

Mécanismes d'Orientation Animaux

Exemples chez les Chéloniens



Mr Arnaud Legrand

Ingénieur de Recherche Clinique

Chef de Projet UIC-RIC Renforcement Investigation Clinique





Ecologie Evolutive

Compréhension Intégrée d'un Système Biologique



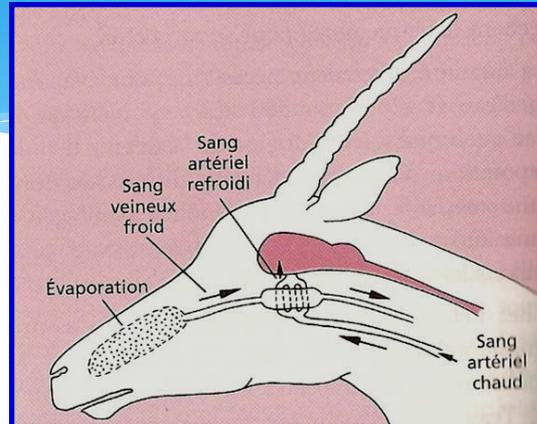
Mécanismes Proximaux

(Ethologie, Physiologie, Anatomie, Biochimie...)

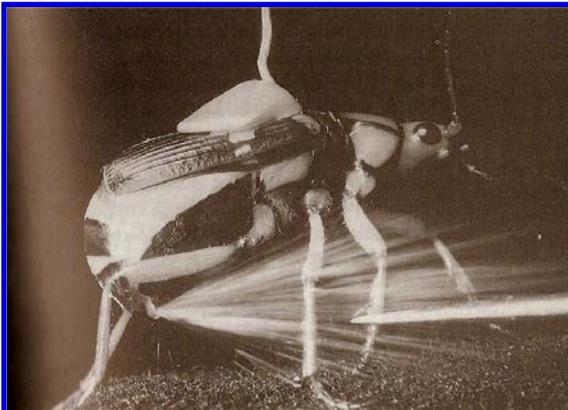
Mécanismes Ultimes

(Biologie Evolutive, Biologie & Génétique des Populations...)

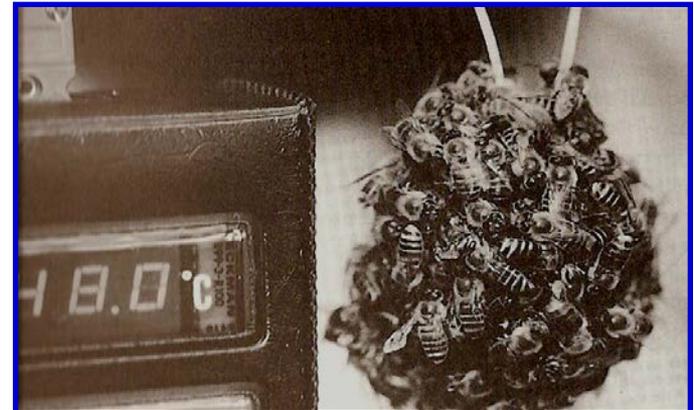
Approche Proximale = Comment?



Thermorégulation de la Gazelle (Taylor, 1972)



