



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction générale
de l'alimentation**

DERMATOSE NODULAIRE CONTAGIEUSE

ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ENTOMOLOGIQUES

Table des matières

Sources principales (bibliographie en fin de document).....	1
Espèces piqueuses jouant un rôle en Europe	2
Capacité de dispersion des insectes vecteurs.....	2
Durée de vie du DNCV chez les mouches hématophages.....	4
Rôles des espèces animales.....	5
Période d'inactivité ou de moindre activité vectorielle.....	6
Désinsectisation.....	6
Questions à aborder avec les experts : opportunité de désinsectiser ?.....	7
En conclusion	8
Bibliographie plus précise.....	8

Sources principales (bibliographie en fin de document)

- Rapport ANSES 2017 Risque d'introduction de la dermatose nodulaire contagieuse en France <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2016SA0120Ra.pdf>
- EFSA 2021 Assessment of the control measures for category A diseases of Animal Health Law: Lumpy Skin Disease <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6707>
- FAO Lumpy skin disease. A field manual for veterinarians <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1c277d5a-b2eb-42f3-a32a-9c71fde089f0/content>
- Fiche technique OMSA <https://www.woah.org/app/uploads/2022/06/lumpy-skin-disease-final-v1-1forpublication.pdf>
- Lumpy Skin Disease: A Systematic Review of Mode of Transmission, Risk of Emergence and Risk Entry Pathway. Bianchini et al. 2023 <https://www.mdpi.com/1999-4915/15/8/1622>

Espèces piqueuses jouant un rôle en Europe

Nécessité que l'espèce soit hématophage et que le vecteur interrompe son repas de sang sur l'hôte (bovin).

- Les tiques incriminées en Afrique (*Rhipicephalus appendiculatus*, *Rhipicephalus decoloratus*, *Amblyomma hebraeum*) ne sont pas présentes en Europe.
- Moustiques : rôle d'*Aedes aegypti* démontré (Chihota et al. 2001) mais pas présent en France. Pas de rôle démontré chez le moustique tigre (*Aedes albopictus*) ni chez *Anopheles* ou *Culex* (Chihota et al. 2003). Volume de sang retenu par les pièces buccales des moustique équivalent à 1/10 000^e de ce qui est retenu par les tabanidés
- Mouche domestique : même si le virus de la DNC a pu être détecté chez la mouche domestique, aucune transmission expérimentale n'a été démontrée (Sprygin 2017 ; Wang et al. 2022). Ainsi, les mouches domestiques peuvent avoir du virus sur elles (trompe, pattes), mais pour que la transmission mécanique du virus soit efficace, une effraction de la peau des bovins est nécessaire. Leur rôle potentiel en cas de forte densité et de proximité des animaux reste à explorer.
- **Transmission avérée en Europe (avec preuve expérimentale) pour 2 espèces/famille principales : *Stomoxys calcitrans* et tabanidés** (Tabanidae : environ 100 espèces en France – démontré avec *Haematopota* spp.). Espèces mentionnées dans la fiche OMSA. Volume de sang retenu sur les pièces buccales : 0,4 nL pour *Stomoxys calcitrans*, et 12,5 nL pour *Tabanus fuscicostatus* (Sohier et al. 2019)

Capacité de dispersion des insectes vecteurs

Point déterminant pour définir l'unité épidémiologique

- Dispersion active :
 - pour les stomoxes de 150 m à 1,6 km (max 5 km) (Showler et Osbrink 2015; Lempereur et al. 2018). Cependant, physiologiquement l'insecte pique près des animaux sur lesquels il a commencé son repas. Les distances sont donc bien moindres quand le repas de sang de l'insecte est interrompu. Pour mémoire, un stomoxe fait 1 voire 2 repas par jour (Mâles et femelles sont hématophages). En cas de dépeuplement d'un élevage, les stomoxes en place se disperseront à la recherche de nouveaux hôtes, ce qui représente un risque potentiel d'exportation d'agents pathogènes encore actifs dans les 24 heures qui suivent le dépeuplement.

