission par la semence sont peu documentés. Si la semence est une source de contamination des femelles, l'insémination artificielle pourrait être alors une voie d'entrée du virus et de dissémination sur le territoire défini, en provenance des centres infectés. Mais la législation interdit l'exportation des produits animaux des espèces sensibles à partir des différentes zones de surveillance.

Il est à noter que le virus est détectable dans le sperme, bien que son excrétion ne soit pas constante. Ceci peut être intéressant dans le cadre d'un dépistage systématique éventuel de la FCO dans le cadre des prophylaxies obligatoires.

Finalement, au vu du peu d'informations disponibles, on peut estimer la probabilité de transmission et de dissémination du virus, dans la mesure où la semence serait contaminante pour les brebis, comme étant assez **faible**.

5 Communication sur le risque

La communication à propos du risque est une étape fondamentale de l'analyse de risque (Toma, Dufour et al. 2004). Elle doit se faire tout au long du processus d'analyse de risque.

La démarche d'analyse de risque a été demandée par les éleveurs et tout au long de l'étude, quelques réunions furent menées avec les partenaires (DDSV 12, FRGDS, FODSA, Confédération de Roquefort, UNOTEC), afin de les tenir au courant de l'évolution du travail et d'éclaircir leurs points de vue sur certains paramètres.

Ainsi une réunion fut tenue à mi-parcours. Elle permit de recentrer les objectifs pour répondre plus spécifiquement aux attentes des éleveurs et de recentrer les objectifs du groupe de travail.

Une dernière réunion fut tenue à la mi-septembre afin de présenter les résultats obtenus. Les protocoles de qualification et de désinsectisations furent proposés et un bilan des activités fut réalisé.

Au mois de mai 2006, la Dépêche du Midi titrait sa une sur la FCO faisant état d'une menace importante pesant sur le bassin laitier de Millau (« La région de Roquefort menacée ? » Annexe 12).

Au début de l'étude, les éleveurs et membres du groupe de travail semblaient très inquiets. Au cours du processus, leur inquiétude est retombée petit à petit. L'analyse de risque a contribué à les rassurer.

6 Conséquences et perspectives

6.1 Proposition d'une qualification indemne de fièvre catarrhale ovine des centres d'insémination

L'objectif de la qualification est la détection de la maladie au sein des troupeaux des deux centres d'insémination artificielle mais surtout de pouvoir prouver le statut indemne de fièvre catarrhale ovine des centres. L'opportunité d'être reconnu indemne de maladie permettrait aux centres d'insémination artificielle de pouvoir, grâce à une dérogation, continuer à exporter leur semence fraîche si la maladie venait à se produire dans l'environnement des centres ou si des zones de restriction touchaient les zones de vente de la semence..

Les effectifs dans les deux centres sont différents. Au centre du Bourguet, on constate un effectif total d'environ 1300 animaux, et d'environ 2000 animaux dans le centre de La Glène. Mais ces effectifs sont variables au cours du temps, dus aux ventes d'animaux et des sélections auxquelles les animaux sont soumis. Par exemple, le centre de La Glène peut passer d'environ 1100 animaux au mois d'août à un peu plus de 3000 animaux en janvier.

Au sein des deux centres, on peut effectuer un sondage supérieur à 10% pour détecter la maladie. En suivant les recommandations de l'OIE, avec un taux de prévalence limite de 5%, pour un risque d'erreur de 1%, le nombre d'unités nécessaires pour la détection de la Fièvre Catarrhale Ovine est, pour une population de 1200 individus de 88 individus et pour une population de 3000 animaux de 90 individus (table III.10 d'après (Toma, Dufour et al. 2004)).

De ce fait, on peut réaliser des échantillons de 90 individus tirés aléatoirement dans chacun des deux centres. Augmenter la taille de l'échantillon n'est pas gênant, dans la mesure où plus l'échantillon est grand, plus on gagne en précision.

Les techniques utilisées pour le diagnostic expérimental sont des techniques de diagnostic sérologique. Les tests recommandés sont, pour la détection des anticorps spécifiques de groupe, l'ELISA et l'immuno-diffusion en gel d'agarose, pour les anticorps

spécifiques de type, la séroneutralisation (fiches techniques de l'OIE). On ne peut pas distinguer les anticorps post-infectieux et post-vaccinaux (Ganière 2005).

Le protocole à proprement parler s'inspire de la qualification des élevages bovins vis-à-vis de la brucellose (Ganière 2005). Il ne le reprend quand même pas exactement point par point puisqu'il existe des différences notables. Le protocole sur la brucellose s'appuie sur une absence de signes cliniques et une confirmation par la sérologie, car la maladie circule sur le territoire. Ce qui n'est pas le cas de la fièvre catarrhale ovine. Dans le cadre de ce protocole, on cherche à démontrer l'absence de circulation virale par la sérologie. Plutôt que de faire un seul prélèvement par an qui ne renseignera pas sur une éventuelle évolution de la circulation virale (c'est un renseignement qui est très transversal), on pourra tenter d'obtenir des informations plus longitudinales.

La répartition temporelle des culicoïdes européens est généralement bimodale (Baldet, Mathieu et al. 2005). Il y a un premier pic d'abondance à la fin du printemps et un autre à la fin de l'été. On pourra ainsi réaliser quatre séries de prélèvements : en mai, en juin, en août et en septembre. Pour des raisons de commodités, on effectuera quatre prélèvements de 25 animaux tirés aléatoirement. L'échantillon passe ainsi de 90 à 100 animaux car il est plus aisé de diviser 100 par 4 que 90. L'augmentation de taille de l'échantillon permettra de gagner légèrement en précision.

D'après la description des flux d'animaux, les animaux arrivent dans les centres à l'âge d'environ un mois et une bonne partie de ces agneaux seront revendus avant l'âge de 6 mois. Le reste passera deux à trois ans dans le centre d'élevage. Dans quel ensemble doit on prélever les 100 échantillons ?

A l'âge d'un mois, les agneaux ont encore des anticorps d'origine maternelle. Peu de données existent sur la durée de persistance des anticorps maternels chez les ovins. Une étude de Long Li *et al.* en 1995 a mis en évidence des anticorps maternels par ELISA de compétition chez des agnelles de 10 semaines \pm 3 semaines (Li, Shen et al. 1995). D'autres travaux font état d'une disparition des anticorps maternels vers 5 à 6 mois chez des agnelles (Abu Elzein, Aitchison et al. 1998). Or, les jeunes animaux de renouvellement (béliers ou agnelles) sont majoritairement vendus au mois de mai. Ils sont alors âgés de 6 à 7 mois. La démarche de qualification des centres d'insémination artificielle n'est pas une démarche de qualification des élevages sélectionneurs et prélever ces agneaux ne nous renseignerait pas sur le réel statut du centre. On prélèvera les 100 animaux chez les béliers producteurs de semence au sein du centre d'insémination.

Pour acquérir définitivement la qualification, les animaux devront provenir de centres indemnes de fièvre catarrhale ovine, des enquêtes entomologiques devront renseigner sur la présence éventuelle de vecteurs potentiels ou avérés dans l'environnement et au sein des centres, sur les distributions temporelles et spatiales des espèces de culicoïdes présentes. Les centres respecteront les mesures de confinement de leurs animaux, éviteront la présence de déchets organiques sur de longues périodes au sein des centres. Cela crée un environnement qui n'est absolument pas favorable aux culicoïdes.

Pour conserver la qualification, un contrôle sérologique sera effectué selon les mêmes modalités l'année suivante. Les centres devront respecter les mêmes mesures conservatoires et préventives que citées précédemment.

Bien évidemment, lorsque la fièvre catarrhale ovine est constatée, le cheptel est déclaré infecté et dès lors, des mesures de police sanitaires sont appliquées au centre concerné. L'exportation de la semence ainsi que la sortie de tout animal est interdite.

6.2 Proposition d'un protocole de désinsectisation des centres

Le contrôle des insectes ne se réalise pas uniquement en appliquant un simple protocole de désinsectisation des animaux. Il faut aussi lutter contre les gîtes et les endroits favorables à la reproduction des culicoïdes.

On s'appuiera sur le protocole distribué par la DGAI suite aux derniers évènements qui se sont produits au Benelux et dans le Nord de la France. On pourra le compléter de mesures préventives.

6.2.1 Insecticides pour le traitement des animaux

Aucun insecticide ne possède d'indication spécifique sur *C. imicola*. Le seul produit utilisable chez les moutons et détenant une autorisation de mise sur le marché (AMM) est la deltaméthrine dont le délai d'attente est nul ou de trois jours selon la formulation utilisée. Ses indications couvrent les infestations parasitaires externes dues aux tiques, poux, mélophages et mouches. Aucune espèce particulière n'est précisée et l'activité sur les diptères nématocères se « suppose » en extrapolation des activités sur les autres insectes piqueurs comme les mouches des cornes par exemple, diptères hématophages englobés dans le terme général de « mouches ».

6.2.2 Traitements des bâtiments utilisés pour l'hébergement des animaux des espèces sensibles

Les culicoïdes en général sont des espèces exophiles et exophages. La fermeture des portes des centres et l'installation de moustiquaires permettent de diminuer considérablement leur pénétration (Meiswinkel, Baylis et al. 2000). Ces précautions doivent être prises en compte au maximum et l'emploi des insecticides autorisés et habituellement utilisés pour le traitement des locaux peut donc être recommandé. La liste récapitulative est disponible en annexe. Les produits seront utilisés en fonction de leur mode d'emploi, qui doit préciser en particulier leur rythme d'application. Comme pour le traitement des animaux, aucun d'eux ne dispose d'indication particulière pour les culicoïdes.

6.2.3 Traitement des abords et des gîtes

Une mission d'évaluation de la faisabilité et de l'impact de la lutte insecticide sur les habitats de *C. imicola* en Corse a été réalisée du 4 au 7 septembre 2001. Dans ce rapport, les auteurs ont souligné la difficulté de cette entreprise : le manque de connaissances précises sur la répartition des biotopes et sur les périodes de pullulations, la grande dispersion possible des adultes et des gîtes larvaires identifiés rendent la lutte aléatoire et de toutes façons onéreuse avec un risque pour l'environnement (Babinot, Delécolle et al. 2001).

Deux cibles pourraient être visées, les larves d'une part et les adultes d'autre part. D'après le rapport d'experts précédemment cité, l'emploi de larvicides est impossible du fait des particularités biologiques des culicoïdes, différentes de celles des moustiques pour lesquels l'épandage de substances toxiques pour les stades préimaginaux est efficace. La biodisponibilité de la matière active insecticide contre les larves *in situ* dans leur milieu n'est pas connue et leurs biotopes trop dispersés pour mener une action efficace et présentant le moins de risques possibles pour l'environnement. La lutte larvicide n'a été réalisée que sur des plages tropicales (sur *C. furens*) sans, semble-t-il s'être soucié de l'impact sur l'environnement. Il est à noter que peu de renseignements sont disponibles sur les culicoïdes des groupes *Obsoletus* et *Pulicaris*, et aucune donnée n'est disponible sur *C. imicola*.

La seule possibilité de contrôle des culicoïdes adultes ne peut être que la réalisation d'épandages aériens d'insecticides. Cette méthode présente bien entendu de grands risques

pour la faune entomologique et pour les poissons ; le danger serait plus limité par l'emploi de pyréthroides qu'avec des organophosphorés. Ces derniers devraient être proscrits dans un tel projet à cause de leurs effets potentiels beaucoup plus grands et plus durables.

Même si on ne connaît pas exactement les gîtes larvaires des culicoïdes européens, il existe de nombreuses présomptions sur les matières organiques (notamment les tas de fumier, les évacuations d'eau usée...). On peut prévenir les infestations en évitant sur les sites la présence pendant longtemps de tas de fumiers dans certaines zones. C'est pourquoi le bétonnage ou le bitumage des aires est recommandé, ainsi que l'enlèvement rapide et régulier du fumier. La présence de lisier sur les sites est proscrite. Enfin, dans la mesure du possible, on évite l'épandage de fumier aux abords du site.

6.2.4 Désinsectisation des véhicules utilisés pour le transport des animaux

Les produits utilisables pour les locaux peuvent être employés dans les véhicules. Le caractère nocturne des adultes peut aussi être pris en compte pour justifier que les transports d'animaux ne soient autorisés que pendant la journée au moment où les insectes sont au repos.

6.3 Conséquences économiques : évocation de différents scénarios

En utilisant le logiciel de cartographie, on a tout d'abord représenté les aires de répartition de la semence de la Confédération de Roquefort et de la coopérative OVITEST. Ensuite on a représenté plusieurs cas de figure. A travers différents scénarii, il s'agissait de représenter un département français infecté par la FCO, de le rapprocher progressivement de l'Aveyron et d'essayer d'observer l'impact que cela aurait sur le commerce de la semence, puisque le commerce de la semence est soumis aussi à restriction en cas de déclaration de foyer.

Il ne s'agit pas d'une étude économique à proprement parler, mais plutôt d'une illustration. Pour rappel, la partie économique liée au risque FCO était traitée par le groupe de travail.

Pour les deux centres d'insémination, l'essentiel de la distribution de la semence est réalisée dans le département de l'Aveyron (environ 73 % pour Ovitest et 72 % pour la Confédération de Roquefort). Le deuxième département en matière d'insémination est le Tarn (17 % et 19%).

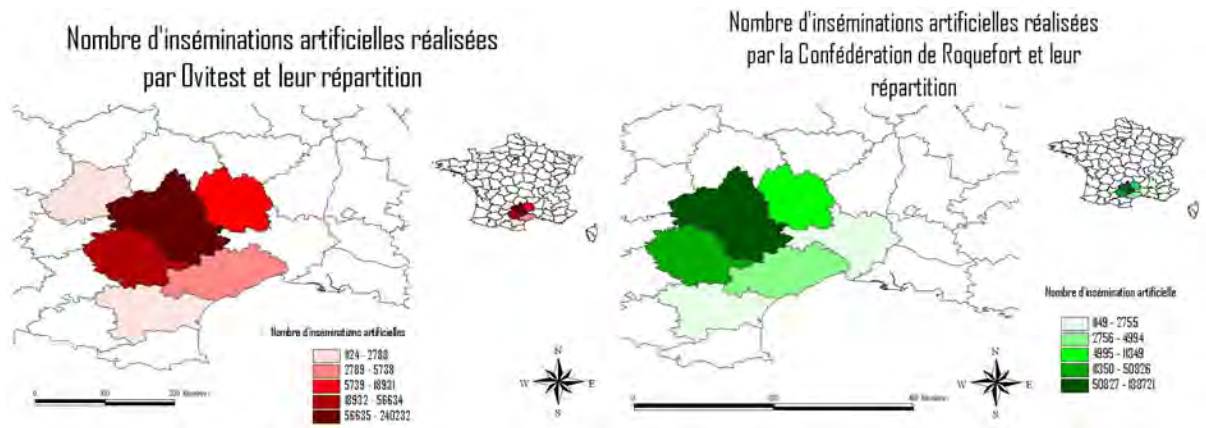
Tableau 1 : Nombre d'inséminations artificielles (IA) réalisées par centre d'insémination et par départements et leurs proportions respectives.

OVITEST		
Département	Nombre IA	%
Aude	1124	0,34
Aveyron	240232	72,95
Lot	2788	0,85
Lozère	18931	5,75
Tarn	56634	17,20
Tarn et G.	3205	0,97
Hérault	5738	1,74
Autres	672	0,20
TOTAL	329324	100

ROQUEFORT		
Département	Nombre IA	%
Aude	2755	1,05
Aveyron	188721	71,67
Gard	1149	0,44
Hérault	4994	1,9
Lozère	11349	4,31
Tarn	50826	19,3
Tarn et G.	1993	0,76
Autres	1544	0,59
TOTAL	263331	100

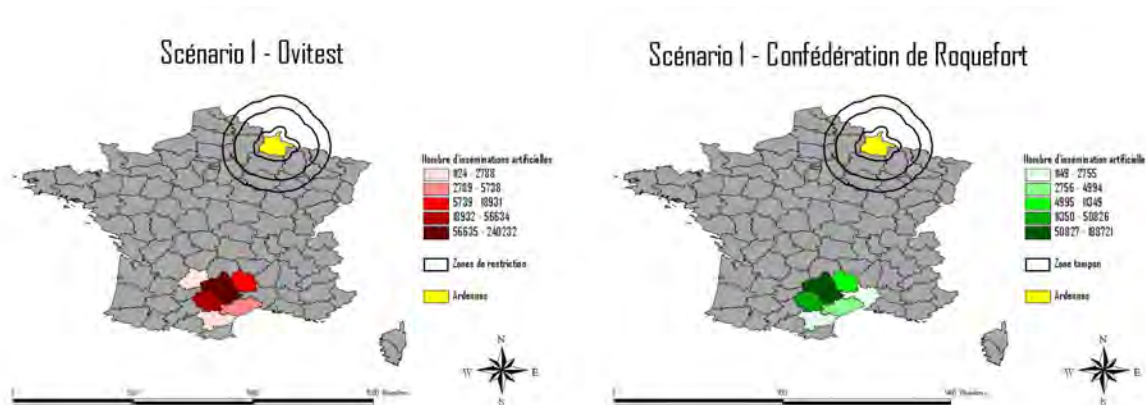
La répartition de la vente de semence peut être représentée par les deux cartes suivantes :

Figure 10 : Nombre d'inséminations artificielles réalisées par département par Ovitest et la Confédération de Roquefort.