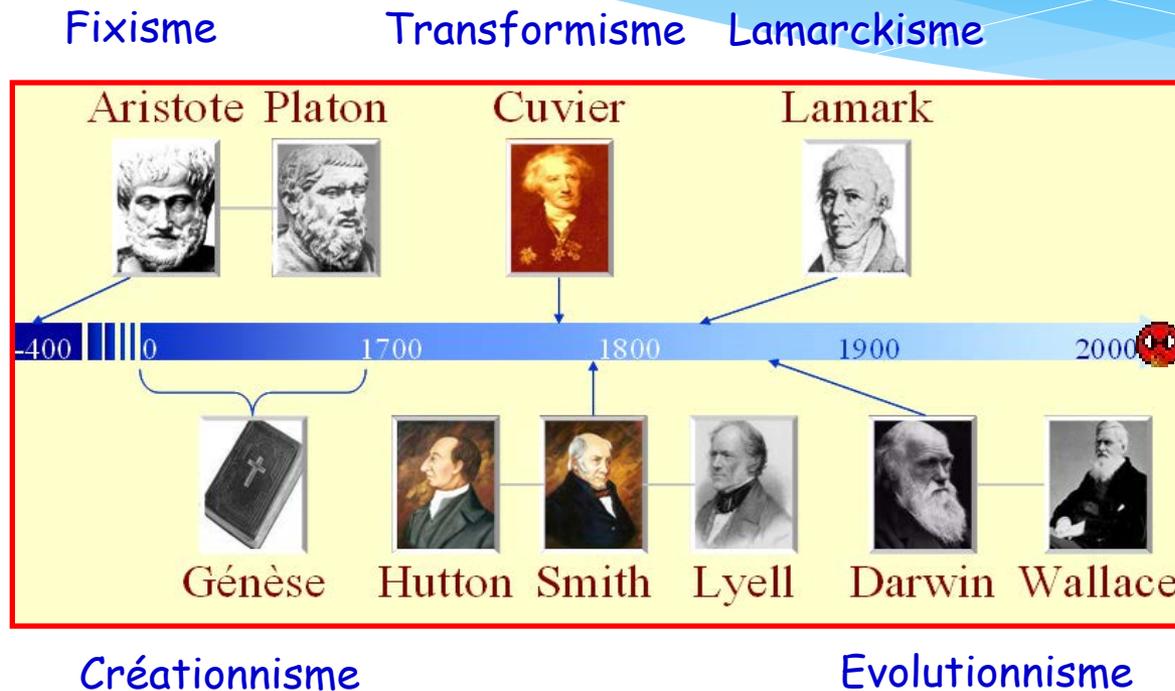
Défense Chimique du Bombardier (Aneshansley et al., 1969)



Défense Sociale de Apis cerana japonica (Ono et al., 1995)

Approche Ultime = Pourquoi?

Quelles sont les pressions évolutives qui ont façonné cet organisme?



« Rien en Biologie n'a de sens, excepté à la lumière de l'Evolution » (T. Dobzhansky, 1973)

La Sélection Naturelle

Variation et Succès reproducteur différentiel

Sélection Naturelle



Sélection Sexuelle

« Traits donnant un avantage reproductif »
(Parade nuptiale, combats inter-mâles...)
[*Intra-Inter sexuelle; Pré-Post-zygotique*]



Sélection Ecologique

« Trait optimisant la survie »
(Stratégies anti-prédation, accès aux ressources...)

+++ FITNESS = Valeur Sélective (Succès Reproducteur à Vie)

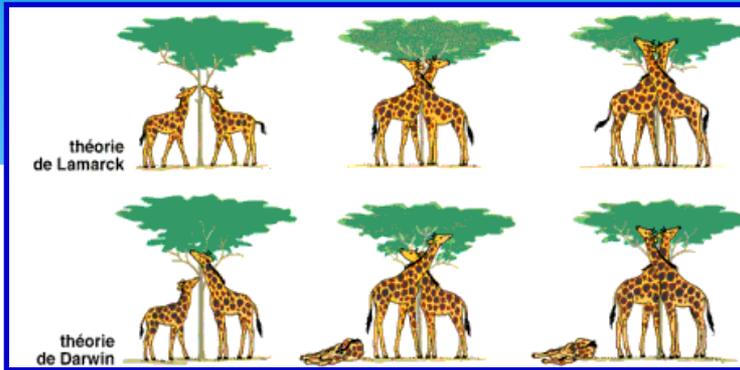
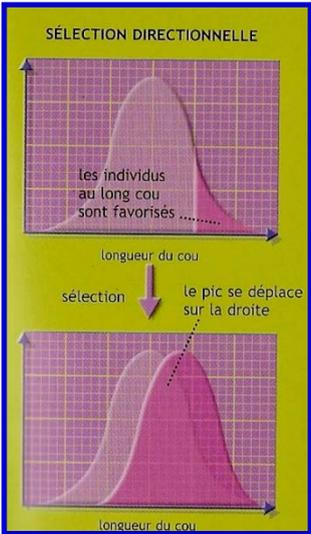
« Capacité d'un organisme à injecter ses gènes dans les générations suivantes »

« Capacité d'un génotype à se propager dans le pool génétique populationnel au cours des générations »

Le Cou de la Girafe



Giraffokeryx



Hérédité des Caractères Acquis

Sélection Naturelle

Pliocène – Écosystème Savane

Changement climatique

Disparition de la strate herbacée & arbustive



Sélection Directionnelle

Hypertrophie des vertèbres (Accès au feuillage d'acacia)

