

Pathogène : qui provoque une maladie

"Maladie" vs "bonne santé"

"Maladie" écart par rapport à un état "normal" de bonne santé

Dans le domaine de l'élevage (vétérinaire) les limites de la "maladie" peuvent être très variables en fonction de :

- La précision des indicateurs (continus vs tout ou rien)
- L'importance attribuée
 - impact économique : perte de production, freins à la commercialisation...
 - transmission possible à l'homme
- Les mesures de contrôle disponibles (possibilité d'éradication ou non)

Définitions de la santé animale

Aspects pathologie

infections virales, bactériennes, fongiques etc...

manifestations cliniques, porteurs sains

parasitisme interne et externe

carences alimentaires

Aspects bien-être animal

inconfort (ex. effets de la chaleur modérée...)

douleur (ex. boiterie...)

comportement social ou alimentaire (ex. pica...)

Article L201-1 du Code rural et de la pêche maritime

Modifié par [Ordonnance n°2011-862 du 22 juillet 2011 - art. 1](#)

Pour l'application du présent livre, sous réserve de dispositions particulières, on entend par dangers sanitaires les dangers qui sont de nature à porter atteinte à la santé des animaux et des végétaux ou à la sécurité sanitaire des aliments et les maladies d'origine animale ou végétale qui sont transmissibles à l'homme.

Les dangers sanitaires sont classés selon les trois catégories suivantes :

1° Les dangers sanitaires de première catégorie sont ceux qui étant de nature, par leur nouveauté, leur apparition ou persistance, à porter une atteinte grave à la santé publique ou à la santé des végétaux et des animaux à l'état sauvage ou domestique ou à mettre gravement en cause, par voie directe ou par les perturbations des échanges commerciaux qu'ils provoquent, les capacités de production d'une filière animale ou végétale, requièrent, dans un but d'intérêt général, des mesures de prévention, de surveillance ou de lutte rendues obligatoires par l'autorité administrative.

2° Les dangers sanitaires de deuxième catégorie sont les dangers sanitaires autres que ceux mentionnés au 1° pour lesquels il peut être nécessaire, dans un but d'intérêt collectif, de mettre en œuvre des mesures de prévention, de surveillance ou de lutte définies par l'autorité administrative ou approuvées dans les conditions prévues à l'article [L. 201-12](#) .

3° Les dangers sanitaires de troisième catégorie sont les dangers sanitaires autres que ceux mentionnés aux 1° et 2° pour lesquels les mesures de prévention, de surveillance ou de lutte relèvent de l'initiative privée.

La liste des dangers sanitaires des première et deuxième catégories est établie dans des conditions prévues par voie réglementaire.

JORF n°0187 du 13 août 2013 page 13832
texte n° 112

ARRETE

Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales

NOR: AGRG1320208A

<http://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2013/7/29/AGRG1320208A/jo/texte>

Arrêté du 17 février 2015 modifiant l'arrêté ministériel du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales

NOR : AGRG1504715A

http://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?cidTexte=JORFTEXT000030295865

Ex. parasitisme interne, danger sanitaire de 3^{ème} catégorie
vs fièvre aphteuse (MRC), danger sanitaire de 1^{ère} catégorie

	parasitisme interne	MRC
Impact / production	Variable mais général	Variable
éradication	illusoire	possible
Contagieux	non	oui
Dispositions légales	non	Oui (Nat ^{al} et Internat ^{al})
Indicateurs courants	Signes cliniques peu spécifiques / coproscopie / autopsie	Biomol. / Sérologie / signes cliniques...
Contrôle	Médicaments / conduite d'élevage/ génétique...	- Phase d'éradication: vaccination généralisée - Réapparition de foyers localisés : abattage troupeaux contaminés /restrictions déplacements / désinfection / quarantaine...
Impact économique	Fort mais diffus	Faible en moyenne / potentiellement très fort

Systeme d'elevege et sante animale sont lies

Chaque systeme d'elevege comporte des risques sanitaires specifiques

Systeme d'elevege	Pathologies
Eleveges bovins laitiers en stabulation avec affouragement en vert	Mammites Boiteries...
Petits ruminants au patelage	Parasitisme gastro-intestinal (nematodes)
Sylvopastoralisme	Tiques et maladies associees

Causes potentielles de maladies (1)

Carences alimentaires

vitamines, oligo-éléments, macroéléments, protéines...

Toxiques

organiques, minéraux, naturels, de synthèse

(médicaments, pesticides etc...)

effets liés à la dose, ou

différents à forte et faible dose ("hormone like")

Modifications de l'expression des gènes ("hormone like",

perturbateur endocrinien)

Agents mutagènes (chimiques, rayonnements ionisants...)

Blessures (*ex clou, fil de fer dans le rumen, brûlures*)

Causes potentielles de maladies (2)

"Organismes" pathogènes

prions

virus

bactéries

protozoaires

fungi ("champignons")

métazoaires (animaux)

Maladies à prion (PRoteinasceous Infectious ONly)

ou Encéphalopathies Subaiguës Spongiforme Transmissibles (ESST)

Maladie de la "vache folle" ESB encéphalopathie spongiforme bovine

pas de développement d'immunité

transmissible

pas de barrière d'espèces :

- tremblante mouton vers chats et visons puis vers bovins (ESB)

maladie toujours mortelle

- Kuru de Nouvelle Guinée

- Creutzfeldt-Jacob

- Insomnie familiale fatale

<http://www.univ-brest.fr/esmisab/sitesc/Prod-Anim/ESB.pdf>

Prion :

PrP sialoglycoprotéine de 253 acides aminés

Participe adhésion cellulaire

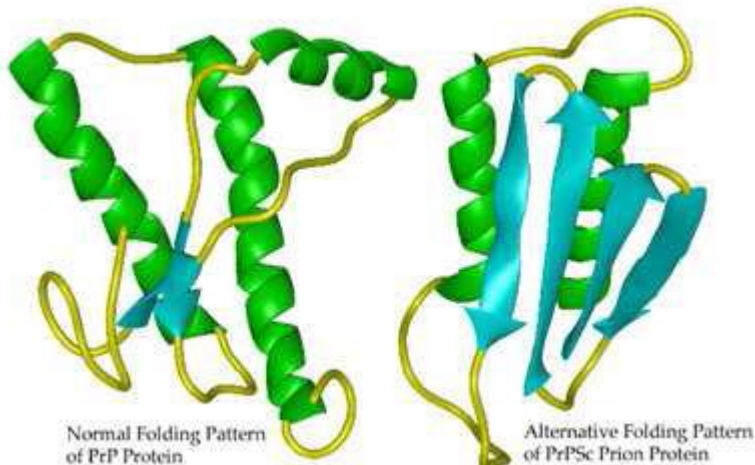
Forme normale PrP^c

Forme résistante PrP^{res} différant par conformation spatiale

PrP^{res} + PrP^c + protéines "chaperonnes" → 2 PrP^{res}

PrP^{res} fortement hydrophobe et indestructible par voie métabolique

→ Accumulation plaques amyloïdes et mort neurones



<http://www.univ-brest.fr/esmisab/sitesc/Prod-Anim/ESB.pdf>

<http://www.fortunecity.co.uk/roswell/psychic/24/prionpage/Project.htm>

"épidémie" de vache folle en GB causée par des modifications du système d'élevage et de la filière amont / aval

- Utilisation de farines animales dans l'alimentation des bovins (laitiers)
- Recyclage des cadavres animaux dans les farines animales, dont certains porteurs du PrP^{res}
- Diminution des températures de stérilisation des résidus animaux

Virus

Parasites intracellulaires obligatoires

Structure "simple"

ADN ou ARN

+ enveloppe protéique permettant l'infestation des cellules hôte

La "machinerie" de la cellule hôte est utilisée pour dupliquer l'information génétique, synthétiser l'enveloppe et assembler le tout

Dans certains cas l'ADN du virus s'insère dans l'ADN de l'hôte (rôle évolution des espèces)

➔ Pathogénicité très variable suivant

souche virale

espèce hôte

compétence immunitaire de l'hôte

Rq. il existe des virus de bactéries, de plantes, de champignons...

rôle majeur dans

l'écologie au sens large (contrôle des populations)

l'évolution des espèces (transfert naturel de gènes)

la transgénèse artificielle

Remy S, Nguyen TH, Ménoret S, Tesson L, Usal C, Anegon I. The use of lentiviral vectors to obtain transgenic rats. *Methods Mol Biol.* 2010; 597:109-25. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-60327-389-3_8

Bactéries

Procaryotes unicellulaires (certaines peuvent se regrouper en biofilms ou en colonies *cf staphylocoque doré*)

Très grande diversité, **beaucoup de commensales ou symbiotiques**, quelques espèces pathogènes pour les animaux et l'homme

parasites obligatoires

parasites accidentels

parasites opportunistes

Rôle majeur dans cycle de la MO (digestion, recyclage dans les litières et le sol...)

Bactéries

Exemples de bactéries parasites obligatoires :

Ehrlichia (ex_Cowdria) ruminantium

Parasite intracellulaire, transmis par tiques

"sénégalaises" *Amblyomma variegatum*

Brucella abortus

Ex de bactéries parasites accidentels

Clostridium tetani

Ex de bactéries parasites opportunistes

Staphylococcus aureus

Bactéries

pouvoir pathogène ou virulence variable entre souches et entre espèces

Maladie provoquée par invasion des tissus, destructions cellulaires, réactions immunitaires, et/ou par émission de toxines

Protozoaires

Unicellulaires avec noyau (eucaryotes)

Certains protozoaires sont des parasites intracellulaires

Eimeria sp. → coccidioses,

Plasmodium sp. → paludisme

D'autres sont des parasites extracellulaires

Giardia sp

Rq La plupart se nourrissent de bactéries ou d'autres organismes unicellulaires

Fungi ("champignons")

Quelques parasites opportunistes des animaux et de l'homme (mycoses)

Candida albicans

Aspergillus

Microsporum sp.(teignes)

Rôle majeur dans la dégradation et le recyclage de la MO (dégradation de la cellulose et de la lignine)

Métazoaires ("animaux")

Nombreuses espèces parasites

Tous les grands groupes d'invertébrés comptent des espèces parasites obligatoires ou facultatifs

Une exception : le groupe des échinodermes (oursins, concombres de mer...)

Certains groupes sont composé quasi exclusivement de parasites (ex : plathelminthes Monogenea (Carus 1863 Bychowsky 1937), ectoparasites d'animaux aquatiques)

Peu de vertébrés parasites d'animaux :

mammifères : Vampires (3 espèces)

oiseaux : Coucou (*Cuculus canorus*), Merle de Ste Lucie ou Vacher luisant (*Molothrus bonariensis*)
(parasitisme de nid)

frégate (*Fregata magnificens*) (kleptoparasitisme)

quelques poissons (dont lamproies... pétromyzontidés)

Les hôtes

Hôte : Espèce constituant un ensemble de niches écologiques qui peuvent être colonisées par des espèces :

symbiotiques

commensales...

parasites, éventuellement pathogènes

➔ *compétition entre espèces hébergées par un même hôte*

Chaque hôte est un écosystème...

Les hôtes

➔ ***compétition entre espèces hébergées par un même hôte***

Les espèces commensales et symbiotiques sont les premières barrières à l'invasion des espèces pathogènes

L'immunité de l'hôte, son comportement alimentaire, contribuent à la régulation des espèces hébergées

La maladie est souvent déclenchée par un affaiblissement de l'hôte et de sa flore/faune symbiotique

Tous les métazoaires sont susceptibles d'être parasités par au moins une espèce de protozoaire ou de métazoaire

ex : au moins 116 espèces parasites fréquentes chez l'homme, sur 402 décrites, dont 108 nématodes, 118 trématodes

Source " The parasites of Homo sapiens. An annotated checklist of the protozoa, helminths and arthropods for which we are home, R.W. Ashford & W. Crewe, Liverpool school of tropical medicine ed. 1998, 1 vol, 128pp, cité par Hoin R., 1999, Parasite, 6, 196

Certains parasites sont inféodés à une seule espèce hôte

ex : genre *Eimeria* spp. Plusieurs espèces différentes pour le même hôte

Musaev M. A., Mamedova M. A., 1981, Data on the taxonomy of coccidia from domestic goats (*Capra hircus*) and their species composition in Azerbaidzhan (USSR). [Russian], Izvestiya Akademii Nauk Azerbaidzhanskoi SSR, Biologicheskikh Nauk, 4, 68-76

D'autres moins

ex, *Haemonchus contortus*

Jacquet P. *et al.*, 1998, Host range and the maintenance of *Haemonchus* spp. in an adverse arid climate, International Journal for Parasitology, 28 (2), 253-261

Amarante A. F. T., 1997, Host specificity of sheep and cattle nematodes in Sao Paulo state, Brazil, Veterinary Parasitology, 73 (1/2), 89-104

Pathosystème

les hôtes, les pathogènes et leur environnement
en interaction

Le pathogène (espèce) doit passer d'un
hôte (individu) à l'autre pour survivre

Chaque hôte (individu) est mortel

Il peut mourir du fait du parasite

Il peut éliminer le parasite

Transmission directe

via un contact physique entre hôte parasité et hôte sain

Ex. VIH, pou

Transmission indirecte

Le parasite est suffisamment résistant pour survivre en dehors de l'hôte

Ex. virus de la grippe, Ebola, bacille du charbon,

Ou les stades de dissémination sont non parasitaires

Ex. parasites gastro-intestinaux

Transmission par vecteur

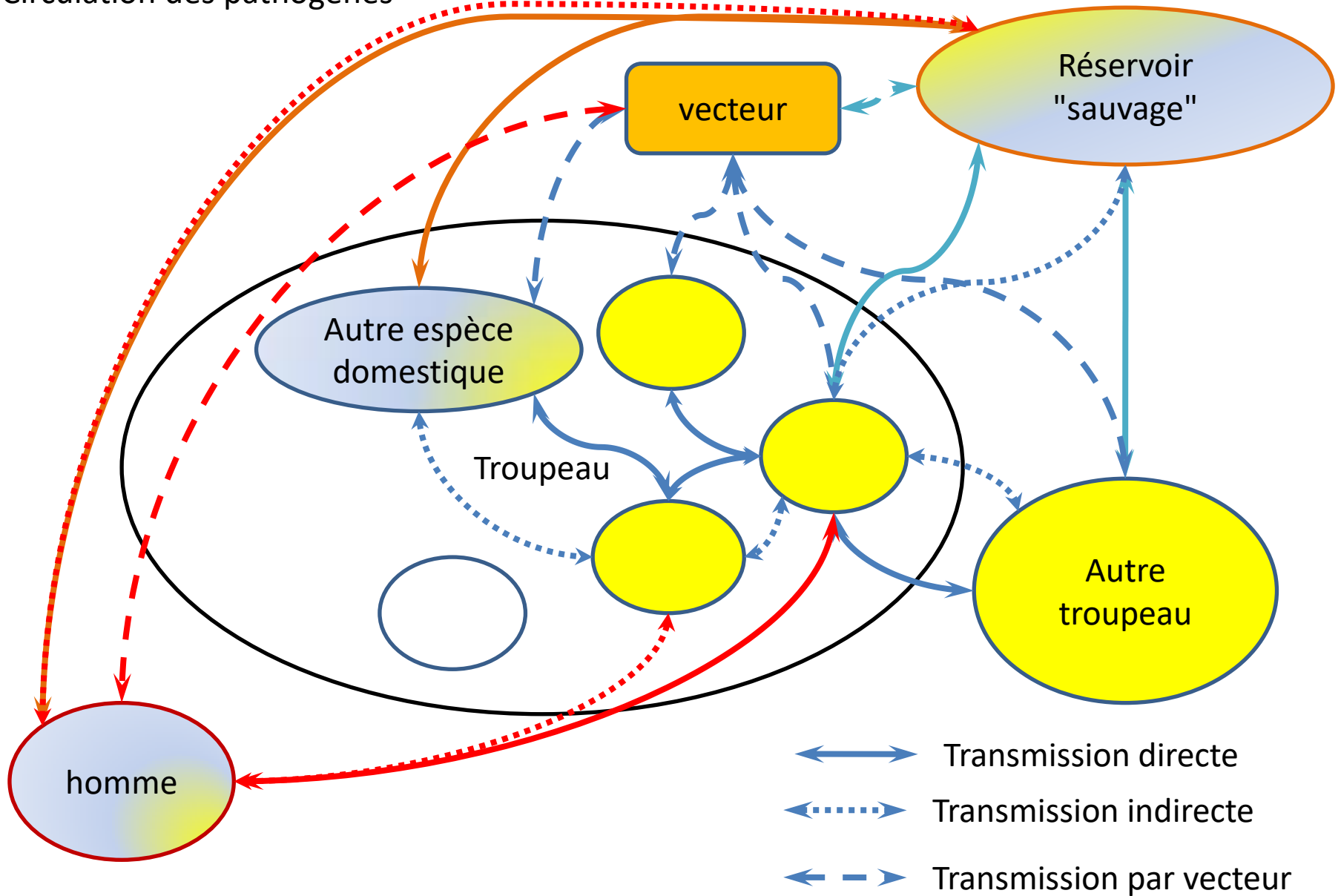
Le parasite ne peut survivre dans le milieu extérieur, il doit être transporté par un vecteur (souvent un arthropode parasite piqueur)

Ex. virus de la dengue, de la rage, protozoaires du paludisme, trypanosomes

**Les dynamiques de propagation des
pathogènes et les possibilités de contrôle
dépendent en grande partie de leur mode
de transmission**

**⇒ Importance de la connaissance de la biologie du
pathogène et de ses vecteurs**

Circulation des pathogènes



Arthropode vecteurs de bactéries ou de protozoaires

Tiques (acariens) : parasites hématophages

Effets directs sur l'hôte

Spoliation sanguine (3 à 10 fois le poids final de la tique gorgée)

Lyse tissulaire au point de fixation → inflammation, nécroses

Salive injectée (toxines, immunodépression)

Effets indirects sur l'hôte

infections secondaires (bactéries), suite plaie

autres parasites (myiases), suite plaie

vecteur d'agents pathogènes

Arthropode vecteurs de bactéries ou de protozoaires

Tiques (acariens) : parasites hématophages

Résistance de l'hôte

d'origine génétique

acquise au cours des piqûres successives

Index de résistance (% larves n'évoluant pas en tiques adultes)

Ex zébus Brahman 99 % / *Rhipicephalus* (ex *Boophilus*) *microplus*

croisés Brahman x taurin 97-98 %

Taurins britanniques 85-90 %

Taille femelles gorgées sur zébu -30% / taurins



Arthropode vecteurs de bactéries ou de protozoaires

Tiques (acariens) : parasites hématophages

Tiques à un seul hôte : *Rhipicephalus* (ex *Boophilus*) *microplus*
Tique "créole"

Vecteur de

- *Babesia* sp. (protozoaires parasites des hématies)
- *Anaplasma* sp. (idem)
- ...