Le premier scénario avancé était le scénario actuel, à savoir le département des Ardennes infecté.

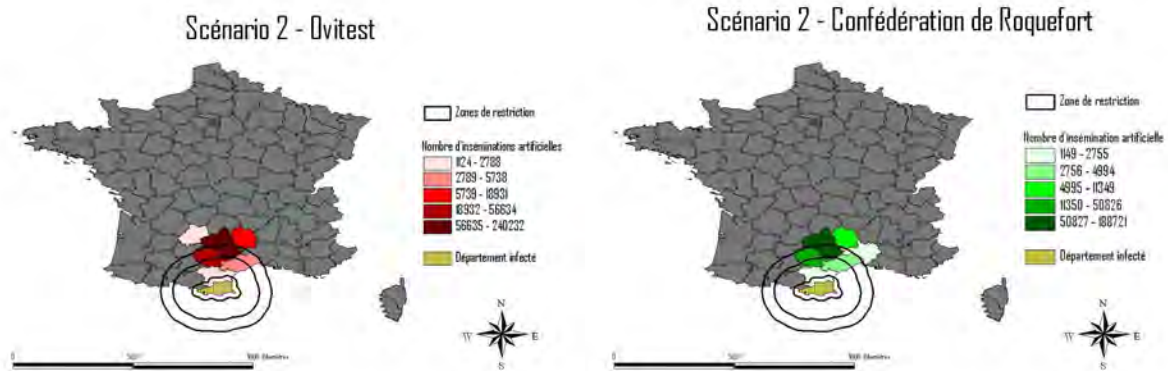
Figure 11 : Représentation du scénario 1



Cette situation n'a pas d'impact sur la distribution de la semence, à la fois pour Ovitest et pour la Confédération de Roquefort.

Le deuxième scénario représente l'apparition de la maladie dans le département des Pyrénées Orientales.

Figure 12 : Représentation du scénario 2

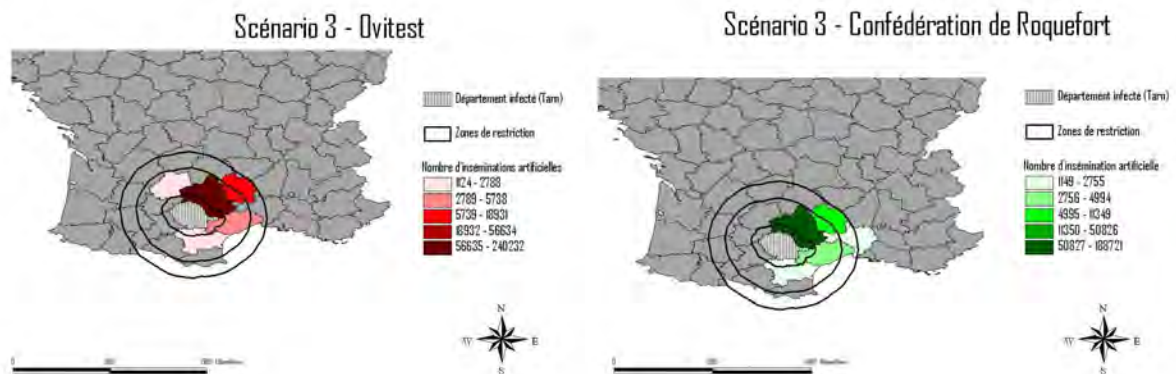


La zone de surveillance (d'un diamètre de 150 km) touche l'Aveyron, dans la mesure où un ou des foyers surviennent dans le Nord des Pyrénées Orientales. Dans ce cas là, la localisation des foyers est très importante, parce que des restrictions relatives au transport de la semence peuvent survenir. Surtout, les zones de Saint-Affrique et de Millau sont touchées, ce qui peut être problématique pour les deux centres d'insémination.

Les transports sont autorisés au sein de cette zone (bande de 50 km), mais ni les animaux ni la semence ne peuvent sortir. Par contre, les transports d'animaux et de semence sont possibles vers la zone de protection (bande de 80 km), sans retour possible.

Le troisième scénario envisage l'apparition de la FCO dans un département limitrophe : le Tarn.

Figure 13 : Représentation du scénario 3



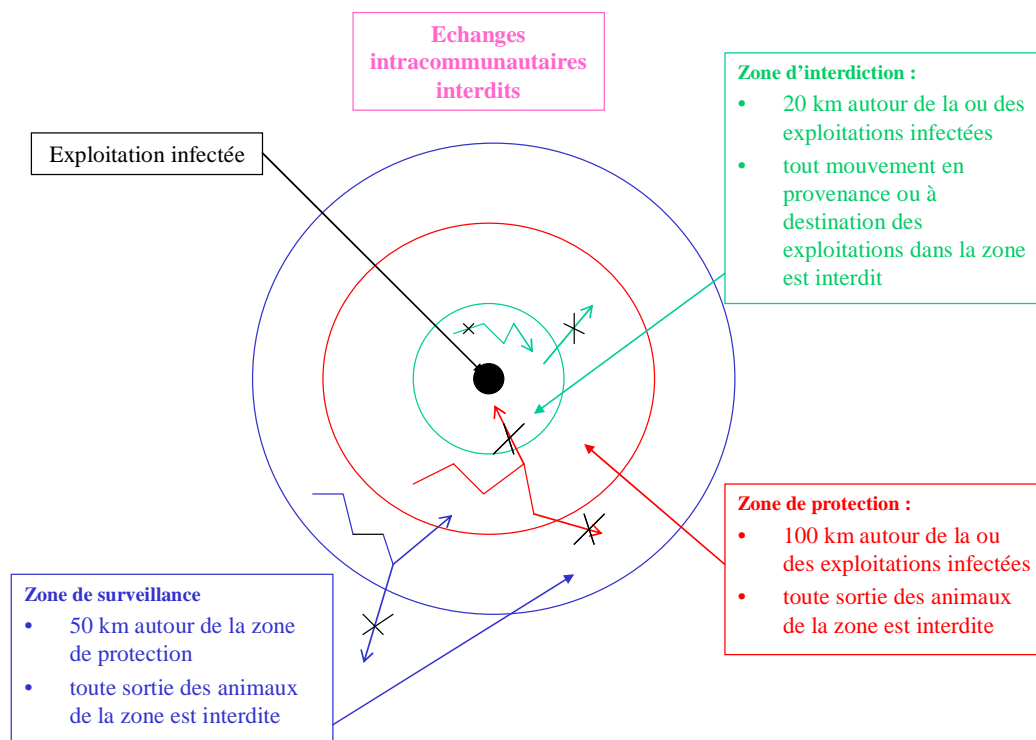
De la même façon que le scénario 2, la zone de surveillance ainsi que la zone de protection touchent le département de l'Aveyron et plus particulièrement les zones de Saint-Affrique de Millau.

Les conséquences commerciales sont de la même façon difficile à appréhender, dans la mesure où la localisation du foyer est très importante. Les mouvements sont possibles au sein de la zone de surveillance et de la zone de surveillance vers la zone protection, mais pas

dans l'ordre inverse. Enfin, les mouvements sont aussi autorisés au sein de la zone de protection.

Enfin le dernier scénario évoque l'apparition d'un foyer dans l'Aveyron. On rappellera les différentes zones de restrictions mises en place en cas de déclaration de foyer de FCO.

Figure 14 : Représentation des différentes zones de restriction mises en place en cas de déclaration de FCO.



Les mouvements sont autorisés dans la zone d'interdiction (diamètre de 20km). Ils sont également autorisés dans la zone de protection (anneau de 80 km), dans la zone de surveillance et dans la zone de protection (anneau de 130 km). Or, l'essentiel de l'activité des centres (plus de 70%) se déroule dans le département même de l'Aveyron. La répartition des ovins est inégale au sein du département. Les plus fortes densités s'observent dans le grand sud du département (sud-ouest principalement). L'anneau de 130 km permettrait quand même de pouvoir avoir accès à une grande partie de la clientèle si un des centres se retrouvait pris au sein d'une des zones.

Le fait que la maladie éclate dans l'Aveyron restreindrait certainement l'activité des centres d'insémination artificielle, sans pour autant arrêter leur activité. L'impact économique est très difficile à évaluer. Il dépendra de la zone où les foyers seront apparus.

Les conséquences pour les centres sont donc difficiles à estimer. Plusieurs paramètres sont à prendre en compte, notamment la localisation d'un éventuel foyer de FCO à proximité des centres d'insémination. Les zones de restriction n'autorisent pas toutes les mêmes mouvements. Les conséquences pour les centres ne sont donc pas les mêmes en fonction de la localisation du foyer. Si la maladie venait à survenir dans l'environnement proche des centres, ils se retrouveraient dans la zone d'interdiction, d'un diamètre de 20 km. Ils se retrouveraient donc bloqués avec un impact économique très fort. Par contre, si la maladie se déclarait dans

la zone de surveillance, l'impact serait certes non négligeable, mais pas catastrophique. C'est pourquoi on peut qualifier l'impact que pourrait avoir la maladie sur les centres d'insémination de **modéré à fort**.

7 *Caractérisation finale du risque*

L'appréciation du risque se définit comme probabilité de survenue d'un danger, combinée à l'importance de ses conséquences indésirables (Dufour and Pouillot 2002).

Pour l'appréciation du risque, la combinaison de deux niveaux de probabilités proposés par Zepeda-Sein a été adapté par le groupe de travail « Rage des Chiroptères » du Comité d'Experts Spécialisé Santé Animale (AFSSA) afin de rendre compte de l'imprécision de certaines données et refléter également la part de subjectivité inévitable de l'estimation des différentes probabilités retenues par le groupe. Néanmoins, le groupe Rage des Chiroptères n'avait pas tenu compte du fait que la combinaison de deux probabilités conduit à une probabilité plus faible que celle de chacune des probabilités de départ, ainsi que l'exemple quantitatif suivant l'illustre (par exemple $10^{-4} \times 10^{-4} = 10^{-8}$). Pour tenir compte de ce point, le croisement des qualitatifs est le suivant :

- Deux probabilités de même qualificatif conduisent au qualificatif inférieur (faible \times faible = négligeable) ;
- Deux probabilités voisines conduisent à la fourchette inférieure de la probabilité la plus basse (faible \times modérée = négligeable à faible) ;
- Deux probabilités non voisines (mais non opposées) conduisent à la probabilité la plus faible (faible \times élevée = faible) ;
- Deux probabilités opposées conduisent à la fourchette supérieure de la probabilité la plus faible (négligeable \times élevée = négligeable à faible).

L'appréciation du risque lié à l'introduction d'animaux infecté est qualifié de **négligeable à faible**, celle relative à l'introduction d'un vecteur infecté est qualifié également de **négligeable à faible** et celle relative à l'introduction du virus via le vaccin est qualifié de **nul**. La combinaison de ces probabilités, d'après le tableau du rapport « Fièvre Q : Rapport sur l'évaluation des risques pour la santé publique et des outils de gestion des risques en élevage de ruminants – Adopté par le Comité d'experts spécialisé « Santé Animale » le 8 juin 2004 – AFSSA » (Annexe 14) fait que le risque d'introduction de la FCO pour l'Aveyron est qualifié de **nul à négligeable**. De plus, l'exposition est très maîtrisée par les deux centres d'insémination et le risque lié à la dissémination par la semence est estimé à **faible**.

L'appréciation des conséquences est évaluée de **modérée à fort**.

La combinaison des deux probabilités d'après le tableau disponible en Annexe 14, fait que l'évaluation du risque FCO dans l'Aveyron, pour le cas particulier des centres d'insémination artificielle, est **négligeable à faible**.

8 *Discussion et limites du travail*

Cette analyse de risque a été réalisée entre les mois d'avril et septembre de l'année 2006. Ce travail est donc valable pour cette période.

La méthode d'évaluation du risque employée est celle préconisée par l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE). Elle s'appuie sur les travaux de Zepeda de 1997. Cette méthode correspond à une tentative intéressante, car bien codifiée, de rationalisation de la démarche qualitative d'analyse de risque. Cependant, lors de l'utilisation de cette méthode et particulièrement lors de l'appréciation qualitative du risque, plusieurs limites apparaissent rapidement.

La première vient de la composition de l'équipe ayant réalisé cette évaluation de l'analyse de risque. Ce travail a majoritairement été réalisé par une seule personne, malgré

l'aide proche de spécialistes et du groupe de travail constitué à l'occasion. Une sorte de biais d'observation ou de mesure est alors survenu. Ce type de biais peut être limité grâce à une concertation à plusieurs et une discussion approfondie.

La deuxième vient du choix des qualificatifs utilisés. C'est une conséquence directe de la première. Une autre équipe aurait peut être employé d'autres qualificatifs, aurait peut être qualifié différemment certaines étapes de la démarche. Néanmoins, les quelques missions réalisées sur le terrain ont permis de récolter quelques données intéressantes.

Enfin, le tableau de croisement utilisé en Annexe 14 semble privilégier les appréciations les moins sévères. L'évaluation du risque conduit à une qualification de négligeable à faible, par croisement du qualificatif négligeable à faible avec le qualificatif relatif aux conséquences économiques de modéré à élevé. Or, si une autre équipe avait choisi un autre qualificatif, par exemple un risque d'introduction de la maladie de faible à modéré avec des conséquences économiques de faible à modéré, le résultat de l'analyse qualitative serait le même. En aucun cas cette méthode ne permet d'obtenir un résultat élevé. Par exemple, quand on croise le qualificatif élevé avec élevé, on obtient du modéré. Cela se justifie pleinement d'un point de vue mathématique. Si on croise une probabilité de $10^{-2} \times 10^{-2}$, on obtiendra bien un 10^{-4} , ce qui est en accord avec le tableau, qui explique que le croisement de deux probabilités de même qualificatif conduit à un qualificatif inférieur. Or, dans les faits, dans une approche moins « probabiliste » ou « mathématicienne », le croisement de deux qualificatifs « élevé » semblerait conduire intuitivement à un qualificatif au moins aussi élevé. Ainsi, si le tableau utilisé par Zepeda (Annexe 15) semblait privilégier la sévérité, le tableau actuel ne semble pas la privilégier.

Nous allons maintenant voir les événements qui se sont déroulés à la fin du mois d'août 2006 et qui doivent être également pris en compte dans la suite de la discussion.

9 Situation de la FCO en Europe du Nord fin 2006

La FCO est apparue « à la surprise générale » en Europe du Nord à la fin du mois d'août 2006, à la fin de ce travail. Cette épizootie a revêtu un caractère exceptionnel, dans la mesure où les signes cliniques, l'espèce de vecteurs incriminée, la latitude où apparut la maladie ne furent pas du tout dans les standards habituels de la FCO et par là même surprirent les experts européens. Avec un peu de recul, nous pouvons présenter les résultats intéressants et surprenants (de manière non-exhaustive) des différents groupes de travail sur la FCO de l'EFSA (Agence Européenne de la Sécurité Alimentaire) et essayer de voir en quoi ces événements sont capables ou non de modifier les connaissances que l'on a sur la FCO.

9.1 Signes cliniques, morbidité, mortalité et létalité

Un comité d'expert étudia les signes cliniques, la morbidité et la mortalité du BTV-8. Les signes cliniques furent étudiés en Belgique chez 77 troupeaux de moutons (où au minimum un animal a été confirmé positif au laboratoire avant le 31 décembre) et chez 72 troupeaux bovins. 2 troupeaux bovins français furent associés de même que 266 troupeaux ovins et 156 troupeaux bovins néerlandais. Pour l'étude de morbidité et de mortalité, les animaux malades et les mortalités furent relevés dans 353 troupeaux ovins belges et 285 troupeaux bovins. 6 troupeaux français furent suivis de même que 563 troupeaux allemands et 185 néerlandais. 310 troupeaux ovins allemands furent suivis et 270 néerlandais.

Les principaux signes cliniques observés chez les ovins furent la fièvre, de la salivation, des ulcérations de la cavité orale, des oedèmes faciaux, de la dysphagie, de l'apathie, de la congestion, de l'érythème au niveau des muqueuses et des boiteries.

Lors de cette épizootie, les signes cliniques furent très marqués chez les bovins. Les principaux signes observés furent des lésions de la muqueuse nasale, du ptyalisme, de la

fièvre, des conjonctivites, de la dysphagie, du jetage, de l'apathie, des lésions des trayons, des boiteries et des inflammations du bourrelet coronaire.

La morbidité est variable de 0 à 100% chez les ovins. Dans 80% des troupeaux, la morbidité était de 25% ou moins. La moyenne dans les troupeaux affectés était de 20%. Chez les bovins, 10% des troupeaux n'exprimaient aucun signe clinique lors de l'investigation clinique. La morbidité était là aussi variable de 0 à 100%. Dans 87% des troupeaux, la morbidité était de 10% ou moins. La moyenne des morbidités s'élevait à 6,8%.

