

TIQUES TRAVERSANT LA *MARE NOSTRUM*, QUELS RISQUES ?

TICKS CROSSING THE MARE NOSTRUM, WHAT RISKS?

Par Mohamed GHARBI⁽¹⁾

(Communication présentée le 23 Janvier 2020,

Manuscrit accepté le 5 Mai 2020)

RÉSUMÉ

Le bassin méditerranéen est une région du monde densément peuplée depuis plusieurs siècles qui connaît actuellement d'importants changements sur plusieurs plans : économique, démographique, écologique et climatique... Ces changements ont causé des modifications, voire des bouleversements, de l'épidémiologie de plusieurs maladies humaines et animales. L'épidémiologie des infections transmises par les tiques a été particulièrement modifiée dans cette région, notamment du fait de la capacité adaptative des tiques qui ont envahi plusieurs nouveaux biotopes. Les oiseaux migrateurs représentent la source la plus importante des tiques exotiques dans le bassin méditerranéen. En effet, une grande biomasse d'avifaune migratrice traverse la mer Méditerranée via trois couloirs migratoires en important des tiques mais aussi des agents pathogènes transmis par les tiques qui peuvent par la suite s'installer dans de nouvelles régions géographiques. De nombreux cas d'introductions de tiques et d'agents pathogènes transmis par les tiques par des oiseaux ont été rapportés par plusieurs auteurs ce qui prouve que ce risque est élevé et persistant dans le temps. La mise en place d'un système d'épidémiologie-surveillance regroupant des acarologues européens, africains et ouest-asiatiques permettrait de garantir une meilleure surveillance de la faune ixodienne transportée par l'avifaune migratrice et de communiquer sur les risques inhérents à l'introduction de nouvelles espèces de tiques et d'agents pathogènes transmis par les tiques.

Mots-clés : tique, Méditerranée, risque, émergence.

ABSTRACT

The Mediterranean basin is a densely populated region of the world since several centuries, this region is facing nowadays very important changes: economic, demographic, ecological, climatic changes... These changes caused modifications and even upheaval of the epidemiology of several human and animal diseases. The epidemiology of tick-borne infections (TBI) was dramatically modified in this region mainly because of the adaptive capacity of ticks invading several new biotopes. Migratory birds represent the most important source of exotic ticks in the Mediterranean basin. Indeed, a big migratory avifauna biomass crosses the Mediterranean Sea through three migratory flyways importing ticks but also tick-borne pathogens that could then install in new geographic regions. Several cases of tick-borne pathogens' introductions by birds were reported by several authors proving that this risk is high and persistent in time. Setting up a mixed permanent scientific committee grouping European, African and West Asiatic acarologists could guarantee a better surveillance of ixodid fauna transported by migratory avifauna and to communicate on risks in relation to the introduction of new tick species and tick-borne diseases.

Keywords: tick, Mediterranean Sea, risk, emergence.

(1) Professeur en Parasitologie Vétérinaire, Univ. Manouba. École Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet, 2020 Sidi Thabet, Tunisie.
Courriel : gharbim2000@yahoo.fr

INTRODUCTION

Le bassin méditerranéen est une région qui a été habitée depuis des milliers d'années par l'Homme. Carrefour entre trois continents ayant connu plusieurs grandes civilisations, la mer Méditerranée fut fréquemment traversée par les habitants des deux rives. Le risque d'introduction de nouveaux agents pathogènes pour l'Homme et les animaux est un problème auquel a été confronté l'humanité depuis plusieurs siècles, notamment, lors de l'introduction de la peste par les navires qui voyageaient vers l'Asie et ramenaient des rats infestés par des puces (Stenseth *et al.* 2008). Depuis cette époque, les européens se sont rendu compte du risque d'introduction de maladies à partir de contrées aussi lointaines que l'Extrême Orient. Le déroulement de plusieurs guerres et migrations au sein du bassin méditerranéen a été à l'origine de ce que nous qualifions « d'uniformisation épidémiologique » de tout le bassin méditerranéen. Terme qui veut dire qu'à quelques différences près, le bassin méditerranéen est une région qui a *grosso modo*, les mêmes profils épidémiologiques (*epidemiological patterns*) pour plusieurs maladies aussi bien humaines qu'animales. Les tiques sont les vecteurs de plusieurs agents pathogènes infectant les humains et les animaux. La liste d'agents pathogènes transmis par les tiques dans le bassin méditerranéen est très longue, nous la présentons dans le **tableau 1** qui n'est pas exhaustif mais il a pour but de démontrer le nombre impressionnant d'espèces d'agents pathogènes transmis par les tiques et leur diversité sur le plan géographique et ce malgré le faible nombre d'espèces de tiques présentes dans le bassin méditerranéen, qui est d'environ 25. Ce nombre varie en fonction des classifications des tiques adoptées (notamment les différentes espèces de *Rhipicephalus* spp et de *Hyalomma* spp). L'importance des agents pathogènes transmis par les tiques est très variable d'un point de vue géographique, du potentiel zoonotique et de la gravité des troubles qu'ils donnent. Enfin, notons que la connaissance des agents pathogènes mineurs est importante afin que le clinicien et le biologiste puissent, tous les deux, faire la différence entre les deux groupes d'agents pathogènes. Les tiques constituent un groupe primitif d'arthropodes ayant une capacité adaptative remarquable qui leur a permis de parasiter plusieurs groupes d'hôtes incluant les reptiles, les oiseaux et tous les mammifères (Walker *et al.* 2003). Les tiques peuvent être infectées par trois types d'agents pathogènes : des virus, des bactéries et des parasites, qu'elles ingèrent lorsqu'elles se fixent sur des hôtes porteurs de ces agents pathogènes dans leur sang. Les interactions entre ces différents « acteurs » épidémiologiques sont très compliquées, imprévisibles et difficilement modifiables. Les approches systèmes sont les plus adaptées pour étudier ces maladies, telles que l'approche éco-pathologique (Faye, 1994), agro-écosystème (Faye *et al.* 1999; Liang *et al.* 2002), *econohealth* (Charlier *et al.* 2015) ou mieux encore, la toute dernière approche système « Une seule santé » (*One Health*) (Torgerson, 2013). Cette dernière est un concept qui a émergé depuis environ une décennie (*One Health Initiative*, 2020). Il considère la santé de l'Homme, celle des animaux, des végétaux et l'environnement au sens large du terme ; de ce fait, elle doit être abordée comme un ensemble. Parmi les apports de cette approche, la lutte contre les maladies vectorielles qu'elle permet d'étudier avec une vision très large et de ce fait, elle permet aussi de détecter les agents pathogènes chez les

vecteurs ou les animaux sauvages avant leur émergence. Cette détection précoce fait gagner aux décideurs en santé publique et en santé animale aussi bien du temps que de l'argent. De plus, utilisée dans la lutte contre les maladies zoonotiques, cette approche a permis le développement des systèmes de surveillance et de riposte humaine et animale intégrés (*Integrated Human and Animal Surveillance and Response Systems*, iSRS). Ces systèmes sont considérés comme l'une des valeurs ajoutées les plus importantes de l'approche « Une seule santé » (Zinsstag *et al.* 2018). Les iSRS permettent également de réduire de manière significative les coûts de la lutte contre les maladies. Les iSRS ont été proposés, par exemple, dans le cadre d'un programme de lutte intégrée contre les infections transmises par les moustiques dans le bassin méditerranéen (Jourdain *et al.* 2019). L'objectif de cette revue est de présenter une synthèse, qui ne prétend pas être exhaustive du fait du foisonnement de la littérature traitant de ce sujet, sur les risques inhérents aux tiques qui traversent la mer Méditerranée dans les deux sens et des agents pathogènes qu'elles transmettent.

LE BASSIN MÉDITERRANÉEN

Mare Nostrum uel Lacus Nostrum ? (Notre mer ou notre lac ?)