- Pour les tabanidés, s'ils ne sont pas en recherche de nourriture, ils restent au même endroit. Après interruption du repas de sang, l'éloignement maximal du premier animal est alors de l'ordre de 50 m (Barros et Foil, 2007). En l'absence d'hôtes à proximité, les taons peuvent parcourir jusqu'à 6 km (Sheppard et Wilson 1976) ou beaucoup plus jusqu'à trouver un hôte (pas de limite connue à la distance qu'ils peuvent parcourir à la recherche d'un hôte ; en outre, les tabanidés peuvent, comme les stomoxes, survivre en s'alimentant de jus sucrés ou autres liquides nutritifs dans l'attente d'un repas sanguin). Les repas des tabanidés sont espacés de quelques jours (seules les femelles sont hématophages). On ignore à ce stade si les tabanides alimentés sur un bovin infecté par le virus de la DNC peuvent rester infectants d'un repas à l'autre (3-5 jours plus tard).
- Dispersion passive
 - Possible par le vent mais il s'agit d'insectes lourds en comparaison des *Culicoides*. Un modèle développé par l'INRAE pourrait être utilisé (Bibard et al., 2024). Par ailleurs pour les stomoxes, moindre activité de recherche quand la force du vent est élevée. Il a été observé des records de dispersion de stomoxes par les vents atteignant plus de 200km, mais ce genre de phénomène est considéré comme exceptionnel.
 - Via des véhicules
 - Les taons peuvent pénétrer dans les véhicules contrairement à ce qui écrit dans le rapport Anses 2017
 - Pour les stomoxes, hypothèse prise en compte par l'Anses

NB : pour la besnoitiose, si l'on considère la transmission mécanique immédiate (au cours d'un même repas d'un insecte), une distance de 100-200m est considérée comme suffisante pour éviter que des mouches hématophages passent d'un premier groupe d'animaux (contaminés) à un second groupe d'animaux (indemnes) et puissent en conséquence transmettre l'infection et ainsi provoquer la séroconversion du second groupe.

A noter que pour qu'un insecte qui accompagne une espèce animale non sensible transmette l'infection, il faut :

- que des bovins soient infectés et qu'ils soient piqués
- que les animaux des espèces non sensibles soient situés à proximité des bovins
- que l'insecte interrompt son repas de sang sur un bovin infecté et se pose sur l'espèce non sensible avant le transport
- que l'insecte suive cet animal durant le transport sans compléter son repas de sang,
- que sur le lieu de destination il y ait aussi des bovins
- tout cela dans un délai compatible avec la survie du virus sur les pièces buccales

⇒ **Ce schéma est très théorique et jugé peu probable.**

Une réserve doit toutefois être exprimée, dans l'hypothèse où du sang infecté contenu dans le jabot des stomoxes peut être régurgité lors du repas suivant ; dans ce cas, un insecte restant contaminant peut être déplacé par véhicule entre deux repas et constituer une source d'infection à son arrivée sur un nouveau site. Les déplacements d'animaux présents dans le périmètre des foyers doivent donc être évités. A ces réserves s'en ajoutent d'autres si la durée d'infectivité des insectes gorgés sur bovins infectés demeurent infectants sur de plus longues durées.

Durée de vie du DNCV chez les mouches hématophages

Etudes menées principalement sur stomoxes :

Il convient de bien distinguer ici ce qui relève de la DETECTION par les outils PCR et de la SURVIE du virus (attestée par les isollements viraux) proprement dite. Dans certains travaux, les données distinguent la durée de survie du virus sur les pièces buccales qui est toujours inférieure à la durée de survie du virus dans le corps ou les fèces de l'insecte.

- Après infection expérimentale de stomoxes en laboratoire selon des modèles de repas complets et repas interrompus (insectarium de Parasitologie, ENVT) avec une charge élevée en virus (10^8 UFP/ml), et suivi de la cinétique pendant 8 jours, il a été montré que la quantité de virus présente dans les stomoxes entiers diminue drastiquement dans les 24h post-infection (notamment à partir de 30h, puis 36h, même si de l'ADN est encore détectable à 8 jours post-infection). Les signaux PCR sont bien plus forts dans les abdomens que sur les dissections de pièces buccales ($Ct > 30$, même à des temps post-infection très précoces). De l'ADN est détectable (en faible quantité $Ct > 30$) dans des nourrisseurs de sang sain receveur pendant 3 jours post-infection (mimant une transmission par piqûre). Après mise en culture des broyats d'abdomens, nous avons détecté de nombreux foyers infectieux fluorescent 45 mn après nourrissage, mais très peu à 24h00 (puis plus rien ensuite). Notre cinétique de suivi a été effectuée à 3h, 6h, 9h, 12h, 24h, 27h, 30h, 33h, 36h, 48h. Les charges virales restent élevées pendant les 36 premières heures post-infection dans les abdomens, mais restent faibles dans les pièces buccales en pour tous points de la cinétique. **L'ensemble de ces résultats expérimentaux confirment le rôle de vecteur mécanique pour les stomoxes sur une courte durée post-infection : 36h max, avec une forte diminution de la quantité d'ADN détectée après 12h post-infection** (Projet Carnot New-Sy LSD, responsables du *work package* transmission expérimentale : Emilie Bouhsira & Stéphane Bertagnoli ; résultats disponibles dans le rapport de fin de projet).