Chez les ovins, on pouvait observer une mortalité qui variait de 0 à 100%. 66% des troupeaux ne déclarèrent pas d'animaux morts. Environ 30% des troupeaux eurent un ou deux animaux morts. Dans 93% des troupeaux la mortalité fut de 20% ou moins. La mortalité moyenne s'élevait à 5%. Chez les bovins, 91% des troupeaux ne déclarèrent pas d'animaux morts. La mortalité variait de 0 à 30%. Dans 99% des troupeaux la mortalité était de 5% ou moins.

Chez les ovins la létalité était comprise entre 0 et 100%. 23% des troupeaux présentèrent une létalité de 50%. Chez les bovins, la létalité était variable dans les mêmes proportions. 6% des troupeaux montrèrent une létalité de 50%.

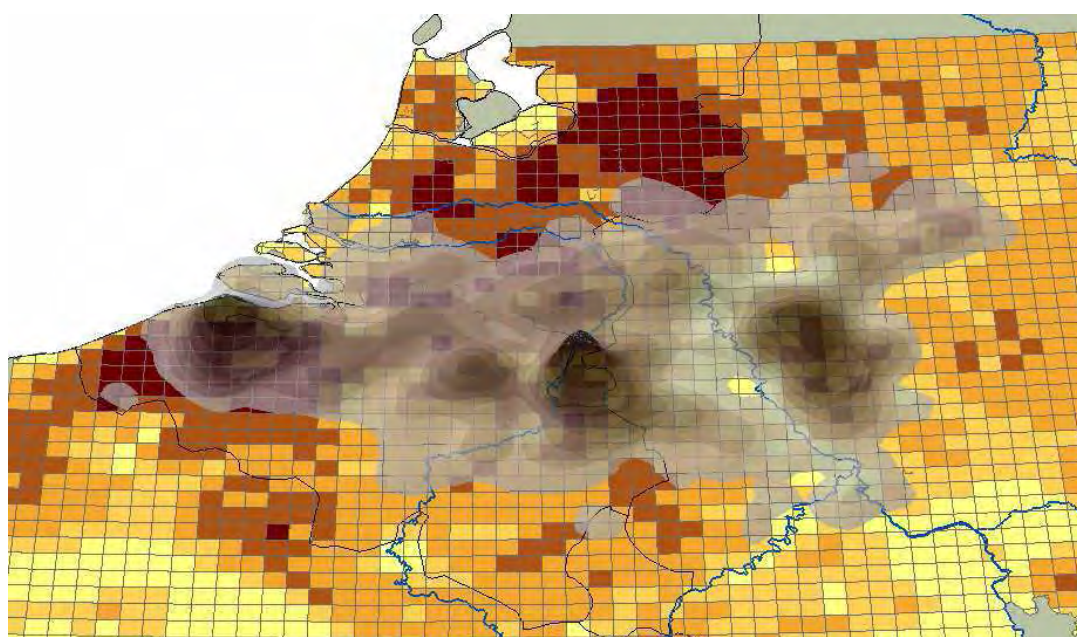
Il est intéressant de noter l'impact fort de cette épizootie due au BTV-8 chez les bovins, comparés à celles dues à des virus « plus classiques » qui peuvent survenir en Europe du Sud notamment.

9.2 Distribution temporelle et spatiale du virus

Les premiers cas furent déclarés le 17 août 2006. Au 22 août, 40 cas furent décrits, au premier septembre, 138. Au 4 septembre, la rive Est du Rhin en Nordrhein-Westfalen (Allemagne) fut trouvée infectée, mais sans continuité évidente avec la première zone d'infection de Maastricht (Hollande). La maladie continua de se développer dans ces deux zones, jusqu'au 18 septembre, où elle fut déclarée dans les environs de Gent (Belgique).

La carte des cas montre que l'infection est venue à la fois par l'Est et par le Sud et que l'émergence des cas dans le Nord de la Hollande fut très limitée (fig. 15).

Figure 15 : Représentation tridimensionnelle du nombre de cas dus au BTV-8 en 2006
(Source EFSA)

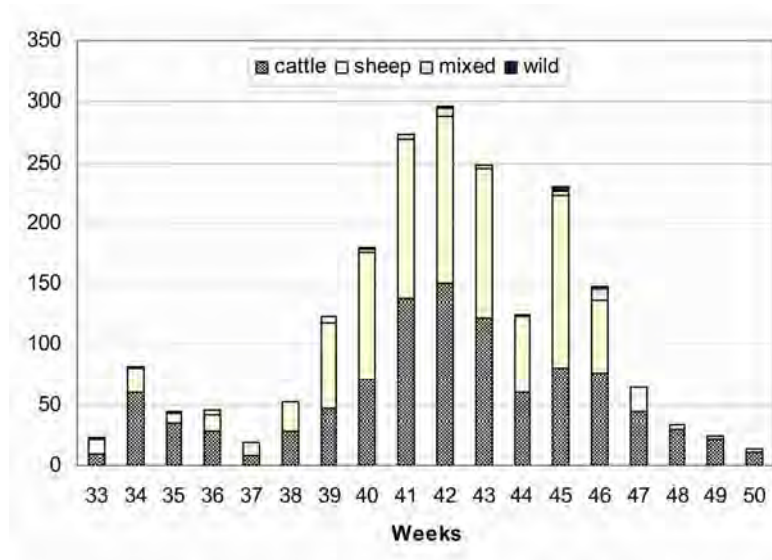


La densité des élevages est représentée en fond.

Les 6 cas déclarés en France semblent appartenir à la « queue » du phénomène épizootique, à la frontière de la zone géographique touchée. La surveillance sérologique réalisée a mis en évidence l'entrée du virus, mais pas sa circulation.

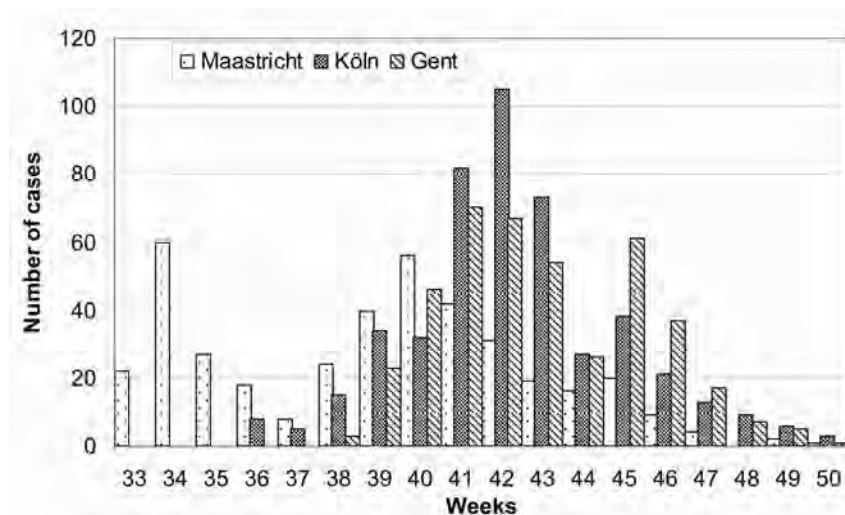
Deux pics de déclarations de cas furent observés aux semaines 34 (21 au 28 août) et 42 (16 au 22 octobre 2006) (Fig. 16). Les groupes (cluster) de cas de la maladie des environs de Cologne (Köln) et Gent semblent s'être déclarés avec un retard certain sur la région de Maastricht (Fig. 17).

Figure 16 : Distribution des cas en fonction du temps en 2006.



L'axe des ordonnées représente le nombre de cas.

Figure 17 : Représentation du nombre de cas en fonction du temps selon les trois clusters (Maastricht, Köln et Gent)



L'analyse spatio-temporelle révèle que le premier cluster de la maladie fut localisé aux environs de Maastricht et avait un rayon de 35 km. A partir du 15 octobre, le cluster incorpora les cas situés sur la rive Est du Rhin, à l'Est de Cologne. La taille du cluster atteignit alors 65 km puis 75 km à la fin du mois de décembre. L'analyse spatio-temporelle ne put séparer les deux clusters potentiels de Maastricht et de Cologne d'un point de vue géographique, ce qui conforta l'hypothèse d'un « pont » à très faible densité d'animaux sensibles entre ces deux clusters. Ils semblent donc être liés par une diffusion locale de la maladie. Cependant, si le cluster de Cologne ne peut pas être distingué de celui de Maastricht d'un point de vue géographique, il peut en être distingué sur une base temporelle.

Un nouveau cluster fut identifié aux environs du 15 octobre aux alentours de Gent. Sa taille maximale fut de 21,6 km. Malgré la proximité géographique, en décembre 2006, les deux clusters (Gent et Maastricht) n'avaient pas fusionné.

9.3 Rôle des facteurs environnementaux : cas particulier du vent

Pour les maladies vectorielles, les facteurs environnementaux sont très importants. Les vecteurs ne peuvent se déplacer et être actif que dans certaines conditions d'humidité et de température, de même que la transmission du virus et sa multiplication ne peuvent se faire que dans certaines conditions bien particulières. Le vent peut avoir aussi un rôle à jouer sur la dispersion des vecteurs, d'autant plus que les culicoïdes sont de mauvais voiliers et que la dispersion par le vent est une hypothèse plausible de son installation dans le Var, en provenance de la Corse par exemple.

Dans la zone concernée, à la pression de 700 hPa (équivalent à 3000 mètres d'altitude), la température est inférieure à 2 °C et l'humidité est comprise entre 48 et 70%. Ces paramètres physiques sont incompatibles avec la survie des culicoïdes, puisque les valeurs optimales sont d'une température de 15 à 27 °C et un taux d'humidité relative de 65 à 80%. Reynolds et al. (2006) confirment ces propos et affirment que l'essentiel des migrations d'insectes se déroulent dans les 2 premiers kilomètres de l'atmosphère et que des vols à des altitudes supérieures (3000 m) résultent de circonstances bien particulières. Dans ce cas présent, ne sont pris en compte que les trajectoires de vent à des niveaux de pression de 850 hPa, équivalent à l'altitude de 1450 mètres.

Les nouveaux cas hebdomadaires se trouvent en grand nombre à des distances proches des cas rapportés la semaine précédente. Peu de nouveaux cas sont trouvés à très grande distance des cas précédemment rapportés. Environ 50% des nouveaux cas hebdomadaires sont situés dans les 5 km du cas déclarés la semaine précédente, et 95% des nouveaux cas dans les 31 km. La densité des cas augmente linéairement avec une densité naturelle des vents (situation atmosphérique calme) et de manière exponentielle avec des événements venteux (coups de vent, tempêtes). Aucun nouveau cas n'est observé à de très basses densités de vents. Néanmoins, d'autres résultats statistiques pondèrent les précédents : les cas situés à plus de 5 km semblent être majoritairement dus au vent, mais la distribution des nouveaux cas par rapport à ceux de la semaine précédente n'est pas uniforme, ce qui complique l'interprétation.

S'il semble acquis qu'au-dessus de la mer les culicoïdes peuvent parcourir plusieurs centaines de kilomètres (Braverman and Chechik 1996) grâce au vent, il n'en est pas de même à la surface du continent, à cause des différents reliefs notamment. Il semblerait donc qu'une dispersion de la maladie sur moins de 5 km (diffusion locale) soit essentiellement due aux mouvements aléatoires des culicoïdes et crée ainsi des clusters de foyers circulaires. Les mouvements d'animaux expliquent souvent la dissémination des cas de FCO. Bien qu'un grand nombre de mouvements d'animaux fut rapporté de Belgique, très peu de mouvements furent déclarés en Allemagne. Ce qui pourrait montrer l'importance à la fois du vent et des

mouvements d'animaux dans la dispersion du BTV-8 dans le Benelux et dans le Nord de l'Allemagne.

9.4 Rôle de l'activité et de l'intervention humaine dans l'épizootie

L'introduction d'une maladie, son établissement et sa dispersion sont très souvent influencés par les activités humaines et qui doivent être inclus dans l'analyse d'une épizootie.

9.4.1 Voies possibles d'introduction de la maladie

Tous les transferts d'animaux et de produits animaux au cours de la « période à haut risque » furent étudiés et disséqués. Notamment les introductions d'animaux en provenance de pays éventuellement infectés par la FCO. Les éventuelles introductions d'animaux infectés domestiques ou sauvages, de *Culicoides* infectés, de germes ou de tissus biologiques infectés sont détaillées.

Dans la partie belge touchée par la FCO, de nombreux ruminants domestiques ont été importés d'Allemagne, de France, du Luxembourg et de Hollande. Dans la partie allemande touchée, des animaux ont été importés de Belgique et du Luxembourg et dans la partie hollandaise, des ruminants domestiques ont aussi été importés de Belgique, d'Allemagne et de France. Un lama a même été importé de Belgique et quelques antilopes d'Allemagne.

Aucun ruminant ne fut officiellement importé d'un pays tiers connu ou suspect d'être affecté par la FCO. Par contre, d'autres animaux (notamment des équidés) furent introduits dans la zone infectée en provenance de pays où la FCO sévit.

9.4.2 Interventions humaines prévenant la dispersion des cas

Les données sur la surveillance et les mesures de contrôles adoptées par les autorités nationales en Allemagne, Belgique, France et Hollande ont été recueillies et analysées et leur impact évalué.

La législation européenne fut strictement appliquée avec les restrictions de mouvements dans les zones de 20 km, 100 km et 150 km, ainsi que le contrôle des vecteurs dans un périmètre de 20 km de rayon. Divers amendements furent introduits pour faciliter le transport d'animaux représentant un risque faible ou pour certains produits animaux. Ces amendements ou assouplissements varièrent selon les pays. Par exemple, après la confirmation du premier cas, les hollandais n'autorisèrent pas les mouvements d'animaux dans la zone des 20 km. A la différence des belges qui autorisèrent par exemple les mouvements d'animaux vers des abattoirs dans la zone des 20 km.

En France, la procédure ne fut pas suivie de la même façon qu'en Allemagne, Belgique ou Hollande. Tout d'abord, la législation était déjà en place en France à cause des événements passés en Corse. Les premières mesures de contrôles furent déclenchées à cause de cas à proximité de la frontière belge : la zone des 150 km passait ainsi par la France. Tous les animaux en provenance des zones affectées ont été testés et si ils étaient positifs, furent abattus sans délais. Une surveillance précoce (surveillance sérologique sur 60 troupeaux et surveillance entomologique) fut mise en place rapidement dans 6 départements (Aisne, Ardennes, Meuse, Meurthe-et-Moselle, Moselle et Nord). Une autre différence importante avec les autres pays, la France autorisa l'importation d'animaux des zones infectées vers des abattoirs désignés.

9.4.3 Interventions humaines facilitant la dispersion du virus et des cas

De la même façon, les données sur les échanges d'animaux, les sorties d'animaux des zones infectées sont détaillées et analysées afin d'en faire ressortir les points essentiels.

Les données sur les mouvements de ruminants des systèmes nationaux d'enregistrement et d'identification pour la Belgique, l'Allemagne et la Hollande étaient des données disponibles que pour le bétail. Entre le 1^{er} avril et le 18 août 2006 et entre le 18 août et le 30 novembre, respectivement 23 733 et 15 850 têtes de bétail sortirent des zones infectées. Parmi celles-ci, 10 037 et 6 753 furent transportées dans des fermes hors des zones infectées. Il y a eu aussi des mouvements de bétail vers le Luxembourg, l'Espagne et la Pologne.

9.5 Identification des espèces vectrices

Culicoides imicola joue un rôle majeur dans la transmission du virus en Europe du Sud. Mais environ 4 espèces peuvent être incriminées en tant qu'espèces vectrices.

Des piégeages furent menés dans tous les pays touchés par le BTV-8 jusqu'à la fin décembre 2006. Environ 100 000 culicoïdes furent collectés en Belgique, France, Allemagne, Luxembourg et aux Pays-Bas. Ces piégeages mirent en évidence l'absence de *C. imicola* dans la région. Ils mirent aussi en évidence la capacité qu'ont des espèces de la région paléarctique à transmettre le BTV.

En Hollande un nouveau vecteur de la FCO fut mis en évidence de manière limpide. Un lot de 50 *Culicoides dewulfi* pares et non gorgés a réagi positivement en RT-PCR au virus BTV-8. *C. dewulfi* appartient au complexe *Obsoletus* et illustre encore une fois le fait que *C. imicola* ne saurait être le seul vecteur de la FCO et que le complexe *Obsoletus* a un rôle très important dans l'épidémiologie de la maladie.

Lors des piégeages réalisés en Hollande, *C. dewulfi* représenta plus de 11% des captures de culicoïdes et fut trouvé dans plus de 71% des 108 fermes surveillées. Dans la région de Gulpen, les piégeages nocturnes ont révélé que plus de 40% des individus capturés étaient des femelles âgées, ce qui signifie que le taux de survie était très important et que les insectes se sont nourris plusieurs fois et de manières répétées sur les animaux.

