



La dermatose nodulaire contagieuse bovine : situation épidémiologique et risque pour la France en 2017

Anaïs Pennuen

► To cite this version:

Anaïs Pennuen. La dermatose nodulaire contagieuse bovine : situation épidémiologique et risque pour la France en 2017. Médecine vétérinaire et santé animale. 2019. dumas-04870966

HAL Id: dumas-04870966

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04870966v1>

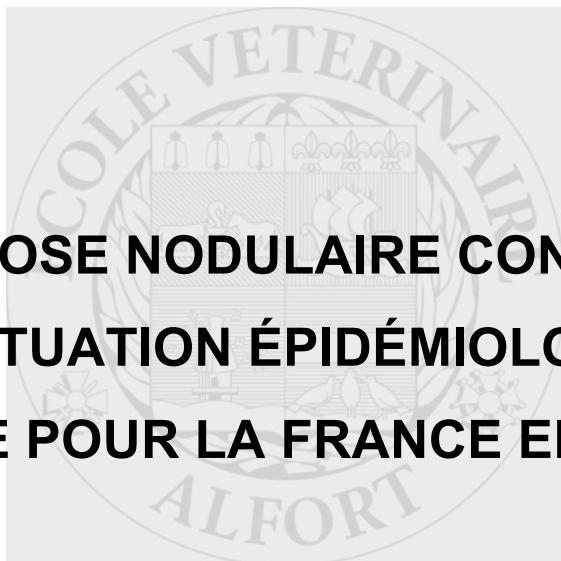
Submitted on 7 Jan 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

Copyright

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année 2019



LA DERMATOSE NODULAIRE CONTAGIEUSE BOVINE : SITUATION ÉPIDÉMIOLOGIQUE ET RISQUE POUR LA FRANCE EN 2017

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

Le 10 Janvier 2019

par

Anaïs, Roxanne, Louise PENNUEN

JURY

Président : Pr. HOUENOU

Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directeur : Mme Barbara DUFOUR

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Assesseur : Mr Yves MILLEMANN

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Liste des membres du corps enseignant



Directeur : Pr Christophe Degueurce

Directeur des formations : Pr Henry Chateau

Directrice de la scolarité et de la vie étudiante : Dr Catherine Colmin

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs C. Pilet, B. Toma, A.-L. Parodi, R. Moraillon, J.-P. Cotard, J.-P. Mialot & M. Gogny

Département d'Elevage et de Pathologie des Équidés et des Carnivores (DEPEC)

Chef du département : Pr Grandjean Dominique - Adjoint : Pr Blot Stéphane

Unité pédagogique d'anesthésie, réanimation, urgences, soins intensifs	Unité pédagogique de médecine de l'élevage et du sport
- Dr Fernandez Parra Rocio, Maître de conférences associée	- Dr Cléro Delphine, Maître de conférences
- Dr Verwaerde Patrick, Maître de conférences (convention EnvT)	- Dr Fontbonne Alain, Maître de conférences
Unité pédagogique de clinique équine	- Pr Grandjean Dominique*
- Pr Audigier Fabrice	- Dr Maenhoudt Cindy, Praticien hospitalier
- Dr Bertoni Lélia, Maître de conférences	- Dr Nudelmann Nicolas, Maître de conférences
- Dr Bourzac Céline, Chargée d'enseignement contractuelle	Unité pédagogique de pathologie chirurgicale
- Dr Coudry Virginie, Praticien hospitalier	- Pr Fayolle Pascal
- Pr Denoix Jean-Marie	- Dr Manassero Mathieu, Maître de conférences
- Dr Giraudet Aude, Praticien hospitalier	- Pr Viateau-Duval Véronique*
- Dr Herout Valentin, Chargé d'enseignement contractuel	Discipline : cardiologie
- Dr Jacquet Sandrine, Praticien hospitalier	- Pr Chetboul Valérie
- Dr Mespoulhès-Rivière Céline, Praticien hospitalier*	Discipline : ophtalmologie
- Dr Moiroud Claire, Praticien hospitalier	- Dr Chahory Sabine, Maître de conférences
Unité pédagogique de médecine et imagerie médicale	Discipline : nouveaux animaux de compagnie
- Dr Benchekroun Ghita, Maître de conférences	- Dr Pignon Charly, Praticien hospitalier
- P Blot Stéphane*	
- Dr Canonne-Guibert Morgane, Chargée d'enseignement contractuelle	
- Dr Freiche-Legras Valérie, Praticien hospitalier	
- Dr Maurey-Guénec Christelle, Maître de conférences	

Département des Productions Animales et de Santé Publique (DPASP)

Chef du département : Pr Millemann Yves - Adjoint : Pr Dufour Barbara

Unité pédagogique d'hygiène, qualité et sécurité des aliments	Unité pédagogique de reproduction animale
- Pr Augustin Jean-Christophe*	- Dr Constant Fabienne, Maître de conférences*
- Dr Bolnot François, Maître de conférences	- Dr Desbois Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC)
- Pr Carlier Vincent	- Dr Mauffré Vincent, Maître de conférences
Unité pédagogique de maladies réglementées, zoonoses et épidémiologie	Unité pédagogique de zootechnie, économie rurale
- Dr Crozet Guillaume, Chargé d'enseignement contractuel	- Dr Arné Pascal, Maître de conférences
- Pr Dufour Barbara*	- Pr Bosse Philippe*
- Pr Haddad/Hoang-Xuan Nadia	- Dr De Paula Reis Alline, Maître de conférences
- Dr Rivière Julie, Maître de conférences	- Pr Grimard-Ballif Bénédicte
Unité pédagogique de pathologie des animaux de production	- Dr Leroy-Barassin Isabelle, Maître de conférences
- Pr Adjou Karim	- Pr Ponter Andrew
- Dr Belbis Guillaume, Maître de conférences*	- Dr Wolgust Valérie, Praticien hospitalier
- Dr Delsart Maxime, Maître de conférences associé	
- Dr Denis Marine, Chargée d'enseignement contractuelle	
- Pr Millemann Yves	
- Dr Plassard Vincent, Praticien hospitalier	
- Dr Ravary-Plumioën Bérangère, Maître de conférences	

Département des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques (DSBP)

Chef du département : Pr Desquillet Loïc - Adjoint : Pr Pilot-Storck Fanny

Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques	Unité de parasitologie, maladies parasitaires, dermatologie
- Dr Boissady Emilie, Chargée d'enseignement contractuelle	- Dr Blaga Radu, Maître de conférences (rattaché au DPASP)
- Pr Chateau Henry	- Dr Briand Amaury, Assistant d'Enseignement et de Recherche Contractuel (rattaché au DEPEC)
- Pr Crevier-Denoix Nathalie	- Dr Cochet-Faivre Noëlle, Praticien hospitalier (rattachée au DEPEC)
- Pr Robert Céline*	- Pr Guillot Jacques*
Unité pédagogique de bactériologie, immunologie, virologie	- Dr Polack Bruno, Maître de conférences
- Pr Boulouis Henri-Jean	- Dr Risco-Castillo Véronica, Maître de conférences
- Pr Eloï Marc	
- Dr Lagree Anne-Claire, Maître de conférences	
- Pr Le Poder Sophie	
- Dr Le Roux Delphine, Maître de conférences *	
Unité pédagogique de biochimie, biologie clinique	Unité pédagogique de pharmacie et toxicologie
- Pr Bellier Sylvain*	- Dr Kohlhauer Matthias, Maître de conférences
- Dr Lagrange Isabelle, Praticien hospitalier	- Dr Perrot Sébastien, Maître de conférences*
- Dr Michaux Jean-Michel, Maître de conférences	- Pr Tissier Renaud
Unité pédagogique d'histologie, anatomie pathologique	Unité pédagogique de physiologie, éthologie, génétique
- Dr Cordonnier-Lefort Nathalie, Maître de conférences	- Dr Chevallier Lucie, Maître de conférences (Génétique)
- Pr Fontaine Jean-Jacques	- Dr Crépeaux Guillemette, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie)
- Dr Laloy Eve, Maître de conférences	- Pr Gilbert Caroline (Ethologie)
- Dr Reyes-Gomez Edouard, Maître de conférences*	- Pr Pilot-Storck Fanny (Physiologie, Pharmacologie)
Unité pédagogique de management, communication, outils scientifiques	- Pr Tiret Laurent (Physiologie, Pharmacologie)*
- Mme Conan Muriel, Professeur certifié (Anglais)	
- Pr Desquillet Loïc, (Biostatistique, Épidémiologie)	
- Dr Marignac Geneviève, Maître de conférences	
Discipline : éducation physique et sportive	
* responsable d'unité pédagogique	- M. Philips Pascal, Professeur certifié

Professeurs émérites :

Mmes et MM. : Bénéteau Jean-Jacques, Chermette René, Combrisson Hélène, Enriquez Brigitte, Niebauer Gert, Panthier Jean-Jacques, Paragon Bernard.

REMERCIEMENTS

Au jury de thèse,

Au Professeur de la faculté de Crêteil,

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

Hommage respectueux.

A Madame le Professeur Barbara Dufour, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort et responsable de l'Unité des Maladies Contagieuses,

Qui a accepté la direction de cette thèse, pour son temps et sa disponibilité.

Sincères remerciements.

A Monsieur le Professeur Yves Millemann, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort,

Qui a accepté d'être notre assesseur de thèse et pour ses corrections.

Sincères remerciements.

A ma famille,

Pour votre soutien inconditionnel tout au long de ce travail mais aussi tout au long de mes études, merci.

A mes amis,

Pour m'avoir accompagnée à chaque étapes de ma vie et de mes études, merci.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	1
LISTE DES ABREVIATIONS	5
LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX	6
INTRODUCTION	9
1 PREMIERE PARTIE : Etat des connaissances sur la dermatose nodulaire	
contagieuse bovine	11
1.1 Etiologie.....	11
1.1.1 La famille des Poxviridae : classification et caractéristiques.....	11
1.1.1.1 Classification du virus.....	11
1.1.1.2 Résistance du virus.....	11
1.1.2 Pathogénie	12
1.2 Epidémiologie	12
1.2.1 Indicateurs épidémiologiques	12
1.2.1.1 Taux de morbidité et de mortalité	12
1.2.1.2 Les animaux réceptifs et les différents hôtes de la dermatose nodulaire contagieuse	12
1.2.2 Les différentes sources du virus.....	13
1.2.3 Transmission et rôles des vecteurs.....	14
1.2.3.1 Les différentes voies d'inoculation du virus	14
1.2.3.2 Les différentes sécrétions.....	14
1.2.3.3 Le rôle des vecteurs.....	15
1.2.3.4 Une transmission directe possible ?	17
1.2.3.5 Bilan sur les moyens de transmission de la DNCB au sein des bovidés.....	17
1.2.4 Influence du climat dans la transmission de la DNCB	18
1.2.5 Facteurs de risque identifiés.....	18
1.3 Signes cliniques.....	19
1.3.1 Atteinte de l'état général : variable selon la voie d'inoculation.....	19
1.3.2 L'hyperthermie, un signe inconstant.....	19
1.3.3 Trois formes de la maladie.....	20
1.3.4 Signes biologiques associés	23
1.4 Tableau lésionnel.....	24
1.5 Diagnostic.....	26
1.5.1 Diagnostic clinique	26

1.5.2	Diagnostic différentiel.....	26
1.5.3	Diagnostic biologique	29
1.5.3.1	Les prélèvements.....	29
1.5.3.2	Méthodes d'identification	29
1.6	Traitemen t	30
1.7	Prophylaxie	30
1.7.1	Prophylaxie sanitaire	30
1.7.1.1	Contrôle des vecteurs	30
1.7.1.2	Gestion du mouvement des animaux	30
1.7.1.3	Gestion des animaux atteints.....	30
1.7.1.4	Gestion de l'environnement	31
1.7.2	Prophylaxie médicale	32
1.8	Impact économique	33
2	DEUXIEME PARTIE : Evolution de la situation épidémiologique en Europe jusqu'à aout 2018	35
2.1	Rapide historique sur l'évolution de la maladie en Afrique, berceau de la DNCB	35
2.1.1	Première émergence de la DNCB observée en Zambie en 1929	35
2.1.2	Confinement de la maladie en Afrique Sub-Saharienne jusqu'en 1988	35
2.1.3	Propagation à l'Egypte et au Moyen Orient.....	37
2.1.4	Distribution de la DNCB entre 2005 et 2013.....	38
2.1.5	Première apparition de la DNCB au Liban en 2012 puis en Turquie, en Irak et en Jordanie en 2013	39
2.1.5.1	Apparition de la DNCB en Jordanie	40
2.1.5.2	Apparition de la DNCB en Irak.....	41
2.1.5.3	Apparition de la DNCB en Turquie	42
2.2	Point sur les premiers cas apparus en Europe	44
2.2.1	En 2015 : premiers cas déclarés en Europe de l'Est	44
2.2.1.1	Situation épidémiologie de la DNCB en Grèce	44
2.2.1.2	Suspicion clinique et prélèvements effectués.....	46
2.2.1.3	Mesures sanitaires de lutte	46
2.2.1.4	Seconde vague de DNCB sur la péninsule grecque en 2016	48
2.2.2	La propagation inexorable de la DNCB vers l'Europe de l'Ouest et l'épidémie récente dans les Balkans	51
2.2.2.1	Une propagation rapide de l'épidémie vers le Nord-Ouest des Balkans en avril 2016	52
2.2.2.2	La Bulgarie, deuxième pays européen touché par la DNCB après la Grèce.....	54
2.2.2.3	Situation épidémiologique dans l'ancienne république yougoslave de Macédoine.....	55
2.2.2.4	L'apparition de la DNCB en Albanie, une épidémie importante	56
2.2.2.5	La DNCB au Kosovo et en Serbie	56

2.2.2.6	Situation épidémiologique au Monténégro durant l'épizootie de 2016	57
2.2.2.7	Bilan sur la situation épidémiologie des Balkans.....	58
2.2.3	Une stratégie offensive pour limiter la propagation de la DNCB après les différents cas déclarés dans les Balkans en 2016.....	58
2.2.3.1	Des pays préparés avant même l'introduction de la maladie	59
2.2.3.2	En cas de confirmation, une politique d'abattage, de zonage et de surveillance importante et rapprochée.....	59
2.2.3.3	Une restriction de mouvement du bétail majeure le temps de l'épizootie	60
2.2.3.4	La vaccination : la meilleure protection pour limiter la diffusion de la DNCB.....	60
2.2.3.5	La réponse de l'Union Européenne durant l'épizootie des Balkans	64
2.2.3.6	De nouvelles recommandations à la lumière de l'épizootie ayant eu lieu dans les Balkans....	65
2.2.4	Depuis l'épizootie de 2016 dans les Balkans, seuls quelques nouveaux cas isolés confirmés en Europe.....	68
2.3	Mise en place d'une veille sanitaire internationale	68
3	TROISIEME PARTIE : Risques pour la France en 2017 et mesures préventives	71
3.1	Bilan sur la situation européenne vis à vis de la DNCB en 2018	71
3.1.1	Au moins deux ans de vaccination nécessaires à l'élimination de la DNCB dans un pays européen	71
3.1.2	Probabilité de réapparition de la maladie après son éradication grâce à la vaccination	72
3.1.2.1	Réémergence de la maladie dans un pays des Balkans suite à l'introduction du virus de la DNCB à partir d'une zone enzootique	73
3.1.2.2	Réémergence de la maladie suite à la persistance d'une source de virus au sein du pays.....	73
3.1.3	Une surveillance renforcée doit accompagner l'arrêt de la vaccination	74
3.1.4	Des données encore nécessaires pour bien évaluer le risque de réémergence de la maladie en cas d'arrêt de la vaccination	75
3.2	Risques d'introduction de la DNCB en France : analyse de risque conduite par l'ANSES en février 2017.....	76
3.2.1	Organisation de l'expertise	76
3.2.2	Probabilité d'introduction d'un premier foyer de DNCB en France métropolitaine	77
3.2.2.1	Probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB par l'introduction de bovins domestiques vivants	79
3.2.2.2	Probabilité d'introduction de la DNCB par les petits ruminants domestiques	82
3.2.2.3	Probabilité d'introduction de la DNCB par les ruminants sauvages vivants, les animaux de parcs zoologiques ou de cirque	83
3.2.2.4	Probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB en France suite à l'introduction du virus par les vecteurs.....	83
3.2.2.5	Probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB par l'introduction de peaux de bovins	88

3.2.2.6	Probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB en France par l'introduction de sperme, d'ovocytes et d'embryons	89
3.2.2.7	Probabilité d'apparition d'un foyer de DNCB par l'introduction de viande de bovins	89
3.2.2.8	Probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB à partir de l'introduction de lait ou de colostrum de bovins	90
3.2.2.9	Probabilité d'apparition d'un foyer de DNCB à partir de l'introduction de supports inertes ...	90
3.2.3	Conclusions de l'ANSES sur le risque d'introduction de la dermatose nodulaire contagieuse en France en janvier 2017.....	91
3.2.4	Discussion concernant cette analyse de risque.....	92
3.2.5	Recommandations à l'issue de l'analyse de risque.....	93
3.2.6	Estimation de la taille d'une banque vaccinale pour réaliser une vaccination d'urgence efficace en France.....	94
3.3	Contexte sanitaire et cadre réglementaire en France en cas d'apparition d'un foyer de DNCB.....	95
3.3.1	Suspicion clinique de DNCB en France : définition et mesures réglementaires	95
3.3.2	Mesures réglementaires en France en cas de confirmation d'un cas de DNCB	97
3.4	Bilan sur l'appréciation du risque pour la France et son contexte réglementaire.....	99
CONCLUSION.....	101	
BIBLIOGRAPHIE	103	
ANNEXES	109	

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN : Acide Désoxyribo Nucléique

ADNS : Animal Disease Notification System

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

ALAT : Alanine amino-transférase

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

APDI : Arrêté Préfectoral portant Déclaration d'Infection

APMS : Arrêté Préfectoral de Mise sous Surveillance

ASAT : Aspartate amino-transférase

CES SABA : Comité d'experts spécialisés « Santé et Bien être des Animaux »

DNCB : Dermatose nodulaire contagieuse bovine

EFSA : European Food Safety Authority = Autorité européenne de la sécurité des aliments

ELISA : Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

GT DNC : Groupe de Travail « Dermatose Nodulaire Contagieuse »

HRM : High Resolution Melt

kpb : kilopaires de bases

LSD : Lumpy Skin Disease

OIE : Organisation mondiale de la santé

PCR : Polymerase Chain Reaction

PNISU : Plan National d'Intervention Sanitaire d'Urgence

TRACES : TRAde Control and Expert System

UE : Union Européenne

WAHIS : World Animal Health Information System = Base de donnée mondiale d'information sanitaire

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Différentes voies de transmission de la DNCB (Tuppurainen <i>et al.</i> , 2017).....	17
Figure 2 - Nodules sous cutanés multiples d'un bovin atteint de DNCB (Hajammar <i>et al.</i> , 2016)	20
Figure 3 - Multiples nodules délimités et surélevés sur le mufle d'un bovin atteint de DNCB (Hajammar <i>et al.</i> , 2016)	20
Figure 4 - Cas modéré de DNCB chez un bovin présentant quelques lésions nodulaires (Tuppurainen <i>et al.</i> , 2017)	21
Figure 5 - Bovin sévèrement atteint de DNCB, présentant de nombreux nodules cutanés et une hypertrophie du nœud lymphatique précrural (Tuppurainen <i>et al.</i> , 2017)	22
Figure 6 - Œdème d'un membre antérieur chez un bovin infecté par le virus de la DNCB (FAO, 2017)	22
Figure 7 - Nodules cutanés et adénomégalie chez un bovin atteint de DNCB (FAO, 2017).....	22
Figure 8 - Atteinte sévère de la mamelle et des trayons chez un bovin atteint de DNCB (Tuppurainen <i>et al.</i> , 2017)	23
Figure 9 - Lésions dues à la DNCB, multifocales, de 1,5 à 2,5 cm de diamètre avec ulcération de la muqueuse trachéale (FAO, 2017).....	24
Figure 10 - Nodule nécrosé en phase de décollement. On peut distinguer le sillon disjoncteur sain qui l'entoure (Hajammar <i>et al.</i> , 2016)	25
Figure 11 - Inclusions éosinophiliques intracytoplasmiques de cellules cutanées, due au virus de la DNCB. X400 (Ahmed et Dessouki, 2013).....	25
Figure 12 - Inclusions éosinophiliques intracytoplasmiques de cellules cutanées, due au virus de la DNCB. X400 (Ahmed et Dessouki, 2013).....	25
Figure 13 - Exemple de réaction locale suite à la vaccination contre la DNCB (Tuppurainen <i>et al.</i> , 2017).....	33
Figure 14 - Carte de l'Afrique représentant l'évolution de la DNCB entre 1929 et 1976	36
Figure 15 - Carte d'Israël localisant la région de Peduyim	37
Figure 16 - Distribution de la DNCB dans le continent Africain en 2005 (EFSA, 2015)	38
Figure 17 - Distribution de la DNCB en Afrique en 2010 (EFSA, 2015).....	38
Figure 18 - Distribution de la DNCB en Afrique et au Moyen Orient en 2013 (EFSA, 2015)	39
Figure 19 - Cas de DNCB rapportés au Moyen Orient entre juillet 2012 et mai 2015 (Alkhamis et VanderWaal, 2016)	40
Figure 20 - Zones atteintes de DNCB en Irak en 2014 (représentées par des étoiles). Les cercles bleu représentent les premières épizooties du pays (Al-Salihi et Hassan, 2015)	41
Figure 21 - Cas de DNCB rapportés en Turquie, entre aout 2013 et juin 2016 (FAO, 2017)	43
Figure 22 - Cas déclarés de DNCB en Grèce en décembre 2015 avec les zones définies autour de chaque foyer (Tasioudi <i>et al.</i> , 2016)	45

Figure 23 - Carte de la Grèce représentant en rouge les foyers de DNB déclarés en 2016 (La région de Serres est délimitée par le cercle bleu) (FAO, 2017)	50
Figure 24 - Carte des Balkans représentant le nombre de cas de DNB rapporté dans les différents pays entre mai 2015 et aout 2016 (Mercier <i>et al.</i> , 2018).....	51
Figure 25 - Courbe du nombre de cas de DNB rapporté dans les Balkans selon chaque mois entre mai 2015 et aout 2016 (Mercier <i>et al.</i> , 2018).....	52
Figure 26 - Diffusion spatiale de la DNB depuis son introduction en Grèce en 2015, jusqu'en juillet 2016 (Arsevska <i>et al.</i> , 2016)	53
Figure 27 - Recensement des exploitations touchées par la DNB en Bulgarie en 2016 (FAO, 2017).....	54
Figure 28 - Carte représentant les foyers de DNB déclarés en 2016 dans l'ancienne république yougoslave de Macédoine (OIE, 2018).....	55
Figure 29 - Nombre de fermes touchées par la DNB en Albanie en 2016 et 2017 (FAO, 2017)	56
Figure 30 - Carte représentant le nombre de foyer en Serbie lors de l'épidémie des Balkans de 2016 (OIE, 2018)	57
Figure 31 - Cas de DNB rapportés au Monténégro en 2016 (FAO, 2017).....	57
Figure 32 - Modélisation de l'impact de différentes combinaisons d'abattage et de vaccination dans la propagation de la DNB en Grèce et en Bulgarie (EFSA, 2016).....	62
Figure 33 - Carte de l'Europe représentant les zones à risque au 1er janvier 2017 (ANSES, 2017)	78

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Diagnostic différentiel de la DNCB (Hajammar <i>et al.</i> , 2016)	26
Tableau 2 - Recommandations pour la désinfection en cas de DNCB, tirées de « Manual on procedures for disease eradication by stamping out », FAO 2001 (Geering et Penrith, 2001).....	31
Tableau 3 - Résumé de la présence de DNCB dans quatre pays du Moyen Orient, entre 2012 et 2018 (Cases oranges : maladie présente, case vertes : maladie absente, cases blanches : pas d'information) (OIE, 2018).....	43
Tableau 4 - Cas de DNCB rapportés en Grèce entre aout et décembre 2015 (FAO, 2017).....	45
Tableau 5 - Cas de DNCB recensés en Grèce en 2016 (FAO, 2017)	49
Tableau 6 - Résumé de la présence de DNCB dans les pays des Balkans (case verte : maladie absente ; case orange : maladie présente ; case blanche : pas d'information) (OIE, 2018).....	58
Tableau 7 - Résumé des campagnes de vaccination des différents pays des Balkans (FAO, 2017).....	63
Tableau 8 - Probabilité d'éradication de la DNCB selon différents scénarios de vaccination, prenant en compte la durée, la couverture vaccinale et l'efficacité (EFSA, 2018b).....	72
Tableau 9 - Probabilités que des bovins ou des lots des bovins infectants importés transmettent le virus de la DNCB à des bovins autochtones, calculées sur une année et basées sur la situation épidémiologique en janvier 2017 (ANSES, 2017)	81
Tableau 10 - Probabilités prises en compte et estimées pour calculer la probabilité d'introduction de la DNCB par des vecteurs infectants transportés par le biais de véhicules (ANSES, 2017)	85
Tableau 11 - Probabilités d'introduction de la DNCB par le biais de stomoxes qui se trouveraient dans des véhicules transportant des animaux vivants, bovins ou chevaux, calculées sur une année et basées sur la situation épidémiologique de janvier 2017 (ANSES, 2017).....	87
Tableau 12 - Bilan des probabilités d'apparition d'un premier foyer de DNCB en France, estimées sur année et basées sur la situation épidémiologique de janvier 2017 (ANSES, 2017).....	91
Tableau 13 - Nombre de bovin à vacciner en fonction du temps de diffusion (équivalent au temps entre l'apparition du premier foyer et la finalisation de la vaccination) pour 50%, 75%, 90% ou 95% des simulations réalisées (ANSES, 2017).....	94

INTRODUCTION

La dermatose nodulaire contagieuse bovine est une maladie épizootique, non zoonotique, faisant partie des dangers sanitaires de première catégorie et étant inscrite sur la liste des maladies réglementées. Auparavant considérée comme une maladie exotique touchant uniquement l'Afrique, la diffusion rapide de la maladie ces dernières années au Moyen Orient puis aux pays du Sud Est de l'Europe font craindre aux autres pays européens et notamment à la France, une apparition de la maladie au sein de leur territoire. Cette maladie, qui ne toucherait que les bovins, semble se transmettre grâce à des vecteurs très divers, et de manière très rapide, donnant une allure épizootique à la diffusion de la maladie. La dermatose nodulaire contagieuse se caractérise par l'apparition de nombreux nodules cutanés, associé à une baisse de l'état général et une hyperthermie. D'autres signes secondaires peuvent être également observés. Les conséquences économiques de la maladie sont importantes, du fait de la baisse de production laitière, de l'amaigrissement important des bovins, et des pertes associées. C'est pourquoi l'Europe est particulièrement vigilante à la propagation de la maladie, et surveille chaque nouveaux cas à proximité de ses frontières. En 2015, la maladie fait une première apparition en Europe, au sein du territoire grec. Entre 2015 et 2016, d'autres pays européens sont touchés par l'épidémie, notamment la Bulgarie, l'Albanie, la Serbie, le Monténégro et l'ancienne république yougoslave de Macédoine. Les mesures mises en place par chaque pays ont permis d'endiguer la diffusion de la maladie, qui semble aujourd'hui maîtrisée.

Dans ce travail, nous nous intéressons successivement à l'épidémiologie de la maladie et les données bibliographiques disponibles en 2018, puis à l'évolution de la situation épidémiologique en Europe. Enfin, nous nous intéressons aux risques pour la France, et au contexte réglementaire du pays.

1 PREMIERE PARTIE : Etat des connaissances sur la dermatose nodulaire contagieuse bovine

La dermatose nodulaire contagieuse bovine (DNCB) est une maladie virale qui touche certains bovidés. Elle se caractérise par l'apparition de nombreux nodules fermes et bien circonscrits, associés à une hyperthermie et une baisse de l'état général. Elle se transmet principalement par des vecteurs, et peut induire de lourdes pertes, notamment économiques. Elle peut se propager rapidement du fait des mouvements d'animaux et de l'échange de leurs produits. Ce n'est pas une zoonose. La DNCB fait partie des dangers sanitaires de première catégorie et est inscrite dans la liste des maladies réglementées selon l'article D223-21 du code rural et de la pêche maritime (« Code rural et de la pêche maritime - Article D223-21 | Legifrance », s. d.).

Dans cette première partie, nous abordons dans un premier temps l'étiologie et l'épidémiologie de cette maladie, puis le tableau clinique et lésionnel et enfin le diagnostic, le traitement et la prophylaxie.

1.1 Etiologie

1.1.1 *La famille des Poxviridae : classification et caractéristiques*

1.1.1.1 *Classification du virus*

L'agent responsable de la DNCB est un poxvirus, du genre capripoxvirus (Weiss, 1968). Il s'agit d'un virus à ADN, qui est très proche du poxvirus de la variole ovine et caprine, ce qui le rend indifférenciable avec les tests sérologiques de routine (Al-Salihi, 2014). En effet, ces trois virus sont étroitement apparentés mais distincts sur le plan phylogénétique. A ce jour, il semblerait qu'un seul type immunologique soit responsable de la DNCB, le type « Neethling strain » qui a été isolé lors de différentes flambées de la maladie en Afrique du Sud (Coetzer, 2004). Il présente une réaction sérologique croisée avec les virus des varioles ovine et caprine, ce qui pourrait présenter un intérêt pour la vaccination. Il s'agit d'un virus à ADN double brin d'environ 151 kpb (Tulman *et al.*, 2001).

1.1.1.2 *Résistance du virus*

Ce virus est très résistant à température ambiante, et peut survivre de manière viable dans les lésions cutanées nécrosées et desséchées pendant plus de trente-trois jours et au moins dix-huit jours sur les peaux séchées à l'air à température ambiante. La résistance au froid est également très bonne puisque le titre viral peut être préservé pendant 6 mois dans un milieu de culture à quatre degrés.

Il est en revanche sensible aux pH fortement acides ou basiques, à l'éther, au chloroforme ou au formol (Weiss, 1968). Il est globalement difficile de s'en débarrasser sans mesure de désinfection appropriée.

1.1.2 Pathogénie

Une fois inoculé, le virus de la DNCB se réplique localement avant d'être drainé par le système lymphatique. Puis une virémie apparaît, associée à une distribution du virus dans tout l'organisme : au niveau cutané, muqueux, ainsi qu'au niveau de certains organes internes et dans diverses sécrétions telles que la salive ou le jetage (ANSES, 2017). Certains auteurs se sont penchés sur le titre viral présent dans les tissus et les organes afin de comprendre la distribution du virus dans l'organisme après l'infection. Ainsi, les titres maximums du virus sont observés dans les nodules ainsi qu'au niveau des muqueuses nasales et de l'abomasum. Les titres sont en revanche assez faibles dans la salive, le jetage ou le sperme (Babiuk *et al.*, 2008). La virémie apparaît souvent après une réaction fébrile initiale et peut persister jusqu'à deux semaines après l'infection (Al-Salihi, 2014).

Suite à l'infection, les anticorps neutralisants se développant persistent au moins deux ans. Le titre maximum est atteint un mois après l'infection (Weiss, 1968).

1.2 Epidémiologie

1.2.1 Indicateurs épidémiologiques

1.2.1.1 Taux de morbidité et de mortalité

Il est très difficile d'établir un taux de mortalité et de morbidité, car ceux-ci sont très variables selon la localisation géographique et le climat, l'état général des animaux, la race, le statut immunitaires des animaux et la présence de vecteurs (Al-Salihi, 2014). Ainsi, le taux de morbidité varie de cinq à quarante-cinq pourcent selon les différentes épizooties étudiées. En ce qui concerne la mortalité, cela dépend majoritairement des races touchées. En effet, les races natives africaines et asiatiques semblent bien plus résistantes que les autres races. De manière générale, la mortalité est inférieure à cinq pourcent.

1.2.1.2 Les animaux réceptifs et les différents hôtes de la dermatose nodulaire contagieuse

Parmi les ruminants, seuls les bovidés semblent être réceptifs lors d'infections naturelles. Les animaux de tout âge sont réceptifs, bien que les jeunes soient plus à risque.

Parmi les races de bovins, les plus sensibles semblent être celles à la peau fine telles que la vache domestique *Bos Taurus taurus*, les races Friesland, ou encore les races Jerseys, comparées aux races africaines locales qui semblent être plus résistantes (Barnard *et al.*, 1994). En effet, les races africaines indigènes semblent développer la maladie de manière beaucoup moins sévère.

Les bovins domestiques sont les espèces les plus sensibles, mais d'autres animaux semblent pouvoir déclarer la maladie, telles que les zébus (*Bos taurus indicus*) et les buffles domestiques (*Bubalis bubalis*) mais aussi les oryx (*Oryx*), les girafes (*Giraffa camelopardalis*) et les impalas (*Aepyceros melampus*). Ces derniers ont en effet pu être infectés expérimentalement et exprimer cliniquement la maladie de manière semblable à celle rencontrée chez les bovidés (pour certains, la maladie a même été fatale), bien qu'aucun cas d'infection naturelle n'ait pu être mis en évidence jusqu'à présent (Young *et al.*, 1970). Le rôle de la faune sauvage dans l'épidémiologie de la maladie reste donc encore à explorer et à définir, mais selon certains auteurs, les buffles sauvages en Afrique (*Syncerus caffer nanus*) seraient un important réservoir du virus (Davies, 1980). En effet, de nombreux anticorps neutralisants de la DNCB ont été retrouvés chez ces individus un an après le passage d'une épizootie, ce qui semble démontrer le passage viral au sein de cette espèce.

Enfin, lors d'infections expérimentales, certaines souches du virus de la DNB sembleront pouvoir se répliquer chez les ovins et les caprins. Cela serait dû à la proximité antigénique des différents capripoxvirus. Les petits ruminants semblent en effet développer le même type de lésions que les bovins au cours de ces infections expérimentales (Barnard *et al.*, 1994). Cependant, aucun isolement naturel du virus n'a pu être effectué sur le terrain chez les petits ruminants d'Afrique du Sud où l'infection naturelle n'a été observée que chez les bovidés (Hunter et Wallace, 2001). De même, lors des flambées récentes dans les différents pays d'Europe, aucun cas de dermatose nodulaire contagieuse n'a été observé chez les petits ruminants. Des études supplémentaires restent encore à réaliser pour pouvoir statuer sur le rôle de ces petits ruminants.

1.2.2 Les différentes sources du virus

Chez les bovins fortement contaminés, le virus de la DNB a été identifié sur la peau, au niveau des lésions, dans les croûtes, dans la salive, les sécrétions nasales et oculaires, dans le lait, dans les semences mais aussi dans les muscles, la rate ou encore les nœuds lymphatiques (Hajammar *et al.*, 2016). En revanche, il ne semble pas être excrété dans l'urine ou les selles. La peau représente l'organe qui possède le plus fort titre viral chez les animaux infectés. Le virus de la DNB persiste d'ailleurs plus de trente-trois jours de manière stable dans les croûtes desséchées (Weiss, 1968).

Lors d'infections expérimentales, l'excrétion du virus semble dépendre de l'atteinte de l'état général des animaux. En effet, le virus a pu être isolé dans les sécrétions nasales, oculaires et salivaires principalement chez les bovins présentant des signes généraux et très peu chez ceux présentant uniquement des signes d'atteinte locale (Carn et Kitching, 1995).

Par ailleurs, les supports inertes contaminés peuvent représenter une potentielle source de virus au vu de la résistance du virus dans le milieu extérieur et notamment dans les croûtes desséchées. Une contamination indirecte des animaux ne peut donc pas être exclue même si elle n'a jamais été démontrée.

1.2.3 Transmission et rôles des vecteurs

La transmission du virus de la DNB n'est pas encore totalement comprise ce jour (Al-Salihi, 2014), bien qu'il soit aujourd'hui communément admis que les arthropodes sont des vecteurs importants dans la transmission de la maladie.

1.2.3.1 Les différentes voies d'inoculation du virus

Certains auteurs ont tenté d'infecter expérimentalement des bovins selon différentes voies d'inoculation, afin d'observer les réponses cliniques. Ils ont ainsi démontré que les bovins inoculés par voie intraoculaire ne développent pas de signes cliniques et aucune séroconversion ne peut être mise en évidence. En revanche, concernant les bovins inoculés par voie intradermique, la majorité déclenche des signes locaux, et quelques uns seulement une atteinte de leur état général. Enfin, ceux inoculés par voie intraveineuse déclarent pour la plupart des signes généraux de la DNB (Carn et Kitching, 1994).

Ils ont par ailleurs démontré que la contagion directe entre les animaux réceptifs n'a pas lieu lorsque toute possibilité de transmission par des vecteurs est supprimée, ce qui laisse supposer que les vecteurs sont des agents essentiels dans la transmission de la DNB. (Carn et Kitching, 1994).

De plus, une transmission *in-utero* semble également être possible. En effet, les veaux nés de vaches infectées peuvent présenter des lésions cutanées à la naissance.

Enfin, les veaux peuvent s'infecter à partir de lait contaminé, ou à partir des lésions sur les trayons. Il semble donc que la voie per os soit efficace dans la transmission de la DNB, au moins chez les nouveau-nés (Tuppurainen *et al.*, 2017).

1.2.3.2 Les différentes sécrétions

Des traces de virus ont été retrouvées dans les sécrétions nasales et lacrymales, le lait et la semence, ainsi que dans les croûtes au niveau de la peau (Al-Salihi, 2014).

Certains auteurs se sont penchés sur la durée d'excrétion du virus dans la semence de taureau. Ils ont pu mettre en évidence que le virus était excrété pendant de longues périodes, même après la disparition des signes cliniques et que la concentration du virus dans l'éjaculat était significativement élevée (Irons *et al.*, 2005). Par ailleurs, chez les taureaux contaminés, le virus a été retrouvé dans les testicules, l'épididyme et dans toutes les fractions de l'éjaculat (Annandale *et al.*, 2010). A partir de ces observations, ils ont recherché si une voie de transmission vénérienne était possible. En effet, bien que la semence de taureaux cliniquement malades soit détériorée du fait de la maladie (hyperthermie, anorexie, perte de poids importante ayant pour conséquence une qualité de semence très diminuée), l'excrétion du virus persiste suffisamment longtemps, même lorsque la semence retrouve une qualité optimale. Des recherches ont ainsi été menées pour voir si une transmission vénérienne était possible à partir de semences contaminées. Il a alors été démontré que la transmission de la maladie via du sperme infecté expérimentalement par le virus de la DNB était possible lors d'inséminations artificielles puisque les génisses inséminées ont pour la plupart déclenché des signes

cliniques de la DNBC, associés à une séroconversion. Ce mode de transmission reste cependant encore à démontrer dans des conditions naturelles puisque le sperme utilisé lors de cette étude a été contaminé expérimentalement avec un titrage du virus possiblement supérieur à ce qui est observable naturellement (Annandale *et al.*, 2012).

En ce qui concerne la présence du virus dans les croûtes cutanées, il semblerait qu'il soit bien protégé, et qu'il puisse survivre de nombreuses semaines, même lorsque les croûtes tombent au sol. Bien qu'aucune donnée expérimentale ne soit disponible sur ce sujet, il est probable que les environnements restent contaminés pendant une longue période en absence de nettoyage/désinfection. Il a en effet été démontré sur le terrain que si des troupeaux naïfs sont introduits sur des exploitations infectées par le virus de la DNBC plusieurs semaines auparavant, ils s'infectent rapidement. Cette contamination serait donc due soit à la persistance du virus dans les vecteurs, soit à sa persistance dans l'environnement, des études supplémentaires étant nécessaires pour déterminer la cause exacte (Tuppurainen *et al.*, 2017).

Enfin, le virus de la DNBC a pu être retrouvé dans le lait des femelles contaminées. Cela peut être dû soit à un possible excrétion dans le lait, soit à une contamination à partir des lésions cutanées présentes sur les trayons. Dans tous les cas, le titre viral reste relativement faible (Weiss, 1968).

1.2.3.3 Le rôle des vecteurs

La transmission de la maladie est encore mal définie à ce jour. Il est cependant communément accepté que les vecteurs sont des agents très importants car certains auteurs (Carn et Kitching, 1994) soulignent ne pas avoir observé *in vivo* de transmission en l'absence de vecteurs et les grosses épizooties recensées concordent la plupart du temps avec une intense activité d'insectes vecteurs (Al-Salihi, 2014). La transmission par ces insectes vecteurs serait de nature mécanique.