Plusieurs espèces de *Babesia*, infectant des ruminants, des équins, des porcs, des carnivores...

Signes cliniques : ictère hémolytique (fatal chez animaux très sensibles)

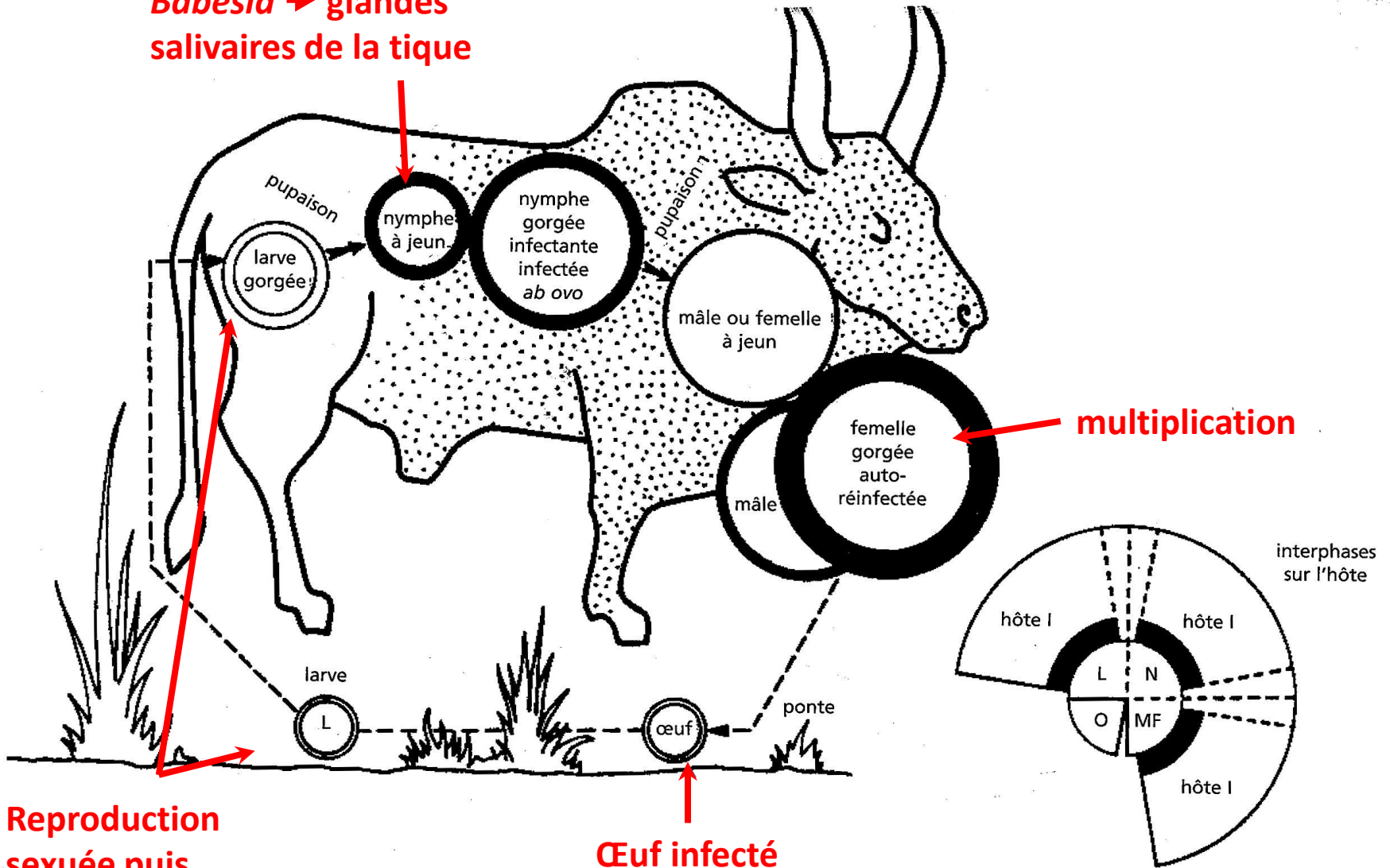
Spécificité assez lâche des *Babesia* vis-à-vis des hôtes et des vecteurs

Sensibilité variable hôtes et vecteurs

Variabilité antigénique au cours de l'infection ➔ rechutes

Mécanismes d'évitement des défenses immunitaires de l'hôte ➔ chronicité

Babesia → glandes salivaires de la tique



**Reproduction
sexuée puis
multiplication**

Figure 4.3. Cycle monoxène de *Boophilus* sur un bovin et transmission de *Babesia (Piroplasma) bigemina* par infection transovarienne de la descendance.

Données épidémiologiques

Hôte faiblement infecté par Babesia
(parasitémie <1%)



5 à 25% tiques femelles infectées
5% des larves infectées

Hôte fortement infecté par Babesia
(parasitémie >10%)



Forte mortalité des tiques (90%)
Très peu d'œufs infectés viables

Phase de primo-infection de l'hôte

Phases de rechute (liées "stress" de l'hôte...)

Infection chronique

Zone d'endémie stable

fort taux d'infection des tiques (nombreuses)

contact précoce des hôtes (avant disparition des anticorps colostraux)

100% veaux infectés à 8 mois

infection latente sans signe clinique

Zone d'endémie instable

peu de tiques infectées

risque élevé d'infection des hôtes après disparition des anticorps colostraux

primo infection après 8 mois

risque maximal de maladie clinique (flambées épidémiques)

Zone d'endémie critique

tiques infectées très rares (zone d'éradication ou moins favorable au vecteur)

quelques cas cliniques isolés

Évolution possible vers disparition de la maladie

Aucune prémunition des hôtes

Autres facteurs de risque:

introduction d'animaux sensibles d'une zone indemne dans une zone infectée

déplacement entre zones infectées par des souches de *Babesia* différentes

extension de l'aire des vecteurs (modification climat, écosystème)

introduction vecteurs infectés

Paradoxe épidémiologique

L'éradication d'un vecteur dans une partie de son aire de répartition (îlot indemne au milieu d'une zone infectée) accroît le risque sanitaire

Si l'éradication est raisonnablement possible

île géographique ou "île" écologique pour le vecteur : OK

Sinon il vaut mieux tolérer une densité de vecteur suffisante
endémie stable

Principaux parasites internes des Petits Ruminants (Antilles)

	Localisation	Incidence
Nématodes		
<i>Haemonchus contortus</i>	Caillette	++++
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	Int. grêle	+++
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	Côlon	+
Cestodes		
<i>Moniezia expansa</i>	Int. grêle	++ (sevrage)
Protozoaires		
<i>Eimeria spp.</i>	Intestins	+++ (présevr)

Parasitisme à Nématodes gastro-intestinaux (NGI)

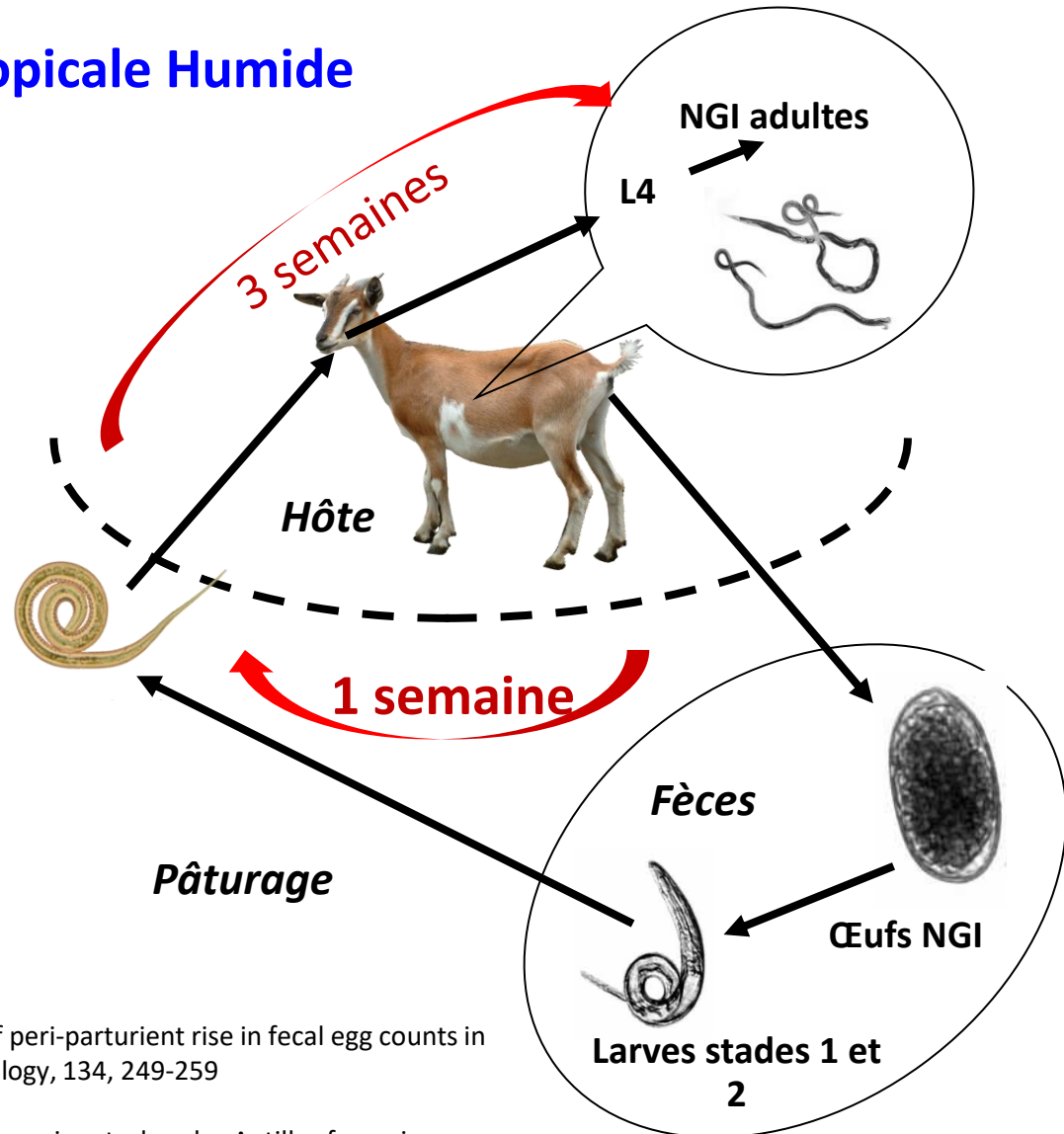
Fort impact en Zone Tropicale Humide

- Écologie ($\theta^{\circ}\text{C}$, HR)
- Chargements élevés

Pertes de production

mortalité + morbidité

15% \Rightarrow >50%



Mandonnet N. et al., 2005, Impact on productivity of peri-parturient rise in fecal egg counts in Creole goats in the humid tropics, *Veterinary Parasitology*, 134, 249-259
<http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.07.019>

Aumont G. et al., 1997, Parasitisme digestif des petits ruminants dans les Antilles françaises, *INRA Productions Animales*, 10 (1), 79-89

Epidémiologie

Dynamique de développement des stades infestants

risque d'infestation = f(probabilité de rencontre Hôte-Parasite)

Microclimat conditionne

- 1) le développement larvaire et sa durée
- 2) la survie du stade infestant

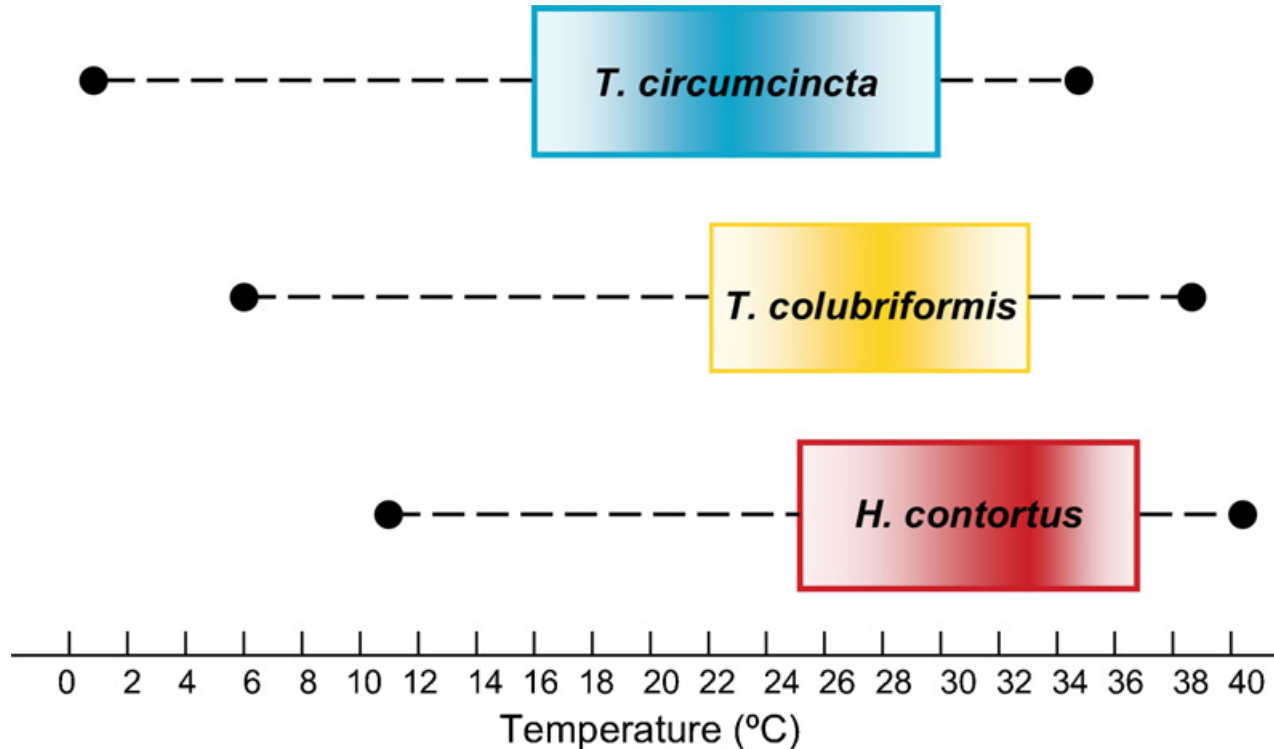
O'Connor L. J., Walkden-Brown S. W., Kahn L. P. 2006. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary Parasitology*. 142(1-2): 1-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.035>

Van Dijk J., Louw M. D. E. D., Kalis L. P. A., Morgan E. R. 2009. Ultraviolet light increases mortality of nematode larvae and can explain patterns of larval availability at pasture. *International Journal for Parasitology*. 39(10): 1151-1156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpara.2009.03.004>

Van Dijk J., Sargison N. D., Kenyon F., Skuce P. J. 2010. Climate change and infectious disease: helminthological challenges to farmed ruminants in temperate regions. *Animal*. 4(3): 377-392. <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731109990991>

Epidémiologie

Dynamique de développement des stades infestants



Temperature range for development of major trichostrongylid species from unembryonated egg to L3. Optimum temperature indicated by box, with most optimum temperature marked by high colour intensity. Dashed lines (—) extend to the upper and lower temperature limits for development (sources: Levine, 1963; Crofton, 1965; Waller and Donald, 1970; Barger et al., 1972; Hsu and Levine, 1977; Jasmer et al., 1986; Rossanigo and Gruner, 1995). O'connor L. J., Walkden-Brown S. W., Kahn L. P. 2006. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary Parasitology*. 142(1-2): 1-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.035>

Distribution and ecological characteristics of common ovine gastrointestinal species from the *Trichostrongylus* genus

	<i>T. colubriformis</i>	<i>T. axei</i>	<i>T. rugatus</i>	<i>T. vitrinus</i>
Climatic distribution	Intermediate	Wide	Hot, dry	Cool, moist
Egg hatching at 10 °C	Marginal	Successful	Successful	Successful
Larval development to L3 at 10 °C	Marginal	Moderate	Marginal	Successful
Hatch and development at 20 °C	Successful	Successful	Successful	Successful
Survival of L3 at 20 °C ^a	2	2	1	3
Resistance to desiccation ^b	2	2	1	3

O'connor L. J., Walkden-Brown S. W., Kahn L. P. 2006. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary Parasitology*. 142(1-2): 1-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.035>

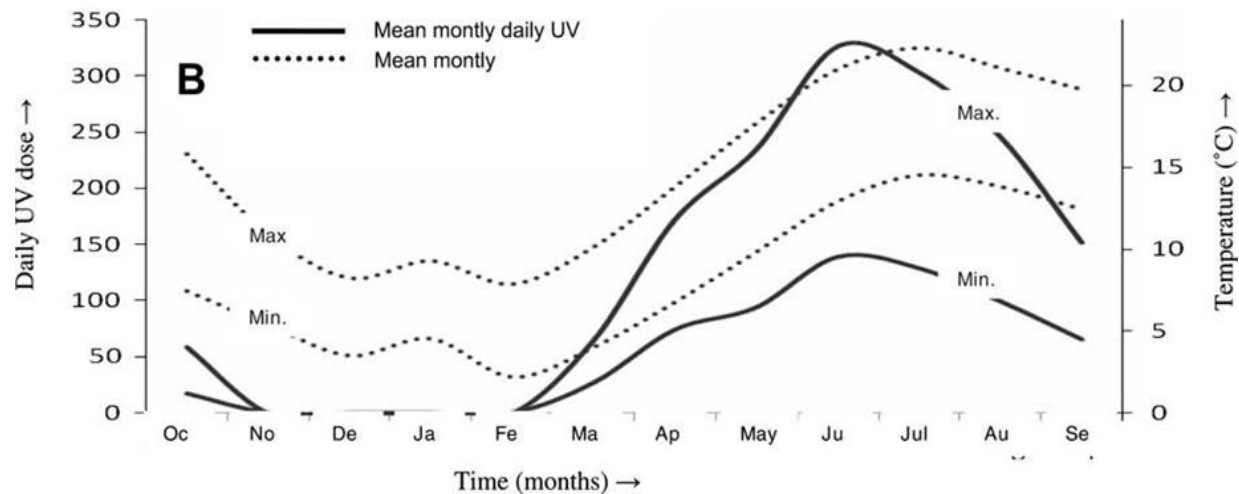
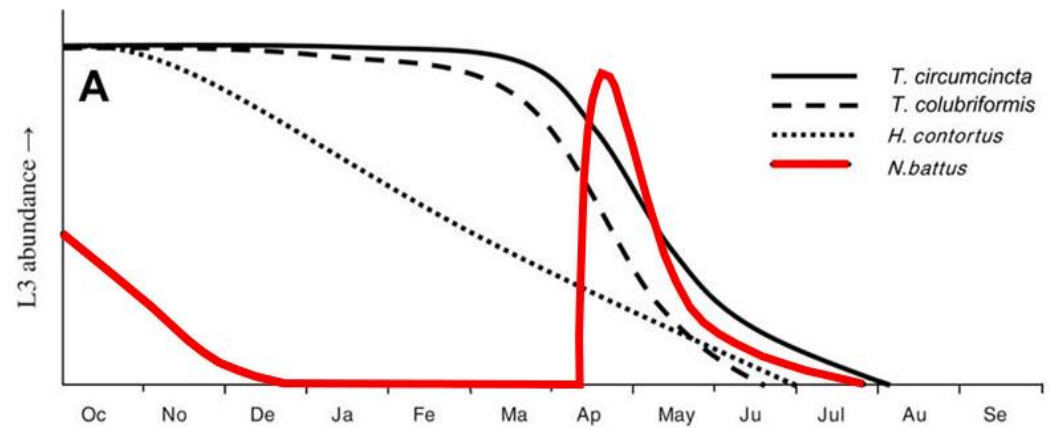
Sources. Mirzayans (1969), Callinan (1978b) and Beveridge et al. (1989).

