









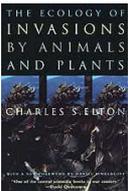
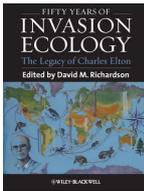
**Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion de rongeurs commensaux : cas du rat noir et de la souris domestique au Sénégal**

**CHRISTOPHE DIAGNE**

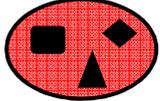
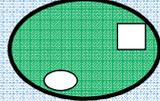
Sous la co-direction de

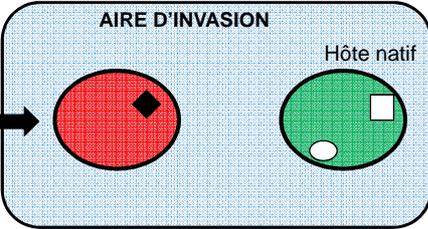
**Carine BROUAT** (CR1, IRD) & **Mbacké SEMBÈNE** (Professeur, UCAD)

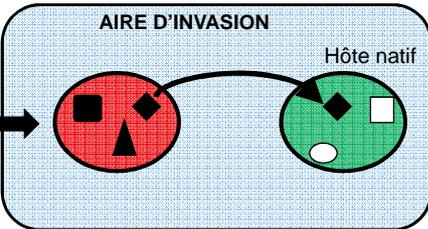
*Présenté le 11 décembre 2015 au Centre de Biologie pour la gestion des populations*

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Les invasions biologiques</b>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Aire d'origine</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Aire d'invasion</div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>Introduction → Etablissement → Expansion</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-right: 10px;">Impacts</div> <div style="font-size: 2em;">}</div> <div style="margin-left: 10px;"> <p>écologiques</p> <p>sanitaires</p> <p>économiques</p> </div> </div>			
<p><i>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal.</i> <span style="float: right;">11/12/2015</span></p>			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Qu'est-ce qui explique les invasions biologiques ?</b>			
<p style="text-align: right;">Facon et al. 2006 <i>Trends Ecol. Evol.</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>— Espèce invasive - - - Aire d'invasion</p> <p>↓ Introduction</p> <p>Caractéristiques</p> <p>Temps</p> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">Changements démographiques</div>  <p>Fritts and Rodda 1998 <i>Annu. Rev. Ecol. Syst.</i></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>— Espèce invasive - - - Aire d'invasion</p> <p>↓ Introduction</p> <p>Caractéristiques</p> <p>Temps</p> <div style="border: 2px solid green; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">Changements environnementaux</div>  <p>Bâ et al. 2006 <i>Mammalia</i></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>— Espèce invasive - - - Aire d'invasion</p> <p>↓ Introduction</p> <p>Caractéristiques</p> <p>Temps</p> <div style="border: 2px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">Changements adaptatifs</div>  <p>Holway et al. 2002 <i>Annu. Rev. Ecol.</i></p> </div> </div>			
<p style="font-size: small;">Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. <span style="float: right;">11/12/2015</span></p>			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Qu'est-ce qui explique les invasions biologiques ?</b>			
<p><b>Hypothèses sur le parasitisme et ses conséquences immunitaires</b></p>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: x-small;"> <span> Review</span> <span>TRENDS in Ecology and Evolution Vol.19 No.7 July 2004</span> <span>Full text provided by www.sciencedirect.com</span> </div> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold;">Roles of parasites in animal invasions</p> <p style="text-align: center;">John Prenter<sup>1</sup>, Calum MacNeil<sup>1</sup>, Jaimie T.A. Dick<sup>1</sup> and Alison M. Dunn<sup>2</sup></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p style="font-weight: bold; font-size: small;">AIRE D'ORIGINE</p> <p style="font-size: x-small;">Hôte invasif</p>  </div> <div style="border: 2px solid blue; border-radius: 15px; padding: 10px; background-color: #e0f0ff;"> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: small;">AIRE D'INVASION</p> <div style="text-align: right; font-size: x-small;">Hôte natif</div>  </div> </div>			
<p style="font-size: small;">Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. <span style="float: right;">11/12/2015</span></p>			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Qu'est-ce qui explique les invasions biologiques ?</b>			
<b>Hypothèses sur le parasitisme et ses conséquences immunitaires</b>			
<b>AIRE D'ORIGINE</b> Hôte invasif 	<b>AIRE D'INVASION</b> 		<b>Hôte natif</b>  <i>Marzal et al. 2011 Plos One</i>
<b>Parasite release</b> : Perte de parasites → relâchement régulateur (fitness) ou compensatoire (immunité)			
			5
<i>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal.</i> 11/12/2015			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Qu'est-ce qui explique les invasions biologiques ?</b>			
<b>Hypothèses sur le parasitisme et ses conséquences immunitaires</b>			
<b>AIRE D'ORIGINE</b> Hôte invasif 	<b>AIRE D'INVASION</b> 		<b>Hôte natif</b>  <i>Tompkins et al. 2003 Ecol. Lett.</i>
<b>Parasite release</b> : Perte de parasites → relâchement régulateur (fitness) ou compensatoire (immunité)			
<b>Spill-over</b> : Acquisition de parasites exotiques par les hôtes natifs → « syndrome de l'hôte naïf »			
			6
<i>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal.</i> 11/12/2015			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Qu'est-ce qui explique les invasions biologiques ?</b>			
<b>Hypothèses sur le parasitisme et ses conséquences immunitaires</b>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 60%;"> <p><b>AIRE D'ORIGINE</b> Hôte invasif</p> <p><b>AIRE D'INVASION</b> Hôte natif</p> </div> <div style="width: 35%; text-align: right;"> <p>Rode et al. 2013 <i>Int. J. Parasitol.</i></p> </div> </div>			
<p><b>Parasite release</b> : Perte de parasites → relâchement régulateur (fitness) ou compensatoire (immunité)</p> <p><b>Spill-over</b> : Acquisition de parasites exotiques par les hôtes natifs → « syndrome de l'hôte naïf »</p> <p><b>Spill-back</b> : Amplification de parasites locaux par les hôtes invasifs compétents/tolérants → augmentation prévalences/abondances/impacts des parasites locaux</p>			
7			
Communités de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Qu'est-ce qui explique les invasions biologiques ?</b>			
<b>Hypothèses sur le parasitisme et ses conséquences immunitaires</b>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%; text-align: center;"> <p><b>Avant parasite release</b></p> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;"> <p><b>Après parasite release</b></p> </div> </div>			
<b>Parasite release</b> → Hypothèse <b>EICA</b> (Evolution of Increased Competitive Ability)			
Blossey and Nötzold 1995 <i>Journal of Ecology</i>			
8			
Communités de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Qu'est-ce qui explique les invasions biologiques ?</b>			
Type of immune response	Cell mediated	Systemic innate	Humoural
Important effectors	Macrophage	T cell	B cells and antibodies
Defends against	Early infections	Intracellular pathogens (e.g. viruses)	Extracellular and some intracellular pathogens
	Systemic inflammation	Systemic inflammation	<del>Inflammation</del>
Cost of response	High	Variable	Low
<p>Hypothèse EICA ré-affinée</p> <p>→ Réduction immunité coûteuse (inflammation) vs augmentation immunité peu coûteuse (médiée par anticorps)</p>			
Lee & Klasing 2004 <i>Trends Ecol. Evol.</i>			9
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal.			11/12/2015