- Ces données sont en cohérence avec d'autres travaux scientifiques chez les stomoxes :

Matrice analysée	DETECTION (ADN viral) ou SURVIE (isolement du virus)	Nombre de jours après repas	Référence
Tête, corps et sang régurgité	DETECTION	3 jours	Paslaru et al. 2020
Fèces	DETECTION	2 jours	Paslaru et al. 2020
Corps et fèces	SURVIE	2 jours	Paslaru et al. 2020
Sang régurgité	SURVIE	12 heures	Paslaru et al. 2020
Proboscis	DETECTION	48 heures	Issimov et al, 2020
Proboscis	SURVIE	6 heures	Issimov et al, 2020
Tête+corps	DETECTION	8 jours	Sanz-Bernardo et al, 2020
Proboscis	DETECTION	8 jours	Sanz-Bernardo et al, 2020

Aucune étude chez les tabanidés.

Rôles des espèces animales

Seuls les bovins, buffles et zébus sont réputés sensibles. Pas de rôle de la faune sauvage européenne avéré mais extension à la faune sauvage notée hors Europe (Ul-Rahman et al. 2024). Une insuffisance d'études réalisées dans ce domaine amène à considérer comme questions ouvertes la réceptivité/sensibilité et le rôle joué par la faune sauvage européenne (chamois, cervidés...).

Rôle d'autres espèces discuté dans la littérature (Lefèvre, Blancou, et Chermette 2003) mais pas repris dans la fiche technique OMSA, « There are no reports of LSD in sheep and goats or of their epidemiological involvement in the disease despite being kept in close proximity to cattle ».

Les autres espèces réputées non réceptives et non sensibles (chevaux, petits ruminants) peuvent néanmoins être à proximité de bovins infectés. Dans ce cas, ils sont un facteur de dilution, car une partie des insectes va piquer ces animaux ce qui ne participe pas à la diffusion de l'infection.

Spécificités de chaque famille d'insectes

- Tabanidés présents dans des habitats naturels (pâtures, forêts...) : gîtes variés (cours d'eau, marais, sols humides...) (Duvallet, Fontenille, et Robert 2017)
- Stomoxes : gîtes larvaires dans les matières organiques végétales et en décomposition, éventuellement mélangée à des déjections animales, constitue un site de ponte de prédilection : fumier, herbe ou autres végétaux, feuilles d'arbres, refus d'aliment, balles de foin stockées dans les champs alors que les déjections pures d'animaux sont moins attractives (Duvallet, Fontenille, et Robert 2017)
- Moustiques : gîtes différents des tabanidés et stomoxes. Les moustiques pullulent plutôt en zones humides favorisant le développement des immatures (eau stagnante, mares, flaques, lac éphémère suite fonte de neige). Les récipients artificiels constituent aussi de très bons gîtes larvaires.

Période d'inactivité ou de moindre activité vectorielle

- Tabanidés : actifs de mai à septembre avec un pic en juin/juillet/août variable selon les espèces (Baldacchino et al. 2014)
- Stomoxes : pic printemps automne. Étale sur 9-10 mois (expérience sur site ENVT). Existe activité en bâtiment fin d'hiver avant mise à l'herbe (comm. pers P Jacquet)

Désinsectisation

D'une manière générale la lutte adulticide a un effet temporaire : l'application d'insecticide « Pour-on » sur le dos n'est pas optimale pour les insectes piquant sur les parties déclives (stomoxes et tabanidés). Les sprays n'ont pas d'effets rémanents.

La lutte contre les larves est plus efficace mais pas forcément avec des produits larvicides.

Une lutte intégrée a été mise en place à la Réunion (<https://www.gds974.com/wp-content/uploads/2024/08/livret-LI-new-logo-2022.pdf>) + (Duvallet 2023)

Expérimentalement, la Deltaméthrine induit une réduction de la population de tabanidés sur environ 10 jours.

