

# FHCC: apport des approches globales bioclimatiques dans le repérage des zones à risque de transmission

Dr François Goehringer

Analyse bibliographique  
Groupe SPILF Emergence

## EMERGING INFECTIOUS DISEASES®

# Animal Exposure Model for Mapping Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus Emergence Risk

Sara Baz-Flores, Débora Jiménez-Martín,<sup>1</sup> Alfonso Peralbo-Moreno,<sup>1</sup> Cesar Herraiz,  
David Cano-Terriza, Raúl Cuadrado-Matías, Ignacio García-Bocanegra, Francisco Ruiz-Fons

- Entre 2016-2022, 12 cas humains autochtones (4 DC) rapportés en Espagne (maintenant 17 cas en comptant 2023 et 2024)
- La faible probabilité d'exposition au risque dans la population espagnol rend difficile la mise en place de mesures de prévention efficaces
- Nécessité d'appréhender les facteurs d'expositions adéquat pour cibler les bonnes populations, les lieux opportuns...
- Certaines modélisations déjà disponibles issus de surveillance sérologiques sur gibier sauvage: (sangliers ibériques, Cerf Elaphe...)

- Enquête sérologique réalisée en Andalousie auprès d'élevages ovins et caprins

- 122 fermes sélectionnées (randomisation) 61 ovin/61 caprins
- Dans chaque ferme échantillons randomisé de 20 bêtes (nb nécessaire pour séroprévalence dans exploitations avec marge d'erreur de 10%, 95% CI)
- Sérums prélevés entre décembre 2015 et février 2017, recherche Ac FHCC par ELISA (pas de confirmation séro-neutralisation car à faire en L4...)

- Analyse environnementale poussée dans l'environnement de 5 km autour de chaque ferme (granulométrie spatiale de 1 km, granulométrie temporelle de 15 jours moyennée sur 3 ans; 2014-2016)

**Table 1.** Set of explanatory predictors gathered for risk factor analyses used for mapping Crimean-Congo hemorrhagic fever virus emergence risk from animal exposure model

Factor, predictor	Description, unit of measure	Average (range)
<b>Host-related</b>		
<b>boveq</b>	<b>Cattle and horse summed density, ind/ha</b>	<b>0.08 (0–0.45)</b>
peqrum	Small ruminant density, ind/ha	0.51 (0.02–1.96)
rd	Red deer density, harvested ind/ha	0.04 (0–0.48)
wb	Eurasian wild boar density, harvested ind/ha	0.05 (0–0.24)
<b>otung</b>	<b>Other wild ungulate density, harvested ind/ha</b>	<b>0.13 (0–0.45)</b>
<b>Bioclimatic</b>		
Istinv	Mean winter land surface temperature, °C	15.77 (11.92–20.76)
Istver	Mean summer land surface temperature, °C	39.61 (32.36–45.12)
Istanu	Mean annual land surface temperature, °C	29.34 (23.01–33.60)
Istvarinv	Winter land surface temperature variation, °C	25.03 (12.32–45.47)
Istvarver	Summer land surface temperature variation, °C	21.06 (9.80–30.06)
Istvaranu	Annual land surface temperature variation, °C	121.77 (64.69–185.28)
NDVIinv	Winter normalized difference vegetation index	4,563.39 (1,969.59–7,002.13)
NDVIver	Summer normalized difference vegetation index	3,053.56 (1,235.00–5,665.86)
NDVIanu	Annual normalized difference vegetation index	3915.94 (1708.02–6546.01)
NDVIvarinv	Winter normalized difference vegetation index variation	473,323.50 (95,507.99–2,331,259.00)
NDVIvarver	Summer normalized difference vegetation index variation	126,977.60 (22,445.69–1,028,808.00)
NDVIvaranu	Variance of the annual normalized difference vegetation index	1,051,955.00 (207,897.60–3,747,242.00)
<b>Land use-related</b>		
matdi	Proportion of sparse shrubland in the buffer, %	0.11 (0–0.55)
matde	Proportion of dense shrubland in the buffer, %	0.08 (0–0.43)
<b>bos</b>	<b>Proportion of woodland in the buffer, %</b>	<b>0.06 (0–0.41)</b>