^a Ranked according to length of survival: 1, survived most number of days; 2, intermediate survival; 3, survived least number of days.

^b 1, most resistant; 2, intermediate survival; 3, least resistant.

Typical survival patterns of infective trichostrongyloid larvae developing in late summer in the United Kingdom (UK), in relation to temperature and UV experience.

(A) The fate of *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus colubriformis* and *Haemonchus contortus* larvae, and *Nematodirus battus* larvated eggs, present on pasture during autumn in the UK. A very high proportion of *T. circumcincta* and *T. colubriformis* larvae survive the winter but numbers decline very rapidly from April onwards, while *H. contortus* survival follows a more linear pattern. A proportion of *N. battus* larvae may hatch in autumn, while the spring-hatching majority of the population emerges, and very rapidly falls, during the period of sharp decline of *T. circumcincta* and *T. colubriformis* populations. (constructed from Boag and Thomas, 1970, 1975; Gibson, 1959, 1963; Gibson and Everett, 1967, 1972, 1976; Graham et al., 1984; Thomas, 1959; van Dijk and Morgan, 2008).



(B) Maximum and minimum monthly mean daily UV dose, and mean monthly maximum and minimum temperatures, derived from daily measurements made at Bristol Weather Station, UK, during the 4 years 2005–2008. The UV Index was measured every 10 min and summed over each 24-h period to give the daily UV dose. To smooth strong between-day fluctuations, UV dose was calculated as the monthly mean of the maximum or minimum daily values over a 4-year period, reflecting potential minima and maxima for each month. During the period November to February, the sun was normally too low to make meaningful UV measurements.

Van Dijk J., Louw M. D. E. D., Kalis L. P. A., Morgan E. R. 2009. Ultraviolet light increases mortality of nematode larvae and can explain patterns of larval availability at pasture. *International Journal for Parasitology*. 39(10): 1151-1156.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpara.2009.03.004>

Modélisation de la dynamique de population de L3 sur le pâturage (Z. tropic. humide) Devenir d'un dépôt unique d'œufs de NGI (Aumont et Gruner, 1989)

Fonction croissance:

Nedler model (Debouche, 1979)

$$y = M / (1 + (n * (\exp(-1 * (tps - a) / b))))^{(1/n)}$$

Avec M = 390

a = 11

b = 2.4

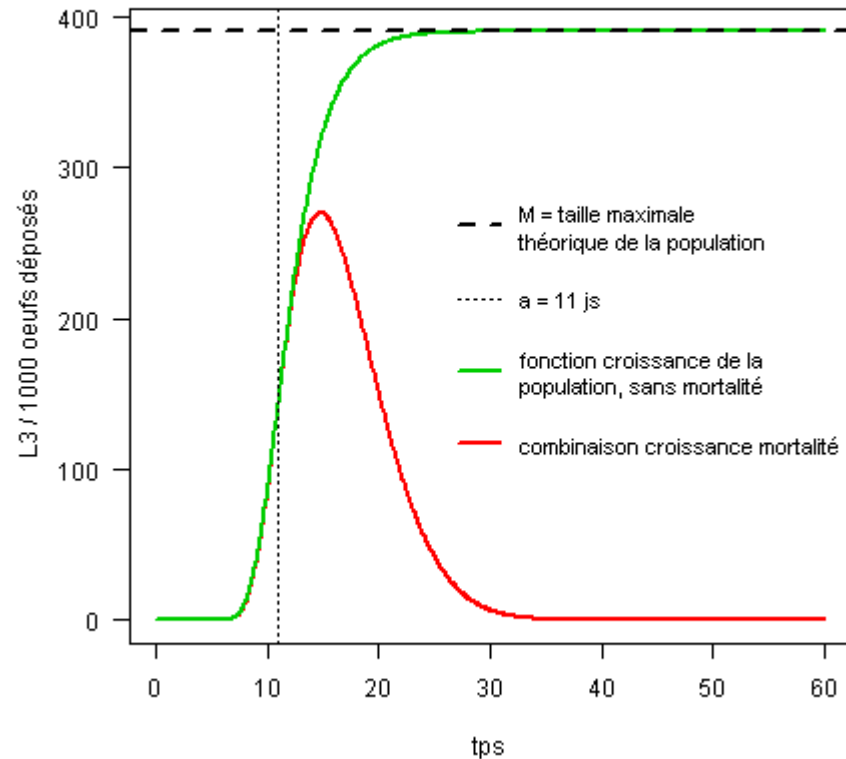
n = - 0.004

Fonction mortalité

cumulative Weibull model (Dell, 1983)

$$y' = y * \exp(-\mu * ((tps - a)^2))$$

Avec $\mu = 0.0113$



Debouche C. 1979. Présentation coordonnée de différents modèles de croissance. *Revue de Statistique Appliquée*. 27(4): 5-22.

http://archive.numdam.org/ARCHIVE/RSA/RSA_1979_27_4/RSA_1979_27_4_5_0/RSA_1979_27_4_5_0.pdf

Dell T. R., Robertson J. L., Haverty M. I. 1983. Estimation of Cumulative Change of State with the Weibull Function. *Bulletin of the ESA*. 29(4): 38-40. <http://www.ingentaconnect.com/content/esa/besa/1983/00000029/00000004/art00010>

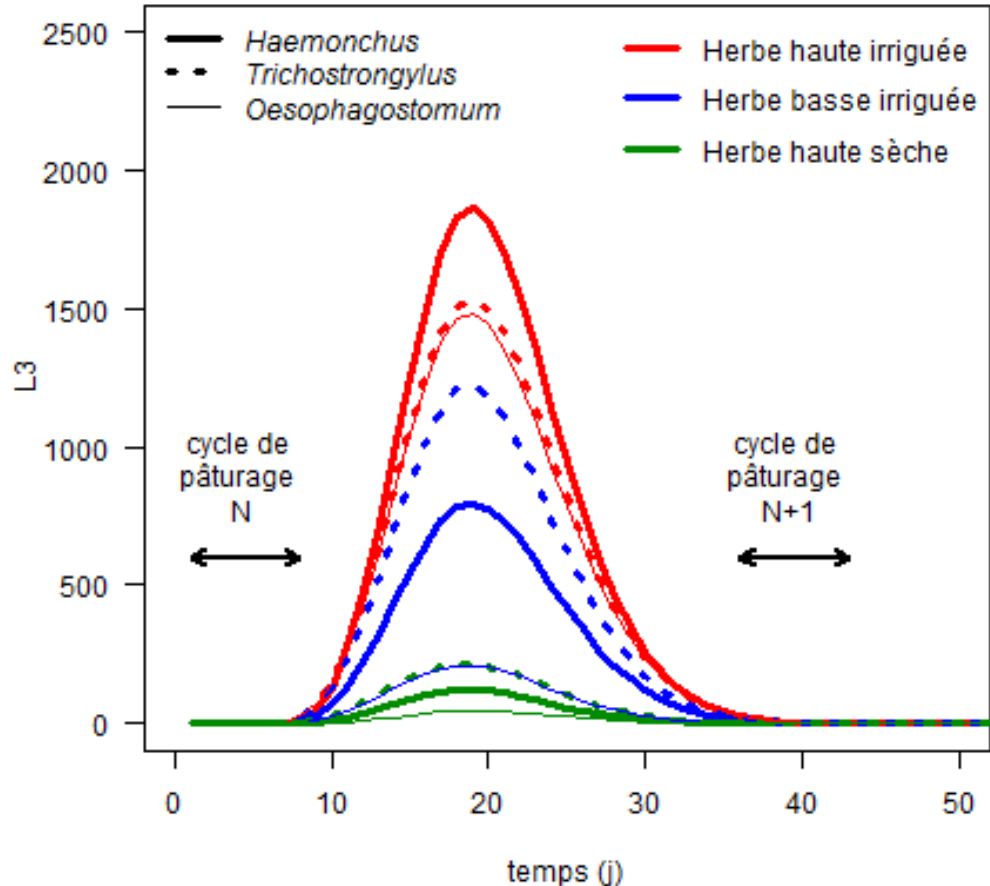
Aumont G., Gruner L. 1989. Population evolution of the free-living stage of goat gastrointestinal nematodes on herbage under tropical conditions in Guadeloupe (French West Indies). *International Journal for Parasitology*. 19(5): 539-546.

Gestion du pâturage



Valable zone
tropicale
humide !

Nombre de L3 dans la strate herbacée
pour 1000 oeufs déposés par jour pendant 7 jours



Aumont G., Gruner L., Berbigier P., 1991, Dynamique des populations des stades infestants de strongles gastro-intestinaux des petits ruminants en milieu tropical humide. Conséquences sur la gestion des pâturages, Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 141 (suppl), 123-131 http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT91_S.PDF

Stratégies adaptatives des parasites

1) Reproduction :

Probabilité d'atteindre le stade adulte très faible

➔ Dispersion massive d'œufs

Ex : Haemonchus contortus femelle (l=12-25 mm, masse 1-2 mg)
ponte jusqu'à 5-6000 œufs par jour

(soit 100 000 à 500 000 ϖ en 3mois?)

Investissement minimal dans chaque élément :

masse unitaire ϖ /masse femelle $\sim 5.10^{-5}$

masse L3/ masse $\varpi \sim 2.5$

masse L3/ masse femelle $\sim 1.5 10^{-4}$

Mais masse totale ϖ pondus chaque jour $\sim 25\%$ masse femelle

Stratégies adaptatives des parasites

2) Mécanismes pour surmonter les périodes défavorables

Hypobiose (diapause, arrested development, Dauer larva)

Sous influence facteurs environnement extérieur pendant le développement larvaire

baisse des températures (zones tempérées ou froides)

diminution de l'humidité

Les larves ingérées s'enkystent dans l'hôte (stade L4)

Ne reprennent leur développement que si signal de conditions favorables (ex retour des pluies ou du printemps ➔ modification contenu digestif (ou autre signal de l'hôte) ➔ reprise du développement)

Sommerville R. I., Davey K. G. 2002. Diapause in parasitic nematodes: a review. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*. 80(11): 1817-1840. <http://dx.doi.org/10.1139/z02-163>

Stratégies adaptatives des parasites

2) Mécanismes pour surmonter les périodes défavorables

Sous l'effet des conditions rencontrées dans l'hôte

réactions immunitaires fortes



population parasitaire déjà installée

Les larves arrivant en dernier arrêtent leur développement au stade L4 (ou Early L4 stage). ou adulte immature (ou Late L4 stage).

Développement peut reprendre dès que "la place est libérée"

Régulation de la population totale de parasites

TABLE 2—MEAN PERCENTAGES OF LABELLED LARVAE ESTABLISHING AT 3-WEEKLY INTERVALS IN SHEEP EXPOSED TO FOUR RATES OF L3 INTAKE

L3 per week	Mean % establishing after week:				
	1	4	7	10	13
600	30.7	58.0	5.9	2.6	5.7
1200	34.1	46.4	7.3	2.1	1.3
2400	53.4	45.2	2.7	1.0	0.0
4800	42.4	35.3	7.7	1.7	0.1
Mean	40.0	46.1	5.8	1.8	0.8
S.E.	4.2	4.2	4.1	3.9	4.5

TABLE 3—MEAN PERCENTAGES OF ESTABLISHING LARVAE ARRESTED AT THE EL4 STAGE AT 3-WEEKLY INTERVALS IN SHEEP EXPOSED TO FOUR RATES OF LARVAL INTAKE

L3 per week	Mean % arrested after week:				
	1	4	7	10	13
600	0.0	2.8	46.9	79.5	59.4
1200	0.0	20.9	72.4	71.6	87.0
2400	0.1	24.6	24.3	60.4	*
4800	0.1	50.7	63.1	67.6	19.4
Mean	0.0	22.0	52.3	68.9	61.3
S.E.	7.4	6.9	6.7	7.6	11.2

*No labelled larvae recovered from this group.

Que se passe-t-il quand l'hôte rencontre le(s) parasite(s) ?

Le problème :

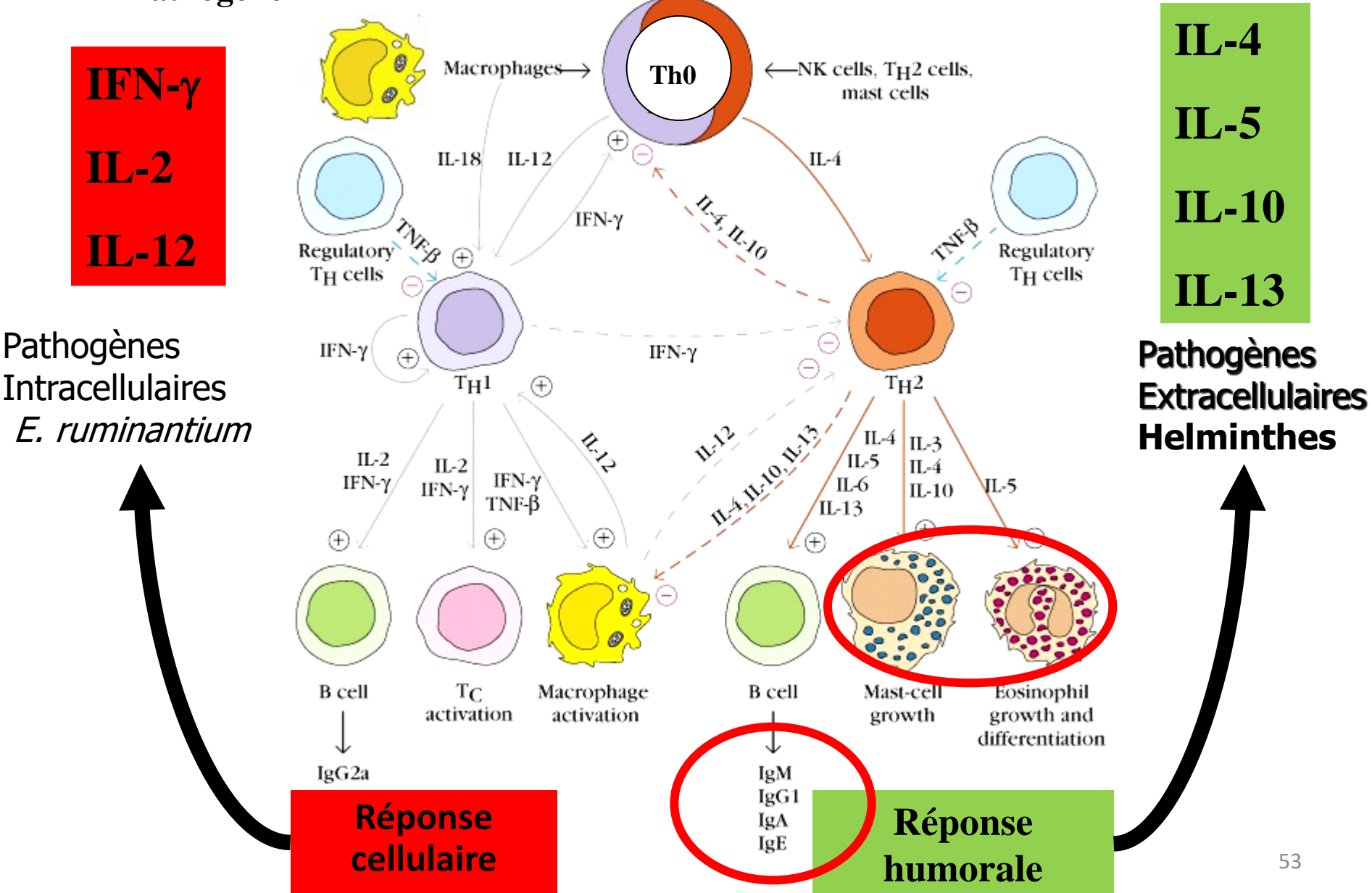
l'hôte doit identifier le parasite dans le tractus digestif,

Le parasite doit éviter de provoquer une réaction trop forte
(mais n'est pas en contact direct avec le milieu intérieur de l'hôte)

