

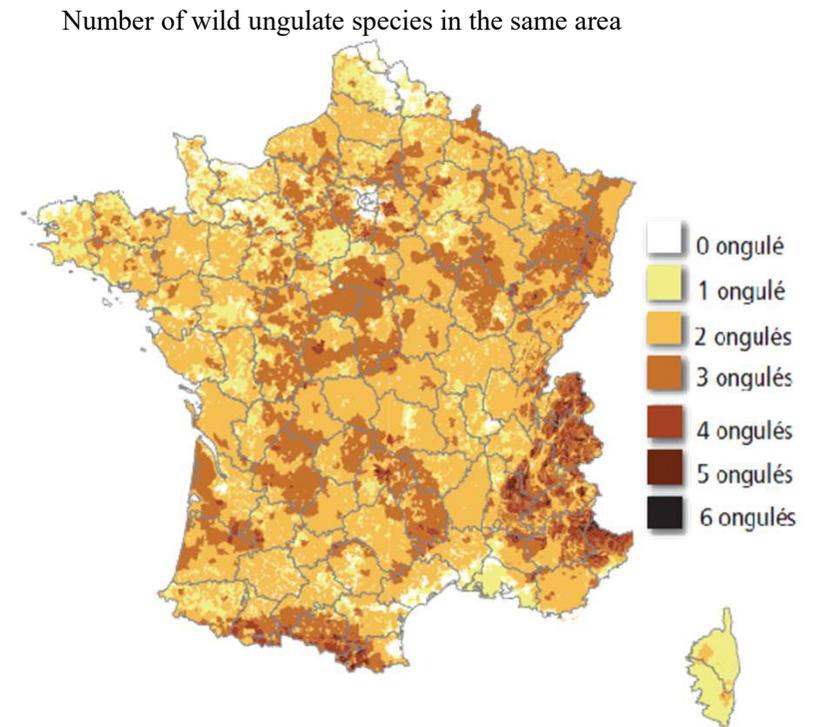
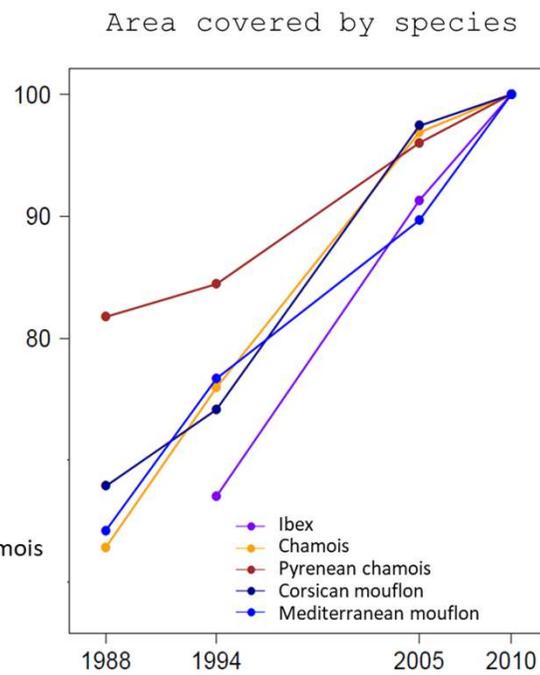
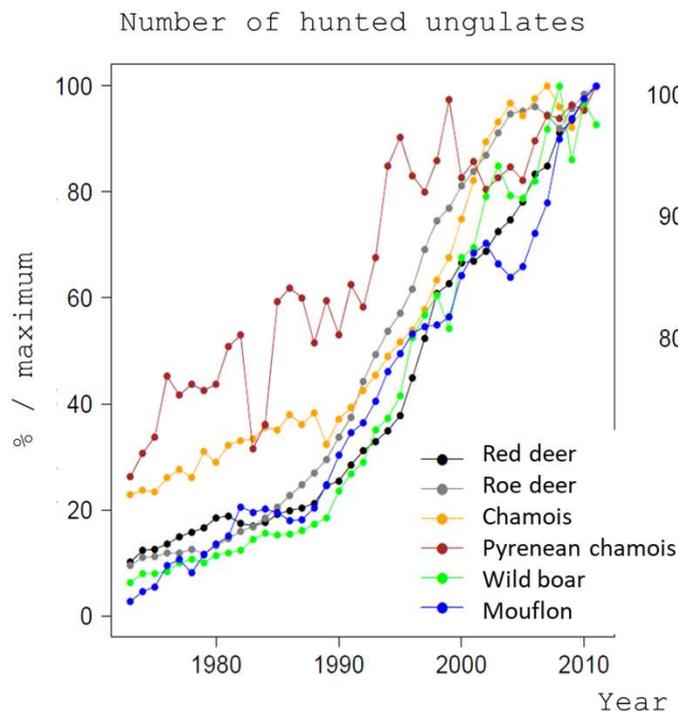
Interactions entre ruminants domestiques et sauvages

Parasitisme partagé et résistances

G. Bourgoïn, C. Beaumelle, N. Begoc, F. Veyssiere, H. Verheyden, P. Jacquet,
E. Redman, J. Derijke, R. Chen, S. Benabed, G. Capron, B. Cargnelutti, F. Debias,
J. Duhayer, B. Lourtet, S. Pardonnet, M.-T. Poirel, B Rey, C Warnant, G. Yannic, J. S. Gilleard



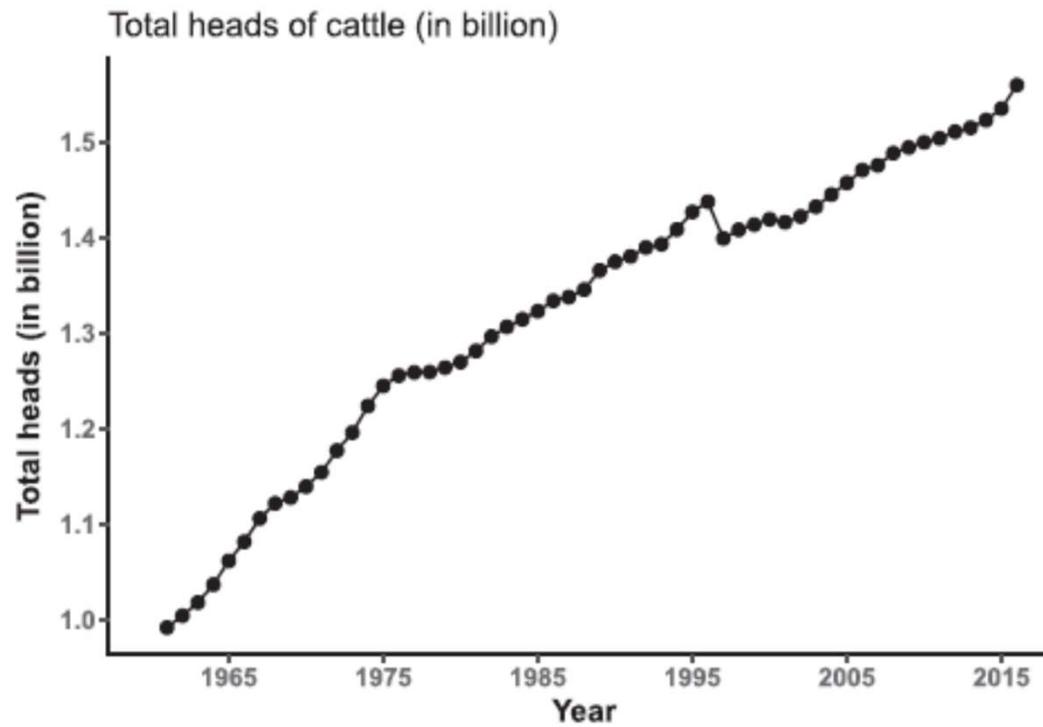
Evolution des populations d'ongulés



Réseau Ongulés sauvages ONCFS/FNC/FDG
Graphes: P. Marchand



Evolution des populations d'ongulés



Source: FAOSTAT

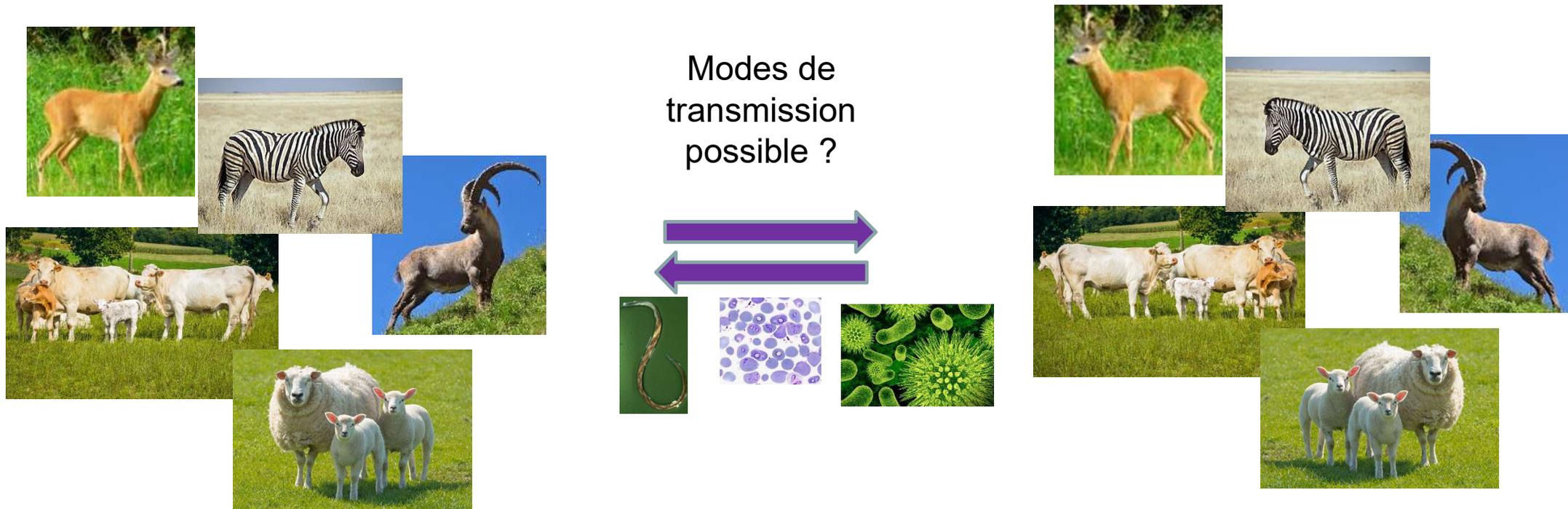




→ Transmissions de pathogènes entre espèces ?