Le virus pouvant être excrété dans les sécrétions nasales, oculaires et salivaires, notamment chez les bovins infectés présentant des signes généraux, ces derniers représentent une potentielle source de virus pour les insectes se nourrissant autour de leur tête telles que les espèces de Muscidés. Ces derniers, s'ils sont vecteurs de la DNBC, pourraient causer une extension rapide de la maladie (Carn et Kitching, 1995). Cependant, d'après les observations précédentes montrant que les bovins inoculés par voie intraoculaire ne déclenchent aucun signe de la maladie, il semblerait que ces vecteurs, pourtant connus pour transmettre certaines maladies ophtalmiques comme la kératoconjonctivite infectieuse bovine (Postma *et al.*, 2008), ne soient pas impliqués dans la transmission de la DNBC.

Par ailleurs, l'atteinte de l'état général ou non, selon la voie d'inoculation, et donc de fait, selon les vecteurs impliqués, permet de comprendre la grande variation de la morbidité et de la mortalité lors des différentes épizooties. En effet, les vecteurs impliqués peuvent être différents selon chaque épizootie. Il semblerait que les épizooties ayant un taux de mortalité élevé mettent en jeu des vecteurs hématophages tels

que les moustiques et les phlébotomes, tandis que les épizooties avec un faible taux de mortalité mettent en jeu des vecteurs tels que certains diptères (Carn et Kitching, 1994).

Certains auteurs ont essayé d'identifier des vecteurs spécifiques pouvant être responsables de la transmission de la DNCB. Ainsi, un moustique de la famille des Culicidés, *Aedes aegypti*, semble pouvoir transmettre la maladie pendant au moins 6 jours après s'être nourri sur un bovin contaminé (Chihota *et al.*, 2001). Chez ce vecteur, aucune réPLICATION du virus n'a été mise en évidence, ce qui laisse supposer que la transmission est mécanique. Cependant, ces auteurs ont également démontré que la charge virale chez ce moustique reste conservée jusqu'à six jours post-contamination, ce qui laisse supposer que le mode de transmission par ce vecteur ne serait pas simplement mécanique et nécessiterait des investigations plus poussées. Par ailleurs, les bovins contaminés par le biais de ce vecteur semblent majoritairement développer des signes locaux sans atteinte de l'état général.

Ces mêmes auteurs ont fait d'autres recherches afin de voir si d'autres vecteurs pouvaient être impliqués (Chihota *et al.*, 2003), notamment *Anopheles stephensis*, *Culicoïdes nebulosus*, *Culex quinquefasciatus*, *Stomoxys calcitrans*. Dans cette étude, aucune transmission de la maladie n'a été observée. Le virus de la DNCB a été isolé au plus tard vingt-quatre heures après leur repas à partir de bovin contaminé expérimentalement chez *S. calcitrans* et *C. nebulosus*, et deux à quatre jours chez *A. stephensis* et *C. quinquefasciatus*. En leur présence, les bovins sensibles n'ont développé aucun signe de la DNCB et le virus n'a pas pu être isolé. Cela semble montrer que ces quatre espèces ne sont pas des vecteurs de la DNCB. Les auteurs semblent cependant penser que certains de ces vecteurs pourraient avoir un rôle de transmission dans les vingt-quatre heures qui suivent leur repas, notamment en cas de « repas interrompu » sur un bovin contaminé, qu'ils iraient finir sur un autre individu réceptif, comme c'est le cas pour certaines maladies comme la fièvre de la vallée du Rift, bien que d'autres études soient encore nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

Par ailleurs, d'autres vecteurs sont compétents dans la transmission de la DNCB, notamment certaines espèces de tiques telles que *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus*, *Rhipicephalus appendiculatus* et *Amblyomma hebraeum* (Tuppurainen *et al.*, 2013a). Ces tiques peuvent jouer le rôle de « réservoir » pour le virus de la DNCB car des traces du virus ont été trouvées dans leur salive et leurs organes même plusieurs semaines après s'être nourries sur un bovin contaminé, ce qui permet au virus de survivre pendant de longues périodes, notamment en hiver, et déclencher de nouvelles épizooties. Un auteur a par ailleurs prouvé qu'une transmission transstadiale et transovarienne était possible chez *R. decoloratus*, tandis qu'une transmission mécanique et intrastadiale chez *R. appendiculatus* et chez *A. hebraeum* était possible, ce qui permet la survie du virus sur le long terme (Lubanga, 2013) (Tuppurainen *et al.*, 2013b).

Finalement, de nombreux vecteurs semblent pouvoir transmettre la DNCB, ceux-ci dépendant de la région et de l'époque, et ils n'ont pas encore été tous identifiés à ce jour. Il est cependant communément

admis aujourd’hui que la transmission est de nature mécanique, et que ces vecteurs sont des agents majeurs pour la diffusion de la DNBC.

1.2.3.4 Une transmission directe possible ?

La transmission de la DNBC se ferait majoritairement au moyen de vecteurs, et leurs mouvements pourraient provoquer la dissémination de la maladie. Cependant, le mouvement d’animaux infectés provoque tout autant la diffusion de la DNBC. En effet, dans une étude menée en Ethiopie, les mouvements de bétails ont été le principal facteur associé à l’apparition de la maladie (Gari *et al.*, 2010).

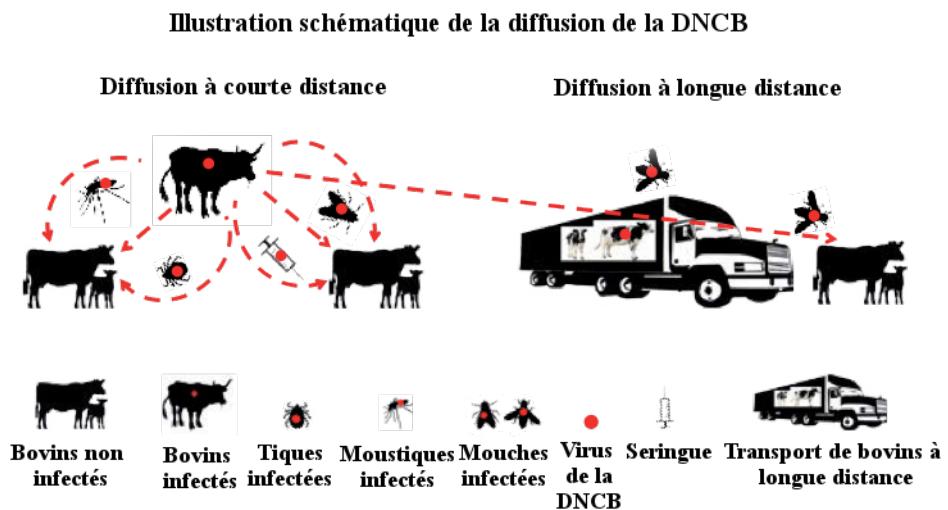
La présence d’abreuvoirs communs a été supposée être un facteur de risque important dans la diffusion de la DNBC. Cela peut laisser supposer qu’une contamination directe à partir d’eau contaminée est possible, bien que cela n’ait pas été formellement démontré. L’importance de la contamination aux points d’eau pourrait en effet être mise en relation avec la présence de vecteurs en grande concentration autour de ces points d’eau (Al-Salihi, 2014).

En revanche, comme énoncé précédemment, une transmission in-utero semble possible, et les veaux naïfs semblent pouvoir se contaminer à partir du lait ou des lésions sur les trayons d’une vache atteinte de DNBC. De même, comme expliqué précédemment, les études actuelles ne permettent pas d’exclure une transmission vénérienne bien qu’aucun cas de transmission naturelle n’ait pu être recensé jusqu’à présent.

1.2.3.5 Bilan sur les moyens de transmission de la DNBC au sein des bovidés

La Figure 1, tirée d’un article, résume les différentes voies de transmission de la DNBC au sein des bovidés (Tuppurainen *et al.*, 2017).

Figure 1 - Différentes voies de transmission de la DNBC (Tuppurainen *et al.*, 2017)



En résumé, la contamination des bovins semble se faire majoritairement par des vecteurs très divers qui regroupent à la fois des mouches, des moustiques et des tiques. La transmission pourrait se faire de manière mécanique, par voie intraveineuse ou intradermique. Les vecteurs assureraient alors une diffusion locale, de proche en proche ce qui expliquerait le caractère apparemment contagieux au sein d'un cheptel et dans les cheptels environnants. Certains de ces vecteurs peuvent se déplacer sur de moyennes distances, et étant donnée la durée de survie du virus chez certains d'entre eux comme chez *Aedes aegypti*, cela pourrait également expliquer la diffusion de la maladie sur de moyennes distances.

La diffusion de la maladie sur de longues distances s'expliquerait majoritairement par les mouvements de bétails contaminés ou par le mouvement de véhicules éventuellement contaminés à l'occasion de transport de bétail ou de sous-produits potentiellement infectés. Ces mouvements pourraient en effet être à l'origine de l'apparition de la maladie en zone indemne. Puis les vecteurs assureraient la diffusion de la maladie localement et seraient à l'origine d'une nouvelle épizootie. C'est aujourd'hui le modèle le plus probable évoqué par les auteurs pour la diffusion de la maladie. La gestion du mouvement de bétail contaminé semble donc être un facteur prédominant dans la gestion de la maladie en zone indemne pour limiter sa diffusion associée à la lutte contre les vecteurs.

Enfin, d'autres causes de transmission de la maladie semblent exister. En effet, une contamination à partir d'un environnement contaminé ne peut être exclue, ainsi qu'une transmission directe entre bovins, bien que des études supplémentaires soient nécessaires pour confirmer ces hypothèses et évaluer leur importance.

Comprendre le mécanisme de transmission de la DNBC est fondamental pour pouvoir mettre en œuvre les mesures prophylactiques adéquates.

1.2.4 Influence du climat dans la transmission de la DNBC

Comme démontré précédemment, les vecteurs jouent un rôle essentiel dans la transmission de la DNBC. Or l'activité de ceux-ci dépend du climat. C'est pour cela que la majorité des épizooties ont eu lieu en automne ou en été, et que très peu de cas ont été rapportés en hiver.

1.2.5 Facteurs de risque identifiés

Au cours des différentes épizooties étudiées, de nombreux facteurs de risque ont été mis en évidence (Hajammar *et al.*, 2016). Les principaux semblent être l'introduction d'animaux infectés et ne montrant pas de signes cliniques au sein d'un cheptel indemne, ainsi qu'une taille de troupeau élevée.

Par ailleurs, certaines zones géographiques semblent être plus à risque que d'autres. En effet, selon une étude menée en Ethiopie (Gari *et al.*, 2010), les plaines et les plateaux semblent être plus à risques que les régions montagneuses, car les vecteurs sont plus actifs dans ces zones.

De plus, les pâtures et abreuvoirs communs semblent également être des facteurs de risque prédominants. En effet, la proximité engendrée augmenterait l'exposition aux vecteurs tels que les moustiques et favoriserait la transmission du virus.

Enfin, la transhumance semble également être un facteur de risque, du fait du mouvement important d'animaux (Gari *et al.*, 2010).

En résumé, l'épidémiologie de la DNCB est complexe mais est fondamentale à comprendre pour mettre en place les mesures de lutte adéquate. Il est ainsi important de retenir que cette maladie ne semble toucher de manière naturelle que les bovins mais que le rôle des autres animaux reste encore à définir précisément, que les sources de virus sont nombreuses mais que ce dernier résiste particulièrement bien dans les peaux et les croûtes desséchées des animaux infectés et enfin que des vecteurs, très variés, jouent un rôle fondamental dans la diffusion de la maladie, tout comme les mouvements de bétails infectés.

1.3 Signes cliniques

La dermatose nodulaire contagieuse bovine se caractérise cliniquement principalement par la présence de nodules de taille variable associée à une adénomégalie généralisée, ainsi qu'une hyperthermie sévère et persistante. La période d'incubation de la maladie est de deux à cinq semaines, avec une moyenne de quatorze jours, quelle que soit la voie d'inoculation. Selon la gravité de l'atteinte, il peut y avoir ou non une atteinte de l'état général (Carn et Kitching, 1995).

1.3.1 Atteinte de l'état général : variable selon la voie d'inoculation

Lors d'infections expérimentales, les bovins contaminés étaient plus ou moins susceptibles de présenter une dégradation de leur état général selon la voie d'inoculation de la maladie. Ainsi, les bovins inoculés expérimentalement par voie intraveineuse (donc par des vecteurs hématophages *in vivo*) sont plus à risque d'avoir une atteinte de leur état général que ceux inoculés par voie intradermique par exemple. Tout dépend donc des vecteurs impliqués (Carn et Kitching, 1995).

1.3.2 L'hyperthermie, un signe inconstant

Chez la plupart des animaux développant une atteinte de l'état général, une hyperthermie biphasique n'excédant pas 41°C apparaît, durant souvent plus d'une semaine après l'infection, quelle que soit la voie d'inoculation. Cette hyperthermie est biphasique car les auteurs ont pu observer un premier pic de température quelques jours après l'inoculation, et en second pic une dizaine de jours après l'inoculation. En revanche, chez ceux qui ne développent que des lésions locales, l'hyperthermie n'est pas forcément présente, ou alors est transitoire pendant la première semaine post-infection (Carn et Kitching, 1995).

1.3.3 Trois formes de la maladie

La DNCB se caractérise principalement par la présence de nodules fermes et bien circonscrits au niveau de la peau, qui apparaissent rapidement, en vingt-quatre à quarante-huit heures. Ces nodules peuvent être localisés ou s'étendre très rapidement. Les localisations les plus fréquentes sont la tête, le cou, les mamelles ou encore les membres.

Figure 2 - Nodules sous cutanés multiples d'un bovin atteint de DNCB (Hajammar et al., 2016)



Figure 3 - Multiples nodules délimités et surélevés sur le mufle d'un bovin atteint de DNCB (Hajammar et al., 2016)



D'autres signes peuvent être associés à ces nodules et on distingue alors trois formes de DNCB (Hajammar et al., 2016).

D'une part, la forme dite bénigne ou inapparente ; les bovins présentent dans la forme bénigne des nodules cutanés de petite taille qui guérissent rapidement, sans atteinte de l'état général.

Figure 4 - Cas modéré de DNCB chez un bovin présentant quelques lésions nodulaires (Tuppurainen et al., 2017)



D'autre part, la forme dite aiguë, la plus fréquente, se manifeste en plus de la présence de nodules par une atteinte de l'état général associée à une hyperthermie marquée et prolongée de plus de deux semaines avec une anorexie et une faiblesse musculaire, un jetage et des écoulements oculaires souvent associés, une chute de production chez les espèces laitières et une adénomégalie généralisée qui peut persister jusqu'à un mois post-infection (Agag *et al.*, 1992). Au niveau de la peau, on peut noter l'apparition de macules (lésions cutanées primaires superficielles, caractérisées par des changements de coloration de la peau, de forme variable, non palpable et sans relief), qui se transforment rapidement en papules (petites lésions surélevées qui ont une consistance solide à la palpation) puis en nodules (lésions solides, surélevées, de plus d'un centimètre de diamètre qui envahissent en général les couches les plus profondes de la peau notamment le derme) durs et mobilisables de taille variable, allant de 0,5 à 6 cm de diamètre et entourés d'un sillon disjoncteur caractéristique. Ils sont principalement situés au niveau du cou, du dos, de la poitrine, des membres, du mufle et de la mamelle (Agag *et al.*, 1992). On peut aussi retrouver ces nodules sur les muqueuses ou les conjonctives (Hajammar *et al.*, 2016). Chez 30% des bovins atteints, on peut aussi retrouver des œdèmes sous-cutanés étendus. Dans cette forme chronique, des avortements peuvent également être observés chez les femelles gestantes, dus notamment au pic d'hyperthermie sévère.

Figure 5 - Bovin sévèrement atteint de DNB, présentant de nombreux nodules cutanés et une hypertrophie du nœud lymphatique précrural (Tuppurainen et al., 2017)



Figure 6 - Œdème d'un membre antérieur chez un bovin infecté par le virus de la DNB (FAO, 2017)



Figure 7 - Nodules cutanés et adénomégalie chez un bovin atteint de DNB (FAO, 2017)



Enfin, dans la forme suraiguë dite grave, l'état général du bovin atteint s'altère rapidement, avec la présence de lésions pulmonaires associées à des signes de pneumonie, un arrêt de la rumination pouvant engendrer un météorisme, surtout chez les jeunes. En cas de survie, dans un premier temps, l'évolution est très longue et peut laisser de nombreuses séquelles ; l'issue est souvent mortelle par dénutrition ou toxémie.

Figure 8 - Atteinte sévère de la mamelle et des trayons chez un bovin atteint de DNBC (Tuppurainen et al., 2017)



Une des complications principales sur le long terme de la DNBC est l'apparition d'une pneumonie qui peut être fatale, même plusieurs mois après l'épisode aigu de la maladie, et qui est notamment due à l'inhalation de matériel nécrotique provenant des lésions du haut du tractus respiratoire (Al-Salihi, 2014). En effet, les nodules présents au niveau des muqueuses finissent par nécroser et se détacher, et tous ceux présents au niveau des muqueuses du tractus respiratoire finissent par se retrouver au niveau des poumons, ce qui peut provoquer une pneumonie.

Par ailleurs, la DNBC peut provoquer une infertilité sur le long terme due à la persistance de l'anœstrus chez les femelles plusieurs mois après l'infection, et ce, même après rémission clinique. En effet, du fait de l'anorexie, de l'hyperthermie persistante et des mauvaises notes d'état corporel, l'activité ovarienne chez les vaches infectées peut être complètement arrêtée pendant plusieurs semaines (Ahmed et Zaher, 2008).

Certains des animaux peuvent donc avoir des séquelles sur le long terme, même après la guérison apparente des lésions cutanées.

1.3.4 Signes biologiques associés

Certains auteurs se sont penchés sur les modifications biologiques associées à la DNBC. Ils ont mis en évidence plusieurs phénomènes (Agag *et al.*, 1992) :

- Une hypocalcémie, une hypophosphatémie et une hypomagnésémie transitoires, qui peuvent être entre autre reliées à la dysorexie ;
- Une augmentation significative des ASAT dès le deuxième jour après l'apparition des premiers symptômes et des ALAT dès le septième jour et persistant jusqu'à quarante-deux jours qui peuvent être en lien avec une souffrance hépatique et musculaire ;

- Une augmentation de l'urémie avec un pic sept jours après le début de la maladie, ce qui pourrait être compatible avec l'augmentation du catabolisme protéique liée à l'hyperthermie sévère et persistante ;
- Une hypoalbuminémie, pouvant être causée par les lésions du foie, mais aussi à l'augmentation du catabolisme de l'albumine.

Ces modifications biologiques ne sont pas diagnostiquées en pratique sur le terrain.

1.4 Tableau lésionnel

On retrouve différents types de lésions plus ou moins caractéristiques de la DNCB (Hajammar *et al.*, 2016):

- Des nodules s'étendant à toutes les couches de la peau, aux tissus sous-cutanés, et parfois jusqu'à la musculature adjacente. Une congestion, une hémorragie et une nécrose sont souvent associées à ces lésions ;
- Une tuméfaction des nœuds lymphatiques drainant les zones atteintes. Ces nœuds lymphatiques peuvent atteindre jusqu'à cinq fois leur taille normale (Al-Salihi, 2014) ;
- Des lésions papuleuses de la cavité buccale, des cavités nasales, et parfois de la trachée et de l'épiglotte ainsi que du tractus alimentaire, notamment de l'abomasum, ce qui peut conduire à une gastro-entérite sévère ;
- Un œdème pulmonaire et des zones d'atélectasie en foyer dans les poumons ;
- Une synovite et une ténosynovite.

Figure 9 - Lésions dues à la DNCB, multifocales, de 1,5 à 2,5 cm de diamètre avec ulcération de la muqueuse trachéale (FAO, 2017)



©Mark Röder

Les lésions nodulaires évoluent avec la maladie : après deux à trois semaines, leur centre devient nécrotique. Un anneau caractéristique de tissu sain les entoure, qualifié de sillon disjoncteur. Une partie du nodule peut alors se décoller, laissant un trou dans la peau qui peut alors cicatriser par granulation. Une surinfection bactérienne est également possible à ce stade. Par ailleurs, la plupart de ces nodules sont associés à un œdème sous-jacent très important, notamment au niveau des membres, qui peuvent grossir jusqu'à plusieurs fois leur taille initiale en raison de l'inflammation associée. Une des complications peut

alors être le décollement de la peau sur-jacente à ces zones d'œdèmes chroniques, ce qui favorise alors l'apparition de myiasis ou de complications bactériennes (Al-Salihi, 2014). Ces complications sont malgré tout peu fréquentes, affectant environ 5% des animaux infectés (Alemayehu *et al.*, 2013).

Figure 10 - Nodule nécrosé en phase de décollement. On peut distinguer le sillon disjoncteur sain qui l'entoure
*(Hajjammar *et al.*, 2016)*



Par ailleurs, les lésions histopathologiques sont aussi évocatrices (Ahmed et Dessouki, 2013). On retrouve en effet une nécrose épithéliale marquée, une dégénérescence particulière des cellules squameuses épithéliales et la présence d'inclusions éosinophiles intracytoplasmiques. De ce fait, l'examen histopathologique permet d'aboutir à un diagnostic de certitude assez rapidement.

Figure 11 - Inclusions éosinophiles intracytoplasmiques de cellules cutanées, due au virus de la DNCB. X400 (Ahmed et Dessouki, 2013)

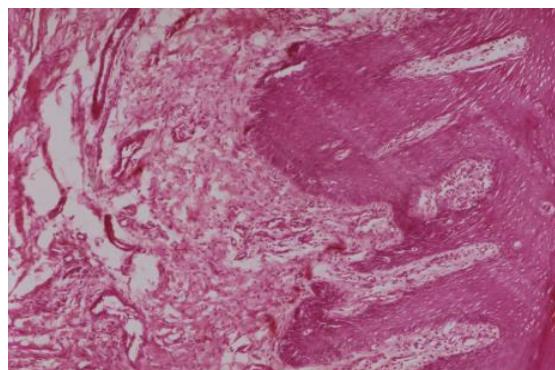
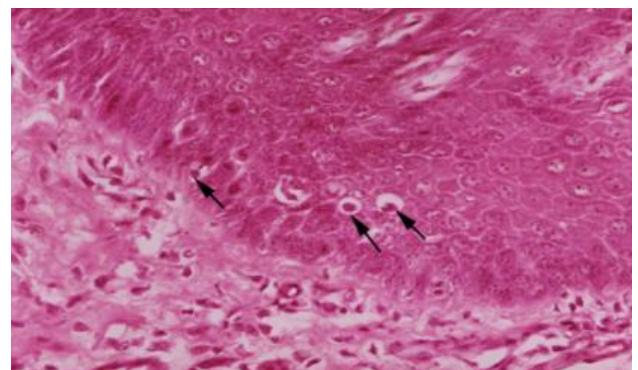


Figure 12 - Inclusions éosinophiles intracytoplasmiques de cellules cutanées, due au virus de la DNCB. X400 (Ahmed et Dessouki, 2013)



1.5 Diagnostic

1.5.1 Diagnostic clinique

Les éléments évocateurs de la DNCB sont, d'une part, la morbidité et la mortalité associées, et, d'autre part, une association de signes cliniques caractéristiques (Hajammar *et al.*, 2016) :

- Nombreux nodules cutanés fermes, bien délimités, au centre nécrotique, touchant plusieurs bovins ;
- Une adénomégalie des nœuds lymphatiques drainant les régions lésées ;
- Une hyperthermie persistant quelques jours associée à un amaigrissement important ;
- Des lésions papuleuses présentes dans la bouche, sur la langue, sur le tractus respiratoire et le tractus digestif ;
- Des œdèmes importants, notamment au niveau des membres.

Le tableau lésionnel est également caractéristique.

1.5.2 Diagnostic différentiel

Plusieurs maladies bovines se caractérisent par la présence de nodules cutanés, qu'il faut distinguer de la dermatose nodulaire contagieuse. En effet, les cas graves de la DNCB sont faciles à reconnaître, mais en revanche, les premiers stades de l'infection et les cas bénins peuvent être difficiles à distinguer des maladies présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 - Diagnostic différentiel de la DNCB (Hajammar *et al.*, 2016)

Maladie	Eléments cliniques	Eléments étiologiques et épidémiologiques
Besnoitiose	Phase fébrile de 3 à 10 jours Phase d'œdème : œdème sous cutané au niveau de la tête, des extrémités des membres, du scrotum, de la mamelle. Adénomégalie pendant une semaine à un mois Phase de sclérodermie : épaissement de la peau dans les régions atteintes, chute de poils, plages de nécrose Atteinte de l'état général, conjonctivites avec photophobie, évolution vers la mort	Maladie parasitaire due à <i>Besnoitia besnoiti</i> Transmission par piqûre d'insecte Maladie présente et émergente en France

Maladie	Eléments cliniques	Eléments étiologiques et épidémiologiques
Pseudo-dermatose nodulaire	Peu d'atteinte de l'état général Ulcères superficiels Signes cliniques rappelant ceux de la DNCB mais beaucoup plus légers	Herpesvirus Bo-HV2 Transmission par les mouches piqueuses Maladie non présente en France
Forme cutanée de la leucose bovine enzootique	Mauvais état général Hypertrophie des nœuds lymphatiques Lymphosarcomes au niveau de la peau	Rétrovirus Non contagieux Atteint les adultes de plus de trois ans Maladie sporadique, absente en France
Tuberculose cutanée	Nodules situés sur le trajet des vaisseaux lymphatiques	Maladie très rare Test intradermo tuberculination positif Maladie sporadique dans certaines régions de France
Hypoderbose	Nodules fluctuants, situés au niveau du dos Paralysie possible des postérieurs	Maladie parasitaire du printemps (varron, <i>Hypoderma bovis</i> et <i>H. lineatum</i>) Maladie absente en France
Démodécie	Pustules ou nodules sur la tête, l'encolure et les épaules	Maladie parasitaire très peu contagieuse due à <i>Demodex</i> Surtout en régions chaudes Un seul cas a été décris en France
Onchocercose	Petits nodules sous-cutanés	Causés par des microfilaires (<i>onchocerca spp</i>) présents sur la peau et transmis par les mouches <i>Culicoides</i>

Maladie	Eléments cliniques	Eléments étiologiques et épidémiologiques
Fièvre aphèteuse	Vésicules (et non papules) puis ulcères dans la cavité buccale, les espaces interdigités, la mamelle et les trayons	Aphtovirus Très contagieux Maladie absente en France
Stomatite papuleuse bovine	Papules présentes sur le mufle, la langue, les lèvres, le palais	Parapoxvirus Très contagieux Zoonose Maladie sporadique en France
Pseudo-variole bovine	Lésions principalement sur les trayons D'abord rougeur et douleur, puis petites papules de couleur orange puis croûtes rouge foncé. Cicatrices caractéristiques en forme de fer à cheval	Parapoxvirus Touche surtout les vaches laitières Maladie exotique
Variole bovine	Eruptions cutanées localisées au niveau de la mamelle et des trayons	Orthopoxvirus Maladie éradiquée en France
Dermatophilose	Poils agglutinés en pinceaux puis croûtes sur la ligne du dos, le cou puis la tête Peut dégrader l'état général et entraîner la mort	Due à la bactérie <i>Dermatophilus congolensis</i> Favorisée par les morsures de tiques en périodes chaudes et humides Quelques rares cas rapportés en France
Papillomatose	Fibro-papillomes de 0,5 à 3 cm de diamètre à surface bosselée, s'étendant à tout le corps	Papillomavirus Maladie présente en France
Mastocytose cutanée	Nodules sous-cutanés de plusieurs centimètres de diamètre, fermes et adhérents, sans localisation préférentielle	Tumeurs rares des mastocytes Quelques rares cas décrits en France

1.5.3 Diagnostic biologique

1.5.3.1 Les prélèvements

La confirmation de la DNB peut se faire à partir de l'isolement du virus. Pour ce faire, les prélèvements doivent être effectués dans la première semaine suivant l'apparition des signes cliniques, avant le développement des anticorps neutralisants, tant que le titre viral est suffisamment élevé. Les prélèvements peuvent se faire à partir des lésions cutanées précoces (avant l'apparition de la nécrose) mais aussi à partir de sang lors de la phase de virémie, ou encore à partir des nœuds lymphatiques hypertrophiés (Al-Salihi, 2014).

En France, les prélèvements à effectuer sont décrits dans l'instruction technique (DGAL, 2016) datant du 09/11/2016. Ainsi, en cas de suspicion clinique, le vétérinaire est tenu de prélever en première intention les nodules, puis du sang sur tube EDTA si l'animal est en période fébrile. Enfin, si l'animal présente d'autres sécrétions telles que du jetage ou des sécrétions oculaires, ces dernières peuvent être prélevées.

1.5.3.2 Méthodes d'identification

Plusieurs méthodes sont à ce jour disponibles. Par exemple, plusieurs méthodes de PCR en temps réel hautement sensibles peuvent être utilisées pour détecter la présence d'ADN de capripoxvirus. Cependant, avec les méthodes classiques, il peut être difficile de différencier les différents capripoxvirus, et donc de distinguer le virus de la DNB de ceux des varioles ovine et caprine, à moins d'utiliser des tests spécifiques d'espèces. Il peut être intéressant de distinguer les différentes souches, car certaines souches atténées de variole ovine ou caprine peuvent être utilisées pour la vaccination contre la DNB, et il convient donc de savoir si les signes cliniques observés chez des animaux malades proviennent d'une infection par le virus de la DNB ou sont secondaires à la vaccination. Récemment, une méthode permettant la différenciation de huit poxvirus d'importance médicale et vétérinaire a été publiée, et permet de faire entre autres la différence entre les varioles ovine, caprine et bovine, la pseudo-variole bovine, la dermatose nodulaire contagieuse et la stomatite papuleuse (Gelaye *et al.*, 2017).

Par ailleurs, une des problématiques associée à l'identification du virus de la DNB est de savoir dans les territoires utilisant la vaccination, si les signes cliniques sont causés par une infection naturelle ou sont liées à la vaccination avec une souche de virus de la DNB atténue. Pour cela, une étude a été menée en Israël afin d'évaluer l'utilité d'une technique de biologie moléculaire pour différencier la souche vaccinale Neethling de la souche virulente évoluant en Israël en 2016. Cette étude s'est fondée sur l'analyse des courbes de fusion à haute résolution, test dit HRM (High Resolution Melt) après une PCR temps réel. Ce test permet de différencier de manière fiable les deux souches de virus (Menasherow *et al.*, 2016). Cependant, ce test ne semble pas encore pouvoir être utilisé dans tous les pays.

La microscopie électronique à transmission peut aussi être utilisée pour mettre en évidence le virus en quelques heures, bien que cette technique soit peu utilisée en pratique.

Il est également possible de rechercher les anticorps spécifiques de la DNCB avec des méthodes comme le test ELISA. Il est nécessaire dans ce cas de réaliser les prélèvements après que l'animal ait séroconverti et avant que le taux d'anticorps redevienne trop bas pour qu'ils soient détectés. Ainsi, il faut attendre une semaine après l'apparition des signes cliniques avant de faire les prélèvements (Tuppurainen *et al.*, 2017).

1.6 Traitement

La DNCB est une affection virale pour laquelle aucun traitement spécifique n'est connu pour le moment. Seuls des traitements de soutien peuvent être mis en place pour traiter l'hyperthermie, l'inflammation, ou encore les surinfections bactériennes à l'aide notamment d'anti-inflammatoires et d'un traitement antibiotique.

1.7 Prophylaxie

1.7.1 Prophylaxie sanitaire

1.7.1.1 Contrôle des vecteurs

Les vecteurs jouant un rôle majeur dans la transmission de la DNCB, la gestion de ces derniers est un aspect de maîtrise de la maladie important (Carn et Kitching, 1994). Cependant, ce mode de lutte semble compliqué car il faudrait alors garder les animaux en quarantaine à l'abri des vecteurs mais cela est techniquement difficilement réalisable sur le terrain. Un traitement régulier des animaux à base d'insectifuges peut être réalisé et permet ainsi de diminuer les risques de transmission vectorielle, bien que cela ne l'empêche pas complètement, et de fait, nécessite d'autres mesures préventives. Par ailleurs, étant donné la variabilité des vecteurs impliqués dans chaque épidémie, il pourrait être intéressant bien que compliqué sur le terrain, d'identifier le type de vecteurs responsable de l'épidémie en question afin de mettre en place les insectifuges les plus efficaces. Dans tous les cas, il est conseillé par les auteurs, sinon de traiter les élevages à risque, de couvrir d'insectifuges les cadavres contaminés, ainsi que les matériels de transport de bétail contaminé pour repousser au maximum les vecteurs (EFSA, 2015).

1.7.1.2 Gestion du mouvement des animaux

La gestion des importations est primordiale : il faut que les zones indemnes s'assurent du statut immunitaire des individus avant de les importer à partir de zones à risque et limiter au maximum voire interdire les importations à partir de zones enzootiques (Carn, 1993).

1.7.1.3 Gestion des animaux atteints

Les apparitions sporadiques de la maladie peuvent être contrôlées par l'abattage des bovins infectés et de ceux en contact, ainsi que la destruction des matériaux contaminés (Carn, 1993). Cependant, ces mesures d'abattage ne sont pas toujours possibles, notamment dans les pays aux moyens limités et où la

maladie est enzootique. L'EFSA (Autorité Européenne de sécurité des aliments) a émis dernièrement un avis selon lequel une campagne de vaccination adéquate serait plus efficace qu'une campagne d'abattage total ou partiel (Tuppurainen *et al.*, 2017). Dans tous les cas, quel que soit le programme adopté, il est fortement recommandé d'éliminer des troupeaux les individus sévèrement atteints car ils constituent une source de virus constante pendant plusieurs semaines à plusieurs mois. Par ailleurs, tout animal présentant des signes cliniques de la DNBC devrait être éliminé dans une usine d'équarrissage appropriée.

1.7.1.4 Gestion de l'environnement

Comme vu précédemment, le virus de la DNBC est stable et très résistant, notamment dans les croûtes desséchées de l'environnement. Ainsi, un nettoyage et une désinfection approfondis avec des produits appropriés doivent être effectués dans les fermes, les camions, les locaux et les environnements potentiellement contaminés. La FAO fournit des recommandations pratiques pour la décontamination des locaux, du matériel et de l'environnement dans le Manuel de santé animale sur les procédures d'éradication de la maladie par abattage sanitaire (Tuppurainen *et al.*, 2017). Le Tableau 2, tiré de ce manuel, résume les mesures pouvant être mise en œuvre pour réaliser une désinfection adéquate.

Tableau 2 - Recommandations pour la désinfection en cas de DNBC, tirées de « Manual on procedures for disease eradication by stamping out », FAO 2001 (Geering et Penrith, 2001)

Source de virus potentielle	Mesure de désinfection
Animaux malades	Méthode de lutte appropriée
Carcasses	Enterrer ou bruler
Locaux	Détergent/savon suivi par un agent oxydatif, un produit alcalinisateur, de l'acide citrique ou un aldéhyde
Humains	Détergent/savon suivi d'un agent oxydatif, du carbonate de sodium ou de l'acide citrique
Equipement électrique	Gaz de formaldéhyde (mais interdit aujourd'hui car cancérogène)
Réservoirs d'eau	Vider le réservoir puis insectifuge
Alimentation	Enterrer ou bruler
Effluent et fumier	Enterrer ; insectifuges pour le contrôle des insectes
Véhicules	Détergent/savon suivi par un agent oxydatif, un produit alcalinisateur ou de l'acide citrique
Vêtements	Les détruire, ou utiliser un produit oxydatif, alcalinisateur ou de l'acide citrique

1.7.2 Prophylaxie médicale

La vaccination semble être la meilleure méthode pour limiter la diffusion du virus à ce jour. Le premier vaccin a été utilisé en 1950 en Afrique du Sud mais provoquait des réactions locales très importantes se manifestant par une réaction granulomateuse pouvant durer plusieurs mois, parfois accompagnée de fièvre et d'une baisse de production, ce qui n'encourageait pas les éleveurs à vacciner leurs bêtes (Carn, 1993).

Depuis, selon l'OIE, quatre souches de capripoxvirus atténuerées vivantes ont été utilisées comme vaccins spécifiques pour le contrôle de la DNCB : une souche de capripoxvirus de la variole caprine et du mouton kenyen, une souche de capripoxvirus de mouton yougoslave RM 65, une souche de capripoxvirus ovine roumaine et une souche du virus de la dermatose nodulaire d'Afrique du Sud. La souche kenyane a été étudiée lors de l'épidémie en Ethiopie en 2013 et n'a pas semblé offrir de protection suffisante pour limiter l'expansion de la maladie (Ayelet *et al.*, 2013). Il en est de même pour la souche yougoslave RM 65 utilisée lors de l'épidémie en Irak en 2007 (Brenner *et al.*, 2009).

Ainsi, les vaccins suivants peuvent être utilisés lors de prophylaxie médicale (Al-Salihi, 2014) :

- Vaccin homologue à partir d'un virus vivant atténué (souche Neethling) qui confère une immunité qui peut durer jusqu'à trois ans ;
- Vaccin hétérologue vivant atténué à partir d'une souche de virus de la variole ovine ou caprine, mais qui peut provoquer des réactions locales sévères. Cependant, ce vaccin est déconseillé dans les pays indemnes de la variole ovine ou caprine car ces vaccins pourraient constituer une source d'infection pour les populations sensibles de moutons et de chèvres.

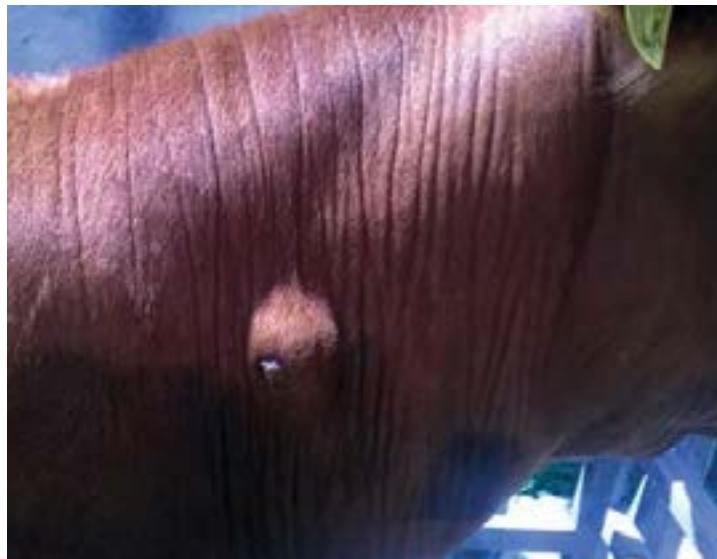
Il n'y a actuellement pas de nouvelle génération de vaccins capripox recombinants disponibles dans le commerce, mais les auteurs recommandent de poursuivre les recherches afin de développer un vaccin DIVA (Differentiating Infected from Vaccinated Animals) ayant une AMM en Europe afin de pouvoir différencier plus facilement les animaux vaccinés des animaux infectés.

Certains auteurs se sont penchés sur l'efficacité de la vaccination lors d'une épidémie. Une des études a été menée en Jordanie, et a permis de montrer que bien que la vaccination à partir d'une souche de la variole ovine contre la DNCB ne soit pas efficace à 100%, elle permet de réduire de manière très importante les taux de mortalité et de morbidité, et pour cela, diminue les pertes économiques associées à la DNCB (Abutarbush, 2014). Cependant, des effets secondaires ont pu être mis en évidence selon les souches de vaccins utilisés. Ces derniers sont majoritairement les mêmes signes que lors d'une infection avec le virus de la DNCB, à savoir une hyperthermie, une diminution de la production laitière, des lésions nodulaires, une adénomégalie satellite. Ces signes sont cependant moins sévères. Cela explique entre autres pourquoi certains éleveurs sont réticents à vacciner leur cheptel (Abutarbush *et al.*, 2016). Il semble donc important de

bien choisir la souche de virus à utiliser et tester son innocuité avant de lancer une large campagne de vaccination.