Mise en jeu des réponses immunitaires de l'hôte

Réponse immunitaire polarisée

Pathogène +



Réponse cellulaire

Réponse humorale

Effets sur les parasites :

bloque l'installation

réduit la taille et la fécondité

augmente la mortalité

Quelques remarques

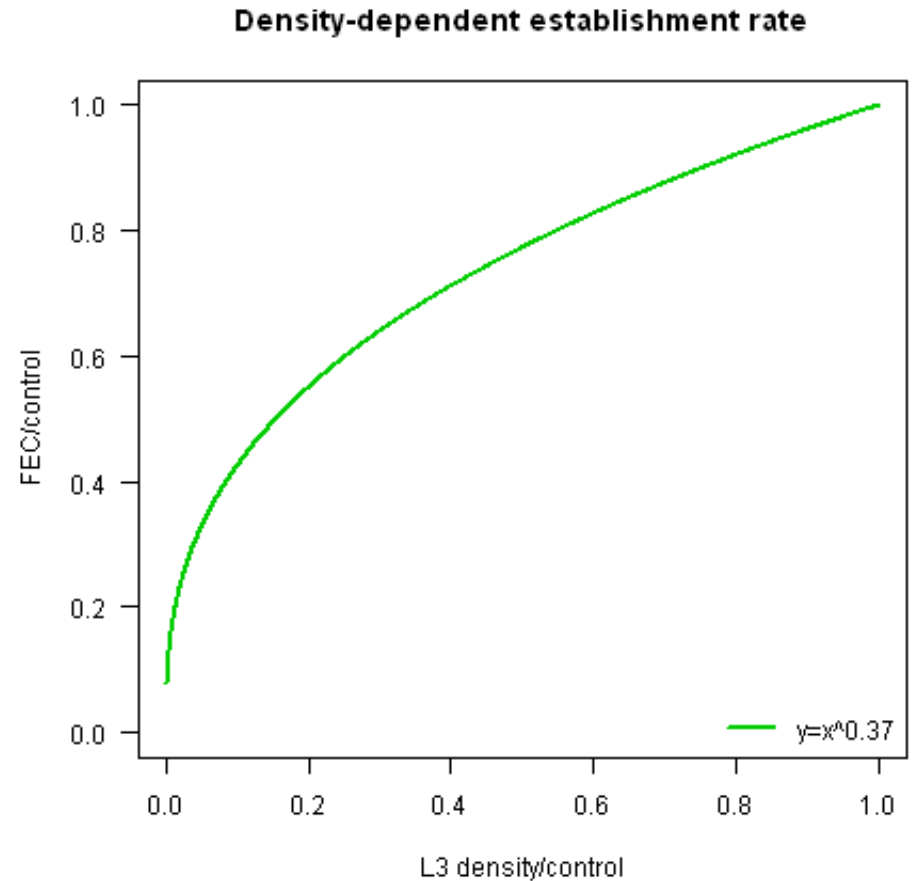
Du côté de l'hôte

- détecter le parasite
- être sélectif dans la réponse
- ne pas sur-réagir

Complexité des mécanismes

- Permet régulations à différents niveaux
- Limite les possibilités de contournement
- Fortes variations entre individus

Mécanismes immunitaires sous contrôle génétique , en interaction avec le milieu



Mahieu M. Effects of stocking rates on gastrointestinal nematode infection levels in a goat/cattle rotational stocking system. *Veterinary Parasitology*. (0). <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.08.029>

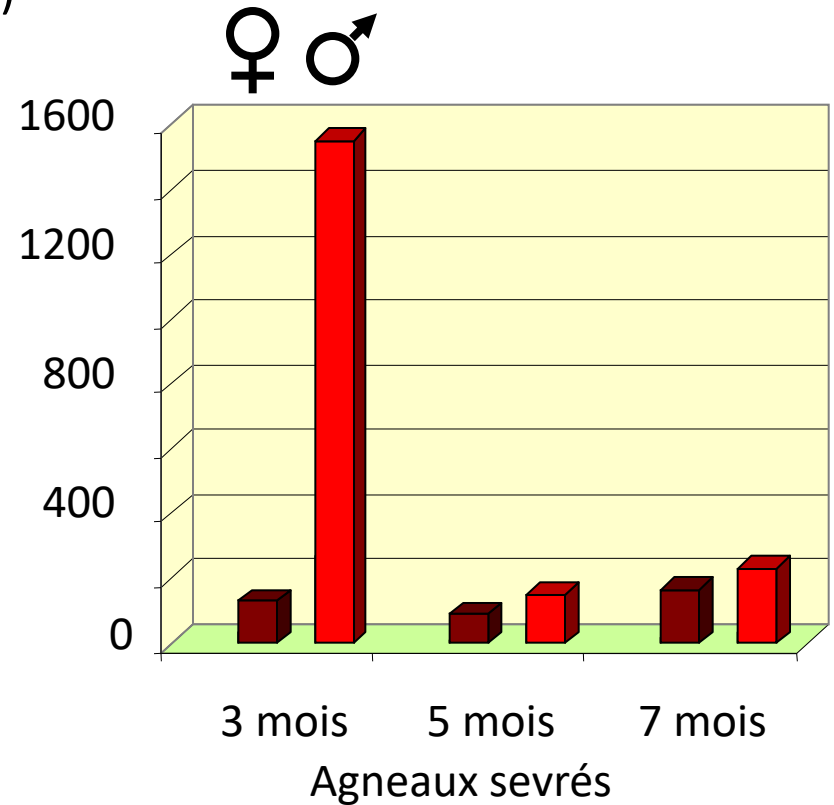
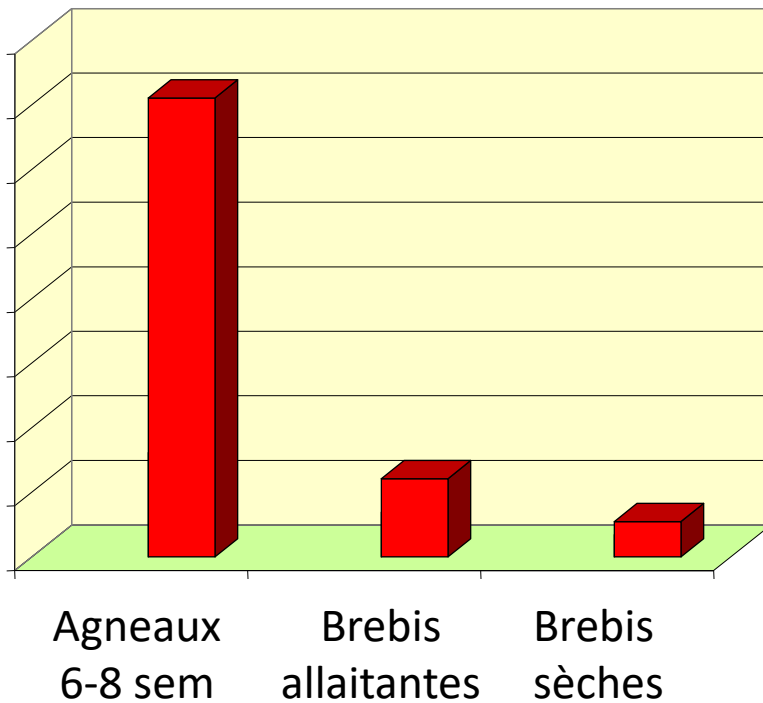
Relations dynamiques hôte – parasite (dont réponses immunitaires) modulées

par:

- stade physiologique
- histoire immunitaire
- paramètres génétiques (inter et intra-race)
- état nutritionnel (protéines)
- nature du fourrage (tanins...)
- niveau d'infestation du pâturage (densité de L3)
- comportement alimentaire

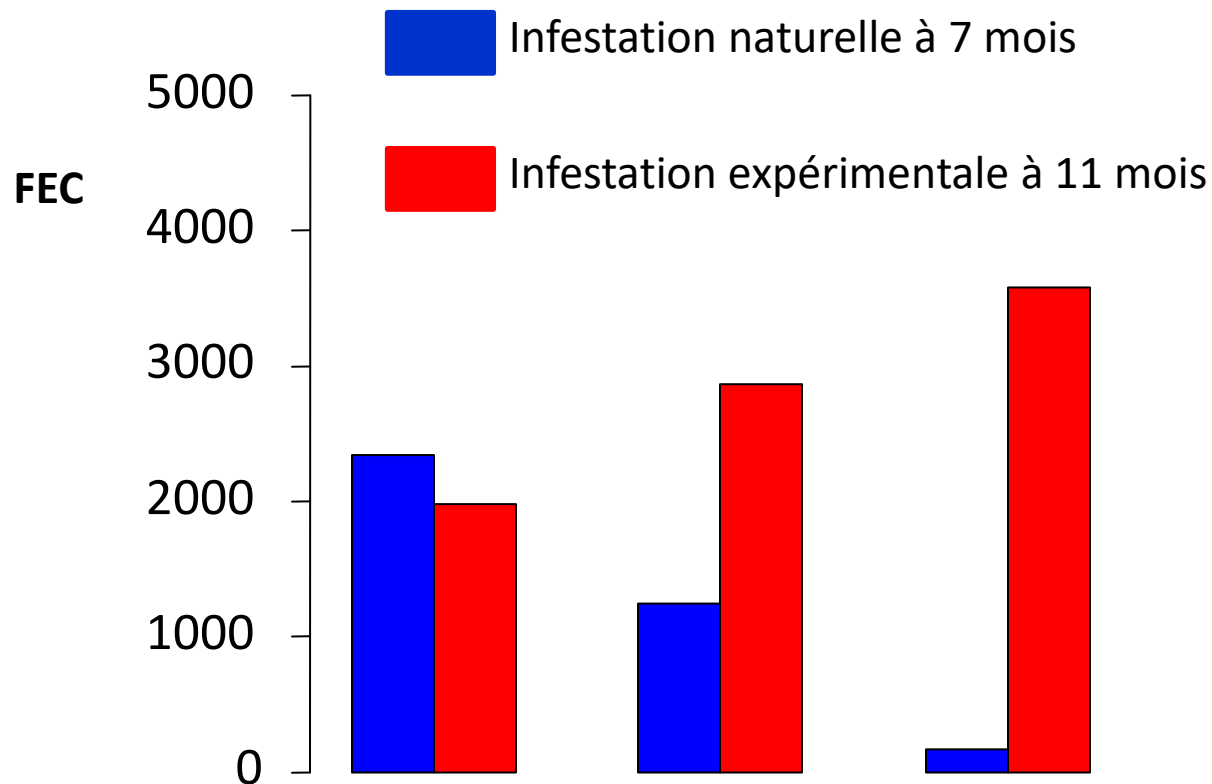
- stade physiologique
- histoire immunitaire

Évolution de l'excrétion d'œufs de NGI (OPG)



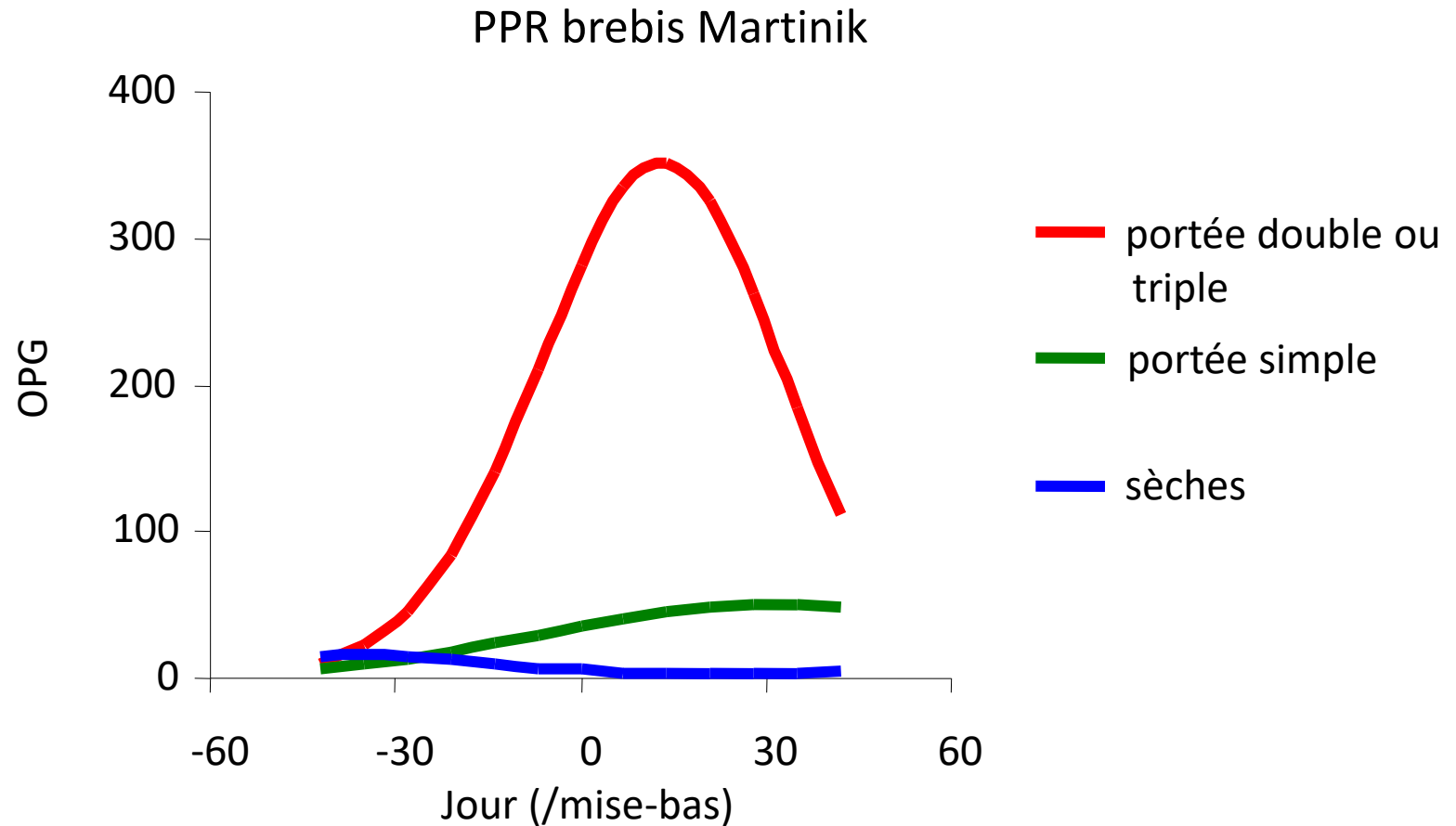
- histoire immunitaire

Chez les caprins, effets des niveaux d'infestation préalables sur la réponse à une infestation expérimentale



Cei, W., M. Mahieu, L. Philibert, R. Arquet, G. Alexandre, N. Mandonnet, J. C. Bambou (2015). "Impact of the post-weaning parasitism history on an experimental *Haemonchus contortus* infection in Creole goat kids." *Veterinary Parasitology* **207**(1-2): 166-169. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.11.010>

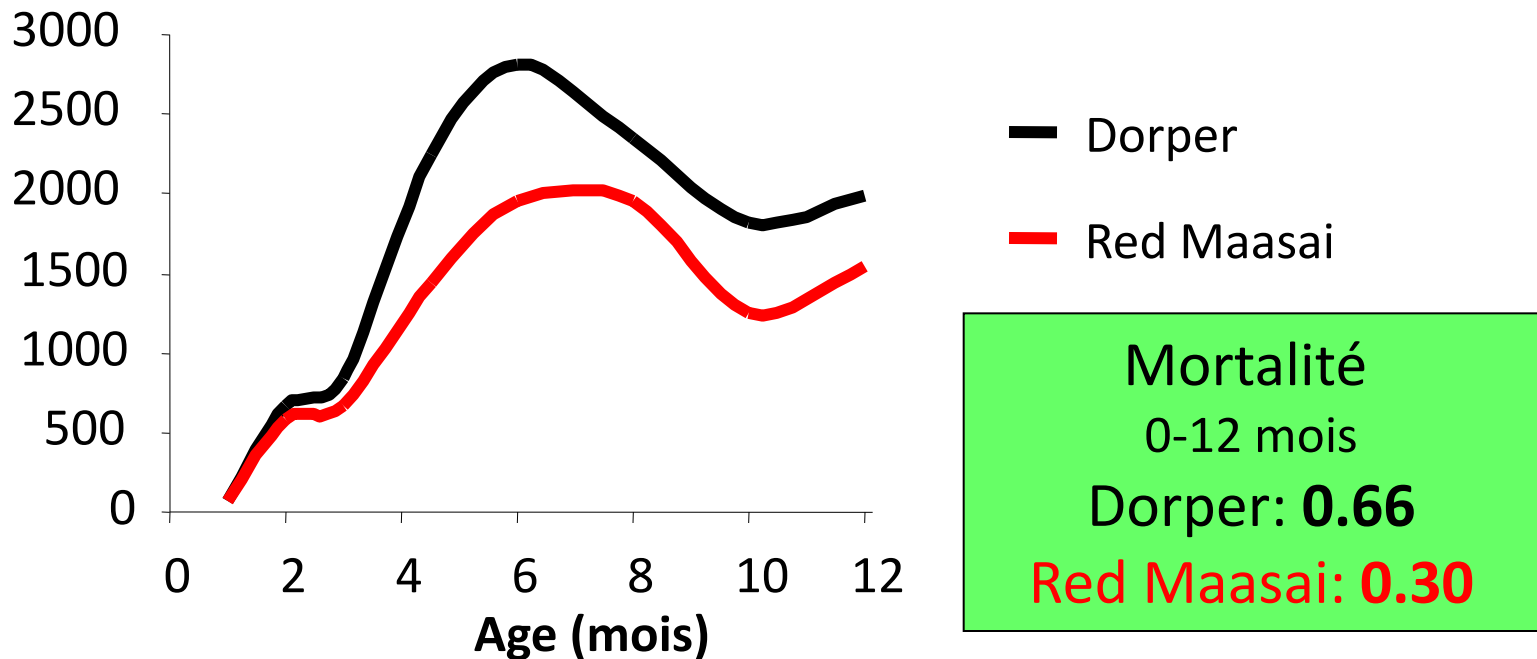
Dynamique parasitaire autour de la mise-bas



Mahieu M., Aumont G. 2007, Periparturient rise in Martinik Hair Sheep and perspectives for gastrointestinal nematode control, Tropical Animal Health and Production, 39 (6), 387-390 <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-007-9029-x>

Différences inter-races de sensibilité au parasitisme

Evolution de l'excrétion d'oeufs de NGI (OPG)



Nguti R., Janssen P., Rowlands G. J., Audho J. O., Baker R. L., 2003, Survival of Red Maasai, Dorper and crossbred lambs in the sub-humid tropics, *Animal Science*, 76 (1), 3-17

Baker R. L., Nagda S., Rodriguez-Zas S. L., Southey B. R., Audho J. O., Aduda E. O., Thorpe W., 2003, Resistance and resilience to gastro-intestinal nematode parasites and relationships with productivity of Red Maasai, Dorper and Red Maasai x Dorper crossbred lambs in the sub-humid tropics, *Animal Science*, 76 (1), 119-136

Différences intra-race de sensibilité au parasitisme

Ex : caprins créoles de Guadeloupe

$$h^2_{(\log(OPG))} = \mathbf{0.33} \pm 0.06 \text{ à 10 mois}$$

Corr génétique $\log(OPG)$ * poids vif ≈ 0

sélection possible sur critère de résistance aux SGI

Mandonnet N., Aumont G. *et al*, 2001, Assessment of genetic variability of resistance to gastrointestinal nematode parasites in Creole goats in the humid tropics, *Journal of Animal Science*, 79 (7), 1706-1712 <http://jas.fass.org/content/79/7/1706>

Mandonnet N., Menendez-Buxadera A. *et al*, 2006, Genetic variability in resistance to gastro-intestinal strongyles during early lactation in Creole goats, *Animal Science*, 82, 283-287 <http://dx.doi.org/10.1079/ASC200640>

Effets alimentaires

Complémentation protéique plus efficace que complémentation énergétique

Effets variables :

- Réduction nombre de vers ou d'œufs excrétés = **résistance** ↗
- Augmentation production sans réduction infestation = **résilience** ↗

Éléments explicatifs :

- Processus immunitaire et réparation lésions nécessitent protéines
- Protéines fournies par alimentation ou mobilisation réserves corporelles
- Allocation des protéines modulée par stade physiologique suivant priorités :
maintenance > reproduction > immunité > réserves

Houdijk J. G. M., Jessop N. S., Kyriazakis I., 2001, Nutrient partitioning between reproductive and immune functions in animals, Proceedings of the Nutrition Society, 60 (4), 515-525

Effets alimentaires

Les tanins contenus dans certains fourrages auraient une action anthelminthique

- diminution du taux d'installation des L3, du nombre de NGI adulte et/ou de leur fécondité
- diminution de la viabilité des œufs de SGI

Exemple de fourrages contenant des tanins

- *Onobrychis sativa* (sainfoin) ; - *Hedysarum coronarium* (sulla)
- *Lotus corniculatus* (lotier) ; - *Manihot esculenta* (manioc)...