Conditions requises pour la transmission de pathogènes?

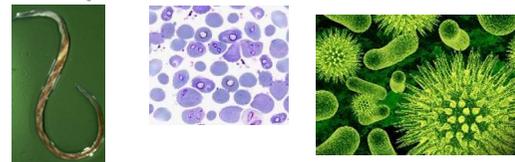


Directe, indirecte, vectorisé



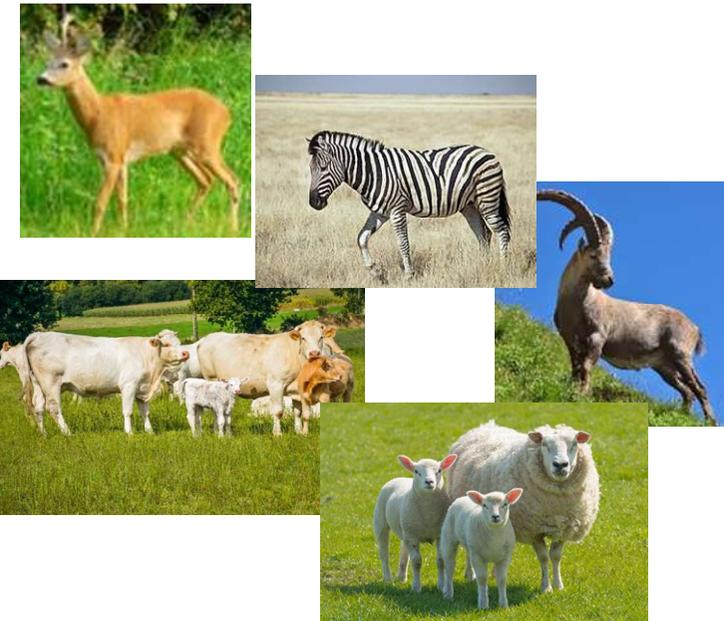
Conditions requises pour la transmission de pathogènes?

Lieux de vie, utilisation de l'habitat, dispersion



Pathogènes

Survie dans l'environnement, DDP et dispersion des vecteurs, spécificité d'hôte



Population cible

Exposition (comportement), réceptivité (immunité)



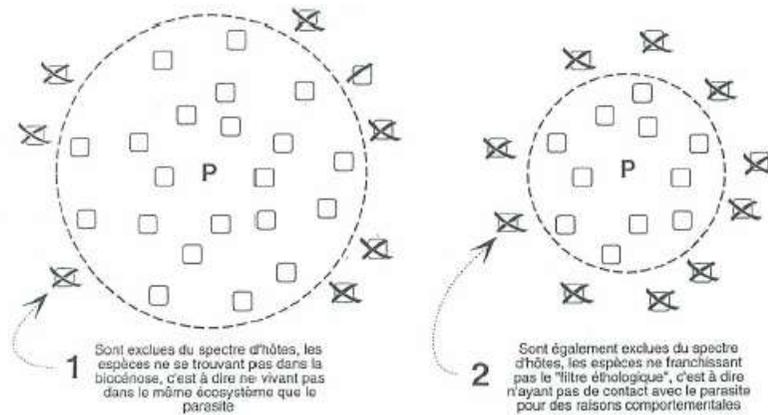
Population source

Emission/excretion du pathogène



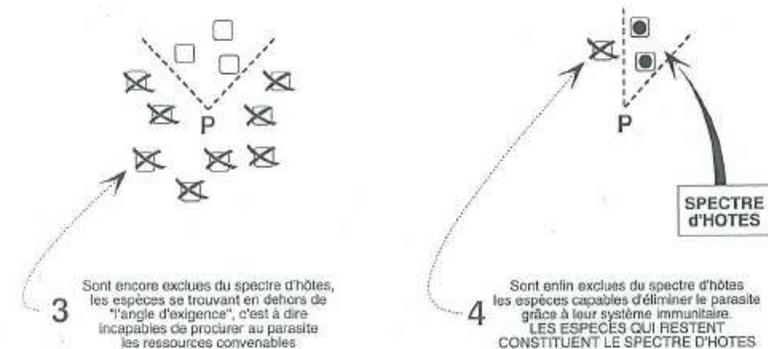
Conditions requises pour la transmission de pathogènes? Résumé chez les parasites

Filtre de rencontre



e.g., comportement d'évitement
Paysage, climat
Structure spatiale des hôtes
Flux d'individus / Interactions,

Filtre de compatibilité

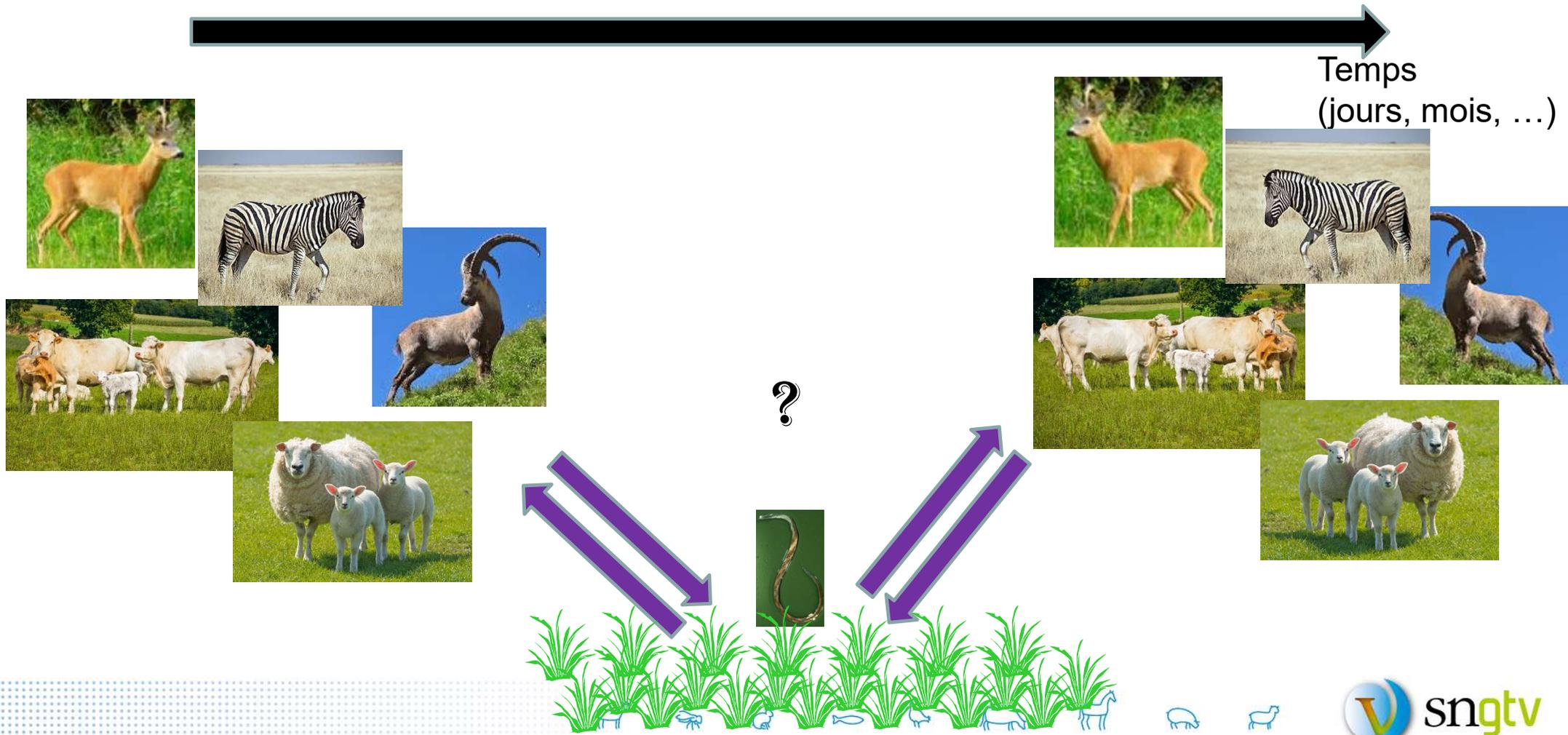


e.g., système immunitaire
Caractéristiques individuelles

Combes & Euzet
1980



Modes de transmission chez les parasites?



Des parasites qui bougent avec leur hôte ...

- A large echelle spatiale



The trematode *Dicrocoelium dendriticum* is a relatively recent invader of Canada, being first reported in eastern Canada in the 1930s and western Canada in the 1970s.

Article

« Précédent Table des matières Suivant »

Presence of *Dicrocoelium dendriticum* (Rudolphi, 1819) (Trematoda: Dicrocoeliidae) in western Canada

Paul D. Lewis Jr.