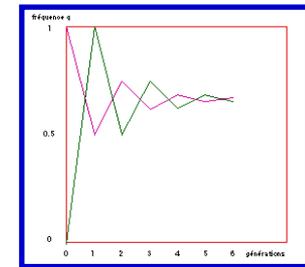
↗ Survie ↗ Reproduction ↗ Fréquences Alléliques



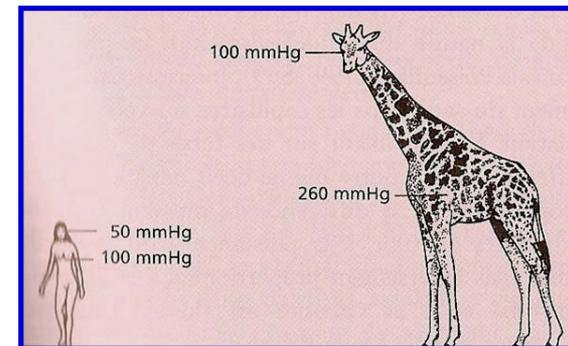
↗ Augmentation Longueur du Cou

+ Coadaptations

(Adaptation cardiovasculaire et comportementale)



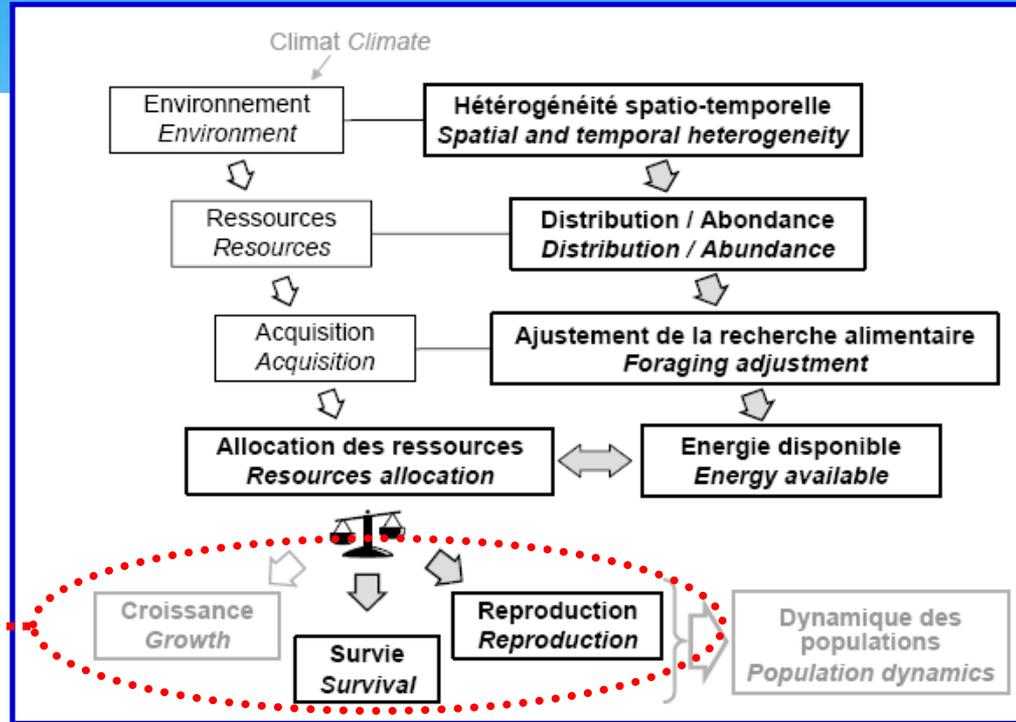
Fréquences Alléliques



Co-adaptations

Life History Traits (Stearns, 1992)

Compréhension des stratégies individuelles et des dynamiques de population



➤ FITNESS

Compromis Adaptatifs – « Démon Darwinien »