Les vaccins disponibles aujourd’hui tels que la souche vaccinale Neethling peuvent toujours provoquer des réactions indésirables, mais celles-ci sont dorénavant bénignes. La réaction la plus fréquente est locale et se situe au niveau du site de vaccination. Cette dernière est le signe que le virus atténué injecté se réplique et donc, induit une bonne protection. Cette réaction est donc le témoin d’une vaccination réussie. D’autres réactions plus défavorables mais rares peuvent apparaître comme une baisse de production, une hyperthermie transitoire et des lésions cutanées superficielles et plus petites que celles causées par la souche virulente. Ces dernières disparaissent en deux semaines (Tuppurainen *et al.*, 2017).

Figure 13 - Exemple de réaction locale suite à la vaccination contre la DNCB (Tuppurainen *et al.*, 2017)



Après la vaccination, environ trois semaines sont nécessaires avant le développement de l’immunité protectrice. Pendant ce laps de temps, les animaux peuvent être infectés par la souche virulente et donc montrer des signes cliniques de la maladie malgré la vaccination (Tuppurainen *et al.*, 2017).

Ainsi, l’OIE recommande une vaccination annuelle dans les pays touchés, avec des campagnes de vaccinations harmonisées entre les régions. Concernant la vaccination des veaux, si les mères sont naïves, il est recommandé de les vacciner dès leur naissance, tandis que si la mère possède des anticorps (suite à une infection naturelle ou suite à la vaccination), ils devraient être vaccinés entre trois et six mois d’âge, les anticorps colostraux pouvant encore persister pendant ce laps de temps.

1.8 Impact économique

La maladie étant enzootique dans les pays d’Afrique méridionale, l’impact économique y est d’autant plus important. Par exemple, en 2009, plus de 8 millions de bovins étaient atteints de DNB en Afrique du Sud. Les pertes concernent l’industrie du cuir, ainsi que les productions de lait et de viande. Une étude en

Ethiopie a montré que les pertes moyennes sont de 6,43 US dollars par tête pour les races locales et 58 US dollars par tête pour les races « améliorées » comme les Holstein (Gari *et al.*, 2011).

En Ethiopie, une étude de risque a été réalisée en 2012, afin d'évaluer les pertes économiques pouvant être liées à la dermatose nodulaire contagieuse (Alemayehu *et al.*, 2013). Plus précisément, les auteurs se sont intéressés aux risques d'introduction de la DNCB dans les échanges internationaux par l'intermédiaire de taureaux de la race Boran commercialisés et les conséquences économiques que cela pouvait avoir au sein du pays. En effet, l'Ethiopie est un pays importateur de ce bétail, et les acteurs des échanges ne sont pas forcément bien formés à cette maladie. Ainsi, à l'époque, cette étude avait permis de conclure que la probabilité d'introduction de la DNCB dans la chaîne de commercialisation par l'intermédiaire des taureaux Boran était jugée élevée (incertitude moyenne), tandis que la probabilité d'exposition était très élevée (incertitude moyenne). La perte économique totale due à la DNCB en Ethiopie avait alors été estimée à 667 785,6 US dollars au total pour le pays en 2012.

Par ailleurs, bien que le taux de mortalité ne soit pas systématiquement élevé, la DNCB a un fort impact économique du fait de la chute de la production laitière engendrée par la maladie, la perte de poids importante chez les animaux sévèrement atteints, l'infertilité suivant l'épisode de la maladie, que ce soit chez les vaches avec les avortements et l'arrêt des cycles sexuels, ou les taureaux avec des déclenchements d'orchite (Coetzer, 2004).

En conclusion, la DNCB est une maladie virale épizootique, qui se transmet rapidement grâce aux vecteurs et aux mouvements de bétails. Elle se caractérise par l'apparition de nodules cutanés généralisés à tout le corps, associée à des signes cliniques plus ou moins sévères. Les taux de mortalité et de morbidité sont variables selon les épizooties étudiées, mais dans tous les cas, les pertes économiques associées sont importantes. Il est donc important de détecter cette maladie le plus précocelement possible afin de limiter sa diffusion. Les mesures de prophylaxie sont très importantes à mettre en œuvre, que ce soit la prophylaxie sanitaire avec la gestion des mouvements de bétail et les mesures préventives associées, ou la prophylaxie médicale avec les campagnes de vaccination dans les pays où la DNCB est enzootique. Ces mesures sont d'autant plus importantes à mettre en place que le risque actuel d'importation en France est élevé. En effet, auparavant cantonnée aux pays africains, la DNCB commence à s'étendre aux autres continents, notamment en Europe depuis 2015.

La deuxième partie retrace donc l'évolution de la situation épidémiologique de la DNCB en Europe.

2 DEUXIEME PARTIE : Evolution de la situation épidémiologique en Europe jusqu'à aout 2018

Nous avons pu voir dans la première partie que la DNCB est une maladie des bovins d'importance, du fait de sa diffusion rapide et des pertes économiques associées. La DNCB faisant partie des dangers sanitaires de première catégorie et étant inscrite dans la liste des maladies réglementées selon l'article D223-21 du code rural et de la pêche maritime, chaque apparition de la maladie dans un pays doit faire l'objet d'un rapport à l'OIE. Certaines données concernant certains pays peuvent être manquantes en cas de non déclaration de ces derniers. Ces données sont consultables sur la base de données Empres-i de la FAO, la base de données WAHIS de l'OIE, ainsi que sur le site de l'ADNS (Animal Disease Notification System) de la Commission Européenne qui se charge de faire un rapport annuel sur la situation de différentes maladies dans tous les pays. Ce travail fait état des données disponibles jusqu'en aout 2018.

2.1 Rapide historique sur l'évolution de la maladie en Afrique, berceau de la DNCB

2.1.1 Première émergence de la DNCB observée en Zambie en 1929

La première émergence de la DNCB a été observée sur le continent Africain en 1929, en Zambie, ancienne Rhodésie du Nord. A l'époque, aucun des vétérinaires n'avaient eu l'occasion de voir cette maladie de peau auparavant. D'après la littérature, les vétérinaires et les éleveurs de bétails considéraient cette maladie comme une « bizarrerie » qui ne semblait pas induire de pertes conséquentes, et aucune recherche n'avait été entreprise pour avoir plus de connaissance au sujet de cette maladie. Aucune trace de l'évolution de la maladie n'est rapportée à l'époque, et elle semble se cantonner à Zambie (Woods, 1988).

2.1.2 Confinement de la maladie en Afrique Sub-Saharienne jusqu'en 1988

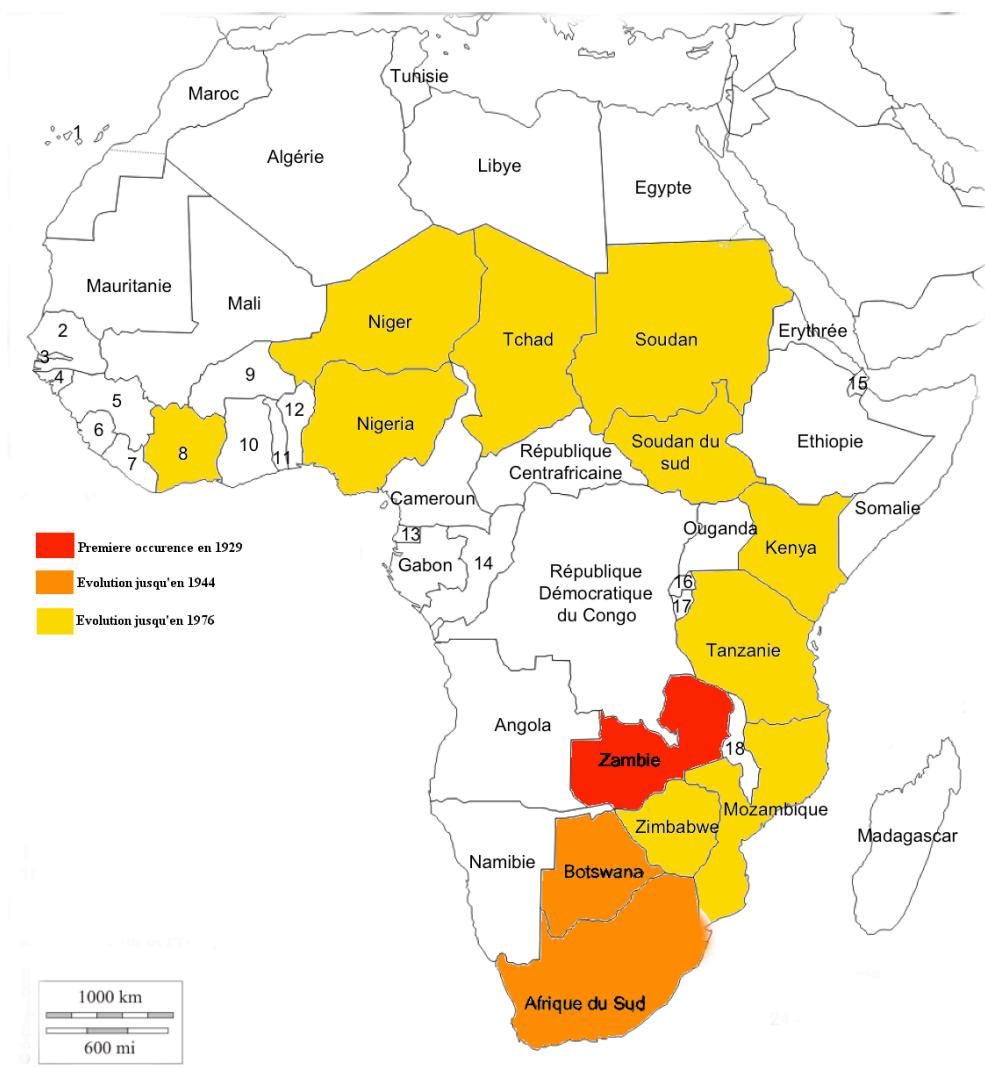
Quatorze ans après la première émergence en Zambie, la DNCB se déclare au Botswana, pays situé au sud de la Zambie. Cette fois-ci, elle semble avoir plus de conséquences au niveau des élevages bovins et se répand rapidement dans tout le pays. A l'époque, la maladie est connue sous le nom de la maladie de Ngamiland (région dans laquelle elle est apparue au Botswana, à la frontière de la Zambie), bien qu'aucune information ne soit disponible concernant sa nature (infectieuse, parasitaire ou autre) et son mode de transmission.

Un an plus tard, en 1944, la D.N.C.B est aux portes de l'Union Sud-Africaine (ancien nom de l'Afrique du Sud). Ce pays possède alors une industrie du bétail bien développée avec beaucoup de bétail non autochtone. Il y a alors une flambée de la maladie au sein de tout le pays, avec près de huit millions de bovins touchés en trois ans.

Selon Woods (1988), la DNBC se serait propagée par la suite vers le Nord, à travers le Mozambique et la Tanzanie. Une autre épizootie a eu lieu au Kenya en 1957, avant d'atteindre le sud-ouest du Soudan en 1971. En 1974, la maladie s'est répandue au Tchad, au Niger et au Nigeria, et atteint la côte d'Ivoire en 1976.

La Figure 14 représente l'évolution de la DNCB au sein du continent africain jusqu'en 1976.

Figure 14 - Carte de l'Afrique représentant l'évolution de la DNCB entre 1929 et 1976

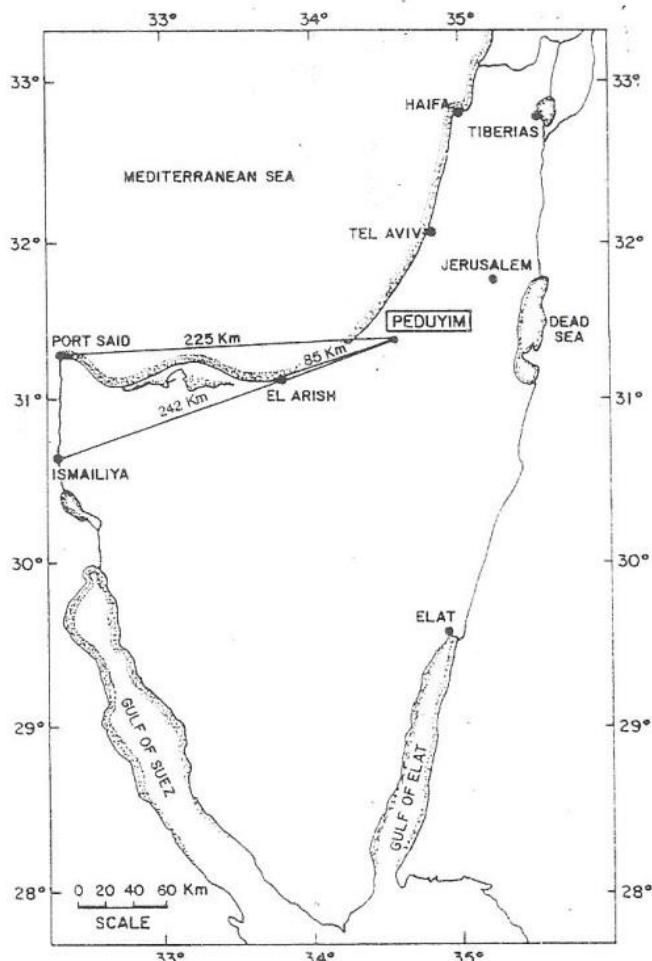


En 1988, la maladie est enzootique dans de nombreuses régions d'Afrique, avec des épizooties régionales se produisant périodiquement. Elle reste cependant confinée en Afrique ; aucun cas n'est alors rapporté en dehors du continent (Woods, 1988).

2.1.3 Propagation à l'Egypte et au Moyen Orient

Des premiers foyers de DNCB ont été détectés en Egypte en 1988, d'abord dans la région de Suez (House *et al.*, 1990), avant de se répandre en Israël en 1989. Les premiers cas cliniques rapportés par les auteurs concernent trois troupeaux en août 1989, avant de rapidement s'étendre au reste de la région touchée, la région de Peduyim, représentée sur la Figure 15.

Figure 15 - Carte d'Israël localisant la région de Peduyim



Le diagnostic de la DNCB réalisé un mois après la première apparition a été fondé sur les signes cliniques, confirmé par la microscopie électronique et par les lésions à l'autopsie. Pour essayer de limiter la diffusion, tous les bovins, moutons et chèvres ont été abattus dans cette région après la confirmation du diagnostic, et une campagne de vaccination a été entamée dans un rayon de 50 km autour de la région touchée. Des tests sérologiques ont été réalisés sur le bétail dans le reste du pays, ne montrant pas de diffusion de la DNCB ailleurs que dans la région de Peduyim. La morbidité locale dans le pays à cette époque était relativement faible, autour de 10% et aucun cas de mortalité n'a été rapporté avant les mesures d'abattage. Les enquêtes épidémiologiques réalisées à l'époque ont mis en évidence que l'introduction de la

DNCB en Israël était certainement le fait de mouvements de vecteurs, provenant d'autres pays touchés, notamment le Delta du Nil (Yeruham *et al.*, 1995).

2.1.4 Distribution de la DNCB entre 2005 et 2013

Entre 2005 et 2013, la DNCB n'a cessé de s'étendre à tout le continent Africain, jusqu'à sa première apparition au Moyen Orient en 2012 et 2013. Les Figures 16, 17 et 18, tirées du journal de l'EFSA de 2015, retracent l'évolution de la distribution de la maladie en Afrique entre 2005 et 2013 (les pays touchés par la DNCB sont représentés en rouge). Les données sont tirées de l'OIE et de l'ADNS (Animal Disease Notification System) de la Commission européenne et de la base de données Empres-i de la FAO (EFSA, 2015).

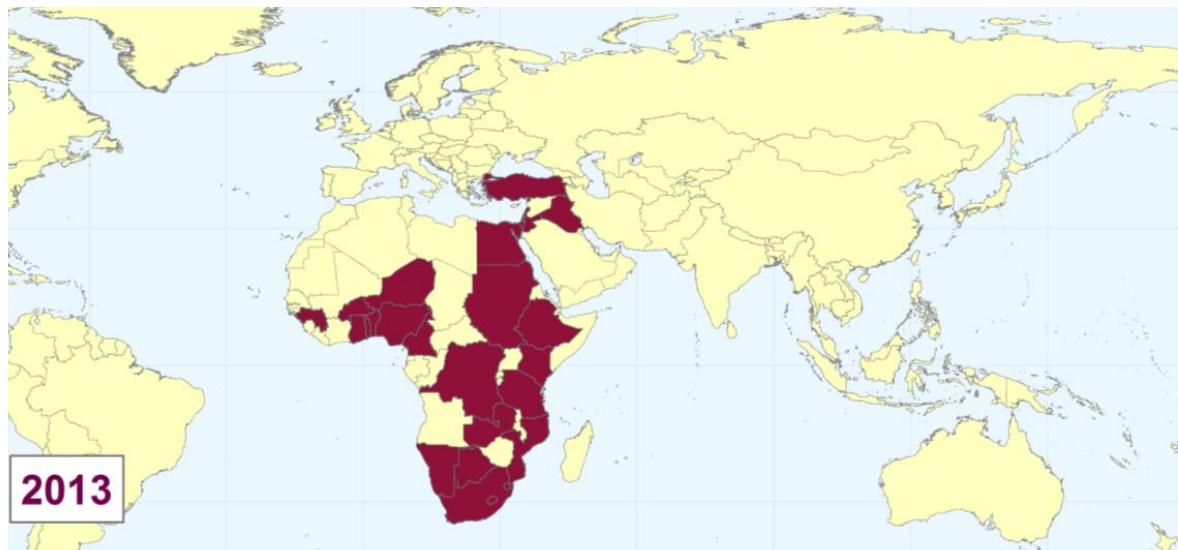
Figure 16 - Distribution de la DNCB dans le continent Africain en 2005 (EFSA, 2015)



Figure 17 - Distribution de la DNCB en Afrique en 2010 (EFSA, 2015)



Figure 18 - Distribution de la DNBC en Afrique et au Moyen Orient en 2013 (EFSA, 2015)

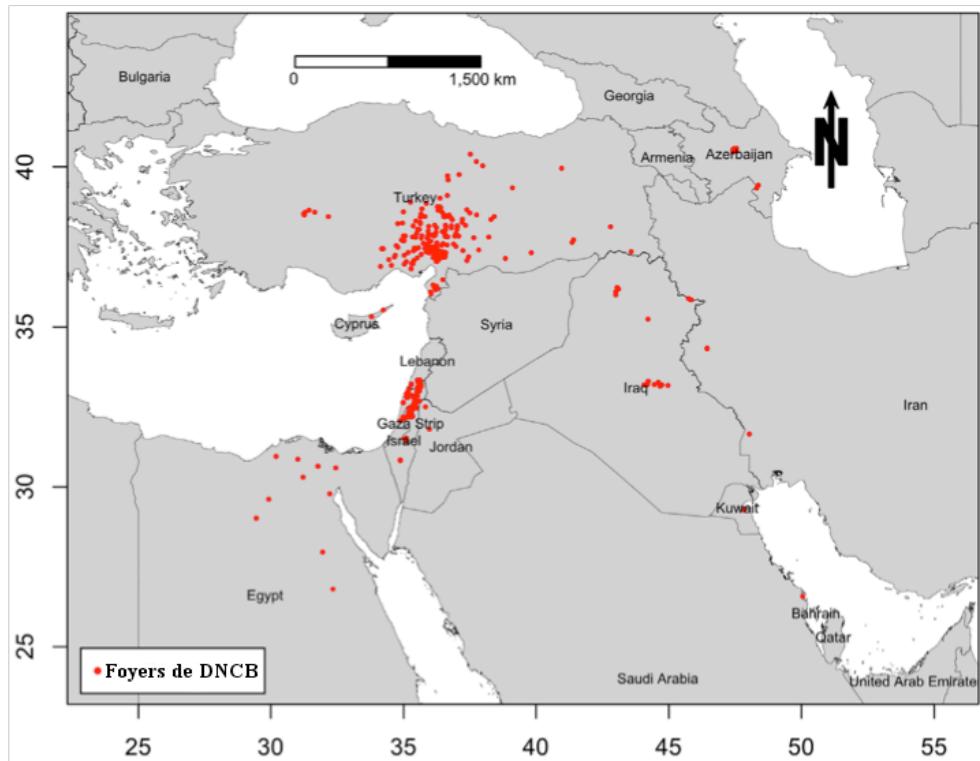


On peut donc observer que la maladie s'étend progressivement au Nord du continent Africain, et est finalement apparue au Moyen Orient en 2012.

2.1.5 Première apparition de la DNBC au Liban en 2012 puis en Turquie, en Irak et en Jordanie en 2013

Les premières apparitions de la DNBC au Moyen Orient ont eu lieu en 2012, avec les premiers cas rapportés au Liban, puis en 2013 avec des cas rapportés en Irak, en Jordanie et en Turquie. La Figure 19, tirées des données de l'OIE disponibles sur l'interface WAHIS, résume les cas apparus au Moyen Orient entre 2012 et 2015 (Alkhamis et VanderWaal, 2016).

Figure 19 - Cas de DNBC rapportés au Moyen Orient entre juillet 2012 et mai 2015 (Alkhamis et VanderWaal, 2016)



Nous nous intéressons dans ce paragraphe particulièrement aux différents cas apparus en Jordanie, en Irak et en Turquie, ainsi qu'aux modalités mises en place pour limiter la propagation de la maladie dans ces pays.

2.1.5.1 Apparition de la DNBC en Jordanie

En 2013, les premiers cas de DNBC sont apparus en Jordanie, à proximité de la frontière d'Israël et de la Syrie. En l'espace d'un mois, la maladie s'est étendue à tous les districts du gouvernorat d'Irbid. Les enquêtes épidémiologiques ont pu mettre en évidence un taux de morbidité global de 26%, un taux de mortalité de 2% et un taux de létalité de 7,5%. Lors de cette épidémie, les signes cliniques les plus fréquemment rencontrés étaient la présence de nodules cutanés, une anorexie associée à une baisse d'état corporel, et une chute de la production laitière. Les autorités sanitaires se sont intéressées à l'origine de l'introduction de la maladie dans le pays, et le scénario le plus probable retenu à l'époque est que la maladie a été introduite par transmission vectorielle par voie aérienne. En effet, malgré l'épidémie concomitante ayant lieu dans le pays voisin en Israël, il n'existe pas de mouvements d'animaux légaux et l'hypothèse a été faite que les mouvements de contrebande à la frontière étaient nuls. Les vecteurs seraient donc en cause dans l'apparition de la maladie dans le pays. Une campagne de vaccination a été entreprise avec la souche RM65, trop tard cependant selon certains auteurs. En effet, elle n'a commencé dans les districts atteints que quelques semaines après l'apparition de la maladie, et aucun zonage n'a été réalisé à l'époque. D'autre part, les vétérinaires de terrain étant peu informés de l'émergence de la maladie, les restrictions de mouvement des

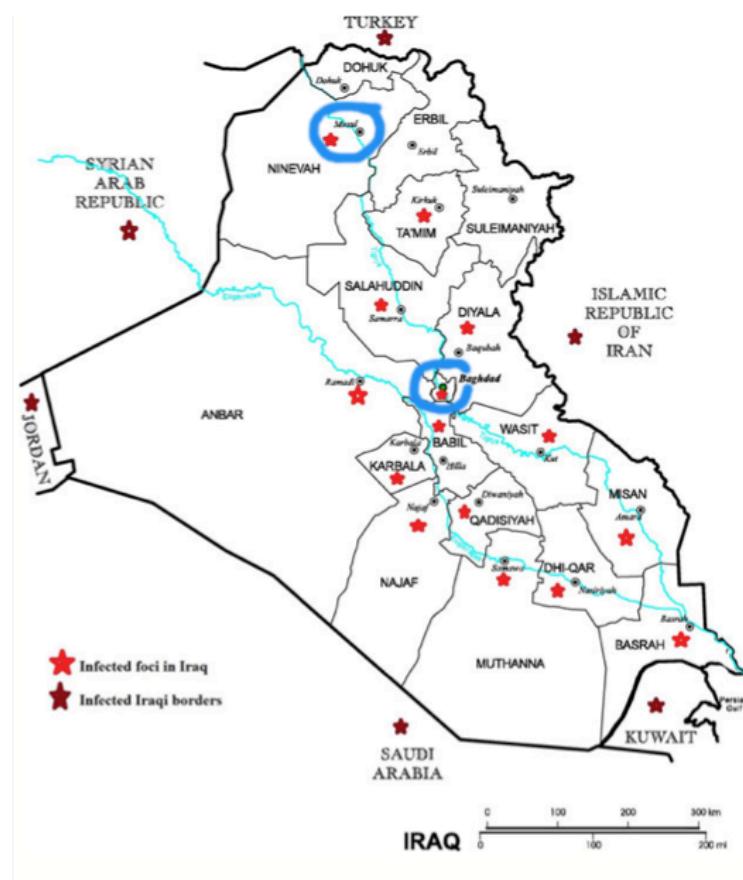
animaux n'ont pas toujours été respectées. La DNCB s'est donc propagée rapidement au sein du pays (Abutarbush *et al.*, 2015).

Suite à cette campagne de vaccination, une étude a été menée rétrospectivement afin de juger de l'efficacité du vaccin utilisé. Bien que la campagne de vaccination n'ait pas empêché la propagation de la maladie au sein du pays, les vaccins utilisés dans certaines exploitations ont permis de réduire les taux de mortalité, de morbidité ainsi que les pertes de production (Abutarbush, 2014). La maladie est restée présente jusqu'en juillet 2014, puis est réapparue en janvier 2016 (OIE, 2018).

2.1.5.2 Apparition de la DNCB en Irak

Concernant l'Irak, les premiers cas sont apparus en Août 2013. Quatre épizooties ont été rapportées dans les gouvernorats de Ninive (Mossoul) et de Bagdad. La maladie s'est propagée dans le pays progressivement, jusqu'à toucher la majorité du pays en 2014. Les régions atteintes par la DNCB en 2014 sont représentées sur la Figure 20.

Figure 20 - Zones atteintes de DNCB en Irak en 2014 (représentées par des étoiles). Les cercles bleus représentent les premières épizooties du pays (Al-Salihi et Hassan, 2015)



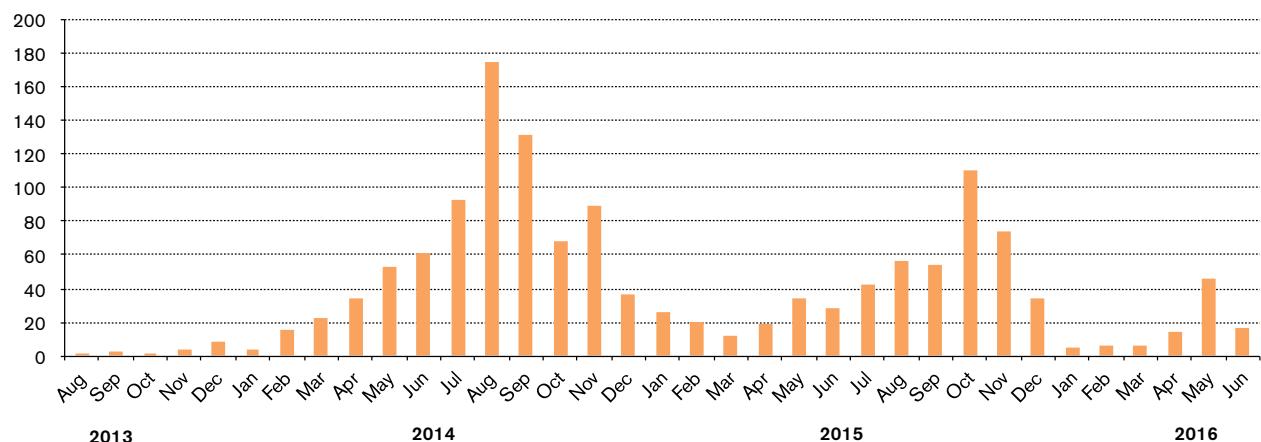
Pour limiter la diffusion de la maladie, les autorités sanitaires locales ont mis en place des quarantaines pour les animaux atteints, un contrôle des animaux exposés à la maladie, un nettoyage et une désinfection des locaux et des matériels contaminés. Ils ont par ailleurs mis en place une campagne de vaccination avec un zonage de 10 kilomètres autour des foyers contaminés, utilisant la souche RM-65. La cause exacte de l'introduction de la DNCB au sein du pays n'a pas été déterminée avec précision, mais étant donné le conflit armé dans lequel l'Irak était engagé à cette période, et que la maladie était enzootique dans certains de ses pays frontaliers comme la Jordanie, ou l'Arabie Saoudite, un des facteurs les plus probables de l'introduction de DNCB au sein du pays est l'importation non contrôlée de bétail contaminé. Les vecteurs peuvent également avoir joué un rôle, comme en Jordanie, une hypothèse n'excluant pas l'autre selon les auteurs (Al-Salihi et Hassan, 2015). La DNCB est enzootique en Irak depuis cette première émergence (OIE, 2018).

2.1.5.3 Apparition de la DNCB en Turquie

La première apparition de la maladie en Turquie date de septembre 2013. Les vétérinaires ont identifié une suspicion clinique à partir de bovins présentant des signes cliniques caractéristiques. Ils ont alors réalisé des prélèvements pour les analyses qui ont confirmé la présence de DNCB. En parallèle, d'autres foyers sont apparus dans les provinces voisines. Des enquêtes épidémiologiques ont alors été menées, mettant en évidence que les principaux foyers se trouvaient à proximité de points d'eau commun, ce qui serait en faveur d'une transmission par des vecteurs. Par ailleurs, selon les auteurs le virus serait initialement entré dans le pays à la suite de mouvements incontrôlés de bétail contaminé (FAO, 2017). Suite à ce diagnostic, des mesures ont été prises afin d'éradiquer la maladie. En Turquie, la DNCB est une maladie à déclaration obligatoire et les mesures de contrôle comprennent la confirmation en laboratoire de la maladie, la destruction des animaux infectés, la vaccination avec des anneaux de zonage, le contrôle des mouvements des animaux, la mise en quarantaine des foyers et le contrôle des insectes. Le nettoyage et la désinfection font également partie des mesures de lutte. Les services vétérinaires sanitaires ont donc employé ces méthodes de lutte, mais l'épidémie a été bien plus rapide que la campagne de vaccination mise en place, et c'est ainsi qu'en décembre 2014, 3109 bovins atteints de DNCB ont été détectés dans 784 foyers dans 43 provinces différentes (FAO, 2017). Suite à cette expérience, les services vétérinaires ont décidé de mettre en place une campagne de vaccination dans tout le pays, et plus seulement dans les provinces touchées. Cela a donc abouti à une vaccination de plus de huit millions de bovins sur tout le territoire. Associés à cette importante campagne de vaccination, d'autres mesures ont été mises en place : les mouvements des animaux ont été interdits pendant vingt-huit jours suite à la vaccination, et dans les provinces où l'épidémie était présente, les mouvements ont été restreints jusqu'à éradication de la maladie (FAO, 2017).

La Figure 21 recense l'évolution du nombre de cas de DNBC en Turquie entre 2013 et 2016 (FAO, 2017).

Figure 21 - Cas de DNBC rapportés en Turquie, entre aout 2013 et juin 2016 (FAO, 2017)



Nous pouvons constater la présence de deux pics lors de la diffusion de la maladie, un en automne et un au printemps. Cela peut être compatible avec une activité accrue des vecteurs à ces périodes de l'année.

Cependant, malgré ces mesures, la maladie est toujours présente aujourd'hui en Turquie, bien que le nombre de cas soit en baisse grâce aux mesures sanitaires mises en place. Ainsi, selon les données disponibles de l'ADNS, 104 foyers ont été déclarés en 2016, 14 en 2017 et 32 en 2018 (données disponibles jusqu'en aout 2018) (ADNS, 2018).

Le Tableau 3, construit à partir des données du portail WAHIS de l'OIE, résume la présence de DNBC dans ces quatre pays du Moyen Orient : le Liban, la Jordanie, l'Irak et la Turquie (OIE, 2018).

Tableau 3 - Résumé de la présence de DNBC dans quatre pays du Moyen Orient, entre 2012 et 2018 (Cases oranges : maladie présente, case vertes : maladie absente, cases blanches : pas d'information) (OIE, 2018)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	jan- juin- juin dec	jan- juin- dec	jan- juin- dec	jan- juin- dec	jan- juin- dec	jan- juin- dec	jan- juin- dec
Irak							
Jordanie							
Liban							
Turquie							

Ainsi, malgré les mesures mises en place, la DNBC est toujours présente aujourd’hui en Irak et en Turquie, bien que le nombre de cas recensés soit en baisse. Pays frontaliers avec l’Europe, ces pays ont constitué la porte d’entrée de la maladie dans les Balkans en 2015.

2.2 Point sur les premiers cas apparus en Europe

2.2.1 En 2015 : premiers cas déclarés en Europe de l’Est

En Août 2015, un premier cas de DNBC est déclaré en Grèce, qui est donc la première apparition de la maladie en Europe. Un mois plus tard, des cas sont apparus en Russie. Le cas de la Grèce est détaillé, car il s’agit des premiers cas apparus en Europe et dont la gestion a permis de servir d’exemple aux autres pays d’Europe suite à l’introduction de la maladie.

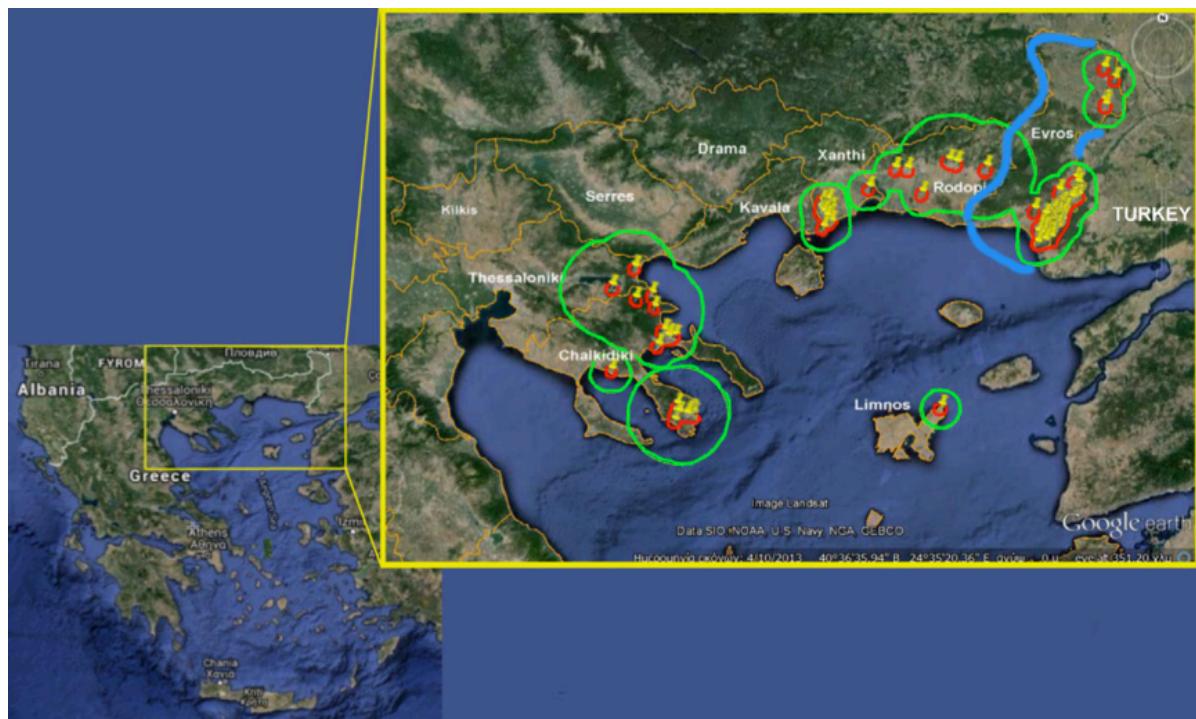
2.2.1.1 Situation épidémiologie de la DNBC en Grèce

Au départ de l’épizootie ayant eu lieu en Grèce, deux foyers distants de 5 km au Sud d’Evros, proches de la frontière turque, ont été diagnostiqués en Août 2015. Jusqu’au 16 septembre 2015, la maladie est restée confinée au Sud de l’Evros avec 52 foyers détectés, puis le Nord de l’Evros a également été touché avec 4 foyers déclarés. Puis, l’épizootie a pris de l’ampleur en touchant successivement les régions de Xanthi, Kavala, Limnos, Rodopi, Chalkidiki et Thessaloniki jusqu’en décembre 2015. Au total, 117 foyers ont été déclarés entre Août et décembre 2015 (ADNS, 2018). Autour de chaque foyer détecté, des zonages ont été mis en place : une zone de protection de 3 kilomètres et une zone de surveillance de 25 kilomètres.

Les taux de morbidité et de mortalité évalués en 2015 étaient respectivement de 8,7% et 0,40%. Cependant, ces derniers peuvent ne pas refléter la réalité, du fait des mesures d’abattage total mises en place.

La Figure 22 montre les régions de Grèce atteintes de DNBC en décembre 2015. Chaque foyer est représenté par une étoile jaune, la zone de protection est représentée par un cercle rouge et la zone de surveillance est représentée par un cercle vert. Le cercle bleu délimite la région d’Evros. On peut constater que l’épizootie est alors confinée à l’Est de la Grèce.

*Figure 22 - Cas déclarés de DNBC en Grèce en décembre 2015 avec les zones définies autour de chaque foyer
(Tasioudi et al., 2016)*



Le Tableau 4 résume le nombre de cas apparus dans chaque région entre aout et décembre 2015.

Tableau 4 - Cas de DNBC rapportés en Grèce entre aout et décembre 2015 (FAO, 2017)

Région touchée	Nombre de foyers confirmés	Date de confirmation du premier foyer	Date de confirmation du dernier foyer	Durée de la présence de la maladie
Evros	64	20/08/15	23/10/15	65 jours
Kavala	1	01/10/15	01/10/15	
Limnos	1	07/10/15	07/10/15	
Xanthi	18	25/09/15	09/10/15	46 jours
Chalkidiki	21	14/10/15	14/12/15	62 jours
Rodopi	9	14/10/15	15/12/15	63 jours
Thessaloniki	3	11/11/15	09/12/15	29 jours
GREECE	117	20/08/15	15/12/15	118 jours

2.2.1.2 Suspicion clinique et prélèvements effectués

La plupart des bovins suspects de DNB en Grèce présentaient à leur examen clinique des nodules cutanés répartis sur l'ensemble du corps, une hyperthermie, un œdème des membres postérieurs associé à de la boiterie, des signes d'inconfort respiratoire et des écoulements nasaux et lacrymaux. Ils étaient pour la plupart sévèrement atteints. A la suite de chaque suspicion clinique, les services vétérinaires sanitaires ont procédé à des prélèvements cutanés (nodules et croûtes) ainsi qu'à des prélèvements sanguins sur tube EDTA pour les envoyer au laboratoire national de référence, situé à Athènes. Sur ces prélèvements, des tests PCR ont été réalisé et ont permis de confirmer la première apparition de la maladie le 20 Août 2015 (Tasioudi *et al.*, 2016). Au total, entre Août et décembre 2015, plus de 151 échantillons cutanés et plus de 110 prélèvements sanguins ont été analysés.

Suite à la confirmation de la présence de la maladie en Grèce, les services vétérinaires ont pris plusieurs mesures visant dans un premier temps à stopper l'épidémie, et dans un second temps à éradiquer la maladie du pays.

2.2.1.3 Mesures sanitaires de lutte

La directive 92/119/CEE du 17 décembre 1992 indique les mesures générales à prendre en cas de confirmation d'un foyer de DNB dans les pays européens. Ces mesures s'appliquent de manière générale à toute maladie faisant partie des dangers de première catégorie. Ces mesures consistent entre autres, en cas de suspicion de la maladie à :

- effectuer les prélèvements adéquats ;
- placer l'exploitation suspecte sous surveillance officielle ;
- faire un recensement de toutes les espèces sensibles présentes sur le foyer ;
- interdire tout mouvement d'animaux ;
- limiter tout mouvement de véhicules ou de personne ;
- réaliser une enquête épidémiologique amont et aval.