La mer Méditerranée est une mer semi-fermée d'une superficie d'environ 2,510 millions km² (sensiblement supérieure à celle de l'Algérie qui fait 2,381 millions de km²), ses eaux ne se renouvellent que tous les 99 ans environ. De plus, la mer Méditerranée a une faible largeur et contient plusieurs rétrécissements qui écourtent les distances entre l'Europe et l'Afrique et constituent de ce fait des couloirs migratoires de choix empruntés par les oiseaux pour traverser la mer Méditerranée. Il s'agit du détroit de Gibraltar (14 km de largeur), du détroit de Sicile (145 km de largeur dans sa partie la plus étroite) et de toute la côte orientale de la Méditerranée qui forme un cul-de-sac (si on exclut le Canal de Suez qui est très étroit), c'est la région du Levant qui forme un continuum avec le continent asiatique. La région du Levant a été habitée par les humains depuis la nuit des temps, c'est même le berceau des civilisations humaines.

Activité humaine dans le bassin méditerranéen

Le bassin méditerranéen a connu ces dernières décennies de très fortes littoralisations et urbanisations. Ainsi, la population humaine vivant sur le littoral méditerranéen a été estimée en 2000 à 145 millions. Ces activités humaines intenses induisent des bouleversements des écosystèmes sauvages qui sont à l'origine de trois impacts : (i) une augmentation des risques d'infestations des humains et des animaux domestiques par les parasites d'une manière générale et par les tiques en particulier (Dreyfuss, 2019). En effet, ces écosystèmes sauvages subissent une forte anthropisation et sont envahis par les humains et les animaux domestiques. (ii) Les activités humaines provoquent des déplacements des populations animales sauvages vers de nouvelles

Agents pathogènes	Maladie	Espèces de tiques ¹	Distribution géographique dans le bassin méditerranéen ²					
			Hôtes	AN	RL	EO	EE	PZ
Anaplasmataceae								
<i>Anaplasma bovis</i> ⁴ (<i>Ehrlichia bovis</i>)	Anaplasmose bovine	Plusieurs espèces	Bovins	AN	RL	EO	EE	0
<i>Anaplasma centrale</i> ⁵	Non pathogène	Plusieurs espèces	Bovins	AN	RL	EO	EE	0
<i>Anaplasma marginale</i>	Anaplasmose	Plusieurs espèces	Bovins	AN	RL	EO	EE	0
<i>Anaplasma ovis</i>	Anaplasmose ovine	<i>Rh. bursa</i> , <i>Rh. sanguineus</i> ³ <i>sensu lato</i> , <i>Haemaphysalis</i>	Ovins	AN	RL	EO	EE	0
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	Anaplasmose granulocytaire, fièvre à tiques	<i>Hy. scupense</i> , <i>Ixodes ricinus</i> ...	Bovins, ovins, chien	AN	RL	EO	EE	
<i>Anaplasma platys</i> et <i>A. platys-like</i>	Thrombopénie cyclique canine	<i>Rh. sanguineus</i> , <i>Rh. turanicus</i>	Chien, chat, dromadaire	AN	RL	EO	EE	+
<i>Ehrlichia canis</i>	Ehrlichiose monocytaire canine	<i>Rh. sanguineus</i>	Chien	AN	RL	EO	EE	+
<i>Ehrlichia ovina</i>	Ehrlichiose ovine	<i>Rh. bursa</i> , <i>Haemaphysalis punctata</i>	Ovins			EO		0
Babesiidae								
<i>Babesia behnkei</i>	Babésiose		Gerbille de Wagner (<i>Dipodillus dasyurus</i>)	AN				
<i>Babesia bigemina</i>	Babésiose	<i>Rh. bursa</i>	Bovins	AN	RL	EO	EE	0
<i>Babesia bovis</i>	Babésiose	<i>Rhipicephalus</i> (<i>Boophilus</i> sp)	Bovins	AN	RL	EO	EE	0
<i>Babesia caballi</i>	Babésiose	<i>Dermacentor</i> , <i>Hy. marginatum</i> , <i>Rh. bursa</i>	Équidés	AN	RL	EO	EE	0
<i>Babesia canis</i>	Babésiose	<i>Dermacentor</i>	Chien			EO	EE	0
<i>Babesia capreoli</i>	Babésiose		Chevreuil (<i>Capreolus capreolus</i>)			EO		0
<i>Babesia crassa</i>	Babésiose	<i>Haemaphysalis parva</i> , <i>Hae. sulcata</i>	Ovins, sanglier				EE	0
<i>Babesia divergens</i>	Babésiose	<i>Ixodes ricinus</i> ⁶	Bovins	AN		EO	EE	+
<i>Babesia gibsoni</i>	Babésiose canine	<i>Haemaphysalis</i> , <i>Rh. sanguineus</i> ?	Chien			EO	EE	0
<i>Babesia major</i>	Babésiose	<i>Haemaphysalis</i>	Bovins			EO	EE	
<i>Babesia microti</i>	Babésiose	<i>Ixodes ricinus</i>	Rongeurs	AN		EO	EE	+
<i>Babesia motasi</i>	Babésiose	<i>Rh. bursa</i> , <i>Haemaphysalis</i>	Ovins	AN		EO	EE	0
<i>Babesia negevi</i>	Babésiose	Inconnue (<i>Ornithodoros tholozani</i> ?)	Chien		RL			
<i>Babesia occultans</i>	Babésiose	<i>Hyalomma</i>	Bovins	AN		EO	EE	0
<i>Babesia ovis</i>	Babésiose	<i>Rh. bursa</i>	Ovins, caprins	AN	RL	EO	EE	0
<i>Babesia presentii</i>	Babésiose	Inconnue	Chat		RL			

			Distribution géographique dans le bassin méditerranéen ²					
Agents pathogènes	Maladie	Espèces de tiques ¹	Hôtes	AN	RL	EO	EE	PZ
<i>Babesia separata</i>	Babésiose	<i>Rhipicephalus</i> , <i>Hyalomma</i>	Ovins				EE	0
<i>Babesia trautmanni</i>	Babésiose	<i>Rhipicephalus</i>	Porc			EO		+
<i>Babesia venatorum</i>	Babésiose	<i>Ixodes ricinus</i>	Porc, cerf			EO		+
<i>Babesia vogeli</i>	Babésiose canine	<i>Rh. sanguineus</i>	Chien	AN	RL	EO	EE	0
<i>Babesia vulpes</i> (syn. <i>Theileria annae</i>)	Babésiose	<i>Ixodes hexagonus</i>	Renard, chien		RL	EO	EE	0
Bartonellaceae⁷								
<i>Bartonella birtlesii</i>	Bartonelloses	<i>Ixodes ricinus</i>	Bovins			EO		0
<i>Bartonella bovis</i>	Bartonellose	<i>Hyalomma</i> , <i>Haemaphysalis</i> , <i>Rhipicephalus</i>	Bovins	AN	RL	EO		0
<i>Bartonella chomelii</i>	Bartonellose	<i>Hyalomma</i> , <i>Haemaphysalis</i> , <i>Rhipicephalus</i>	Bovins	AN	RL	EO		0
<i>Bartonella henselae</i>	Maladie des griffes du chat	<i>Ixodes ricinus</i>	Chat	AN	RL	EO	EE	++
<i>Bartonella koehlerae</i>	Bartonellose	<i>Hyalomma</i> , <i>Haemaphysalis</i> , <i>Rhipicephalus</i>	Chat		RL	EO	EE	Variable
<i>Bartonella rochalimae</i>	Bartonellose	<i>Hyalomma</i> , <i>Haemaphysalis</i> , <i>Rhipicephalus</i>	Chien		RL			+
<i>Bartonella vinsonii</i> subsp. <i>berkhoffii</i>	Bartonellose	<i>Rh. bursa</i> , <i>Rh. turanicus</i>	Chien	AN	RL	EO	EE	+
Coxiellaceae								
<i>Coxiella burnetii</i>	Fièvre Q	Plusieurs espèces	Tous les mammifères	AN	RL	EO	EE	+++
Filarioidea								
<i>Cercophthifilaria sp</i>	Non pathogène	<i>Rh. sanguineus</i>	Chien	AN	RL	EO	EE	0
Flaviviridae								
Virus de l'encéphalite à tiques	Encéphalite à tiques	<i>Ixodes persulcatus</i> , <i>Ixodes ricinus</i>	Ruminants, équidés, chien, rongeurs, oiseaux			EO	EE	+++
Francisellaceae								
<i>Francisella tularensis</i>	Tularémie	Plusieurs espèces	Lagomorphes			EO	EE	+++
Hepatozoidae								
<i>Hepatozoon canis</i>	Hépatozoonose	<i>Rh. sanguineus</i>	Chien, renard	AN	RL	EO	EE	0
Karyolysidae								
<i>Hemolivia mauritanica</i>	Non pathogène	<i>Hy. aegyptium</i>	Tortue (<i>Testudo graeca</i>)	AN	RL			0
Mycoplasmataceae								
<i>Mycoplasma ovis</i> (syn. <i>Eperythrozoon ovis</i>)	Eperythrozoonose	Plusieurs espèces	Ovins, caprins	AN			EE	0
Nairoviridae								
Virus de la fièvre hémorragique de Crimée Congo	Fièvre hémorragique de Crimée Congo	<i>Hy. marginatum</i> et autres espèces de <i>Hyalomma</i>	Lièvre, hérissons, rongeurs	AN		EO	EE	+++