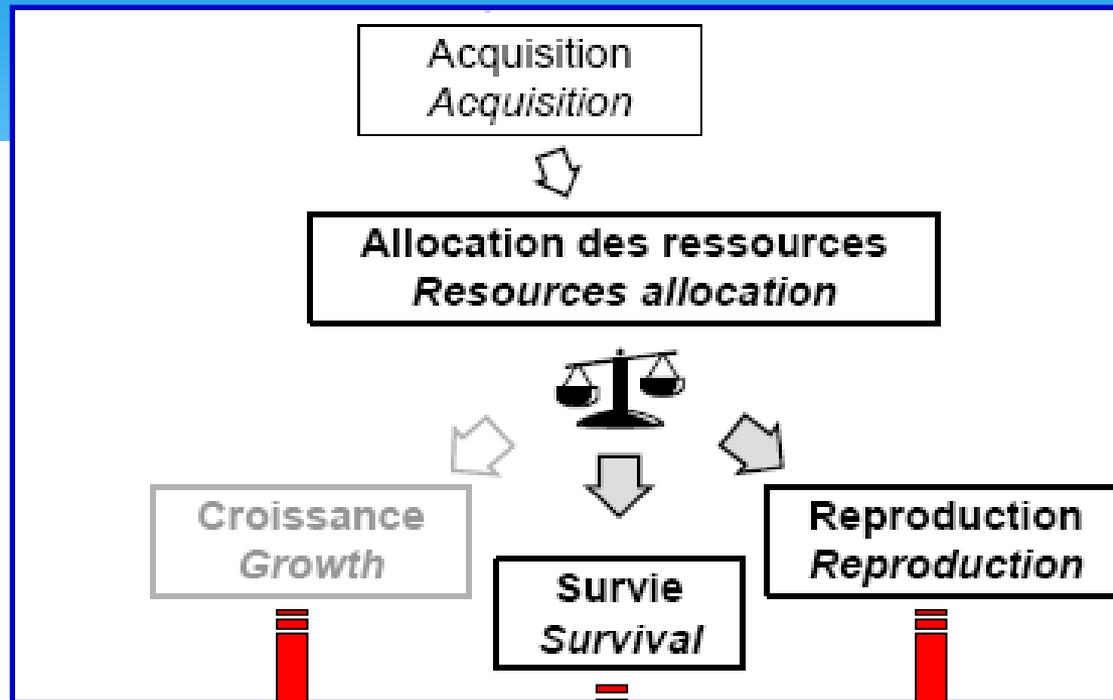
➤ Stratégies R et K (Pianka, 1970)

R Grand nombre de descendants, un faible investissement parental, une grande mortalité infantile, une vie courte, un développement rapide, une reproduction précoce, une mortalité adulte importante,

K Un faible nombre de descendants, un fort investissement parental, une mortalité infantile moindre, une vie longue, un développement lent, une reproduction retardée.

➤ Chéloniens Stratégie antiprédateur déterminante (carapace) – Acquisition de la maturité sexuelle tardive – Longévif

Orientation Animale



- Ressources alimentaires
- Site de thermorégulation

- Accès aux abris
- Coalition

- Partenaires sexuels
- Territoires de Reproduction (Leks)
- Sites de nidification



Valeur Sélective de l'Orientation

Mécanismes d'Orientation (Papi; 1992)

TABLE 1.—Classification of homing phenomena (adapted from Papi, 1992 and Shuttleworth, 1998).

Term or strategy	Source of spatial information for an object or place with respect to mechanism
I. Egocentric Systems	Object information referenced relative to individual's coordinates
Random/systematic Search	Information unavailable
Genetic-based Orientation	Innately fixed vectors (sometimes distance) and non-memory taxis responses
Trail Following	Trail left from previous journey
Route-based Orientation	Outward journey (stimulus-response based navigation)
Route Reversal	Reversing a chained sequence of learned landmarks
Course Reversal	Reversing a compass direction without integration
Path Integration	Vectorial integration of distance and direction of each outward leg to plot a straight-line return (dead-reckoning)
I. Allocentric Systems	Object information referenced relative to external coordinates
Pilotage	Acquired topographic or cognitive map without a compass
True Navigation	Location-specific stimuli relative to a cognitive map, with compass-selected direction

Quelques Exemples...