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Problématique et objectifs de la thèse</b>			
<p>Invasions du rat noir et de la souris domestique au Sénégal : liens avec parasitisme et ses conséquences immunitaires ?</p> <p>&gt;&gt; Parasite release ? Spill-over ? Spill-back ?</p> <p>&gt;&gt; EICA ?</p>			
 <p><i>Rattus rattus</i>      <i>Mus musculus domesticus</i></p>			
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal.			10
11/12/2015			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Des limites aux études réalisées</b>			
<b>Hypothèses <i>parasite release (PR), spill-over, (SO) spill-back (SB)</i></b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hypothèses jamais testées simultanément</li> <li>➤ Communautés parasitaires natives non considérées</li> </ul>		 <p>Shine 2014 <i>Austral Ecology</i></p>	
<p>Hypothèses EICA (Cornet <i>et al.</i> en révision <i>Evol. App.</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Biais modèles biologiques/études empiriques</li> <li>➤ Design inadaptés (ex. comparaisons hôte invasif vs natif)</li> </ul>			
<b>Hypothèses parasitisme-immunité</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Histoires d'invasion rarement considérées</li> <li>➤ Données parasitisme-immunité rarement associées</li> </ul>			
			11
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal.			11/12/2015

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Des limites aux études réalisées</b>			
<b>Hypothèses <i>parasite release (PR), spill-over, (SO) spill-back (SB)</i></b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hypothèses jamais testées simultanément</li> <li>➤ Communautés parasitaires natives non considérées</li> </ul>		 <p>Lee <i>et al.</i> 2006 <i>Ecology</i> Martin <i>et al.</i> 2010 <i>Oecologia</i> Brown and Shine 2014 <i>PRLS B</i> Brown <i>et al.</i> 2015 <i>Ecol lett.</i></p>	
<p><b>Hypothèses EICA</b> (Cornet <i>et al.</i> en révision <i>Evol. App.</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Biais modèles biologiques/études empiriques</li> <li>➤ Design discutables</li> </ul>			
<b>Hypothèses parasitisme-immunité</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Histoires d'invasion rarement considérées</li> <li>➤ Données parasitisme-immunité rarement associées</li> </ul>		 <p><i>Passer domesticus</i>      <i>Petrochelidon pyrrhonota</i></p> <p>Fassbinder-Orth <i>et al.</i> 2013 <i>Plos One</i></p>	
			12
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal.			11/12/2015

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Des limites aux études réalisées</b>			
Hypothèses <i>parasite release (PR), spill-over, (SO) spill-back (SB)</i>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hypothèses jamais testées simultanément</li> <li>➤ Communautés parasitaires natives non considérées</li> </ul>			
Hypothèses EICA (Cornet <i>et al.</i> en révision <i>Evol. App.</i> )			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Biais modèles biologiques/études empiriques</li> <li>➤ Design discutables</li> </ul>			
<b>Hypothèses parasitisme-immunité</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Histoires d'invasion rarement considérées</li> <li>➤ Données parasitisme-immunité rarement associées</li> </ul>			
			13
<small>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015</small>			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Invasions rat / souris au Sénégal</b>			
<b>Bons modèles pour tester liens entre parasitisme, immunité et succès d'invasion</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Histoires d'invasion connues (données génétiques + suivis spatio-temporels) <ul style="list-style-type: none"> <li>Konecny <i>et al.</i> 2012</li> <li>Dalecky <i>et al.</i> 2015</li> <li>Lippens <i>et al.</i> en révision</li> </ul> </li> <li>➤ Expansions en cours</li> <li>➤ Communautés natives étudiées</li> <li>➤ Test simultané hypothèses parasito et immuno</li> </ul>			
			14
<small>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015</small>			



INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
--------------	----------	----------	-----------------------

**Invasions rat / souris au Sénégal**

15è – 18è siècle

Espèces invasives majeures à travers le monde

Migrations avec l'homme

15

*Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal.* 11/12/2015

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
--------------	----------	----------	-----------------------

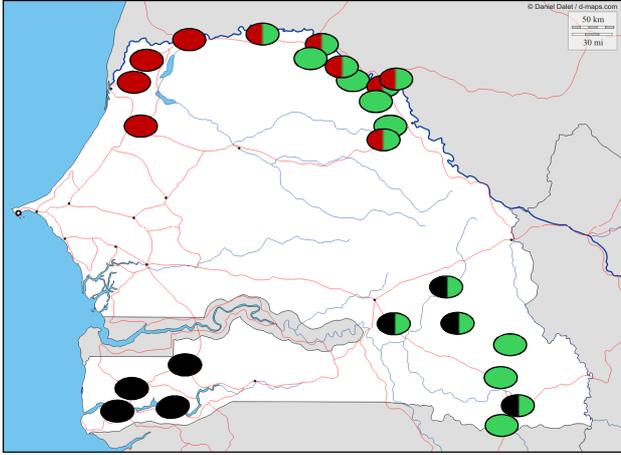
**Invasions rat / souris au Sénégal**

16

*Dalecky et al. 2015 Mammal Review*

*Mus musculus domesticus*      *Rattus rattus*      *Mastomys* spp.