Agents pathogènes	Maladie	Espèces de tiques ¹	Distribution géographique dans le bassin méditerranéen ²					
			Hôtes	AN	RL	EO	EE	PZ
Onchocercidae								
<i>Dipetalonema grassii</i>	Filariose, non pathogène	<i>Rh. sanguineus</i>	Chien			EO	EE	0
Rickettsiaceae⁸								
<i>Rickettsia africae</i>	Fièvre à tiques africaine	<i>Hy. scupense</i> , <i>Hy. turanicum</i> , <i>Hy. impeltatum</i> , <i>Hy. dromedarii</i> , <i>Hy. excavatum</i>	Sanglier	AN	RL		EE	+
<i>Rickettsia aeschlimannii</i>	Rickettsiose	<i>Hy. dromedarii</i> , <i>Hy. marginatum</i> , <i>Hy. rufipes</i> , <i>Hy. turanicum</i> , <i>Hy. excavatum</i> , <i>Hy. impeltatum</i>	Dromadaire	AN	RL	EO	EE	+
<i>Rickettsia barbariae</i>	Fièvre boutonneuse	<i>Rh. turanicus</i> , <i>Rh. sanguineus</i> , <i>Rh. bursa</i> , <i>Hy. excavatum</i>		AN	RL	EO	EE	+
<i>Rickettsia conorii</i>	Fièvre boutonneuse méditerranéenne	<i>Rh. sanguineus</i>	Chien, lagomorphes	AN	RL	EO	EE	+++
<i>Rickettsia helvetica</i>	Agent Suisse	<i>Hy. dromedarii</i> , <i>Ixodes ricinus</i> , <i>I. fistai</i>	Dromadaire, campagnols, souris, lézards	AN		EO	EE	+
<i>Rickettsia hoogstraalii</i>		<i>Haemaphysalis punctata</i> , <i>Hae. sulcata</i>	Inconnus			EO	EE	+
<i>Rickettsia massiliae</i>	Fièvre boutonneuse	<i>Rh. sanguineus</i>	Chien	AN		EO		+
<i>Rickettsia massiliae</i>	Fièvre boutonneuse	<i>Rh. turanicus</i> , <i>Rh. sanguineus</i> , <i>Haemaphysalis erinacei</i>	Chien	AN	RL	EO	EE	+
<i>Rickettsia monacensis</i>	Fièvre boutonneuse	<i>Ixodes ricinus</i> , <i>Hy. monacensis</i>	Chien, dromadaire	AN		EO	EE	+
<i>Rickettsia raoultii</i>	Lymphadénopathie à tiques	<i>Dermacentor</i>	Ovins, cerf	AN	RL	EO	EE	++
<i>Rickettsia rioja</i>	<i>Dermacentor-borne necrosis erythema and lymphadenopathy</i>	<i>Dermacentor</i>	Ovins, cerf			EO	EE	++
<i>Rickettsia sibirica mongolitimonae</i>	Typhus à tiques Sibérien	<i>Hyalomma</i> , <i>Hy. turanicum</i> , <i>Rh. annulatus</i>		AN	RL	EO	EE	+
<i>Rickettsia slovaca</i>	Lymphadénopathie à tiques	<i>Dermacentor</i>	Ovins, cerf, sanglier, lagomorphes, souris, campagnols	AN		EO	EE	++
Spirochaetaceae								
<i>Borrelia afzelii</i>	Maladie de Lyme	<i>Ixodes</i>	Plusieurs espèces			EO	EE	+++
<i>Borrelia burgdorferi</i> sensu stricto	Maladie de Lyme	<i>Ixodes</i>	Plusieurs espèces	AN		EO	EE	+++
<i>Borrelia garinii</i>	Maladie de Lyme	<i>Ixodes</i>	Plusieurs espèces	AN		EO	EE	+++
<i>Borrelia lusitaniae</i>	Maladie de Lyme	<i>Ixodes</i>	Plusieurs espèces	AN		EO	EE	+++

Distribution géographique dans le bassin méditerranéen ²								
Agents pathogènes	Maladie	Espèces de tiques ¹	Hôtes	AN	RL	EO	EE	PZ
<i>Borrelia miyamotoi</i>	Fièvre récurrente	<i>Ixodes ricinus</i>	Plusieurs espèces			EO	EE	+++
<i>Borrelia spielmanii</i>	Maladie de Lyme	<i>Ixodes ricinus</i>	Plusieurs espèces			EO		++
<i>Borrelia valaisiana</i>	Maladie de Lyme	<i>Ixodes</i>	Plusieurs espèces			EO	EE	+++
Theileriidae								
<i>Theileria annulata</i>	Theilériose tropicale bovine	<i>Hy. scupense</i> , <i>Hy. dromedarii</i> , <i>Hy. anatolicum</i>	Bovins	AN	RL	EO	EE	0
<i>Theileria equi</i>	Theilériose équine	<i>Hy. scupense</i> , <i>Rh. bursa</i>	Équidés	AN	RL	EO	EE	0
<i>Theileria lestoquardi</i>	Theilériose ovine maligne	<i>Hy. anatolicum</i>	Ovins, caprins	AN			EE	0
<i>Theileria luwenshuni</i>	Theilériose ovine	<i>Haemaphysalis</i>	Ovins, caprins, ruminants sauvages			EO	EE	0
<i>Theileria orientalis</i> ⁹	Non pathogène	<i>Haemaphysalis</i>	Bovins	AN		EO	EE	0
<i>Theileria ovis</i>	Theilériose bénigne	<i>Hyalomma</i> , <i>Rhipicephalus</i> ?	Ovins	AN	RL	EO	EE	0
<i>Theileria uilenbergi</i>	Theilériose ovine	<i>Haemaphysalis</i>	Ovins, caprins, ruminants sauvages				EE	

Tableau 1 : Principaux agents pathogènes transmis par les tiques dans les différentes régions du bassin méditerranéen

1. Les tiques citées dans ce tableau sont celles qui transmettent les agents pathogènes dans le bassin méditerranéen.

2. AN : Afrique du nord, EO : Europe de l'ouest, EE : Europe de l'est, RL : Région du Levant (rive est du bassin méditerranéen), PZ : potentiel zoonotique.