Paolini V., Dorchies P., Hoste H., 2003, Effects of sainfoin hay on gastrointestinal nematode infections in goats, *Veterinary Record*, 152 (19), 600-601

Min, B. R. et al, 2004, The effect of short-term consumption of a forage containing condensed tannins on gastro-intestinal nematode parasite infections in grazing wether goats, *Small Ruminant Research*, 51 (3), 279-283

Marie-Magdeleine C., Mahieu M., Philibert L., Despois P., Archimède H. 2010. Effect of cassava (*Manihot esculenta*) foliage on nutrition, parasite infection and growth of lambs. *Small Ruminant Research*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.04.024>

Méthodes de lutte contre le parasitisme gastro-intestinal

les méthodes classiques, L'approche vétérinaire

Les NGI, une découverte "relativement" récente

Hæmonchus contortus décrit par Rudolphi, 1803

Æsophagostomum columbianum Curtice, 1890

Trichostrongylus colubriformis Giles, 1892

- ✓ Premiers travaux sur cycle biologique des nématodes milieu XIXème siècle (Leuckart, 1866)
- ✓ Premières publications sur effets pathogènes fin XIXème siècle (Giles, 1892 ; Campbell 1893...) par des vétérinaires coloniaux (Australie, Afrique du Sud, Indes)
- ✓ Premières tentatives de médication début XXème siècle : sels de Cu, As, tétrachlorure de C, tétrachloréthylène, roténone, nicotine... (Veglia, 1918 ; Seddon, 1929...)

Depuis les années 1940-50, développement de médicaments efficaces et bon marché

"industrialisation" de l'élevage

Une maladie, un traitement ; un objectif, l'éradication

Dans la pratique, des préconisations :

De traitement occasionnel de tout le troupeau quand cas cliniques observés

à

Traitement systématique de tout le troupeau

à une fréquence censée empêcher toute reproduction des parasites

Discours sur la notion de "traitement préventif"

// avec discours phytosanitaire

Mais, si on détruit systématiquement les parasites sensibles...

Sélection de souches parasitaires **résistantes aux anthelminthiques**

→ Impasse technique à moyen terme

Exemple : résistance aux benzimidazoles

Mode d'action des benzimidazoles (BZ) :

Se lie à la β -tubuline et perturbent processus cellulaires (division)
Il existe 2 isotypes I et II de la β -tubuline, avec plusieurs allèles chacun, d'affinité plus ou moins marquée pour BZ

Certains allèle de l'isotype I (Phe remplacé par Tyr sur le codon 200)
confèrent une résistance modérée aux BZ

La sélection par BZ entraîne l'élimination de tous les allèles de l'isotype I, à l'exception de l'allèle muté.

Une augmentation des doses entraîne alors l'élimination des allèles de l'isotype II

Roos M. H., 1995, New genetic and practical implications of selection for anthelmintic resistance in parasitic nematodes, *Parasitology Today*, 11 (4), 148-150

Silvestre A., Humbert J. F. 2002. Diversity of benzimidazole-resistance alleles in populations of small ruminant parasites. *International Journal for Parasitology*. 32(7): 921-928.

Les résistances aux anthelminthiques sont de plus en plus fréquentes

	Date mise en marché	1ère résistance rapportée	Répartition des pop. Vers résistants (2004)
Benzimidazoles BZ (thiabendazole...)	1961	1964	mondiale
lévamisole	1970	1979	mondiale
ivermectine	1981	1988	Tropiques et sub-tropiques
moxidectine	1991	1995	ponctuelle

Échec des méthodes de contrôle "classiques", basées sur emploi exclusif d'anthelminthiques

Le cas de la Guadeloupe :

Enquête 1994-96 (Barré et al, 1997, Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop. 50(2): 105-110) :

- **Résistance aux benzimidazoles : 25/26**

Lévamisole et ivermectine encore peu utilisés (3/26)

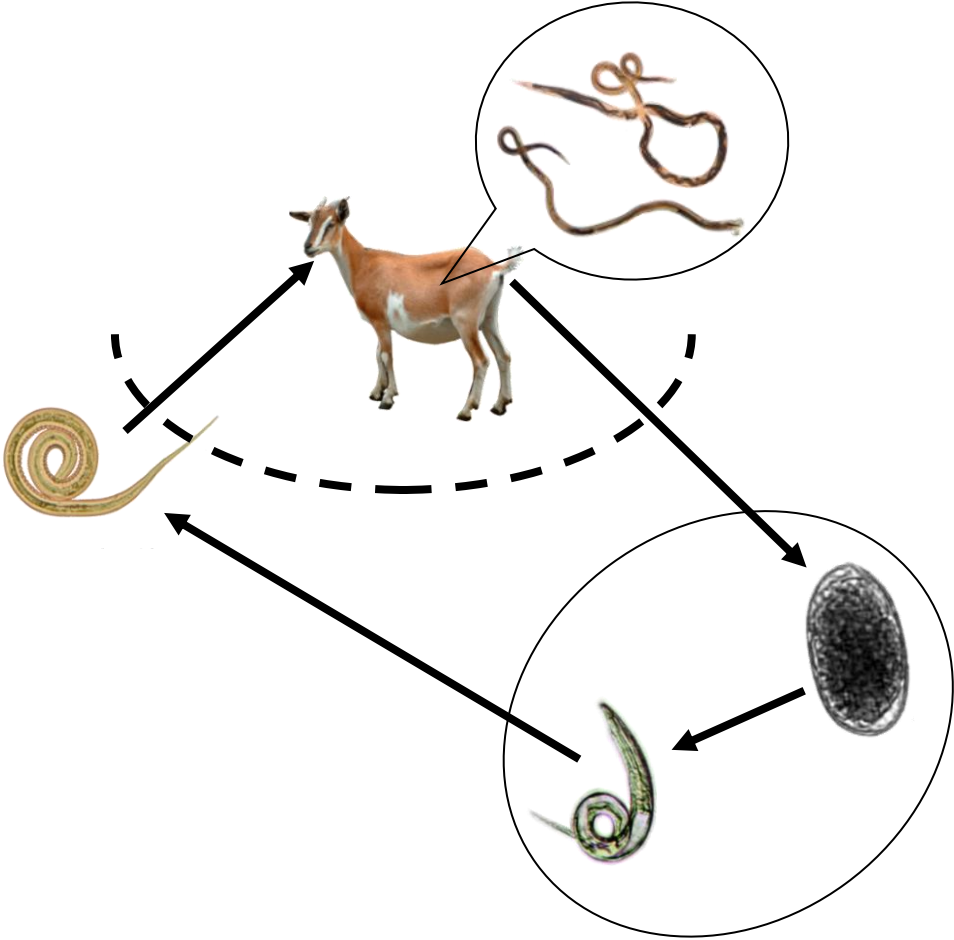
15 ans plus tard, situation très dégradée (Mahieu et al, 2014, Vet. Parasitol. 205: 379-384)

Enquête 2011-2012	Résistance globale	H. c. résistant	T. c. résistant	2 esp. résistantes
Benzimidazoles	15/15	11/11	4/6	≥ 4/15**
Lévamisole	7/9	3/7	3/3	≥ 1/9**
Ivermectine	14/17	11/13	4/7	≥ 2/17**
Moxidectine	2/12	2/9	0/7	≥ 0/12
Résistances multiples*	≥ 14/21	≥ 12/16	≥ 3/15	

*2 élevages testés pour 1 seul , 11 pour 2, 3 pour 3 et 5 pour 4 anthelminthiques

**anthelminthiques inefficaces même en combinaison

Quelles solutions ?



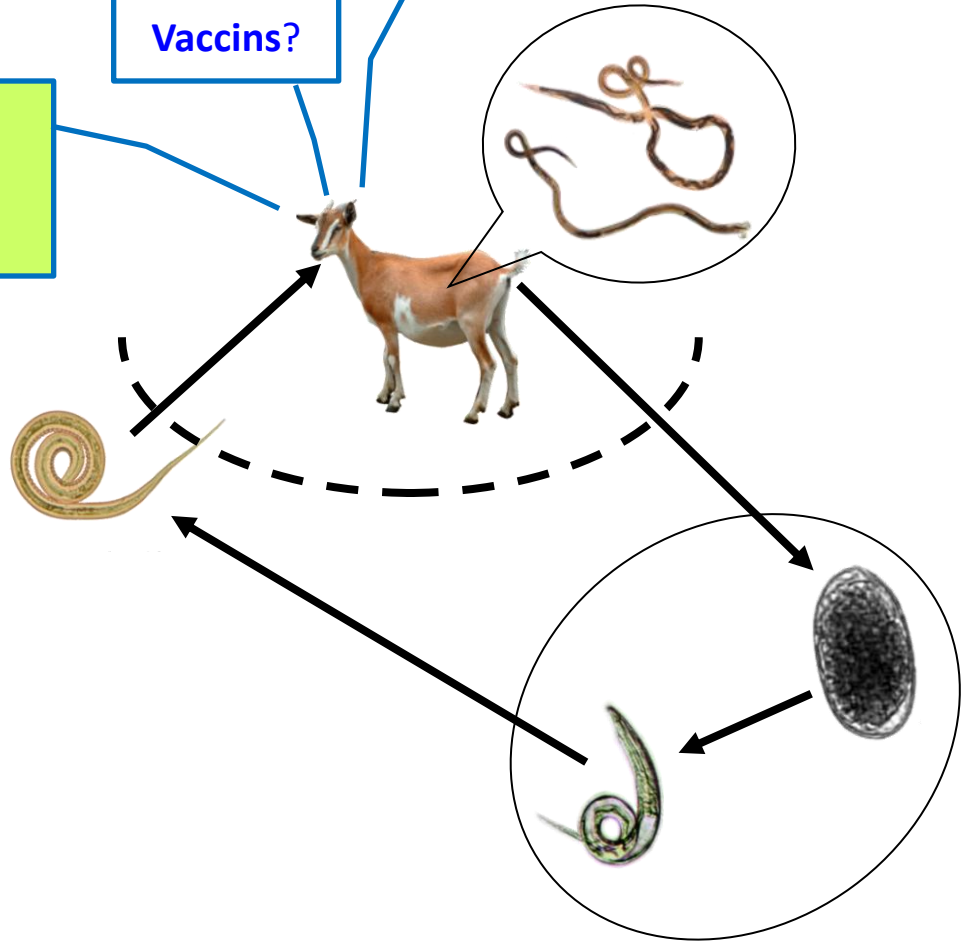
Quelles solutions ?

***Renforcer les défenses
de l'hôte***

Alimentation
protéines &
énergie

Vaccins?

Sélection
résistance
génétique



Vaccins

- Stade expérimental
- Spécifiques (ex. contre protéines antigéniques des cellules intestinales d'*Haemonchus contortus*, parasite hématophage)
- Protection limitée dans le temps (quelque mois)

Parasitisme poly-spécifique

Pas disponibles sur le marché sauf exception

(vaccin contre haemonchose saisonnière, Australie)

Génétique

Recherche de QTL de résistance aux NGI

Recherche mécanismes physio de résistance aux NGI

Mise en place d'une sélection divergente sur le critère de résistance aux SGI

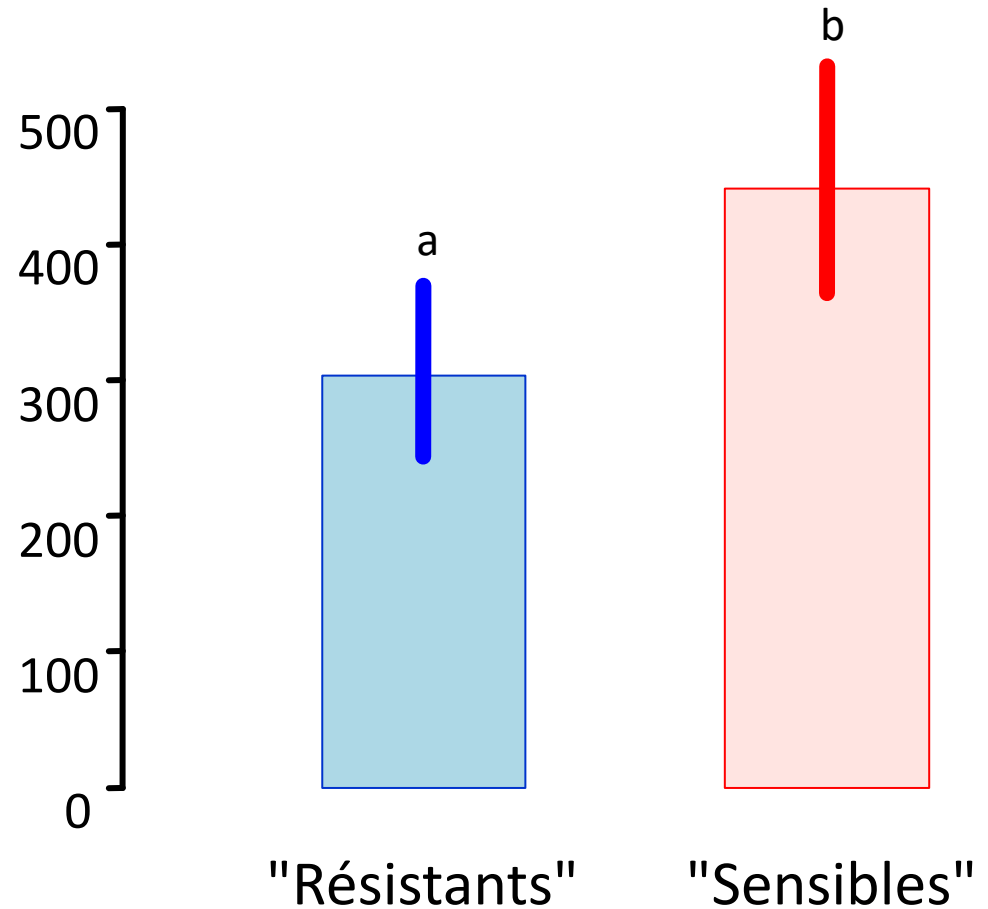
Évaluation de l'impact sur le niveau de contamination des parcelles et sur le besoin de traitements anthelminthiques

(expérimentations en cours, N. Mandonnet)

Effets de la sélection sur le niveau moyen d'excrétion d'œufs de strongles gastro-intestinaux

$\Delta = 0,53$ écart-type
génétique pour l'excrétion
d'œufs

Excrétion
moyenne
(opg)



Blaes J.-L., Mandonnet N., Arquet R., Mahieu M. 2010. A long term experiment of integrated control of nematode parasitism in Creole goats - Proceedings of the SAPT2010 conference -. In. *Advances in Animal Biosciences* 413-414. <http://dx.doi.org/10.1017/S2040470010000403>

Mise en place d'un programme de sélection des caprins Créole de Guadeloupe incluant une indexation sur la résistance aux SGI

Conditions favorables à la sélection

Biologie

- Caractères de résistance **héritables**
- Caractères de résistance très liés quelque soit le stade de production
- Pas d'effets maternels
- Indépendance génétique avec la croissance