Par ailleurs, dans une ferme de Crapoel (Sud-Est de la Hollande), trois lots de *C. obsoletus/C. scoticus* pares sortirent également positifs en RT-PCR au BTV-8. Cela semblerait indiquer que plus d'une espèce est impliquée dans le phénomène épidémiologique, et qu'il ne faut pas réduire cette épizootie à *C. dewulfi*. Les espèces du complexe *Pulicaris* sont très minoritaires dans les résultats de piégeages et le mode de vie de *C. pulicaris sensu stricto* semble être assez incompatible avec le maintien de l'infection. Ce culicoïde est notamment très exophile.

Enfin, les piégeages ont continué à montrer une activité importante des culicoïdes en janvier, février et mars 2007. Vraisemblablement, les températures douces de cet hiver sont responsables du maintien d'un certain nombre d'individus.

Les résultats de ce travail sont à considérer comme étant valables à la fin de l'été 2006, à court terme et dans le contexte de l'époque. Il ne peut pas s'agir de résultats figés dans le temps. Notre analyse de risque devra être actualisée en fonction des progrès réalisés dans la connaissance de l'épidémiologie de la maladie, de l'évolution climatique, de la connaissance vectorielle...

Néanmoins, *a posteriori*, cette épizootie ne peut pas occasionner une remise en cause fondamentale des résultats de l'analyse de risque qualitative. Pour plusieurs raisons :

- L'environnement géographique et climatique : c'est la principale raison de ne pas changer les qualificatifs de l'analyse de risque. Les vallées de l'Aveyron

sont de manière générale beaucoup plus froides que cette partie du Nord de l'Europe, notamment à cause de l'altitude. Au cours de cet automne et de cet hiver exceptionnellement doux, les températures furent basses dans l'Aveyron.

- La pression entomologique : jamais, au plus favorable de l'été, les culicoïdes ne furent capturés dans les mêmes proportions que les captures réalisées dans le Nord de l'Europe.
- Le confinement des animaux : c'est la principale mesure de protection contre ces insectes piqueurs et les deux centres sont bien protégés à ce niveau là.
- Les mesures prophylactiques permettent aussi au centre d'avoir un système de vigilance et ainsi de signaler extrêmement rapidement une éventuelle suspicion de foyer.

Ces événements ont mis en lumière la fragilité de nos connaissances en écologie voire même notre totale méconnaissance des espèces vectrices de la FCO. Ce fût également l'occasion de mettre à mal le théorème non démontré qui stipule que seul *C. imicola* est responsable de la transmission de la maladie. L'entomologie médicale et vétérinaire a encore vraisemblablement, grâce aux culicoïdes entre autres, de beaux jours devant elle.

Conclusion

La FCO est une maladie à prendre au sérieux dans l'Aveyron, du fait des fortes densités ovines et de l'importance de la filière pour l'économie du département.

Les objectifs de ce travail étaient de réaliser une synthèse bibliographique des connaissances sur la FCO, de recueillir un certain nombre de données, notamment entomologiques, d'essayer d'évaluer le risque par rapport à l'insémination artificielle, de qualifier le risque FCO pour les centres et enfin leur proposer un protocole de qualification.

L'appréciation du risque lié à l'introduction d'animaux est qualifiée de **négligeable à faible**. Celle relative à l'apparition d'un vecteur infecté est aussi qualifiée de **négligeable à faible**. Le danger lié aux vaccins est qualifié de **nul**. L'exposition au virus est très bien gérée par les centres, aussi bien d'un point de vue animal qu'entomologique. Le risque lié à la dissémination par la semence semble être **faible**. Au final, en synthétisant les appréciations des risques relatifs, l'exposition et la dissémination, le risque d'introduction de la FCO, dans le département de l'Aveyron et pour le cas particulier des centres d'insémination artificielle, est qualifié de **négligeable à faible**. Le risque, quant à lui, qui résulte du croisement de la probabilité de survenue du danger et de l'importance des conséquences liées à la maladie est plus important. Le risque lié à la FCO dans le bassin de Roquefort reste qualifié de **négligeable à faible**.

Le risque lié à la dissémination du virus par la semence semble faible. Les données bibliographiques relatives sont assez pauvres. C'est pourquoi, cet aspect mériterait d'être approfondi par de nouvelles recherches. Cette évaluation n'est pas suffisante pour demander des dérogations aux interdictions d'exportation de la semence ni pour proposer un assouplissement de la législation à la DGA. Par contre, les centres peuvent s'appuyer sur le protocole de qualification pour justifier l'absence de circulation virale au sein de leur troupeau et par conséquent l'absence de virus dans la semence. Ce protocole a fait l'objet d'une discussion avec les personnes du groupe de travail.

Suite à la dernière réunion du groupe de travail, de nouveaux objectifs ont été fixés. L'Aveyron est un département au sein duquel beaucoup d'animaux transitent (bovins, ovins). Une analyse économique devrait être menée pour pouvoir évaluer l'impact de la maladie sur les flux d'animaux. Une analyse plus fine pourrait être menée aussi au niveau des centres en fonction des progrès réalisés sur la connaissance de la FCO.

Les récents événements qui se sont déroulés dans le Nord de l'Europe ne sont pas en mesure de remettre en cause les résultats de cette analyse de risque qualitative. En effet, les conditions atmosphériques, les densités d'insectes n'ont rien à voir avec les conditions que l'on peut rencontrer dans l'environnement des deux centres d'insémination artificielle. Mais ces événements ont montré toutes les incertitudes qui existent sur les vecteurs, la méconnaissance de la biologie de ces insectes et ont surtout ébranlé le dogme du rôle quasiment unique de *C. imicola* dans la transmission de la FCO.

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, A. MILON, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que

Mr ESNAULT Olivier, Yann, Jacques

a été admis(e) sur concours en : 2001

a obtenu son certificat de fin de scolarité le : **13 DEC. 2007**

n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

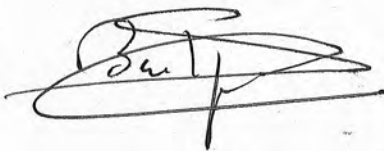
Je soussigné, Stéphane BERTAGNOLI, Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, autorise la soutenance de la thèse de :

Mr ESNAULT Olivier, Yann, Jacques


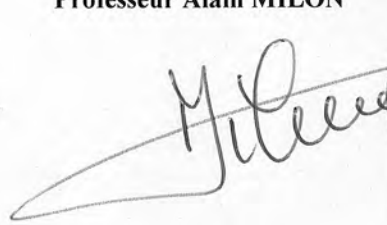
intitulée :

« Etude sur l'analyse de risque de la Fièvre Catarrhale Ovine (Bluetongue) dans le bassin ovin laitier de Roquefort : cas particulier des centres d'insémination artificielle »

**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Docteur Stéphane BERTAGNOLI**



**Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON**



**Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Christophe PASQUIER**



**Vu le : 20 DEC. 2007
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Jean-François SAUTEREAU**



Bibliographie

- Abu Elzein, E. M., H. Aitchison, et al. (1998). "A study on bluetongue virus infection in Saudi Arabia using sentinel ruminants." Onderstepoort J Vet Res 65(4): 243-51.
- Ahl, A. S., J. A. Acree, et al. (1993). "Standardisation of nomenclature for animal health risk analysis." Revue Scientifique et Technique de l'Office Internationale des Epizooties 12(4): 1045-1053.
- Babinot, M., J. C. Delécolle, et al. (2001). Evaluation de la faisabilité et de l'impact d'une lutte insecticide sur les habitats de *Culicoides imicola* en Corse, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche: 12.
- Baldet, T., B. Mathieu, et al. (2005). "Emergence de la fièvre catarrhale ovine dans le Bassin méditerranéen et surveillance entomologique en France." Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux 58(3): 1-8.
- Barnard, B. J. and J. G. Pienaar (1976). "Bluetongue virus as a cause of hydranencephaly in cattle." Onderstepoort J Vet Res 43(3): 155-7.
- Baylis, M. and P. S. Mellor (2001). "Bluetongue around the Mediterranean in 2001." Vet Rec 149(21): 659.
- Baylis, M., P. S. Mellor, et al. (2001). "Prediction of areas around the Mediterranean at risk of bluetongue by modelling the distribution of its vector using satellite imaging." Vet Rec 149(21): 639-43.
- Bétail, G. E. d. (2000). "L'élevage de Midi-Pyrénées, situation et perspectives à l'horizon 2005." Dossier Economie de l'Elevage de Midi-Pyrénées 289C(C): 51.
- Bowen, R. A., T. H. Howard, et al. (1983). "Seminal shedding of bluetongue virus in experimentally infected mature bulls." Am J Vet Res 44(12): 2268-70.
- Bowen, R. A., T. H. Howard, et al. (1985). "Seminal shedding of bluetongue virus in experimentally infected bulls." Prog Clin Biol Res 178: 91-6.
- Braverman, Y. (1994). "Nematocera (Ceratopogonidae, Psychodidae, Simuliidae and Culicidae) and control methods." Rev Sci Tech 13(4): 1175-99.
- Braverman, Y. and F. Chechik (1996). "Air streams and the introduction of animal diseases borne on *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) into Israel." Rev Sci Tech 15(3): 1037-52.
- Braverman, Y. and J. R. Linley (1993). "Effect of light trap height on catch of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in Israel." J Med Entomol 30(6): 1060-3.
- Breckon, R. D., A. J. Luedke, et al. (1980). "Bluetongue virus in bovine semen: viral isolation." Am J Vet Res 41(3): 439-42.
- Cagienard, A., C. Griot, et al. (2006). "Bluetongue vector species of *Culicoides* in Switzerland." Med Vet Entomol 20(2): 239-47.
- Caracappa, S., A. Torina, et al. (2003). "Identification of a novel bluetongue virus vector species of *Culicoides* in Sicily." Vet Rec 153(3): 71-4.
- Carpenter, S., H. L. Lunt, et al. (2006). "Oral susceptibility to bluetongue virus of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) from the United Kingdom." J Med Entomol 43(1): 73-8.
- Chapman, J. W., D. R. Reynolds, et al. (2004). "An aerial netting study of insects migrating at high altitude over England." Bulletin of Entomological Research 94: 123-136.
- De Liberato, C., G. Scavia, et al. (2005). "Identification of *Culicoides obsoletus* (Diptera: Ceratopogonidae) as a vector of bluetongue virus in central Italy." Vet Rec 156(10): 301-4.
- Delécolle, J. C. (1985). Nouvelle contribution à l'étude systématique et iconographique des espèces du genre *Culicoides* (Diptera : Ceratopogonidae) du Nord-Est de la

- France. U.F.R. des sciences de la vie et de la terre. Strasbourg, Université Louis Pasteur de Strasbourg: 238.
- Dufour, B. and R. Pouillot (2002). "Approche qualitative du risque." Epidémiologie et santé animale 41: 35-43.
- Site de Aveyron Expansion : http://www.aveyron-expansion.asso.fr/fr/filieres_economiques/agro_alimentaire.php. consultée le 12 mai 2003
- Ferrari, G., C. De Liberato, et al. (2005). "Active circulation of bluetongue vaccine virus serotype-2 among unvaccinated cattle in central Italy." Prev Vet Med 68(2-4): 103-13.
- Flanagan, M. and S. J. Johnson (1995). "The effects of vaccination of Merino ewes with an attenuated Australian bluetongue virus serotype 23 at different stages of gestation." Aust Vet J 72(12): 455-7.
- Foster, N. M., M. A. Alders, et al. (1980). "Abnormalities and virus-like particles in spermatozoa from bulls latently infected with bluetongue virus." Am J Vet Res 41(7): 1045-8.
- Ganière, J.-P. e. a. (2005). La brucellose animale. Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises. Mérial. Lyon: 42.
- Ganière, J.-P. e. a. (2005). Maladies réputées contagieuses et maladies à déclaration obligatoire des ruminants. Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises. Mérial. Lyon: 92.
- Gard, G. P., L. F. Melville, et al. (1989). "Investigations of bluetongue and other arboviruses in the blood and semen of naturally infected bulls." Vet Microbiol 20(4): 315-22.
- Gerbier, G., J. Parodi, et al. (2006). "Surveillance de la fièvre catarrhale ovine (Bluetongue) en France et dans l'ouest méditerranéen : bilan et perspectives." Epidémiologie et santé animale 49: 1-8.
- Goffredo, M., A. Conte, et al. (2003). "Distribuzione e abbondanza di *Culicoides imicola* in Italia." Veterinaria Italiana 39: 22-32.
- Goldsmid, L., E. Barzilai, et al. (1975). "The comparative sensitivity of sheep and chicken embryos to bluetongue virus and observations on viraemia in experimentally infected sheep." Aust Vet J 51(4): 190-6.
- Herniman, K. A., J. P. Boorman, et al. (1983). "Bluetongue virus in a Nigerian dairy cattle herd. 1. Serological studies and correlation of virus activity to vector population." J Hyg (Lond) 90(2): 177-93.
- Hourrigan, J. L. and A. L. Klingsporn (1975). "Bluetongue: the disease in cattle." Aust Vet J 51(4): 170-4.
- Huismans, H., A. A. van Dijk, et al. (1987). "Uncoating of parental bluetongue virus to core and subcore particles in infected L cells." Virology 157(1): 180-8.
- Hutcheon, D. (1902). "Malarial catarrhal fever of sheep." Vet Rec 14: 629-633.
- Jennings, D. M. and P. S. Mellor (1988). "The vector potential of British *Culicoides* species for bluetongue virus." Vet Microbiol 17(1): 1-10.
- Johansen, C. A., R. A. Farrow, et al. (2003). "Collection of wind-borne haematophagous insects in the Torres Strait, Australia." Med Vet Entomol 17(1): 102-9.
- Katz, J. B., G. A. Gustafson, et al. (1993). "Colorimetric diagnosis of prolonged bluetongue viremia in sheep, using an enzyme-linked oligonucleotide sorbent assay of amplified viral nucleic acids." Am J Vet Res 54(12): 2021-6.
- Lefèvre, P. C. (2003). Fièvre catarrhale du mouton. Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. E. T. DOC. Londres, Paris, New-York. 1: 667-686.
- Lefèvre, P. C. and D. Desoutter (1988). La fièvre catarrhale du mouton (Bluetongue), Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux.

- Li, H., D. T. Shen, et al. (1995). "Investigation of sheep-associated malignant catarrhal fever virus infection in ruminants by PCR and competitive inhibition enzyme-linked immunosorbent assay." J Clin Microbiol 33(8): 2048-53.
- Luedke, A. J., M. M. Jochim, et al. (1970). "Observations on latent bluetongue virus infection in cattle." J Am Vet Med Assoc 156(12): 1871-9.
- Luedke, A. J., M. M. Jochim, et al. (1977). "Bluetongue in cattle: effects of *Culicoides variipennis*-transmitted bluetongue virus on pregnant heifers and their calves." Am J Vet Res 38(11): 1687-95.
- MacLachlan, N. J. and B. I. Osburn (1983). "Bluetongue virus-induced hydranencephaly in cattle." Vet Pathol 20(5): 563-73.
- MacLachlan, N. J., B. I. Osburn, et al. (1985). "Bluetongue virus-induced encephalopathy in fetal cattle." Vet Pathol 22(4): 415-7.
- Mathieu, B., A. Perrin, et al. (2006). Molecular identification of the *Obsoletus* complex species (Diptera : Ceratopogonidae) by an ITS-1 rDNA multiplex PCR assay : a new method for the study of the ecology of bluetongue virus vectors.
- McKercher, D. G., B. McGowan, Jr., et al. (1957). "Studies on bluetongue. III. The development of a modified live virus vaccine employing American strains of bluetongue virus." Am J Vet Res 18(67): 310-6.
- McKercher, D. G., J. K. Saito, et al. (1970). "Serologic evidence of an etiologic role for bluetongue virus in hydranencephaly of calves." J Am Vet Med Assoc 156(8): 1044-7.
- Meiswinkel, R. (1989). "Afrotropical *Culicoides*: *C. (Avaritia) spinifer* Khamala & Kettle, 1971, a name based on an artefact (Diptera: Ceratopogonidae)." Onderstepoort J Vet Res 56(4): 287-8.
- Meiswinkel, R. (1997). "Discovery of a *Culicoides imicola*-free zone in South Africa: preliminary notes and potential significance." Onderstepoort J Vet Res 64(1): 81-6.
- Meiswinkel, R., M. Baylis, et al. (2000). "Stabling and the protection of horses from *Culicoides bolitinos* (Diptera: Ceratopogonidae), a recently identified vector of African horse sickness." Bull Entomol Res 90(6): 509-15.
- Meiswinkel, R. and L. E. Braack (1994). "African horsesickness epidemiology: five species of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) collected live behind the ears and at the dung of the African elephant in the Kruger National Park, South Africa." Onderstepoort J Vet Res 61(2): 155-70.
- Meiswinkel, R. and J. T. Paweska (2003). "Evidence for a new field *Culicoides* vector of African horse sickness in South Africa." Prev Vet Med 60(3): 243-53.
- Mellor, P. S., J. Boned, et al. (1990). "Isolations of African horse sickness virus from vector insects made during the 1988 epizootic in Spain." Epidemiol Infect 105(2): 447-54.
- Mellor, P. S., J. Boorman, et al. (2000). "Culicoides biting midges: their role as arbovirus vectors." Annu Rev Entomol 45: 307-40.
- Mellor, P. S. and G. Pitzolis (1979). "Observations on breeding sites and light trap collections of *Culicoides* during an outbreak of bluetongue in Cyprus." Bulletin of Entomological Research 69: 229-234.
- Mellor, P. S. and E. J. Wittmann (2002). "Bluetongue virus in the Mediterranean Basin 1998-2001." Vet J 164(1): 20-37.
- Miranda, M. A., D. Borrás, et al. (2003). "Presence in the Balearic Islands (Spain) of the midges *Culicoides imicola* and *Culicoides obsoletus* group." Med Vet Entomol 17(1): 52-4.
- Monaco, F., C. Cammà, et al. (2006). "Differentiation between field and vaccine strain of bluetongue virus serotype 16." Veterinary Microbiology 116: 45-52.