Suite à la confirmation de la maladie, d'autres mesures s'ajoutent aux précédentes avec notamment :

- la mise en place d'un zonage autour des foyers : une zone de protection de minimum 3 kilomètres autour du foyer, dans laquelle tout mouvement de bétail sensible est interdit et des visites cliniques des élevages sont réalisées périodiquement, ainsi qu'une zone de surveillance de minimum 10 kilomètres autour du foyer, dans laquelle les mouvements des animaux sensibles sont limités également, et où les animaux sont confinés selon le temps défini par les autorités sanitaires ;
- un abattage total sur place avec élimination des carcasses, soit par enfouissement ou incinération sur place, ou le cas échéant dans une usine d'équarrissage si le risque de dissémination de la maladie n'est pas jugé trop élevé ;

- la destruction ou le traitement approprié de tous les déchets et produits d'animaux susceptibles d'être contaminés ;
- les restrictions de mouvements des animaux ;
- le nettoyage et désinfection des locaux et des véhicules.

La Grèce a donc appliqué toutes ces mesures suite à la détection des premiers foyers au sud d'Evros. Avant même l'apparition de la maladie dans le pays, suite aux cas déclarés en Turquie, pays frontalier, la Grèce avait mis en place des mesures préventives pour prévenir l'introduction de la maladie au sein du pays. Les services vétérinaires ont notamment organisé des formations à destination des vétérinaires de terrain et des agriculteurs afin de mieux les préparer à la détection de cette maladie. Par ailleurs, une zone de protection de 10 kilomètres de large a été mise en place à la frontière turque dans laquelle tous les élevages de bovins ont été soumis à une surveillance clinique par des vétérinaires sanitaires, et tout bovin de cette zone devant voyager était soumis à un examen clinique et devait obtenir une autorisation spéciale des autorités sanitaires. Ces mêmes mesures ont été appliquées plus tard aux frontières avec l'Albanie et l'ancienne république yougoslave de Macédoine (FAO, 2017).

Suite à la confirmation de la maladie, des mesures d'abattage total dans les foyers ont été entreprises très rapidement. La politique d'abattage sanitaire comprenait l'abattage de tous les bovins de l'exploitation infectée et des exploitations en contact étroit qui détenaient des bovins ou des buffles mais pas des ovins et des caprins (Tasioudi *et al.*, 2016). Les carcasses ont été éliminées sur place par enfouissement. Dans le cadre de cette politique d'abattage total, près de 6000 bovins ont été abattus entre août et décembre 2015.

Un zonage a par ailleurs été mis en place très rapidement autour de chaque foyer. Ces zonages comprennent une zone de protection de 3 km de rayon, mise en place pendant au moins 28 jours après la détection de la maladie et dans laquelle les services vétérinaires doivent procéder à l'identification de toutes les exploitations détenant des bovins, à la réalisation de visites cliniques périodiques, et où le transport et la circulation des espèces sensibles est interdite. Cela comprend par ailleurs une zone de surveillance initialement de 10 km de rayon, mais étendue rapidement à 25 km du fait de l'importance du rôle des vecteurs dans la diffusion de cette maladie, mise en place pendant au moins 56 jours après la confirmation du foyer, et dans laquelle les services vétérinaires doivent s'assurer de l'identification de toutes les exploitations possédant des espèces sensibles et de l'interdiction de circulation et de transport de ces animaux sur des voies publiques, sauf pour les mener aux pâturages ou aux bâtiments d'élevage réservés à ces animaux. En parallèle de ces zonages et conformément au plan d'urgence national, les bovins faisant partie d'une région non indemne ne sont pas autorisés à se rendre dans une autre région de Grèce, que celle-ci soit indemne ou non (FAO, 2017).

Par ailleurs, dès le début de l'épizootie, les autorités sanitaires grecques ont opté pour une vaccination d'urgence. En effet, bien que la vaccination soit interdite dans les pays européens indemnes, la directive

92/119/CEE autorise les pays à procéder à la vaccination d'urgence en cas d'émergence de la maladie dans le pays. Cependant, aucun vaccin n'avait reçu d'autorisation de mise sur le marché (AMM) européenne. En accord avec la commission européenne, les autorités sanitaires grecques ont eu l'autorisation d'importer deux types de vaccins, des vaccins vivants homologues atténués, provenant d'Afrique du Sud : le « Lumpy Skin Disease Vaccine for Cattle » fabriqué à Onderstepoort en Afrique du Sud, et le « lumpyvax » fabriqué par MSD. Les autorités sanitaires ont donc approuvé l'importation de ces deux vaccins, mais seul le premier était disponible en grande quantité, celui-ci a donc été le seul utilisé jusqu'en décembre 2015 (Antoniou et Dile, 2016). Suite à la vaccination, les fabricants expliquent que 28 jours sont nécessaires avant d'offrir une protection complète de l'animal. Les zones vaccinées en priorité étaient les zones de protection, puis les zones de surveillance, puis les zones dites « à haut risque » proches de zones humides à forte densité de bovins, puis le reste de la région non indemne où un ou plusieurs foyers ont été détectés. En novembre 2015, la vaccination a été étendue aux régions indemnes pour prévenir la propagation de la maladie. C'est ainsi que fin 2015, près de 146 000 bovins ont été vaccinés (Antoniou et Dile, 2016).

Lors de cette campagne de vaccination, les autorités sanitaires ont dû faire face à plusieurs problèmes. D'une part, la pénurie des vaccins associés aux contraintes financières et légales due à la vaccination. En effet, les exportations ne sont plus possibles avec les pays de l'Union européenne indemnes. De plus, ils ont rencontrés des difficultés à vacciner un grand nombre de bovins sur un temps limité de deux mois, d'autant plus que la plupart des troupeaux étaient en pâturage au moment de l'épidémie (FAO, 2017).

Finalement, grâce à toutes ces mesures, l'épidémie en Grèce semble avoir été maîtrisée. En effet, aucun nouveau cas de DNB n'a été observé entre décembre 2015 et avril 2016. Cependant, une seconde flambée de la maladie a eu lieu dans le pays en avril 2016.

2.2.1.4 Seconde vague de DNB sur la péninsule grecque en 2016

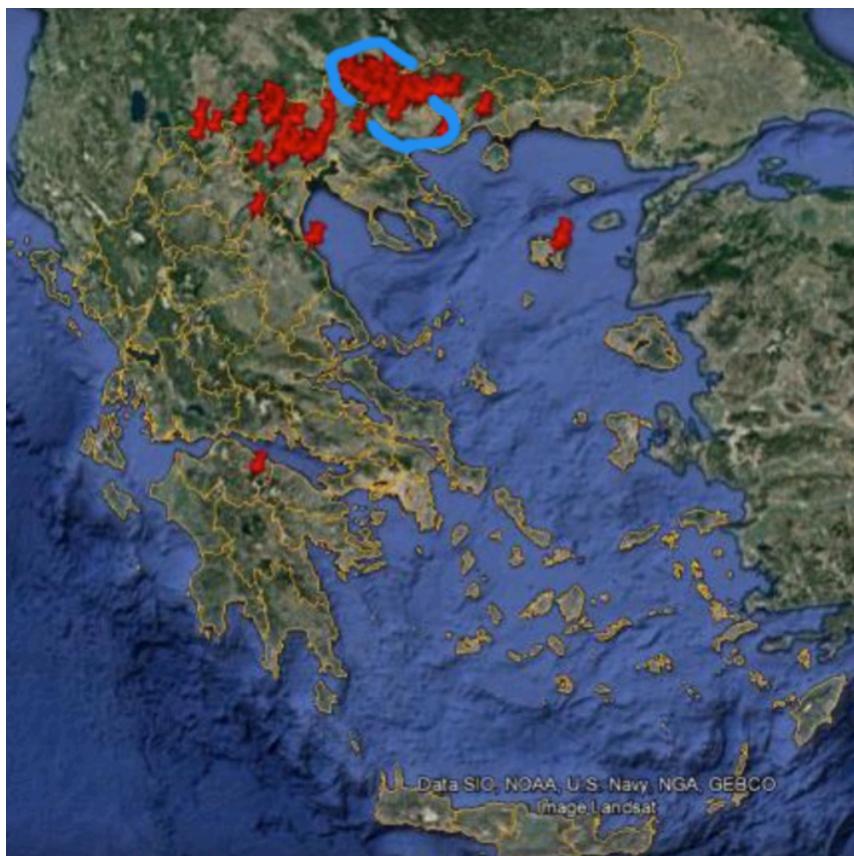
Le 6 avril 2016, un nouveau cas de DNB est détecté, dans la région de Serres, proche de la frontière Bulgare. Comme exposé précédemment, la campagne de vaccination de 2015 s'était étendue à tout le pays, mais étant donné la pénurie de vaccins rencontrée, certaines régions n'ont pas eu de couverture vaccinale optimale. C'est ainsi que dans cette région, seul 40% des bovins étaient vaccinés et la DNB s'est développée dans les troupeaux non vaccinés. La maladie s'est ensuite propagée dans les régions voisines, majoritairement dans les régions où la couverture vaccinale n'était pas optimale (Antoniou *et al.*, 2016).

Le Tableau 5 résume le nombre de cas apparus en 2016, et la Figure 23 les représente sur une carte de la Grèce.

Tableau 5 - Cas de DNBC recensés en Grèce en 2016 (FAO, 2017)

Région touchée	Nombre de foyers confirmés	Date de confirmation du premier foyer	Date de confirmation du dernier foyer	Durée de la présence de la maladie
Serres	44	06/04/16	27/05/16	52 jours
Thessaloniki	5	18/05/16	23/11/16	190 jours
Kavala	3	18/05/16	23/06/16	37 jours
Pella	18	23/05/16	08/06/16	78 jours
Kilkis	1	26/05/16	-	-
Drama	3	01/06/16	14/06/16	14 jours
Imathia	14	16/06/16	03/08/16	49 jours
Florina	4	30/06/16	03/08/16	35 jours
Limnos	3	13/06/16	22/07/16	40 jours
Achaia	1	15/07/16	-	-
Kozani	1	26/08/16	-	-
Larissa	3	26/08/16	15/09/16	21 jours
Pieria	1	03/10/16	-	-
Evros	2	19/10/16	09/11/16	22 jours
Preveza	1	25/11/16	-	-
GRECE	104	06/04/16	25/11/16	234 jours

Figure 23 - Carte de la Grèce représentant en rouge les foyers de DNB déclarés en 2016 (La région de Serres est délimitée par le cercle bleu) (FAO, 2017)



Nous pouvons ainsi constater que l'épidémie a duré 8 mois soit 3 mois de plus qu'en 2015, mais que le nombre de cas est moins important. Suite à cette réémergence de la maladie, la Grèce a continué d'appliquer ses mesures de lutte, tout en améliorant la couverture vaccinale sur son territoire.

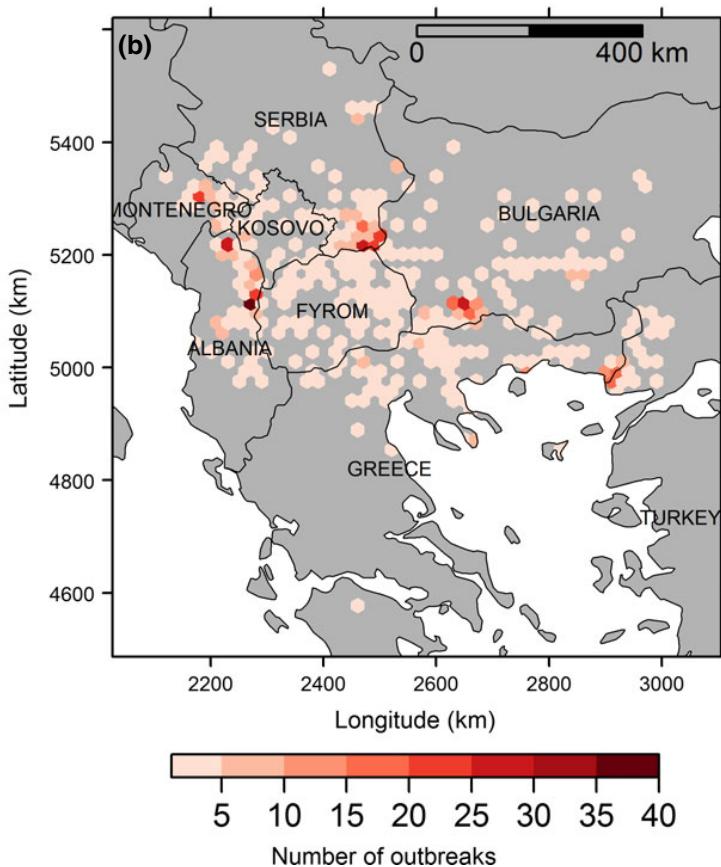
Les mesures de lutte sanitaire de la Grèce ont donc reposé sur quatre piliers : une détection clinique précoce, une politique d'abattage total dans chaque foyer confirmé, une large campagne de vaccination et une restriction forte au mouvement des animaux. Cette stratégie semble fonctionner, puisque depuis la fin de la deuxième vague de DNB dans le pays, seuls deux nouveaux cas ont été rapportés, en 2017 (ADNS, 2018).

La Grèce est donc un bon exemple de pays naïf de DNB qui a pourtant réussi à contrôler l'épidémie de DNB, jusqu'à l'éradiquer aujourd'hui. Les mesures conjointes de tous les acteurs, que ce soit les éleveurs, les vétérinaires de terrain, les services vétérinaires du pays, les services vétérinaires des pays frontaliers, ou encore les institutions européennes, sont donc essentielles pour limiter la propagation de la maladie.

2.2.2 La propagation inexorable de la DNCB vers l'Europe de l'Ouest et l'épidémie récente dans les Balkans

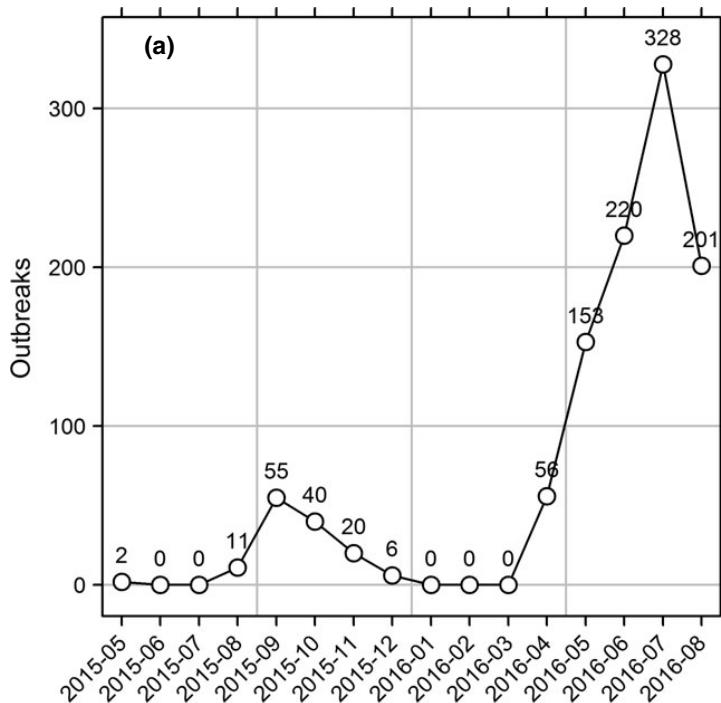
En parallèle de l'épidémie en Grèce, d'autres pays européens ont été touchés par le virus de la DNCB. En effet, la plupart des pays des Balkans ont déclaré des cas de DNB entre 2015 et 2016, que ce soit en Grèce, en Albanie, en Bulgarie, en Serbie, au Kosovo et dans l'ancienne République yougoslave de Macédoine. Ainsi, 1092 foyers ont été rapportés entre mai 2015 et Août 2016 en Europe (Mercier *et al.*, 2018). La Figure 24 représente ces différents cas apparus.

Figure 24 - Carte des Balkans représentant le nombre de cas de DNB rapporté dans les différents pays entre mai 2015 et aout 2016 (Mercier *et al.*, 2018)



Les cas ne sont pas apparus de manière uniforme selon les mois de l'année. En effet, l'activité vectorielle est plus importante en été, où plus de cas ont été rapportés par rapport à l'hiver. Ces données sont représentées dans la Figure 25.

Figure 25 - Courbe du nombre de cas de DNBC rapporté dans les Balkans selon chaque mois entre mai 2015 et aout 2016 (Mercier et al., 2018)

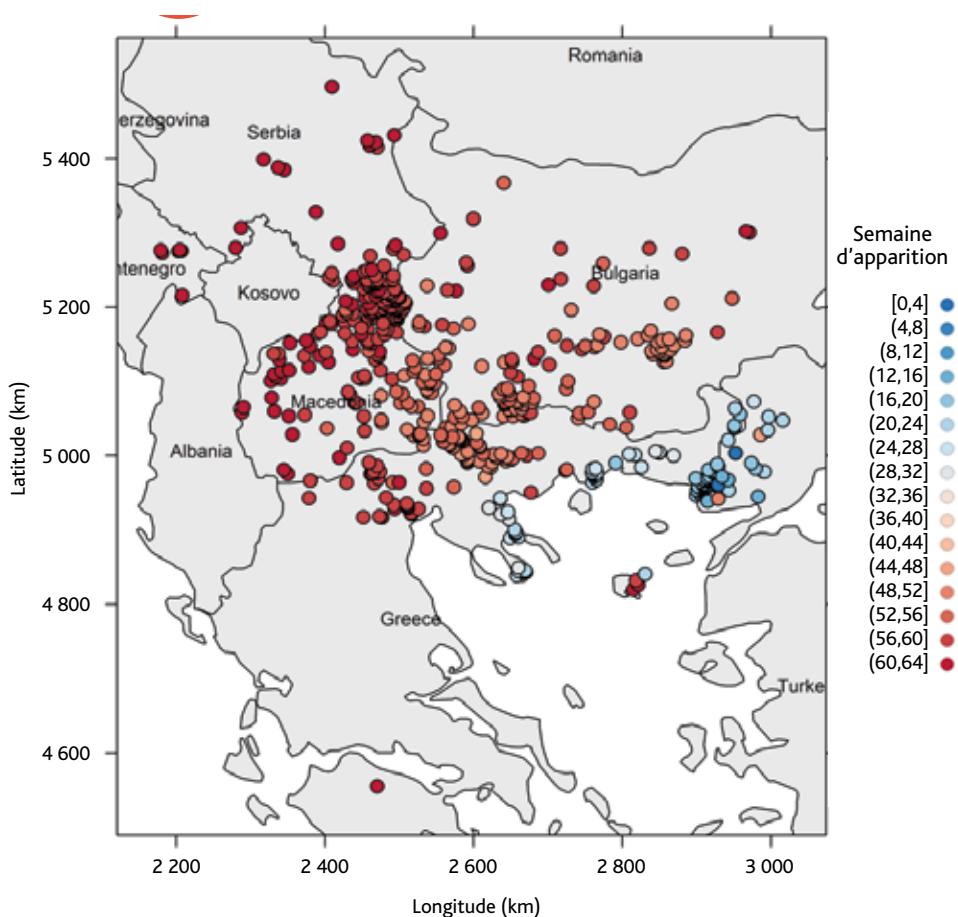


Nous pouvons donc suspecter une fois encore l'importance des vecteurs dans la transmission de la maladie, et ce même en Europe.

2.2.2.1 Une propagation rapide de l'épidémie vers le Nord-Ouest des Balkans en avril 2016

La deuxième vague d'épidémie de DNBC en Grèce en 2016 va de pair avec une propagation de la maladie dans les autres pays des Balkans. En effet, entre avril et juillet 2016, la maladie s'est propagée du Sud-Est au Nord-Ouest des Balkans, touchant successivement en l'espace de 2 mois la Grèce, la Bulgarie, l'ancienne république yougoslave de Macédoine, l'Albanie, le Kosovo, la Serbie et le Monténégro. La Figure 26, construite selon les données disponibles de l'ADNS, schématisse cette évolution.

Figure 26 - Diffusion spatiale de la DNB depuis son introduction en Grèce en 2015, jusqu'en juillet 2016
(Arsevska et al., 2016)



La maladie s'est donc propagée rapidement dans plusieurs pays d'Europe, des auteurs se sont d'ailleurs intéressés à la vitesse de propagation de la maladie au sein des Balkans entre 2015 et 2016, afin de l'inclure dans l'analyse de risque d'introduction dans les autres pays d'Europe, et notamment en France (Mercier *et al.*, 2018). Ils ont ainsi estimé la médiane de vitesse de diffusion à environ 7,6 kilomètres par semaine, avec un maximum de 12,7 kilomètres par semaine. Ils ont également pu relever que la distribution était très étalée, avec un pic à 107,6 kilomètres par semaine. Ces résultats sont compatibles avec l'hypothèse de deux processus conjoints dans la diffusion de la maladie : une diffusion à courte distance, la plus fréquente et probablement liée aux vecteurs, et une diffusion à plus longue distance, certainement liée aux mouvements de bétail contaminé que ce soit pour des échanges commerciaux, ou d'autres mouvements comme les trajets pour aller à l'abattoir par exemple. D'autres mouvements ne peuvent cependant pas être exclus, notamment les transports illégaux bien qu'aucune donnée ne soit disponible.

Certains auteurs ont pu constater que les frontières de chaque pays touché correspondaient aux zones où l'épidémie s'est répandue le plus rapidement, et que la vitesse de propagation était moindre vers l'intérieur de chaque pays (Mercier *et al.*, 2018). En effet, les « points chauds » (c'est à dire les zones avec une agrégation de cas de DNB) sont majoritairement présents au niveau de chaque frontière comme le

montre la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, ce qui peut être en lien avec la politique de l'Europe sur la vaccination à l'époque. En effet, jusqu'en juillet 2016, les pays de l'Union Européenne avaient interdiction de vacciner en l'absence de cas de DNCB au sein du territoire. La vaccination était possible qu'en cas de confirmation de la maladie. Les pays n'ayant mis en place une vaccination en masse qu'après la détection d'un cas de DNCB, cela peut expliquer la propagation plus lente au centre des pays par rapport aux frontières. Les frontières ont donc semblé être une zone d'épidémie privilégiée du fait du délai lié à la mise en place de la vaccination dans chaque pays.

2.2.2.2 La Bulgarie, deuxième pays européen touché par la DNCB après la Grèce

Les premiers cas de DNCB en Bulgarie ont été détectés le 13 avril 2016, dans deux exploitations de la région de Haskovo, à 80 kilomètres de la frontière avec la Grèce et la Turquie. L'apparition de ces deux cas, non proches des frontières grecque et turque, peut être liée soit à une diffusion sur une moyenne distance par les vecteurs, soit par le transport illégal de bovins contaminés. Du fait de l'épidémie récente en Grèce l'année précédente, le pays avait accru sa surveillance du bétail afin de détecter précocement les premiers cas de DNCB pour pouvoir les contrôler rapidement. Malgré cela, la maladie s'est répandue rapidement dans plusieurs régions du pays, comme le montre la Figure 27 (FAO, 2017).

Figure 27 - Recensement des exploitations touchées par la DNCB en Bulgarie en 2016 (FAO, 2017)



L'enquête épidémiologique réalisée alors a révélé que la source d'introduction de la maladie était probablement une transmission vectorielle à partir de la Grèce ou de la Turquie, sans toutefois pouvoir exclure une introduction illégale d'animaux contaminés. Au total, près de 217 exploitations touchées par la DNCB ont été identifiées en 2016, le dernier cas datant alors du mois d'Août (ADNS, 2018). Aucun autre cas n'a été rapporté depuis.

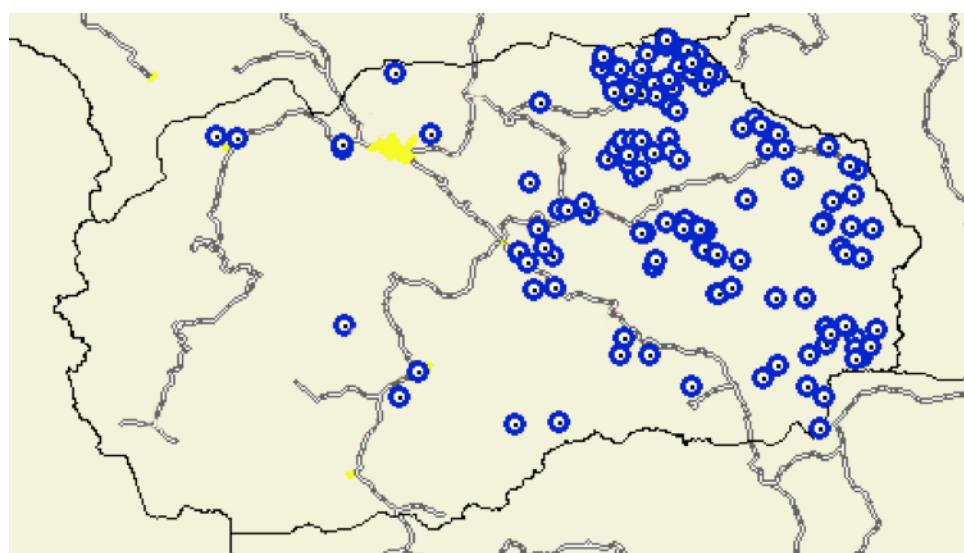
L'analyse des données disponibles a montré que les cas de DNBC étaient majoritairement concentrés autour des cours d'eau, ce qui est compatible avec la concentration de vecteurs dans ces zones et la transmission vectorielle majeure. Par ailleurs, le taux de morbidité a été estimé à 13% et le taux de mortalité était inférieur à 1%. Enfin, les auteurs ont pu constater que la majorité des exploitations touchées en Bulgarie étaient des petites exploitations de dix bovins ou moins, où les conditions de biosécurité n'étaient pas optimales. En effet, ces exploitations ont représenté près de 70% des cas rapportés dans le pays (FAO, 2017).

2.2.2.3 Situation épidémiologique dans l'ancienne république yougoslave de Macédoine

Le premier foyer de DNBC a été détecté dans l'ancienne république yougoslave de Macédoine le 21 avril 2016, soit 8 jours après le cas index détecté en Bulgarie.

Avant la détection de la maladie, et du fait des épizooties ayant lieu dans les pays frontaliers, en Turquie et en Grèce notamment, les services vétérinaires se sont préparés préventivement à l'introduction de la maladie. En effet, les vétérinaires ont dû réaliser des visites régulières dans les exploitations frontalières afin de détecter le plus précocelement possible la maladie. Par ailleurs, les services vétérinaires ont délivré des affiches d'information aux éleveurs et aux vétérinaires afin que ces derniers soient sensibilisés à la maladie. Ces mesures préventives ont permis une détection précoce du premier cas de DNBC dans le pays (FAO, 2017). Les services vétérinaires du pays avaient alors espéré pouvoir contenir la maladie à ce seul foyer et éviter sa propagation au sein du pays du fait des mesures préventives mises en place. Cependant, une épizootie s'est rapidement déclarée et étendue à tout le pays. Au total, près de 178 foyers ont été déclarés en 2016 (OIE, 2018). La Figure 28 représente les cas apparus dans le pays en 2016.

Figure 28 - Carte représentant les foyers de DNBC déclarés en 2016 dans l'ancienne république yougoslave de Macédoine (OIE, 2018)



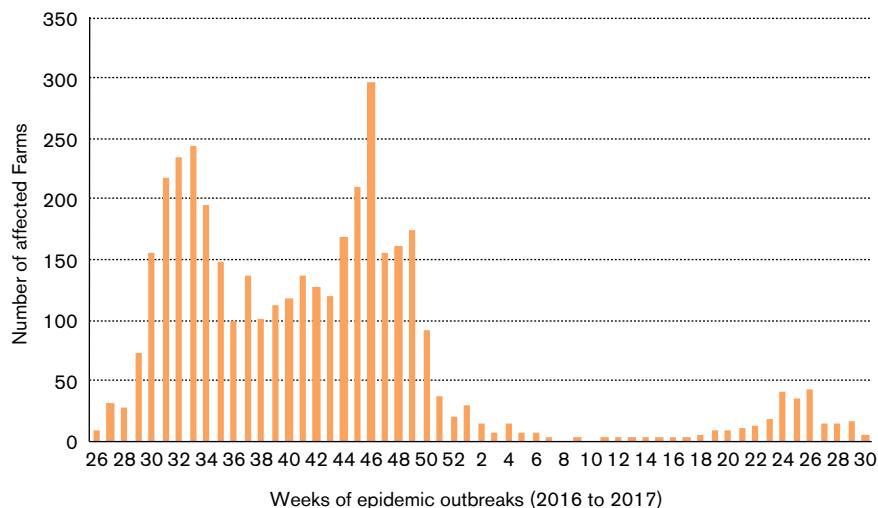
Le dernier cas de DNBC rapporté dans le pays en 2016 date du mois de juin, ce qui montre que les services vétérinaires ont été très réactifs pour éradiquer la maladie du pays. Depuis, seuls 4 nouveaux cas ont été déclarés (ADNS, 2018).

2.2.2.4 L'apparition de la DNBC en Albanie, une épidémie importante

En Albanie, le premier cas de DNBC a été diagnostiqué le 28 juin 2016. La maladie s'est par la suite très rapidement propagée à tout le pays, avec plus de 250 foyers rapportés en 2016 (ADNS, 2018). Contrairement aux autres pays présentés, l'Albanie n'a pas réussi à éradiquer la maladie. En effet, en 2017, 494 cas ont été rapportés. Cela était très probablement dû à une mauvaise couverture vaccinale.

La Figure 29 montre le nombre de fermes touchées par la DNBC en Albanie entre juin 2016 et Août 2017.

Figure 29 - Nombre de fermes touchées par la DNBC en Albanie en 2016 et 2017 (FAO, 2017)

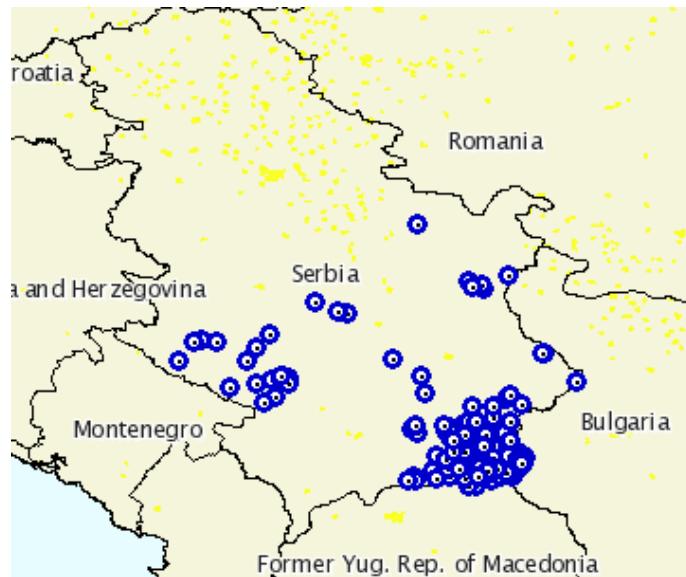


On constate que l'épidémie dure dans le temps, et que contrairement aux pays présentés précédemment, l'Albanie semble avoir du mal à éradiquer la maladie bien que le nombre de cas ait largement diminué. En effet, la maladie semble toujours présente dans le pays aujourd'hui, bien que les données soient manquantes sur le site de l'OIE pour déterminer le nombre de cas détectés en 2018.

2.2.2.5 La DNBC au Kosovo et en Serbie

Concernant le Kosovo, 46 cas de DNBC ont été rapportés en 2016 et 225 en Serbie. Peu de données sont disponibles sur l'évolution de la situation épidémiologique dans ces deux pays. Pour la Serbie, le premier cas serait apparu en juin 2016, tandis que le dernier cas rapporté date du mois d'octobre 2016 (OIE, 2018). La Figure 30 présente les cas apparus en Serbie au cours de l'épidémie des Balkans.

Figure 30 - Carte représentant le nombre de foyer en Serbie lors de l'épizootie des Balkans de 2016 (OIE, 2018)

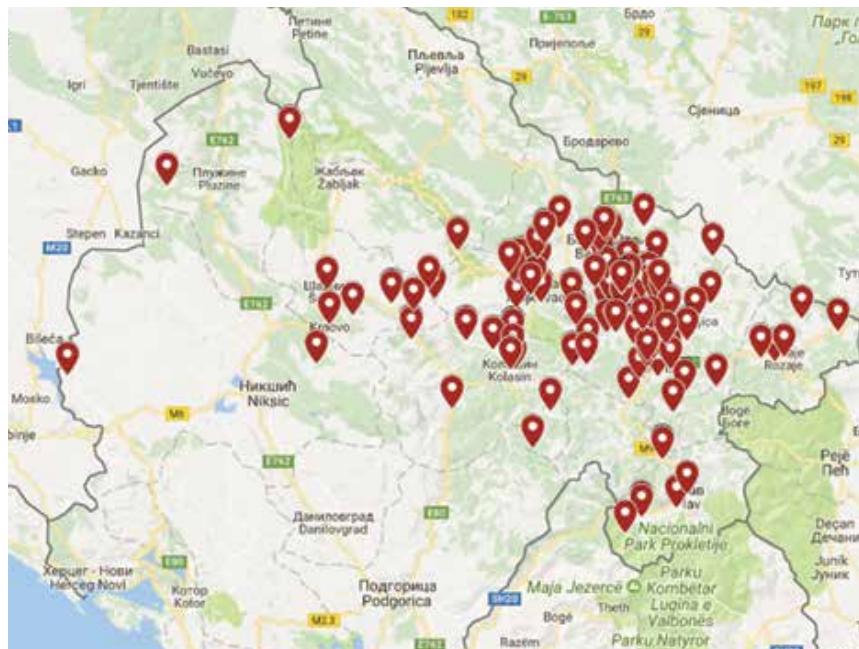


La maladie semble être aujourd’hui éradiquée au sein des deux pays puisqu’aucun autre cas n’a été rapporté à ce jour.

2.2.2.6 Situation épidémiologique au Monténégro durant l’épizootie de 2016

Le premier cas de DNCB au Monténégro a été diagnostiqué en juillet 2016. La Figure 31 représente les cas apparus dans le pays durant l’épizootie. Un mois et demi plus tard, grâce aux mesures de lutte employées, la propagation de la maladie dans le pays a été stoppée, et depuis, aucun nouveau cas n'a été déclaré. 64 foyers ont été ainsi déclarés durant l’épizootie des Balkans au sein du pays (OIE, 2018).

Figure 31 - Cas de DNCB rapportés au Monténégro en 2016 (FAO, 2017)



2.2.2.7 Bilan sur la situation épidémiologie des Balkans

L'épizootie ayant eu lieu dans les Balkans a été limitée pour la majorité des pays à quelques mois, entre avril et Août 2016. Le Tableau 6, dont les données sont tirées de l'interface WAHIS de l'OIE, résume la présence de la maladie dans chaque pays depuis 2015.

Tableau 6 - Résumé de la présence de DNB dans les pays des Balkans (case verte : maladie absente ; case orange : maladie présente ; case blanche : pas d'information) (OIE, 2018)

	2015		2016		2017		2018	
	jan- juin	juin- dec	jan- juin	juin- dec	jan- juin	juin- dec	jan- juin	jan- juin
Grèce								
Bulgarie								
Ancienne république yougoslave de Macédoine								
Albanie								
Serbie								
Monténégro								

L'épizootie des Balkans s'est donc concentrée sur une année et ces pays européens ont pu éradiquer la maladie grâce aux mesures de luttes mises en place (exception faite de l'Albanie où peu de données sont disponibles concernant ce pays). Les autres pays européens frontaliers de ces pays ont également fait le nécessaire pour limiter la diffusion au sein de l'Europe. En effet, en 2017, exception faite de l'Albanie, seuls 30 nouveaux foyers ont été confirmés, contre 953 en 2016.

2.2.3 Une stratégie offensive pour limiter la propagation de la DNB après les différents cas déclarés dans les Balkans en 2016

Nous avons pu voir que la diffusion de la maladie au sein des pays des Balkans s'est rapidement arrêtée et la maladie a finalement pu être éradiquée de ces pays assez rapidement. En effet, alors que jusqu'à présent la maladie devenait enzootique dans les pays naïfs de DNB (par exemple certains pays du Moyen Orient où la maladie est encore présente aujourd'hui tels que la Turquie), les pays européens, grâce aux efforts conjoints des différents opérateurs, ont pu progressivement éradiquer la maladie. Cela a été permis grâce aux différentes mesures de lutte entreprises par ces pays, mais aussi grâce aux actions conjointes des différents acteurs, que ce soit les éleveurs, les vétérinaires de terrain, les services vétérinaires de chaque pays

mais aussi l'Union Européenne. Nous nous intéressons ici aux mesures globales mises en place dans l'ensemble des pays cités ci-dessus, tout en évoquant rapidement les spécificités de chaque pays.

2.2.3.1 Des pays préparés avant même l'introduction de la maladie

Avec l'arrivée de la DNB en Turquie en 2013, les pays européens frontaliers se sont préparés préventivement à l'introduction de la maladie au sein de leur territoire. Si on prend l'exemple de la Grèce, ce pays a mis des mesures préventives en place afin de détecter au plus tôt l'introduction de la DNB. Cela passait par différentes mesures telles que la mise en place d'une zone de protection de 10 kilomètres de large au niveau des frontières avec les pays non indemnes de DNB où chaque élevage était soumis à une surveillance sanitaire renforcée, une diffusion de plaquettes explicatives aux éleveurs et aux vétérinaires et une formation améliorée des vétérinaires de terrain (FAO, 2017). Les autres pays comme la Bulgarie ou la Serbie ont mis en place des mesures similaires. L'objectif était alors de préparer au mieux chaque pays à l'introduction de la maladie, afin de pouvoir procéder à une détection précoce de la DNB et ainsi limiter une flambée épizootique. De cette façon, à chaque cas index des différents pays, les services sanitaires ont été prompts à réagir afin d'une part d'identifier le plus rapidement les signes cliniques caractéristiques et de pouvoir faire les prélèvements et les analyses adéquates rapidement, et d'autre part de mettre en place très rapidement les mesures de lutte adaptées, sans avoir de temps de latence qui aurait pu permettre à la maladie d'échapper à tout contrôle.

La mise en place de ces mesures de lutte préventives semble avoir été efficace car le délai moyen entre la suspicion clinique de la DNB, et la mise en place des mesures sanitaires suite à la confirmation est d'environ 3 jours, avec une légère variabilité selon les pays (FAO, 2017). Cette rapidité d'action est un des piliers dans le contrôle de la propagation de la DNB selon un avis de l'EFSA émis en 2016 (EFSA, 2016).

2.2.3.2 En cas de confirmation, une politique d'abattage, de zonage et de surveillance importante et rapprochée

Comme exposé précédemment, en cas de confirmation d'un foyer de DNB dans un pays européen, la directive 92/119/CEE du 17 décembre 1992 indique les mesures générales à mettre en place. Ces mesures consistent tout d'abord à réaliser un abattage total des bovins de l'exploitation infectée avec élimination des carcasses, soit par enfouissement ou incinération des animaux sur place, soit le cas échéant dans une usine d'équarrissage si les services vétérinaires estiment que le risque de dissémination de la DNB n'est pas trop élevé. Cette politique d'abattage total a été appliquée dans chaque foyer détecté en Grèce, en Bulgarie, et en Serbie. Les autres pays comme le Kosovo ou l'ancienne république yougoslave de Macédoine ont préféré procéder à un abattage partiel, en éliminant des troupeaux uniquement les animaux présentant des signes cliniques, tout en vaccinant le reste du cheptel. En effet, se fondant sur l'épidémiologie et l'analyse du coût - avantage, les services vétérinaires de ces pays ont conclu que l'abattage total était nécessaire pour les quelques premiers foyers détectés, mais qu'à partir du moment où la maladie commençait à s'étendre à tout le pays, l'abattage total ne présentait pas plus d'avantage que l'abattage partiel pour limiter la diffusion de la

maladie (FAO, 2017). L'EFSA a notamment donné un avis en 2016 confirmant que la vaccination était de loin la méthode la plus efficace dans la lutte contre la DNCB, associée à l'élimination des animaux cliniquement malades et qu'en raison des coûts engendrés par l'abattage total, un abattage partiel associé à une vaccination en masse pourrait suffire à limiter la propagation de la maladie (EFSA, 2016). Finalement, malgré des politiques d'abattage différentes dans ces pays le résultat final semble similaire puisque chaque pays cité ci-dessus a pu éradiquer la maladie en quelques mois.