3. *Rhipicephalus sanguineus* est un groupe comportant plusieurs espèces dont la classification est encore incertaine.

4. La transmission de *Anaplasma spp* est également possible par les diptères hématophages volants et les seringues contaminées.

5. A. centrale : certains isolats proviennent de souches vaccinales utilisées pour immuniser les bovins contre A. marginale.

6. *Ixodes ricinus* est l'unique vecteur de *Babesia spp* zoonotique dans le bassin méditerranéen.

7. Il existe actuellement 23 espèces de *Bartonella* mais de nouvelles espèces sont continuellement découvertes. Leurs propriétés biologiques sont encore mal connues, il s'agit notamment du rôle vecteur, du spectre d'hôtes et du potentiel zoonotique. D'après les connaissances actuelles, 9 espèces de *Bartonella spp* sont transmises par les tiques ixodidés, il s'agit de *Bartonella rattimassiliensis* ; *B. schoenbuchensis* ; *B. chomelii* ; *B. mayotimonensis* ; *B. washoensis* ; *B. rochalimae* ; *B. vinsonii ssp. Arupensis* et *B. alsatica* (Cheslock et Embers, 2019).

8. De nouvelles espèces de rickettsies sont continuellement décrites.

9. *Theileria orientalis* est un complexe de 3 espèces (ou isolats ou écotypes) ayant plusieurs propriétés morphologiques et biologiques communes, il s'agit de *T. orientalis*, *T. buffeli* et *T. sergenti*.

régions. (iii) Les activités migratoires des oiseaux sont parfois perturbées par les différentes activités humaines : pollution photonique, pollution électromagnétique... (Engels et al. 2014). Les oiseaux migrateurs se trouvent parfois totalement désorientés et changent de couloirs migratoires pour aller nicher ou hiverner dans de nouvelles régions.

LES TIQUES DURES

Généralités sur les tiques

Les tiques dures sont des arthropodes, acariens qui appartiennent à la famille des ixodidés. Cette famille comporte actuellement environ 899 espèces (Dantas-Torres et al. 2012). Ce nombre est en perpétuelle révision. En effet, soit de nouvelles tiques (notamment d'espèces sauvages) sont décrites, soit des travaux de révisions taxonomiques permettent de scinder des groupes de tiques (cas de *Hyalomma rufipes* et de *Hy. marginatum* qui étaient classées comme des sous-espèces de *Hy. marginatum*) soit au contraire de les fusionner (c'est le cas de *Hy. scupense* et de *Hy. detritum*) (Gharbi & Darghouth, 2014). Enfin, des anciennes dénominations sont parfois rétablies, c'est le cas de *Hy. glabrum* qui a été rétablie pour des populations de tiques *Hy. marginatum turanicum* en Afrique du

Sud (Apanaskevich & Horak, 2006). Les tiques dures sont hématophages à tous les stades, elles se fixent à des zones anatomiques de prédilection correspondant aux régions à peau fine, non accessibles au léchage et à l'écrasement (**figures 1 et 2**). Chaque stade de tique effectue un repas sanguin unique avec deux exceptions. (i) Les mâles de la majorité des espèces d'ixodidés qui peuvent effectuer plusieurs petits repas sanguins, voire se déplacer d'un animal à un autre comme c'est le cas de *Rhipicephalus sanguineus* (Little et al. 2007). (ii) Les mâles des tiques *prostriata* qui peuvent ne jamais prendre de repas sanguins. Par contre, les tiques femelles effectuent un repas sanguin dont l'intensité est maximale juste après la fin de l'accouplement. Au terme de ce repas sanguin, les tiques femelles se détachent en se laissant tomber sur le sol et cherchent activement un endroit abrité pour y effectuer l'oviposition (**figures 3 et 4**). Les tiques peuvent être soit monophasiques (la tique se fixe sur l'hôte au stade larve et ne se détache qu'au stade adulte), diphasiques (les larves et les nymphes se fixent sur un premier animal, généralement de petite taille et les adultes sur un deuxième animal) ou triphasiques (chaque stade se fixe sur un hôte). La durée de fixation des tiques est un élément très important qui conditionne directement le risque d'introduction de tiques et d'agents pathogènes transmis par les tiques (PTT) dans de nouvelles régions.



Figure 1 : Tiques *Hyalomma* spp (majoritairement des *Hyalomma scupense*) fixées au niveau du pli de la mamelle d'une vache dans la région d'El Hessiène (Ariana, Nord de la Tunisie). Notez la présence de tiques exclusivement dans le pli de la mamelle, difficilement visibles lorsque la vache est debout.



Figure 2 : Vue rapprochée de tiques *Hyalomma* spp (majoritairement des *Hyalomma scupense*) fixées au niveau du pli de la mamelle d'une vache dans la région d'El Hessiène (Ariana, Nord de la Tunisie). Notez l'agrégation des tiques sur une petite surface de la peau de la vache.



Figure 3 : Gîte de ponte de femelles gorgées de *Hyalomma dromedarii* dans la région saharienne de Bir Lahmar (Tataouine, Sud de la Tunisie).



Figure 4 : Vue rapprochée de femelles gorgées de *Hyalomma dromedarii* prêtes à pondre sous un caillou dans la région saharienne de Bir Lahmar.

Les tiques, des systèmes biologiques emboîtés...

En se fixant sur un hôte, une tique infectée forme une association tripartite comportant la tique, l'agent pathogène (virus, bactérie ou parasite) et l'hôte. Ce système est toujours complexe et emboîté, nous le qualifierions alors par néologisme de « système en poupées russes ». Les acteurs de ce système interagissent de manière très complexe du fait de leurs différences phylogénétiques évidentes, du comportement de l'hôte et de ses réactions de défense et, enfin, de la très grande capacité adaptative des tiques. Ainsi, des modèles mathématiques très complexes sont indispensables pour modéliser le comportement de ce système mais ces tentatives restent très simplistes si elles sont comparées à la réalité (Esteve-Gassent *et al.* 2016). Durant les trois dernières décennies, plusieurs auteurs ont rapporté des modifications biologiques touchant les tiques qui infestent les animaux. Ces changements concernent même la composition de la salive de certaines espèces de tiques car elle joue un rôle très important lors de la fixation de la tique et surtout la transmission d'agents pathogènes. Les interactions entre la tique, l'agent pathogène et l'hôte à ce niveau sont tellement complexes qu'une nouvelle approche s'est développée après celle du protéome et du transcriptome c'est le sialome (Chmela *et al.* 2016).

LES ANIMAUX

Les oiseaux migrateurs

Dans un éditorial d'un numéro spécial sur la migration des oiseaux, Bairlein et Wiltshko (2017) ont affirmé que « la migration des oiseaux est l'un des événements les plus spectaculaires de la nature... » nous ajoutons « et c'est l'événement le moins contrôlé en matière de santé publique et animale ». En effet, les oiseaux migrateurs peuvent se déplacer sur de très longues distances tout en transportant des ectoparasites. Les oiseaux peuvent aussi être eux-mêmes porteurs de PTT (virus, bactéries et parasites). Par exemple, lors de leurs voyages migratoires, les sternes arctiques (*Sterna paradisaea*) peuvent parcourir jusqu'à 80 000 km (Egevang *et al.* 2010). En plus de ces très grandes distances parcourues, la biomasse d'oiseaux qui se déplacent est toujours très grande, augmentant ainsi le risque d'introduction de tiques et de PTT. Hahn *et al.* (2009) ont estimé le nombre d'oiseaux migrants annuellement entre l'Europe et l'Afrique entre 1,52 et 2,91 milliards d'individus. D'après ces mêmes auteurs, les passériformes représenteraient 95% de la biomasse migrante d'oiseaux. La technologie moderne (notamment la télémétrie par satellite) a permis de retracer précisément les couloirs migratoires des oiseaux. Ainsi, Vardanis *et al.* (2011) ont démontré que les busards des roseaux (*Circus aeruginosus*) suivaient des couloirs migratoires définis entre l'Europe et l'Afrique de l'Ouest avec une faible variation longitudinale mais une variation saisonnière individuelle assez marquée. Cette dernière augmente le risque d'introduction de tiques et de PTT et rend ce risque imprévisible car les trajectoires sont variables et donc difficilement gérables par les autorités sanitaires. La trajectoire suivie par les