Il est à noter que pour les Culicoides (vecteur de la FCO et MHE), une diminution par un facteur 2 de la population de vecteurs est observée, cependant une réduction de la transmission virale n'est pas démontrée. Appliquée sur des ovins dans des conditions d'élevage, une formulation topique de deltaméthrine produit un taux de mortalité maximal de 49 %, 4 jours après l'application, et la durée de l'effet létal a été

estimée à 10 jours seulement, bien que les tests aient été réalisés avec une souche très sensible (Venail et al. 2011). Il n'existe pas d'étude en Europe caractérisant la diminution du risque de transmission de virus par les Culicoides lors de traitements insecticides. Ces études existent aux États-Unis où Mullens et al. ont constaté que l'application de perméthrine sur le ventre de bovins n'avait pas d'effet significatif sur la transmission du virus de la FCO.

En Occitanie, on observe une résistance aux pyréthrinoïdes (deltaméthrine) sur stomoxes (tests phénotypiques et génotypiques). Pas d'informations pour les tabanidés. Il est possible/probable que cela soit aussi le cas en région AURA. De ce fait, si les molécules sont peu efficaces, leur utilisation entrainerait une fausse sécurité. Les insecticides sont par contre efficaces sur les *Haematobia* (mouches noires sur le dos des bovins). La diminution du nombre de mouches, dont le rôle dans la transmission de la DNC n'a pas été démontré, crée un effet visuel laissant croire à une efficacité des insecticides sur les stomoxes.

Questions à aborder avec les experts : opportunité de désinsectiser ?

- En milieu naturel
Il est noté que pour protéger des animaux dans la durée il faut répéter les traitements. Cela a pour conséquence une forte écotoxicité (effet sur les coléoptères coprophages).
⇒ Option non retenue
A contrario, une lutte antivectorielle fondée sur une meilleure gestion du stockage des fumiers peut avoir un net effet sur la réduction du nombre de stomoxes au sein d'une exploitation
- En bâtiment (élevage de veaux)
Compte tenu de la taille des insectes concernés, des moustiquaires sont envisageables. Il est à noter que, d'après les données collectées lors de l'épizootie de DNC en Grèce, les bovins ayant un accès à une pâture avaient un risque 6 fois plus élevé d'être infectés que les bovins hébergés à l'intérieur d'un bâtiment (Lumpy skin disease II. Data collection and analysis – EFSA - January 2018).
- Durant les transports de bovins en ZR ou vers abattoirs en limite de zones un nettoyage haute pression avec eau chaude des moyens de transports peut permettre une désinsectisation « mécanique ».

En conclusion

1. Les moyens de désinsectisation et particulièrement les moyens chimiques auront un effet limité sur la transmission
2. Les connaissances sur le rôle des insectes dans la transmission de la DNC en Europe et plus particulièrement en France sont lacunaires. Il pourrait être opportun de réaliser, idéalement avant la vaccination, des campagnes de piégeages. Si les méthodes de piégeages sont bien décrites, des précisions doivent être apportées concernant le volet virologique d'une telle étude. Les données récoltées seront utiles pour de futures évaluations du risque et donc pour la gestion de la DNC

Bibliographie plus précise

- Baldacchino, F., Porciani, A., Bernard, C. & Jay-Robert, P. (2013) Spatial and temporal distribution of Tabanidae in the Pyrenees Mountains: influence of altitude and landscape structure. *Bulletin of Entomological Research* 104, 1–11.
- Bibard, Amandine, Davide Martinetti, Albert Picado, Karine Chalvet-Monfray, Thibaud Porphyre, et VetAgro Sup. 2024. « Long-distance wind dispersal of *Culicoides* spp. from Sardinia to mainland Europe - Outputs of Hysplit Simulations ». Recherche Data Gouv. <https://doi.org/10.57745/IS51BX>.
- Chihota, C. M., L. F. Rennie, R. P. Kitching, et P. S. Mellor. 2001. « Mechanical Transmission of Lumpy Skin Disease Virus by *Aedes Aegypti* (Diptera: Culicidae) ». *Epidemiology and Infection* 126 (2): 317-21. <https://doi.org/10.1017/s0950268801005179>.
- Chihota, C. M., L. F. Rennie, R. P. Kitching, et P. S. Mellor. 2003. « Attempted mechanical transmission of lumpy skin disease virus by biting insects ». *Med Vet Entomol.* doi: 10.1046/j.1365-2915.2003.00445.x.
- Duvallet, Gérard. 2023. « Stomoxes : nuisance, vecteurs potentiels et lutte intégrée ». *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France* 176 (1): 87-93. <https://doi.org/10.3406/bavf.2023.18255>.
- Duvallet, Gérard, Didier Fontenille, et Vincent Robert, éd. 2017. *Entomologie médicale et vétérinaire*. IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.21923>.
- Issimov, Arman, Lespek Kutumbetov, Mukhit B. Orynbayev, Berik Khairullin, Balzhan Myrzakhmetova, Kulyaisan Sultankulova, et Peter J. White. 2020. « Mechanical Transmission of Lumpy Skin Disease Virus by *Stomoxys* Spp. (*Stomoxys*