PDF (214 K)

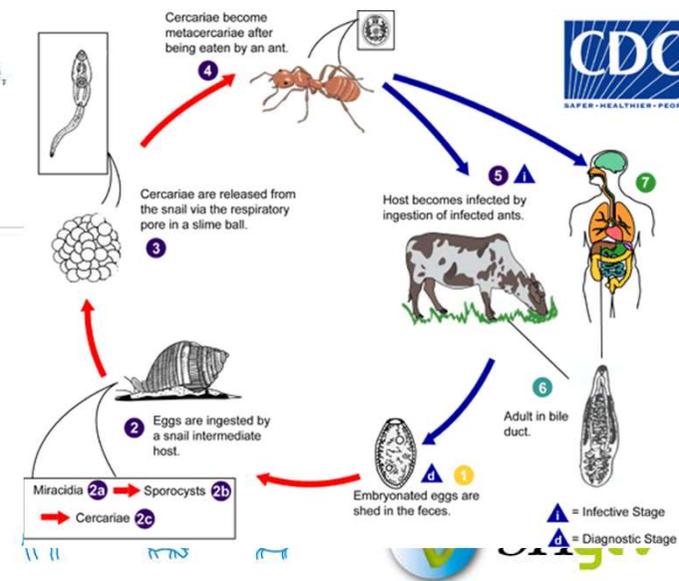
PDF-Plus (195 K)

Citation d'articles

Revue canadienne de zoologie, 1974, 52(5): 662-663, <https://doi.org/10.1139/z74-087>

RÉSUMÉ

Dicrocoelium dendriticum est mentionné pour la première fois dans l'ouest du Canada. Près de 4000 vers ont été prélevés dans les canaux cholédoques de deux bovins de Colombie Britannique, abattus à Lethbridge, Alberta, en avril 1973. D'après des rapports non publiés, il semble que *D. dendriticum* existe dans trois localités en Colombie Britannique et sa présence serait connue depuis 1965.



Population genetic analysis informs the invasion history of the emerging trematode *Dicrocoelium dendriticum* into Canada

Bradley J. van Paridon^{a,*}, Douglas D. Colwell^b, Cameron P. Goater^a, John S. Gilleard^c

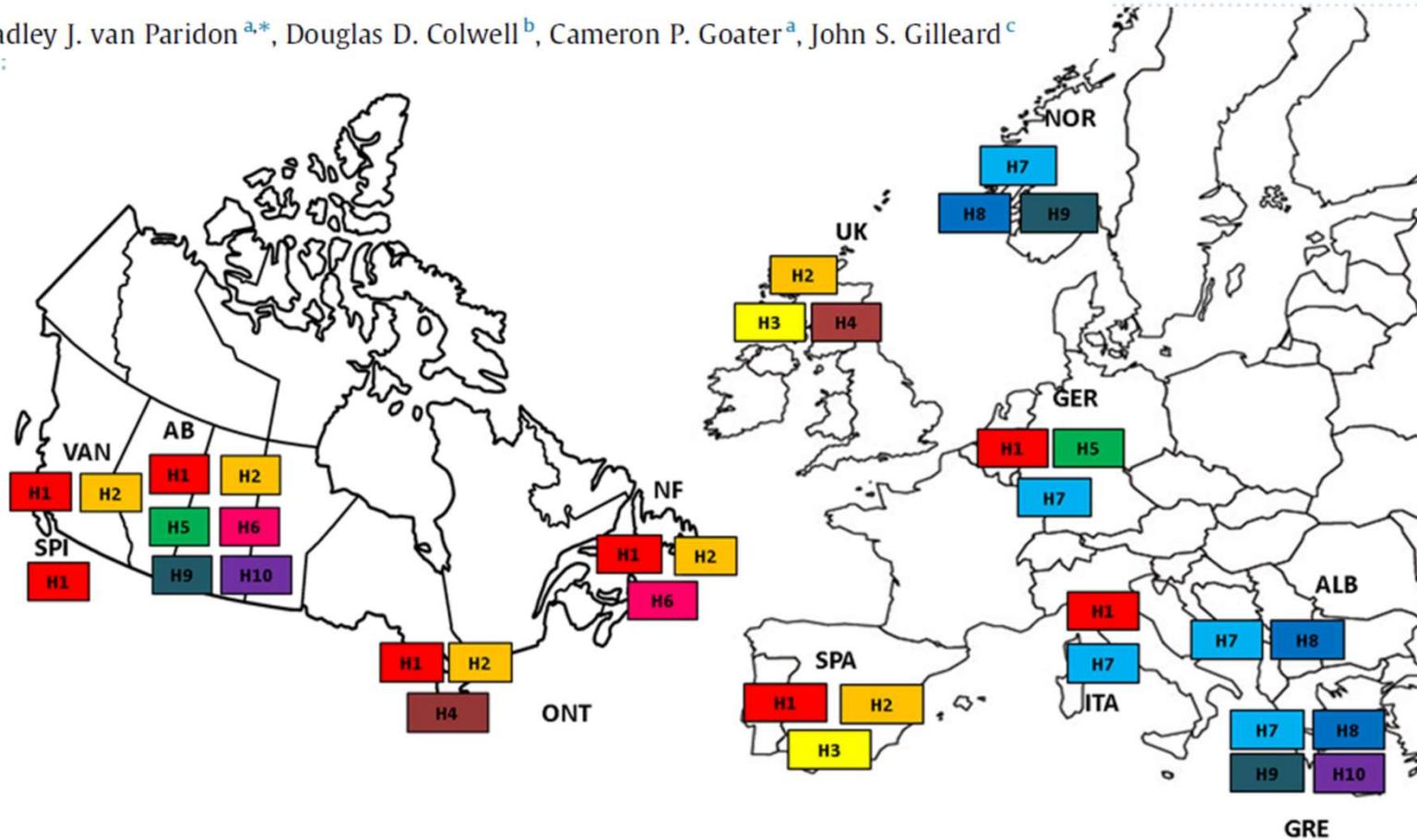
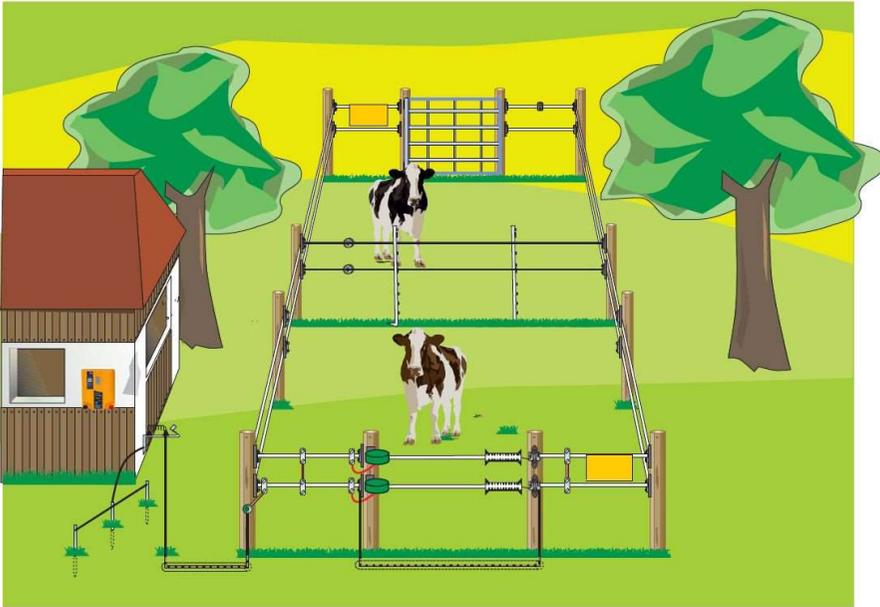


Fig. 6. Maps of Canada and Europe showing shared cytochrome c oxidase 1 (*cox1*) haplotypes of *Dicrocoelium dendriticum* present in each geographical region Canada: Salt Spring Island (SPI), Vancouver Island (VAN), Alberta (AB), Ontario (ONT), Newfoundland (NF). Europe: Spain (SPA), Italy (ITA), Germany (GER), United Kingdom (UK), Norway (NOR), Albania (ALB), Greece (GRE).



Des hôtes “libres” de leurs mouvements



vs



→ Influences des comportements socio-spatiaux et du paysage sur les déplacements des individus, les flux de genes → ... et les flux de leurs parasites



Des individus “libres” de leurs mouvements

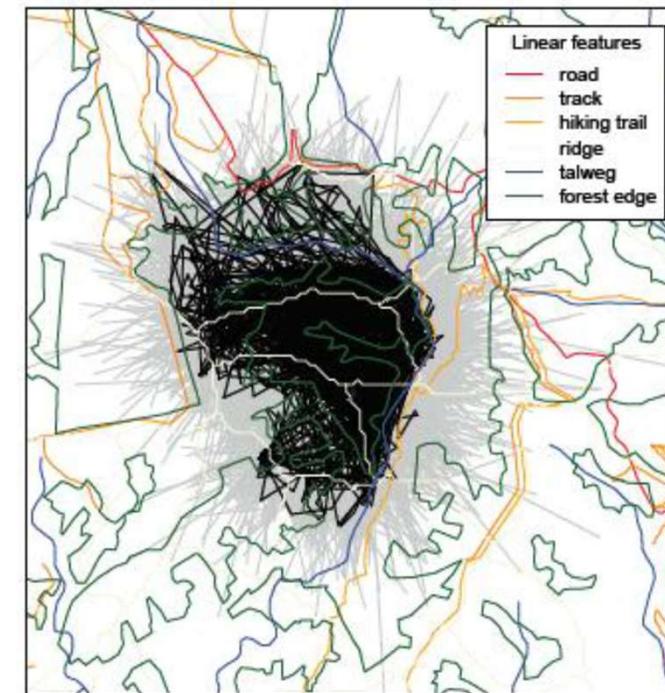
Au sein d’une population: cas du mouflon Méditerranéen dans le massif du Caroux-Espinouse