oiseaux migrateurs varie en fonction de plusieurs facteurs : le vent au-dessus de la mer, l'altitude de départ, la distance avec le point d'arrivée et l'âge des oiseaux. En effet, la rectitude de la trajectoire migratoire des oiseaux est proportionnelle à leur âge (Santos *et al.* 2020). Les zones humides représentent des endroits de prédilection pour les oiseaux migrateurs, c'est le cas par exemple de la Camargue (département des Bouches-du-Rhône, France) qui accueille en moyenne 53 espèces d'oiseaux des régions arctiques et 111 espèces d'Afrique subsaharienne (Jourdain *et al.* 2007). Ces mêmes auteurs ont démontré que les risques d'introduction d'agents pathogènes par le biais des oiseaux sont variables en fonction de leurs origines, leurs groupes (classés par les auteurs en échassiers et oiseaux aquatiques) et la saison.

Les animaux terrestres

Les animaux terrestres peuvent migrer ou se déplacer en transportant avec eux des tiques qui risquent de s'installer dans de nouvelles régions.

Les mammifères sauvages

Une revue faite par Otranto *et al.* (2015) relative au rôle joué par les canidés et les félidés sauvages dans la transmission de différents groupes d'agents pathogènes en Europe a rapporté plusieurs cas d'animaux sauvages (notamment des renards) porteurs de tiques : *Rhipicephalus sanguineus*, *Ixodes ricinus*, *I. canisuga*, *I. hexagonus*, et *Dermacentor reticulatus*. La majorité de ces tiques étaient porteuses d'agents pathogènes transmis par les tiques ayant une homologie sur le plan génétique avec des isolats provenant d'autres régions d'Europe. Il s'agissait par exemple d'*Hepatozoon canis*, protozoaire transmis par la tique brune du chien (*Rhipicephalus sanguineus*) (Najm *et al.* 2014).

Les animaux de compagnie

Le passage clandestin des frontières par des propriétaires de chiens malades a été déjà documenté en France en 2011 où une famille venant du Maroc a ramené avec elle un chiot de trois mois qui s'est avéré par la suite être enrégé (Mailles *et al.* 2011). Ce cas n'est pas unique, plusieurs autres auteurs ont rapporté des cas similaires d'introduction d'animaux enrégés. La découverte par les douanes de tentatives d'introductions frauduleuses de reptiles exotiques en Europe a démontré que ces animaux étaient souvent infestés par 14 espèces de tiques, toutes exotiques (*Hyalomma aegyptium*, *Amblyomma dissimile*, *A. exornatum*, *A. flavomaculatum*, *A. fuscolineatum*, *A. latum*, *A. quadricavum*, *A. marmoratum*, *A. nuttalli*, *A. sparsum*, *A. sphenodonti*, *A. transversale* et *A. varanense*). Ces reptiles proviennent principalement d'Afrique tropicale mais aussi d'Asie et d'Amérique (Mihalca, 2015).

Aliments pour bétail

Les aliments grossiers pour bétail sont sujets à un commerce national mais aussi international. Ce dernier concerne surtout le

foin qui peut faire l'objet même d'un commerce transcontinental comme c'est le cas du foin actuellement exporté par l'Espagne vers la Jordanie qui pourrait contenir des tiques exophiles comme *Hyalomma lusitanicum*. Cette espèce transmet un protozoaire Apicomplexa, *Theileria annulata*, agent de la theilériose tropicale bovine. Au sein d'un même pays, les aliments grossiers (herbe, foin et paille) peuvent expliquer l'apparition de cas cliniques de maladies transmises par des tiques exophiles chez des mammifères qui ne sortent pas sur les pâtures.

Et les humains ?

Même s'ils peuvent être infestés, il est vraiment anecdotique de considérer les humains comme des « vecteurs » de tiques. Par contre, les humains peuvent être infectés par des agents pathogènes transmis par les tiques qu'ils introduisent dans un pays ou une région donnée, si le vecteur y est déjà présent.

TIQUES TRAVERSANT LA MER MÉDITERRANÉE

Les tiques arrivant en Europe peuvent avoir plusieurs origines qui sont le plus souvent difficiles à déterminer malgré la disponibilité d'outils d'analyses phylogénétiques assez puissants.

Tiques traversant la méditerranée sur les oiseaux

Plusieurs études effectuées sur l'avifaune migratrice arrivant en Europe ont rapporté fréquemment la présence de tiques chez ces oiseaux. Les oiseaux migrateurs représentent la source la plus importante de transmission de tiques, leur installation en dehors de leurs aires de distributions géographiques est possible si certaines conditions sont validées (voir encadré ci-dessous). Une étude réalisée dans l'île de Ventotene (Province de Latina, Italie) a rapporté la présence de tiques chez 7,2% (249/3 444) des oiseaux migrateurs examinés. *Hyalomma rufipes* était l'espèce la plus abondante (366/443; 82,6%) suivie par *Hy. marginatum* (10/443; 2,2%) (Pascucci *et al.* 2019). Ces deux espèces de tiques sont des vecteurs du virus de la fièvre hémorragique de Crimée Congo dont la présence a été confirmée dans plusieurs pays d'Afrique subsaharienne et dans l'est de l'Eurasie (Fillâtre *et al.* 2019). Les oiseaux migrateurs venant d'Afrique arrivent infestés par des tiques jusqu'au Royaume-Uni. En effet, une étude réalisée par Jameson *et al.* (2012) a démontré que 7% (68/971) des oiseaux migrateurs capturés au Royaume-Uni étaient infestés par au moins une tique dont 21% étaient des *Hy. marginatum*. En 2015, *Hy. rufipes* a été collectée chez un cheval dans le Land de Rhénanie-Palatinat en Allemagne (Chitimia-Dobler *et al.* 2016). Un an après, un spécimen de *Hy. marginatum* fut détecté sur le pantalon d'un promeneur à Tübingen dans le Land de Bade-Wurtemberg, Allemagne (Oehme *et al.* 2017). Le nombre de cas d'introduction de tiques en Allemagne était tellement élevé que des auteurs allemands ont consacré un article entier pour rapporter les cas d'importation de tiques du genre *Hyalomma* en Allemagne. Ces mêmes auteurs ont décrit plusieurs spécimens

de *Hy. marginatum* et de *Hy. rufipes* (Chitimia-Dobler *et al.* 2019). Des campagnes de collecte de tiques réalisées entre 2007 et 2016 dans la Camargue (département des Bouches-du-Rhône, France) et les régions limitrophes sur des passereaux et des chevaux ont démontré la présence de plusieurs spécimens de tiques du genre *Hyalomma*, notamment *Hy. marginatum* et *Hy. rufipes*. Ces tiques se sont installées au sud de la France et leurs aires de distribution se sont étendues hors des régions humides de la Camargue (Vial *et al.* 2016). En Corse, une enquête acarologique a démontré la présence de populations de *Hyalomma scupense* autochtones. En effet, sur les 1 938 tiques collectées, 168 étaient des *Hy. scupense* (8,7%), cette tique était présente dans 21 des 72 communes corse étudiées (Grech-Angelini *et al.* 2016). Cette population de *Hy. scupense* pourrait être anciennement établie, elle aurait été introduite par les oiseaux migrateurs. Cette tique a été retrouvée surtout en Haute-Corse, notamment, dans le centre de l'île (Grech-Angelini *et al.* 2016). Nous comprenons que ces mêmes oiseaux qui migrent entre l'Europe et l'Afrique ramènent également des tiques dans l'autre sens, c'est à dire depuis l'Europe vers d'autres régions du monde, notamment l'Afrique. Par exemple, la présence d'*Ixodes ricinus* et d'*Ixodes inopinatus* dans certaines régions très limitées de la bande littorale d'Afrique du nord (Maroc, Algérie et Tunisie) serait certainement due aux oiseaux migrateurs. En effet, ces deux espèces ne sont retrouvées que dans les régions montagneuses humides mais éloignées des activités humaines (Bouattour *et al.* 1999). De plus ces tiques transmettent les mêmes agents pathogènes que celles vivant en Europe, principalement *Borrelia burgdorferi* et *Babesia divergens* (Bouattour *et al.* 2004; Zhioua *et al.* 1999). Ainsi, on voit très bien que le nombre de cas d'introductions de tiques est très