Méthodes

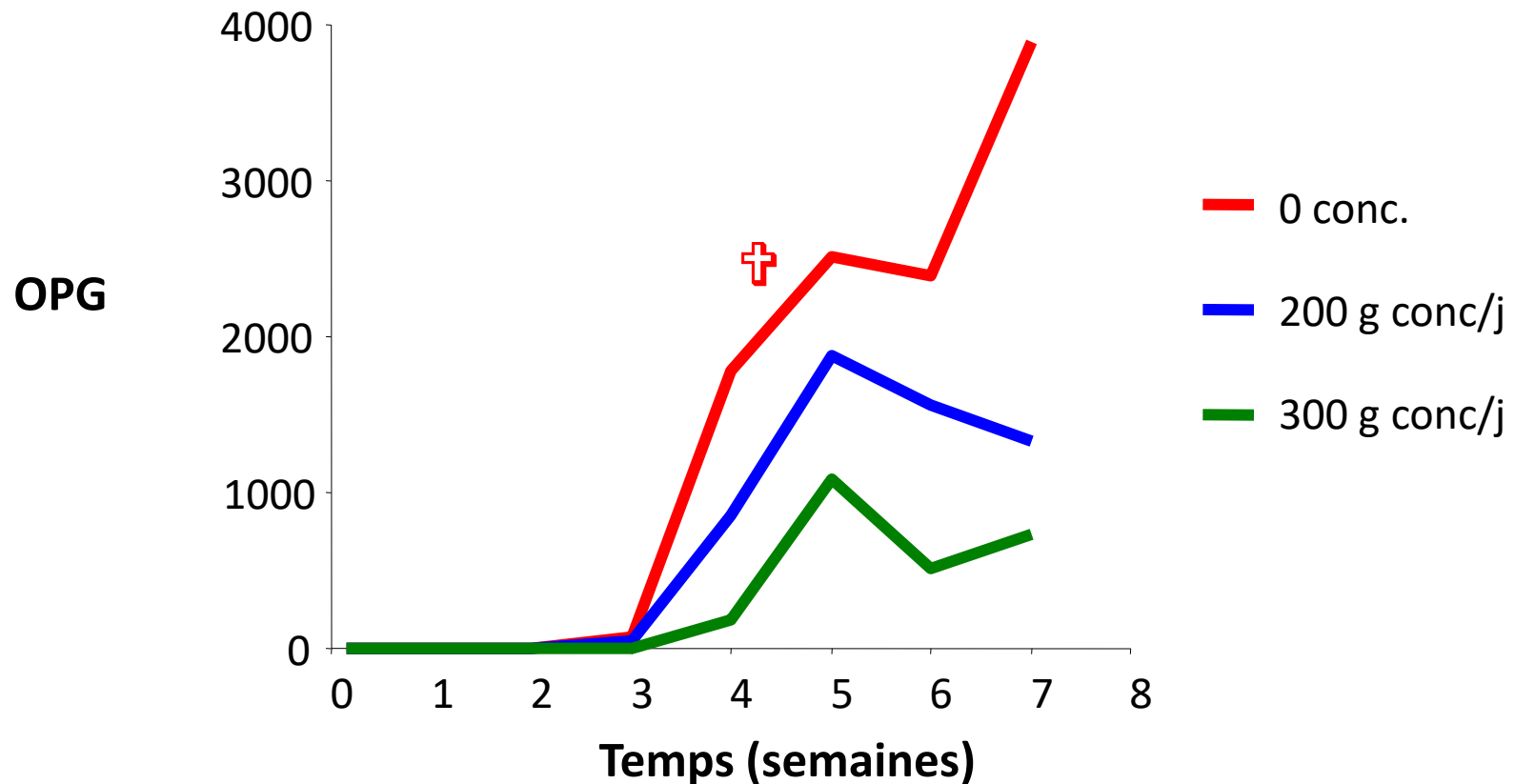
- indicateurs de résistance aux parasites (OPG)
- méthode d'indexation des animaux (en routine sur troupeau INRA)

Organisation

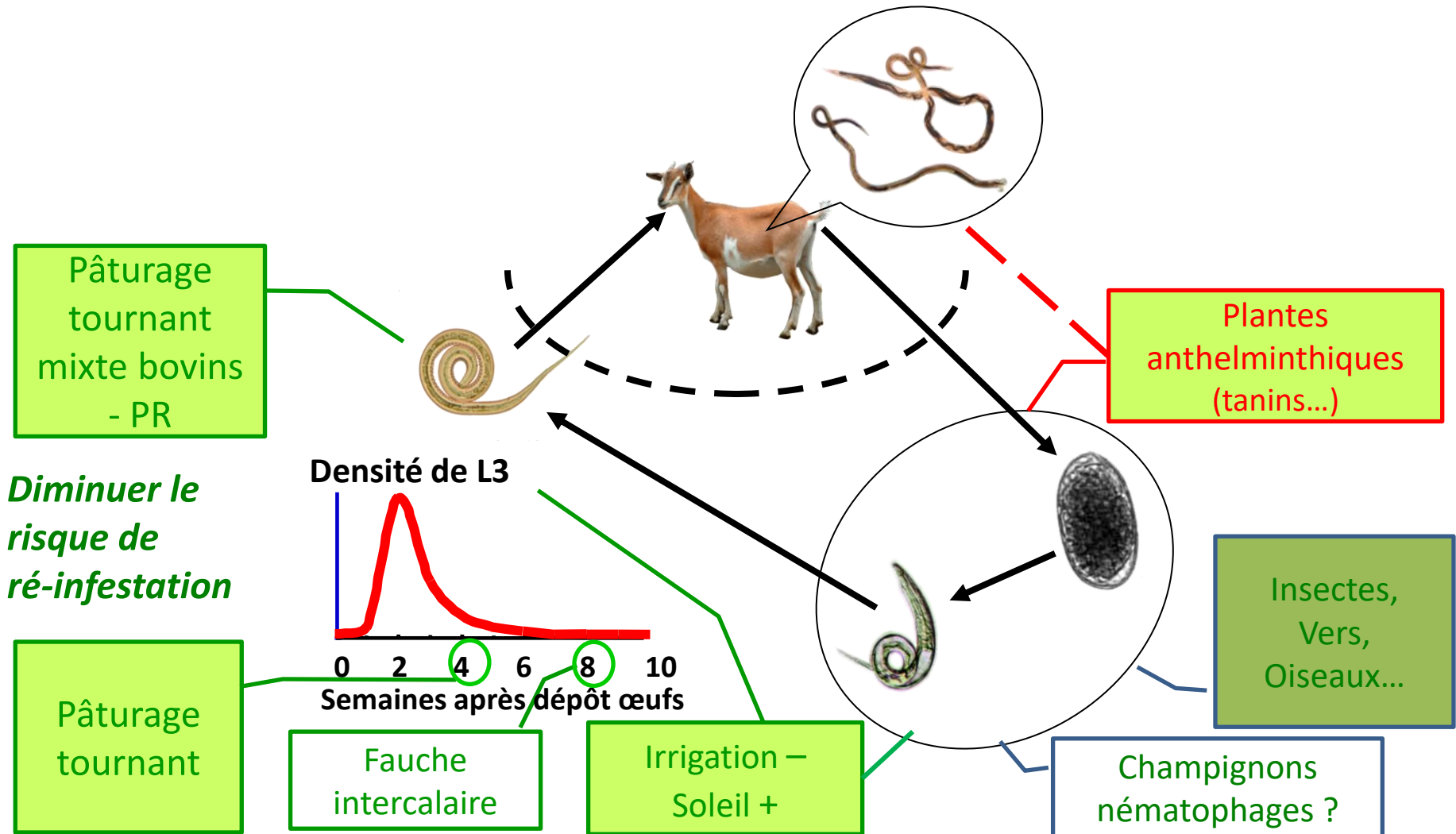
- Volonté de la profession
- Organisation collective au sein de Cabricoop
- Lancement du schéma de sélection des caprins Créoles

Alimentation

Évolution de l'OPG en fonction du niveau alimentaire de chevrettes sevrées (infestation expérimentale à t=0)



Quelles solutions ?



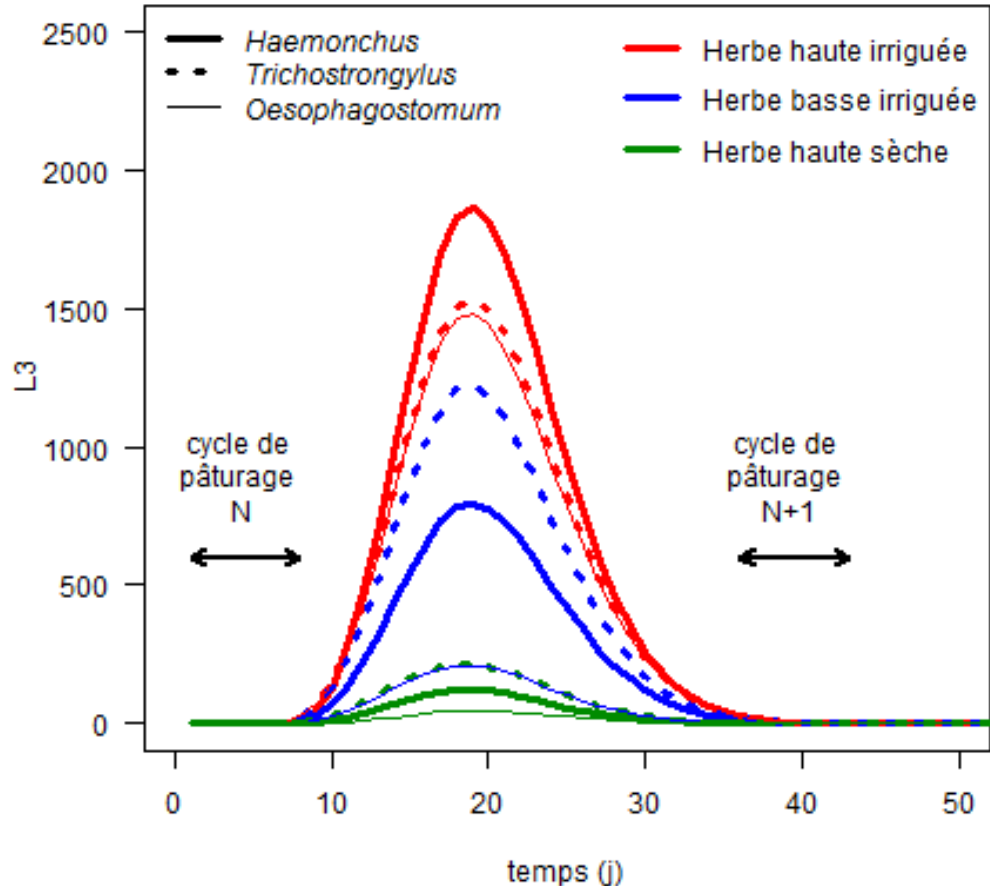
Gestion du pâturage



Valable zone tropicale humide !

Rappel

Nombre de L3 dans la strate herbacée pour 1000 oeufs déposés par jour pendant 7 jours



Aumont G., Gruner L., Berbigier P., 1991, Dynamique des populations des stades infestants de strongles gastro-intestinaux des petits ruminants en milieu tropical humide. Conséquences sur la gestion des pâturages, Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 141 (suppl), 123-131 http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT91_S.PDF

Diminuer le risque de ré-infestation

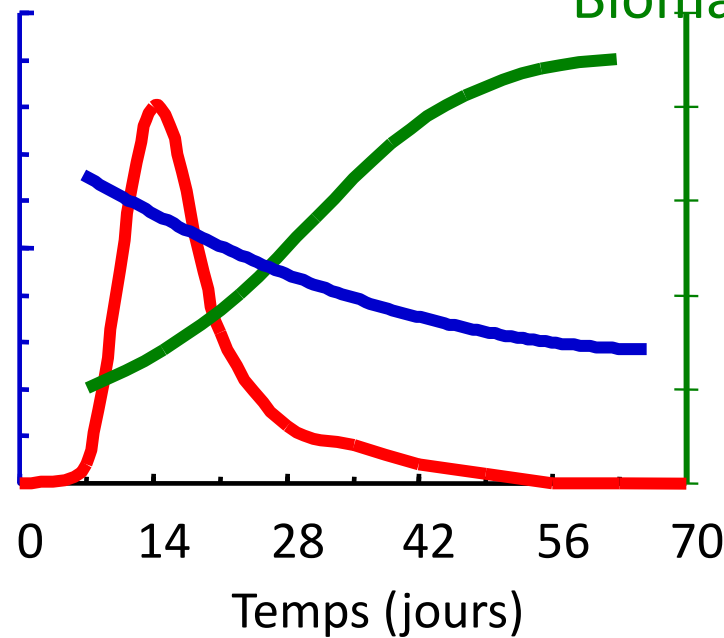
Digestibilité

Densité Larves sur l'herbe

Biomasse



Valable zone
tropicale
humide !



avec l'âge du fourrage, **quantité** ↗

qualité ↘

mais le **parasitisme** impose :

séjour maximal 7 jours, repousse minimale 28 jours

Cruz P., Alexandre G., Baudot H., 1989, Cinétique de la croissance foliaire et stolonifère d'un peuplement de *Digitaria decumbens* au cours de la repousse, XVI International Grassland Congress, Nice, France, 1, 499-500

Archimède H. *et al.*, 2000, Effect of regrowth age on intake and digestion of *Digitaria decumbens* consumed by Black-belly sheep, Animal Feed Science and Technology, 87, 153-162

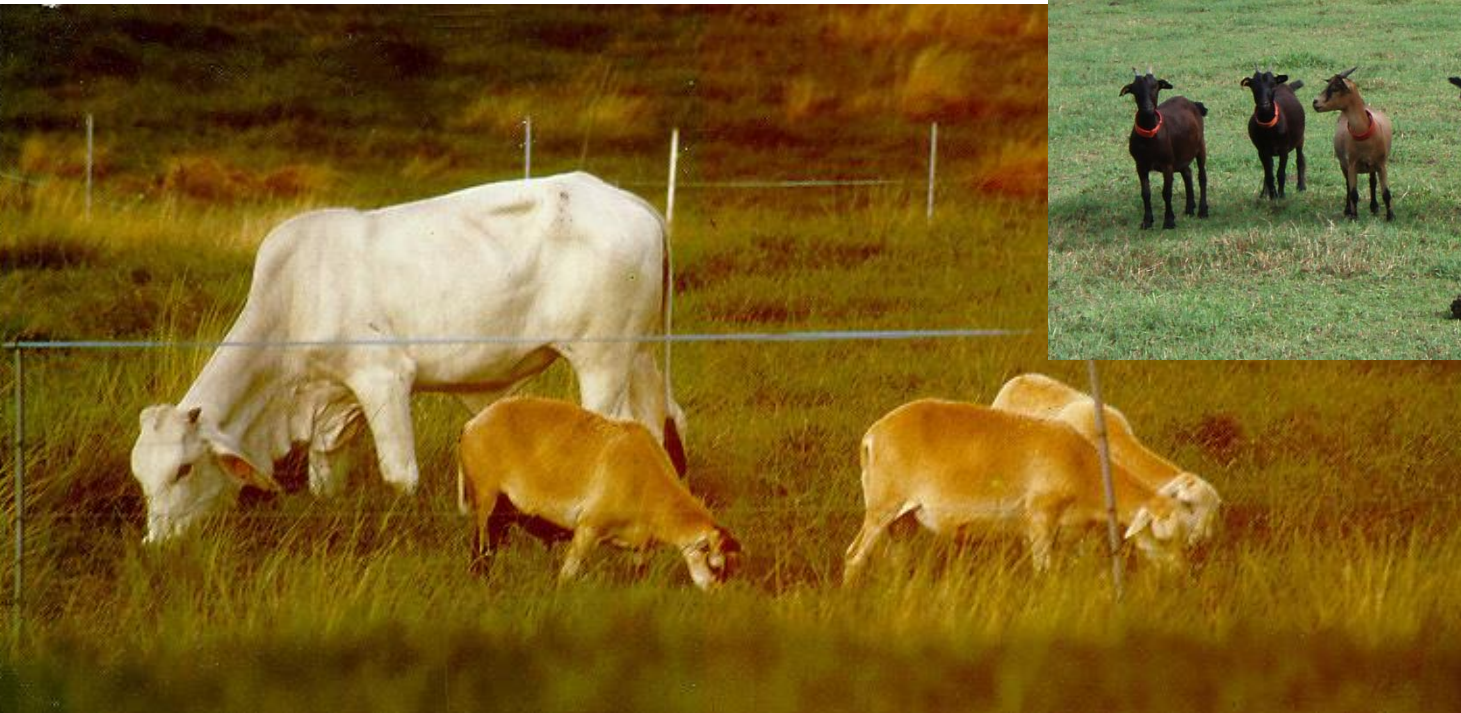
Aumont G., Gruner L., Berbigier P., 1991, Rev. Elev. Méd. Vétér. Pays Trop., 141 (suppl), 123-131

Intercaler une fauche en saison humide :

Report fourrager

Diminution du stock de larves infestantes (modification du microclimat et allongement du temps d'attente pour les L3)