Les autres mesures énoncées dans cette directive de l'UE sont notamment la mise en place d'un zonage autour des foyers confirmés. Ce zonage comprend deux parties: une zone de protection de minimum trois kilomètres de rayon autour du foyer, dans laquelle tout mouvement de bétail est interdit, que ce soit dans les zones privées ou publiques et dans laquelle les exploitations sont soumises à des visites de surveillance clinique périodiques ; ainsi qu'une zone de surveillance de minimum 10 kilomètres autour du foyer où les mouvements de bétail sont interdits sur la voie publique et dans laquelle les animaux sont confinés au moins 58 jours. Cependant, la DNCB étant une maladie vectorielle, la nouvelle réglementation européenne impose une surveillance accrue et l'interdiction de mouvements d'espèces sensibles dans un rayon de 20 km autour d'un foyer pendant ces 58 jours (ANSES, 2017). Tous les pays européens non indemnes de DNCB ont appliqué ces mesures de zonages estimées essentielles par l'EFSA dans la maîtrise de la diffusion de la maladie. Dans ces différentes zones de protection et de surveillance, toutes les exploitations étaient soumises à des visites sanitaires régulières, afin de détecter le plus précoce possible des nouveaux cas de DNCB.

2.2.3.3 Une restriction de mouvement du bétail majeure le temps de l'épidémie

La transmission de la DNB pouvant se faire sur de longue distance via le transport de bétail contaminé, une des méthodes de lutte essentielle contre la propagation de la maladie est la restriction du mouvement des animaux. La commission européenne interdit ainsi tout mouvement d'animaux dans les zones de protection et de surveillance établies autour des foyers confirmés. Par ailleurs, les animaux vaccinés ne peuvent se déplacer que vers une zone de statut sanitaire équivalent à celui de leur zone d'origine. Ainsi, un bovin vacciné provenant d'une région non indemne de DNB ne pourra se déplacer que vers une autre zone non indemne de DNB. Cela est également valable aux frontières : tout bovin qui doit traverser une frontière ne peut le faire que vers un pays au statut sanitaire équivalent ou moins bon que son statut d'origine. Cela permet non seulement de protéger les pays indemnes d'une éventuelle introduction de la DNB par le mouvement de bétail contaminés mais aussi de permettre aux pays non indemnes mais vaccinés de poursuivre leurs échanges commerciaux avec les pays voisins non indemnes.

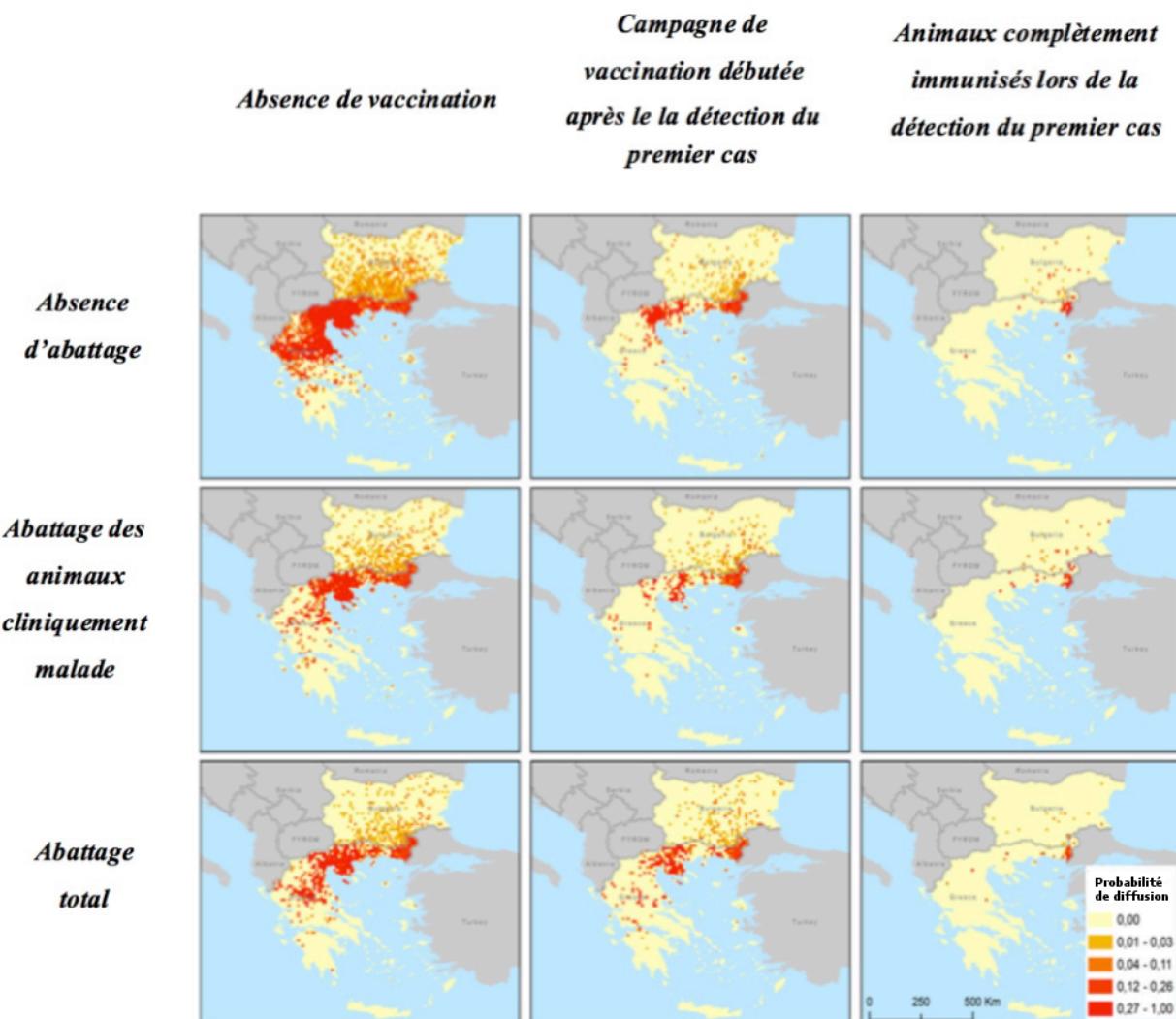
2.2.3.4 La vaccination : la meilleure protection pour limiter la diffusion de la DNB

Jusqu'en juillet 2016, la vaccination n'était possible qu'en cas de confirmation de la maladie dans le pays, et uniquement en cas d'urgence, dans le cas où la maladie continuerait de se propager malgré les mesures de luttes employées. Les autorités sanitaires se sont cependant rapidement rendues compte que les

mesures initiales de lutte décrites dans la directive 92/119/CEE du 17 décembre 1992 n'étaient pas suffisantes pour contenir l'épidémie de la Grèce en 2015, et ont donc autorisé la vaccination d'urgence, et ce dans les différents pays européens ayant déclaré la DNB.

Suite à l'avis de l'EFSA de 2016, la commission européenne a décidé de mettre en place la vaccination de manière systématique dès la confirmation d'un cas de DNB dans un pays européen. En effet dans cet avis, les experts démontrent que la vaccination est la stratégie la plus efficace pour limiter la diffusion de la DNB, voire l'éradiquer. Cette vaccination, associée à une politique d'abattage total, est selon leur modèle, la méthode optimale pour venir à bout de la DNB au sein d'un pays. En effet, ces experts ont modélisé la diffusion de la DNB en Grèce et en Bulgarie après les premiers cas déclarés selon plusieurs scénario possibles : une politique d'abattage soit totale, soit partielle soit absente, associée soit à une absence de vaccination, soit à une vaccination mise en place après le confirmation du premier cas, soit à une vaccination mise en place au moins 28 jours avant l'introduction de la maladie dans le pays (les animaux sont donc correctement immunisé lors de l'introduction de la maladie). Les résultats sont présentés de manière schématique dans la Figure 32 (EFSA, 2016).

Figure 32 - Modélisation de l'impact de différentes combinaisons d'abattage et de vaccination dans la propagation de la DNB en Grèce et en Bulgarie (EFSA, 2016)



Les experts de l'EFSA recommandent donc en conclusion de leur avis, de mettre en place la vaccination dans les régions à risque d'introduction de la DNB ou dans lesquelles elle a déjà été introduite, d'atteindre une couverture vaccinale élevée sur le territoire pour augmenter les chances d'éradication de la maladie et d'appliquer la vaccination de manière uniforme dans la population sensible afin d'éviter les zones à forte densité non vaccinées. Ils concluent également que l'abattage partiel peut être suffisant pour limiter la propagation de la maladie si la campagne de vaccination est assez efficace en parallèle.

Suite à cet avis, la vaccination préventive a été autorisée dans les zones indemnes en limite des régions infectées. C'est ainsi que la Croatie a préventivement mis en place une campagne de vaccination sur l'ensemble de son territoire après l'épidémie des Balkans, ce qui semble se révéler efficace puisque la Croatie est toujours indemne de DNB. La Croatie a ainsi réalisé deux campagnes de vaccinations successives, en 2016 et en 2017. Le pays a cependant décidé, en accord avec la commission européenne de

ne pas la renouveler en 2018, du fait de la situation épidémiologiquement favorable du pays. Suivant son exemple, la Bosnie Herzégovine, bien que indemne de DNBC, a également mis en place une campagne de vaccination préventive en 2017 (EFSA, 2017).

Concernant les pays des Balkans touchés par l'épizootie de 2016, le Tableau 7 résume les différentes campagnes de vaccination mises en place dans chaque pays.

Tableau 7 - Résumé des campagnes de vaccination des différents pays des Balkans (FAO, 2017)

Pays	Date d'apparition du 1 ^{er} foyer	Campagne de vaccination de 2016	Campagne de vaccination de 2017	Stratégie vaccinale	Couverture vaccinale (%)
		Début - fin	Début - Fin		
Albanie	28/06/2016	26/06 – 25/12	janvier - Inconnu	Tout le pays	Inconnu
Bulgarie	12/04/2016	28/04 – 15/07	mars – avril	Tout le pays	100
Kosovo	24/06/2016	11/09 – 12/10	mai	Tout le pays	Inconnu
Ancienne République yougoslave de Macédoine	18/04/2018	24/05 – 31/07	mars	Tout le pays	96,7
Monténégro	21/07/2016	01/08 – 17/08	janvier : veaux mai : adultes	Tout le pays	100
Serbie	04/06/2016	24/06 – 01/09	janvier	Tout le pays	100
Croatie	/	06/08 - novembre	janvier	Concerne tout le pays	100
Bosnie Herzégovine	/	/	janvier	Concerne tout le pays	100

Une des difficultés rencontrées pendant la première campagne de vaccination de 2016 était l'approvisionnement des vaccins. En effet, aucune banque vaccinale européenne n'existe à l'époque, et chaque pays devait importer des vaccins d'Afrique du Sud. En l'absence d'AMM européenne pour les vaccins contre la DNBC, la commission européenne avait donc autorisé ces importations. Ainsi, deux types

de vaccins, des vaccins vivants homologues atténusés, ont été utilisés pendant ces campagnes de vaccination : le « Lumpy Skin Disease Vaccine for Cattle » fabriqué à Onderstepoort en Afrique du Sud, et le « lumpyvax » fabriqué par MSD (FAO, 2017)

Les pays ont dû faire face à plusieurs obstacles lors de la première campagne de vaccination. Le premier concerne tout d'abord la disponibilité des vaccins afin de réaliser une couverture vaccinale optimale. En effet, l'union européenne ne disposant pas de réserve suffisante de vaccins, le nombre de doses n'était pas suffisant pour permettre une vaccination sur tout le territoire de chaque pays. La vaccination a donc concerné en priorité les zones de protection et de surveillance, puis les zones dites à « haut risque » situées majoritairement proche des points d'eau, puis les régions frontalières des zones infectées avant d'enfin pouvoir s'étendre à tout le pays. Ce délai entre le début de la campagne de vaccination et la fin de la campagne a souvent permis une propagation de la maladie qui aurait pu être évitée si la vaccination avait été réalisée de manière plus systématique et plus rapide.

L'autre obstacle rencontré lors de ces campagnes de vaccination est l'apparition d'effets secondaires semblables aux signes cliniques de la DNCB. Cela posait problème lors de suspicions cliniques dans des cheptels vaccinés. Il fallait en effet que les laboratoires disposent des méthodes d'analyse adéquate afin de distinguer les animaux réellement malades des animaux vaccinés, à partir des prélèvements effectués, tous les pays ne disposant pas de ces méthodes.

Finalement, malgré les difficultés rencontrées pour la mise en place d'une vaccination efficace, tous les pays des Balkans touchés par l'épidémie de la DNB ont réussi à établir une couverture vaccinale optimale sur leur territoire, comprise entre 95 et 100% selon les pays concernés, permettant l'éradication de la maladie pour la plupart. La vaccination semble donc bien être la mesure majeure à mettre en place pour stopper la diffusion de la DNB.

2.2.3.5 La réponse de l'Union Européenne durant l'épidémie des Balkans

Face à l'épidémie de 2016 en Europe de l'Est, l'Union Européenne (UE) a su réagir rapidement afin d'endiguer la propagation de la maladie. En effet, déjà en 2013 lors de la première apparition de la maladie en Turquie, la commission européenne avait demandé à l'EFSA de rédiger un avis scientifique sur la DNB en mettant l'accent sur le risque d'introduction de la maladie en Europe (EFSA, 2015). Cet avis avait notamment conclu à l'époque que l'introduction de la DNB en Europe risquait principalement de se faire par le transport illégal de bétail contaminé. Sur la base d'un modèle simulant la propagation de la DNB, que nous ne développerons pas ici, les auteurs ont conclu que l'abattage des animaux présentant des signes cliniques généralisés semble suffisant pour contenir 90% des épidémies autour du cas index, mais que les 10% restants peuvent aboutir à une propagation sur plus de 400 kilomètres. L'abattage de l'ensemble du troupeau des exploitations infectées réduirait donc considérablement la propagation du virus, d'où la politique d'abattage total prônée par la directive 92/119/CEE de l'Union Européenne. Selon ce modèle, plus la détection et l'abattage sont précoces, plus les risques de propagation sont diminués. Par ailleurs, les

experts ont conclu dans ce même avis que la sécurité des vaccins disponibles doit être améliorée et que le développement de vaccins DIVA, permettant de différencier avec les analyses adéquates les animaux vaccinés des animaux infectés, est essentiel. Enfin, ils ont conclu sur le fait qu'une surveillance active, une détection rapide et une élimination précoce des troupeaux infectés sont les mesures de lutte les plus efficaces pour lutter contre la DNB. La coopération entre les pays voisins est par ailleurs primordiale pour prévenir la propagation des mesures transfrontalières (EFSA, 2015).

Lors de l'épidémie en Grèce en 2015, l'UE s'est rapidement rendue compte que l'abattage total ne suffirait pas à endiguer la maladie. En effet, lorsque la maladie a traversé la frontière turque en août 2015, elle s'est propagée bien plus rapidement dans le pays que ne l'avait prévu l'UE, la vallée de l'Evros semblant être un écosystème très favorable à la diffusion de la DNB. La Commission Européenne a donc rapidement autorisé la vaccination d'urgence en Grèce, à l'aide d'un vaccin homologue vivant importé d'Afrique du Sud (FAO, 2017). Grâce à la vaccination, la maladie a arrêté de se propager en Grèce, et l'UE a donc conclu que la vaccination était la priorité principale dans la lutte contre la DNB et que l'approvisionnement en vaccin était le principal obstacle à sa mise en œuvre, d'où la réémergence de la maladie en Grèce en 2016. L'Union Européenne a donc mis en place une banque de réserve de vaccins pour la campagne de vaccination de 2017 des différents pays concernés, afin que chaque campagne puisse être effective en un ou deux mois.

Par ailleurs, l'Union Européenne a apporté son soutien financier au pays touchés par la DNB. En effet, toutes les mesures de lutte, que ce soit l'abattage, la destruction des carcasses, ou les campagnes de vaccinations, ont été prises en charge financièrement par l'UE à hauteur de 50% du coût réel (FAO, 2017).

2.2.3.6 De nouvelles recommandations à la lumière de l'épidémie ayant eu lieu dans les Balkans

Face à la menace de la diffusion de la DNB au reste de l'Europe, le Cadre mondial pour le contrôle progressif des maladies animales transfrontalières pour l'Europe (the Global Framework for the Progressive Control of Transboundary Animal Diseases (GF-TAD) for Europe) a créé un groupe permanent d'experts sur la DNB en juillet 2016 chargé d'examiner les données scientifiques actuelles et d'étudier les mesures de prévention et de contrôle adaptées à la lumière de l'épidémie ayant eu lieu dans les Balkans. Une réunion a eu lieu à Belgrade le 25 juillet 2016 afin de discuter des enjeux des mesures de lutte. Parmi les 18 participants figuraient à la fois des experts en virologie et en épidémiologie de la DNB, originaires de pays ayant signalé des infections et de pays à risque (Autriche, Bulgarie, Hongrie, Israël, Fédération de Russie et Serbie), des centres de recherche internationaux et la FAO. Cette réunion avait pour but de mettre en avant les recommandations concernant les mesures de lutte contre la DNB et de les uniformiser (FAO, 2017). Ils ont ainsi mis en avant plusieurs points :

1) Actions visant à limiter les risques de transmission

Ces experts se sont tout d'abord intéressés à la hiérarchisation des moyens de transmission de la DNB. En effet, le principal risque de transmission de la maladie reste aujourd'hui la transmission

vectorielle, au moyen de vecteurs se nourrissant sur des animaux infectés vivants. Cependant, les mouvements illégaux d'animaux infectés sont également à risque, et a notamment posé problème lors de l'épizootie en Bulgarie. Les auteurs conviennent toutefois que le risque de transmission par des animaux infectés subcliniques et par ceux récemment vaccinés reste à déterminer. Concernant les animaux vaccinés, ces derniers développent une immunité protectrice dans les 21 jours, et sont par conséquent peu susceptibles de transmettre l'infection. Ainsi, le risque de propagation de la DNBC par les produits dérivés de ces derniers et par les animaux en bonne santé est considéré comme très faible. Les experts s'accordent à dire par ailleurs que la viande ne représente pas un risque important de transmission contrairement aux peaux brutes qui sont plus susceptibles d'être contaminées. A la lumière de ces constatations, les experts recommandent davantage d'étude sur la transmission de la maladie afin d'améliorer la compréhension des risques. Ils définissent par ailleurs comme action prioritaire pour limiter la propagation de la maladie l'abattage et la destruction des animaux infectés, la vaccination pour réduire l'excrétion virale, et un contrôle accru des déplacements du bétail visant à empêcher une propagation à longue distance.

2) Mesures d'élimination des animaux infectés

De manière idéale, en cas de confirmation d'un cas de DNBC, l'animal doit être éliminé et détruit sur place afin de limiter la diffusion de la maladie liée au déplacement de la carcasse. Cependant, cela dépend des ressources disponibles dans chaque pays. En effet, certains pays n'ont pas les moyens nécessaires pour réaliser une inhumation ou une incinération sur place. Par conséquent, les experts recommandent en cas d'impossibilité de procéder à l'élimination de la carcasse sur place, de réaliser l'abattage de l'animal infecté sur place et de transporter la carcasse vers des structures spécialisées en vue de son élimination tout en prévoyant des mesures adaptées pour limiter la diffusion de la maladie par des vecteurs pouvant se nourrir à partir des carcasses infectées telles que l'utilisation de désinfectant et d'insectifuge associée à l'utilisation d'une couverture pour limiter l'accès des vecteurs à la carcasse.

3) Mesures à prendre en cas d'apparition de signes cliniques de DNBC chez des animaux vaccinés

En Bulgarie, des cas cliniques de DNBC sont apparus dans des troupeaux pourtant vaccinés. La plupart des cas sont apparus dans les 14 jours après la vaccination. Il est aujourd'hui admis que la protection immunitaire d'un animal vacciné se met en place dans les 21 jours. La question se pose donc de l'élimination d'un troupeau entier vacciné suite à la détection d'un animal malade. En effet, la législation européenne en vigueur impose aux états membres d'abattre tous les animaux d'un troupeau infecté, qu'il soit vacciné ou non. Cependant cette mesure est difficilement acceptable par les éleveurs et rend plus difficile la campagne de vaccination. Les experts ne semblent pas contre l'idée de procéder à un abattage partiel, mais des mesures supplémentaires doivent alors être mise en œuvre telles la mise en place de test sérologiques pour vérifier l'immunité post-vaccinale ainsi que des tests virologiques pour détecter les animaux infectés de manière subclinique. Ils conseillent également de procéder à des études supplémentaires afin notamment d'analyser les coûts liés à la mise en place de ces mesures.

4) Repeuplement des exploitations après l'abattage total

L'épidémie récente a soulevé la question du repeuplement des exploitations après l'élimination d'un troupeau infecté. En effet, bien que le virus de la DNB puisse survivre longtemps dans l'environnement, les risques de contamination par celui-ci ont été démontrés comme minimes, notamment pour les animaux valablement vaccinés. Les experts recommandent d'attendre au moins 21 jours après le nettoyage-désinfection des locaux comme spécifié dans la législation européenne avant de pouvoir repeupler les exploitations, et à condition que les animaux ré-introduits soient vaccinés depuis au moins 28 jours, que les locaux aient été nettoyés et désinfectés à fond selon les recommandations de l'OIE et qu'aucun nouveau foyer n'ait été déclaré dans un rayon de 20 kilomètres.

5) Mesures concernant les mouvements d'animaux vaccinés et de leurs produits

La législation interdit le mouvement d'animaux au sein des zones protection et de surveillance. En dehors de ces zones, les animaux vaccinés depuis plus de 28 jours étant peu susceptibles de contracter la maladie, ces derniers peuvent se déplacer vers une zone au statut sanitaire équivalent de celui de la zone de provenance, le risque de transmission étant très faible. Cela peut inclure le passage d'une zone vaccinée vers une autre, que ce soit dans le même pays ou dans un autre. En revanche, les experts déconseillent fortement le déplacement de ces derniers dans des zones à meilleur statut sanitaire, ainsi que dans les zones non vaccinées.

6) Mesures à mettre en place pour la vaccination préventive

A la fin de l'année 2016, la plupart des pays des Balkans avaient une couverture vaccinale optimale. Les pays frontaliers tels que la Bosnie-Herzégovine ou la Croatie étaient cependant à risque de développer la maladie et donc de favoriser la propagation de la maladie à l'Europe centrale. La vaccination préventive est donc une mesure primordiale à mettre en place pour stopper la diffusion de la maladie, et faire ainsi une zone tampon. C'est d'ailleurs la stratégie qu'a adopté la Croatie en 2016, puis la Bosnie Herzégovine en 2017. Les experts sont donc en faveur de cette stratégie, qu'ils estiment essentielle pour limiter la diffusion de la maladie.

7) Identifier les informations à mesurer et à partager au sein des pays touchés par la DNB afin d'aider à la modélisation de la propagation de la maladie et des effets des mesures de lutte et de contrôle

Les experts estiment qu'il est essentiel de collecter des informations épidémiologiques complètes sur les épisodes de la maladie, les facteurs de risque, la couverture vaccinale et les types de vaccins utilisés pour identifier et quantifier les risques de propagation de la DNB au reste de l'Europe. Ils recommandent donc d'établir une liste d'informations à remplir dans chaque pays lors de foyers de la maladie afin d'harmoniser la collecte des données en vue de les analyser de manière plus cohérente, dans l'objectif de modéliser la propagation possible de la maladie.

2.2.4 Depuis l'épidémie de 2016 dans les Balkans, seuls quelques nouveaux cas isolés confirmés en Europe

Grâce aux mesures de lutte entreprises par les pays touchés par la DNBC et grâce à la vaccination préventive réalisée dans certains pays comme la Croatie, la flambée de DNBC s'est arrêtée en Europe fin 2016. En 2017, exception faite de l'Albanie où la couverture vaccinale n'est pas optimale, seuls 30 nouveaux cas ont été confirmés, et seulement 4 en 2018 ce qui démontre que la stratégie européenne pour contrôler la propagation de la DNBC semble efficace, bien qu'une surveillance sanitaire demeure indispensable afin de prévenir toute réémergence de la maladie en Europe.

2.3 Mise en place d'une veille sanitaire internationale

La gestion de l'épidémie des Balkans semble avoir été efficace, car seuls 30 nouveaux cas de DNBC ont été déclarés en 2017. La propagation de la maladie semble donc aujourd'hui maîtrisée.

Nous avons pu constater que les mesures de lutte reposent majoritairement sur la coopération de tous les acteurs sanitaires, et que cette coopération est fondamentale pour la maîtrise de la maladie. L'épidémie des Balkans est, en effet, un exemple concret d'une coopération internationale et d'une mise en œuvre commune des mesures de luttes pour endiguer la progression de la maladie. Comme toutes les maladies faisant partie des dangers sanitaires de première catégorie, chaque nouveau cas est à déclaration obligatoire. Plusieurs organismes se chargent de regrouper ces déclarations afin de mettre une surveillance active en place. En Europe, il y a notamment la plateforme ADNS (Animal Disease Notification System) mise en place par la commission européenne afin de d'enregistrer et de documenter l'évolution de la situation épidémiologique de nombreuses maladies infectieuses. Cette plateforme permet ainsi un accès immédiat aux informations épidémiologiques relatives à ces maladies et contribue à la mise en œuvre d'un système d'alerte rapide (ADNS, 2018).

L'organisation mondiale de la santé animale (OIE) a également mis en place un portail, la plateforme internet WAHIS, qui regroupe les différents événements épidémiologiques des différentes maladies animales d'importance mondiale. Ce système permet d'assurer une surveillance épidémiologique mondiale de différentes maladies dont la dermatose nodulaire contagieuse. Chaque nouveau cas est recensé, analysé et mis à disposition sur la plateforme, afin de disposer d'une transparence totale sur l'évolution de la maladie dans chaque pays. Ce système repose principalement sur la déclaration de tous les nouveaux cas par chaque pays, et dépend donc de la coopération mondiale pour fonctionner. Cette plateforme assure ainsi une surveillance active de toutes les maladies animales d'importance comme la DNBC (OIE, 2018).

Enfin, une autre plateforme existe, mise en place par la FAO : le système mondial d'information sur les maladies animales (EMPRES-i). Il s'agit d'une application internet destinée à soutenir les services

vétérinaires en facilitant l'organisation et l'accès aux informations régionales et mondiales sur les maladies animales.

La mise en place de ces trois plateformes requiert une coopération mondiale pour assurer la surveillance sanitaire des pays. Cette surveillance permet une réaction rapide en cas d'épidémie comme celle qui s'est produite dans les Balkans grâce au système d'alerte associé. Cela permet ainsi une gestion optimale dans les différents pays.

Concernant la France, une plateforme spécifique existe également, la plateforme ESA (Epidémirosurveillance Santé Animale). Il s'agit d'une plateforme nationale de surveillance épidémiologique en santé animale qui assure les mises à jour sur les situations épidémiologiques de différentes maladies dans le monde, et qui permet d'apporter un soutien aux organismes de surveillance. Les auteurs de cette plateforme publient régulièrement des mises à jour sur la situation de maladies dans le monde. En prenant l'exemple concret de la DNB, les auteurs ont publié régulièrement des mises à jour de la situation des pays des Balkans et ont évoqué les risques d'introduction en France. Ils sont également à l'origine de la rédaction en 2016 de plaquettes explicatives de la DNB à destination des éleveurs et des vétérinaires, car le risque d'introduction de la maladie en France semblait alors élevé, et les institutions voulaient anticiper l'arrivée de la maladie. Ces plaquettes sont disponibles en Annexe 1 et 2.

La confrontation des données de toutes ces plateformes permet d'avoir une vision globale et précise de la situation de plusieurs maladies dans différents pays du monde, et permet une surveillance sanitaire active mondiale.

Finalement, la situation sanitaire de la DNB en Europe semble maîtrisée aujourd'hui. Sa propagation a été rapide depuis le Moyen Orient, mais les mesures de lutte mise en place par l'Union européenne et ses pays membres a permis de stopper l'épidémie au portes de l'Europe de l'Est fin 2016. Aujourd'hui éradiquée des pays européens (exception faite de l'Albanie) la surveillance sanitaire reste encore de mise afin d'éviter une réémergence de la maladie en Europe. Suite à l'épidémie ayant eu lieu dans les Balkans, les autorités françaises ont demandé aux services vétérinaires et notamment à l'ANSES de quantifier le risque d'introduction de la DNB en France et ont défini les mesures de lutte à mettre en place sur le territoire français.

3 TROISIEME PARTIE : Risques pour la France en 2017 et mesures préventives

Suite à l'épidémie ayant eu lieu aux portes de l'Europe de l'Est en 2016, les autorités vétérinaires sanitaires françaises se sont interrogées sur le risque d'introduction de la DNB en France à partir des foyers détectés en Europe. Nous nous intéressons donc dans cette partie au risque pour la France au plus fort de l'épidémie en Europe, afin d'identifier si la France est très exposée vis à vis de ce risque, en faisant par ailleurs un bilan sur la situation européenne. Par ailleurs, nous développons les mesures réglementaires à mettre en œuvre en cas de suspicion clinique et de confirmation d'un foyer en France.

3.1 Bilan sur la situation européenne vis à vis de la DNB en 2018

Nous avons pu voir précédemment que l'épidémie ayant eu lieu dans les Balkans en 2016 a été maîtrisée par tous les acteurs, et que seuls 4 nouveaux cas ont été détectés en 2018 grâce notamment aux campagnes de vaccination mises en place par les différents pays. Maintenant que la crise épidémique semble passée, la question se pose sur l'évolution de la stratégie de lutte à mettre en place dans les différents pays d'Europe, notamment la poursuite des campagnes de vaccination, et sur le risque de réapparition de la maladie dans ces pays et les autres pays européens. En effet, la mise en place de campagnes de vaccination de masse peut ne plus être utile maintenant que la maladie semble éradiquée des pays européens. Elle peut cependant être nécessaire pour éviter toute réapparition de la maladie car la maladie est encore présente en Turquie, pays frontalier de l'Europe. Le Tableau 7 page 63 résume les différentes campagnes de vaccination mises en place dans les pays européens des Balkans.

3.1.1 Au moins deux ans de vaccination nécessaires à l'élimination de la DNB dans un pays européen

Dans un rapport de l'EFSA, les experts européens ont évalué le nombre d'années de vaccination nécessaires à l'éradication complète de la maladie en fonction de l'efficacité du vaccin et de la couverture vaccinale du pays, dans un pays où des cas de DNB ont été déclarés (EFSA, 2018a). Ils se sont notamment intéressés au cas de la Grèce et de l'Ancienne République Yougoslave, ces pays étant les derniers à avoir déclaré des cas de DNB, exception faite de l'Albanie. Ils ont ainsi conclu qu'avec une couverture vaccinale de 90% du territoire, deux années de vaccination étaient nécessaires à l'élimination de la maladie du pays, en supposant une efficacité vaccinale de 95% et une absence de nouvelle introduction dans le pays.

Ils ont également réalisé la même simulation avec seulement 70% de couverture vaccinale ; dans ce cas, 3 à 5 ans de vaccination sont nécessaires. Ces simulations sont intéressantes puisque la majorité des pays des Balkans ont une couverture vaccinale supérieure à 95%, et les campagnes de vaccination ont commencé en 2016, il y a donc deux ans. La question se pose donc si il est possible d'envisager l'arrêt de la vaccination dans ces pays, sans que le risque de réapparition de la maladie ne soit trop élevé. Les experts de l'EFSA ont réalisé les mêmes simulations en Albanie, où la couverture vaccinale est bien moindre. Leurs résultats sont présentés dans le Tableau 8.

Tableau 8 - Probabilité d'éradication de la DNBC selon différents scénarios de vaccination, prenant en compte la durée, la couverture vaccinale et l'efficacité (EFSA, 2018b)

Scénario	Couverture vaccinale	Efficacité vaccinale	2 ans	3 ans	4 ans
			2 ans	3 ans	4 ans
Albanie	50 %	65 %	Persistante	Persistante	Eradication
	90 %	65 %	Persistante	Eradication	Eradication
Grèce et Bulgarie	70 %	80 %	Persistante	Eradication	Eradication
	70 %	95%	Persistante	Eradication	Eradication
	90 %	80%	Persistante	Eradication	Eradication
	90 %	95%	Eradication	Eradication	Eradication

Les experts de l'EFSA se sont alors penchés sur cette question, et ont conclu qu'un arrêt de la vaccination était possible selon l'analyse de risque menée dans chaque pays concerné. Ainsi, dans un pays où aucun cas de DNBC n'a été rapporté depuis la campagne de vaccination, et où les pays frontaliers n'ont déclaré aucun cas, les autorités vétérinaires peuvent décider d'arrêter progressivement la vaccination. Cependant, cela nécessite une analyse de risque précise à conduire dans chaque pays concerné, et une coordination européenne pour maîtriser au mieux le risque de réapparition de la maladie (EFSA, 2018a).

3.1.2 Probabilité de réapparition de la maladie après son éradication grâce à la vaccination

Lorsqu'un pays a réussi à éradiquer la maladie grâce à la vaccination comme la Grèce par exemple, les autorités vétérinaires peuvent s'interroger sur le risque de réapparition de la maladie au sein du pays. L'appréciation de ce risque doit prendre en compte non seulement le risque d'introduction par une zone non indemne, mais aussi la persistance dans le pays d'une source d'infection, différente des bovins, évoluant à bas bruits. Les experts de l'EFSA se sont donc intéressés à l'appréciation de ce risque pour les pays européens (EFSA, 2018a). Ces derniers se sont fondés sur les connaissances épidémiologiques disponibles

concernant la DNCB et les voies de transmission du virus, afin d'évaluer au mieux le risque de réémergence de la maladie. Cette appréciation est d'ordre général pour les différents pays des Balkans, et doit être réévaluée au cas par cas, ce que nous ne détaillerons pas ici. Pour réaliser cette appréciation du risque, les experts ont considéré la Turquie comme pays non indemne de DNCB, et à partir duquel une introduction de la maladie au sein des pays des Balkans est possible.

3.1.2.1 Réémergence de la maladie dans un pays des Balkans suite à l'introduction du virus de la DNCB à partir d'une zone enzootique

Les experts européens se sont d'abord penchés sur le risque d'introduction d'un animal infecté dans un pays des Balkans. Bien que l'importation de bovins vivants en provenance de pays tiers, tels que la Turquie, soit interdite en vertu du règlement (CE) n ° 206/2010, Eurostat a signalé que 51 tonnes de bovins (soit environ 150 bêtes) ont été échangées de la Turquie vers l'UE en 2017 (Eurostat est l'office de statistique de l'Union européenne et sa mission est de fournir des statistiques de haute qualité pour l'Europe dans différents domaines, et notamment les échanges commerciaux). Cette situation indique donc que le risque de mouvements illicites d'animaux vivants provenant de zone enzootique de DNBC devrait toujours être pris en compte. Prenant en compte ces données avec la prévalence de la DNBC en Turquie (0,65% observée en 2013-2014 (Ince *et al.*, 2016)), l'introduction d'au moins un cas infecté pourrait être possible. Les experts concluent donc que l'introduction d'un bovin en provenance d'une zone enzootique de DNBC pourrait conduire à la réémergence de la maladie.

Les experts de l'EFSA se sont ensuite penchés sur le risque d'introduction de la maladie par le mouvement de vecteurs. Bien que des données bibliographiques soient manquantes concernant la capacité des vecteurs européens à transmettre la DNBC, ce risque semble être un risque majeur d'introduction de la DNBC dans un pays voisin d'un pays enzootique. Rappelons que le cas de la première apparition de la maladie en Grèce dans la région d'Evros fait notamment suite à ce mode d'introduction de la maladie. En associant ces différentes données, les experts européens ont conclu que la réémergence de la maladie par l'introduction de vecteurs infectés par le virus de la DNBC n'était probable que sur des courtes distances entre les troupeaux infectés et les troupeaux sensibles. Cependant, cette appréciation est à moduler du fait du possible transport des vecteurs sur de longues distances. En effet, les vecteurs pouvant être transportés par le vent, des propagations à plus longue distance sont possibles, bien qu'ils soient moins fréquents que sur les courtes distances.

3.1.2.2 Réémergence de la maladie suite à la persistance d'une source de virus au sein du pays

Les études bibliographiques disponibles jusqu'à maintenant concernant les vecteurs montrent que le virus peut survivre jusqu'à 6 jours chez *Aedes aegypti* lorsque ce moustique est infecté (Chihota *et al.*, 2001), et moins de 24h chez d'autres vecteurs comme chez les stomoxes. Cela pourrait donc signifier qu'en cas d'éradication de la maladie au sein d'un pays, le virus ne pourrait pas survivre très longtemps au sein de ces vecteurs. Cependant, les études n'ont été menées que sur les vecteurs africains, et des données sont donc

manquantes concernant les vecteurs européens. Par ailleurs, une transmission interstadiale et transstadiale a été démontré chez certaines espèces de tiques (Lubinga, 2013), ce qui peut laisser supposer une persistance du virus à plus long terme chez certaines tiques. Les experts de l'EFSA concluent donc que les tiques pourraient jouer un rôle dans la transmission et la maintenance du virus de la DNB dans l'environnement, malgré l'éradication de la maladie grâce à la vaccination. Etant donné que l'espèce et le rôle des tiques dans les épidémies récentes en Europe ne sont pas connus, des études supplémentaires sont nécessaires pour étudier l'importance des vecteurs tiques pour la propagation de la maladie, et en particulier pour le maintien de la DNB d'année en année dans les régions touchées des Balkans (EFSA, 2018a).

Les experts ont par ailleurs voulu évaluer le risque de réémergence de la DNB dans un pays à partir d'animaux sauvages possiblement porteurs du virus. Les études bibliographiques disponibles concernant la transmission du virus de la DNB à partir de ces derniers montrent qu'il ne s'agit pas de la voie de transmission majoritaire du virus. Cependant, peu d'études existent concernant les animaux sauvages d'Europe, les experts n'ont donc pas pu évaluer le risque de réémergence de la maladie à partir de ce moyen-là.

Enfin, les experts européens ont conclu que la probabilité de réinfection par le virus restant dans l'environnement après une épidémie, suivie de la vaccination, était très faible ou négligeable.

Finalement, les experts conseillent à chaque pays des Balkans de bien apprécier le risque de réémergence de la maladie en prenant en compte la situation épidémiologique du pays, des pays frontaliers, et du statut immunitaire des bovins du pays, avant d'envisager l'arrêt de la vaccination. Ainsi, les pays frontaliers avec la Turquie, où la DNB est encore enzootique, sont plus à risque de voir réapparaître la maladie. Pour les autres pays en revanche, un possible arrêt de la vaccination semble possible, à condition qu'une surveillance renforcée des bovins accompagne cet arrêt progressif de la vaccination, afin de détecter le plus rapidement un cas de réémergence de la maladie (EFSA, 2018a).

3.1.3 Une surveillance renforcée doit accompagner l'arrêt de la vaccination

La surveillance est cruciale pour un pays qui envisage d'arrêter la vaccination généralisée. En effet, toute stratégie provoquant une réduction de l'immunité de la population de bovins conduit à une augmentation progressive du risque de transmission du virus et à sa propagation en cas de réintroduction. Par ailleurs, en cas d'arrêt de la vaccination, des animaux vaccinés peuvent cohabiter avec des animaux non vaccinés. Il est donc plus difficile d'identifier les cas d'infection sur la base de signes cliniques seuls. Pour cette raison, les experts de l'EFSA indiquent qu'il pourrait être plus approprié dans une telle situation d'associer des mesures de surveillances actives dans les zones à risque (les frontières avec des zones enzootiques par exemple), à des mesures de surveillances passives au reste du pays (EFSA, 2018a). La surveillance passive, dite événementielle, se définit comme le signalement par des professionnels de la santé

ou des agriculteurs aux autorités sanitaires des cas cliniques suspects. Les avantages de la surveillance évènementielle sont d'une part son prix bas, et d'autre part la couverture élevée du territoire et son caractère continu. Elle est particulièrement utile pour les maladies caractérisées par des signes cliniques typiques et pour lesquelles une infection subclinique est rare (Doherr et Audige, 2001). La surveillance active ou programmée, quant à elle est définie comme étant la détection de la maladie par le biais de surveillances activement effectuées par des vétérinaires officiels. Ces activités peuvent être réalisées de manière aléatoire ou non et elles peuvent être fondées sur la détection clinique, sérologique ou virologique d'une maladie. En surveillance active, la collecte de données est spécialement conçue pour déterminer les niveaux de maladie, ou déterminer sa présence ou son absence. Dans le cas de la DNCB, la surveillance évènementielle est continue dans tous les pays d'Europe, la maladie étant à déclaration obligatoire.