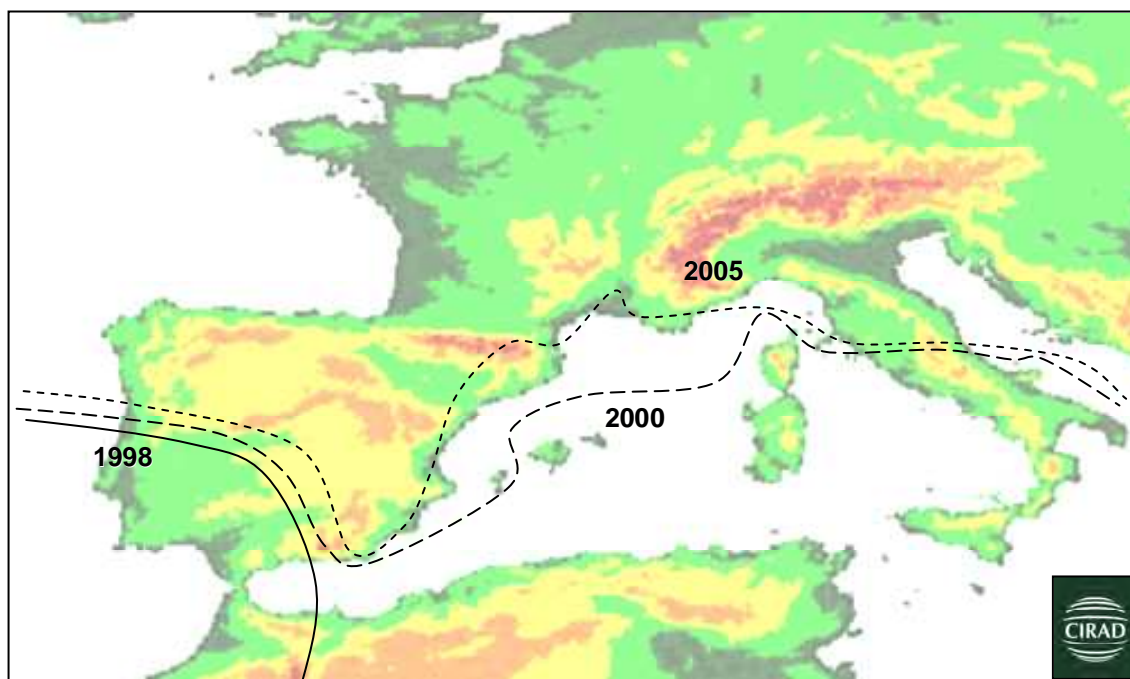
- Nevill, E. M., G. J. Venter, et al. (1988). "Culicoides species associated with livestock in the Stellenbosch area of the Western Cape Province, Republic of South Africa (Diptera: Ceratopogonidae)." Onderstepoort J Vet Res 55(2): 101-6.
- Nevill, H. and A. L. Dyce (1994). "Afrotropical Culicoides: description and comparison of the pupae of seven species of the Similis supergroup (Diptera: Ceratopogonidae)." Onderstepoort J Vet Res 61(1): 85-106.
- OIE (2000). "Bluetongue in France : in the island of Corsica." OIE Disease Information 13: 195-197.
- OIE (2000). "Bluetongue in Italy : follow-up report No.1." OIE Disease Information 13: 209-210.
- OIE (2000). "Disease outbreaks reported to the OIE in January-February 2000." Bulletin de l'Office International des Epizooties 112: 16.
- OIE (2000). "Disease outbreaks reported to the OIE in July-August 2000." Bulletin de l'Office International des Epizooties 112: 449.
- OIE (2000). "Disease outbreaks reported to the OIE in September-October 2000." Bulletin de l'Office International des Epizooties 112: 552.
- OIE (2000). Manual of standards for diagnosis tests and vaccines. Paris, Office International des Epizooties.
- OIE (2001). "Bluetongue in France : in the island of Corsica." OIE Disease Information 14: 178.
- OIE (2001). "Bluetongue in Greece and Italy." OIE Disease Information 14: 215-218.
- OIE (2001). "Bluetongue in Spain : in the Balearic islands." OIE Disease Information 13: 224.
- ONILAIT (2004). L'année laitière 2004. Rapport annuel 2004, ONILAIT: 81.
- Ortega, M. D., F. R. Holbrook, et al. (1999). "Seasonal distribution and relationship to temperature and precipitation of the most abundant species of Culicoides in five provinces of Andalusia, Spain." J Am Mosq Control Assoc 15(3): 391-9.
- Osburn, B. I. (1994). "The impact of bluetongue virus on reproduction." Comp Immunol Microbiol Infect Dis 17(3-4): 189-96.
- Osburn, B. I., B. McGowan, et al. (1981). "Epizootiologic study of bluetongue: virologic and serologic results." Am J Vet Res 42(5): 884-7.
- Parsonson, I. M., A. J. Della-Porta, et al. (1981). "Isolation of bluetongue virus serotype 20 from the semen of an experimentally-infected bull." Aust Vet J 57(5): 252-3.
- Parsonson, I. M., L. H. Thompson, et al. (1994). "Experimentally induced infection with bluetongue virus serotype 11 in cows." Am J Vet Res 55(11): 1529-34.
- Phillips, R. M., D. L. Carnahan, et al. (1986). "Virus isolation from semen of bulls serologically positive for bluetongue virus." Am J Vet Res 47(1): 84-5.
- Pinchon, J. (1989). "Le fromage de Roquefort." Perspectives méditerranéennes 6: 199-204.
- Pinchon, J. (1990). "La production et la transformation du lait de brebis dans la zone de Roquefort." Options Méditerranéennes 12: 107-112.
- Préfecture de l'Aveyron. Site de la préfecture de l'Aveyron : <http://www.aveyron.pref.gouv.fr/>. consulté le 12 mai 2003
- Purse, B. V., N. Nedelchev, et al. (2006). "Spatial and temporal distribution of bluetongue and its Culicoides vectors in Bulgaria." Medical and Veterinary Entomology 20: 335-344.
- Richards, W. P., G. L. Crenshaw, et al. (1971). "Hydranencephaly of calves associated with natural bluetongue virus infection." Cornell Vet 61(2): 336-48.
- Rieb, J. P. (1982). Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie des Cératopogonidae (Diptera, Nematocera). UER "Vie et Terre". Strasbourg, Université Louis Pasteur de Strasbourg: 395.

- Sarto i Monteys, V. and M. Saiz-Ardanaz (2003). "Culicoides midges in Catalonia (Spain), with special reference to likely bluetongue virus vectors." Med Vet Entomol 17(3): 288-93.
- Sarto i Monteys, V., D. Ventura, et al. (2005). "Expansion of Culicoides imicola, the main bluetongue virus vector in Europe, into Catalonia, Spain." Vet Rec 156(13): 415-7.
- Savini, G., M. Goffredo, et al. (2005). "Bluetongue virus isolations from midges belonging to the Obsoletus complex (Culicoides, Diptera: Ceratopogonidae) in Italy." Vet Rec 157(5): 133-9.
- Sellers, R. F. and P. S. Mellor (1993). "Temperature and the persistence of viruses in Culicoides spp. during adverse conditions." Rev Sci Tech 12(3): 733-55.
- Stanislawek, W. L., R. A. Lunt, et al. (1996). "Detection by ELISA of bluetongue antigen directly in the blood of experimentally infected sheep." Vet Microbiol 52(1-2): 1-12.
- Tatem, A. J., M. Baylis, et al. (2003). "Prediction of bluetongue vector distribution in Europe and north Africa using satellite imagery." Vet Microbiol 97(1-2): 13-29.
- Toma, B., B. Dufour, et al. (2002). "Généralités sur l'analyse de risque." Epidémiologie et santé animale 41: 5-17.
- Toma, B., B. Dufour, et al. (2004). Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures. Maisons-Afort, AEEMA.
- Venter, G. J. and R. Meiswinkel (1994). "The virtual absence of Culicoides imicola (Diptera: Ceratopogonidae) in a light-trap survey of the colder, high-lying area of the eastern Orange Free State, South Africa, and implications for the transmission of arboviruses." Onderstepoort J Vet Res 61(4): 327-40.
- Venter, G. J., R. Meiswinkel, et al. (1996). "Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) associated with livestock in the Onderstepoort area, Gauteng, South Africa as determined by light-trap collections." Onderstepoort J Vet Res 63(4): 315-25.
- Verwoerd, D. W., H. Louw, et al. (1970). "Characterization of bluetongue virus ribonucleic acid." J Virol 5(1): 1-7.
- Ward, M. P. (1994). "The epidemiology of bluetongue virus in Australia--a review." Aust Vet J 71(1): 3-7.
- Wittmann, E. J., P. S. Mellor, et al. (2001). "Using climate data to map the potential distribution of Culicoides imicola (Diptera: Ceratopogonidae) in Europe." Rev Sci Tech 20(3): 731-40.
- Zientara, S., S. De la Rocque, et al. (2000). "La fièvre catarrhale ovine en Corse en 2000." Epidémiologie et Santé animale 38: 133-144.
- Zientara, S., C. Grillet, et al. (2001). "La fièvre catarrhale ovine en Corse en 2001." Epidémiologie et Santé animale 40: 129-134.

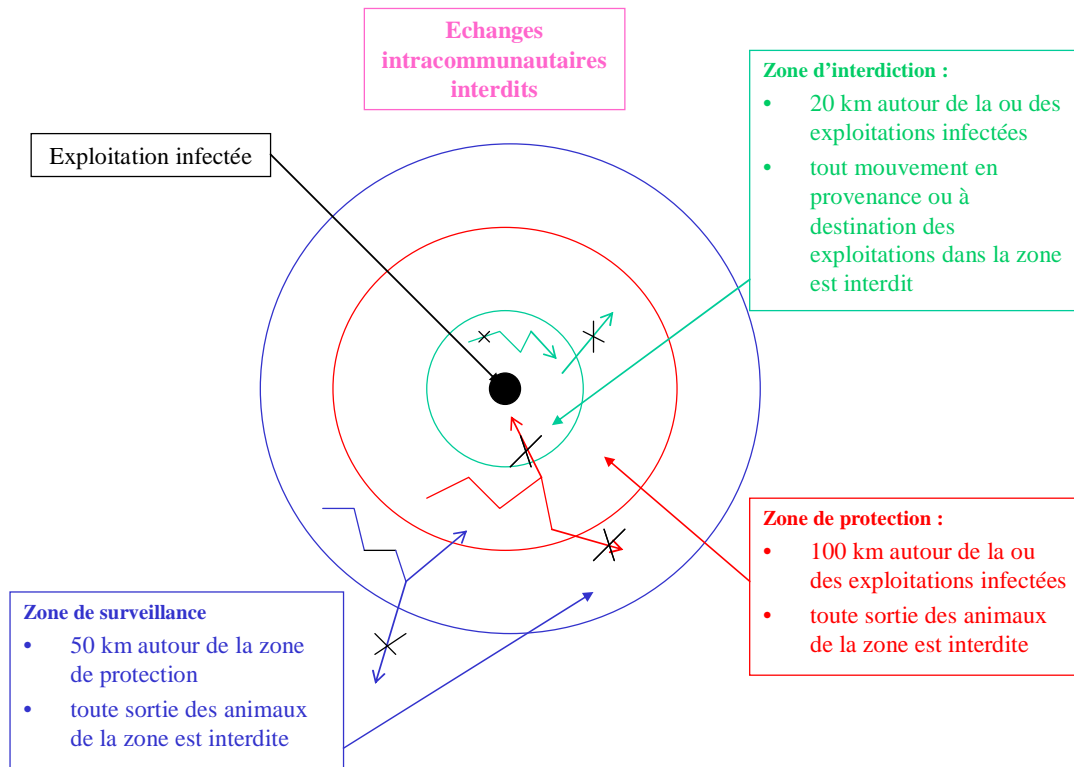
Annexes

Annexe 1 : Evolution de l'aire de répartition de *Culicoides imicola* (Kieffer 1913).

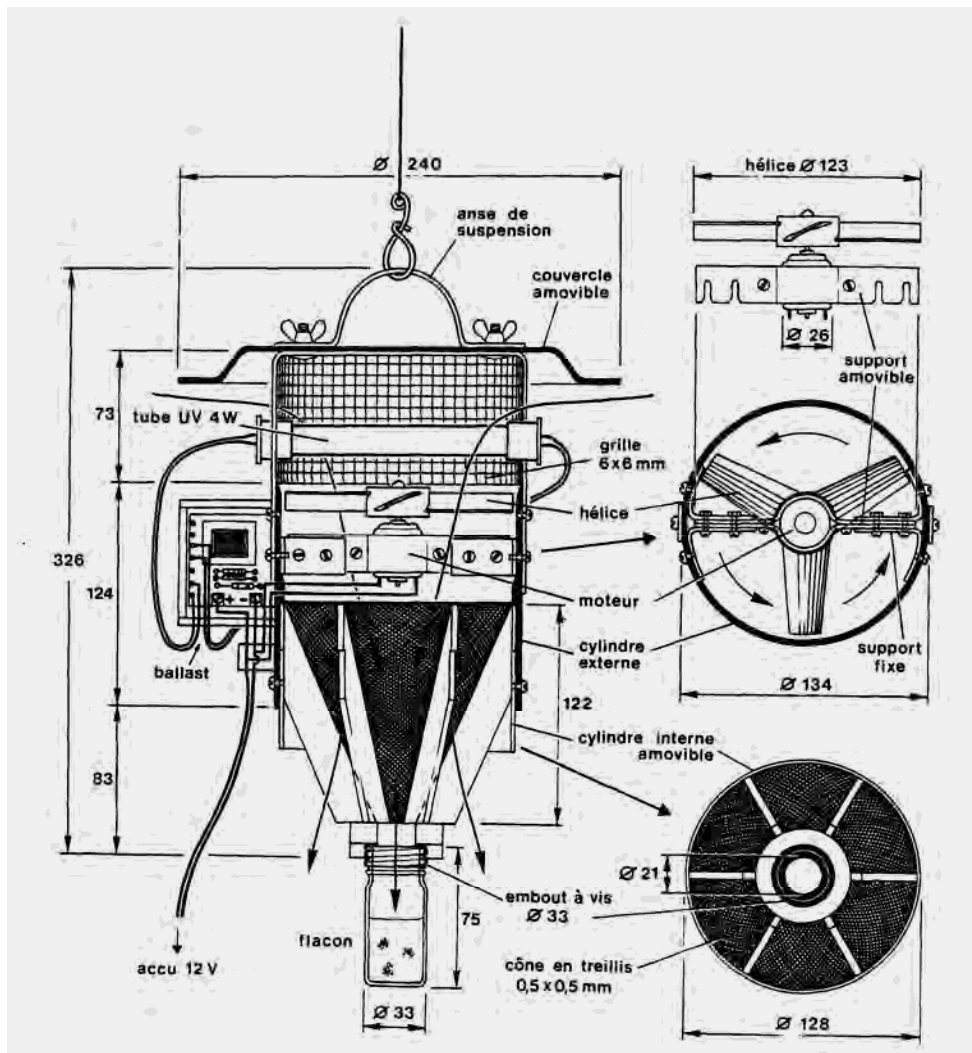
Source CIRAD.