Conditions d'installation d'une espèce de tique en dehors de son aire de distribution géographique

Disponibilité des hôtes : d'abord, la densité des hôtes est un facteur limitant l'installation des tiques. En effet, si la densité d'hôtes est très faible dans une région donnée la tique ne pourra pas s'installer. Au contraire, une forte densité augmenterait les risques d'installation d'une tique. À côté de cet aspect quantitatif, et pour certaines espèces de tiques (sténotropes) l'absence d'un hôte adéquat va faire que la tique risque de ne pas pouvoir s'installer. Par contre, les tiques télotropes peuvent se fixer sur une large gamme d'hôtes qui peut aller des reptiles aux mammifères en passant par les oiseaux augmentant ainsi leur « chance » d'installation.

Facteurs abiotiques : l'importance des facteurs abiotiques (température et humidité notamment) est variable en fonction des espèces de tiques. Certaines ne supportent pas les fortes chaleurs et les basses hygrométries, c'est le cas de toutes les tiques du genre *Ixodes* qui sont des tiques de petite taille vivant dans les régions tempérées et humides. D'autres au contraire, peuvent vivre dans de très larges plages de température (eurythermes) et d'hygrométrie, c'est le cas par exemple de la tique brune du chien *Rhipicephalus sanguineus* qui a pu envahir presque tous les écosystèmes domestiques et sauvages pour devenir LA tique cosmopolite par excellence.

Nombre suffisant de tiques : à notre connaissance, contrairement aux animaux supérieurs (oiseaux et mammifères) le nombre minimum de spécimens nécessaires pour assurer l'installation d'une espèce de tique dans une région n'a jamais été étudié. Il faut imaginer que les chances de rencontre entre deux spécimens de tiques (un mâle et une femelle) nouvellement introduits dans une région sont presque nulles. De plus et du fait du problème de consanguinité, un faible nombre de tiques ne sera jamais suffisant pour assurer l'installation à long terme d'une espèce de tique hors de sa région géographique d'origine.

élevé, il ne s'agit cependant pas dans cette revue d'être exhaustif car plusieurs études se ressemblent et relatent les mêmes faits.

Tiques et changements climatiques

Les changements climatiques représentent un facteur augmentant le risque d'installation de tiques en dehors de leurs zones géographiques, et ce par le biais de plusieurs mécanismes.

Les changements climatiques créent des zones géographiques favorables à l'installation de nouvelles espèces de tiques

Il peut s'agir d'une augmentation de la température qui va permettre l'installation de tiques de régions chaudes dans des régions à climat tempéré. C'est le cas par exemple de la mise en évidence de tiques *Hy. rufipes* et *Hy. marginatum* en Allemagne (Chitimia-Dobler *et al.* 2019). Les changements climatiques peuvent être également à l'origine de la disparition d'espèces particulières de tiques dans une région déterminée. Il faut prévoir par exemple que les populations d'*Ixodes ricinus* et d'*I. inopinatus* présentes dans une petite bande littorale en Afrique du Nord (Zhioua *et al.* 1999) disparaîtraient si la température augmentait dans ces régions.

Les changements climatiques modifient la phénologie des tiques

Généralement, l'augmentation de la température accélère le cycle de vie des tiques. Ces changements concernent plusieurs espèces de parasites qui réagissent de différentes manières aux changements climatiques : diminution de la durée de l'oviposition, de l'incubation, diminution voire disparition de l'hibernation... (Møller *et al.* 2013). Ces modifications provoquent ensuite des changements de la typologie épidémiologique des maladies transmises par les tiques. Par exemple, le chevauchement des périodes d'activité des immatures et des adultes de *Hy. scupense* augmente aussi bien la prévalence que l'intensité d'infection des immatures et donc leur rôle vecteur mais aussi la gravité des formes cliniques (Gharbi *et al.* 2013).

Les changements climatiques modifient les biomasses des animaux hôtes de tiques

Des changements favorisent soit une pullulation soit un déclin de la biomasse de tiques. Le déclin de certaines populations d'animaux sauvages peut induire un passage des tiques vers d'autres espèces animales, voire l'Homme et donc l'apparition de nouveaux problèmes de santé publique et animale.

Les changements climatiques ont une action sur les activités humaines

Le nombre de réfugiés climatiques serait en augmentation dans plusieurs régions du monde. Cette modification peut avoir un impact sur les populations de tiques. En effet, l'intensification de l'activité humaine dans certaines régions du monde aux dépens d'autres est à l'origine de bouleversements écologiques qui peuvent être favorables à l'installation et la pullulation de tiques. C'est le cas des tiques domestiques, notamment *Rhipicephalus sanguineus* qui s'est installée dans toutes les régions du monde

occupées par l'Homme, à l'exception des deux pôles. C'est le cas aussi de plusieurs espèces de *Hyalomma* qui sont originaires d'Asie et qui ont accompagné les déplacements humains et de ce fait, cette tique s'est retrouvée dans plusieurs continents (Murrell *et al.* 2001).

AGENTS PATHOGÈNES TRANSMIS PAR LES TIQUES TRAVERSANT LA MER MÉDITERRANÉE

Les oiseaux ainsi que les arthropodes hématophages peuvent être à l'origine de l'émergence de plusieurs maladies vectorielles qui s'installent dans un nouveau pays (ou une nouvelle région) en se transmettant par la suite aux animaux et aux humains. Il s'agit notamment d'agents pathogènes transmis par les culicidés (moustiques), les argasidés (tiques molles) et les ixodidés (tiques dures) (Arnal *et al.* 2014). Les oiseaux migrateurs peuvent jouer trois rôles dans l'épidémiologie des maladies vectorielles émergentes : (i) Ils peuvent introduire des tiques infectées par des agents pathogènes. Les oiseaux jouent alors le rôle de vecteurs mécaniques puisqu'ils « ne font que transporter » le vecteur. (ii) Ils peuvent jouer le rôle de « vecteurs biologiques », dans ce cas, ils sont eux-mêmes infectés par l'agent pathogène qu'ils transmettent par le biais de plusieurs voies. La voie de transmission la moins connue est le *co-feeding*, dans ce cas, une tique non infectée se contamine à partir d'une autre infectée lorsque les deux effectuent un repas sanguin sur le même sujet l'une à côté de l'autre (Voordouw, 2015). (iii) Ils peuvent être des porteurs sains d'agents pathogènes qui sont par la suite transmis à d'autres vecteurs ou des animaux ou même des humains. Les travaux rapportant l'introduction d'agents pathogènes transmis par les tiques via des oiseaux sont très nombreux ; dans ce qui suit, nous en donnons quelques exemples. Dans sa revue exhaustive, Hubálek (2004) a rapporté huit agents pathogènes transmis par les tiques (tiques dures et molles) infestant des oiseaux migrateurs et qui comportent des virus (le virus de l'encéphalite à tiques, le virus de la fièvre hémorragique de Crimée Congo et le virus Kemerovo), des bactéries (*Rickettsia sibirica*, *Coxiella burnetii*, *Anaplasma phagocytophilum* et *Borrelia burgdorferi* s.l.) et un protozoaire (*Babesia microti*). La liste des nouveaux agents pathogènes n'est certainement pas définitive, elle risque de s'allonger. Plusieurs travaux rapportent la présence de tiques infectées par le virus de la fièvre hémorragique de Crimée Congo aussi bien en Afrique qu'en Europe. Ainsi, Palomar *et al.* (2013) ont trouvé de l'ARN viral chez des *Hy. marginatum* collectées sur des oiseaux capturés au Maroc et qui effectuaient une migration transsaharienne vers l'Europe. Il y a des travaux qui ont rapporté de manière concomitante la présence de tiques et de PTT tous les deux exotiques. Ainsi, Cicculi *et al.* (2019) ont, récemment, décrit chez une vache vivant à Ponte-Leccia (Haute Corse, France) la présence d'un spécimen d'*Amblyomma variegatum* qui était infecté par *Rickettsia africae*, agent étiologique de la fièvre africaine à tiques qui est une zoonose éruptive. *Amblyomma hebraeum* et *A. variegatum* sont les principales espèces de tiques vectrices d'*Ehrlichia ruminantium*, agent étiologique de la cowdriose (Allsopp, 2015). *Amblyomma*