À ce jour en Europe, la surveillance évènementielle vigilante et la surveillance programmée structurée (fondée sur le risque) semblent être la meilleure solution pour la coexistence de populations d'animaux vaccinés et non vaccinés de DNCB. La surveillance évènementielle vigilante est principalement renforcée par des campagnes de sensibilisation parmi les agriculteurs (EFSA, 2018a).

3.1.4 Des données encore nécessaires pour bien évaluer le risque de réémergence de la maladie en cas d'arrêt de la vaccination

A la fin du rapport réalisé en octobre 2018 par les experts de l'EFSA, ceux-ci conseillent avant d'envisager tout arrêt de la vaccination dans les pays des Balkans, de compléter les connaissances vis à vis de la DNCB. Ils estiment notamment que des données plus nombreuses sont nécessaires concernant :

- la durée de l'immunité protectrice vis à vis de la vaccination et des infections naturelles et la durée de l'immunité maternelle ;
- les espèces de vecteurs capables de transmettre la DNCB ;
- la performance des tests de diagnostic utilisés.

Par ailleurs, les experts conseillent aux différents pays de bien prendre en compte le délai de détection de la maladie et le nombre d'exploitations infectées afin de permettre l'évaluation des conséquences et des coûts éventuels d'une réémergence de la maladie et la possibilité d'appliquer rapidement des mesures de contrôle et notamment la vaccination.

Enfin, ils concluent leur rapport en insistant sur l'importance de la surveillance évènementielle de la maladie, premier pilier de détection de la maladie dans un pays, la DNCB étant une maladie à déclaration obligatoire. Cette surveillance est d'autant plus importante dans les pays voisins de pays enzootiques de

DNCB tels que la Grèce et la Bulgarie, pays frontaliers de la Turquie où la maladie circule encore aujourd’hui.

En aout 2018, l’Union Européenne n’a pas encore décidé d’arrêter la vaccination dans les pays des Balkans, le risque de réémergence de la maladie étant encore jugé trop élevé. Seule la Croatie a décidé d’arrêter la vaccination sur son territoire en 2018, en accord avec les autorités européennes, car ce pays n’a jamais eu de cas de DNCB déclarés, que la vaccination avait été mise en place de manière préventive, et que ses pays frontaliers n’ont pas déclaré de cas de DNCB récemment. L’épidémie est toutefois maîtrisée en Europe puisque seuls 4 nouveaux cas ont été détectés en 2018.

3.2 Risques d’introduction de la DNCB en France : analyse de risque conduite par l’ANSES en février 2017

Nous avons pu voir que la DNCB semblait aujourd’hui maîtrisée en Europe. Cependant, en 2016, l’épidémie de DNCB était en pleine extension avec plusieurs pays d’Europe touchés, et la France, bien qu’indemne de DNCB à l’époque, souhaitait se préparer à l’introduction de la maladie sur son territoire. C’est pourquoi en mai 2016, la Direction Générale de l’Alimentation (DGAL) a saisi l’ANSES pour lui faire réaliser une expertise sur le risque d’introduction de la DNCB associé à l’estimation de la taille d’une banque vaccinale, afin de gérer une campagne de vaccination d’urgence au cas où la maladie serait introduite en France. Dans cette expertise, publiée en février 2017, les experts ont apprécié la probabilité d’apparition d’un premier foyer de DNCB sur le territoire français, basée sur la situation épidémiologique de janvier 2017 et les données des échanges disponibles sur l’année 2016. La majorité des données présentées dans cette partie proviennent du rapport de cette expertise (ANSES, 2017).

3.2.1 Organisation de l’expertise

Cette expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (mai 2003) » qui a pour but de clarifier le processus d’expertise, afin d’améliorer sa transparence et la traçabilité de la démarche. Cette norme est destinée à donner confiance dans les résultats des expertises, à lever tout ambiguïté à l’origine des avis émis et à clarifier les échanges entre partenaires ou entre les experts menant des travaux dans les mêmes domaines (Peyrouty, 2010).

Ce travail a été conduit par le groupe de travail « Dermatose nodulaire contagieuse » (GT DNC) rattaché au comité d’experts spécialisés « Santé et bien être des animaux » (CES SABA) et s’est appuyé sur différents éléments :

- les éléments extraits de la base de données TRACES (TRAde Control and Expert System) fournis par la DGAL concernant les importations de bovins vivants. Cette base de données permet de gérer les mouvements d'animaux ainsi que les flux de produits d'origine animale ;
- les éléments extraits de la base de données Eurostat concernant les produits d'origine animale ;
- les données de notification de DNCB de la plateforme ESA, et de la plateforme Empres-i de la FAO
- les densités de bovins en France, calculées à partir des données statistiques produites par Agreste en 2014 et 2015 ;
- les publications scientifiques concernant la DNCB.

Ainsi, concernant le risque d'introduction de la DNCB en France, les experts se sont intéressés à la probabilité d'apparition du premier foyer de DNCB. Ils ont ainsi pris en compte la probabilité d'introduction du virus par différents moyens avec, entre autre, l'introduction par un animal vivant, l'introduction par un vecteur infectant, l'introduction par un support inerte ayant été en contact avec un animal infecté, l'introduction par des peaux fraîches issues de bovins infectés ou encore l'introduction par l'importation de sous-produits provenant d'une zone à risque. Ils ont ensuite associé cette probabilité d'introduction du virus à la probabilité d'exposition des bovins autochtones au virus afin d'estimer le risque d'apparition d'un premier foyer de DNCB. Les experts ne se sont cependant pas penchés sur les conséquences de l'apparition de ce premier foyer.

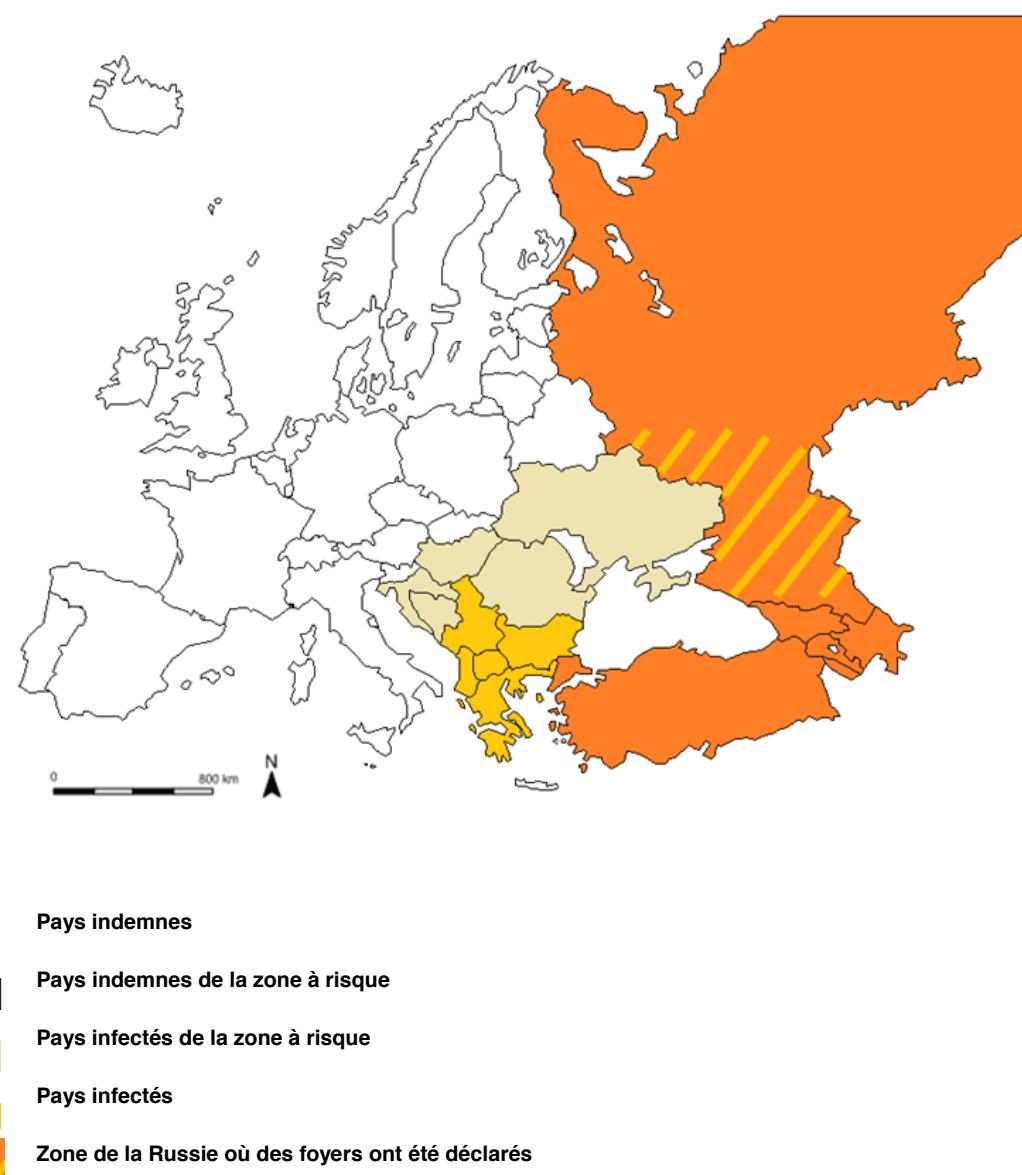
3.2.2 Probabilité d'introduction d'un premier foyer de DNCB en France métropolitaine

La probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNC en France résulte du croisement de la probabilité d'introduction de ce virus en France avec la probabilité que des bovins domestiques ou sauvages soient ensuite exposés à ces virus sur le territoire national. Les experts ont donc réalisé une appréciation du risque d'apparition d'un premier foyer en fonction des différentes sources du virus et leurs différentes modalités d'introduction possibles. L'épidémiologie de la maladie est donc fondamentale à comprendre afin que l'appréciation du risque reflète ce qui pourrait se passer en réalité. Ainsi, les experts se sont intéressés à différentes modalités d'introduction du virus en France : par les animaux sauvages (dont les animaux de cirque et de zoo), par les petits ruminants, par les bovins domestiques, par les semences, les embryons ou les ovules, par la viande et le lait, par la peau, par les vaccins atténus vivants, par les véhicules de transport d'animaux ou d'alimentation animale et enfin par les vecteurs. L'ensemble de ces modalités d'introduction du virus reflète l'ensemble des modes de transmission de la DNCB étudiés jusqu'à présent.

Concernant les modalités d'introduction considérées comme les plus probables par les experts, l'appréciation du risque a été réalisée selon une approche quantitative, tandis que pour les autres, l'approche a été qualitative.

Pour réaliser cette appréciation du risque, les experts du GT DNC ont défini deux notions importantes. D'une part, la « zone à risque », qui correspond à une zone à partir de laquelle des bovins vivants ou des produits peuvent être échangés, et dans laquelle il existe un risque que certains animaux soient infectés sans que la maladie ait été déclarée. Il s'agit donc des régions indemnes des pays européens reconnus infectés, et des pays indemnes frontaliers des pays reconnus infectés. Les zones infectées n'ont pas été prises en compte dans cette analyse de risque, car les échanges ne sont pas possibles avec ces zones sauf sous conditions très strictes d'une analyse de risque spécifique et d'un accord bilatéral entre les deux pays, comme le définit la décision d'exécution (UE) 216/2008. La Figure 33, tirée du rapport de l'ANSES, représente ces « zones à risque ».

Figure 33 - Carte de l'Europe représentant les zones à risque au 1er janvier 2017 (ANSES, 2017)



Les experts n'ont pas considéré les pays d'Europe du Nord comme la Finlande, l'Estonie et la Lettonie en zone à risque, bien qu'ils soient frontaliers d'un pays infecté, la Russie ; en effet, les cas déclarés en Russie sont localisés uniquement au Sud du pays.

D'autre part, les experts ont défini la notion de foyer comme étant la présence d'au moins un bovin autochtone infecté dans un élevage en France. Ainsi, un bovin importé présentant des signes cliniques n'est pas considéré comme un foyer.

Nous évoquons dans la suite de ce travail les analyses statistiques réalisées dans cette appréciation du risque, notamment concernant les deux modalités les plus probables d'introduction de DNCB en France qui concernent l'introduction de bovins infectés et l'introduction de vecteurs infectés. Concernant les autres probabilités d'introduction en France, seules les conclusions du rapport seront citées-ici, les détails des analyses étant expliquées dans le rapport et présentés en annexe de ce travail (ANSES, 2017)

3.2.2.1 Probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB par l'introduction de bovins domestiques vivants

1) Données prises en compte

Les bovins vivants infectés constituent une source importante de virus, et la transmission du virus par ces derniers est importante, comme l'a montré l'analyse épidémiologique réalisée précédemment. C'est pourquoi les experts se sont intéressés à la probabilité d'introduction du virus par l'importation de bovins domestiques vivants, provenant d'une zone à risque. Ainsi, entre juillet 2015 et juillet 2016, selon les données issues de la base de données TRACES, il n'y a eu aucun mouvement d'animaux provenant d'états membres infectés. Durant cette même période, un faible nombre de bovin a été introduit en France pour l'élevage à partir d'une zone à risque. Ces derniers proviennent soit de Roumanie, soit de Hongrie, et représentent un total de 182 animaux. Enfin, durant cette même période, aucun bovin vivant n'a été introduit en France à destination de l'abattoir. Afin d'estimer le risque provenant de ce mode d'introduction en France, les experts ont utilisé un scénario utilisant les mêmes données pour l'introduction de bovins pour l'abattage que celles utilisées pour l'élevage afin de se rendre compte de l'impact potentiel de l'introduction de bovins par ce biais, au cas où la situation des échanges devait être modifiée dans les années à venir.

Afin de calculer la probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB en France suite à l'introduction de bovins vivants infectés destinés, les experts ont pris en compte différentes probabilités dont nous ne détaillerons pas les estimations ici telles que :

- la probabilité que les animaux importés proviennent d'une zone infectée, estimée entre 5 et 20 % ;
- la probabilité que les animaux échangés proviennent d'un élevage infecté de DNCB, estimée entre 0,5 et 1% ;
- la probabilité qu'un bovin de cet élevage soit infecté de DNCB et soit non détecté, estimée entre 0,3 et 25% ;
- la probabilité qu'un bovin infecté de DNCB soit contagieux, estimée entre 0,6 et 50% ;

- la probabilité qu'un bovin infecté de DNCB et contagieux, destiné à l'élevage, transmette le virus de la DNB à des animaux autochtones, estimée entre 30 et 95% selon la saison étudiée ;
- la probabilité qu'un bovin infecté de DNB et contagieux, destiné à l'abattage, transmette le virus de la DNC à des animaux autochtones, estimée entre 0,1 et 1%.

Pour estimer ces différentes probabilités, les experts se sont basés sur les données scientifiques disponibles et la distribution de la maladie au moment de l'étude.

2) Résultats

Ces probabilités, associées aux données d'introduction de bovins en France, ont permis aux experts de calculer d'une part les probabilités que des bovins importés provenant d'élevages infectés transmettent le virus de la DNB à des animaux autochtones, et d'autre part les probabilités que des lots de bovins importés proviennent d'une ferme infectée et transmettent le virus de la DNC à des animaux autochtones. L'expression qualitative du risque s'établit sur une échelle de 0 à 9, 0 représentant un risque nul, et 9 représentant un risque très élevé. Cette échelle se base sur la méthode qualitative d'estimation du risque en santé animale rédigée par l'ANSES en 2008 (AFSSA, 2008).

Le Tableau 9 résume ces résultats.

Tableau 9 - Probabilités que des bovins ou des lots des bovins infectants importés transmettent le virus de la DNB à des bovins autochtones, calculées sur une année et basées sur la situation épidémiologique en janvier 2017 (ANSES, 2017)

Probabilité	Paramètre	Valeur	Expression qualitative selon la grille de transposition (AFSSA, 2008)
Probabilité qu'un bovin contagieux importé/échangé provenant d'une ferme infectée transmette le virus de la DNB à des bovins autochtones de l'élevage de destination	Percentile 2,5 : Médiane : Percentile 97,5 :	0,009 0,157 0,670	Assez élevée à élevée (7-8 sur une échelle de 0 à 9)
Probabilité qu'un bovin contagieux importé/échangé provenant d'une ferme infectée et destiné à l'abattoir transmette la DNB à des bovins autochtones	Percentile 2,5 : Médiane : Percentile 97,5 :	0,00006 0,00013 0,01	Très faible à faible (4-5 sur une échelle de 0 à 9)
Probabilité que des lots de bovins importés/échangés et destinés à l'élevage proviennent d'une ferme infectée et transmettent la DNB à des bovins autochtones	Percentile 2,5 : Médiane : Percentile 97,5 :	0,00004 0,00067 0,00326	Extrêmement faible à faible (3-5 sur une échelle de 0 à 9)
Probabilité que des lots de bovins importés/échangés et destinés à l'abattoir transmettent la DNB à des bovins autochtones	Percentile 2,5 : Médiane : Percentile 97,5 :	$0,2 \cdot 10^{-6}$ $5,7 \cdot 10^{-6}$ $47,1 \cdot 10^{-6}$	Quasi nulle à minime (1-2 sur une échelle de 0 à 9)

3) Conclusion

Ainsi, la probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB en France suite à l'introduction de bovins vivants infectés destinés à l'élevage est estimée comme « extrêmement faible » à « faible », basée sur la situation épidémiologique de janvier 2017. Par ailleurs, il n'y a pas eu d'introduction de bovins destinés à l'abattoir provenant de zone à risque cette année là, la probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB en France suite à l'introduction de bovins vivants infectés destinés à l'abattoir est donc estimée « nulle ». Cependant, avec le scénario imaginé par le groupe d'expert où le nombre de bovins introduits à destination de l'abattoir est similaire au nombre de bovins introduits à destination de l'élevage, cette probabilité serait « quasi nulle » à « minime »

4) Discussion

Dans cette analyse de risque, seuls les animaux provenant des pays de l'UE appartenant à la zone à risque ont été pris en compte, car ce sont les seuls pays de la zone à risque pouvant échanger des bovins vivants avec la France. Les résultats de cette analyse montrent donc que le risque d'introduction de la DNCB en janvier 2017 en France par les bovins domestiques vivants a été estimé comme « extrêmement faible » à « faible ». Ce risque est d'autant moins important aujourd'hui, en 2018, du fait de la maîtrise de l'épidémie des Balkans, et du faible nombre de foyer déclarés depuis. Par ailleurs, ces résultats montrent qu'en cas d'importation d'un bovin effectivement contaminé par la DNCB sur le territoire, la probabilité que ce dernier transmette le virus de la DNCB à des bovins autochtones est estimée comme « assez élevée » à « élevée ». Cela est compatible avec le schéma épidémiologique de la maladie et la « contagiosité apparente de cette dernière ».

Quelques incertitudes subsistent concernant les probabilités estimées par les experts. En effet, ils ont par exemple estimé, sur l'expérience de l'épidémie des Balkans, que le délai entre l'apparition d'un premier cas de DNCB dans un pays indemne et sa déclaration était en moyenne de trois semaines. Or ce délai dépend de la rapidité des services vétérinaires du pays atteint, et peut donc être plus long. Par ailleurs, les modalités de la transmission de la DNCB dans les conditions environnementales françaises ne sont pas connues, et peuvent donc influer sur cette analyse de risque.

3.2.2.2 Probabilité d'introduction de la DNCB par les petits ruminants domestiques

Le rôle des petits ruminants reste encore à définir dans l'épidémiologie de la DNCB. En effet, bien qu'il soit possible d'infecter expérimentalement des moutons et des chèvres (Barnard *et al.*, 1994), aucun cas d'infection naturelle n'a pu être mis en évidence (Hunter et Wallace, 2001). Au vu des manques de données bibliographiques, il est donc difficile aujourd'hui de statuer sur leur rôle dans la transmission de la DNCB, mais celui-ci semble mineur. C'est pourquoi les experts ont estimé la probabilité d'introduction de la DNCB par l'importation de petits ruminants domestiques vivants en France « nulle » à « quasi nulle » (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9). Cependant, des études supplémentaires restent nécessaires pour définir leur rôle dans l'épidémiologie de la DNCB.

3.2.2.3 Probabilité d'introduction de la DNCB par les ruminants sauvages vivants, les animaux de parcs zoologiques ou de cirque

Les experts de l'ANSES ont estimé que la probabilité d'introduction de la DNC en France par les ruminants vivants, sauvages, de parcs zoologiques ou de cirque, comme « nulle » à « quasi nulle » (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9). Les parties du rapport de l'ANSES correspondant sont disponibles en Annexe 3.

3.2.2.4 Probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB en France suite à l'introduction du virus par les vecteurs

I) Données disponibles

Les vecteurs sont des acteurs majeurs dans la transmission de la DNCB. L'appréciation du risque d'introduction par ceux-ci est donc fondamentale dans cette étude de risque d'introduction de la DNCB en France. Les experts ont analysé trois moyens d'introduction de la DNCB par les vecteurs.

D'une part, le transport des vecteurs par les oiseaux. En effet, ce type de transport est décrit chez certaines tiques. Nous pouvons notamment prendre l'exemple de *Ixodes ricinus* qui transmet une bactérie du genre *Borrelia* chez la mésange charbonnière (*Parus major*) (Heylen *et al.*, 2013). Cependant, les auteurs estiment que la probabilité d'introduction de la maladie dans le pays par ce moyen est « nulle » (0 une échelle de 0 à 9). En effet, les tiques des oiseaux sont différentes de celles se nourrissant sur des bovins, et il est peu probable qu'une tique d'oiseau fasse son repas sur un bovin. De plus, les zones infectées de DNCB en 2016 et la France ne se trouvent pas sur les mêmes routes migratoires, même si les experts admettent que certaines espèces peuvent se déplacer d'Est en Ouest.

D'autre part, le transport de vecteurs par le vent. En effet, cette voie a notamment été évoquée dans la diffusion du virus de la DNCB au Moyen Orient et en Europe de l'Est (EFSA, 2015). Cependant, étant donné la distance qui sépare la France des pays infectés et les vents dominants en Europe, les experts estiment que la probabilité que des vecteurs porteurs du virus de la DNCB soient transportés passivement par le vent est « nulle » à « quasi nulle » (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9).

Enfin, le transport de vecteurs par les véhicules. Cette hypothèse semble être la plus probable selon les auteurs. En effet, certains vecteurs comme les stomoxes peuvent se maintenir sur des surfaces lisses pendant de longues périodes et se maintiennent à proximité de sources de repas sanguins comme les bovins ou les chevaux. Le risque d'introduction de DNCB par les vecteurs est donc lié au transport d'animaux vivants. Les autres vecteurs autres que les stomoxes semblent être cependant moins à risque. En effet, les taons ne pénètrent ni dans les véhicules, ni dans les bâtiments, donc leur rôle dans le transport à distance du virus de la DNCB peut être considéré comme « quasi-nul » selon les experts. De plus, *Aedes aegypti* qui a un rôle dans la transmission de la DNCB, peut transmettre le virus de la DNCB jusqu'à 6 jours après infection (Chihota *et al.*, 2001). Cette espèce de moustique est cependant africaine et non présente en Europe. Son équivalent européen, *Aedes albopictus* communément appelé moustique tigre, pourrait également avoir un rôle dans la transmission de la DNCB en Europe, cependant, aucune étude n'a pour le moment été réalisée.

De plus, cette espèce est essentiellement anthropophile, elle choisira donc de se nourrir sur l'homme que sur un bovin ou un cheval en cas de proximité de ces hôtes. Les experts se sont donc principalement intéressés au risque d'introduction de DNB en France par le transport de stomoxes, et ont estimé que la probabilité d'introduction de la maladie par les autres vecteurs est « nulle ». Etant donné que la liste des vecteurs capables de transmettre le virus de la DNB n'est pas encore exhaustive à ce jour, il serait intéressant de réaliser des études supplémentaires afin de compléter cette analyse de risque.

Concernant les stomoxes, ils sont autant attirés par les bovins que par les chevaux, c'est pourquoi les auteurs ont pris en compte les transports de chevaux à partir des zones à risque vers la France. En effet, la contamination d'un stomoxe par le virus de la DNB à partir de bovins contaminés n'empêche pas que ce dernier soit attiré par des chevaux ensuite. Les experts ont donc inclus le transport de chevaux dans leur analyse de risque.

Etant donnée la distance qui sépare les zones à risque de la France, le groupe d'expert a estimé à 3 jours la durée du voyage. Les stomoxes ayant une durée de vie de 15 jours et bien que la persistance du virus au sein de ces vecteurs ne soit pas connue, ces derniers peuvent largement survivre au voyage. La survie de ces vecteurs est alors estimée à 80 à 90% durant le transport. Enfin, ils considèrent qu'un bovin contaminé peut générer un à une dizaine de stomoxes infectants, et donc sachant qu'en moyenne un camion transportent une vingtaine de bêtes, le nombres de stomoxes introduits dans un camion est estimé entre 20 et 250 par les auteurs.

Pour calculer la probabilité d'introduction de la DNB en France par les stomoxes infectants qui se trouveraient dans des véhicules transportant des bovins ou des chevaux vivants, les experts ont pris en compte différentes probabilités (qu'ils ont estimées selon les données bibliographiques et épidémiologiques disponibles) présentées dans le Tableau 10.

Tableau 10 - Probabilités prises en compte et estimées pour calculer la probabilité d'introduction de la DNBC par des vecteurs infectants transportés par le biais de véhicules (ANSES, 2017)

Probabilités prises en compte	Estimation par les experts
Probabilité que les bovins échangés proviennent d'une zone infectée non déclarée de DNBC	5 à 20%
Probabilité que les animaux échangés proviennent d'un élevage infecté de DNBC	0,5 à 1 %
Probabilité que qu'un stomoxe soit infectant	0,06 et 5,4 %
Probabilité qu'un camion soit désinsectisé (un scénario du pire a été considéré, c'est à dire une absence complète de désinsectisation même si la réglementation européenne impose la désinsectisation avant de sortir d'une zone à risque)	0%
Probabilité que les animaux soient débarqués dans un centre de rassemblement (un scénario du pire a été considéré, c'est à dire une absence de débarquement, même si au vu du temps de trajets nécessaire, un débarquement se fera en cours de route)	0%
Probabilité de survie du virus de la DNBC dans le vecteur	6,5 % (lors de trois jours de trajet) et 13% (lors de deux jours de trajet)
Probabilité de survie des stomoxes dans le véhicule	80 à 90 %
Probabilité que la DNBC soit transmise à des bovins autochtones par des stomoxes infectants dans le cas où le camion de transport de bovins entre dans un élevage. Du fait du manque d'information bibliographique, les experts ont tenu compte du scénario du pire, et qu'un vecteur infectieux suffisait à transmettre le virus à un bovin autochtone	100%

Probabilités prises en compte	Estimation par les experts
Probabilité que la DNCB soit transmise à des bovins autochtones par des stomoxes infectants dans le cas où le camion de transport de bovins va à l'abattoir	0,1 à 1%
Probabilité que la DNCB soit transmise à des bovins autochtones par des stomoxes infectants dans le cas où le camion de transport va en élevage de chevaux	0,1 à 1%
Probabilité que des chevaux proviennent d'une ferme mixte (avec des bovins) ou qu'une exploitation de bovins soient à proximité des écuries	Etant donnée l'absence d'information à ce sujet concernant les pays d'origine, cette probabilité est la même que celle qui suit, soit 10%
Probabilité que des chevaux arrivent dans une ferme mixte (bovins/équins) ou qu'une exploitation de bovins soit à proximité des écuries	10%

2) Résultats

L'estimation de ces probabilités, associée au données de transport disponible sur TRACES entre juillet 2015 et juillet 2016, ont permis aux experts de calculer la probabilité que des vecteurs transportés avec des bovins ou des chevaux transmettent le virus de la DNCB à des bovins autochtones et ce, selon trois modalités : soit les bovins sont destinés à l'élevage, soit ils sont destinés à l'abattage, soit il s'agit d'un transport de chevaux. Ces résultats sont résumés dans le Tableau 11.

Tableau 11 - Probabilités d'introduction de la DNCB par le biais de stomoxes qui se trouveraient dans des véhicules transportant des animaux vivants, bovins ou chevaux, calculées sur une année et basées sur la situation épidémiologique de janvier 2017 (ANSES, 2017)

Probabilité	Paramètre	Valeur	Expression qualitative selon la grille de transposition (AFSSA, 2008)
Probabilité qu'un stomoxe infectant arrive à destination	Percentile 2,5 : Médiane : Percentile 97,5 :	$4 \cdot 10^{-6}$ $78 \cdot 10^{-6}$ $612 \cdot 10^{-6}$	Minime à très faible (2-4 sur une échelle de 0 à 9)
Probabilité qu'un bovin autochtone soit infecté par des stomoxes ayant voyagé avec des bovins destinés à un élevage	Percentile 2,5 : Médiane : Percentile 97,5 :	$2 \cdot 10^{-5}$ $53 \cdot 10^{-5}$ $440 \cdot 10^{-5}$	Extrêmement faible à faible (3-5 sur une échelle de 0 à 9)
Probabilité qu'un bovin autochtone soit infecté par des stomoxes ayant voyagé avec des bovins destinés à un abattoir	Percentile 2,5 : Médiane : Percentile 97,5 :	$0,1 \cdot 10^{-6}$ $2,49 \cdot 10^{-6}$ $27 \cdot 10^{-6}$	Quasi-nulle à minime (1-2 sur une échelle de 0 à 9)
Probabilité qu'un bovin autochtone soit infecté par des stomoxes ayant voyagé avec des chevaux destinés à un troupeau mixte (bovins/équins) ou arrivant dans un élevage de chevaux proche d'un troupeau bovin	Percentile 2,5 : Médiane : Percentile 97,5 :	$0,01 \cdot 10^{-6}$ $0,156 \cdot 10^{-6}$ $1,67 \cdot 10^{-6}$	Quasi-nulle (1 sur une échelle de 0 à 9)

3) Conclusion

Ainsi, la probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB en France suite à l'introduction de vecteurs infectants transportés avec des bovins destinés à l'élevage est estimée comme « extrêmement faible » à « faible » pour une année, basée sur la situation épidémiologique de janvier 2017. Par ailleurs, étant donné qu'il n'y a pas d'introduction de bovins destinés à l'abattoir provenant de la zone à risque, la probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNC en France suite à l'introduction de vecteurs infectants transportés avec des bovins vivant destinés à l'abattoir est estimée « nulle ». Cependant, si il y avait autant de bovins destinés à l'abattoir que ceux destinés à l'élevage, alors cette probabilité aurait été entre « quasi nulle » et « minime ». Enfin, la probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNC en France suite à l'introduction de vecteurs infectants transportés avec des chevaux est estimée comme « quasi-nulle ».

4) Discussion

Les résultats présentés ci-dessus font état du pire scénario possible, en considérant notamment que les camions ne sont jamais désinsectisés ou que les animaux ne sont jamais débarqués dans un centre de rassemblement au cours de leur voyage ce qui semble peu probable dans les faits. Il est donc possible qu'en réalité ce risque estimé soit moindre. Par ailleurs, le manque de données bibliographiques concernant certains points comme par exemple le nombre de vecteurs infectants nécessaires à la transmission du virus de la DNCB à un bovin autochtone a également majoré cette analyse de risque. Par exemple, les experts ont considéré qu'un seul vecteur infectant était nécessaire pour transmettre le virus à un bovin autochtone, alors qu'il semble que plusieurs d'entre eux soient nécessaires bien qu'aucune donnée précise sur ce sujet ne soit disponible. Enfin, ils ont considéré que la probabilité d'introduction de la DNCB par le biais d'autres vecteurs que les stomoxes qui se trouveraient dans des véhicules de transport était « nulle » du fait des caractéristiques des vecteurs connus. Cependant, la liste des vecteurs capables de transmettre la DNCB n'est à ce jour pas exhaustive, ils n'ont en effet pas tous été identifiés. De plus, la plupart des données disponibles concernent des vecteurs d'Afrique et du Moyen Orient, très peu d'études ont été faites concernant les vecteurs européens. Il serait donc intéressant de poursuivre les études concernant ces derniers et la transmission de la DNCB pour compléter au mieux cette analyse de risque.

3.2.2.5 Probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB par l'introduction de peaux de bovins

La probabilité de survenue d'un foyer de DNCB suite à l'introduction en France d'un lot de peaux fraîches expédié depuis un établissement situé dans la zone à risque non déclarée de DNCB ou traitant des peaux de bovins provenant d'une telle zone peut être estimée à « nulle » à « quasi-nulle » (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9) selon les experts de l'ANSES, par association entre le risque d'introduction du virus en France par ce biais, et le risque d'exposition des bovins autochtones. Les données aboutissant à l'appréciation de ce risque sont disponibles en Annexe 4.

Les titres viraux sont très élevés dans les lésions de la peau, et bien plus faibles en dehors. L'examen ante-mortem devrait permettre d'éliminer de la commercialisation les peaux présentant des lésions. Les peaux restant dans la filière devraient donc être des peaux ne présentant pas ou peu de lésions, et ayant donc un titre viral faible si la peau provient effectivement d'un bovin contaminé. C'est pourquoi la probabilité qu'une peau commercialisée soit infectée a été estimée à faible par les experts du fait de l'examen ante-mortem. Cependant, aucune étude ne donne précisément le titre viral présent dans la peau de bovins infectés ne présentant pas de lésions visibles. Des incertitudes persistent donc concernant ce risque.

3.2.2.6 Probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNCB en France par l'introduction de sperme, d'ovocytes et d'embryons de bovins

La probabilité d'apparition d'un foyer par insémination ou transfert d'embryons après utilisation de sperme, ovules ou embryons expédiés depuis une zone à risque, qui résulte du croisement des probabilités d'introduction et d'exposition, peut être estimée comme « quasi-nulle » (1 sur une échelle de 0 à 9) s'il s'agit de semence congélée stockée au moins 30 jour après collecte, et « quasi-nulle » à « minime » (1 à 2 sur une échelle de 0 à 9) pour la semence fraîche, les ovules et les embryons selon les experts de l'ANSES. Les données concernant cette appréciation du risque sont disponibles en Annexe 5.

Jusqu'à présent, aucune étude ne démontre la transmission du virus de la DNVB par la semence dans les conditions naturelles. Cependant, au vu de l'utilisation importante de paillettes en France pour l'insémination des bovins, les experts ont pris en compte ce risque, ne sachant pour autant pas si il est effectif au non.

3.2.2.7 Probabilité d'apparition d'un foyer de DNVB par l'introduction de viande de bovins

Les données épidémiologiques disponibles concernant la survie du virus dans la viande de bovins sont peu nombreuses. Cette source est a priori concomitante de la virémie et peut donc durer deux semaines (Tuppurainen *et al.*, 2005). Ces auteurs ont d'ailleurs montré que l'isolement du virus était difficile ce qui laisse supposer que le titre viral dans la viande est faible.

Les experts ont estimé que la probabilité d'introduction de viandes infectées en France pouvait être considéré comme « faible » (5 sur une échelle de 0 à 9). Cependant, tout contact direct ou indirect entre la viande potentiellement infectée et un bovin autochtone est improbable du fait de l'interdiction de nourrir les ruminants à partir de protéines animales. C'est pourquoi la probabilité d'exposition est considérée comme « nulle » par les experts (0 sur une échelle de 0 à 9).

Ainsi, malgré un risque d'introduction en France de viande infectée, la probabilité d'apparition d'un foyer de DNVB en France par ce biais là est estimée comme « nulle » par les experts.

3.2.2.8 Probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNBC à partir de l'introduction de lait ou de colostrum de bovins

Les experts de l'ANSES ont estimé que la probabilité d'introduction de DNBC par l'intermédiaire de lait contaminé destiné à l'alimentation était « quasi-nulle » (1 sur une échelle de 0 à 9). Ce risque deviendrait « nul » en cas de traitement thermique adapté.

Ainsi, associée à la probabilité d'exposition estimée « élevée » bien que des données soient manquantes notamment concernant la dose minimale infectante par ingestion, la probabilité d'apparition d'un foyer de DNBC par l'intermédiaire de lait destiné à l'alimentation animale est estimée comme « nulle » à « quasi-nulle » (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9) par les experts. Les données concernant cette appréciation du risque sont disponibles en Annexe 6.

3.2.2.9 Probabilité d'apparition d'un foyer de DNBC à partir de l'introduction de supports inertes

Le virus de la DNBC est très résistant lorsqu'il est protégé de la lumière et peut survivre plusieurs mois (Weiss, 1968). Cependant, nous avons pu voir qu'il était éliminé par la plupart des désinfectants courants.

Au vu de ces données, les experts ont estimé que le risque de dissémination du virus concerne essentiellement les véhicules de transport des bovins infectés et les véhicules transportant des produits d'origine animale infectés.

Concernant le premier risque, la probabilité d'introduction du virus par ces biais est au plus identique à celle de l'introduction de bovins vivants infectés destinés à l'élevage estimée comme « extrêmement faible » à « faible » (3 à 5 sur une échelle de 0 à 9). Etant donné la réglementation existant concernant le transport des animaux et la désinfection des véhicules de transport, les experts ont estimé que la probabilité d'exposition des bovins autochtones comme « quasi-nulle » à « minime » (1 à 2 sur une échelle de 0 à 9).

Concernant le second risque, la probabilité d'introduction du virus par le biais de véhicules transportant des produits d'origine animale infectés est au plus identique à celle de l'introduction de ces produits, estimée comme « très faible » à « faible » (4 à 5 sur une échelle de 0 à 9). Etant donné que ce type de véhicule n'est pas destiné au transport d'animaux, les experts ont estimé que la probabilité d'exposition des bovins autochtones comme « nulle » à « quasi-nulle » (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9).

Ainsi, la probabilité d'apparition d'un foyer de DNBC par des véhicules de transport ayant été en contact avec des bovins infectés est estimée comme « quasi-nulle » à « minime » (1 à 2 sur une échelle de 0 à 9) et, en contact avec des peaux infectées, cette probabilité est estimée comme « nulle » à « quasi-nulle » (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9).

3.2.3 Conclusions de l'ANSES sur le risque d'introduction de la dermatose nodulaire contagieuse en France en janvier 2017

Le Tableau 12 résume l'appréciation du risque par le groupe d'expert d'apparition d'un premier foyer de DNBC en France, en fonction des différentes sources de virus et de leurs modalités d'introduction possibles, rangées par ordre d'importance.

Tableau 12 - Bilan des probabilités d'apparition d'un premier foyer de DNBC en France, estimées sur année et basées sur la situation épidémiologique de janvier 2017 (ANSES, 2017)

Modalités d'introduction du virus de la DNBC	Appréciation de la probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNBC, selon une échelle de 0 à 9 (AFSSA, 2008)
Par des bovins vivants infectés destinés à l'élevage	3 à 5 (extrêmement faible à faible)
Par des stomoxes ayant voyagé avec des bovins destinés à un élevage	3 à 5 (extrêmement faible à faible)
Par des bovins vivants infectés destinés à l'abattage (modalité non avérée en 2016)	1 à 2 (quasi-nulle à minime)
Par des stomoxes ayant voyagé avec des bovins destinés à l'abattoir (modalité non avérée en 2016)	1 à 2 (quasi nulle à minime)
Par la semence fraîche, les ovules ou les embryons	1 à 2 (quasi nulle à minime)
Par des véhicules de transport ayant été en contact avec des bovins infectés	1 à 2 (quasi nulle à minime)
Par de la semence congelée stockée au moins 30 jours après collecte et avant expédition	1 à 2 (quasi nulle à minime)
Par des stomoxes ayant voyagé avec des chevaux destinés à un troupeau mixte (bovins/équins) ou arrivant dans un élevage de chevaux proche d'un troupeau de bovins	1 (quasi nulle)

Modalités d'introduction du virus de la DNBC		Appréciation de la probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNBC, selon une échelle de 0 à 9 (AFSSA, 2008)
Par des véhicules de transport ayant été en contact avec des produits d'origine animale infectés		0 à 1 (nulle à quasi nulle)
Par des petits ruminants domestiques vivants		0 à 1 (nulle à quasi nulle)
Par des ruminants sauvages vivants,, des animaux de parcs zoologiques ou de cirque		0 à 1 (nulle à quasi nulle)
Par le lait de bovins infectés		0 à 1 (nulle à quasi nulle)
Par des importations illégales d'animaux vivants ou sous produits animaux		0 à 1 (nulle à quasi nulle)
Par les viandes de bovins infectés		0 (nulle)

Ainsi, les deux principaux risques, estimés comme « extrêmement faibles » à « faibles », concernent l'importation de bovins vivants infectés, et l'importation de stomoxes ayant voyagé avec des bovins infectés.