Annexe 2 : Zonage mis en place en cas de foyer de FCO



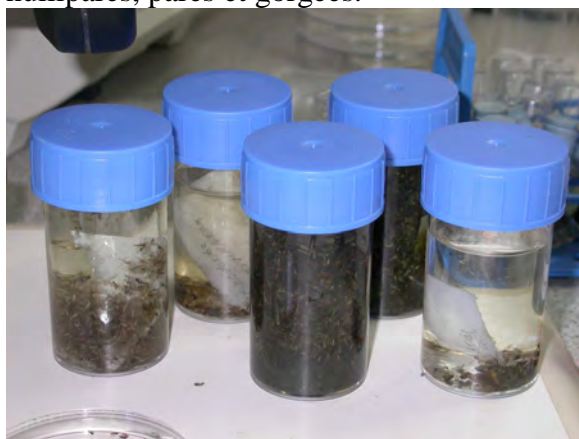
Annexe 3 : Piège lumineux utilisé pour la capture des Culicoides



Annexe 4 : Pré-tri des Ceratopogonidae

Les insectes sont conservés jusqu'au pré-tri, à 4°C, dans de l'alcool à 95°C. Les espèces de *Culicoides* identifiables à la loupe binoculaire, à un faible grossissement, sont réparties en lots. En vue d'une diagnose microscopique plus précise, certains spécimens sont disséqués et montés entre lame et lamelle dans un milieu de montage après un traitement préalable pendant 24 heures dans une solution saturée d'alcool à 95° et de phénol, selon la technique de Wirth et Marston (Delécolle 1985). Différentes clés de diagnose sont utilisées (Nevill and Dyce 1994; Meiswinkel and Paweska 2003). Les principaux caractères de diagnose utilisés chez la femelle sont : l'espace interoculaire, le nombre et l'arrangement des différentes sensilles des antennes, la forme du troisième segment du palpe maxillaire et de son organe sensoriel ainsi que le nombre et la forme des spermathèques. Chez les mâles, les caractéristiques des antennes sont aussi utilisées, mais c'est surtout la forme des différentes parties de la pince génitale qui permettent la diagnose d'espèce.

On dénombre ensuite pour chaque espèce le nombre total d'individus, le nombre de mâles et le nombre de femelles. Pour les femelles, on compte aussi le nombre de femelles nullipares, pares et gorgées.



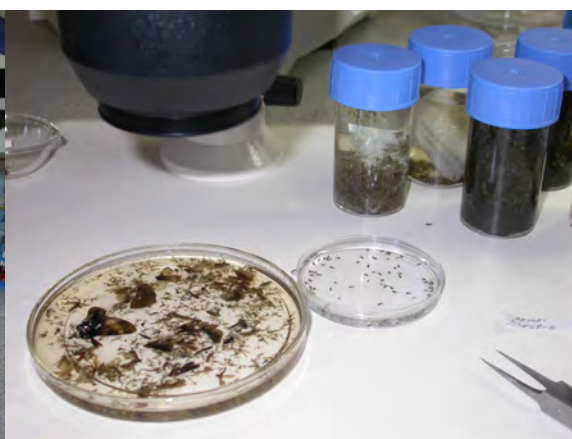
Flacons



Travail à la binoculaire



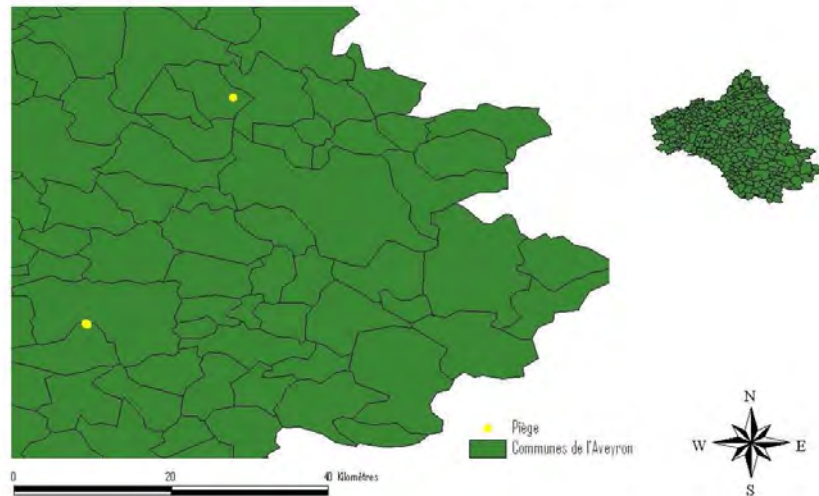
Séparation des gros et des petits insectes



Clichés : B. Mathieu, EID

Annexe 5 : Sites de piégeages :

Localisation des piègeages



Centre de La Glène :



Localisation du piège. Photo : O. Esnault.

Centre du Bourguet :



Localisation du piège



Tas de fumier à proximité
Photos : O.Esnault.

Rivière :



Photos : O.Esnault.

Annexe 6 : *Culicoides imicola* Kieffer 1913



Groupe de *C. imicola*

C. imicola femelle.

Photos : J.C. Delécolle, ULP Strasbourg

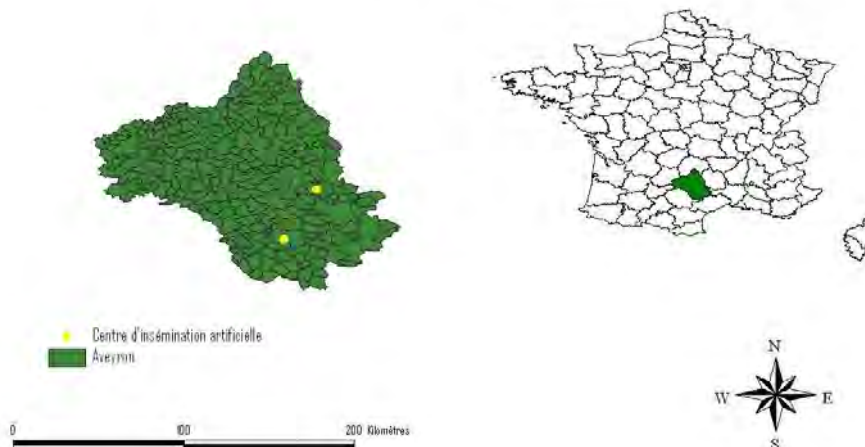
Annexe 7 : *Culicoides obsoletus* Meigen 1818 et *Culicoides pulicaris* Linnaeus, 1758



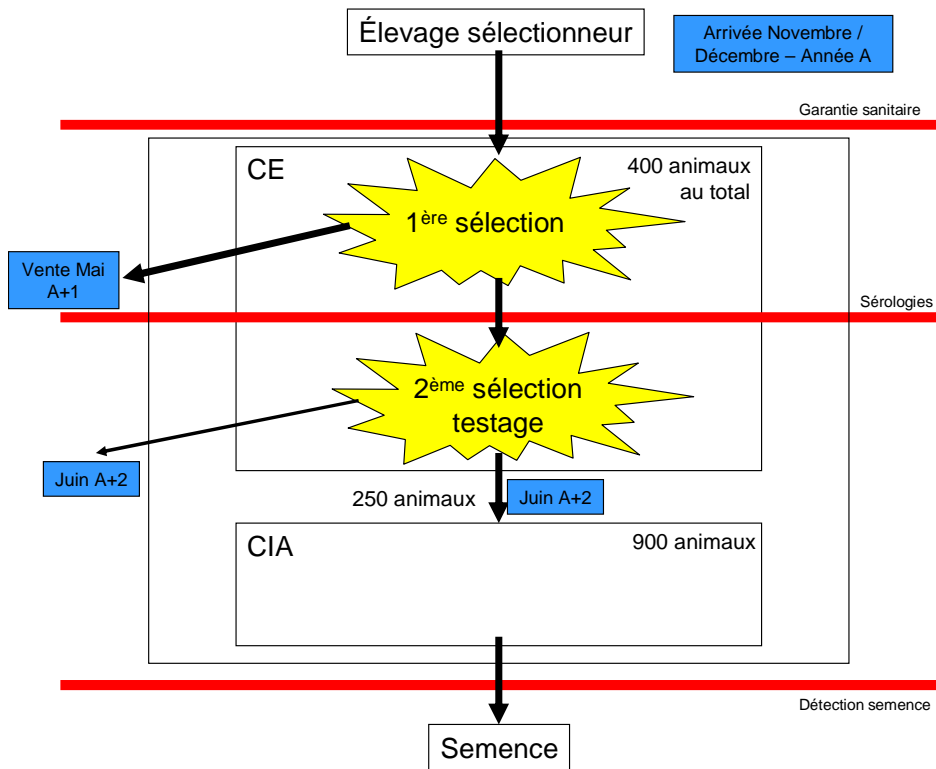
Photos : J.C. Delécolle, ULP Strasbourg.

Annexe 9 : Localisation des centres

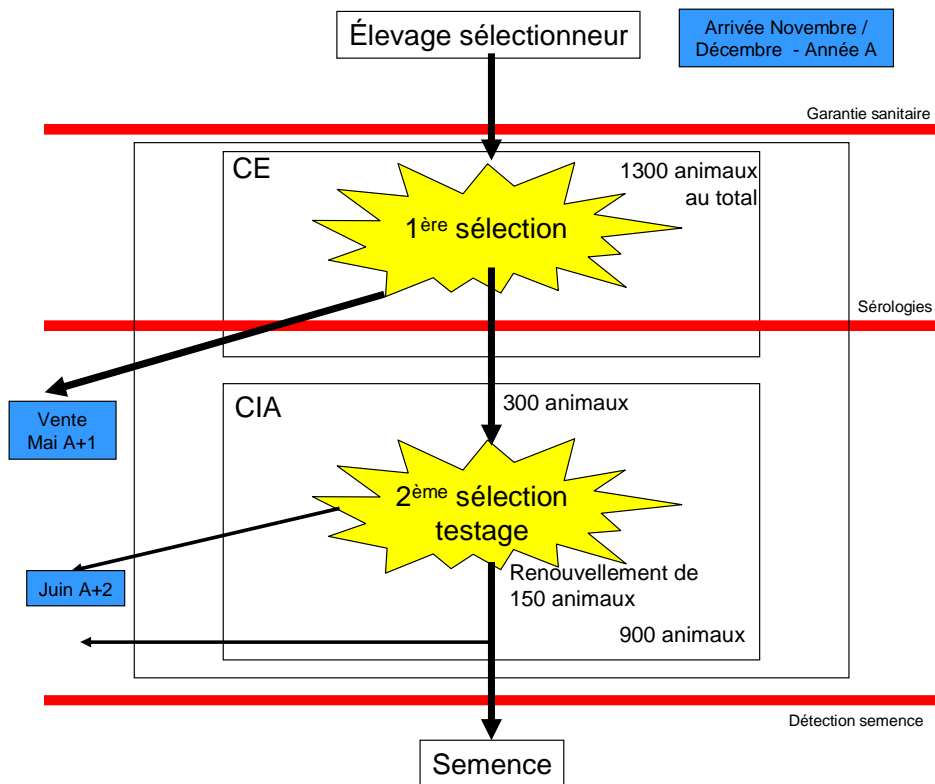
Localisation des centres d'insémination



Annexe 10 : Flux d'animaux. Centre du Bourguet (Confédération de Roquefort)



Annexe 11 : Flux d'animaux. Centre de La Glène (Ovitest)



Annexe 12 : Une de la dépêche du midi

28/04 2006 15:47 FAX 0565599697

SOCIETE DES CAVES DG

→ CONFEDERATION ☐ 002/003

LA DEPECHE

Copie : COM. Dir
C. Poussot

AVEYRON

Judi 27 Avril 2006

Elle est transmise par un insecte piqueur.

Fièvre catarrhale : Roquefort menacé?

On n'avait pas connu de cas en Europe depuis près d'un demi-siècle. La fièvre catarrhale ovine n'est pas une maladie nouvelle sauf que le réchauffement climatique la fait remonter d'Afrique et réapparaître depuis quelques années aux Baléares, en

Espagne, en Italie, en Corse », commente Benoît Assemat, directeur des services vétérinaires, DSV. C'est maintenant le littoral méditerranéen qui est menacé avec l'apparition d'un petit moucheron piqueur au nom savant de « *Culicoides imicola* » présent dans le Var depuis 2004. **Page 36**



La fièvre catarrhale est transmise par un insecte piqueur, vecteur de la maladie. Un vaccin existe. Photo DDM, archives.



La fièvre catarrhale est transmise par un insecte piqueur, vecteur de la maladie. Un vaccin existe. Photo DDM, archives.

Ovins. Sans risque pour l'homme, la fièvre catarrhale remonte d'Afrique vers le littoral.

Le rayon de Roquefort est-il menacé ?

On n'avait pas connu de cas en Europe depuis près d'un demi-siècle. La fièvre catarrhale ovine n'est pas une maladie nouvelle sauf que le réchauffement climatique la fait remonter d'Afrique et réapparaître depuis quelques années aux Baléares, en Espagne, en Italie, en Corse », commente Benoît Assémat, directeur des services vétérinaires, DSV. C'est maintenant le littoral méditerranéen qui est menacé avec l'apparition d'un petit moucheron piqueur au nom savant de « culicoïde imicola » présent dans le Var depuis 2004. L'insecte peut transmettre le virus de la maladie d'un ruminant à l'autre. Si les bovins peuvent le garder

quelques mois sans déclarer de symptômes, il en va tout autrement pour les moutons, brebis... Pas de panique pour autant, un vaccin existe, il est prêt. « Il suffira de l'adapter au type viral en cause », rassure Christian Mulato, chef de service santé animale à la DSV. C'est justement avec la vaccination que l'on a stoppé le nombre de foyers en Corse.

Dans les sept départements du littoral méditerranéen, on veille avec la mise en place d'élevage sentinelles, des prélèvements sur les animaux et le piégeage d'insectes. « La chaîne pyrénéenne devrait également être concernée par le programme renforcé de surveillance », commente M. Assémat.

En attendant, on anticipe. Les directives européennes ont prévu des mesures : zones de restrictions, réglementation des mouvements d'animaux et les dérogations possibles. « Le risque n'est pas humain. La maladie n'est pas transmissible à l'homme. Il est d'ordre économique », précise Christian Mulato, puisque la zone de restriction est de 150 km autour du foyer et l'Aveyron pourrait ainsi être concerné si un foyer se déclarait dans le Gard, l'Hérault.

Les animaux vivants seraient interdits de sortie, l'insémination artificielle n'échapperait pas aux règles drastiques.

L'an dernier, en Rouergue, ce sont entre 150 000 et 180 000 bovins qui

sont partis à l'exportation et quelque 300 000 petits ruminants. Le ministère de l'Agriculture a demandé au CIRAD, Centre de recherche agronomique de Montpellier, de réfléchir à la problématique du risque dans la zone Roquefort.

On sait déjà ainsi que le moucheron ne peut pas vivre au-delà d'une altitude de 900 m. Le bassin de Roquefort pourrait être « sur la base d'études scientifiques sérieuses, exemptée de certaines mesures », rassure le directeur des services sanitaires qui espère, si d'aventure le cas se produisait, « une adaptation des mesures cohérentes en rapport avec la réalité du terrain ».

Gladys Kichkoff

Annexe 13 : liste des insecticides utilisés pour lutter contre les culicoïdes. D'après l'Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur la demande d'évaluation des risques liés à la mise en œuvre des mesures de désinfection et de désinsectisation contre la fièvre catarrhale du mouton. Pages 6-11/11. Saisine n°2001-SA-0211.

ANNEXE 1

Tableau 1 : Données bibliographiques sur l'effet de quelques insecticides sur les *Culicoides* (aucune référence n'est disponible sur *C. imicola*).