variegatum est une espèce qui peut vivre dans une très large plage de température et d'hygrométrie et de ce fait pourrait s'installer en Europe comme elle a déjà pu s'installer sur les Iles des Caraïbes où elle représente un grand problème de santé depuis plusieurs années (Walker et Olwage, 1987).

CONCLUSIONS

Les bouleversements que connaît la Terre sur plusieurs plans : environnemental, socio-économique, démographique, industriel, sont à l'origine de modifications de l'épidémiologie de plusieurs maladies humaines et animales. Certes, ces modifications existaient depuis plusieurs siècles mais leurs amplitudes et fréquences ont augmenté. Le bassin méditerranéen, berceau de l'humanité et l'un des plus grands carrefours de l'humanité font que ces modifications aient un grand impact sanitaire. Une étroite collaboration entre les différents services de la santé dans les pays riverains de la mer Méditerranée s'impose. Cette collaboration ne doit pas être établie dans le cadre de projets, qui de par leur nature, ne sont pas pérennes et n'impliquent qu'un groupe toujours restreint de chercheurs et de décideurs. De plus, ces projets sont limités dans l'espace puisqu'ils impliquent généralement quelques pays du bassin méditerranéen. Dans ce cadre, une base de données méditerranéenne des tiques présentes et nouvellement introduites doit être mise en place. Cette base de données doit être gratuitement accessible et ouverte afin qu'elle puisse être facilement actualisée et enrichie par les différents acteurs, voire par les citoyens.

De plus, un bulletin d'alerte devrait être envoyé aux différentes organisations internationales s'occupant de la santé, notamment l'Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO), l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE). Un bulletin périodique pourrait également être diffusé à ces organisations pour les informer de la situation sanitaire relative aux tiques et aux infections transmises par les tiques dans la région. Jamais l'humanité n'a eu un impact aussi important sur la Terre que durant ces dernières décennies. Cet impact est bien évidemment négatif, voire dévastateur dans certaines régions du monde, il pourrait même être qualifié de létal au sens large du terme. La Méditerranée est une région du monde qui a été habitée par l'Homme depuis plusieurs milliers d'années. La température clémente, la diversité exceptionnelle de ses écosystèmes (présence de la mer, de plaines, de haut-plateaux et de montagnes) et les ressources naturelles abondantes ont fait que cette région connaisse l'une des activités humaines les plus intenses sur Terre. Les tiques sont de plus en plus reconnues comme des vecteurs de plusieurs maladies pour l'Homme et pour les animaux. Les bouleversements écologiques que subit le bassin méditerranéen est en train d'augmenter le risque d'installation de tiques hors de leurs milieux naturels. Une surveillance acarologique permanente menée par des organismes officiels des pays du bassin méditerranéen est devenue une urgence afin de réduire (et non pas annuler) le risque d'introduction de tiques exotiques et donc de nouvelles maladies dans les pays du bassin méditerranéen.

BIBLIOGRAPHIE

- Allsopp BA. Heartwater-*Ehrlichia ruminantium* infection. OIE Rev Sci Tech. 2015; 34: 557-568.
- Apanaskevich DA, Horak IG. The genus *Hyalomma* Koch, 1844. I. reinstatement of *Hyalomma (euhyalomma) glabrum* Delpy, 1949 (Acari, Ixodidae) as a valid species with a redescription of the adults, the first description of its immature stages and notes on its biology. Onderstepoort J Vet Res. 2006; 73: 1-12.
- Arnal A, Gómez-Díaz E, Cerdà-Cuellar M, Lecollinet S, Pearce-Duvet J, Busquets N, et al. Circulation of a Meaban-like virus in yellow-legged gulls and seabird ticks in the Western Mediterranean Basin. PLoS One. 2014; 9: e89601.
- Bairlein F, Wiltschko W. Bird migration. J Comp Physiol A. 2017; 203: 381-2.
- Bouattour A, Darghouth MA, Daoud A. Distribution and ecology of ticks (Acari: Ixodidae) infesting livestock in Tunisia: an overview of eighth years field collections. Parasitologia. 1999; 41 Suppl 1: 5-10.
- Bouattour A, Ghammam M, Darghouth MA, Touil S, Tahri M, Ben Hammouda F. Séroépidémiologie de la babésiose bovine à *Babesia divergens* en Tunisie. Rev Elev Méd Vét Pays Trop. 2004; 3: 36.
- Charlier J, Velde F Vande, van der Voort M, Van Meensel J, Lauwers L, Cauberghe V, et al. Econohealth: Placing helminth infections of livestock in an economic and social context. Vet Parasitol. 2015; 212: 62-7.
- Chitimia-Dobler L, Nava S, Bestehorn M, Dobler G, Wölfel S. First detection of *Hyalomma rufipes* in Germany. Ticks Tick-borne Dis. 2016; 7: 1135-8.
- Chitimia-Dobler L, Schaper S, Rieß R, Bitterwolf K, Frangoulidis D, Bestehorn M, et al. Imported *Hyalomma* ticks in Germany in 2018. Parasites and Vectors. 2019; 12: 134.
- Cheslock MA, Embers ME. Human bartonellosis: An underappreciated public health problem? Trop Med Infect Dis 2019; 4: 69.
- Chmela J, Kotál J, Karim S, Kopacek P, Francischetti IMB, Pedra JHF, et al. Sialomes and mialomes: A systems-biology view of tick tissues and tick-host interactions. Trends Parasitol. 2016; 32: 242-54.
- Cicculi V, de Lamballerie X, Charrel R, Falchi A. First molecular detection of *Rickettsia africae* in a tropical bont tick, *Amblyomma variegatum*, collected in Corsica, France. Exp Appl Acarol. 2019; 77: 207-214.
- Dantas-Torres F, Chomel BB, Otranto D. Ticks and tick-borne diseases: a One Health perspective. Trends Parasitol. 2012; 28: 437-46.
- Dreyfuss G. Parasitologie et environnement : exemple de démarche « one health ». Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France, 2019, sous presse.
- Egevang C, Stenhouse IJ, Phillips RA, Petersen A, Fox JW, Silk JRD. Tracking of Arctic terns *Sterna paradisaea* reveals longest animal migration. Proc Natl Acad Sci. 2010; 107: 2078-81.
- Engels S, Schneider NL, Lefeldt N, Hein CM, Zapka M, Michalik A, et al. Anthropogenic electromagnetic noise disrupts magnetic compass orientation in a migratory bird. Nature. 2014; 509: 353-6.
- Esteve-Gassent MD, Castro-Arellano I, Fera-Arroyo TP, Patino R, Li AY, Medina RF, et al. Translating ecology, physiology, biochemistry, and population genetics research to meet the challenge of tick and tick-borne diseases in North America. Arch Insect Biochem Physiol. 2016; 92: 38-64.
- Faye B. Ecopathologie animale: méthodologie, applications en milieu tropical. Editions Quae; 1994.