Return Path / Trail Following

Orientation Chimique du Chiton

Egocentric / Trail Following



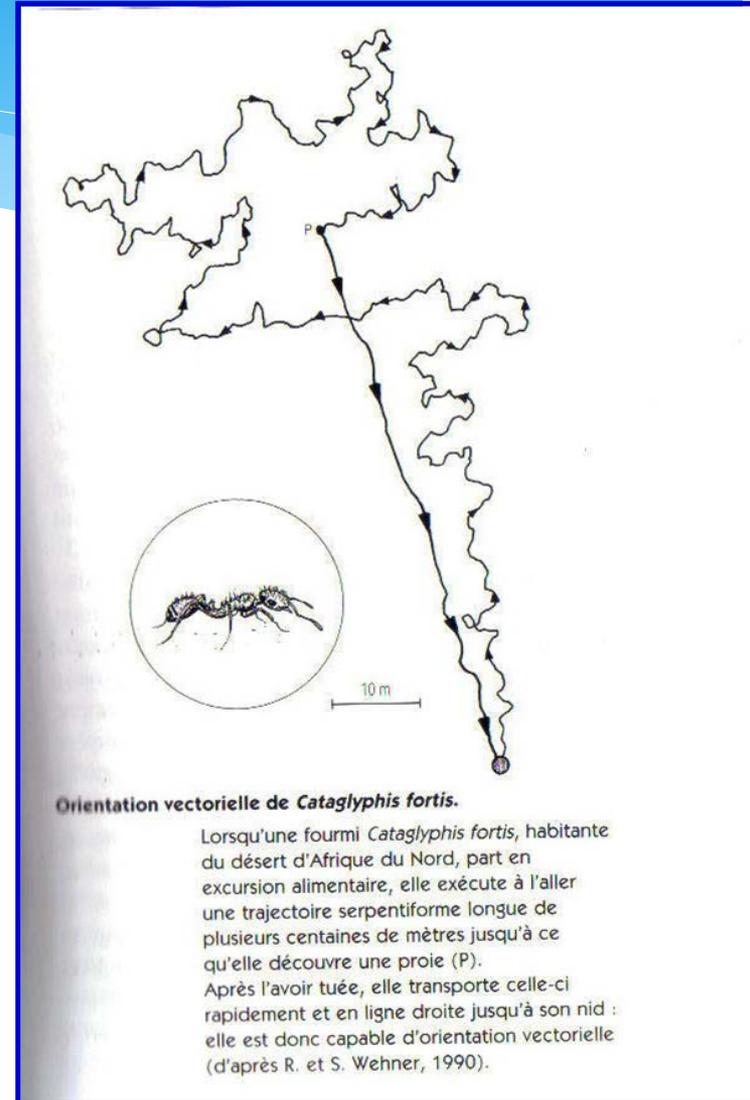
Orientation chimique d'un chiton.

Les chitons *Acanthopleura gemmata* sont capables de regagner leur abri personnel après une excursion alimentaire de quelques heures. Si l'on efface en partie la trace chimique laissée par un chiton lors de son trajet aller (traits hachurés), le mollusque est désorienté jusqu'à ce que, par hasard, il retrouve cette trace : il s'oriente donc par pistage chimique (d'après G. Chelazzi et al., 1987).

Path Integration

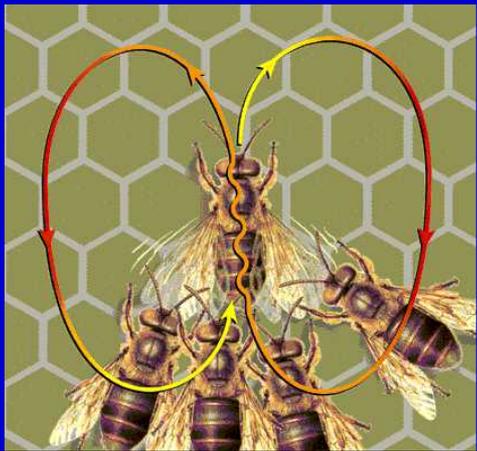
Orientation Vectorielle de la Fourmi Africaine

Egocentric / Path Integration

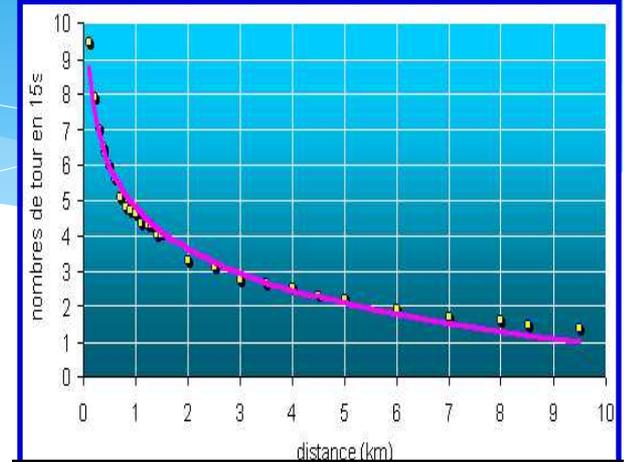
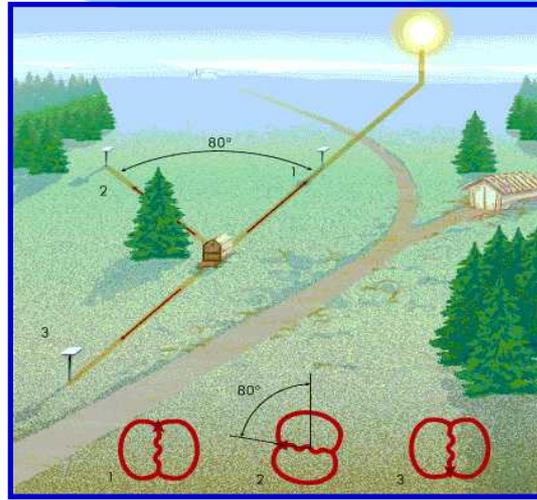