Cela est cohérent avec le schéma épidémiologique de la maladie, ces deux biais étant les deux principaux moyens de transmission de la DNBC. Les autres biais sont estimés au plus comme un risque minime pour la France.

3.2.4 Discussion concernant cette analyse de risque

Etant donnée l'épidémie des Balkans ayant eu lieu pendant l'année 2016, la DGAL avait demandé à l'ANSES de conduire cette analyse de risque d'introduction de DNBC en France, par peur que l'épidémie ne progresse, et afin de connaître les principaux risques d'introduction de la maladie en France. Cette analyse de risque a donc été réalisée en janvier 2017, prenant en compte la zone à risque de 2016 et la situation épidémiologique à cette même date. Par ailleurs, au vu des nombreuses données manquantes, les experts ont probablement majoré le risque existant réellement, par précaution. Ainsi, au plus fort de l'épidémie, le risque pour la France a au plus été estimé comme « extrêmement faible » à « faible » (3 à 4 sur une échelle de 0 à

9). Ce risque semble bien moindre aujourd’hui, en 2018, puisque l’épidémie débutée en Europe a été maîtrisée rapidement par les pays européens concernés.

Les experts de l’ANSES ont construit cette analyse de risque de sorte à ce que chaque donnée soit modifiable en fonction de l’évolution de la situation épidémiologique et des connaissances bibliographiques concernant la DNB. Ainsi, bien que cette analyse de risque ne semble plus d’actualité aujourd’hui, cette dernière pourrait servir en cas de réémergence de la maladie, en mettant les données à jour, et ce de manière très rapide, afin que les services vétérinaires réagissent rapidement au vu des nouveaux résultats.

3.2.5 Recommandations à l’issue de l’analyse de risque

Suite à cette appréciation du risque, les experts en charge de ce travail ont formulé plusieurs recommandations, d’une part concernant des recherches, d’autre part concernant la prévention de l’infection par le virus de la DNB. Ils recommandent ainsi entre autre :

- d’améliorer les recherches sur les vecteurs afin de connaître la dose infectieuse la durée de survie du virus au sein des différents vecteurs à ce jour identifiés ;
- de réaliser des études en France notamment, concernant la densité vectorielle et les vecteurs européens pouvant jouer un rôle dans la transmission de la DNB ;
- d’améliorer les connaissances sur la lutte contre les vecteurs et les protocoles à mettre en place dans les élevages ;
- de développer un vaccin DIVA (Differentiating Infected from Vaccinated Animals) avec AMM en Europe qui permettrait de distinguer les animaux vaccinés des animaux infectés ;
- d’améliorer les connaissances concernant le rôle des petits ruminants et de la faune sauvage, notamment en Europe, dans l’épidémiologie de la maladie ;
- d’évaluer le rôle réel de l’insémination artificielle dans la transmission de la DNB ;
- d’inclure la DNB dans la liste des maladies à rechercher dans le cadre de l’insémination artificielle ;
- d’étendre en zone infectée la surveillance de DNB aux petits ruminants et aux ruminants de cirque et de parcs zoologiques ;
- de s’assurer de la bonne réalisation de l’application d’insecticides et de répulsifs dans les camions transportant du bétail ;
- d’améliorer la traçabilité des mouvements des animaux vivants, notamment pour ceux provenant de pays tiers.

3.2.6 Estimation de la taille d'une banque vaccinale pour réaliser une vaccination d'urgence efficace en France

Associée à leur appréciation du risque d'introduction de la dermatose nodulaire contagieuse bovine en France, les experts se sont penchés sur la taille d'une banque vaccinale nécessaire pour réaliser une vaccination d'urgence efficace dans le pays en cas de découverte d'un foyer de DNCB. Pour cela, les experts ont pris en compte le nombre de dose nécessaire afin de réaliser cette vaccination d'urgence, sans prendre en compte ni l'efficacité ni l'innocuité du vaccin (ANSES, 2017). Ils ont par ailleurs considéré une vaccination en anneau autour du premier foyer détecté, en considérant que la diffusion de la maladie se produirait en anneau autour du premier foyer, sans saut sur de longues distances.

Pour cela, les experts ont pris en compte plusieurs paramètres dont notamment la vitesse de diffusion de la maladie. Ils se sont donc fondés sur les données de l'épidémie des Balkans, des auteurs ayant déjà calculé la médiane de la vitesse de diffusion à 7,3 kilomètres par semaine (Mercier *et al.*, 2018). Cela leur a permis ainsi de calculer le rayon de diffusion de la maladie selon la semaine prise en compte à partir de l'apparition d'un premier foyer. Ils ont également pris en compte le temps nécessaire pour obtenir une bonne couverture vaccinale dans le pays. Ils se sont ainsi intéressés au délai qui s'écoule entre l'apparition du premier foyer, sa détection et l'établissement des mesures de lutte, estimé à cinq semaines selon les experts, ainsi qu'au temps nécessaire pour vacciner la totalité de la population cible, estimé à deux semaines. Enfin, ils se sont intéressés à la densité de bovins dans chaque région, estimant que le risque d'apparition du premier foyer était directement proportionnel au nombre de bovin dans chaque département. La combinaison de ces trois paramètres permet ainsi d'avoir une idée de la taille du stock de vaccins à constituer.

Après des calculs que nous ne détaillerons pas ici, les experts sont arrivés aux résultats suivants, présentés dans le Tableau 13. Ces résultats indiquent le nombre de bovins à vacciner en fonction du temps de réaction entre l'apparition du premier cas et la finalisation de la vaccination.

Tableau 13 - Nombre de bovin à vacciner en fonction du temps de diffusion (équivalent au temps entre l'apparition du premier foyer et la finalisation de la vaccination) pour 50%, 75%, 90% ou 95% des simulations réalisées (ANSES, 2017)

Semaines de diffusion	Rayon (en km)	50%	75%	90%	95%
5	36,5	232 532	319 492	385 627	411 434
6	43,8	334 846	460 068	555 303	591 131
7	51,1	455 763	626 204	755 829	798 128
8	58,4	595 282	809 235	987 205	1 030 416

Ainsi, en prenant en compte une période de sept semaines entre l'apparition d'un premier foyer et la finalisation de la vaccination d'urgence, les experts estiment que 798 128 doses vaccinales seraient nécessaires dans 95% des simulations effectuées pour vacciner l'effectif exposé, en tenant compte de la vitesse de diffusion du virus suite à la découverte d'un premier foyer. Il est possible que ce nombre de doses soit à réévaluer en cas d'évolution de la vitesse de diffusion de la maladie.

En conclusion, l'analyse de risque conduite par l'Anses en 2017 a montré que le risque d'apparition d'un premier foyer de DNBC en France en 2017 était au plus estimé à « faible », et ce risque semble être moins élevé en 2018 du fait de la maîtrise de l'épidémie des Balkans. Par ailleurs, la taille d'une banque vaccinale a été calculée par ces experts afin de connaître le nombre de dose de vaccin nécessaire pour gérer une campagne de vaccination d'urgence.

En parallèle de cette estimation de risque, les vétérinaires de terrains en France doivent être informés de cette maladie afin de réaliser une détection précoce de la maladie, pour que les mesures de lutte soient mises en place le plus rapidement possible. Des dispositions réglementaires concernant la DNBC existent en France, et doivent donc être connues des vétérinaires de terrain. Ces dispositions sont détaillées dans la partie suivante.

3.3 Contexte sanitaire et cadre réglementaire en France en cas d'apparition d'un foyer de DNBC

En France, la DNBC fait partie des dangers sanitaires de première catégorie et est inscrite dans la liste des maladies réglementées selon l'article D223-21 du code rural et de la pêche maritime (« Code rural et de la pêche maritime - Article D223-21 | Legifrance », s. d.). Elle est ainsi soumise à plan d'intervention sanitaire d'urgence en France. A l'échelle européenne, les mesures à prendre en cas de suspicion et de confirmation de DNBC sont inscrites dans la directive européenne 92/119/CEE, et cette directive a été transposée en France. Ainsi, les mesures à prendre en cas de suspicion clinique de DNBC sur le territoire français sont définies dans l'instruction technique DGAL/SDSPA/2016-872 datant du 09/11/2016 (DGAL, 2016).

3.3.1 Suspicion clinique de DNBC en France : définition et mesures réglementaires

Selon l'instruction technique DGAL/SDSPA/2016-872 datant du 09/11/2016 (DGAL, 2016), une suspicion clinique de DNBC en France se définit comme :

- La présence au sein du troupeau d'au moins un bovin présentant au moins deux nodules durs, arrondis, indolores, de 0,5 à 5 cm de diamètre ;
- ET l'observation d'au moins un des signes suivants sur au moins un bovin du troupeau (le même que celui présentant des lésions nodulaire ou un autre), le jour du signalement ou rapporté dans les commémoratifs : hyperthermie, hypertrophie ganglionnaire, anorexie, épiphora, jetage, ptyalisme, oedèmes sous-cutanés ;
- ET absence de diagnostic différentiel d'exclusion avéré à l'examen du troupeau.

Tout tableau clinique répondant à la définition d'une suspicion clinique définie ci-dessus doit faire l'objet d'un signalement immédiat à la DDPP par le vétérinaire de terrain. Si cette dernière confirme la suspicion clinique, l'élevage est alors considéré comme suspect et est mis sous Arrêté Préfectoral de Mise sous Surveillance (APMS). Dans ce cas, plusieurs mesures sont mises en place de manière concomitante.

D'une part, le vétérinaire sanitaire réalise les prélèvements adéquats et les envoie au laboratoire national de référence, ce dernier étant le CIRAD situé à Montpellier. Ces prélèvements sont réalisés sur les animaux répondant aux critères de la suspicion clinique, qu'ils soient vivants ou morts. Le vétérinaire doit ainsi prélever en première intention des nodules, deux à quatre nodules par animal suspect de DNBC devant être prélevés sur tube sec (sans milieu de conservation). Puis le vétérinaire sanitaire doit prélever du sang pour les animaux en période fébrile sur tube EDTA, et le cas échéant, les sécrétions oculaires, orales et nasales en vue d'une analyse virologique. Les prélèvements sur tube sec pour analyse sérologique ne sont réalisés en première intention. L'acheminement de ces prélèvements jusqu'au laboratoire national de référence, le CIRAD de Montpellier, doit ensuite être le plus rapide possible, et ces derniers doivent être conservés dans un triple emballage à 4 °C le temps du transport.

Par ailleurs, le vétérinaire sanitaire doit assurer le recensement et le contrôle de l'identification de tous les animaux de l'exploitation. Il doit également procéder à l'examen clinique approfondi des animaux d'espèces sensibles de l'exploitation, et pour chaque espèce, décompter les animaux morts et les animaux suspects présentant des signes cliniques.

Une enquête épidémiologique est par ailleurs réalisée par les agents de la DDPP afin d'identifier les facteurs de risque d'introduction du virus de la DNBC.

Concernant la circulation des animaux et des produits, la mise sous surveillance implique également l'application des mesures suivantes :

- Interdiction d'entrée et de sortie de l'exploitation pour tout animal d'une espèce sensible. La DDPP peut accorder des dérogations individuelles pour la sortie des animaux d'espèce sensible non suspects à destination de l'abattoir, sur demande, sous couvert d'un laissez-passer sanitaire. Des prélèvements conservatoires complémentaires pourront être réalisés sur ces animaux préalablement à leur abattage ;

- Maintien de tous les animaux des espèces sensibles dans leurs locaux d'hébergement ou dans d'autres lieux de l'exploitation permettant leur confinement ou leur isolement, et utilisation de moyens appropriés de désinfection aux entrées et sorties des bâtiments ;
- Interdiction de sortie de l'exploitation de cadavres ou autres matières telles que cuirs et peaux, ou tout autre substance susceptible de transmettre le virus de la DNCB ;
- Désinsectisation des ruminants présents sur l'exploitation et des locaux d'hébergement.

Des mesures sont également mises en place concernant la circulation de personnes et de véhicules à partir de l'exploitation :

- L'accès à l'exploitation est interdit à toute personne autre que le propriétaire, sa famille, les employés chargés des soins aux animaux, le vétérinaire sanitaire, les agents des services vétérinaires et les personnes expressément autorisées par le DDPP ;
- Des moyens de désinfection appropriés pour les personnes et les matériels, sont utilisés aux entrées et sorties de l'exploitation et des bâtiments ;
- Toute personne autorisée à pénétrer dans l'exploitation doit porter des bottes ou des surbottes. Si elle porte des bottes, celles-ci sont désinfectées à la sortie de l'exploitation.

Ces mesures restent en place jusqu'à infirmation ou confirmation de la suspicion clinique. Cela dépend alors du résultat des analyses menées au laboratoire national de référence, ce dernier effectuant l'identification de l'agent au moyen d'une PCR en temps-réel P32 pan-capripox (sheppox/goatpox/LumpySkinDisease) par la technique Taqman, validée par l'OIE. En cas de résultat négatif, l'APMS est levé et toutes les mesures liées à la mise en place de cette APMS sont suspendues. En revanche, en cas d'obtention d'un résultat positif de la qPCR P32 au LNR, le cas de DNB est confirmé et l'élevage est placé sous Arrêté préfectoral portant Déclaration d'Infection (APDI).

3.3.2 Mesures réglementaires en France en cas de confirmation d'un cas de DNB

En cas de confirmation d'un cas de DNB dans un élevage, ce dernier est placé sous APDI, et un plan national d'intervention sanitaire d'urgence (PNISU) est mis en place. En France, aucune mesure spécifique n'est définie en cas de confirmation d'un cas, et les mesures à prendre sont alors les mêmes que les mesures décrites dans le PNISU général, mesures décrites dans la Note de service DGAL/MUS/2017-585 datant du 29/11/2017. Ces mesures sont complétées par les mesures décrites dans la directive européenne 92/119/CEE.

Ces mesures consistent entre autres :

- à un renforcement des mesures de restriction de mouvement mises en place lors de l'APMS, que ce soit pour les espèces sensibles, les personnes ou les véhicules ;
- à un abattage total de l'exploitation infectée. Toutes les espèces sensibles sont ainsi éliminées sur place, par enfouissement ou par incinération ;
- à la destruction de tous les déchets tels que les fumiers, les lisiers, les aliments susceptibles d'être contaminés ;
- au nettoyage et à la désinfection des bâtiments utilisés pour l'hébergement des espèces sensibles et de leurs abords, des véhicules de transport et de tout matériel susceptible d'être contaminé
- à la réalisation d'une enquête épidémiologique amont et aval approfondie ;
- à la mise en place d'APMS concernant les exploitations ayant un possible lien épidémiologique avec l'exploitation infectée, et ce pendant la durée d'incubation maximale de la maladie, à savoir 28 jours ;
- à la mise en place d'un zonage autour du foyer, avec une zone de protection de 3 kilomètres de rayon, et une zone de surveillance de 25 kilomètres de rayon autour du foyer infecté. Dans ces zones, différentes mesures sont mises en place. Dans la zone de protection, les services vétérinaires doivent identifier toutes les exploitations détenant des espèces sensibles et réaliser ou faire réaliser par des vétérinaires sanitaires des visites périodiques des exploitations avec un examen clinique approfondis des animaux. Par ailleurs, la circulation et le transport des espèces sensibles sont interdits sur les voies publiques et privées, et les animaux sont maintenus dans l'exploitation dans laquelle ils se trouvent. Ces mesures s'appliquent dans la zone de protection pour une durée au moins égale à une période maximale d'incubation, à savoir 28 jours, après élimination des animaux de l'exploitation infectée et après exécution des opérations de nettoyage et de désinfection. Passé ce délai, les règles appliquées à la zone de surveillance s'appliquent également à la zone de protection. Concernant la zone de surveillance, les services vétérinaires doivent s'assurer de l'identification de toutes les exploitations possédant des espèces sensibles, de l'interdiction de circulation et de transport de ces animaux sur des voies publiques, sauf pour les mener aux pâturages ou aux bâtiments d'élevage réservés à ces animaux, du maintien des animaux des espèces sensibles à l'intérieur de la zone de surveillance pendant au moins une période égale au délai maximum d'incubation après élimination de tous les animaux de l'exploitation infectée et après exécution des opérations de nettoyage et désinfection. Passé ce délai, les autorités peuvent décider de prolonger ces mesures.

Toutes ces mesures ont pour objectifs de limiter au maximum la diffusion de la maladie au sein du pays en cas d'apparition d'un foyer de DNB sur le territoire. La vaccination d'urgence peut être envisagée en accord avec la commission européenne comme cela a été le cas avec la Grèce par exemple en 2016.

3.4 Bilan sur l'appréciation du risque pour la France et son contexte réglementaire

L’analyse de risque conduite par l’ANSES en 2017 a permis de conclure que le risque d’apparition d’un premier foyer de DNBC en France était au plus estimé à « faible » au plus fort de l’épidémie au sein des pays européens. Avec la contrôle de cette épidémie et la quasi éradication de la maladie au sein de l’Europe, ce risque semble être encore moins important en 2018. Pour autant, la DNBC faisant partie des dangers de première catégorie, la mise en place des mesures adéquates en cas d’apparition d’un foyer est fondamentale afin de limiter au maximum la diffusion de la maladie. C’est pourquoi des dispositions réglementaires ont été mises en place en France, et la DNBC est soumise à un plan national d’intervention sanitaire d’urgence en cas de confirmation d’un foyer, au même titre que la fièvre aphteuse par exemple. Afin de sensibiliser les vétérinaires de terrain, les experts de la DNBC de la plateforme ESA sont également à l’origine de la rédaction en 2016 de plaquettes explicatives de la DNBC. Ces plaquettes sont disponibles en Annexe 1.

Concernant la surveillance événementielle de la DNBC en France, il est important de retenir la définition d’une suspicion clinique, afin que les vétérinaires de terrain puissent détecter au plus tôt cette maladie. Ainsi, une suspicion clinique de DNBC se définit comme la présence au sein du troupeau d’au moins un bovin présentant au moins deux nodules durs, arrondis, indolores, de 0,5 à 5 cm de diamètre, associé à l’observation d’au moins un des signes non spécifiques sur au moins un bovin du troupeau (le même que celui présentant des lésions nodulaire ou un autre), le jour du signalement ou rapporté dans les commémoratifs comme l’hyperthermie, l’hypertrophie ganglionnaire, l’anorexie, l’éiphora, le jetage, le ptyalisme et les œdèmes sous-cutanés, et qu’il n’y ait pas de diagnostic différentiel d’exclusion avéré à l’examen du troupeau.

CONCLUSION

La dermatose nodulaire contagieuse bovine est une maladie virale épizootique, non zoonotique, faisant partie des dangers sanitaires de première catégorie et étant inscrite sur la liste des maladies réglementées. Elle se caractérise par la présence de nodules cutanés répartis sur l'ensemble du corps, associé à des signes cliniques plus ou moins sévères. Elle se transmet principalement grâce à des vecteurs très divers, mais aussi par des mouvements de bétail. Les pertes économiques associées à cette maladie sont importantes du fait de la baisse de production laitière, de l'amaigrissement important des bovins, et des pertes associées.

L'apparition de la maladie en Europe en 2015 a été maîtrisée par tous les acteurs, grâce aux nombreuses mesures mises en place, dont la principale a été la vaccination. Cette mesure a permis dans un premier temps de stopper la diffusion de la maladie, et dans un second temps de l'éradiquer de certains des pays touchés comme la Grèce par exemple. La vaccination est ainsi un des piliers de la lutte contre la DNCB.

En raison de l'émergence de la maladie, les services vétérinaires en France ont demandé à l'ANSES de réaliser une appréciation du risque d'apparition d'un premier foyer au sein du territoire français au plus fort de l'épizootie à l'Est de l'Europe, et ce risque a alors été estimé en 2017 à « faible » (4 sur une échelle de 0 à 9). Cependant, bien que la maladie semble éradiquée de la majorité des pays d'Europe, la surveillance reste importante, car les pays frontaliers comme la Turquie sont toujours atteints par la DNCB. En cas de réémergence de la maladie en Europe, ce risque pour la France sera alors à réévaluer avec les nouvelles variables épidémiologiques à prendre en compte.

BIBLIOGRAPHIE

- ABUTARBUSH S.M. (2014) Efficacy of vaccination against lumpy skin disease in Jordanian cattle. *Vet. Rec.* 175(12), 302-302
- ABUTARBUSH S.M., ABABNEY M.M., AL ZOUBI I.G., *et al.* (2015) Lumpy skin disease in Jordan : Disease emergence, clinical signs, complications and preliminary-associated economic losses. *Transbound. Emerg. Dis.* 62(5), 549-554
- ABUTARBUSH S.M., HANANEH W.M., RAMADAN W., *et al.* (2016) Adverse Reaction to Field Vaccination Against Lumpy Skin Disease in Jordan. *Transbound. Emerg. Dis.* 63(2), 213-219
- ADNS (2018) ADNS (Animal Disease Notification System).
[https://ec.europa.eu/food/animals/animal-diseases/not-system_en]
- AFSSA (2008) Une méthode qualitative d'estimation du risque en santé animale. Maisons-Alfort.
- AGAG B.I., MOUSSA S., HASSAN H.B., *et al.* (1992) Clinical, Serological and Biochemical Studies on Lumpy Skin Disease. *J. Appl. Anim. Res.* 1(1), 13-23
- AHMED M.A., DESSOUKI A.A. (2013) Abattoir-Based Survey and Histopathological Findings of Lumpy Skin Disease in Cattle at Ismailia Abattoir. 3(4), 4
- AHMED W.M., ZAHER K.S. (2008) Observations on lumpy skin disease in local Egyptian cows with emphasis on its impact on ovarian function. , 6
- ALEMAYEHU G., ZEWDE G., ADMASSU B. (2013) Risk assessments of lumpy skin diseases in Borena bull market chain and its implication for livelihoods and international trade. *Trop. Anim. Health Prod.* 45(5), 1153-1159
- ALKHAMIS M.A., VANDERWAAL K. (2016) Spatial and Temporal Epidemiology of Lumpy Skin Disease in the Middle East, 2012–2015. *Front. Vet. Sci.* 3
- AL-SALIHI K.A. (2014) Lumpy Skin disease: Review of literature. , 19
- AL-SALIHI K.A., HASSAN I.Q. (2015) Lumpy Skin Disease in Iraq: Study of the Disease Emergence. *Transbound. Emerg. Dis.* 62(5), 457-462

ANNANDALE C.H., IRONS P.C., BAGLA V.P., OSUAGWUH U.I., VENTER E.H. (2010) Sites of Persistence of Lumpy Skin Disease Virus in the Genital Tract of Experimentally Infected Bulls. *Reprod. Domest. Anim.* 45(2), 250-255

ANNANDALE C.H., HOLM D.E., EBERSOHN K., VENTER E.H. (2012) Seminal transmission of lumpy skin disease. , 11

ANSES (2017) Risque d'introduction de la dermatose nodulaire contagieuse en France. *Avis ANSES Relat. Au Risque Introd. Dermatose Nodulaire Contag. En Fr.*

ANTONIOU S.E., TSIAMADIS V., DILE C. (2016) Re-emergence of Lumpy Skin Disease in Greece : April to August 2016. *BENV Natl. Vet. Epidemiol. Bull.* n°26

ANTONIOU S.E., DILE C. (2016) Occurrence of Lumpy Skin Disease en Greece : August-December 2015. *BENV Natl. Vet. Epidemiol. Bull.* n°23

ARSEVSKA E., BRONNER A., CALAVAS D., et al. (2016) Dermatose nodulaire contagieuse des bovins : état des connaissances et situation épidémiologique dans les Balkans au 31 juillet 2016. , 5

AYELET G., ABATE Y., SISAY T., et al. (2013) Lumpy skin disease: Preliminary vaccine efficacy assessment and overview on outbreak impact in dairy cattle at Debre Zeit, central Ethiopia. *Antiviral Res.* 98(2), 261-265

BABIUK S., BOWDEN T.R., BOYLE D.B., WALLACE D.B., KITCHING R.P. (2008) Capripoxviruses: An Emerging Worldwide Threat to Sheep, Goats and Cattle. *Transbound. Emerg. Dis.* 55(7), 263-272

BARNARD B.J.H., MUNZ E., DUMBELL K., PROZESKY L. (1994) Lumpy skin disease. *Infect. Dis. Livest.* , 604-612

BRENNER J., BELLAICHE M., GROSS E., et al. (2009) Appearance of skin lesions in cattle populations vaccinated against lumpy skin disease: Statutory challenge. *Vaccine* 27(10), 1500-1503

CARN V.M. (1993) Control of capripoxvirus infections. *Vaccine* 11(13), 1275-1279

CARN V.M., KITCHING R.P. (1994) An investigation of possible routes of transmission of lumpy skin disease virus (Neethling). *Epidemiol. Infect.* 114(1), 219-226

CARN V.M., KITCHING R.P. (1995) The clinical response of cattle experimentally infected with lumpy skin disease (Neethling) virus. *Arch. Virol.* 140(3), 503-513

CHIHOTA C.M., RENNIE L.F., KITCHING R.P., MELLOR P.S. (2001) Mechanical transmission of lumpy skin disease virus by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Epidemiol. Infect.* 126(2), 317-321

CHIHOTA C.M., RENNIE L.F., KITCHING R.P., MELLOR P.S. (2003) Attempted mechanical transmission of lumpy skin disease virus by biting insects. *Med. Vet. Entomol.* 17(3), 294-300

Code rural et de la pêche maritime - Article D223-21 | Legifrance. (s. d.) , 6

COETZER J.A.W. (2004) Lumpy skin disease. *Infect. Dis. Livest.* 2, 1268-1276

DAVIES F.G. (1980) The possible role of wildlife as maintenance hosts for some African insect-borne virus deseases.

DGAL (2016) Instruction technique DGAL/SDSPA/2016-872.

DOHERR M.G., AUDIGE L. (2001) Monitoring and surveillance for rare health-related events: a review from the veterinary perspective. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 356(1411), 1097-1106

EFSA (2015) Scientific Opinion on lumpy skin disease: Lumpy skin disease. *EFSA Panel Anim. Health Welf. J.* 13(1), 3986

EFSA (2016) Urgent advice on lumpy skin disease. *EFSA Panel Anim. Health Welf. J.* 14(8)

EFSA (2017) Lumpy skin disease: I. Data collection and analysis. *EFSA J.* 15(4)

EFSA (2018a) Lumpy skin disease: scientific and technical assistance on control and surveillance activities. *EFSA J.* 16(10)

EFSA (2018b) Lumpy skin disease: Workshop on risk assessment and data collection for epidemiology, control and surveillance. *EFSA Support. Publ.* 15(11)

FAO (2017) Lumpy Skin Disease: Situation, surveillance and control activities in Turkey. *EMPRES Animal-Health 360 n°47*, 64

GARI G., WARET-SZKUTA A., GROSBOIS V., JACQUIET P., ROGER F. (2010) Risk factors associated with observed clinical lumpy skin disease in Ethiopia. *Epidemiol. Infect.* 138(11), 1657-1666

GARI G., BONNET P., ROGER F., WARET-SZKUTA A. (2011) Epidemiological aspects and financial impact of lumpy skin disease in Ethiopia. *Prev. Vet. Med.* 102(4), 274-283

GEERING C.W.A., PENRITH M.-L. (2001) MANUAL ON PROCEDURES FOR DISEASE

ERADICATION BY STAMPING OUT. , 104

GELAYE E., MACH L., KOLODZIEJEK J., *et al.* (2017) A novel HRM assay for the simultaneous detection and differentiation of eight poxviruses of medical and veterinary importance. *Sci. Rep.* 7, 42892

HAJAMMAR H., KILANI A., BEN HAMOUDA W., *et al.* (2016) Dermatose Nodulaire Contagieuse. *Bull. Serv. Vét. - Numéro Spéc.*

HEYLEN D., TIJSSE E., FONVILLE M., MATTHYSEN E., SPRONG H. (2013) Transmission dynamics of *Borrelia burgdorferi* s.l. in a bird tick community: *Borrelia* cycles in a bird tick community. *Environ. Microbiol.* 15(2), 663-673

HOUSE J.A., WILSON T.M., EL NAKASHLY S., *et al.* (1990) The Isolation of Lumpy Skin Disease Virus and Bovine Herpesvirus- from Cattle in Egypt. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2(2), 111-115

HUNTER P., WALLACE D. (2001) Lumpy skin disease in southern Africa : a review of the disease and aspects of control. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 72(2)

INCE Ö.B., ÇAKIR S., DEREKI M.A. (2016) Risk analysis of lumpy skin disease in Turkey. *Indian J. Anim. Res.* n°OF

IRONS P.C., TUPPURAINEN E.S.M., VENTER E.H. (2005) Excretion of lumpy skin disease virus in bull semen. *Theriogenology* 63(5), 1290-1297

LUBINGA J.C. (2013) The role of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *decoloratus*, *Rhipicephalus appendiculatus* and *Amblyomma hebraeum* in the transmission of lumpy skin disease virus. , 167

MENASHEROW S., ERSTER O., RUBINSTEIN-GIUNI M., *et al.* (2016) A high-resolution melting (HRM) assay for the differentiation between Israeli field and Neethling vaccine lumpy skin disease viruses. *J. Virol. Methods* 232, 12-15

MERCIER A., ARSEVSKA E., BOURNEZ L., *et al.* (2018) Spread rate of lumpy skin disease in the Balkans, 2015-2016. *Transbound. Emerg. Dis.* 65(1), 240-243

OIE (2018) Interface WAHIS. In http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php.
[http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php]

PEYROUTY P. (2010) La norme NF X 50-110 «qualité en expertise»: situation actuelle et perspectives. , 4

POSTMA G.C., CARFAGNINI J.C., MINATEL L. (2008) *Moraxella bovis* pathogenicity: An update. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 31(6), 449-458

TASIOUDI K.E., ANTONIOU S.E., ILIADOU P., *et al.* (2016) Emergence of Lumpy Skin Disease in Greece, 2015. *Transbound. Emerg. Dis.* 63(3), 260-265

TULMAN E.R., AFONSO C.L., LU Z., *et al.* (2001) Genome of Lumpy Skin Disease Virus. *J. Virol.* 75(15), 7122-7130

TUPPURAINEN E.S.M., VENTER E.H., COETZER J.A.W. (2005) The detection of lumpy skin disease virus in samples of experimentally infected cattle using different diagnostic techniques. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 72(2), 153–164

TUPPURAINEN E.S.M., LUBINGA J.C., STOLTSZ W.H., *et al.* (2013a) Mechanical transmission of lumpy skin disease virus by *Rhipicephalus appendiculatus* male ticks. *Epidemiol. Infect.* 141(02), 425-430

TUPPURAINEN E.S.M., LUBINGA J.C., STOLTSZ W.H., *et al.* (2013b) Evidence of vertical transmission of lumpy skin disease virus in *Rhipicephalus decoloratus* ticks. *Ticks Tick-Borne Dis.* 4(4), 329-333

TUPPURAINEN E.S.M., ALEXANDROV T., BELTRAN-ALCRUDO D. (2017) A field manual for veterinarians. *FAO* , 60

WEISS K.E. (1968) Lumpy Skin Disease Virus, *Virology Monographs*. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg

WOODS (1988) Lumpy Skin Disease, a Review. , 7

YERUHAM I., NIR O., BRAVERMAN Y., *et al.* (1995) Spread of lumpy skin disease in Israeli dairy herds. *Vet. Rec.* 137(4), 91-93

YOUNG E., BASSON P.A., WEISS K.E. (1970) Experimental infection of game animals with lumpy skin disease virus (prototype strain Neethling). , 9

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - Plaquette d'information concernant la DNCB à l'attention des vétérinaires	111
Annexe 2 - Plaquette d'information concernant la DNCB à destination des éleveurs.....	112
Annexe 3 - Rapport de l'ANSES traitant la probabilité d'introduction de la DNCB en France par les ruminants sauvages vivants, les animaux de parcs zoologiques ou de cirque (ANSES, 2017)	114
Annexe 4 - Rapport de l'ANSES traitant la probabilité d'introduction de la DNCB en France par les peaux fraîches de bovins infectés (ANSES, 2017)	115
Annexe 5 - Rapport de l'ANSES traitant la probabilité d'introduction de la DNCB en France par le sperme, les ovules et les embryons de bovins infectés (ANSES, 2017)	120
Annexe 6 - Rapport de l'ANSES traitant la probabilité d'introduction de la DNCB en France par le lait et le colostrum de bovins ou de buffles infectés (ANSES, 2017).....	125

Annexe 1 - Plaquette d'information concernant la DNCB à l'attention des vétérinaires

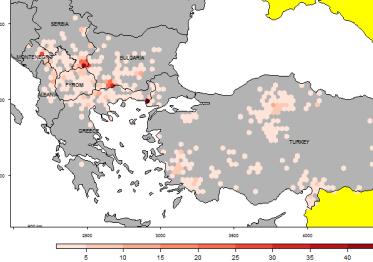


Dermatose nodulaire contagieuse Bovine (DNCB) : une avancée inquiétante

D'une maladie exotique à une maladie susceptible d'arriver en France

Poxvirose qui sévissait habituellement en Afrique, la progression récente en Europe de l'Est de la DNCB par la Turquie jusqu'à l'Albanie en fait actuellement une préoccupation pour la France.

La maladie progresse avec une vitesse médiane de 7,5km par semaine, avec certains « sauts de puce » de plusieurs centaines de km, selon les transits d'animaux ou de vecteurs infectés.



Source : veille sanitaire internationale de la Plateforme ESA

Clinique

Espèces cibles : bovins / buffles

Episode fébrile souvent discret (mais pouvant aller jusqu'à 41°C), suivi d'éruptions de nodules sur la peau, contenant une substance crémeuse. Réactions ganglionnaires importantes. Ptyalisme, jetage, épiphora. Attention : seuls 40 à 50% des animaux infectés expérimentalement développent des lésions cutanées. Un tableau épidémi-clinique descriptif de la maladie est disponible sur : www.plateforme-esaa.fr/dermatose-nodulaire-contagieuse

Zoonose : non

Suspicion clinique réglementaire : combiner les 3 points suivants

- ✓ Au moins 1 bovin du troupeau présentant **au moins 2 nodules** durs, arrondis, indolores, de 0,5 à 5 cm de diamètre ;
- ✓ Sur au moins un bovin du troupeau (le même que celui présentant les nodules ou un autre), au moins un symptôme non spécifique observé (hyperthermie, chute de production, épiphora, jetage, ptyalisme) ;
- ✓ Absence de diagnostic d'une autre maladie pouvant expliquer les signes cliniques observés le jour de la visite



Transmission mécanique par une grande diversité de vecteurs.
Egalement par contact direct.

Amaigrissement rapide, chutes de production...
Incubation : 28 jours.
Virémie : 10 jours.

Quelle conduite à tenir ?

Danger sanitaire de catégorie 1, à déclaration obligatoire, soumis à plan d'intervention sanitaire d'urgence. En cas de suspicion clinique par le vétérinaire : signalement immédiat à la DD(CS)PP.

Note de Service correspondante : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2016-872>

Annexe 2 - Plaquette d'information concernant la DNCB à destination des éleveurs

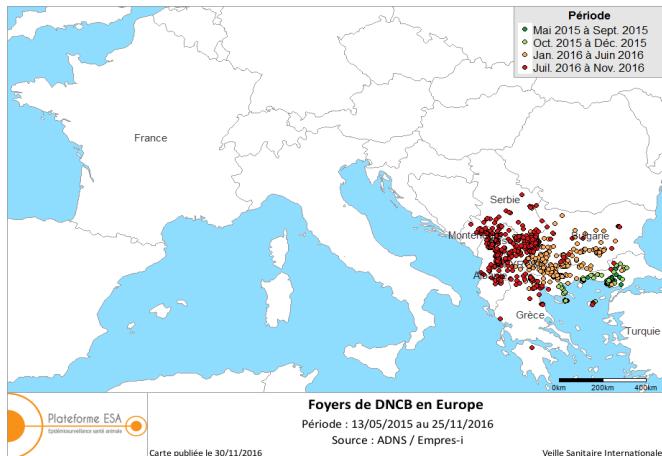
LA DERMATOSE NODULAIRE CONTAGIEUSE BOVINE

Un grave danger sanitaire à nos portes

La dermatose nodulaire contagieuse bovine (DNCB) est une maladie virale contagieuse qui atteint uniquement les bovins. Elle n'est pas présente en France actuellement.

Introduite en Turquie en 2014, la DNCB s'étend progressivement en Europe. Malgré les mesures de lutte mises en œuvre dans les pays touchés (abattage, vaccination et restriction des mouvements), elle continue de progresser vers l'Ouest.

Un foyer de DNCB en France déclencherait un « plan d'intervention sanitaire d'urgence » avec des mesures de restriction des mouvements, de vaccination d'urgence, d'abattage, etc. Les conséquences commerciales seraient majeures car toute exportation de bovins vivants et de produits bovins serait suspendue.



Compte tenu de ces enjeux et du risque d'introduction de la maladie en France, il est primordial de pouvoir détecter au plus vite tout animal atteint de DNCB, afin de mettre en place très rapidement des mesures de lutte efficaces.

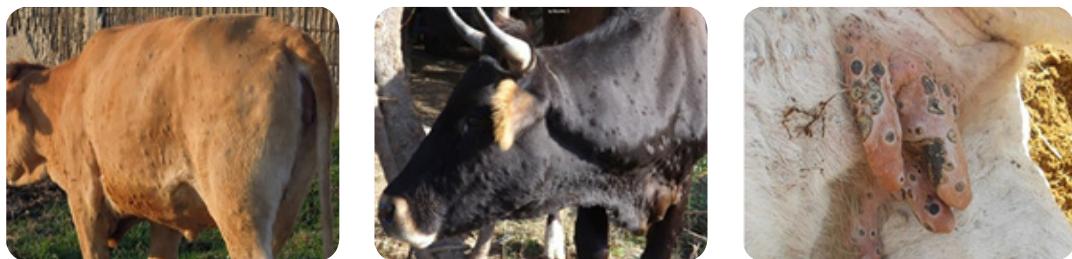
**En tant qu'éleveur, vous jouez un rôle central pour détecter la maladie
car vous êtes le premier, au contact de vos bovins,
à pouvoir suspecter la DNCB et à devoir donner l'alerte.**

Comment reconnaître la DNCB ?

Le signe caractéristique de la DNCB est l'apparition de nodules : de quelques nodules à des nodules sur tout le corps du bovin. Mais moins de la moitié des animaux malades développent des nodules, et le nombre d'animaux atteints dans le troupeau peut être très variable (d'un animal à la moitié du cheptel).

Les bovins peuvent être fatigués, présenter des écoulements nasaux ou oculaires ou saliver de manière anormale.

Les formes graves peuvent provoquer des avortements, des boiteries, des difficultés respiratoires et des troubles digestifs. La mortalité est inférieure à 10%.



Comment se transmet la maladie ?

Trois modalités de transmission de la maladie sont connues :

- une transmission mécanique par des insectes piqueurs, c'est le principal mode de diffusion de la maladie,
- une transmission directe entre bovins,
- une transmission indirecte par le matériel ou l'environnement.

On a observé dans les Balkans que les foyers sont plus nombreux en été qu'en hiver (ce qui s'explique par la transmission par des insectes).

Enfin, on estime que la progression de la maladie est de l'ordre de 7 km par semaine, ce qui, compte tenu de sa localisation actuelle, justifie la mise en œuvre de mesures de surveillance et la vigilance de chacun.

Je suspecte la DNCB dans mon troupeau, que dois-je faire ?