1983 - 1994      2011 - 2014

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Dispositif d'échantillonnage</b>			
			
<p><i>M. m. domesticus</i></p>			<p><i>Mastomys spp.</i></p>
			
<p><i>R. rattus</i></p>			
20 adultes/espèce/site → prélèvements individuels			
17			
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015			

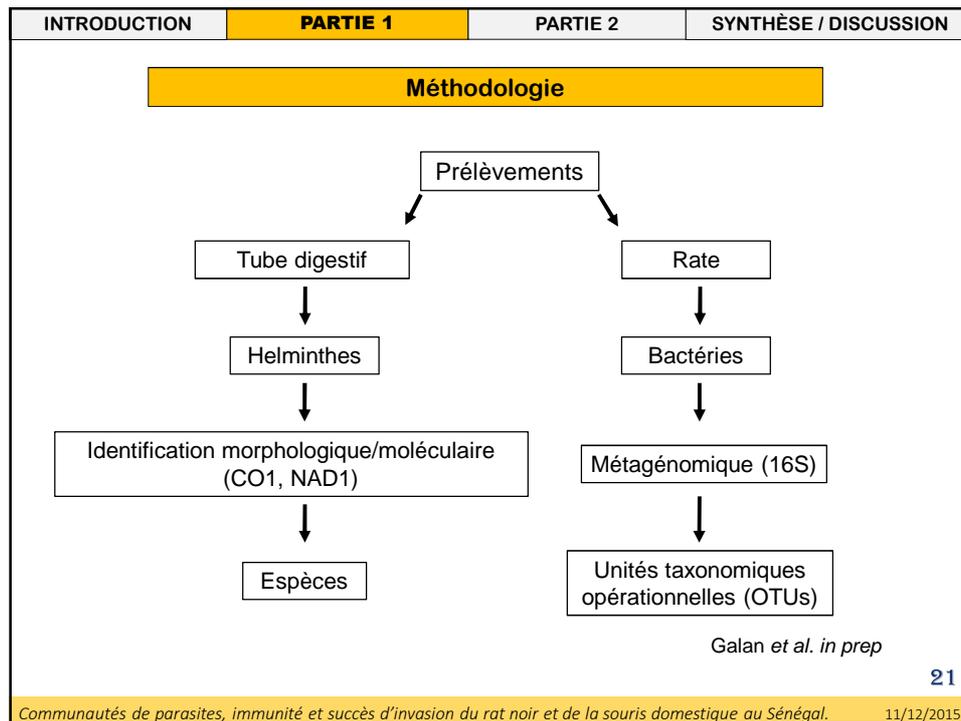
INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Collecte et traitement des échantillons</b>			
Piégeage en milieu commensal...			
			
			
18			
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015			



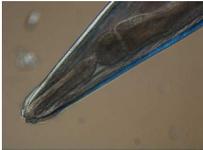
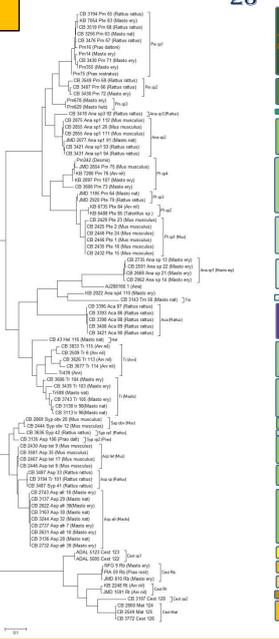
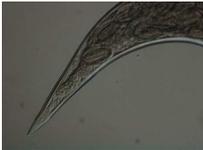
## PARTIE 1 : COMMUNAUTÉS DE PARASITES ET SUCCES D'INVASION

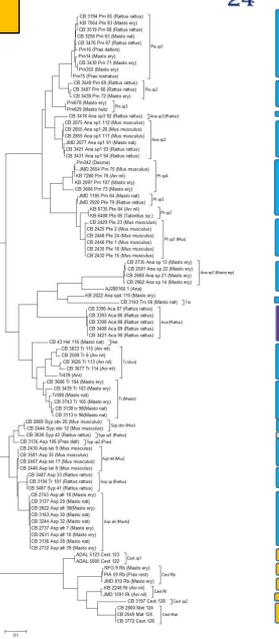
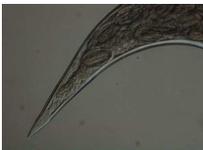


INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Tests des attendus parasitisme – succès d'invasion</b>			
		<p><b>Front d'invasion vs sources</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Perte de parasites (<i>parasite release</i>)</li> <li>➤ Acquisition parasites natifs (<i>spill-back</i>)</li> </ul> <p><b>Front d'invasion vs non envahis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Acquisition parasites exotiques (<i>spill-over</i>)</li> <li>➤ Augmentation prévalences/abondances parasites natifs (<i>spill-back</i>)</li> </ul>	
Communités de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal.			20 11/12/2015



INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Identification des Helminthes</b>			
<p>← <b>Identification morphologique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tri + détermination au genre</li> <li>➤ Identification spécifique (coll. A. Ribas, V. Haukisalmi)</li> </ul>			
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  <p>Extrémité antérieure <i>Syphacia obvelata</i></p>  <p>Extrémité postérieure <i>Aspiculuris tetraptera</i></p>  <p>Coupe de corps <i>Neohelgmonella granjoni</i></p> </div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid yellow; padding-left: 10px;"> <p>← <b>Identification morphologique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tri + détermination au genre</li> <li>➤ Identification spécifique (coll. A. Ribas, V. Haukisalmi)</li> </ul> </div> </div>			
22			
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
	<b>Identification des Helminthes</b>		
 <p>Extrémité antérieure <i>Syphacia obvelata</i></p>	<p>← <b>Identification morphologique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tri + détermination au genre</li> <li>➤ Identification spécifique (coll. A. Ribas, V. Haukisalmi)</li> </ul>		<p style="text-align: right;">23</p> 
 <p>Extrémité postérieure <i>Aspicurillus tetraptera</i></p>	<p><b>Identification moléculaire</b> Séquences CO1 Helminthes (Afrique de l'Ouest) →</p>		
 <p>Coupe de corps <i>Neohelgimmonella granjoni</i></p>	<p>↓</p> <p><b>Mise en évidence d'au moins 27 espèces (nématodes, cestodes, acanthocéphales)</b></p>		
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
	<b>Identification des Helminthes</b>		
 <p>Extrémité antérieure <i>Syphacia obvelata</i></p>	<p>← <b>Identification morphologique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tri + détermination au genre</li> <li>➤ Identification spécifique (coll. A. Ribas, V. Haukisalmi)</li> </ul>		<p style="text-align: right;">24</p> 
 <p>Extrémité postérieure <i>Aspicurillus tetraptera</i></p>	<p><b>Identification moléculaire</b> Séquences CO1 Helminthes (Afrique de l'Ouest) →</p>		
 <p>Coupe de corps <i>Neohelgimmonella granjoni</i></p>	<p>↓</p> <p><b>Mise en évidence d'au moins 27 espèces (nématodes, cestodes, acanthocéphales)</b></p>		
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015			

INTRODUCTION	<b>PARTIE 1</b>	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
--------------	-----------------	----------	-----------------------

**Analyses des données de communautés parasites**

- Traitement indépendant pour chaque route d'invasion
- Analyses multivariées (ACP pour helminthes, AFC pour bactéries)
- GLMs (Modèles linéaires généralisés) sur niveaux de parasitisme

Environnement (climat, habitat)

**GLMs**

Statut d'invasion

Sexe, Poids

*Parasite release*

● vs ●    ● vs ●

*Spill-over / Spill-back*

● vs ●    ● vs ●

Prévalences, abondances, richesse spécifique

25

Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015

INTRODUCTION	<b>PARTIE 1</b>	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
--------------	-----------------	----------	-----------------------

**Résultats**

**5 taxa helminthes**  
*Aspiculuris tetraptera* 11 %  
*Mathevotaenia symmetrica* 11 %

**5 taxa bactériens**  
*Orientia* sp. 22%

n = 268

**3 taxa helminthes**  
*Anatrichosoma* sp. 16 %  
*Aspiculuris africana* 15 %  
*Mathevotaenia symmetrica* 36,1 %

**5 taxa bactériens**  
*Mycoplasma* sp2 35%  
*Ehrlichia* sp. 24%

n = 169

**9 taxa helminthes**  
*Hymenolepis diminuta* 30 %

**9 taxa bactériens**  
*Mycoplasma* sp2 48 %

n = 193

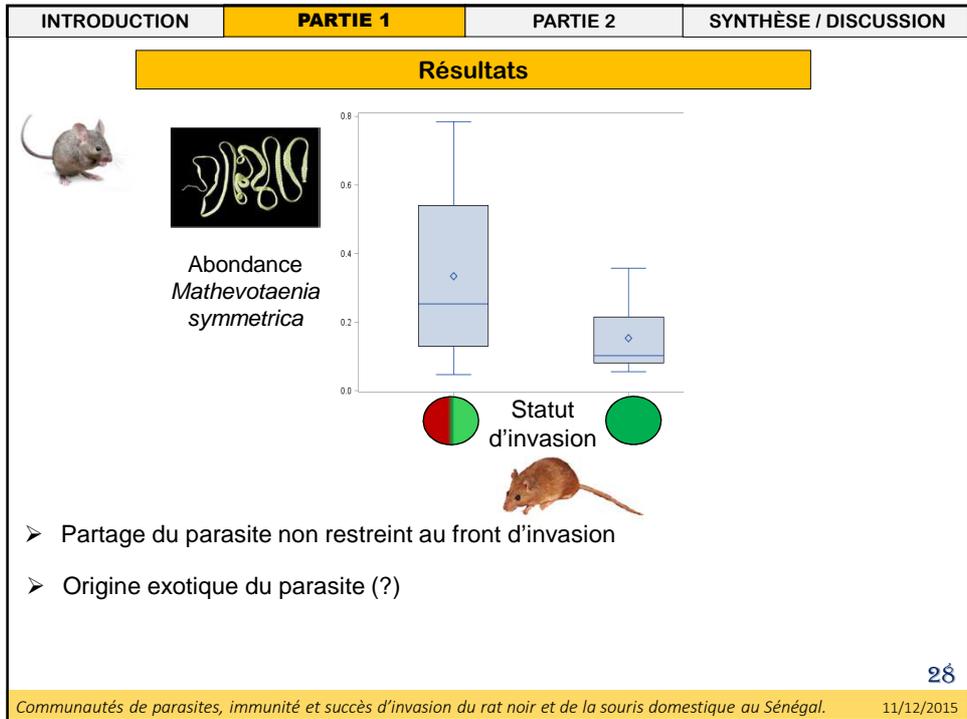
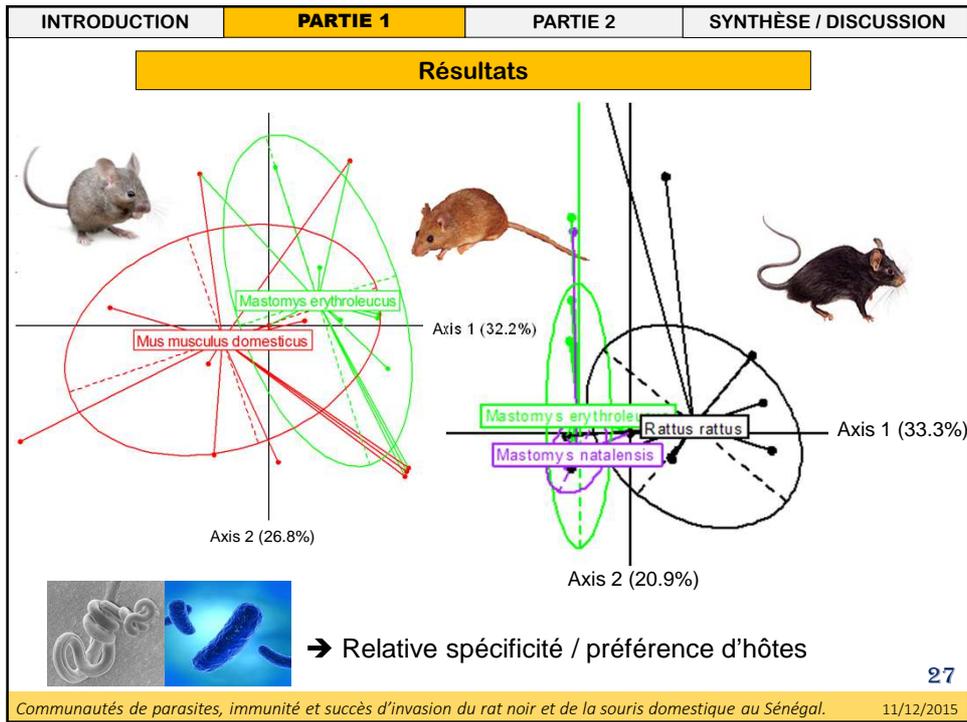
**10 taxa helminthes**  
*Aspiculuris africana* 20 %  
*Mathevotaenia symmetrica* 17 %  
*Trichuris mastomysi* 26 %