Espèces <i>Culicoides</i>	Insecticide, dose et voie d'administration	Effet observé	Référence
<i>C. schultzei</i>	Calvinphos (2%) en spray sur chevaux	Diminution de 80 % des attaques sur chevaux (répulsif?)	3
<i>C. variipennis</i> (larves collectées sur le terrain)	Chlorpyrifos (0,002810 ppm)	Concentration létale 50%	5
<i>C. variipennis</i> (larves produites en laboratoire)	Chlorpyrifos (0,004309 ppm)	Concentration létale 50%	5
<i>C. mississippiensis</i>	Chlorpyrifos (8%) en spray dans l'environnement	Mortalité 97-100 % sur 35 jours	2
<i>C. mississippiensis</i> (adultes collectés sur le terrain)	Deltamethrine (0,5 ppm); Permethrine (3,4 ppm); Resmethrine (11,5 ppm); d-phenothrine (22,4 ppm); Naled (? 114,3 ppm); Malathion (239,5 ppm); Fenthion (290,3 ppm)	Concentration létale 50%	14
<i>C. variipennis</i> (larves collectées sur le terrain)	Fenthion (0,013307 ppm)	Concentration létale 50%	5
<i>C. variipennis</i> (larves produites en laboratoire)	Fenthion (0,026021 ppm)	Concentration létale 50%	5
<i>C. mississippiensis</i>	Fenthion (8%) en spray dans l'environnement	Inefficace	2
<i>C. variipennis</i>	Fenvalerate (pyrethrine), diffuseur à boucle pour bovin	Mortalité 87-100%	6
<i>C. variipennis</i>	Ivermectine (0,35 µg/ml sang de mouton) Remarque: un traitement de 200 µg/kg de poids vif n'entraîne pas une telle concentration dans le sang	Mortalité 48 heures après repas artificiel	11
<i>C. variipennis</i>	Ivermectine (200 µg / kg de poids vif) sur bovins	Inefficace sur les adultes et sur la capacité de reproduction	12
<i>C. brevitarsis</i>	Ivermectine (200 µg/kg sous cutané chez les bovins)	Mortalité de 99% des insectes piqueurs sur une durée de 10 jours après le traitement (mortalité > 40 % jusqu'à 24 jours après traitement)	4
<i>C. mississippiensis</i>	Malathion (8%) en spray dans l'environnement	Efficacité réduite à 14 jours	2
<i>C. furens</i> et <i>C. quinquefasciatus</i>	Malathion en brouillard dans l'environnement	Peu efficace	1
<i>C. furens</i> et <i>C. quinquefasciatus</i>	Naled (?) en spray dans l'environnement	Mortalité 75 %	1
<i>C. sonorensis</i>	Permethrine (0,2%) 250 ml en pour on sur les flancs de bovins	Réduction de 80 % des <i>Culicoides</i> en contact des animaux entre 3 et 7 jours après traitement et restauration complète de la population après 10 jours	13
<i>C. variipennis</i>	Permethrine (3-4 mg / chèvre) en pour on	Neutralisation des <i>Culicoides</i> après 45 minutes d'exposition artificielle à l'air environnant les animaux traités, jusqu'à 20 à 40 jours après le traitement Aucun effet sur la prise de repas avant les 45 minutes	10
<i>Culicoides spp</i>	Permethrine (4%) en pour on sur chevaux	Diminution des attaques sur 86% des animaux traités	7

<i>C. punctatus</i> , <i>C. obsoletus</i> , <i>C. pulicaris</i> , <i>C. stigma</i> , <i>C. nubeculosus</i> , <i>C. impunctatus</i> , <i>C. vexans</i>	Permethrine en pour on et Cypermethrine en boucle diffusante sur chevaux	Effet répulsif partiel, en revanche mortalité en 15 minutes des Culicoides qui se sont posés sur l'animal traité (le traitement en mai en Allemagne a protégé au cours de l'été)	8
<i>C. sonorensis</i>	Permethrine 0,2% (250 ml par bovin en spray sur la ligne ventrale, 6 fois à 2 semaines d'intervalle en conditions terrain)	Aucun effet contre la séroconversion fièvre catarrhale du mouton	15
<i>C. mississippiensis</i>	Propoxur (8%) en spray dans l'environnement	Mortalité 97-100 % sur 35 jours	2
<i>C. variipennis</i> (larves collectées sur le terrain)	Pyrethrine (0,0168 ppm)	Concentration létale 90% à 23 °C	9
<i>C. variipennis</i>	Pyrethrine (0,131 ppm) sur une marre	Réduction de 99% de l'émergence d'adultes sur plus de 30 jours	9
<i>C. variipennis</i>	Pyrethrine (701 g par hectare) en périphérie d'un lac	Réduction de 99,3 % des larves après un traitement Réduction de 98,5% des adultes après 4 traitements	9
<i>C. furens</i> et <i>C. quinquefasciatus</i>	Pyrethrinoides : association resmethrin (18%) et piperonyl butoxide (54%) produit = Scourge (?) en spray dans l'environnement	Idem Naled (?)	1
<i>C. variipennis</i> (larves collectées sur le terrain)	Temephos (0,078691 ppm)	Concentration létale 50%	5
<i>C. variipennis</i> (larves produites en laboratoire)	Temephos (0.170235 ppm)	Concentration létale 50%	5

- 1- Linley J.R., Jordan S. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1992, 8, 69-76.
- 2- Kline D.L., Roberts R.H. *Journal of Economic Entomology*, 1981, 74, 331-333.
- 3- Han G.C., Jiang J.Z., Wen J.Y., Wu H.Y. *Chinese Journal of Veterinary Science and Technology*, 1985, 7, 37-40.
- 4- Standast, H.A., Muller M.J., Wilson D.D. *Journal of Economic Entomology*, 1984, 77, 419-421.
- 5- Holbrook F.R. *Journal of Economic Entomology*, 1982, 75, 736-737.
- 6- Holbrook F.R. *Journal of Economic Entomology*, 1986, 79, 1127-1129.
- 7- Stevens D.P., Henderson D., Viaminck K., Eley J., Kennedy A.S. *Veterinary Record*, 1988, 122, 308.
- 8- Schoo M. *Vorbeuge und Behandlung des Sommerkezems bei Pferden durch Abwehr von Gnäzen mit Pyrethroiden*, 1988, 219 p.
- 9- Woodward D.L., Colwell A.E., Anderson N.L. *Pyrethrum Post*, 1987, 16, 111-117.
- 10- Mullens B.A. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1993, 9, 256-259.
- 11- Holbrook F.R., Mullens B.A. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1994, 10, 70-73.
- 12- Holbrook F.R. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1994, 10, 7-9.
- 13- Mullens B.A., Velten R.K., Gerry A.C., Braverman Y., Endris R.G. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 2000, 14, 313-320.
- 14- Kline D.L., Haile D.G., Baldwin K.F. *Mosquito News*, 1981, 41, 745-747.
- 15- Mullens B.A., Gerry A.C., Velten R.K. *J. Med. Entomol.*, 2001, 38, 760-762

ANNEXE 2

Tableau 2 : Liste récapitulative des produits utilisables pour le traitement des bâtiments et installations d'élevage

N° d'homologation	Nom de spécialité	Date d'autorisation	Catégorie	Remarques	Substance active 1	Dosage 1	Formule 1	Substance active 2	Dosage 2	Formule 2	Société	Formulation
920 0250	ACAROC C 5				Chlorpyrifos éthyl	125	g/L				SERVIROC	Liquide
900 0348	ACTELIC ETABLES				Pyrimiphos méthyl	250	g/L				SOPRA	Liquide
920 0255	ACTIRLY				Propoxumfos	10	%				SANOI Santé animale	Poudre mouillable
880 0727	ACTO 10 PM				Cyperméthrine	10	%				COMPAGNE GENERALE DES INSECTICIDES	Poudre mouillable
940 0437	ACTOGARD AGRISSECT	10-1999			Azéméthifos	50	%				NOVARTIS Santé animale SA	Poudre mouillable
950 0549	DELTA AGRISSECT	10-1995			Delaméthrine	7,5	g/L				C.E.E.T.A.L.	Liquide
950 0550	ORGA	10-1995			Diméthoate	250	g/L	Fenitrothion	100	g/L	C.E.E.T.A.L.	Concentré émulsifiable
920 0159	AGRISSECT GL			Pf 61 Réserve à l'usage professionnel	(Z)-9-Tricosane	0,025	%	Méthoxyfl	1	%	SANOI Santé animale	Granulés
920 0140	AGRISSECT PM				Propoxumfos	10	%				SANOI Santé animale	Poudre mouillable
940 0054	ALFACRON 10 PILIS	12-1995			Azéméthifos	10	%				NOVARTIS Santé animale SA	Poudre mouillable
790 0071	ALFACRON 10 PM				Azéméthifos	10	%				NOVARTIS Santé animale SA	Poudre mouillable
910 0309	ALFACRON 50 PM				Azéméthifos	50	%				NOVARTIS Santé animale SA	Poudre mouillable
880 0292	ALPHA ROC				Chlorpyrifos éthyl	125	g/L				SERVIROC	Concentré émulsifiable
900 0818	ALTINSEC				Alpiméthrine	15	g/L				SOGEVAL	Suspension concentrée
960 0168	APADOR	04-1996		Pf 61 Réserve à l'usage professionnel	Méthoxyfl	1	%				BAYER PHARMA Division Santé animale	Granulés
840 0285	B 401				Bacillus thuringiensis ? 3500 UAAK/MG						SWARM CYANAMID France div. CYANAMID AGRIC	Poudre mouillable
800 0519	BARRICADE 5				Cyperméthrine	50	g/L				BAYER PHARMA Division Santé animale	Liquide
930 0273	BAYCIDAL WP 25	04-1994			Triéthoxycarbo	25	%				BAYER PHARMA Division Santé animale	Liquide
740 0967	BAYTEX				Fenitrothion	40	%				BAYER PHARMA Division Santé animale	Poudre mouillable
900 0724	BIFAX BLANC INSECTICIDE SOVILO				Cyperméthrine	10	%				DUQUESNE PURINA	Poudre mouillable
890 0183	BLANC LHOMME LEBORT				Chlorpyrifos éthyl	0,6	%				SOVILO FERTILIGENE	Poudre à pulvériser
880 0189	BLANC F UMUPRO				Chlorpyrifos éthyl	0,6	%				C.P. JARDIN	Liquide
840 0305	CAPSIDION				Diacyclo	0,6	%				SCOTT'S FRANCE S.A.S.	Poudre mouillable
870 0275	DELTANE 25 SC	12-1996			Delaméthrine	240	g/L				SOGEVAL	Liquide
960 0484	DETTA BAG BLANKET	12-1994			Delaméthrine	25	g/L				L.A.R.C.	Liquide
940 0202	DETTA GAS EX-B	12-1994			Phosphore d'aluminium	57	%				DETTA DEGESCH GMBH	Fongicide
940 0196	DETTA GAS EX-P	12-1994			Phosphore d'aluminium	57	%				DETTA DEGESCH GMBH	Fongicide
940 0201	DETTA GAS EX-T	12-1994			Phosphore d'aluminium	57	%				TECHMO HYGIENE	Fongicide
940 0194	DETTA GAS EX-Y	12-1994			Phosphore d'aluminium	57	%				TECHMO HYGIENE	Fongicide
200 0152	DEVIC E-PM				Diflubenzuron	25	%				Vétérinaire AGRÉVO ENVIRONNEMENT	Poudre à pulvériser
740 0727	DIORINE BIO 107				Bioéthéthrine	2,5	g/L	Bioéthéthrine	1,5	g/L	HYGIENE	Liquide

N° d'homologation	Nom de spécialité	Date d'autorisation	Catégorie	Remarques	Substance active 1	Dosage 1	Formule 1	Substance active 2	Dosage 2	Formule 2	Société	Formulation
840198	DIPTORAZINE K OTHRINE 1000				Deltaméthrine	7,5	g/L				CODISLAIT	Liquide
900065	DIPTOSOL	02-1999			Trichlorfon	300	g/Kg				CODISLAIT	Poudre mouillable
9700474	DIVOTHRINE	10-1997			Deltaméthrine	7,5	g/L				DIVERSEY LEVER CHEMICAL CONTINENTAL INDUSTRIES	Suspension concentrée
8200336	DOELMITS DAV				Bioallethrine	1,5	g/L	Piperonyl butoxyde	7,5	g/L		Liquide
9700026	DROSOKILL	04-1997			Deltaméthrine	7,5	g/L				GROUPE ETOILE	Suspension aqueuse
8601155	DUPHACID				Diflu benzoate	10	%				UNIKROYAL CHEMICAL B.V	Poudre à pulvériser
8100157	DYMOX				Azaméthrin	1	%				NOVARTIS Santé animale SA	Poudre mouillable
8000739	ESTIVOL FATAL				Azaméthrin	10	%				NOVARTIS Santé animale SA	Poudre mouillable
9600029	ATTRACTION	04-1996	PI 61 Réservé à l'usage professionnel		(Z)-9-Tricosane	0,024	%	Methomyl	0,98	%	DEMASER	Granulés
9800056	FERMONE	02-1998	PI 61 Réservé à l'usage professionnel		(Z)-9-Tricosane	0,025	%	Methomyl	1	%	DEMASER	Granulés
9200185	FISOBLANC				Chlorpyrifos éthyl	0,6	%				S.C.A.C. FIBONS	Poudre mouillable
9800078	FLYSTOP	04-1998			Trichlorfon	30	%				CENTRE TECHNIQUE d'HYGIENE	Poudre soluble dans l'eau
9000181	GEBDE SMASH KILLER	12-1999		Homologation à la dose de 0,001 à 0,02 L/ha pour les usages PCA et ordures ménagères	Permethrin	100	g/L				GEBDE CHEMICALS et LABORATOIRES SPRL	Concentré émulsifiable
9100253	GET-BACK				Deltaméthrine	7,5	g/L				NCH INTERNATIONAL	Liquide
8800627	GOLDEN MALJEN MURAL GOLDEN MALJEN MUSCAMONE				Propetamphos	10	%				SANOBI Santé animale	Poudre mouillable
7000599			PI 61 Réservé à l'usage professionnel		(Z)-9-Tricosane	0,025	%	Methomyl	1	%	NOVARTIS Santé animale SA	Poudre mouillable
9100192	HYGECO		PI 61 Réservé à l'usage professionnel		Muscione	0,025	%	Methomyl	1	%	SANTEL	Appât sur grains
8000518	INSECTALEX				Chlorpyrifos éthyl	125	g/L				DUDEFAND Claude	Concentré émulsifiable
8100203	INSECTCAD				Deltaméthrine	1,88	g/L				HYGIENE SUD EST	Concentré émulsifiable
8700120	INSECTPIN				Chlorpyrifos éthyl	125	g/L				ACTION PIN	Liquide
8200090	INSECTVOR ANI V				Bioallethrine	1,5	g/L	Piperonyl butoxyde	7,5	g/L	ZEP INDUSTRIES	Liquide
7800649	K OTHRINE 2,5 PM				Deltaméthrine	2,5	%				AGREVO ENVIRONNEMENT HYGIENE	Poudre mouillable
7000411	K OTHRINE CE 1,5				Deltaméthrine	1,5	g/L				AGREVO ENVIRONNEMENT HYGIENE	Concentré émulsifiable
7800650	K OTHRINE CE 25				Deltaméthrine	25	g/L				AVENTIS CROPS SCIENCE France dpt. ENV. SCIENCE	Liquide
8200010	K OTHRINE FLOW				Deltaméthrine	25	g/L				AVENTIS CROPS SCIENCE France dpt. ENV. SCIENCE	Liquide
8200357	K OTHRINE FLOW 7,5				Deltaméthrine	7,5	g/L				AGREVO ENVIRONNEMENT HYGIENE	Suspension concentrée
9100473	KENDO				Lambda cyhalothrine	10	%				SCPIRA	Poudre mouillable
9800081	KILLSTOP	04-1998			Cyfluthrin	10	%				CENTRE TECHNIQUE d'HYGIENE	Poudre mouillable
8700224	KITINEX				Diflu benzoate	10	%				UNIKROYAL CHEMICAL B.V	Poudre à pulvériser
7000393	KO MOUCHE DF				Diméthoate	250	g/L	Fenitrothion	100	g/L	AGREVO ENVIRONNEMENT HYGIENE	Concentré émulsifiable

N° d'homologation	Nom de spécialité	Date d'autorisation	Catégorie	Remarques	Substance active 1	Dosage 1	Formule 1	Substance active 2	Dosage 2	Formule 2	Société	Formulation
8300372	LARVADEX				Cyromazine	10	%				NOVARTIS Santé animale SA	Concentré émulsionnable
9800079	LARVISTOP	04-1998			Triflorazuron	25	%				CENTRE TECHNIQUE D'HYGIENE	Liquide
9100682	LURECTRON GRANULE			Pl 61 Réserve à l'usage professionnel	Methomyl	1	%				DENKA INTERNATIONAL B.V.	Granulés
9100681	LURECTRON MORTASTICOF				Trichlorfon	80	%				DENKA INTERNATIONAL B.V.	Poudre à pulvériser
9000262	MEDAR-INSECTOL				Deltaméthrine	7,5	g/L				SAINTE MEDARD LABO	Suspension aqueuse
9700593	MERSTO	12-1997			Chlorure d'alkyl diméthyl ammonium Chlorure de diéthyl diméthyl ammonium Octyl decyl diméthyl ammonium chlorure Permethrine Glutaraldehyde	50	g/L	18,75 18,75 37,5 20 62,5	g/L g/L g/L g/L g/L		SOGEVAL	Liquide
8000354	MERIMULS 80				Dichlorvos	25	g/L	Makthion Huile de pin	150 100	g/L g/L	MEREL LABORATOIRE	Poudre mouillable
9200138	MITCHELL 10				Propetamphos	10	%				SANOPI Santé animaux	Poudre mouillable
9700025	MOUXINE APPAT	04-1997		Pl 61 Réserve à l'usage professionnel ; Cette autorisation n'est valable que pour l'utilisation sous forme de granulés	(Z)-9-Tricosène	0,024	%	Methomyl	0,98	%	C.N.C.A.T.A.	Granulés
7900125	MOUXINE MURAL				Permethrine	25	%				C.N.C.A.T.A.	Poudre mouillable
8000742	NEBMOX				Permethrine	50	g/L				C.N.C.A.T.A.	Liquide
9300442	NEOVARD GRANULES			Pl 61 Réserve à l'usage professionnel	(Z)-9-Tricosène	0,025	%	Methomyl	1	%	SANOPI Santé animaux	Granulés
9300444	NEOVARD PULV. TOTAL				Propetamphos	10	%				SANOPI Santé animaux	Poudre mouillable
9100174	NEOXINE APPAT			Pl 61 Réserve à l'usage professionnel	Miscanone	0,025	%	Methomyl	1	%	C.N.C.A.T.A.	Appât sur grains
9100150	NEOXINE LIQUIDE				Pyrimiphos methyl	250	g/L				C.N.C.A.T.A.	Concentré émulsionnable
8400591	NEPOREX				Cyromazine	2	%				NOVARTIS Santé animale SA	Poudre mouillable
7400310	NUVAN TOTAL				Dichlorvos	70	g/L				NOVARTIS Santé animale SA	Liquide pour fumigation
7900190	NUVANOL 200				Isofenfos	200	g/L				NOVARTIS Santé animale SA	Suspension aqueuse
8600189	OCCI 300				Diméthate	250	g/L	Fenitrothion	100	g/L	LOGESSAIN LABO JARCK	Liquide
8900035	OCCI ETABLE				Deltaméthrine	1,88	g/L				LOGESSAIN LABO JARCK	Concentré émulsionnable
9200004	OCCI MOUCHE			Pl 61 Réserve à l'usage professionnel	(Z)-9-Tricosène	0,025	%	Methomyl	1	%	SANOPI Santé animaux	Granulés
8400316	OCCI MOUCHES ETABLES KUTHRINE				Deltaméthrine	7,5	g/L				LOGESSAIN LABO JARCK	Liquide
8200284	PAMPASS				Chlorpyrifos	200	g/L				CYANAMID France dir. CYANAMID AGRO	Liquide
9700470	PANINSECTE	04-1998		Homologation à la dose de 0,0001 à 0,02 LM pour les usages POA et ordures mélangées	Permethrine	100	g/L				GEODE CHEMICALS et LABORATOIRES SPRL	Concentré émulsionnable
9900436	PARAMOUCHE	12-1999			Permethrine	100	g/L				Laboratoires A. Cl.	Liquide
9600082	PARASECT ELEVAGE 3	04-1996			Diméthate	250	g/L	Fenitrothion	100	g/L	Laboratoires A. Cl.	Liquide
8000158	PENNCAPHTHRENE				Permethrine	200	g/L				ELF ATOCHEM AGRI SA	Liquide
9200122	PERMEREX				Permethrine	50	g/L				ELF ATOCHEM AGRI SA	Liquide
9200171	PERMOUCHE NF Poudre INSECTICIDE ELEC				Pyrimiphos methyl	250	g/L				COMPAGNIE GENERALE DES INSECTICIDES	Concentré émulsionnable
8900115	PERMOUCHE NF Poudre INSECTICIDE ELEC				Permethrine	0,5	%				CAUSSADE Robert	Poudre à pulvériser