Des hôtes “libres” de leurs mouvements

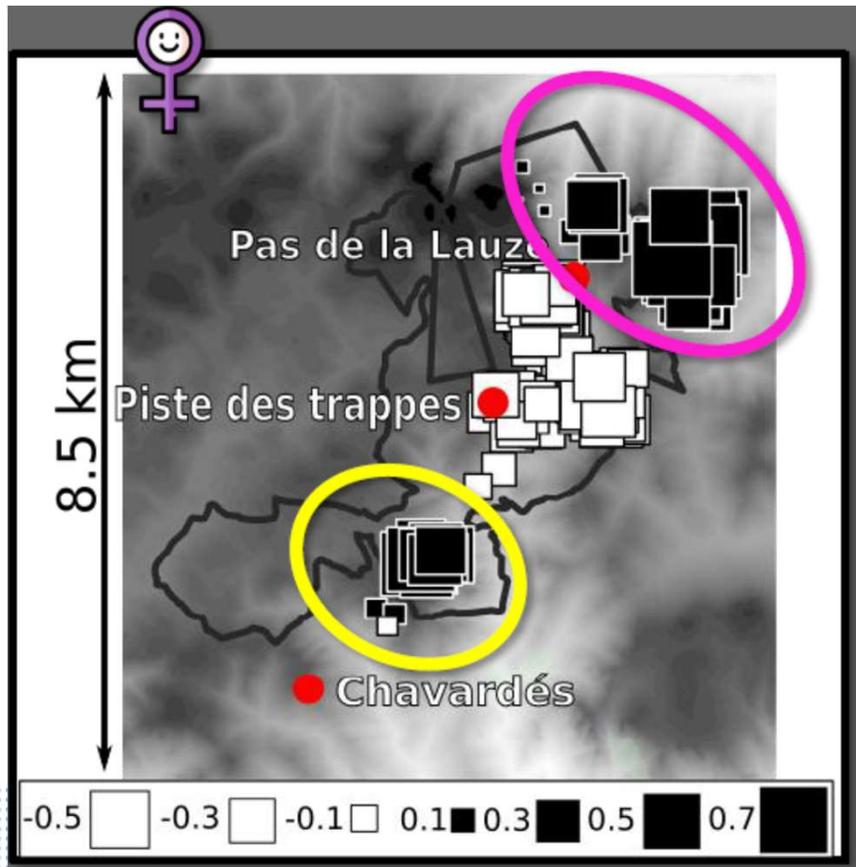
Au sein d’une population: cas du mouflon méditerranéen dans le massif du Caroux-Espinouse

- Ségrégation socio-spatiale
- Barrières comportementales, avec conséquences sur les flux de gènes
- Philopatrie ♀ et ♂ (♀ > ♂, excursions ♂)
- Structuration socio-spatiale



Des hôtes "libres" de leurs mouvements

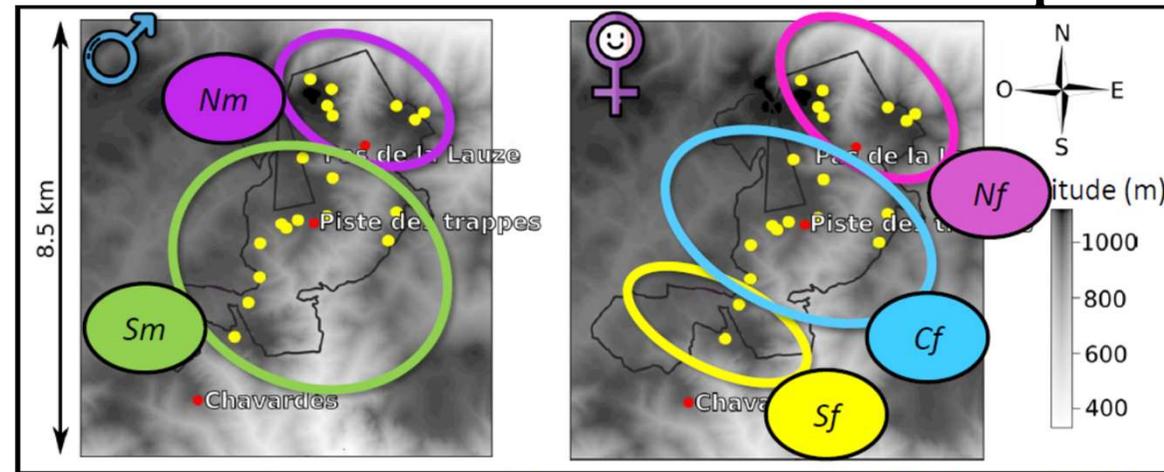
Au sein d'une population: cas du mouflon méditerranéen dans le massif du Caroux-Espinouse



Confrontation socio-spatiale vs. génétique :

- ♂ : pas de structure spatiale génétique
- ♀ : pas de correspondance/Groupement Nord-Sud ♀

Structure socio-spatiale



Des parasites qui bougent avec leur hôte ...

Collecte de caillettes de mouflons

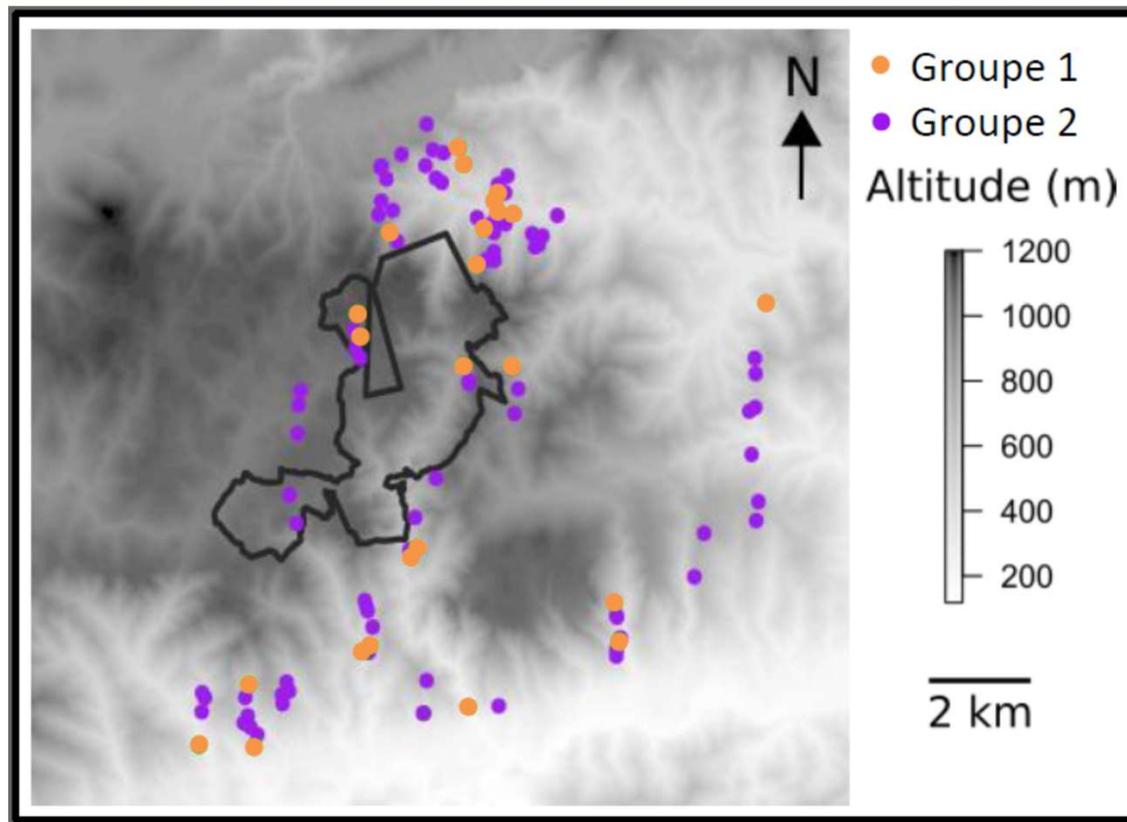
→ 118 *Haemonchus contortus*

→ Analyses de marqueurs microsatellites

Structure spatiale génétique des parasites corrélée à celle de leur hôte ?



Des parasites qui bougent avec leur hôte ...



= 2 groupes génétiques
mais sans structure génétique
spatiale

→ Circulation des genes des parasites > circulation des genes de l'hôte

← Mouvements des males ?



Des parasites qui bougent avec leur hôte ... et qui contaminent d'autres espèces

Parasites



Généralistes

Spécialistes



1 parasite =
plusieurs hôtes

1 parasite =
1 espèce d'hôte



Des parasites qui bougent avec leur hôte ... et qui contaminent d'autres espèces

Journal of Wildlife Diseases, 26(4), 1990, pp. 453-459
© Wildlife Disease Association 1990

SURVEY OF HEPATIC AND PULMONARY HELMINTHS OF WILD CERVIDS IN ALBERTA, CANADA

M. J. Pybus^{1,2}

¹ Wildlife Worms, Edmonton, Alberta, Canada T6H 5A9

² Present address: Alberta Fish and Wildlife, 6909-116 Street,
Edmonton, Alberta, Canada T6H 4P2

ABSTRACT: During the 1988 hunting season, livers and lungs from 263 mule deer (*Odocoileus hemionus hemionus*), 198 moose (*Alces alces*), 147 white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), and 94 wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*) from Alberta (Canada) were collected for parasitological examination. Most of the samples (89%) were submitted by big game hunters throughout the province. Giant liver fluke (*Fascioloides magna*) was found in 9% of 22 yearling and 29% of 65 adult wapiti; 4% of 161 adult moose; and 2% of 97 adult white-tailed deer. The intensity of infection generally was low; however, one wapiti had over 600 flukes in the liver. Infections were restricted to alpine and montane regions in southwestern Alberta (97%) as well as boreal uplands of the Cypress Hills in southeastern Alberta (3%). Other parasites recorded included *Taenia hydatigena* cysts in liver of 61% of 191 moose and 14% of 247 mule deer. *Dictyocaulus viviparus* was found in lungs of 14% of 50 moose, 14% of 118 mule deer, 12% of 41 wapiti, and 6% of 54 white-tailed deer. *Echinococcus granulosus* cysts were found in lungs (and occasionally liver) of 37% of 51 moose. Incidental infections of *Thysanosoma actinoides*, *Orthostrongylus macrotis*, and *Taenia omissa* were recorded. Adult *Dicrocoelium dendriticum* were collected from liver of two wapiti, one mule deer, and one white-tailed deer from the Cypress Hills.