**9 taxa bactériens**  
*Bartonella* sp. 75 %  
*Mycoplasma* sp1 30 %  
*Mycoplasma* sp3 49 %

n = 166

26

Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015

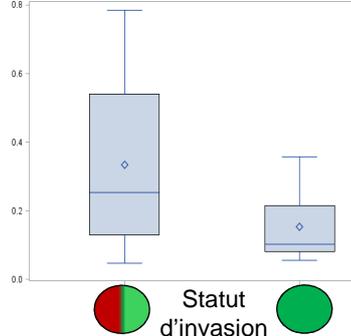


INTRODUCTION	<b>PARTIE 1</b>	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
--------------	-----------------	----------	-----------------------

**Résultats**




Abondance  
*Mathevotaenia  
symmetrica*





- Partage du parasite non restreint au front d'invasion
- Origine exotique du parasite (?)

Pas de patron compatible avec hypothèses *spill-over/spill-back*

29

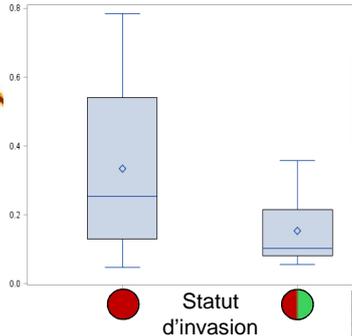
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015

INTRODUCTION	<b>PARTIE 1</b>	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
--------------	-----------------	----------	-----------------------

**Résultats**



Prévalence  
*Aspicularis  
tetraptera*





**Helminthes**  
*A. tetraptera* (27% → 0,02%)  
Richesse spécifique (0,37 → 0,16)





**Helminthes**  
*H. diminuta* (51% → 10%)  
Richesse spécifique (0,70 → 0,15)



**Bactéries**  
Prévalence globale (63% → 46%)



Patrons compatibles avec hypothèse *parasite release*

30

Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Synthèse</b>			
<b>Relâchement du parasitisme durant l'invasion (<i>parasite release</i>)</b>			
	Helminthes		Helminthes / Bactéries
<b>Pas de patron apparent <i>spill-over/spill-back</i> chez les natifs</b>			
			
			31
<small>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015</small>			



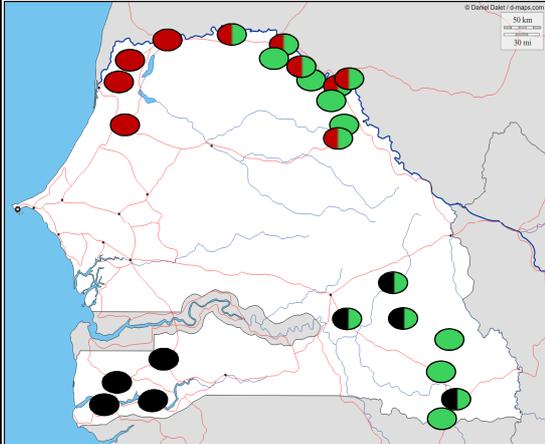
PARTIE 2 :

MODULATIONS IMMUNITAIRES ET  
SUCCES D'INVASION

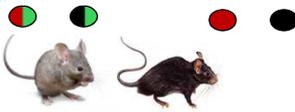


INTRODUCTION	PARTIE 1	<b>PARTIE 2</b>	SYNTHÈSE / DISCUSSION
--------------	----------	-----------------	-----------------------