Exploiter les différences de spectre parasitaire entre espèces d'herbivores



Diminuer le risque de ré-infestation

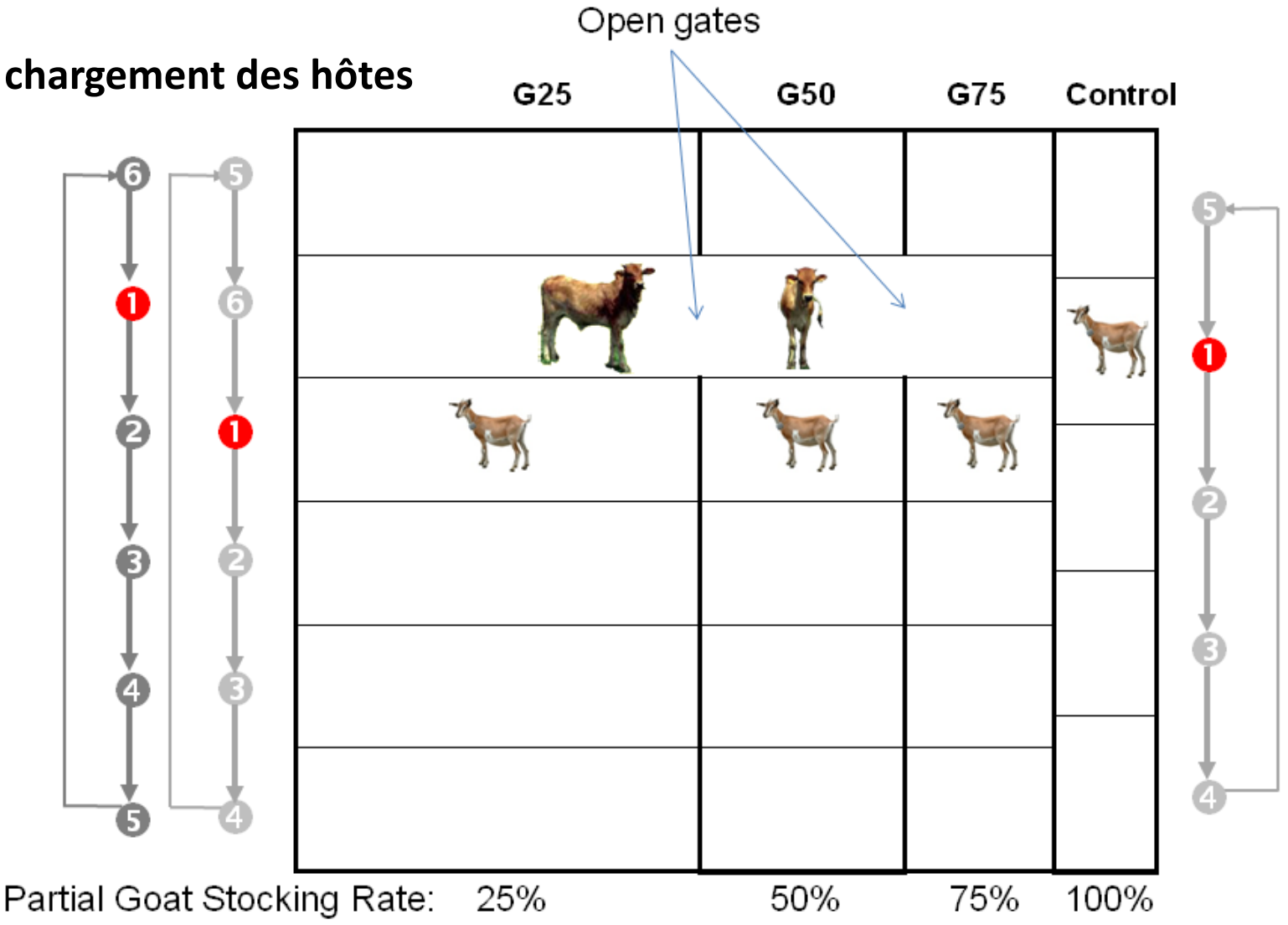
Exploiter les différences de spectre parasitaire entre espèces d'herbivores

Ex : association bovins – petits ruminants

Espèce parasitaire	Bovins	Petits Ruminants
<i>Haemonchus contortus</i>	+	+++
<i>Haemonchus similis</i>	++	-
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	-	+++
<i>Oesophagostomum columbianum</i>	-	++
<i>Oesophagostomum radiatum</i>	+	-
<i>Cooperia</i> spp.	++	(+)
<i>Moniezia</i> sp.	+	++
Coccidies <i>Eimeria</i> spp.	Très spécialisées	Très spécialisées

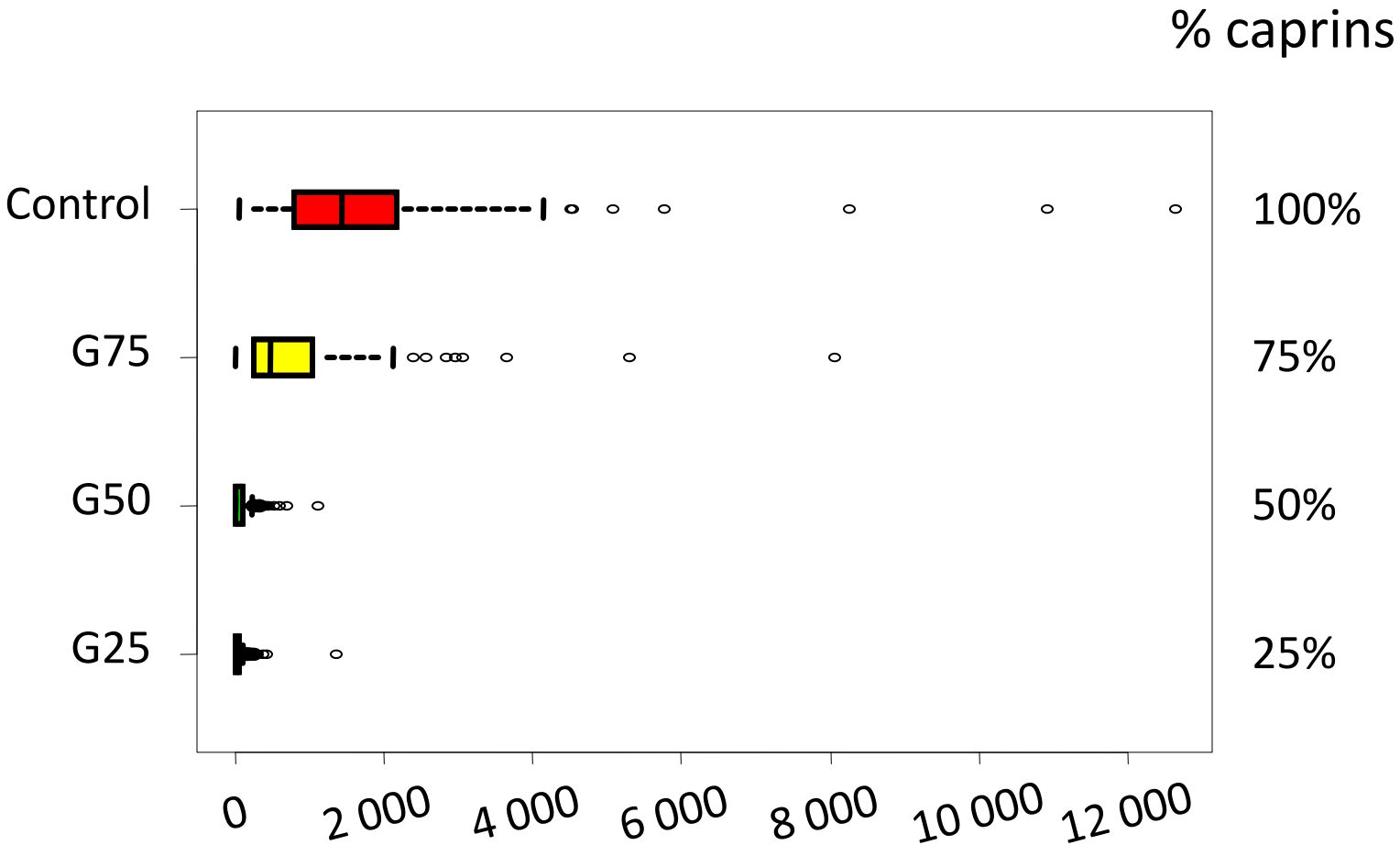
Diminuer le risque de ré-infestation

Via le chargement des hôtes



Mahieu M. 2013. Effects of stocking rates on gastrointestinal nematode infection levels in a goat/cattle rotational stocking system. *Veterinary Parasitology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.08.029>

Dispositif "bovins - caprins"



Distribution des niveaux d'infestation individuels des chevreaux (opg)

Mahieu M. 2013. Effects of stocking rates on gastrointestinal nematode infection levels in a goat/cattle rotational stocking system. *Veterinary Parasitology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.08.029>

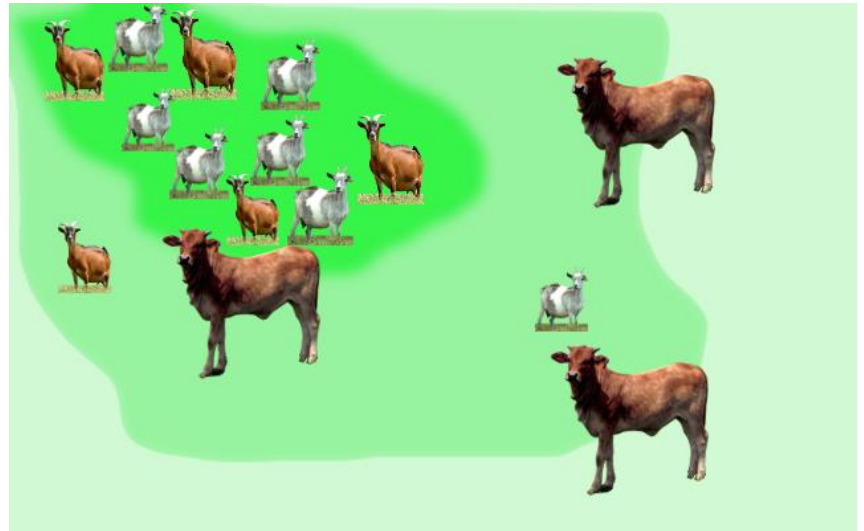
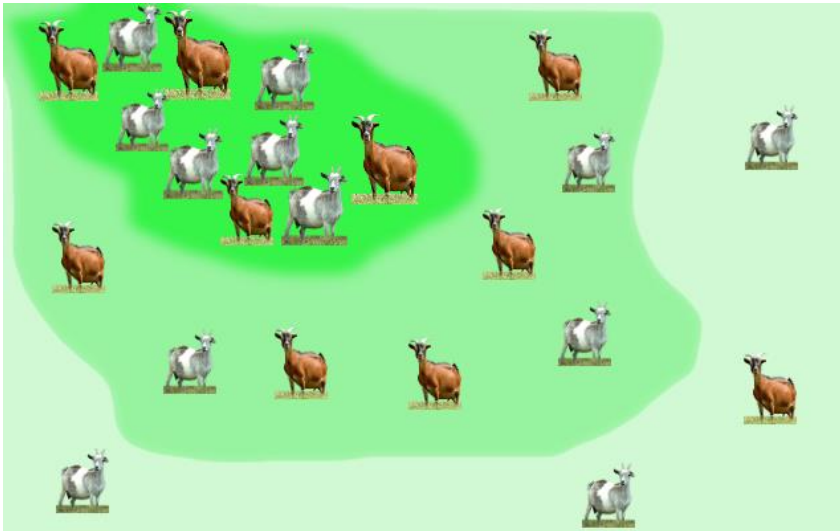
Diminuer le risque de ré-infestation

Association bovins – petits ruminants

Fonctionne bien avec les jeunes en post-sevrage

Ne fonctionne pas avec les chèvres adultes

hypothèses sur le comportement alimentaire des chèvres,
sur des pâturages hétérogènes connus des animaux :



Appréciation par les chèvres

Chargement "réel" \neq chargement moyen

Vérification en cours...

Autres outils potentiels dans le cadre d'un
programme de contrôle intégré du
parasitisme gastro-intestinal

Champignons prédateurs de nématodes

Ex *Duddingtonia flagrans*, *Arthrobotrys* sp.

Mycélium se développe dans fèces et piège larves

(réduction potentielle de la population de L3 > 90%)

Mais :

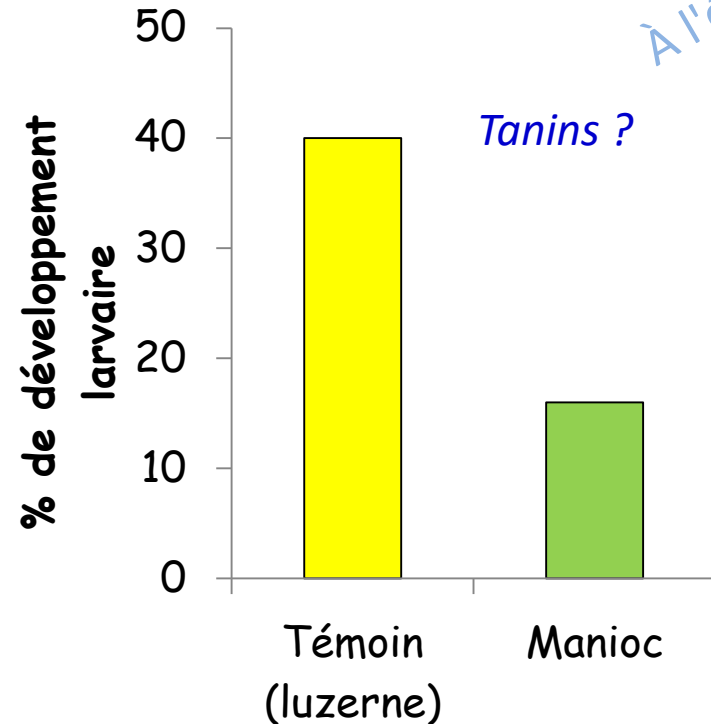
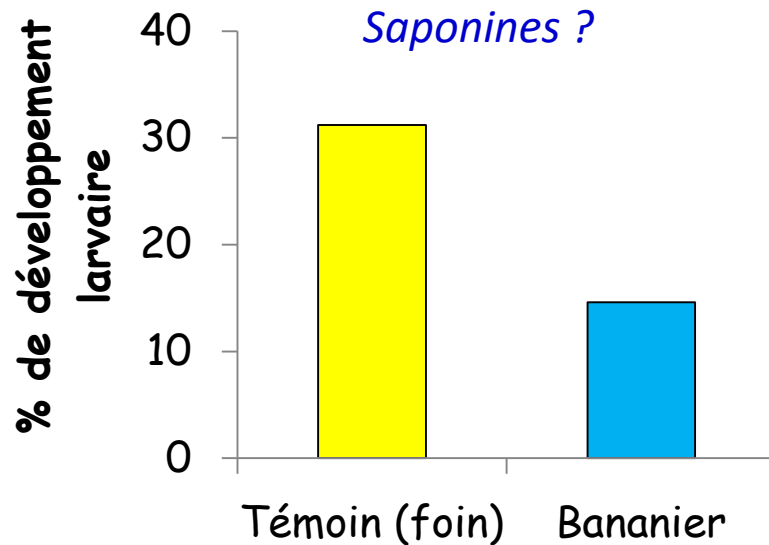
Nécessité de produire et administrer en continu des quantités de spores importantes (industrialisation, taille marché...)

Problème d'introduction de nouvelles espèces dans l'environnement

Résultats très variables !!!!!

Fourrages à tanins et Plantes médicinales

Certains métabolites secondaires limiteraient le développement des œufs de NGI en L3



À l'étude...

Marie-Magdeleine, C. et al., 2010, In vitro effects of *Tabernaemontana citrifolia* extracts on *Haemonchus contortus*, Research in Veterinary Science, 89 (1), 88-92 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.01.002>

Marie-Magdeleine, C. et al., 2010, Effect of cassava (*Manihot esculenta*) foliage on nutrition, parasite infection and growth of lambs, Small Ruminant Research, <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.04.024>

Marie-Magdeleine, C. et al., 2010, Effect of banana foliage (*Musa x paradisiaca*) on nutrition, parasite infection and growth of lambs, Livestock Science, 131 (2/3), 234-239 <http://dx.doi.org/10.1016/livsci.2010.04.006>

Fourrages à tanins et Plantes médicinales

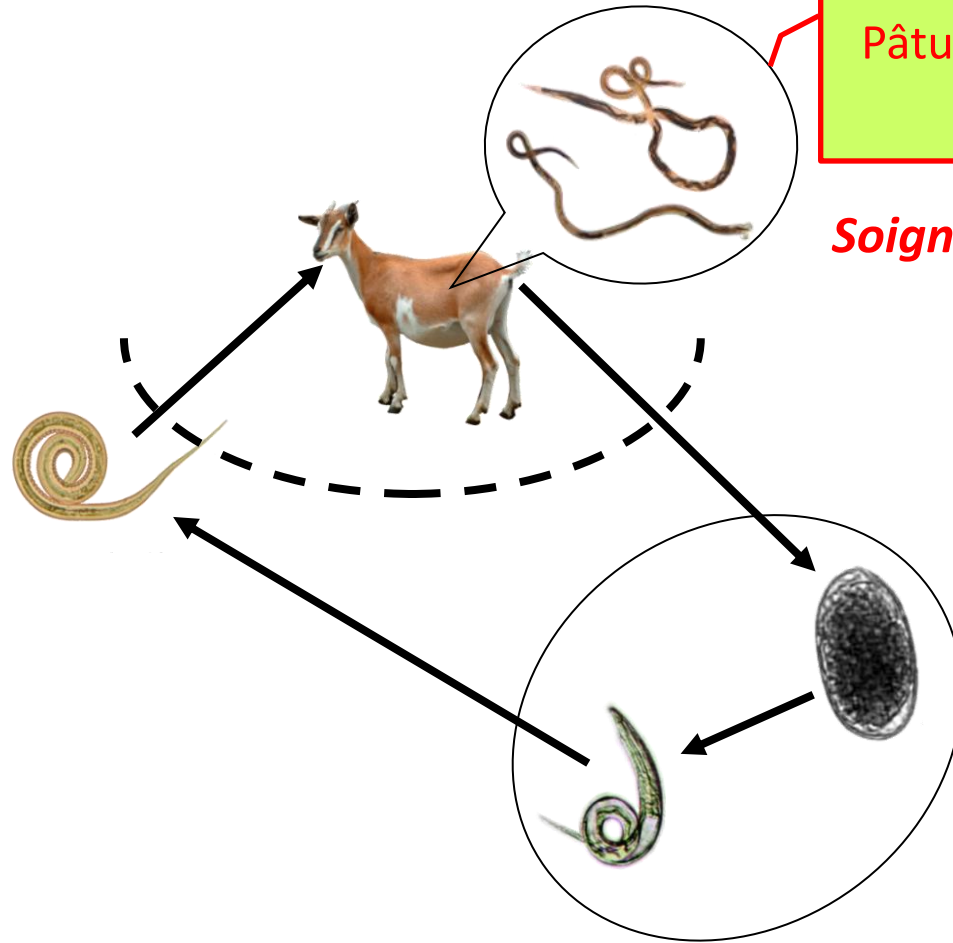
Recherches en cours :

Quelles ressources locales utiliser (apport protéique + effet anthelminthique) ?

Comment l'utiliser avec des animaux au pâturage ?

aspects technologiques , logistiques, économiques...

Quelles solutions ?



Traitements ciblés
(Famacha©...)
+
Pâturage "en avant"
des jeunes

***Soigner les animaux
malades***

Soigner les animaux malades

En préservant l'efficacité

des médicaments disponibles...