Establishment of a European-type strain of *Echinococcus multilocularis* in Canadian wildlife

K. GESY^{1*}, J. E. HILL¹, H. SCHWANTJE², S. LICCIOLI³ and E. J. JENKINS¹

¹ Department of Veterinary Microbiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada

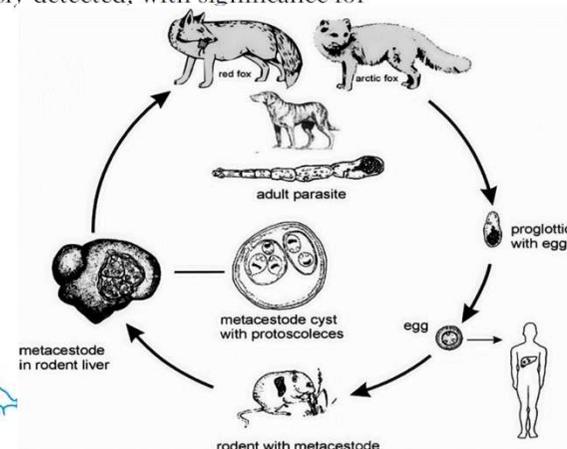
² Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, Victoria, British Columbia, Canada

³ Department of Ecosystem and Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada

(Received 22 February 2013; revised 23 March 2013; accepted 4 April 2013; first published online 29 May 2013)

SUMMARY

In 2009, a haplotype closely related to European strains of *Echinococcus multilocularis* was detected in a dog from the Quesnel region of British Columbia, Canada. We now report the establishment of this same haplotype in 7 coyotes (*Canis latrans*) trapped within 40 km of Quesnel, BC. In addition, 3 coyotes and 1 red fox (*Vulpes vulpes*) harboured adult cestodes morphologically compatible with that of *E. multilocularis* (overall prevalence 33% in 33 carnivores). None of 156 potential intermediate hosts, including 131 representatives of two highly suitable rodent species, *Peromyscus maniculatus* and *Microtus pennsylvanicus*, trapped from a region 120–210 km south of Quesnel were infected. This report confirms the establishment and local transmission of a European-type strain of *E. multilocularis* (the causative agent of human alveolar hydatid disease), in wildlife in a forested region of North America where this cestode had not been previously detected, with significance for public and animal health.



In 2009, a new haplotype was discovered which has similarities to previously described European haplotypes [27]. This new haplotype was found in foxes and coyotes from rural sites in three different Canadian Provinces (British Columbia, Alberta, and Saskatchewan). Thus far, this new haplotype has not been found in intermediate hosts. More recently, Massolo, Klein, and colleagues (unpublished data) found that this newly identified European strain was circulating in both urban (Calgary and Edmonton, Alberta, Canada) and rural environments. This poses interesting questions on the spread of this European strain into an area of known endemicity for the N2 strain and the possible public health risks.

The presence of this European strain in western Canada might be explained by two hypotheses. The first hypothesis is that the appearance of this new strain occurred as a consequence of introducing foxes from Europe for commercial use [18, 19]. The second hypothesis is that the parasite was introduced with dogs imported from Europe. Canada does not require treatment of dogs with praziquantel before entering the country. A recent risk assessment on importation of dogs



Massolo et al. (2014) parasite

Une espèce de parasite retrouvée chez plusieurs espèces d'hôtes ?

Parasites

Généralistes

Spécialistes



1 parasite =
plusieurs hôtes

1 parasite =
1 espèce d'hôte

→ Parasites généralistes à l'interface entre les espèces hôtes



Une espèce de parasite retrouvée chez plusieurs espèces d'hôtes ?

$$L = \frac{(Shared - Unique)}{Degree}$$

Host	Degree	Unique	Shared (Wild)	L
Goat	40	1	29	0.70
Sheep	42	2	29	0.64
Donkey	33	1	22	0.64
Camelid (Llama and alpaca)	26	4	20	0.62
Camel	47	13	31	0.38
Cattle (inc. <i>Bos indicus</i> and <i>B. taurus</i>)	50	18	26	0.16
Pig	27	12	15	0.11
Horse	72	31	30	-0.014

e= Nb total de parasites

hôte



For domestic host species, between 42% (for horse) and 77% (for llamas/alpacas) of parasitic

nematode species are shared with wild species.

→ Majorité des parasites chez beaucoup d'espèces d'hôtes – parasites partagés

Mais manque l'information sur l'abondance relative des différentes espèces

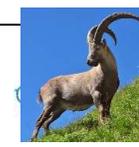


Une espèce de parasite retrouvée chez plusieurs espèces d'hôtes ?

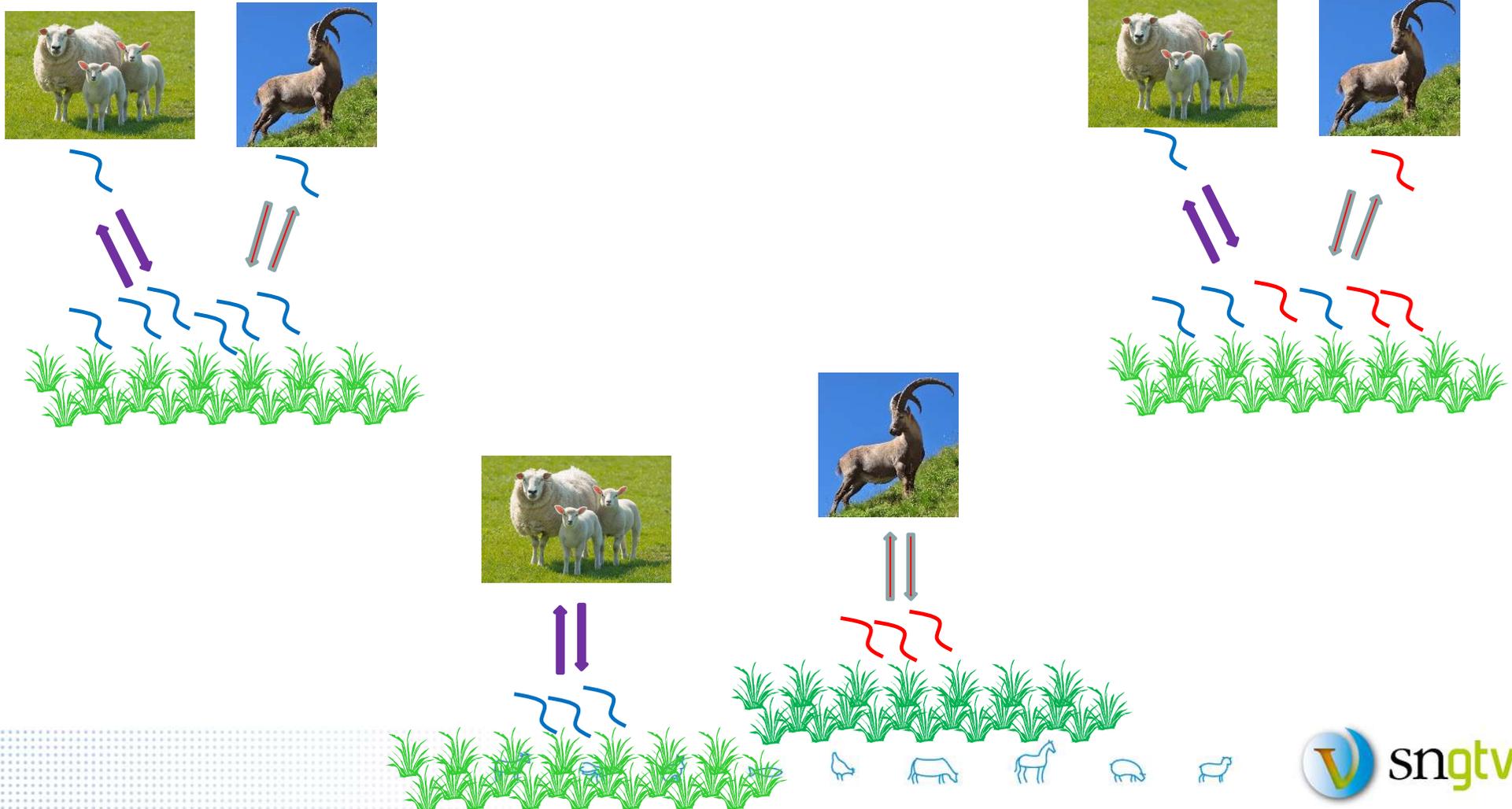
Prevalence (P), abundance (A) and importance index (I) of the helminth species observed in the sample

Species family	<i>C. capreolus</i> (N=280)			<i>C. elaphus</i> (N=76)			<i>O. musimon</i> (N=29)			<i>R. rupicapra</i> (N=101)			<i>C. ibex</i> (N=155)			<i>O. aries</i> (N=19)		
	Cervidae			Cervidae			Bovidae			Bovidae			Bovidae			Bovidae		
	P	A	I	P	A	I	P	A	I	P	A	I	P	A	I	P	A	I
<i>Spiculopteria spiculoptera</i>	85	189.3	37.800	70	66.9	94.770				8	3.1	0.274						
<i>Ostertagia leptospicularis</i>	86	223.4	45.177	34	5.4	3.765				12	3.4	0.448	1	0.1	0.000			
<i>Rinadia mathevossiani</i>	28	7.3	0.478	17	2.6	0.900				1	0.1	0.001						
<i>Ostertagia kolchida</i>	69	71.5	11.514	13	2.0	0.538				3	0.4	0.013						
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	12	13.0	0.372				100	83.3	90.598	66	67.9	49.737	79	365.7	55.901	74	244.5	72.698
<i>Teladorsagia trifurcata</i>	3	2.2	0.017				38	3.0	1.237	23	3.7	0.923	25	8.2	0.386	47	13.6	2.595
<i>Teladorsagia pinnata</i>	3	0.5	0.003				55	7.9	4.759	21	5.0	1.136	32	12.2	0.758	37	3.1	0.462
<i>Marshallagia marshalli</i>	1	0.2	0.001				24	1.7	0.444	56	66.1	41.154	86	204.2	34.010	5	11.9	0.253
<i>Marshallagia occidentalis</i>	1	0.1	0.000				3	0.2	0.008	29	12.1	3.847	53	33.4	3.407	5	2.9	0.063
<i>Ostertagia ostertagi</i>	10	6.3	0.152				7	0.3	0.026				5	1.3	0.012	5	0.1	0.001
<i>Haemonchus contortus</i>	24	43.4	2.440	3	0.2	0.011				18	5.6	1.106	1	0.1	0.000	47	41.4	7.916
<i>Trichostrongylus axei</i>	29	19.0	1.278	3	0.3	0.018	3	0.3	0.012	20	5.1	1.125	33	45.2	2.862	42	75.9	12.893
<i>Trichostrongylus capricola</i>	25	12.9	0.767				14	1.0	0.155	6	1.1	0.071	17	12.2	0.395			
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	1	0.0	0.000				14	1.1	0.171	9	1.5	0.143	38	22.0	1.610	32	22.8	2.910
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	1	0.0	0.000				10	0.7	0.078	2	0.2	0.005	4	16.1	0.120	16	3.3	0.208
<i>Nematodirus filicollis</i>							38	6.1	2.503	4	0.4	0.017	9	1.6	0.027	5	0.1	0.001
<i>Nematodirus helvetianus</i>													1	6.3	0.016			
<i>Nematodirus abnormalis</i>							3	0.3	0.010				17	5.6	0.180			
<i>Nematodirus davtiani alpinus</i>													12	14.2	0.318			
<i>Ostertagia lyrata</i>	1	0.1	0.000															