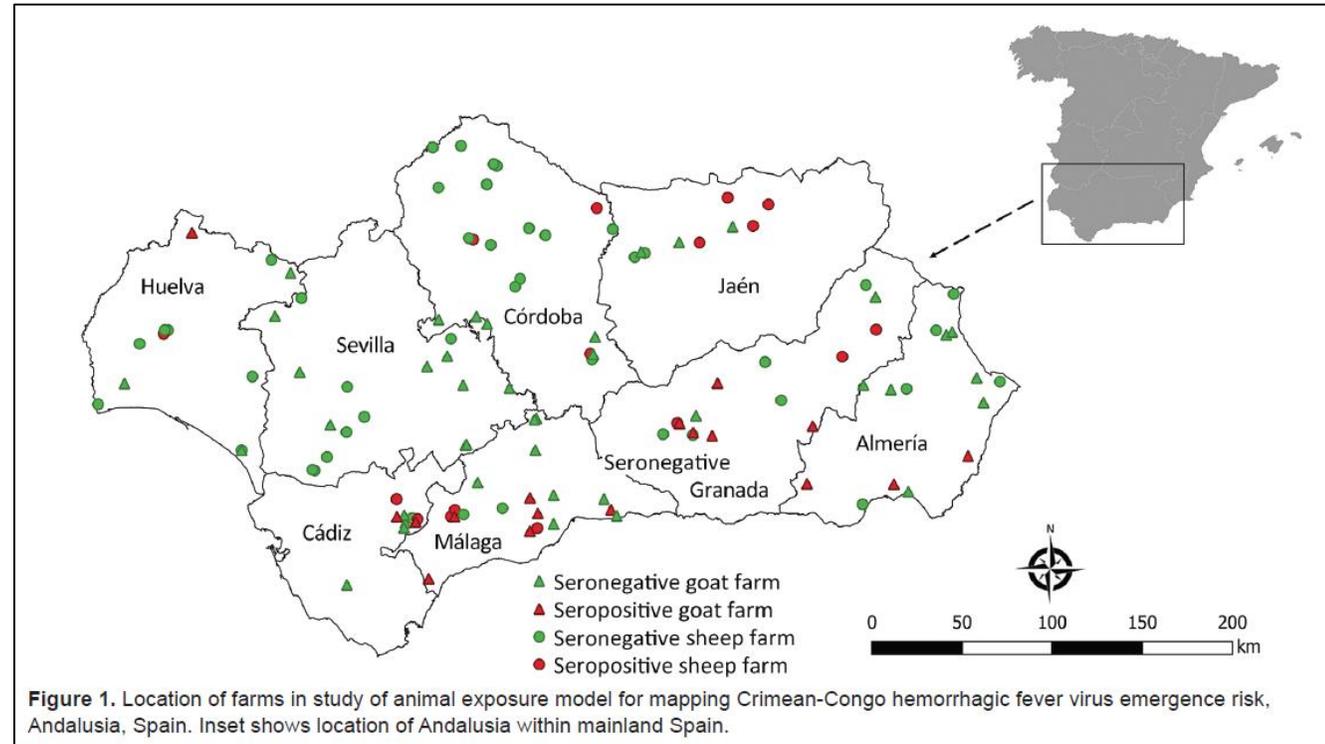
\*Boldface indicates variables selected for modeling after the descriptive analysis. ind/ha, individuals per hectare.



- Variables environnementales semblant intéressantes pour modéliser le risque d'avoir une séroprévalence élevée FHCC chez les animaux des fermes testés:
  - Densité de bovin/cheveaux par ha à proximité des fermes
  - Densité d'ongulés sauvages
  - Index annuel normalisé de différence de végétation
  - Index Hivernal normalisé de différence de végétation
  - Variation saisonnière de l'index de végétation
  - Proportion de forêt dans la parcelle

# Résultats descriptifs

- Séroprévalences FHCC ovins 3,4% [2,1-4,1]; au moins 1 animal + dans 16 des 61 fermes
- Séroprévalences FHCC caprins 3,9% [3,0-5,2]; au moins un animal + dans 18/61 fermes
- Au total 34 des 122 fermes avaient au moins un animal positif



# Modélisation:

- Finalement 3 variables bioclimatiques retenues dans le modèle final qui avait la meilleur acuité
  - Densité de bovin/chevaux par ha à proximité des fermes
  - Index annuel normalisé de différence de végétation
  - Variation saisonnière de l'index de végétation