J'appelle mon vétérinaire en urgence lorsque :

- Au moins un bovin du troupeau présente des nodules durs, arrondis, indolores, de 0,5 à 5 cm de diamètre
- Au moins un bovin du troupeau est fiévreux, abattu, ou présente des écoulements (nasaux ou oculaires) ou une salivation excessive

**En cas de doute, n'hésitez pas à appeler votre vétérinaire
qui vous conseillera sur la conduite à tenir.
La vigilance relève de la responsabilité de chaque éleveur !**

Pour suivre l'évolution de la situation sanitaire, nous vous invitons à consulter le site de la Plateforme d'épidémiosurveillance en santé animale : <http://www.plate-forme-esaf.fr/dermatose-nodulaire-contagieuse>



Ce document a été rédigé par Coop de France et GDS France dans le cadre de la Plateforme d'épidémiosurveillance en santé animale - Décembre 2016.



■ **Probabilité d'introduction de la DNC par les ruminants sauvages vivants, les animaux de parcs zoologiques ou de cirque**

Il n'y a pas de données concernant l'infection par le DNCV de ruminants sauvages présents en Europe. En outre, aucun mouvement naturel de la faune sauvage de la zone à risque vers la France n'a été à présent rapporté. De même, le transport de ces animaux par des véhicules n'est pas documenté.

Les experts n'ont pas eu connaissance d'introduction en France d'animaux de parcs zoologiques ou de cirque, durant l'année 2016, au départ des pays de la zone à risque. De plus avec les données bibliographiques actuelles, il est difficile de statuer sur le rôle de ces espèces dans l'épidémiologie de la DNC.

Prenant toutes ces considérations en compte, les experts ont estimé la probabilité d'introduction de la DNC en France par les ruminants vivants, sauvages, de parcs zoologiques ou de cirque, nulle à quasi nulle (0 à 1 sur l'échelle Afssa 2008).

■ **Probabilité d'introduction de la DNC par transhumance ou autres pratiques d'élevage**

La transhumance de bovins potentiellement infectés s'effectue actuellement dans des pays non frontaliers de la France. Les seuls mouvements de transhumance hors frontières françaises ont lieu avec la Suisse et l'Espagne (Annexe 6).

Les experts ont estimé la probabilité d'introduction de la DNC en France par la transhumance nulle (0 sur l'échelle Afssa 2008).

En conclusion, la probabilité d'introduction de la DNC par les animaux vivants se limite au risque d'introduction par les bovins vivants.

La probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNC en France suite à l'introduction de bovins vivants infectés destinés à l'élevage est estimée extrêmement faible à faible (probabilité entre 0,004 % et 0,32 %, avec un intervalle de confiance de 95 %) pour une année, basée sur la situation épidémiologique de janvier 2017, la réglementation européenne existante à cette même date et les données des échanges sur l'année 2016.

Actuellement il n'y a pas d'introduction de bovins destinés à l'abattoir provenant de la zone à risque. La probabilité d'apparition d'un premier foyer de DNC en France suite à l'introduction de bovins vivants infectés destinés à l'abattoir est donc estimée nulle.

Les experts ont toutefois estimé que s'il y avait autant de bovins destinés à l'abattoir introduits en France, que le nombre introduit pour l'élevage, la probabilité serait quasi nulle à minime (probabilité entre $0,2 \cdot 10^{-6}$ et $47 \cdot 10^{-6}$ par million, avec un intervalle de confiance de 95 %) pour une année, basée sur la situation épidémiologique de janvier 2017, la réglementation européenne existante à cette même date et les données des échanges sur l'année 2016.

Annexe 4 - Rapport de l'ANSES traitant la probabilité d'introduction de la DNCB en France par les peaux fraîches de bovins infectés (ANSES, 2017)

■ **Probabilité d'introduction par les peaux fraîches de bovins infectés**

✓ Caractéristiques des peaux de bovins échangées ou importées et réglementation

Les peaux issues de bovins infectés sont considérées comme des sources potentielles de dissémination du virus de la DNC lorsqu'elles sont commercialisées.

En effet, la peau chez les bovins infectés représente le tissu dans lequel le virus est isolé avec les titres les plus élevés. Les titres les plus importants (jusqu'à 8,1 – 8,3 log₁₀ UFP/g entre 12 et 15 jours après inoculation) sont retrouvés dans les lésions cutanées (Babiuk, Bowden, Parkyn, *et al.* 2008), et de ce fait, la quantité de virus est proportionnelle au nombre de lésions présentes. Chez les animaux infectés ne présentant aucune lésion, la quantité de virus dans la peau s'avère, en revanche faible, rendant difficile l'isolement viral.

Les peaux échangées ou importées peuvent correspondre à 2 catégories telles que désignées par le règlement (UE) n° 142/2011 de la Commission¹⁹ : non traitées, lorsqu'elles n'ont subi aucun traitement autre que la découpe, la réfrigération ou la congélation ; traitées, lorsqu'elles ont subi certains traitements, comme le séchage ou le salage²⁰. Le séchage et le salage visent à éliminer une partie de l'eau qu'elles contiennent, avant qu'elles soient acheminées dans des tanneries où elles sont soumises à diverses opérations (reverdissage, épilage, écharnage, déchaulage, confitage, piklage²¹) jusqu'à l'étape finale de tannage.

Le danger le plus important est donc représenté par les peaux fraîches (non traitées), sachant que leur commercialisation est soumise aux dispositions de la directive 92/119/CEE du Conseil qui exclut la commercialisation des peaux fraîches issues des bovins présents dans des exploitations soumises aux mesures de restriction prévues en cas de suspicion et confirmation de DNC. L'interdiction s'applique en outre (hors dérogations) aux peaux fraîches issues d'exploitations bovine non suspectes ou reconnues infectées situées dans des zones réglementées pour la DNC. Ces peaux doivent en outre satisfaire aux conditions de police sanitaire applicables aux viandes fraîches²² fixées conformément à la directive 2002/99/CE du Conseil. Cette disposition exclut les peaux non traitées collectées à partir de cadavres.

Le commerce concerne aussi les peaux traitées par séchage ou salage dans des tanneries ou autres établissements (qui reçoivent des peaux fraîches) agréés au titre de la manipulation après

¹⁹ Règlement (UE) N° 142/2011 de la commission du 25 février 2011 portant application du règlement (CE) n° 1069/2009 du Parlement européen et du Conseil établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et portant application de la directive 97/78/CE du Conseil en ce qui concerne certains échantillons et articles exemptés des contrôles vétérinaires effectués aux frontières en vertu de cette directive.

²⁰ Les cuirs et peaux traités sont les produits dérivés des cuirs et peaux non traités ayant été (a) séchés, (b) salés à sec ou en saumure pendant une période d'au moins 14 jours avant leur expédition, (c) soumis pendant une période d'au moins 7 jours à un salage au sel de mer additionné de 2 % de carbonate de soude, (d) séchés pendant une période d'au moins 42 jours à une température d'au moins 20 °C, ou (e) soumis à un procédé de conservation autre que le tannage.

²¹ Acidification de la peau par immersion dans de l'eau avec H₂SO₄ pour améliorer sa conservation et la préparer au tannage.

²² Directive 2002/99/CE du Conseil du 16 décembre 2002 fixant les règles de police sanitaire régissant la production, la transformation, la distribution et l'introduction des produits d'origine animale destinés à la consommation humaine.

collecte. Le danger représenté par ces produits dépend des conditions de traitement (température, addition de produits inhibiteurs ou non) et de la durée de l'opération et/ou de leur stockage. Du fait de la résistance du virus à la dessiccation (il reste stable dans les lésions cutanées desséchées et persiste pendant au moins 33 jours à température ordinaire (Weiss 1968)), le séchage ne contribue pas à éliminer le virus, à moins d'être suffisamment prolongé. L'effet du salage (habituellement une quinzaine de jours aux alentours de 10°C) sur la survie du virus est mal connu, mais l'addition de certains produits au sel (par exemple du carbonate de soude) peut néanmoins accélérer son inactivation. Des dérogations peuvent être ainsi accordées pour le commerce des peaux, pour autant qu'elles ne proviennent pas de bovins présents dans une exploitation infectée et qu'elles aient subi un séchage à 42 jours à une température d'au moins 20°C, ou un salage au sel de mer additionné de 2 % de carbonate de soude d'une durée d'au moins 7 jours. Ces traitements, y compris le salage pendant une période d'au moins 14 jours, avant leur expédition sont d'ailleurs pris en considération dans la décision 2016/2008 pour autoriser, à titre de dérogation à l'interdiction, l'expédition de cuir et de peaux d'animaux d'espèces bovins et de ruminants sauvages captifs à partir d'une zone infectée.

Au-delà, dans le processus de fabrication des cuirs effectué en tannerie, du fait de la durée des opérations et des traitements effectués (par la chaux lors de l'enchaucenage²³ ou par des acides lors du déchaulage et du piklage), les experts estiment que les virus résiduels peuvent être considérés comme inactivés.

De plus, pour s'assurer de leur qualité, les peaux sont examinées une à une à diverses reprises, à l'occasion, par exemple, de l'étape de lavage, parage et égouttage précédant la phase de séchage ou de salage des peaux fraîches, ou du retaillage effectué avant que soient entreprises les étapes ultérieures conduisant au tannage. Ces examens visuels limitent ou excluent la possibilité de ne pas repérer la présence de lésions de DNC éventuellement passées inaperçues lors des examens ante-mortem ou post-mortem à l'abattoir.

✓ Introduction de peaux de bovins en France

La France est plus exportatrice de cuirs et peaux bruts (3^{ème} exportateur mondial en 2015) qu'importatrice. La grande majorité des peaux introduites en France provient de pays d'Europe occidentale, les principaux étant la Suisse, l'Allemagne et l'Italie. Jusqu'en 2015, la part des importations en provenance des pays de la zone à risque a été très faible. Cette part a été réduite ou supprimée en 2016 du fait de la prise en compte du risque DNC par la réglementation UE.

Les données disponibles (extraites de TRACES pour les périodes de janvier à décembre 2015 et janvier à juin 2016) ne permettent, néanmoins, ni de définir les quantités de peaux réellement introduites depuis la zone à risque, ni la proportion de peaux traitées et non traitées. Cependant, certains pays de la zone à risque pourraient être amenés à demander d'exporter des peaux de bovins vers la France. Aussi, bien qu'il n'y ait pas d'importation de peaux de ces pays actuellement, les experts ont décidé de mener une analyse de risque détaillée afin de pouvoir modifier facilement certaines variables si les échanges de peaux venaient à évoluer.

✓ Probabilité d'introduction du virus par des peaux fraîches de bovins infectés

²³ Opération d'épilage au moyen d'un emplâtre composé de chaux et de sulfure de sodium.

La présente analyse porte sur le risque d'introduction du DNCV en France par des peaux non ou insuffisamment traitées.

Comme déjà indiqué antérieurement, le scénario envisagé prend en compte le risque d'introduction d'une ou plusieurs peaux infectées depuis une zone infectée encore non déclarée (DNC non encore identifiée ou signalée), donc située à proximité d'une zone réglementée, en tenant compte du front de propagation de l'infection. Les zones à considérer peuvent être assez larges, les abattages de bovins pouvant avoir lieu dans n'importe quel abattoir dans un pays donné, voire dans un pays voisin. Le fait que peu d'animaux puissent être cliniquement affectés dans certains cheptels (seulement 1 à 3 animaux atteints dans 84 % des cheptels infectés en 2016 en Grèce et en Bulgarie) peut aussi favoriser une détection tardive de la maladie, surtout si les animaux présentent des lésions cutanées peu nombreuses et/ou peu visibles.

Plusieurs paramètres sont pris en considération pour évaluer la probabilité d'introduction du virus de la DNC en France via les importations/échanges de peaux de bovins infectés.

- *Paramètres pris en considération et probabilités estimées correspondantes pour évaluer la probabilité d'introduction du virus de la DNC en France via les importations/échanges de peaux issues de bovins infectés.*

Les différentes probabilités prises en compte sont présentées dans le Tableau 18 ci-dessous.

Tableau 18 : Tableau décrivant les probabilités prises en compte pour déterminer la probabilité d'introduction du virus de la DNC par l'introduction de peaux fraîches issues de bovins infectés*

Probabilité	Argumentation de l'estimation	Probabilité qualitative estimée par les experts
P1 - Probabilité que des peaux ou lots de peaux importés/échangés proviennent de bovins issus d'une zone infectée non déclarée de DNC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les pays considérés sont les pays de la zone à risque telle que définie qui expédient des peaux non ou insuffisamment traitées vers la France métropolitaine. ▪ Les experts ont considéré dans l'estimation de la probabilité que le délai entre le premier cas et sa déclaration, quel que soit le pays, est d'au moins trois semaines (voir P1 Tableau 7). 	Elevée (8 sur une échelle de 0 à 9)
P2 – Probabilité que des peaux proviennent de bovins appartenant à un élevage infecté de DNC non identifié	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les experts ont considéré que dans un pays récemment infecté, peu d'élevages seront infectés (vraisemblablement moins d'une dizaine) avant que la maladie ne soit détectée (estimation 3 semaines) (voir P2 Tableau 7). ▪ De plus, la probabilité qu'un bovin de cet élevage soit dirigé vers un abattoir durant la période considérée a été estimée faible 	Faible (5 sur une échelle de 0 à 9)

Probabilité	Argumentation de l'estimation	Probabilité qualitative estimée par les experts
P3 - Probabilité que des peaux proviennent de bovins eux-mêmes infectés de DNC et non détectés en élevage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La morbidité intra-troupeau a été calculée en utilisant les données des rapports de déclaration d'infection à l'OIE. Les experts ont sélectionné 59 élevages (de plus de 50 animaux) déclarés infectés entre avril et septembre 2016 en Grèce et en Bulgarie. La prévalence intra-troupeau calculée était : min: 0,3 %, médiane: 3 %, max: 25 %. Cette valeur n'est calculée que sur le nombre de bovins présentant des signes cliniques, la Grèce et la Bulgarie n'effectuant pas de test virologique pour les animaux ne présentant pas de signes cliniques. Il ne s'agit donc pas de prévalence intra-troupeau mais de la morbidité dans le troupeau. ▪ L'estimation de la prévalence intra-troupeau correspond à cette valeur de morbidité multipliée par 2 car seulement 50% des animaux infectés ont des signes cliniques (Tuppurainen et Oura 2012). ▪ Cependant, les experts estiment que seules les peaux des bovins ne présentant pas de signes cliniques seront exportés. C'est pourquoi, les experts ont choisi de ne considérer que les 50 % des bovins infectés sans signes cliniques, c'est-à-dire la valeur de la morbidité calculée. ▪ Ce chiffre devrait cependant être moins élevé dans des cheptels récemment infectés 	Assez élevée à élevée (7 à 8 sur une échelle de 0 à 9)
P4 - Probabilité que des peaux soient elles-mêmes infectées	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le titre viral est à son maximum dans les nodules, il est plus faible dans la peau en dehors des lésions et, a fortiori, en l'absence de lésion. ▪ L'examen ante mortem permet de détecter les animaux qui présentent des lésions visibles. 	Faible (5 sur une échelle de 0 à 9)
P5 - Probabilité que la peau infectée ne soit pas éliminée par dépistage visuel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les peaux collectées dans les abattoirs sont lavées et généralement examinées une à une. ▪ Les peaux présentant des lésions seront repérées (probabilité de non élimination très faible), ce qui n'est pas le cas des peaux sans lésions (probabilité de non élimination très élevée) 	Très faible à très élevée (4 à 9 sur une échelle de 0 à 9)
P6 - Probabilité que des peaux fraîches infectées fassent partie d'un lot destiné à la France	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les pays de la zone à risque exportent peu ou pas de peaux vers la France (données Eurostat, Annexe 12), cette part étant considérée très faible par rapport au volume produit. 	Très faible à faible (4 à 5 sur une échelle de 0 à 9)
P7 - Probabilité que le virus présent dans les peaux survive pendant le transport.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En admettant un temps de transport d'une semaine à température ambiante, aucune perte de titre viral n'est envisagée. 	Elevée (8 sur une échelle de 0 à 9)

* Probabilités calculées sur une année, basées sur la situation épidémiologique de janvier 2017, la réglementation européenne existante à cette même date et les données des échanges sur l'année 2016.

La probabilité d'introduction est le résultat des croisements successifs, en utilisant le tableau de croisement (Annexe 11) présenté dans le rapport AFSSA sur l'analyse qualitative de risque précédemment mentionné, entre les diverses probabilités (croisement P1-P2, le résultat étant croisé avec P3, etc.) (Afssa 2008).

Au final, la probabilité d'introduction du DNCV en France dans un lot de peaux fraîches issues de bovins infectés est estimée comme quasi nulle à minime (1 à 2 sur une échelle de 0 à 9).

Une analyse qualitative de risque d'introduction de la DNC a été réalisée pour la Grande Bretagne à partir d'un pays infecté de l'UE (cas de l'épidémie en Grèce), via l'importation de peaux non traitées de bovins infectés mais non détectés positifs en ferme et à l'abattoir dans le pays d'origine (Gale, Kelly, et Snary 2016). En tenant compte du taux d'infection intra-troupeau, de la probabilité qu'un animal soit infectieux dans un troupeau infecté, de la probabilité qu'il soit non détecté (asymptomatique) dans l'élevage et à l'abattoir et de la probabilité que la peau soit exportée en Grande Bretagne et toujours infectieuse, les auteurs ont estimé ce risque comme faible (événement rare mais qui existe), sur une échelle de six critères (négligeable, très faible, faible, moyen, élevé, très élevé) (EFSA 2006, FAO 2009).

- *Probabilité d'exposition*

Les lots de peaux de bovins importés sont réceptionnés dans des tanneries où les peaux sont examinées, stockées et traitées jusqu'à l'étape finale de tannage. Comme indiqué précédemment, le temps nécessaire à la réalisation des différentes étapes de préparation au tannage et les traitements utilisés contribuent à l'élimination du virus éventuellement présent.

Comme souligné dans le Tableau 19 ci-dessous, la probabilité d'exposition avec des bovins, est estimée comme nulle à quasi-nulle (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9).

Tableau 19 : Tableau décrivant la probabilité d'exposition de bovins autochtones au virus de la DNC suite à l'introduction de peaux infectées*

Probabilité	Argumentation de l'estimation	Probabilité qualitative estimée par les experts
P8 - Probabilité d'exposition	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La probabilité de contact direct des peaux avec des bovins est estimée nulle. Un contact indirect, secondaire à une contamination de rivière par des eaux (par exemple utilisées pour des opérations de reverdissement) contaminées issues d'une tannerie est estimée quasi-nulle 	Nulle à quasi-nulle (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9)

* Probabilité calculée sur une année, basée sur la situation épidémiologique de janvier 2017, la réglementation européenne existante à cette même date et les données des échanges sur l'année 2016.

En conclusion, la probabilité de survenue d'un foyer de DNC suite à l'introduction en France d'un lot de peaux fraîches expédié depuis un établissement situé dans la zone à risque non déclarée de DNC ou traitant des peaux de bovins provenant d'une telle zone peut être estimée comme nulle à quasi-nulle (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9).

Annexe 5 - Rapport de l'ANSES traitant la probabilité d'introduction de la DNCB en France par le sperme, les ovules et les embryons de bovins infectés (ANSES, 2017)

Anses • rapport d'expertise collective

Saisine « 2016-SA-0120 – DNC »

■ **Sperme, ovules et embryons de bovins infectés**

- ✓ Rôle potentiel du sperme, des ovules et des embryons de bovins infectés dans la transmission de la DNC

Le sperme, les ovules et les embryons de bovins infectés sont considérés comme des sources potentielles de dissémination du virus de la DNC. Bien que les experts ne disposent pas de données validant la réalité et l'importance de la transmission de l'infection par des taureaux infectés dans les conditions naturelles, ce risque doit être néanmoins considéré avec attention. En effet, épидidyme et testicules ont été identifiés chez le taureau comme des sites de localisation virale et le virus est détecté dans le sperme de sujets cliniquement atteints et infectés inapparents (Annandale *et al.* 2010). Le virus, chez des taureaux infectés expérimentalement, peut y être isolé par culture jusqu'à 42 jours à partir du sperme après leur contamination et son acide nucléique peut y être détecté par PCR jusqu'à 159 jours (Irons, Tuppurainen, et Venter 2005). L'infection de vaches inséminées avec de la semence expérimentalement infectée est aussi possible, et il peut s'ensuivre la contamination de leur embryon (Annandale *et al.* 2014).

Malgré le peu de données disponibles (Irons 2008), la contamination éventuelle des ovocytes et des embryons (au stade de développement initial d'un animal domestique de l'espèce bovine lorsqu'il peut être transféré chez une vache éleveuse) chez les vaches infectées est également envisagée. De plus, les experts n'ont pas connaissance de publications concernant l'efficacité des procédures standards de traitement et de lavages des embryons pour éliminer le virus. L'IETS (International Embryo Transfer Society, Société Internationale de Transfert d'Embryon) classe le DNV en catégorie 4, ce qui signifie que, à travers les études réalisées ou en cours, le risque de transmission embryonnaire ne peut être écarté (nombre d'études insuffisantes) et pourrait ne pas être négligeable même si les embryons sont manipulés suivant les recommandations de l'IETS (IETS 2015).

Ces données sont prises en considération dans la décision d'exécution (UE) 2016/2008 de la Commission²⁴, interdisant tout expédition de sperme, ovules et embryons d'animaux d'espèce bovine et de ruminants sauvages captifs depuis des zones reconnues infectées (ou les limitant, sur dérogations, seulement depuis les zones indemnes vaccinées).

- ✓ Règles de fonctionnement des centres de collecte et autres établissements agréés expédiant sperme, ovules et embryons

L'analyse de risque présentée est ciblée sur l'introduction éventuelle, en France, de sperme, ovules ou embryons issus de centres de collecte de sperme ou d'autres établissements agréés situés dans des zones dans lesquelles la surveillance événementielle n'a pas encore permis de détecter l'infection récemment introduite.

Ce risque pourrait être pondéré par les exigences réglementaires applicables aux échanges intracommunautaires²⁵, notamment en termes de surveillance et de biosécurité. Les centres de

²⁴ Décision d'exécution (UE) 2016/2008 de la commission du 15 novembre 2016 concernant des mesures zoo-sanitaires de lutte contre la dermatose nodulaire contagieuse dans certains États membres.

²⁵ Directive n° 88/407/CEE modifiée du Conseil du 14 juin 1988 fixant les exigences de police sanitaire applicables aux échanges intracommunautaires et aux importations de sperme d'animaux de l'espèce bovine, et directive n° 89/556/CEE modifiée du Conseil du 25 septembre 1989 fixant les conditions de police sanitaire régissant les échanges

collecte de sperme sont en effet placés en permanence sous la surveillance d'un vétérinaire, les taureaux qui y sont hébergés depuis au moins 30 jours ne doivent avoir présenté aucune manifestation clinique de maladie à la date de la collecte, et le sperme doit avoir été stocké durant une période minimale de trente jours avant l'expédition (ou, dans le cas de sperme frais, jusqu'à la date d'expédition). Certes, les mesures de biosécurité ne garantissent pas la protection des animaux contre les insectes et la surveillance clinique est inopérante pour identifier des animaux donneurs en incubation ou asymptomatiques lors de la collecte du sperme. Il est cependant probable, si le DNCV a été effectivement introduit dans la zone, que des cas cliniques seront détectés dans les jours ou les semaines suivant la collecte (au moins dans les 28 jours correspondant au temps d'incubation maximum) dans le centre si plusieurs animaux y ont été infectés et, à défaut, il est probable que des cas seront apparus dans des élevages situés dans la même zone géographique, devenue alors zone de restriction. Dans ce cas, nonobstant la possibilité d'un contrôle sérologique ou par PCR des donneurs et celle de la détection du virus par PCR dans le sperme, le pré-stockage de 30 jours de la semence congelée permet de bloquer les lots de semence congelée potentiellement contaminés. Cette possibilité ne vaut que pour la semence congelée, non pour le sperme expédié frais.

La collecte d'ovules et d'embryons produits *in vivo* est, en revanche, souvent réalisée dans des fermes (ou à l'abattoir pour les ovocytes). Malgré une réglementation stricte encadrant cette activité, les experts considèrent que les mesures de biosécurité et le suivi des vaches donneuses, notamment après collecte peuvent être moins rigoureux que dans des centres dédiés. De plus, comme précédemment pour la semence, le pré-stockage ne s'applique qu'aux ovocytes et embryons congelés.

✓ Origine et volume des semences, ovules et embryons introduits en France

Les données Eurostat consultées sur la période de janvier 2015 à août 2016 ne font pas état d'importation de semence depuis les pays de la zone à risque (Annexe 12). Seules apparaissent des introductions probables d'embryons depuis l'Albanie en mars 2015 (soit plus d'un an avant la déclaration du premier foyer le 28/06/2016) et la Roumanie en 2015 et 2016. Les données fournies aux experts ne font pas état d'éventuelles introductions d'ovocytes. Elles n'apportent pas, non plus, de précision sur les volumes et sur la part des produits frais ou congelés introduits.

Les experts considèrent que, en dépit du nombre limité de pays recensés comme expédiant ces produits en France, les échanges peuvent évoluer. Ils jugent donc utile de procéder à l'analyse de risque, y compris pour le sperme et les ovules dans le cadre de ce scénario.

✓ Probabilités d'apparition d'un foyer de DNC en France via l'introduction de sperme, ovules et embryons issus de bovins infectés

Cette probabilité qualitative découle du croisement des probabilités estimées d'introduction et d'exposition.

intracommunautaires et les importations en provenance des pays tiers d'embryons d'animaux domestiques de l'espèce bovine.

- *Paramètres pris en considération et probabilités estimées correspondantes pour évaluer la probabilité d'introduction du DNCV*

Les différentes probabilités prises en compte sont présentées dans le Tableau 20 ci-dessous.

Tableau 20 : Probabilités prises en compte pour déterminer la probabilité d'introduction du DNCV par l'introduction de sperme, ovules ou embryons issus de bovins infectés*

Probabilité	Argumentation de l'estimation	Probabilité qualitative estimée par les experts
P1 - Probabilité que du sperme, des ovules ou des embryons proviennent de bovins issus d'une zone infectée non déclarée de DNC	<ul style="list-style-type: none"> Les pays ou parties de pays considérés sont les pays ou parties de pays situés dans la zone à risque (telle que précédemment définie). Les experts ont considéré dans l'estimation de la probabilité que le délai entre le premier cas et sa déclaration, quel que soit le pays, est d'au moins trois semaines (voir P1 Tableau 7). 	Elevée (8 sur une échelle de 0 à 9)
P2 - Probabilité que ces produits appartiennent à un centre de collecte ou un élevage infecté de DNC non identifié	<ul style="list-style-type: none"> Les experts ont considéré que dans un pays récemment infecté, peu d'élevages seront infectés (vraisemblablement moins d'une dizaine) avant que la maladie ne soit détectée (estimation 3 semaines) (voir P2 Tableau 7). La probabilité qu'il s'agisse d'un centre de collecte agréé est néanmoins extrêmement faible. Les mesures de biosécurité appliquées sont généralement peu efficaces contre les arthropodes vecteurs. 	Extrêmement faible à très faible (3 à 4 sur une échelle de 0 à 9)
P3 - Probabilité que ces produits proviennent de bovins eux-mêmes infectés de DNC et non détectés en élevage au moment de la collecte	<ul style="list-style-type: none"> La morbidité intra-troupeau a été calculée en utilisant les données des rapports de déclaration d'infection à l'OIE. Les experts ont sélectionné 59 élevages (de plus de 50 animaux) déclarés infectés entre avril et septembre 2016 en Grèce et en Bulgarie. La prévalence intra-troupeau calculée était : min: 0,3 %, médiane: 3 %, max: 25 %. Cette valeur n'est calculée que sur le nombre de bovins présentant des signes cliniques, la Grèce et la Bulgarie n'effectuant pas de test virologique pour les animaux ne présentant pas de signes cliniques. Il ne s'agit donc pas de prévalence intra-troupeau mais de la morbidité dans le troupeau. Ce chiffre devrait cependant être moins élevé dans des cheptels récemment infectés. 	Assez élevée à élevée (7 à 8 sur une échelle de 0 à 9)

Probabilité	Argumentation de l'estimation	Probabilité qualitative estimée par les experts
P4 - Probabilité que ces produits soient eux-mêmes infectés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les experts considèrent qu'ils sont le plus souvent infectés (avec une incertitude très élevée, du fait du manque de données) dans le cas des ovules et des embryons. 	Elevée (8 sur une échelle de 0 à 9)
P5a - Probabilité que de la semence congelée stockée au moins 30 jour avant expédition, ne soit pas détectée comme potentiellement infectée avant introduction ou utilisation en France	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les conditions de suivi des animaux dans les centres de collecte de sperme agréés et le pré-stockage de la semence congelé pendant 30 jours (permettant de vérifier si des cas surviennent ou non dans le centre et/ou la zone) sont susceptibles de réduire à quasi nulle à minime la probabilité de non détection du produit comme éventuellement contaminé. 	Quasi-nulle à minime (1 à 2 sur une échelle de 0 à 9)
P5b - Probabilité que de la semence fraîche ou des ovules et embryons congelés pré-stockés au moins 30 jours avant expédition, ne soient pas détectés comme potentiellement infectés avant introduction ou utilisation en France	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La probabilité de non détection augmente si l'expédition concerne de la semence fraîche. ▪ C'est le cas également pour les ovules et les embryons congelés, même s'ils font l'objet d'un pré-stockage. 	Extrêmement faible à très faible (3 à 4 sur une échelle de 0 à 9)
P5c - Probabilité que des ovules et des embryons non congelés ne soit pas détectés comme potentiellement infectés avant introduction ou utilisation en France	<ul style="list-style-type: none"> ▪ la probabilité de non détection est plus importante pour les ovules et embryons non congelés. 	Faible à peu élevée (5 à 6 sur une échelle de 0 à 9)
P6 - Probabilité que des produits infectés fassent partie d'un lot destiné à la France	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les pays de la zone à risque exportent peu ou pas vers la France (données Eurostat), cette part étant considérée très faible par rapport au volume produit. 	Très faible à faible (4 à 5 sur une échelle de 0 à 9)
P7 - Probabilité que le virus présent dans les produits survive pendant le transport.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les produits sont en général congelés, ce qui augmente la survie du virus. 	Très élevée (9 sur une échelle de 0 à 9)

* Probabilités calculées sur une année, basées sur la situation épidémiologique de janvier 2017, la réglementation européenne existante à cette même date et les données des échanges sur l'année 2016.

La probabilité d'introduction est le résultat des croisements successifs, en utilisant le tableau de croisement (Annexe 11) présenté dans le rapport AFSSA sur l'analyse qualitative de risque précédemment mentionné, entre les diverses probabilités (croisement P1-P2, le résultat étant croisé avec P3, etc.) (Afssa 2008).

Au final, la probabilité d'introduction du DNCV en France dans un lot de sperme, ovules ou embryons expédiés depuis la zone à risque (en 2016, les volumes échangés étaient très faibles pour ces produits) est estimée par les experts comme quasi-nulle (1 sur une échelle de 0 à 9) s'il s'agit de semence congélée stockée au moins 30 jour après collecte et avant expédition, et quasi-nulle à minime (1 à 2 sur une échelle de 0 à 9) pour la semence fraîche, les ovules et les embryons congelés pré-stockés, ainsi que pour les ovules et des embryons non congelés.

- *Probabilité d'exposition*

En cas d'introduction et d'utilisation en France de ces produits, s'ils sont infectieux, l'exposition sera de 100%, d'où l'importance d'exclure tout risque d'introduction. La probabilité d'exposition est donc estimée comme très élevée (9 sur une échelle de 0 à 9).

En conclusion, la probabilité d'apparition d'un foyer par insémination ou transfert d'embryons après utilisation de sperme, ovules ou embryons expédiés depuis une zone à risque, qui résulte du croisement des probabilités d'introduction et d'exposition, peut être estimée comme quasi-nulle (1 sur une échelle de 0 à 9) s'il s'agit de semence congélée stockée au moins 30 jour après collecte et avant expédition, et quasi-nulle à minime (1 à 2 sur une échelle de 0 à 9) pour la semence fraîche, les ovules et les embryons congelés pré-stockés et quasi-nulle à minime (1 à 2 sur une échelle de 0 à 9) pour les ovules et des embryons non congelés.

Annexe 6 - Rapport de l'ANSES traitant la probabilité d'introduction de la DNCB en France par le lait et le colostrum de bovins ou de buffles infectés (ANSES, 2017)

■ **Lait et colostrum de bovins ou buffles infectés**

Qu'il s'agisse de la conséquence d'une éventuelle excréption virale ou d'une contamination durant la traite à partir des lésions cutanées, le virus peut être détecté dans le colostrum et le lait des femelles atteintes de DNC (Weiss 1968, Sharawi et Abd El-Rahim 2011). Il n'existe pas de données précises sur le niveau (sans doute faible, rendant difficile l'isolement viral) d'excrétion, sur sa durée, sur la survie du virus dans ces produits, ni sur l'importance ou même la réalité de ce mode de transmission. La contamination éventuelle du lait ou du colostrum mérite néanmoins d'être prise en compte lorsqu'ils sont destinés à l'alimentation des veaux.

Le DNV est cependant sensible à la chaleur, donc détruit par un traitement thermique adapté de ces produits²⁶. Les experts ne disposent pas, cependant, des données leur permettant de définir avec certitude si les traitements (températures en particulier) utilisés lors des process de transformation du lait (souvent expédié sous forme de lait en poudre) et du colostrum permettent ou non la destruction du virus éventuellement présent.

Le risque évalué est celui en rapport avec l'introduction en France de lait ou colostrum issus d'élevages bovins de la zone à risque. Les données Eurostat sur la période de janvier 2015 à août 2016 font état d'introduction de lait seulement depuis la Roumanie (1 141 100 kg en 2015, seulement 300 kg en 2016), sans précision, cependant, sur la part dédiée à l'alimentation animale. Les experts ne disposent pas, non plus, de données sur l'éventuelle introduction de colostrum depuis des pays de la zone à risque.

Dans ces conditions, et considérant le peu d'informations disponibles sur le danger représenté par le colostrum, les experts ont décidé de ne considérer le risque DNC qu'au regard des introductions de lait en provenance des pays de la zone à risque.

Dans le scénario envisagé, les experts ont considéré, d'une part le nombre limité d'exploitations éventuellement atteintes (dans un pays récemment infecté, le nombre d'élevages atteints devrait être faible, vraisemblablement moins d'une dizaine), d'autre part, la faible proportion de vaches infectées (en incubation ou asymptomatiques) dans ces cheptels (équivalant au plus à la prévalence telle que précédemment calculée dans les troupeaux atteints, c.à.d. 0,3 à 25 %, avec une médiane de 3 %), et, enfin, de la faible quantité de virus dans le lait rapportée dans les rares publications. Dans ces conditions, la dilution du lait produit par les vaches éventuellement infectées dans l'ensemble du lait collecté par la laiterie exportatrice réduit fortement la probabilité que le lot exporté puisse représenter un danger.

En conséquence, la probabilité d'introduction par l'intermédiaire de lait contaminé destiné à l'alimentation bovine est estimée comme quasi nulle (1 sur une échelle de 0 à 9). Ce risque est nul en cas de traitement thermique adapté préalable du lait.

Même en considérant le risque d'exposition comme élevé (probabilité qu'il faudrait reconsidérer au regard d'une détermination de la dose minimale infectante par ingestion, aujourd'hui inconnue), la

probabilité de survenue d'un foyer de DNC liée à l'introduction de produits laitiers en provenance de la zone à risque peut être estimée comme nulle à quasi-nulle (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9).

En conclusion, la probabilité d'apparition d'un foyer de DNC par l'intermédiaire de lait destiné à l'alimentation animale est estimée comme nulle à quasi-nulle (0 à 1 sur une échelle de 0 à 9).

LA DERMATOSE NODULAIRE CONTAGIEUSE BOVINE : SITUATION ÉPIDÉMIOLOGIQUE ET RISQUE POUR LA FRANCE EN 2017

NOM et Prénom : PENNUEN Anaïs

Résumé

La dermatose nodulaire contagieuse bovine est une maladie virale épidémique, non zoonotique, faisant partie des dangers de première catégorie et étant inscrite sur la liste des maladies réglementées. Elle se caractérise par la présence de nodules cutanés répartis sur l'ensemble du corps, associé à des signes cliniques plus ou moins sévères. Elle se transmet principalement grâce à des vecteurs très divers, mais aussi par contact entre animaux infectés. Les pertes économiques associées à cette maladie sont importantes du fait de la baisse de production laitière et de l'amaigrissement important des bovins.

La maladie, auparavant cantonnée en Afrique, a fait une première apparition en Europe en 2015 en Grèce, avant de s'étendre au reste des pays des Balkans en 2016. Grâce aux mesures mises en place, comprenant notamment l'abattage des bovins des exploitations infectées, la mise en place de zones de restrictions de mouvements, une surveillance clinique importante et surtout la vaccination d'urgence, l'épidémie des Balkans a rapidement été maîtrisée par tous les acteurs. Ces mesures ont permis dans un premier temps de stopper la diffusion de la maladie, et dans un second temps de l'éradiquer de certains des pays touchés comme la Grèce par exemple. La vaccination a ainsi été un des piliers de la lutte contre la dermatose nodulaire contagieuse en Europe.

Etant donné l'émergence de la maladie, les agences de sécurité sanitaire ont conduit des travaux d'appréciation du risque : l'EFSA s'est intéressé à la vaccination dans les pays infectés et les services vétérinaires en France ont demandé à l'ANSES d'établir une appréciation du risque d'apparition d'un premier foyer au sein du territoire français au plus fort de l'épidémie à l'Est de l'Europe. Ce risque a alors été estimé par des experts de l'Anses en 2017 comme « faible » (4 sur une échelle comprenant 9 niveaux). Le risque pour la France en 2017 semblait donc peu élevé. Cependant, bien que la maladie semble éradiquée de la majorité des pays d'Europe en 2018, la surveillance reste primordiale, car les pays frontaliers comme la Turquie sont toujours atteints par la dermatose nodulaire contagieuse à ce jour.

**Mots clés : DERMATOSE NODULAIRE CONTAGIEUSE / PATHOLOGIE / MALADIE
CONTAGIEUSE / MALADIE ÉMERGENTE / ÉPIDÉMIOLOGIE / RISQUE / BOVIN / FRANCE**

Jury :

Président : Pr. HOUENOU

Directeur : Mme Barbara DUFOUR

Assesseur : Mr Yves MILLEMANN

THE LUMPY SKIN DISEASE : EPIDEMIOLOGICAL SITUATION AND RISK FOR FRANCE IN 2017

SURNAME : PENNUEN Anaïs

Summary

The lumpy skin disease is an epizootic, non-zoonotic viral disease which concerns cattle. It is classified as a first-class hazard and is listed as a regulated disease. It is characterized by the presence of cutaneous nodules distributed throughout the body, associated with others clinical signs, more or less severe. It is mainly transmitted by various vectors, but also by contact between infected animals. The economic losses brought by this disease are important because of the decline in milk production and the significant weight loss in cattle.

The disease, formerly confined to Africa, made its first outbreak in Europe in 2015 in Greece, before spreading to the rest of the Balkan countries in 2016. The epizootic of the Balkans was quickly handled by all actors thanks to several measures, including the elimination of cattle in infected farms, the establishment of restricted areas, important clinical surveillance and especially emergency vaccination. These measures have first made it possible to stop the spread of the disease, and then eradicate the disease from some of the affected countries such as Greece for example. Vaccination has been one of the pillars in the management of lumpy skin disease in Europe.

Considering the emergence of the disease, sanitary authorities established an assessment of the risk : EFSA experts considered the vaccination in affected countries and veterinary services in France asked the ANSES to establish an assessment of the risk of occurrence of a first outbreak in the French territory during the epizootic in East Europe. This risk was estimated by ANSES experts in 2017 as "low" (4 on a scale of 9). However, although the disease seems to be eradicated from most European countries in 2018, surveillance remains important, as border countries like Turkey are still affected by lumpy skin disease nowadays.

Keywords : LUMPY SKIN DISEASE / PATHOLOGY / CONTAGIOUS DISEASE / EMERGING DISEASE / EPIDEMIOLOGY / RISK / BOVINE / FRANCE

Jury :

President : Pr. HOUENOU

Director : Mme Barbara DUFOUR

Assessor : Mr Yves MILLEMANN