**Tests des attendus immunité – succès d'invasion**

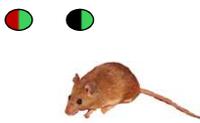


**Front d'invasion vs sources**



- Baisse inflammation
- Augmentation réponses anticorps

**Front d'invasion vs non envahis**



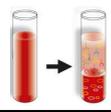
Pas d'attendus

33

Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015

INTRODUCTION	PARTIE 1	<b>PARTIE 2</b>	SYNTHÈSE / DISCUSSION
--------------	----------	-----------------	-----------------------

**Méthodologie**



Matson et al. 2005 *Dev Comp Immunol.*  
Diagne et al. en révision *PRSL B*

**Serum**

**Inflammation**

↓

**Dosage Haptoglobine (Hp)**

**Anticorps naturels-complément**

↓

**Test Hémagglutination-Hémolyse (HAHL)**

- Simples et répétables
- Non spécifiques
- Fonctionnels avec quantité limitée de sérum

➔ 1 individu rongeur = 1 score Hp, 1 score HAHL

34

Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015

INTRODUCTION	PARTIE 1	<b>PARTIE 2</b>	SYNTHÈSE / DISCUSSION
--------------	----------	-----------------	-----------------------

**Analyse des données**

- Traitement indépendant pour chaque route d'invasion
- GLMs (Modèles linéaires généralisés) sur **scores H AHL, Hp**

35

Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015

INTRODUCTION	PARTIE 1	<b>PARTIE 2</b>	SYNTHÈSE / DISCUSSION
--------------	----------	-----------------	-----------------------

**Résultats**

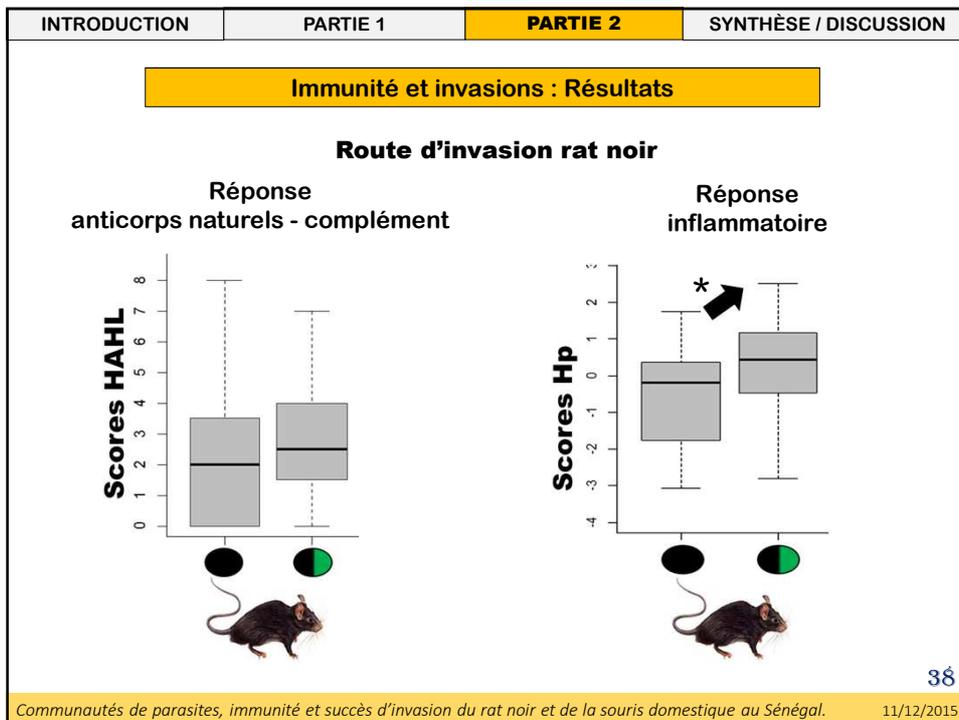
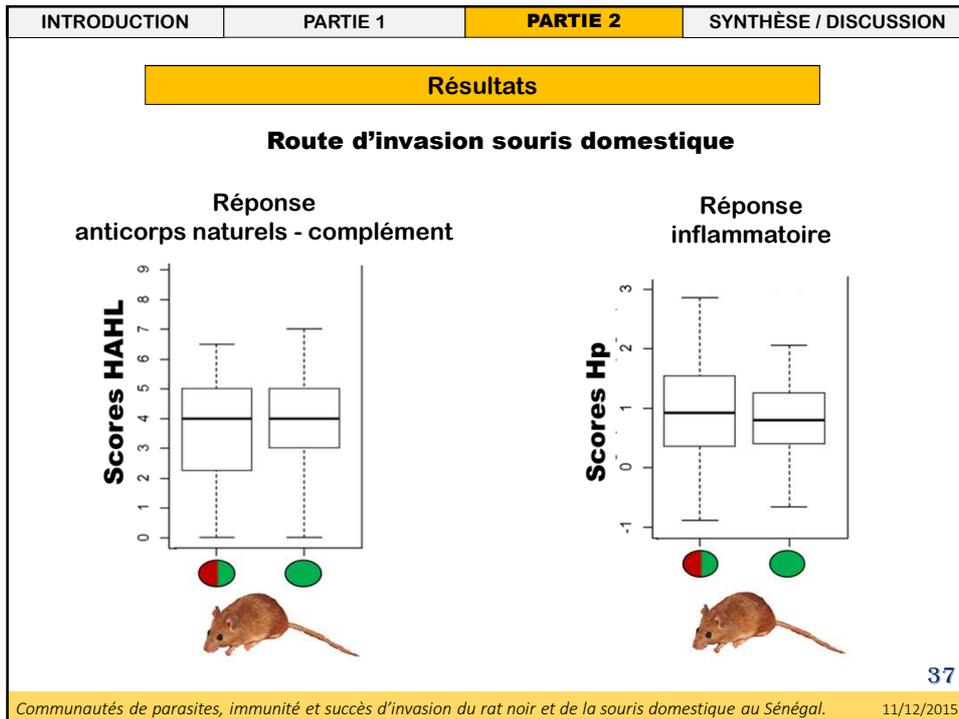
**Route d'invasion souris domestique**