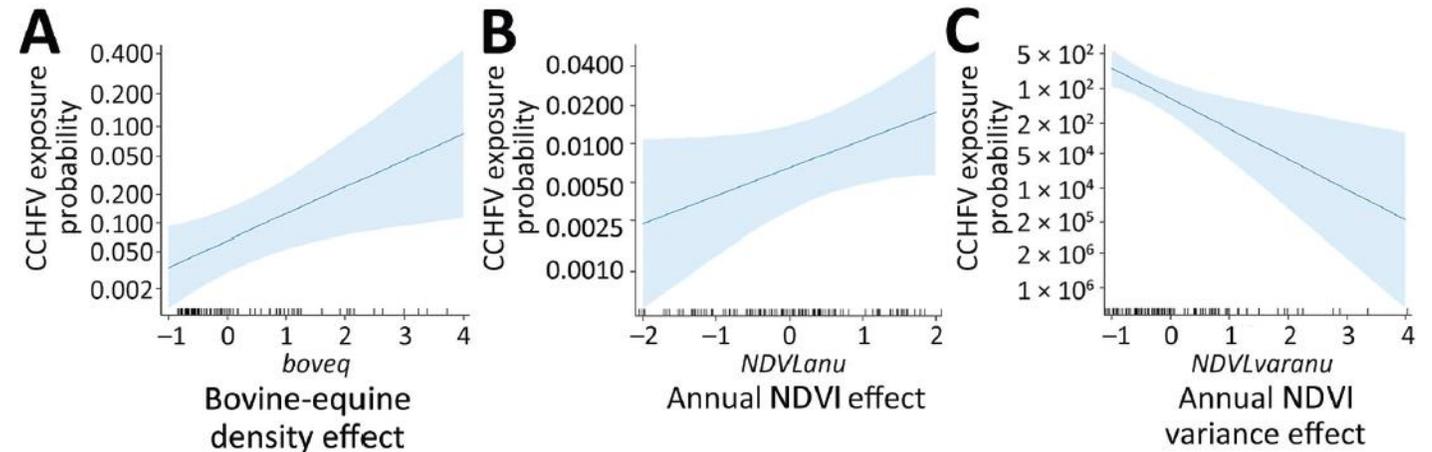
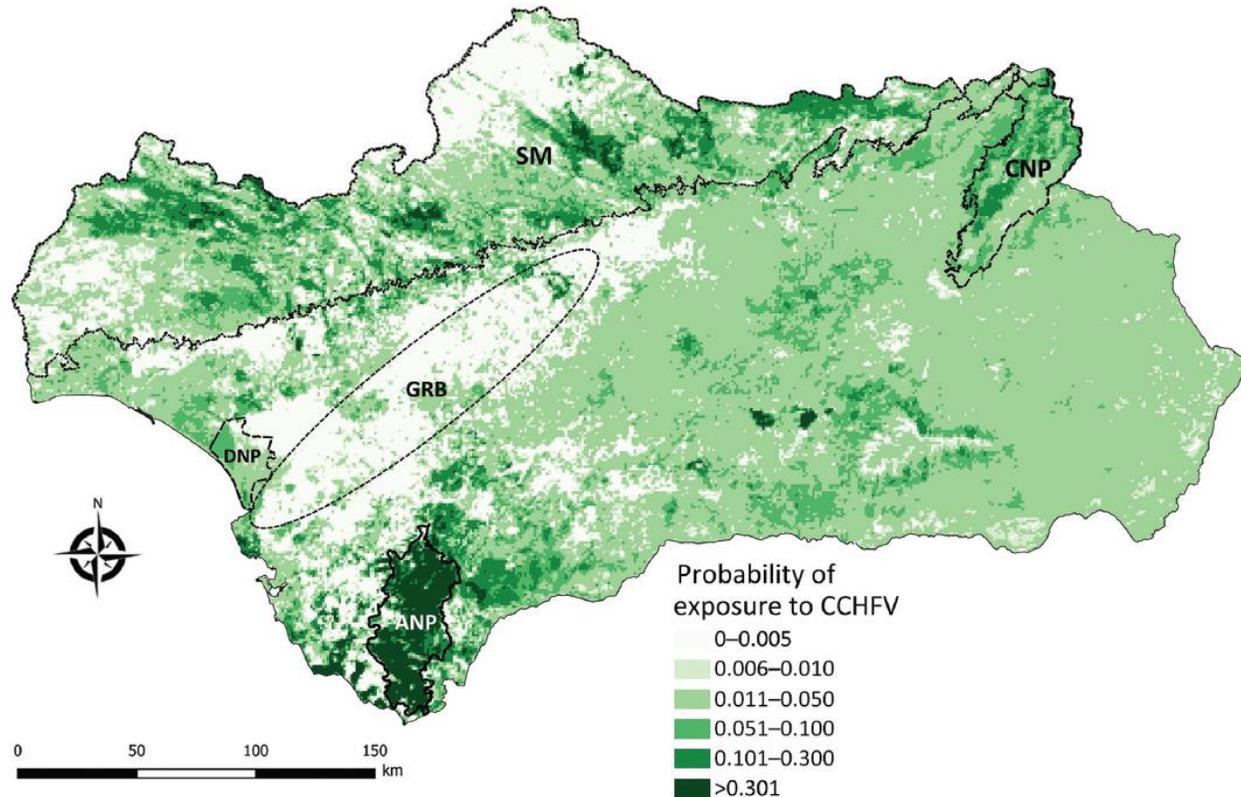