Zaffaroni et al. 2000



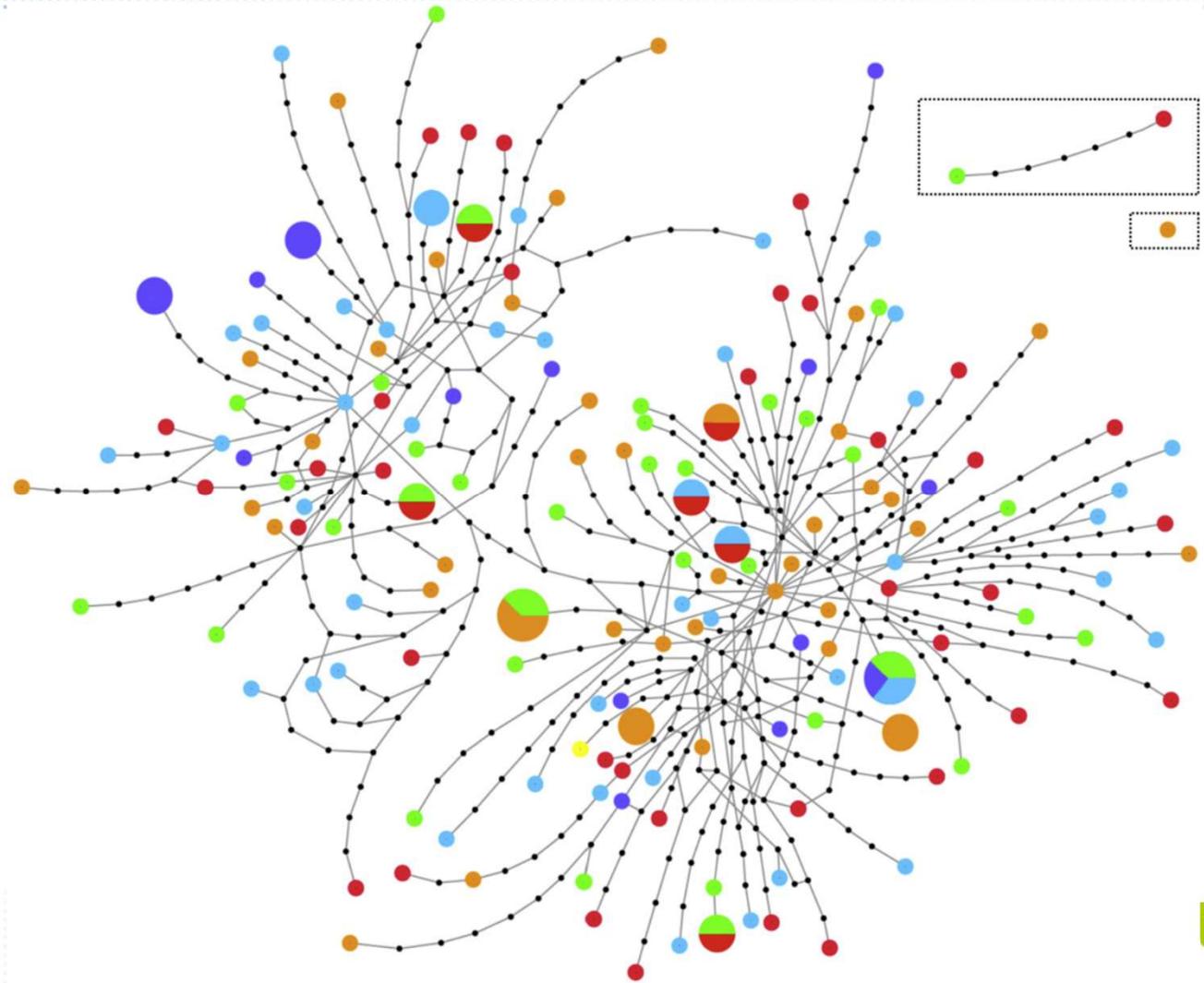
Une espèce de parasite retrouvée chez plusieurs espèces d'hôtes ? = Même population parasitaire?



Une espèce de parasite retrouvée chez plusieurs espèces d'hôtes ? = Même population parasitaire?

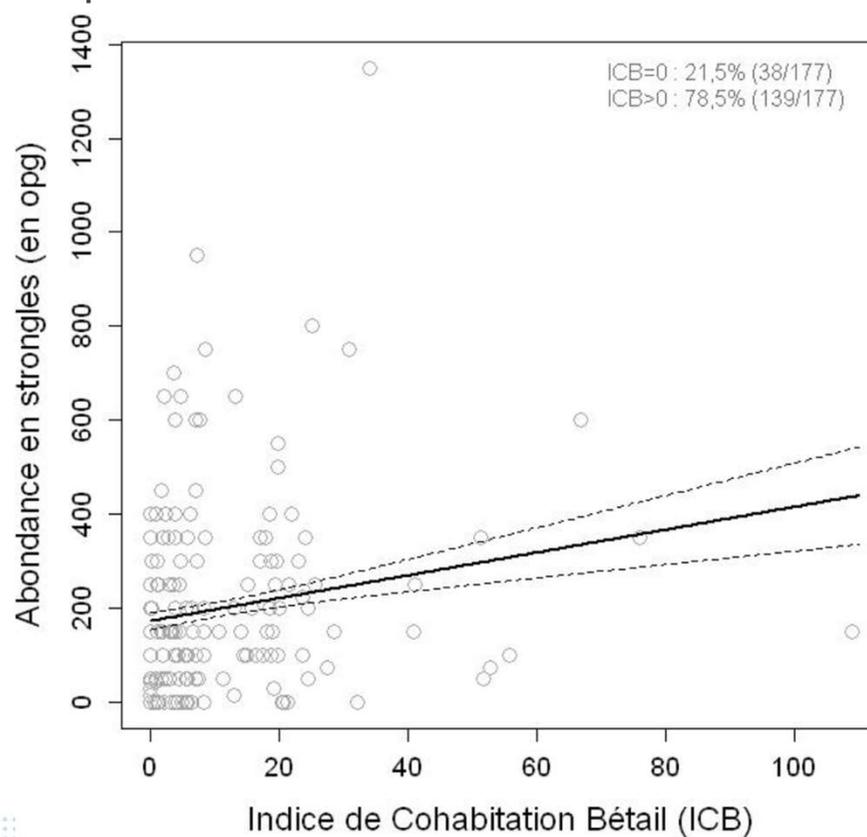
National Bison Range,
Montana, USA
86 km²

Etude génétique sur *T. axei*
provenant de 6 espèces
hôtes



Contacts faune domestique – faune sauvage: conséquences sur le parasitisme?

► Infestation parasitaire



Contacts faune domestique – faune sauvage: conséquences sur le parasitisme?

- ▶ Communauté de parasites
 - ▶ E.g., nématobiome chez le chevreuil



Contacts faune domestique – faune sauvage: conséquences sur le parasitisme?

- Communauté de parasites
- E.g., némabiome chez le chevreuil



Chizé
Animals captured in
January-March



Aurignac (Toulouse)

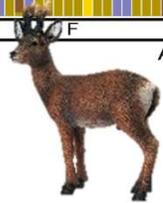
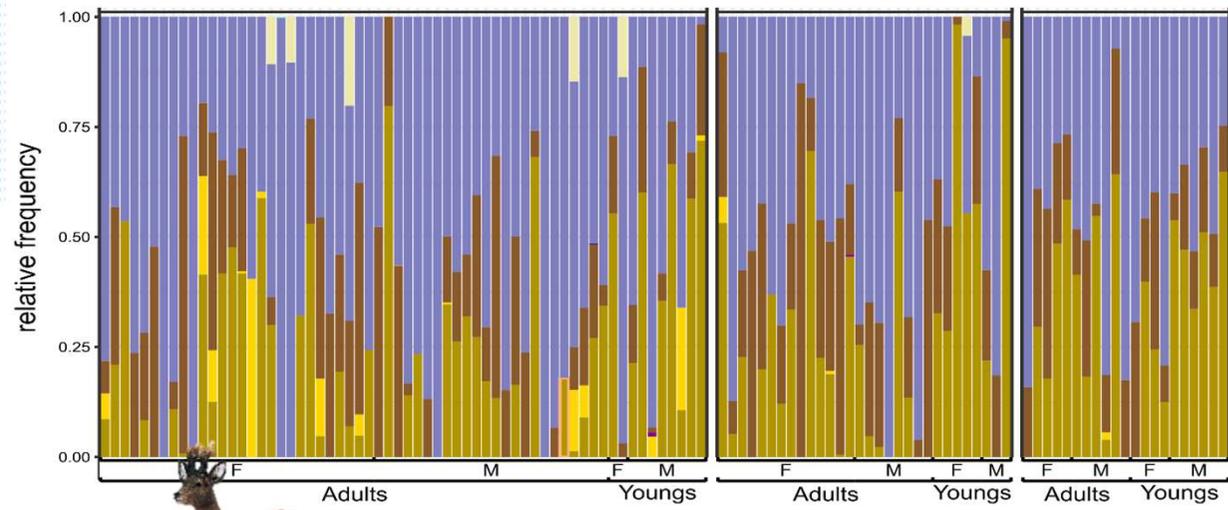
Feces collected on the ground in autumn-winter:

- individual fecal analyses for roe deer
- 8 sheep farms selected (M1 to M8); for each farm : 2-4 pool of 6-10 feces

Bégoc & Veyssière 2020; Beaumelle et al. in prep

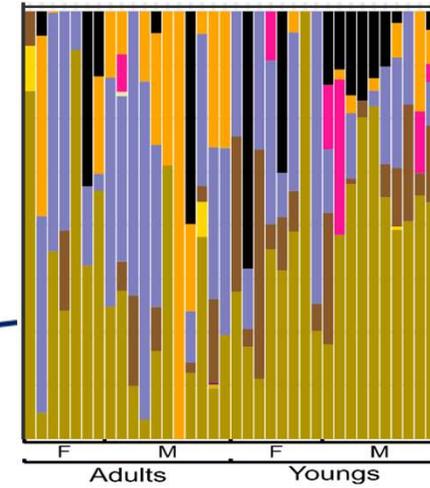


Trois-Fontaines
Animals captured in January-
March

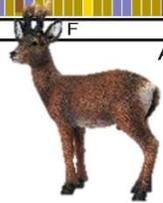
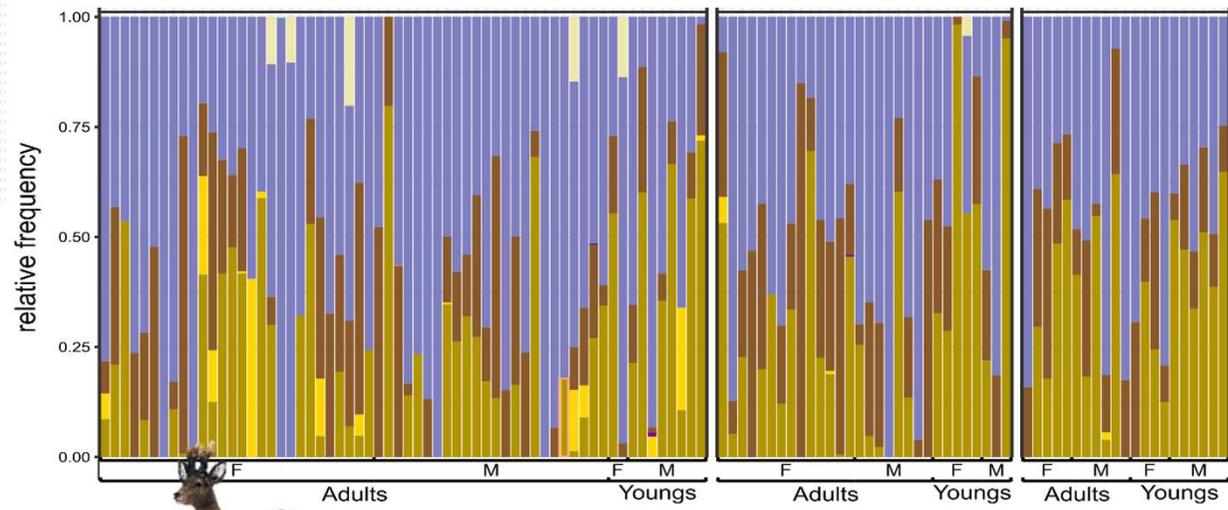


Chizé

Trois-Fontaines



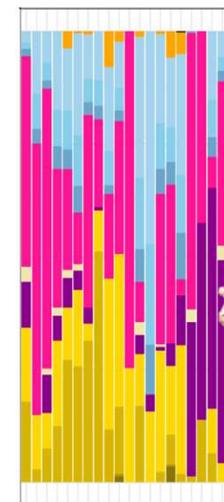
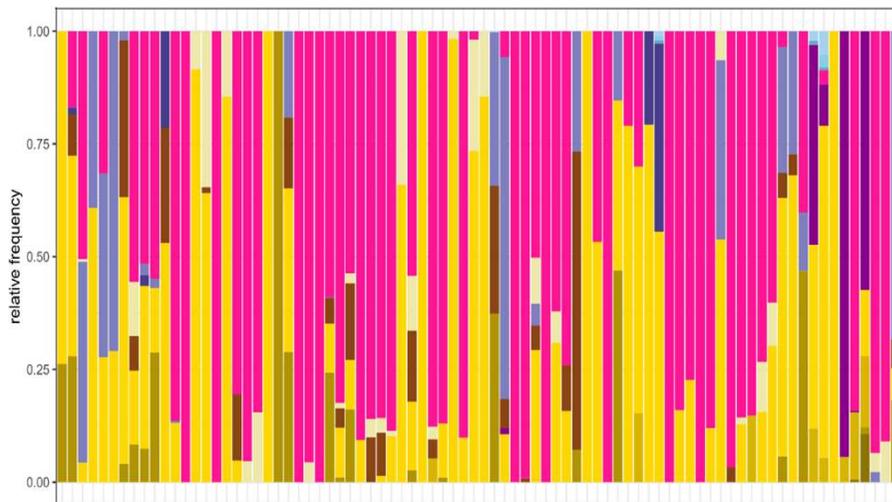
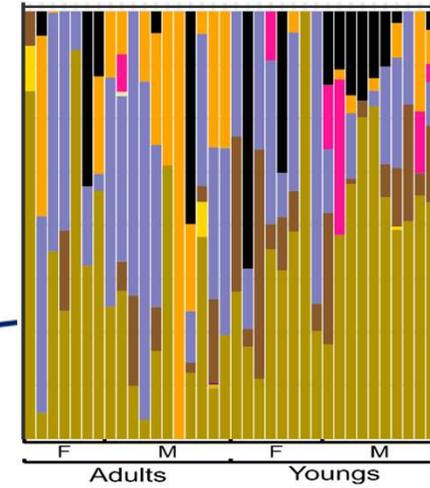
-  *Bunostomum trigonocephalum*
-  *Chabertia ovina*
-  *Cooperia curticei*
-  *Cooperia fuelleborni*
-  *Cooperia spp.*
-  *Haemonchus contortus*
-  *Oesophagostomum venulosum*
-  *Ostertagia leptospicularis*
-  *Ostertagia ostertagi*
-  *Spiculopteragia spp.*
-  *Teladorsagia circumcincta*
-  *Trichostrongylus axei*
-  *Trichostrongylus colubriformis*
-  *Trichostrongylus spp.*
-  *Trichostrongylus vitrinus*



Chizé

Aurignac

Trois-Fontaines



- Bunostomum trigonocephalum*
- Chabertia ovina*
- Cooperia curticei*
- Cooperia fuelleborni*
- Cooperia* spp.
- Haemonchus contortus*
- Oesophagostomum venulosum*
- Ostertagia leptospicularis*
- Ostertagia ostertagi*
- Spiculopteragia* spp.
- Teladorsagia circumcincta*
- Trichostrongylus axei*
- Trichostrongylus colubriformis*
- Trichostrongylus* spp.
- Trichostrongylus vitrinus*

Contôle du parasitisme chez les ongulés domestiques et développement des résistances aux anthelmintiques



ET CHEZ LES ESPÈCES SAUVAGES?



Ongulés sauvages captifs et parasitisme

- ▶ Espèces sauvages élevées et en parcs zoologiques
- ▶ Espèces sauvages élevées: conditions d'élevage et de gestion du parasitisme ~ animaux domestiques



▶ Mais:

- ▶ Manipulation difficiles, voire quasi impossibles
 - ▶ Evaluation du poids
 - ▶ Administration des produits (PO > Pour-on > injectable)
 - ▶ Quand PO: administration au groupe et pas individuel → hétérogénéité d'ingestion
- ▶ Métabolisme des médicaments difficilement extrapolable à partir des espèces domestiques.

e.g., cerf élaphe vs mouton pour l'albendazole (transformé en énantiomères ABZSO (+)/(-))

Qté ABZSO 2x > chez mouton / cerf

ratio d'ABZSO (+)/(-) = 3,2 (mouton) vs 0,7 (cerf)



Populations naturelles d'ongulés sauvages

PROCEEDINGS
— OF —
THE ROYAL
SOCIETY **B**

rspb.royalsocietypublishing.org

Wild deer as potential vectors of anthelmintic-resistant abomasal nematodes between cattle and sheep farms

C. Chintoan-Uta¹, E. R. Morgan^{1,†}, P. J. Skuce² and G. C. Coles^{1,†}

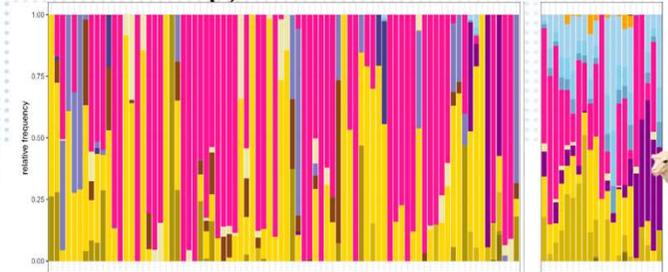


environments. Alleles for benzimidazole (BZ) resistance were identified in β -tubulin of *Haemonchus contortus* of roe deer and phenotypic resistance confirmed *in vitro* by an egg hatch test ($EC_{50} = 0.149 \mu\text{g ml}^{-1} \pm 0.13 \mu\text{g ml}^{-1}$) on *H. contortus* eggs from experimentally infected sheep. This BZ-resistant



En France ?