Traitements anthelminthiques ciblés

Importance du concept de "**refuge**", permettant aux parasites sensibles de survivre et de "diluer" les allèles de résistance

Van Wyk J., 2001, Refugia - overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance, Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 68 (1), 55-67

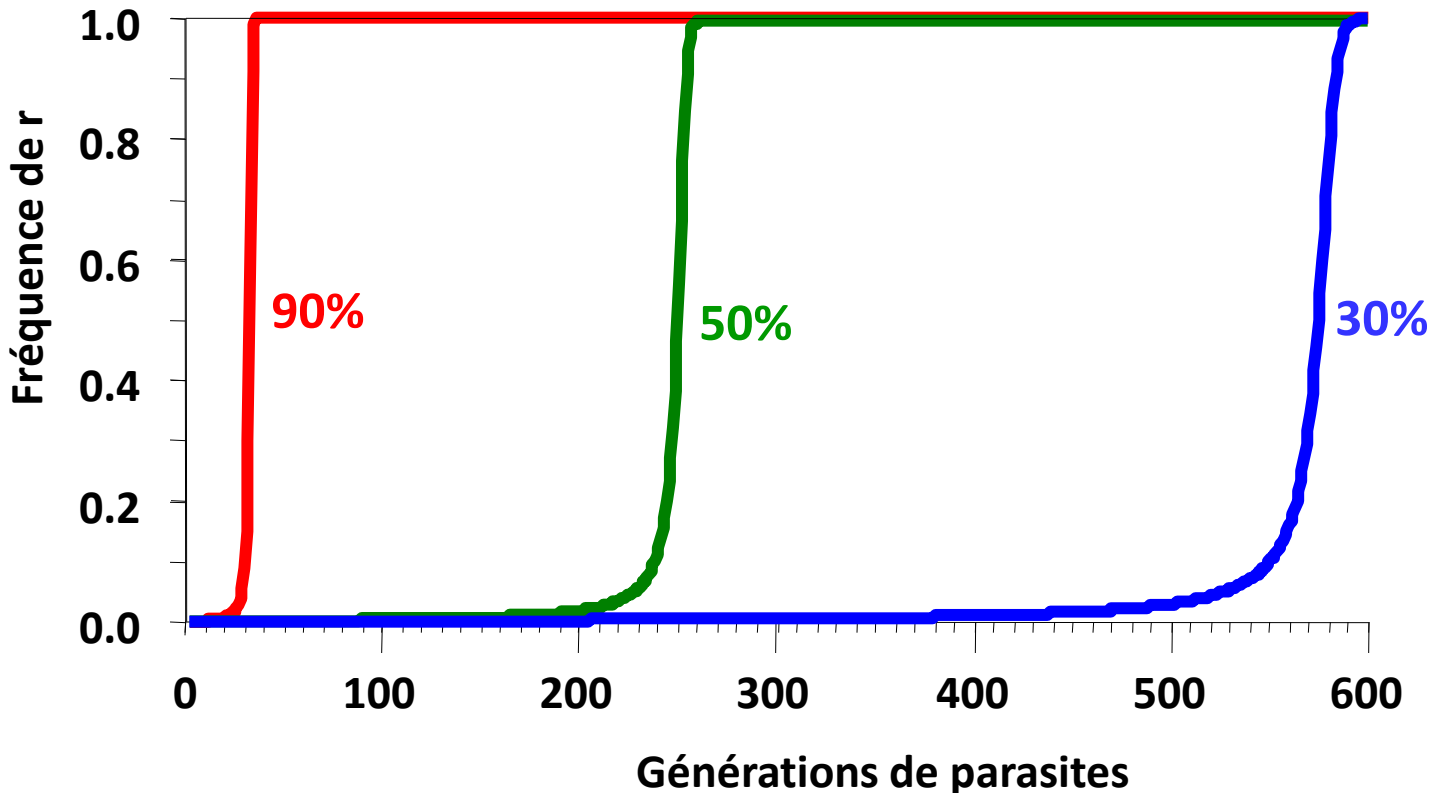
Soigner les animaux malades

Modèle théorique simplifié (loi de Hardy-Weinberg)

p_0 (fréq allèle r)	0.001
s_0 (val select SS)	0
s_1 (val select Sr)	0.01
s_2 (val select rr)	1

proportion de la population soumise à sélection

90%
50%
30%



Soigner les animaux malades

Traitements anthelminthiques ciblés

Ex : méthode Famacha© appliquée au contrôle d'*Haemonchus contortus*

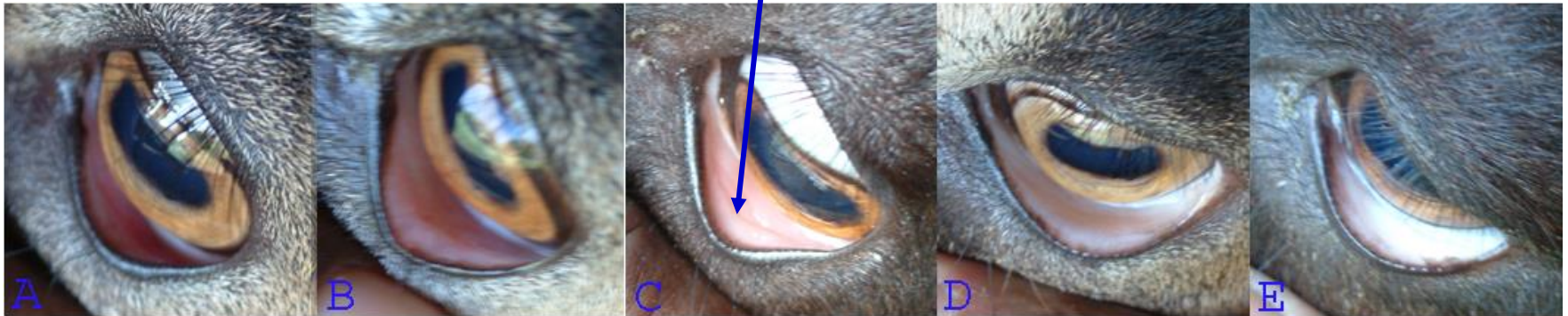
Haemonchus hématophage

Examen de la couleur de l'intérieur de la paupière

Pas de drogage

Drogage

Drogage urgent!!



Bath G. F. et al., 1996, The "FAMACHA" ovine anaemia guide to assist with the control of haemonchosis, 7th annual congress of the livestock health and production group of the South African Veterinary Association, Port Elizabeth, 152-156

Soigner les animaux malades

Traitements anthelminthiques ciblés



méthode Famacha© applicable seulement si *Haemonchus* seule cause d'anémie !!!

Il existe d'autres méthodes de diagnostic individuel du niveau d'infestation parasitaire, basées sur la diminution de la vitesse de croissance ou de la production laitière, sur la consistance des fèces..., qui doivent être combinées avec les connaissances sur l'épidémiologie des parasites...

Soigner les animaux malades

Conséquences de l'application de Famacha© à un troupeau de chèvres créoles pendant la période d'allaitement

Groupe	"Famacha©"	"témoin"
% animaux traités	37%	100%
Nombre de déparasitages : Par animal présent	0.57	3
Par animal traité	1.54	3

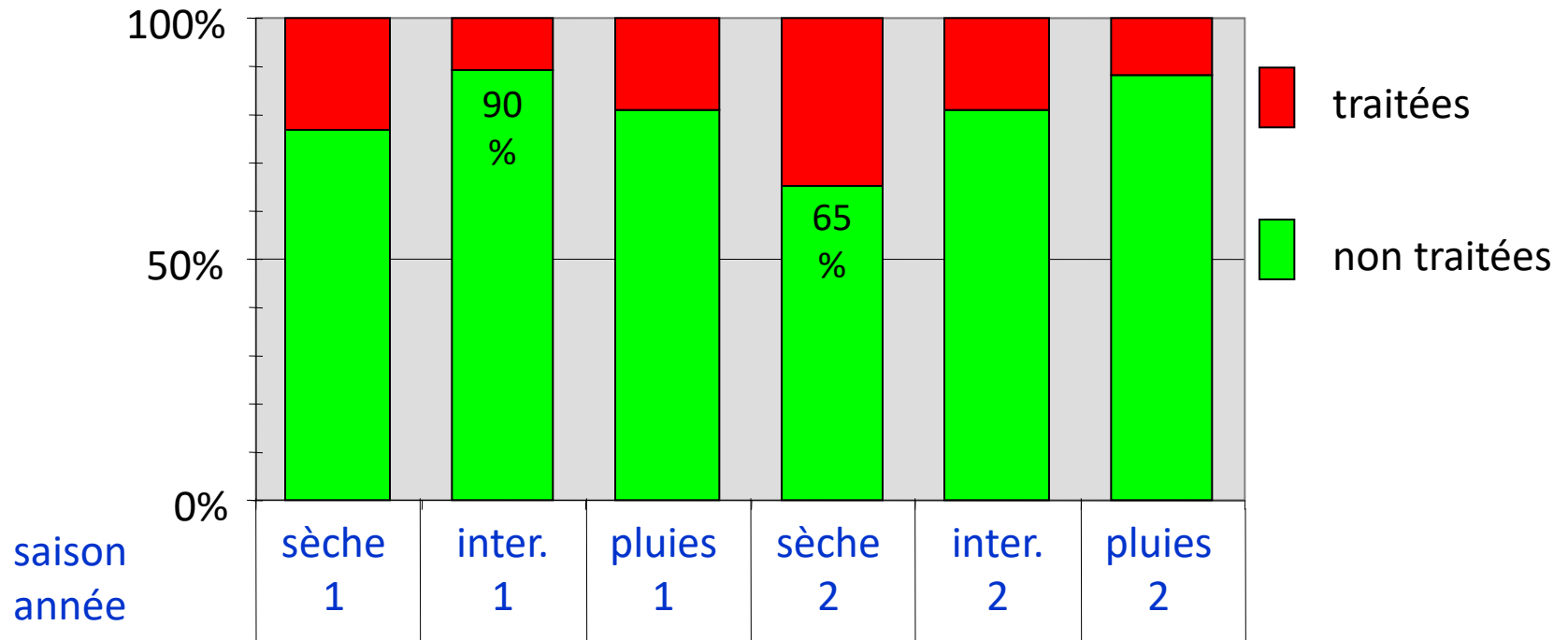
Mahieu M. *et al.*, 2007, Evaluation of targeted drenching using Famacha(c) method in Creole goat: Reduction of anthelmintic use, and effects on kid production and pasture contamination, *Veterinary Parasitology*, 146 (1/2), 135-147

Soigner les animaux malades

Conséquences de l'application de Famacha© à un troupeau de chèvres créoles pendant la période d'allaitement

Estimation de la taille du refuge (*Moyenne : 79%*)

(% des œufs de SGI déposés par des animaux n'ayant pas encore été traités)



Soigner les animaux malades

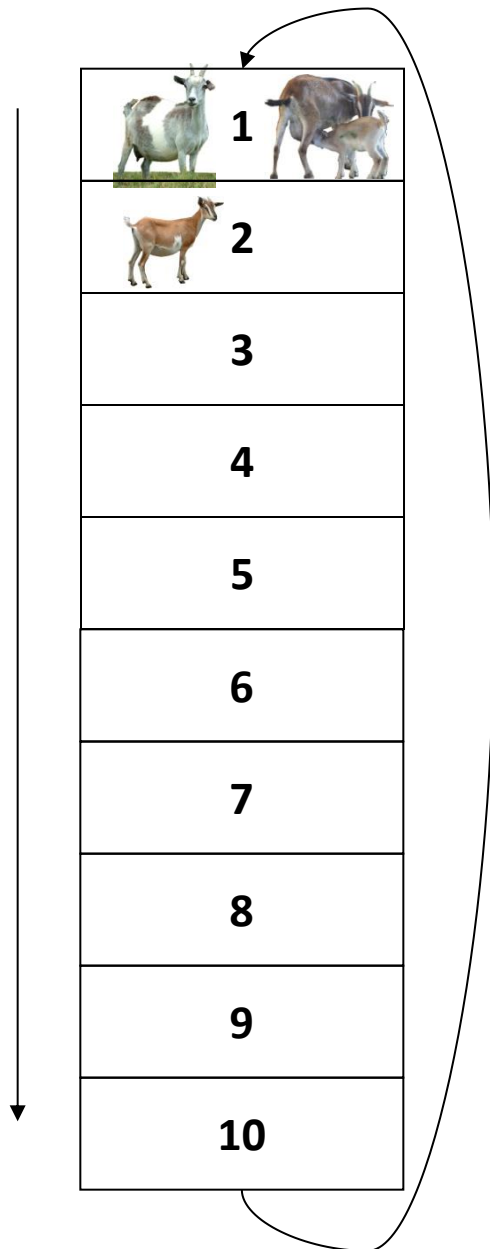
Traitements ciblés sur adultes : OK

Sur jeunes parasitose à évolution très rapide

- Intérêt traitements "stratégiques"
- **Partager population parasitaire des adultes**
 - **Pâturage "en avant" des sevrés**

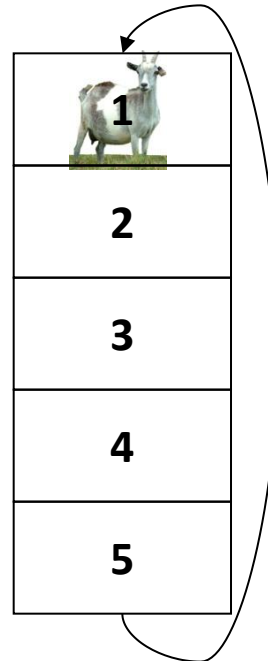
Gérer le parasitisme et les ressources
fourragères à l'échelle de l'élevage

Groupe "en avant"

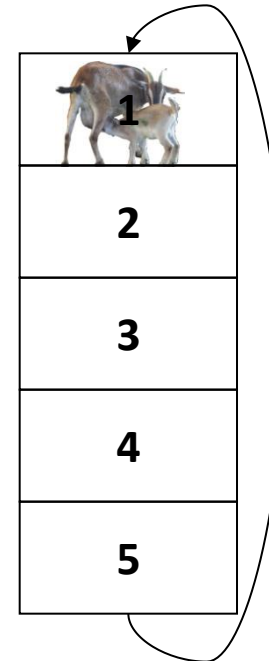


Groupes témoin

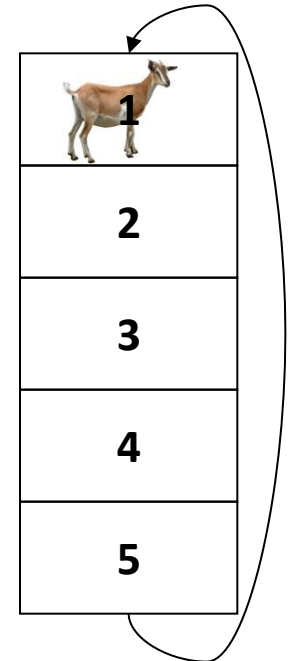
Gestantes



Allaitantes



Chevrettes



Adultes : Famacha©

Jeunes : traitement ts 2 mois

Chevrettes à l'herbe uniquement
Mères allaitantes complémentées

4 semaines de repousse entre deux passages d'animaux

Soigner les animaux malades

	Chevrettes (6 bandes)	Témoin	En avant
Pâturage "en avant" des chevrettes	FEC	965	1860***
	GMQ (g/j)	38	51***

Production globale par ha (simulation à partir de 3 ans de données)

Témoin : 966 [885-1046] kgPV.ha-1.an-1

En avant : 1010 [911-1086] kgPV.ha-1.an-1

Économiquement et techniquement possible

Quelles solutions ?

Renforcer les défenses de l'hôte

Alimentation protéines & énergie

Vaccins?

Sélection résistance génétique

Traitements ciblés (Famacha©...)
+
Pâturage "en avant" des jeunes

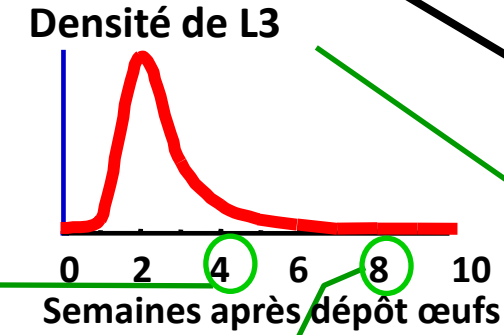
Pâturage tournant mixte bovins - PR

Soigner les animaux malades

Plantes anthelminthiques (tanins...)

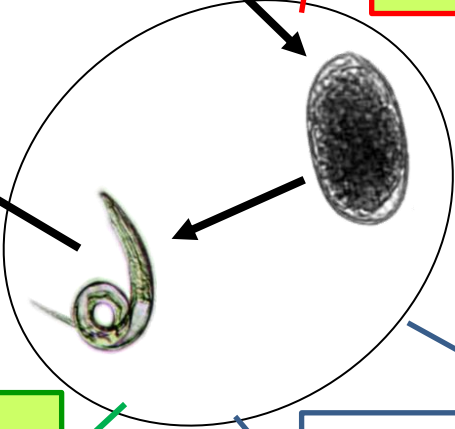
Diminuer le risque de ré-infestation

Pâturage tournant



Fauche intercalaire

Irrigation - Soleil +



Insectes, Vers, Oiseaux...

Champignons nématophages ?

Stratégies d'adoption de méthodes de contrôle intégré du parasitisme gastro-intestinal

Un point clé : la prise de conscience de l'échec de l'approche "classique"
reposant uniquement sur des traitements anthelminthiques systématiques

Une première étape : l'adoption de traitements ciblés (par ex. Famacha) pour conserver l'efficacité résiduelle des anthelminthiques

⇒ changement de paradigme (= de manière de penser le parasitisme et son contrôle)

Étapes suivantes : en fonction des possibilités de chaque élevage, adoption d'éléments de contrôle intégré :

- ⇒ gestion de la population parasitaire à l'échelle de l'élevage
- ⇒ adaptation du système de pâturage à l'épidémiologie des stades libres
- ⇒ alimentation équilibrée
- ⇒ choix des races
- ⇒ sélection sur des critères de résistance
- ⇒ utilisation de fourrages à tanins...
- ⇒ association d'espèces au pâturage
- ⇒ ...

En conclusion...

Les systèmes "spécialisés" hyper-simplifiés ne sont pas les plus durables / performants

Prise en compte nécessaire de toutes les composantes du système d'élevage et de leurs interactions (complexité...), y compris les composantes "santé".

Les connaissances nouvelles présentées dans ce cours ont été acquises grâce au soutien financier de l'Europe (FEDER, FSE), de la France et de la Région Guadeloupe (dont les projets AGROECOTROP & AGROECODIV)