- Faye B, Waltner-Toews D, McDermott J. From « ecopathology » to « agroecosystem health ». *Prev Vet Med.* 1999; 39: 111-28.
- Fillâtre P, Revest M, Tattevin P. Crimean-Congo hemorrhagic fever: An update. *Méd Mal Infect.* 2019; 49: 574-585.
- Gharbi M, Darghouth MA. A review of *Hyalomma scupense* (Acari, Ixodidae) in the Maghreb region: From biology to control. *Parasite.* 2014; 21: 2.
- Gharbi M, Hayouni ME, Sassi L, Dridi W, Darghouth MA. *Hyalomma scupense* (Acari, Ixodidae) in northeast Tunisia: Seasonal population dynamics of nymphs and adults on field cattle. *Parasite.* 2013; 20: 12.
- Grech-Angelini S, Stachurski F, Lancelot R, Boissier J, Allienne J-F, Gharbi M, et al. First report of the tick *Hyalomma scupense* (natural vector of bovine tropical theileriosis) on the French Mediterranean island of Corsica. *Vet Parasitol.* 2016; 216: 33-37.
- Grech-Angelini S, Stachurski F, Lancelot R, Boissier J, Allienne JF, Marco S, et al. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting cattle and some other domestic and wild hosts on the French Mediterranean island of Corsica. *Parasites and Vectors.* 2016; 9: 582.
- Hahn S, Bauer S, Liechti F. The natural link between Europe and Africa - 2.1 billion birds on migration. *Oikos.* 2009; 118: 624-6.
- Hubálek Z, Hubá Z, Hubálek Z. An annotated checklist of pathogenic microorganisms associated with migratory birds. Vol. 40. *Wildlife Disease Association*, 2004.
- Jameson LJ, Morgan PJ, Medlock JM, Watola G, Vaux AGC. Importation of *Hyalomma marginatum*, vector of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus, into the United Kingdom by migratory birds. *Ticks Tick-borne Dis.* 2012; 3: 95-9.
- Jourdain E, Gauthier-Clerc M, Bicout DJ, Sabatier P. Bird migration routes and risk for pathogen dispersion into western Mediterranean wetlands. *Emerg Infect Dis.* 2007; 13: 365-72.
- Jourdain F, Samy AM, Hamidi A, Bouattour A, Alten B, Faraj C, et al. Towards harmonisation of entomological surveillance in the mediterranean area. *PLoS Negl Trop Dis.* 2019; 13: 1-28.
- Liang W, Wu Z, Wen D. Research directions of agroecosystem health in the early 21st century. *Chinese J Appl Ecol.* 2002; 13: 1022-1026.
- Little SE, Hostetler J, Kocan KM. Movement of *Rhipicephalus sanguineus* adults between co-housed dogs during active feeding. *Vet Parasitol.* 2007; 150: 139-45.
- Mailles A, Boisseleau D, Dacheux L, Michalewicz C, Gloaguen C, Ponçon N, et al. Rabid dog illegally imported to France from Morocco, August 2011. *Eurosurveillance.* 2011; 16: 19946.
- Mihalca AD. Ticks imported to Europe with exotic reptiles. *Vet Parasitol.* 2015; 213: 67-71.
- Møller AP, Merino S, Soler JJ, Antonov A, Badás EP, Calero-Torralbo MA, et al. Assessing the effects of climate on host-parasite interactions: A comparative study of european birds and their parasites. *PLoS One.* 2013; 8: e82886.
- Murrell A, Campbell NJH, Barker SC. A total-evidence phylogeny of ticks provides insights into the evolution of life cycles and bibliography. *Mol Phylogenet Evol.* 2001; 21: 244-258.
- Najm N-A, Meyer-Kayser E, Hoffmann L, Pfister K, Silaghi C. *Hepatozoon canis* in German red foxes (*Vulpes vulpes*) and their ticks: molecular characterization and the phylogenetic relationship to other *Hepatozoon* spp. *Parasitol Res.* 2014; 113: 2679-85.
- Oehme R, Bestehorn M, Wölfel S, Chitimia-Dobler L. *Hyalomma marginatum* in Tübingen, Germany. *Syst Appl Acarol.* 2017; 22: 1-6.
- One Health Initiative. 2020. Disponible à : <http://www.onehealthinitiative.com> (consulté le 7.4.2020).
- Otranto D, Cantacessi C, Pfeffer M, Dantas-Torres F, Brianti E, Deplazes P, et al. The role of wild canids and felids in spreading parasites to dogs and cats in Europe. Part I: Protozoa and tick-borne agents. *Vet Parasitol.* 2015; 213: 12-23.
- Palomar AM, Portillo A, Santibáñez P, Mazuelas D, Arizaga J, Crespo A, et al. Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in ticks from migratory birds, Morocco. *Emerg Infect Dis.* 2013; 19: 260-263.
- Pascucci I, Di Domenico M, Capobianco Dondona G, Di Gennaro A, Polci A, Capobianco Dondona A, et al. Assessing the role of migratory birds in the introduction of ticks and tick-borne pathogens from African countries: An Italian experience. *Ticks Tick-borne Dis.* 2019; 10:101272.
- Santos CD, Silva JP, Muñoz A, Onrubia A, Wikelski M. The gateway to Africa: what determines sea crossing performance of a migratory soaring bird at the strait of Gibraltar? *J Anim Ecol.* 2020.
- Stenseth NC, Atshabar BB, Begon M, Belmain SR, Bertherat E, Carniel E, et al. Plague: Past, present, and future. *PLoS Med.* 2008; 5: 0009-13.
- Torgerson PR. One world health: Socioeconomic burden and parasitic disease control priorities. *Vet Parasitol.* 2013; 195: 223-32.
- Vardanis Y, Klaassen RHG, Strandberg R, Alerstam T. Individuality in bird migration: routes and timing. *Biol Lett.* 2011; 7: 502-5.
- Vial L, Stachurski F, Leblond A, Huber K, Vourc'h G, René-Martellet M, et al. Strong evidence for the presence of the tick *Hyalomma marginatum* Koch, 1844 in southern continental France. *Ticks Tick-borne Dis.* 2016; 7: 1162-7.
- Voordouw MJ. Co-feeding transmission in Lyme disease pathogens. *Parasitology.* 2015; 142: 290-302.
- Walker AR, Bouattour A, Camicas J-L, Pena AE-, Latif AA, Pegram R, et al. Ticks of domestic animals in Africa: A guide to identification of species. *Bioscience Reports*; 2003.
- Walker JB, Olwage A. The tick vectors of *Cowdria ruminantium* (Ixodoidea, Ixodidae, genus *Amblyomma*) and their distribution. *Onderstepoort J Vet Res.* 1987; 54 : 353-79.
- Zhioua E, Bouattour A, Hu CM, Gharbi M, Aeschliman A, Ginsberg HS, et al. Infection of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) by *Borrelia burgdorferi* sensu lato in North Africa. *J Med Entomol.* 1999; 36: 216-8.
- Zinsstag J, Crump L, Schelling E, Hattendorf J, Maidane YO, Ali KO, et al. Climate change and One Health. *FEMS Microbiol Lett.* 2018;