Aurignac



Aurignac



roe deer

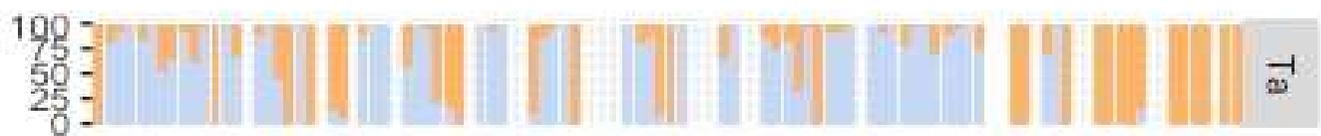


sheep

snp/phenotype

- 167Y_TAC
- 198A_GCA
- 198G_GGA
- 198L_TTACTA
- 200Y_TAC
- Sensible

% beta-tubulin snp/phenotype



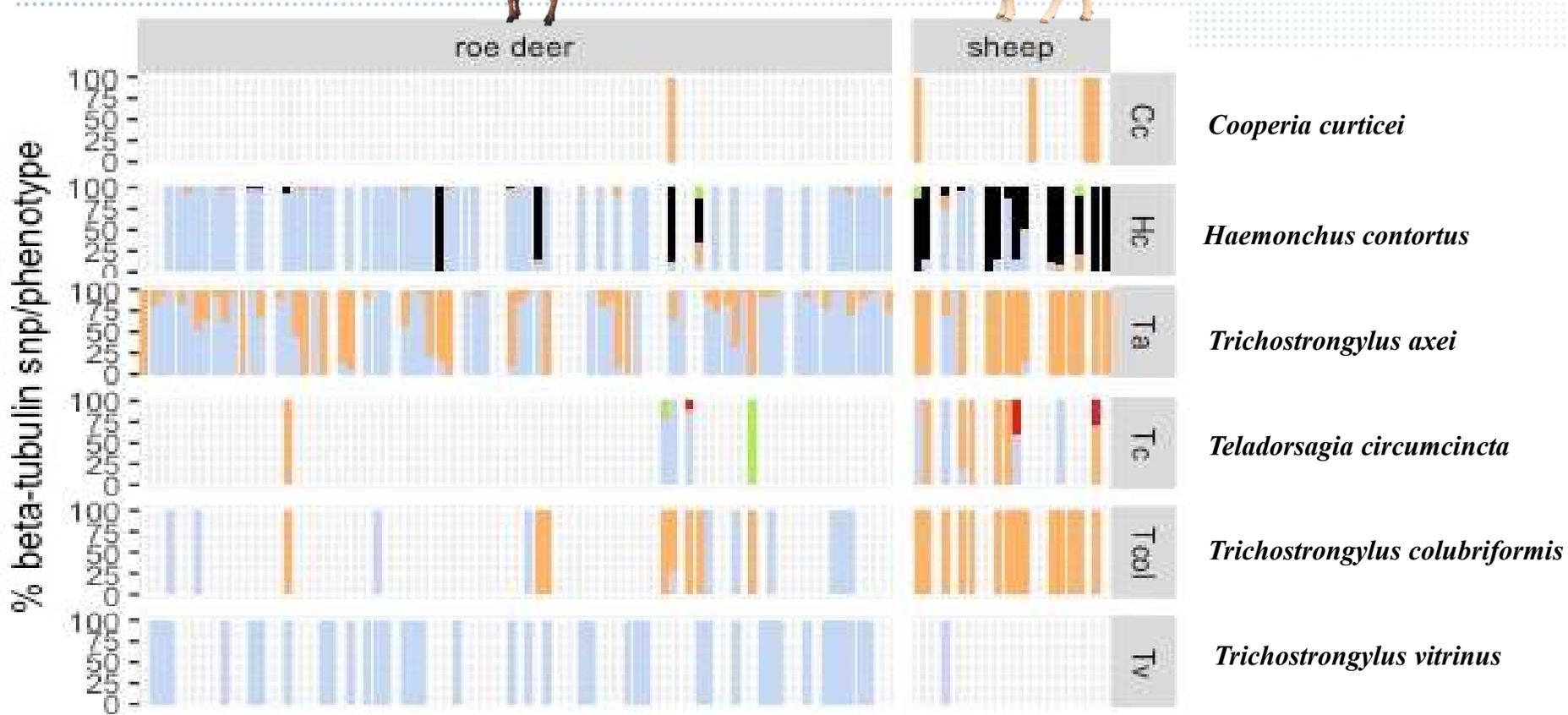
Trichostrongylus axei



Aurignac

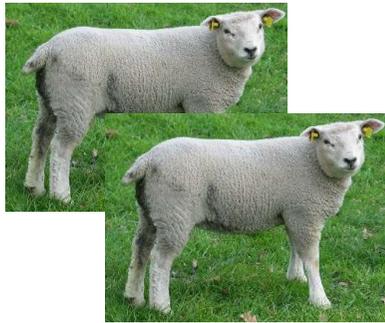


- snp/phenotype
- 167Y_TAC
 - 198A_GCA
 - 198G_GGA
 - 198L_TTA/CTA
 - 200Y_TAC
 - Sus



Transmission inter-espèces

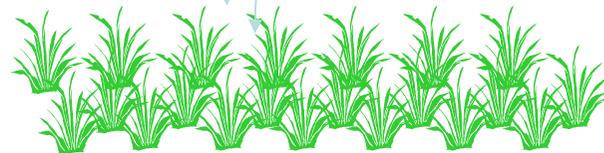
2500 L3 *H. contortus* résistants



6 semaines plus tard, introduction de 2 chevreuils



→ *H. contortus* dans les fèces de chevreuils = *H. contortus* résistants



Pâture "propre"



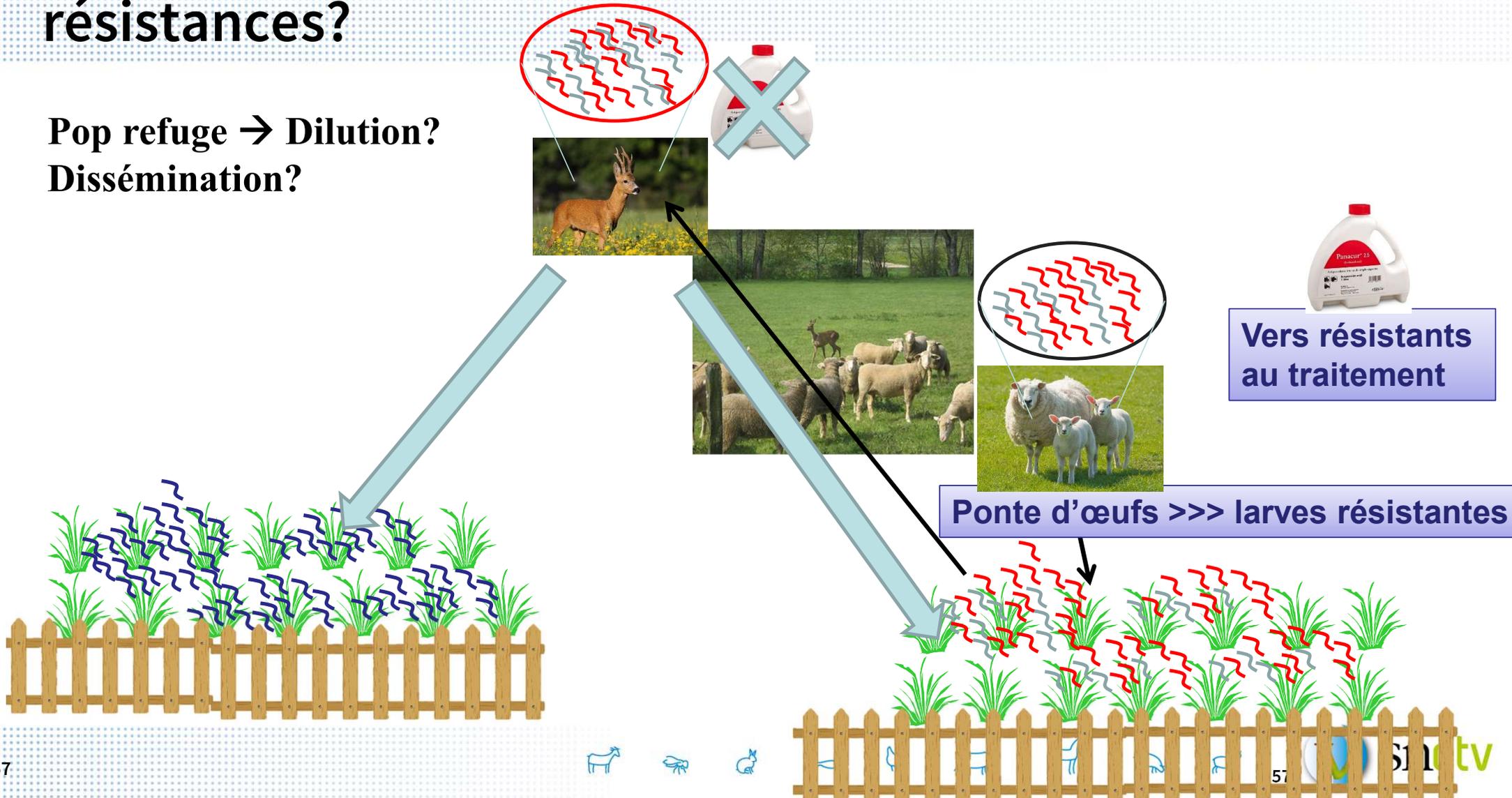
Résumé

- Transmission de parasites entre faune domestique et faune sauvage, dont les parasites résistants
- Parasites:
 - Espèces généralistes à l'interface domestique-sauvage
 - Souches résistantes: gtl faune sauvage << élevages



Rôle épidémiologique de la faune sauvage dans les résistances?

Pop refuge → Dilution?
Dissémination?



Remerciements

Université de Lyon



Slimania Benabed

François Débias

Jeanne Duhayer

Sylvia Pardonnet

Marie-Thérèse Poirel

Benjamin Rey

Anna Serafino

Justine Ginot



University of Calgary



UNIVERSITY OF CALGARY
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

John Gilleard

Libby Redman

Jill de Rijke

Shawna Zhu

Rebecca Chen

Anshula Revo

Office Français de la Biodiversité



Claude Warnant

Gilles Capron

François Couilloud

Carole Toïgo

Christian Itty

Anaïs Brignone

Mathieu Garel

Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Philippe Jacquiet

Noémie Bégoc,

Florence Veysièrè

INRAe – CEFS



Hélène Verheyden

Bruno Cargnelutti

Bruno Lourtet

Université Savoie Mont Blanc



Glenn Yannic

Camille Beaumelle

Et à tous les volontaires participant aux captures