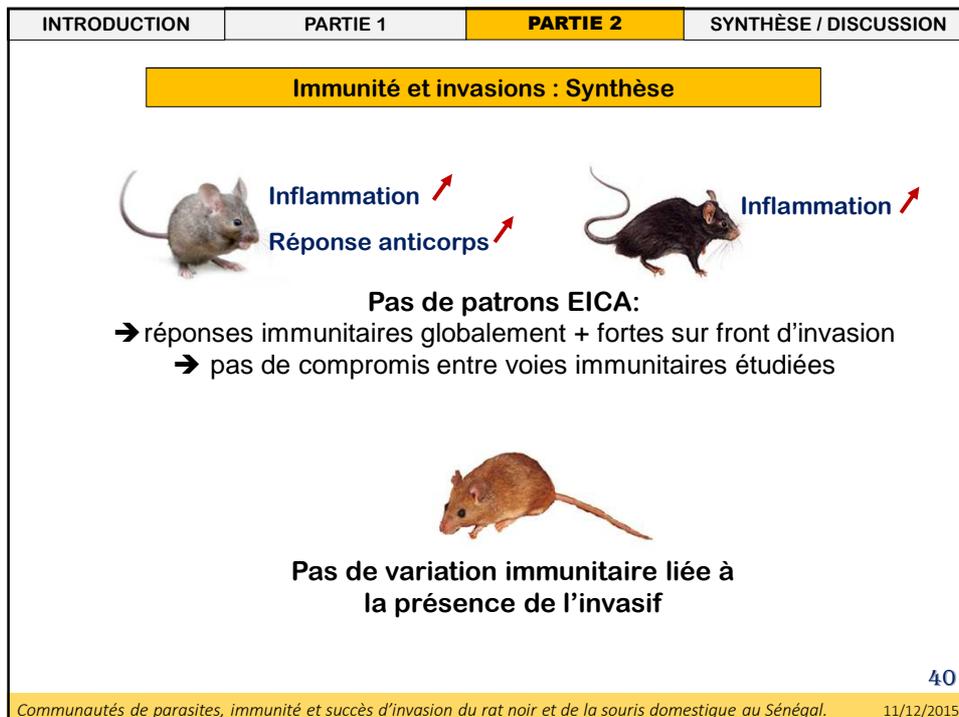
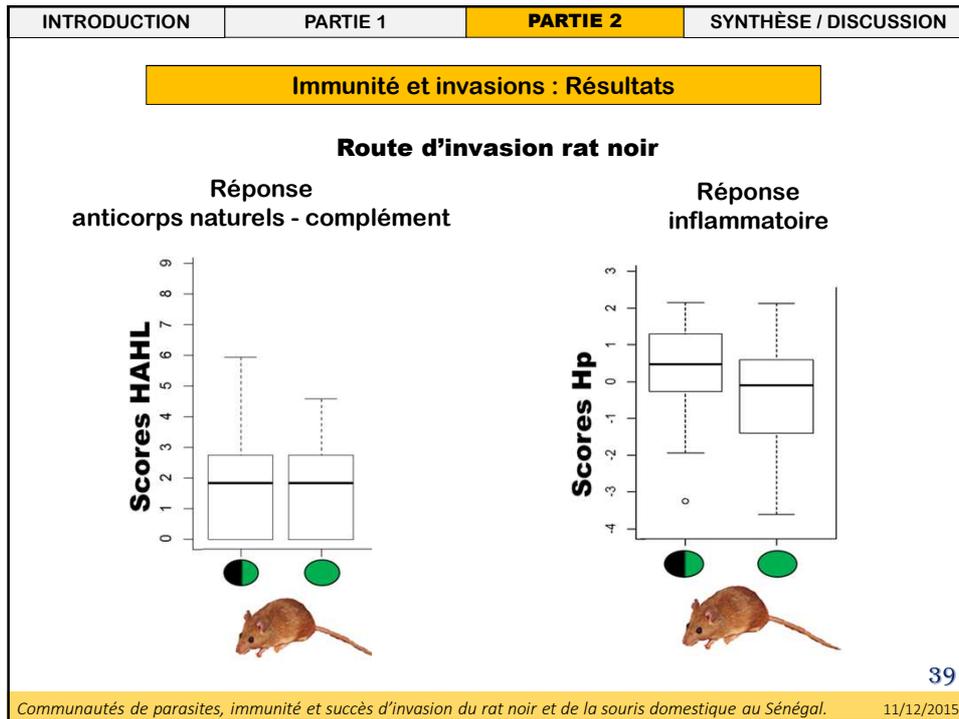
Réponse anticorps naturels - complément

Réponse inflammatoire

36

Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015







## SYNTHESE ET DISCUSSION GENERALE

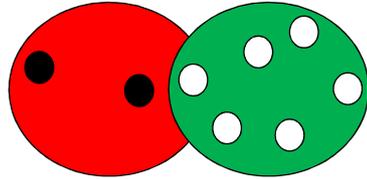
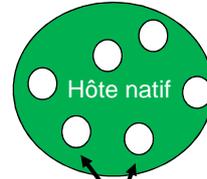


INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHESE / DISCUSSION
<b>Parasites – succès d'invasion rat/souris</b>			
	 <p><i>Trichuris muris</i> (Helminthe)</p>		<p><b>Spill-over</b> Smith and Carpenter 2006 <i>Div. Distrib.</i></p>
	 <p><i>Trypanosoma lewisi</i> (Protozoaire)</p>		<p><b>Spill-over</b> Wyatt et al. 2008 <i>Plos One</i></p>
	 <p><i>Streptococcus</i> sp. (Bactérie)</p>		<p><b>Spill-over</b> De Bruyn et al. 2008 <i>Plos One</i></p>
			42
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Invasion rat / souris au Sénégal : <i>parasite release</i></b>			
<b>Quels mécanismes ?</b>			
<b><u>Quelques caractéristiques communes aux parasites perdus</u></b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Forte virulence <span style="float: right;">MacLeod <i>et al.</i> 2010 <i>Ecol. Lett.</i></span></li> <li>➤ Spécialistes</li> <li>➤ Cycle complexe</li> <li>➤ Transmission horizontale</li> </ul>			
 <p><i>A. tetraptera</i> perdu...pourtant cycle de vie direct !</p>			
 <p><i>H. diminuta</i> perdu... pourtant large répartition de son hôte intermédiaire (<i>Tenebrio</i> spp.) au Sénégal !</p>			
43			
<small>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015</small>			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Invasion rat / souris au Sénégal : <i>parasite release</i></b>			
<b>Quels effets ?</b>			
 <p>Aliabadi and Juliano 2002 <i>Biol Invasions</i> Prior and Hellmann 2013 <i>Ecology</i></p> <p>➔ Gain fitness + Compétition</p>			
<p>Perspective ➔ Infestation par <i>Aspiculuris tetraptera</i> (helminthe perdu au cours de l'invasion par la souris)</p> 			
44			
<small>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015</small>			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Augmentation immunité durant l'invasion</b>			
<small>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015</small>			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Augmentation immunité durant l'invasion</b>			
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Aires anciennement envahies</div>  <p>Parasites exotiques</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Front d'invasion</div>  <p>Mise en présence pool parasites exotiques – pool parasites natifs</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Aires non envahies</div>  <p>Parasites natifs</p>	
<small>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015</small>			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	<b>SYNTHÈSE / DISCUSSION</b>
--------------	----------	----------	------------------------------

**Augmentation immunité durant l'invasion**

47

Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	<b>SYNTHÈSE / DISCUSSION</b>
--------------	----------	----------	------------------------------

**Augmentation immunité durant l'invasion**

**Front d'invasion = fort risque d'infection**

**Forte immunité**  
→ + grande résistance

Plasticité phénotypique ?  
Préadaptation à l'invasion ?

**Pas de variation immunitaire**  
→ + grande vulnérabilité

Faible capacité d'adaptation ?

48

Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Augmentation immunité durant l'invasion</b>			
<b>Des hypothèses alternatives...</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Effets immunorégulateurs des helminthes perdus           <ul style="list-style-type: none"> <li>Harnett and Harnett 2006 <i>Par. Immunol.</i></li> <li>Pedersen and Fenton 2007 <i>TRENDS</i></li> <li>Johnston <i>et al.</i> 2010 <i>Infect Immun</i></li> </ul> </li> <li>➤ Facteurs environnementaux abiotiques           <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Fortes températures = activation immunité cellulaire</li> <li>Mydlarz <i>et al.</i> 2008 <i>Plos One</i></li> </ul> </li> <li>➤ Modifications microbiote intestinal           <ul style="list-style-type: none"> <li>Hooper <i>et al.</i> 2012 <i>Science</i></li> <li>Kamada <i>et al.</i> 2013 <i>Nat. Rev. Immunol.</i></li> </ul> </li> </ul>			
49			
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	SYNTHÈSE / DISCUSSION
<b>Perspectives</b>			
<b>Variations immunitaires : cause ou conséquence des changements de parasitisme ?</b>			
<p>Importance du 'timing' des variations immunitaires</p> <p>→ Suivi longitudinaux sur front d'invasion + aires attenantes</p> <p>Forte immunité dès l'arrivée des invasifs ?</p> <p>Augmentation immunité après n générations ?</p> <p>Mécanismes sous-jacents : plasticité phénotypique, sélection génétique ?</p> <p>→ Approche expérimentale en conditions contrôlées</p> <p>Maintien des différences front d'invasion vs sources ?</p> <p>Différences héritables par les générations suivantes ?</p>			
50			
Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015			

INTRODUCTION	PARTIE 1	PARTIE 2	<b>SYNTHÈSE / DISCUSSION</b>
<b>Perspectives</b>			
<b>Variations immunitaires : cause ou conséquence des changements de parasitisme ?</b>			
Importance du 'timing' des variations immunitaires → Suivi longitudinaux sur front d'invasion + aires attenantes			
Forte immunité dès l'arrivée des invasifs ?			
Augmentation immunité après n générations ?			
Mécanismes sous-jacents : plasticité phénotypique, sélection génétique ? → Approche expérimentale en conditions contrôlées			
Maintien des différences front d'invasion vs sources ?			
Différences héritables par les générations suivantes ?			
			50
<small>Communautés de parasites, immunité et succès d'invasion du rat noir et de la souris domestique au Sénégal. 11/12/2015</small>			

RECHERCHES RÉALISÉES AVEC...		
<p><b>CBGP (Montpellier)</b>            Laurent Granjon            Jean-Marc Duplantier            Philippe Gauthier            Caroline Tatard            Jean-François Martin            Odile Fossati            Stéphane Cornet            Lucie Tamisier            Jonathan d'Ambrosio            Maxime Galan            Alexis Ribas            Jean-François Cosson            Armelle Cœur-d'Acier</p> <p><b>LPED (Marseille)</b>            Ambroise Dalecky</p>	<p><b>BIOPASS (Dakar)</b>            Khalilou Bâ            Mamadou Kane            Mamoudou Diallo            Youssou Niang            Aliou Sow            Nathalie Sarr</p> <p><b>LBBE (Lyon)</b>            Emmanuelle Gilot-Fromont</p> <p><b>METLA (Helsinki)</b>            Voitto Haukialmi</p> <p><b>UR346 INRA (Clermont-Ferrand)</b></p>	 <p>Carine Brouat</p>  <p>Mbacké Sembène</p>  <p>Nathalie Charbonnel</p>
<p>Financées par</p> 	 	



**MERCI POUR VOTRE ATTENTION !**