N° d'homologation	Nom de spécialité	Date d'autorisation	Catégorie	Remarques	Substance active 1	Dosage 1	Formule 1	Substance active 2	Dosage 2	Formule 2	Société	Formulation
820 0338	PYRESOL AV				Bioallethrine	1,5	g/L	Piperonyl butoxyde	7,5	g/L	RESOLVE	Liquide
780 0064	QUINO BLANC D 438				Chlorpyrifos éthyl	0,6	%				NOVARTIS Santé animale SA Laboratoires A. C.I.	Poudre mouillable
940 0240	REGANOR	06-1994			Azamethife	1	%					Granulés
860 0589	RENEGADE				Alphamethrine	1,5	g/L				CYANAMID France dir. CYANAMID AGRO	Liquide
850 0582	RUBIDOR				Azamethife	1	%				NOVARTIS Santé animale SA	Granulés
820 0552	SAFROTIN 20 PM				Propoxaflon	20	%				NOVARTIS Santé animale SA	Poudre mouillable
800 0127	SANTERPEN INSECTICIDE DK SCAR K OTTRINE ELEVAGE				Deltaméthrine	1,88	g/L				ACTON PIN	Concentré émulsifiable
830 0163	ELEVAGE			Ne pas traiter en présence d'animaux	Deltaméthrine	,5	g/L				DEPROMA	Liquide
910 0290	SECT-AWAY				Deltaméthrine	7,5	%				CER V FIED (LAB)	Liquide
820 0084	SOCATRINE 10				Deltaméthrine	10	g/L				SCHERING PLOUGH Vétérinaire	Suspension aqueuse
800 0164	SOLFAC 10				Cyfluthrine	10	%				BAYER PHARMA Division Santé animale	Poudre mouillable
910 0678	THERMONEBULLI SATION				Cyfluthrine	5	%				BAYER PHARMA Division Santé animale	Granulés dispersibles dans l'eau
900 0291	STAFLEX			Pf 61 Réserve à l'usage professionnel	Muscione	0,025	%	Methomyl	1	%	SANYEL	Granulés
940 0590	STIMUKILL	12-1994		Pf 61 Réserve à l'usage professionnel	(Z)-9-Tricosène	0,024	%	Methomyl	0,98	%	DEMASEL	Granulés
870 0061	STOMOPHOS				Pyrimiphos méthyl	2,50	g/L				SCHERING PLOUGH Vétérinaire	Concentré émulsifiable
780 0382	STOMOXINE MURAL				Permethrine	2,5	%				SCHERING PLOUGH Vétérinaire	Poudre mouillable
980 0057	TAILSPIN	02-1998		Pf 61 Réserve à l'usage professionnel	(Z)-9-Tricosène	0,025	%	Methomyl	1	%	DEMASEL	Granulés
910 0605	TENERBEX				Propoxaflon	20	%				SANOPI Santé animale	Poudre mouillable
940 0164	TERPOL INSECTICIDE DK	04-1994			Deltaméthrine	1,88	g/L				PUEL Georges	Concentré émulsifiable
980 0080	THERMOPRO	04-1998			Cyfluthrine	5	%				CENTRE TECHNIQUE d'HYGIENE	Emulsion aqueuse
910 0719	TRAKINSEC SOGEVAL			Pf 61 Réserve à l'usage professionnel	Muscione	0,025	%	Methomyl	1	%	SOGEVAL	Granulés
840 0609	TRIBLAN C				Chlorpyrifos éthyl	0,6	%				TRUFFAUT	Poudre mouillable
930 0029	TUGON 30				Trichlorfon	30	%				BAYER PHARMA Division Santé animale	Poudre à pulvériser
900 0064	TUGON 80	02-1999			Trichlorfon	80	%				BAYER PHARMA Division Santé animale	Poudre mouillable
740 0955	TUGON PULVERISATION				Trichlorfon	30	%				BAYER PHARMA Division Santé animale	Poudre soluble dans l'eau
920 0095	TUNET			Pf 61 Réserve à l'usage professionnel	Muscione	0,025	%	Methomyl	1	%	C.S.I. Santé animale	Granulés
960 0478	VELDON	12-1996			Azamethife	10	%				NOVARTIS Santé animale SA	Poudre mouillable
800 0340	VILMORIN BLANC V				Chlorpyrifos éthyl	0,6	%				OXADIS	Poudre mouillable

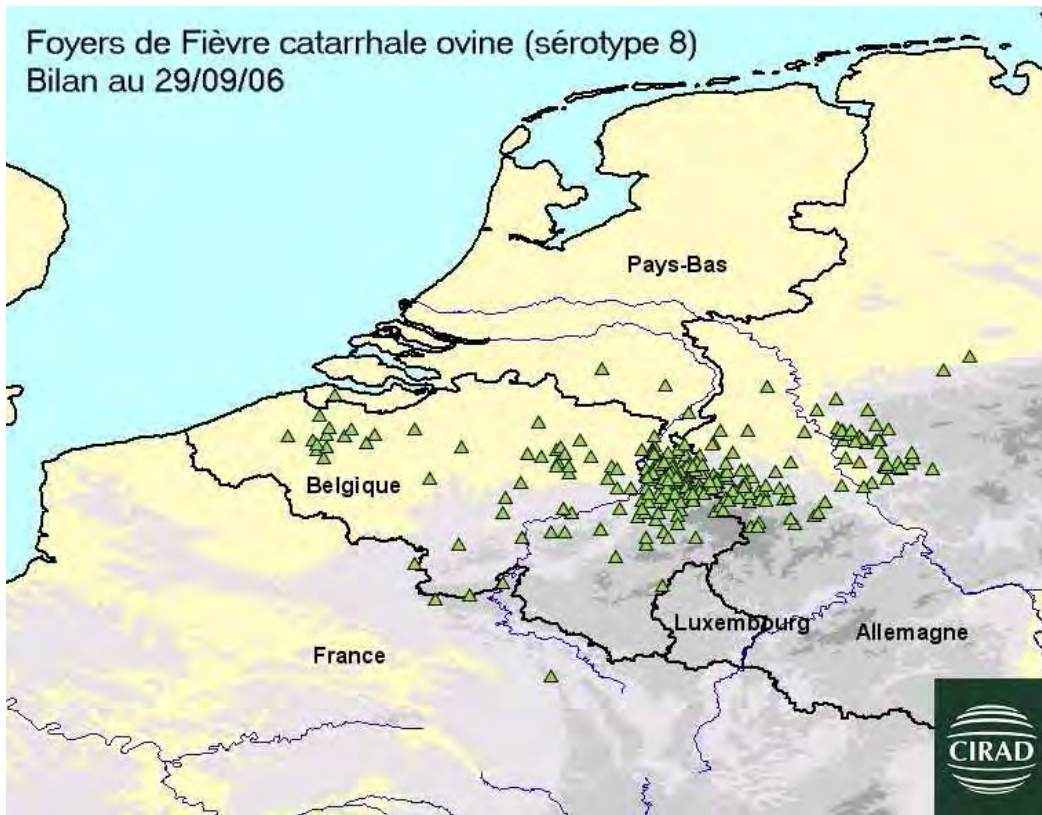
Annexe 14 : Résultats de la combinaison des différentes appréciations qualitatives utilisées dans l'analyse qualitative du risque (Nulle = Nu, N = Négligeable, F = Faible, M = Modérée et E = Elevée). D'après le rapport « Fièvre Q : Rapport sur l'évaluation des risques pour la santé publique et des outils de gestion des risques en élevage de ruminants – Adopté par le Comité d'experts spécialisé « Santé Animale » le 8 juin 2004 – AFSSA ».

	Nu	Nu à N	N	N à F	F	F à M	M	M à E	E
Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu
Nu à N	Nu	Nu à N	Nu à N	Nu à N	Nu à N	Nu à N	N	N	N
N	Nu	Nu à N	Nu à N	Nu à N	Nu à N	N	N	N	N à F
N à F	Nu	Nu à N	Nu à N	Nu à N	N	N	N	N à F	F
F	Nu	Nu à N	Nu à N	N	N	N	N à F	F	F
F à M	Nu	Nu à N	N	N	N	N à F	F	F	F
M	Nu	N	N	N	N à F	F	F	F	F à M
M à E	Nu	N	N	N à F	F	F	F	F à M	M
E	Nu	N	N à F	F	F	F	F à M	M	M

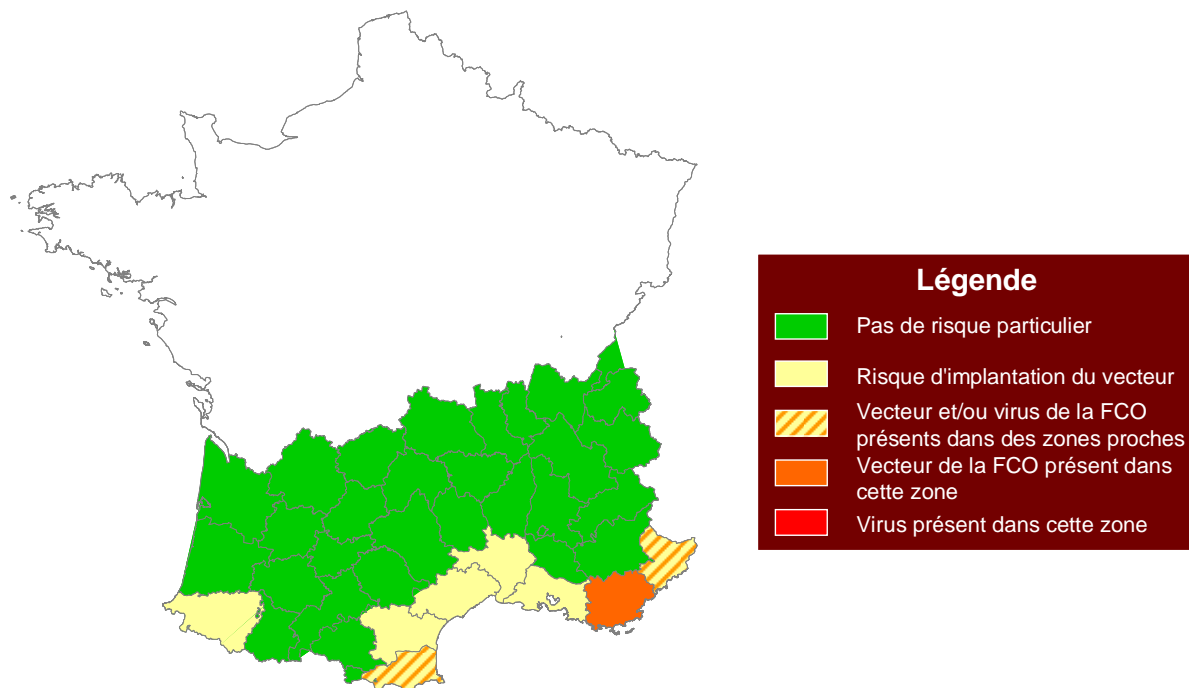
Annexe 15 : Combinaison de probabilités pour l'estimation qualitative du risque. Selon Zepeda Sein C. Méthode d'évaluation des risques zoonosaires lors des échanges internationaux. In Séminaire sur la sécurité zoonosaire des échanges dans les Caraïbes (ed. OIE), 1998, pp2-17

	Probabilité de l'événement 1			
	Négligeable	Faible	Modéré	Elevée
Probabilité de l'événement 2				
Négligeable	Négligeable	Faible	Faible	Modérée
Faible	Faible	Faible	Modérée	Modérée
Modérée	Faible	Modérée	Modérée	Elevée
Elevée	Modérée	Modérée	Elevée	Elevée

Annexe 16 : Foyers FCO Benelux, 2006. G. Gerbier, CIRAD. Septembre 2006.



Annexe 17 : Carte du risque. Source CIRAD.



AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, A. MILON, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que

Mr ESNAULT Olivier, Yann, Jacques

a été admis(e) sur concours en : 2001

a obtenu son certificat de fin de scolarité le : **13 DEC. 2007**

n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

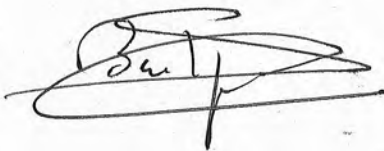
Je soussigné, Stéphane BERTAGNOLI, Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, autorise la soutenance de la thèse de :

Mr ESNAULT Olivier, Yann, Jacques


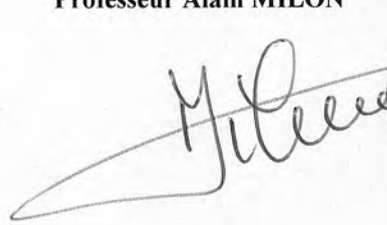
intitulée :

« Etude sur l'analyse de risque de la Fièvre Catarrhale Ovine (Bluetongue) dans le bassin ovin laitier de Roquefort : cas particulier des centres d'insémination artificielle »

**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Docteur Stéphane BERTAGNOLI**



**Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON**



**Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Christophe PASQUIER**



**Vu le : 20 DEC. 2007
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Jean-François SAUTEREAU**



Toulouse, 2007

NOM : ESNAULT

Prénom : Olivier

TITRE : Etude sur l'analyse de risque de la Fièvre Catarrhale Ovine (Bluetongue) dans le bassin ovin laitier de Roquefort : cas particulier des centres d'insémination artificielle

RESUME : Trois voies d'émission et d'introduction de la bluetongue sont identifiées : une voie impliquant l'animal, une les vecteurs et une dernière les vaccins. Des mesures de restrictions aux importations, le suivi sur le territoire métropolitain et le contrôle dans les élevages sélectionneurs rendent le risque d'introduction d'animaux malades de négligeable à faible. Pour les vecteurs, le risque d'apparition d'un culicoïde infecté à proximité des centres est qualifié de négligeable à faible. Pour la voie vaccins, le risque est qualifié de nul. Au niveau de chaque centre, l'environnement géographique, les flux d'animaux sont étudiés et les schémas prophylactiques sont notés. L'imperméabilité des centres aux insectes est évaluée. Ils semblent pouvoir éviter l'apparition et l'expansion de la maladie. Le risque de dissémination par la semence est qualifié de faible. Un protocole de qualification indemne de FCO des centres est proposé, de même que la simulation de quelques scénarii économiques.

MOTS-CLES : analyse de risque qualitative, fièvre catarrhale ovine, Bassin de Roquefort, insémination artificielle, semence, culicoïdes

ENGLISH TITLE : Study on qualitative risk analysis on Bluetongue in the ovine Roquefort area : particular cases of the artificial insemination centers

ABSTRACT : Three ways of emission and introduction of bluetongue are identified : the animal, the vector and the vaccine. The risk for the entry of infected animals is assessed negligible to low because of the restriction to importation, the follow-up on the territory and the measures in the selection breeders. For vectors, the risk of having an infected culicoides near the artificial insemination centre (AIC) is assessed from negligible to low. For vaccines, the risk is null. The geographical surroundings, the flow of animals and the prophylaxis programmes are reported for each AIC. The impermeability of AIC to culicoides is assessed. They seem to prevent from introduction and spread of disease. The risk of spreading the disease via the semen is low. A procedure for a bluetongue-free status in AIC is proposed, as well as a simulation of some economical scenarios.

KEYWORDS : qualitative risk analysis, bluetongue, Roquefort Basin, artificial insemination, semen, culicoides