Figure 2. Model output charts displaying the effect of the best-fitted model selected variables on the risk of small ruminant exposure to Crimean-Congo hemorrhagic fever virus, Andalusia, Spain. Shaded areas indicate 95% CIs. NDVI, normalized difference vegetation index.

# Représentation spatiale du risque d'exposition des petits ruminants à FHCC d'après le modèle

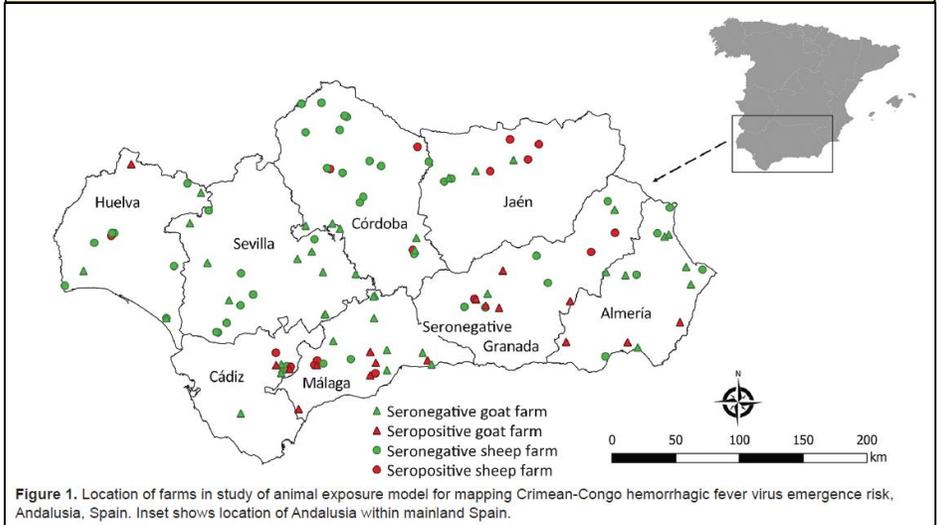


**Figure 3.** Spatial projection of model for risk for exposure of small ruminants to Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in Andalusia, Spain. The model was projected at a 1 × 1-km spatial resolution. ANP, Los Alcornocales Natural Park; CNP, Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas Natural Park; DNP, Doñana National Park; GRB, Guadalquivir River basin; SM, Sierra Morena mountain chain.



Performance par rapport à la réalité mesurée:

- Se 10,2%
- Sp 99,7%
- Acc 0,549



**Figure 1.** Location of farms in study of animal exposure model for mapping Crimean-Congo hemorrhagic fever virus emergence risk, Andalusia, Spain. Inset shows location of Andalusia within mainland Spain.

# Discussion

- Séroprévalence faible chez Ovins/Caprins vs. ongulés sauvage et Bovin/chevaux
  - Possiblement meilleurs acuité pour sélectionner les zones les plus à risque de transmission à l'homme, et donc de guider des mesures de protection aux piqûres de tiques dans les populations les plus à risque, en absence de vaccin disponible
- Impact de la présence conjointe de gros bétail, hôte préférentiel pour Hyalomma, pas d'association retrouvé avec gibier sauvage: peu d'interaction avec les troupeaux dans les fermes en question
- Plus la végétation est dense, plus le risque est important
- Moins la végétation varie de manière saisonnière, plus le risque est important (zone aride, plus éloignée des zones de culture irriguées)

Dans quel mesure ce genre de modélisation pourrait être extrapolées aux spécificité bioclimatiques françaises, et permettre une cartographie du risque dans les zones méditerranéennes du sud de la France pour y intensifier à la fois surveillance et prévention?