- Calsitrans, Stomoxys Sitiens, Stomoxys Indica), Diptera: Muscidae ». *Animals* 10 (3): 477. <https://doi.org/10.3390/ani10030477>.
- Lefèvre, Pierre-Charles, Jean Blancou, et René Chermette. 2003. *Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail: Europe et régions chaudes*. Paris Londres New York Cachan: Éd. Tec & Doc Éd. médicales internationales.
- Lempereur, L., C. Sohier, F. Smeets, F. Maréchal, D. Berkvens, M. Madder, F. Francis, et B. Losson. 2018. « Dispersal Capacity of *Haematopota* Spp. and *Stomoxys Calcitrans* Using a Mark–Release–Recapture Approach in Belgium ». *Medical and Veterinary Entomology* 32 (3): 298-303. <https://doi.org/10.1111/mve.12297>.
- Mullens BA, Gerry AC, Velten RK. 2001. Failure of a permethrin treatment regime to protect cattle against bluetongue virus. *J Med Entomol*.
- Paslaru, Anca I., Niels O. Verhulst, Lena M. Maurer, Alexandra Brendle, Nicole Pauli, Andrea Vögtlin, Sandra Renzullo, et al. 2021. « Potential Mechanical Transmission of Lumpy Skin Disease Virus (LSDV) by the Stable Fly (*Stomoxys Calcitrans*) through Regurgitation and Defecation ». *Current Research in Insect Science* 1:100007. <https://doi.org/10.1016/j.cris.2020.100007>.
- Sanz-Bernardo et al. 2020. The Acquisition and Retention of Lumpy Skin Disease Virus by Blood-Feeding Insects Is Influenced by the Source of Virus, the Insect Body Part, and the Time since Feeding. *Journal of Virology*.
- Sheppard, C. & Wilson, B.H. 1976. Flight range of Tabanidae in a Louisiana bottomland hardwood forest. *Environmental Entomology*, 5, 752-754.
- Showler, Allan T., et Weste L.A. Osbrink. 2015. « Stable Fly, *Stomoxys Calcitrans* (L.), Dispersal and Governing Factors ». *International Journal of Insect Science* 7 (janvier):IJIS.S21647. <https://doi.org/10.4137/IJIS.S21647>.
- Sohier, C., A. Haegeman, L. Mostin, I. De Leeuw, W. Van Campe, A. De Vleeschauwer, E. S. M. Tuppurainen, T. Van Den Berg, N. De Regge, et K. De Clercq. 2019. « Experimental Evidence of Mechanical Lumpy Skin Disease Virus Transmission by *Stomoxys Calcitrans* Biting Flies and *Haematopota* Spp. Horseflies ». *Scientific Reports* 9 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56605-6>.
- Sprygin, A. 2018 « Detection of vaccine-like lumpy skin disease virus in cattle and *Musca domestica* L. flies in an outbreak of lumpy skin disease in Russia in 2017 ». *Transbound Emerg Dis*. doi: 10.1111/tbed.12897.
- Ul-Rahman, Aziz, Muhammad Zubair Shabbir, Muhammad Asif Raza, et Paul Rossiter. 2024. « The Expanding Host Range of Lumpy Skin Disease Virus in Wild and Domestic Animals ». *Tropical Animal Health and Production* 56 (8). <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04154-0>.

R Venail, B Mathieu, M-L Setier-Rio, C Borba, M Alexandre, G Viudes, C Garros, X Allene, S Carpenter, T Baldet, T Balenghien. 2011. Laboratory and field-based tests of deltamethrin insecticides against adult *Culicoides* biting midges. *J Med Entomol*. Doi: 10.1603/me10178.

Wang, Y. et al. 2022. « Analysis of vaccine-like lumpy skin disease virus from flies near the western border of China ». *Transbound. Emerg. Dis.*