Orientation Solaire

La Danse des Abeilles – Karl Von Frisch (1967)



Danse en Rond / Danse en 8



Fqce des Tours = D. à la Ressource

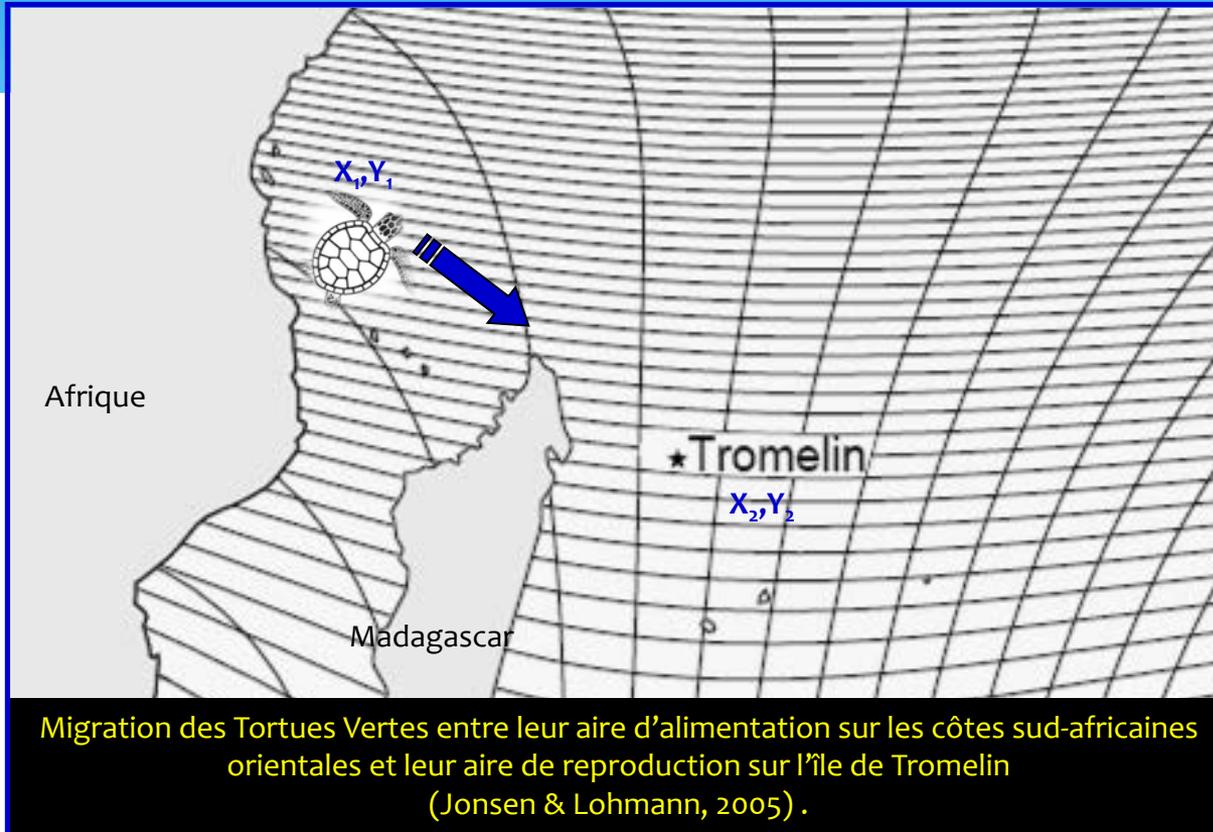
Information directionnelle par rapport au soleil (Von Frisch, 1967)



Allocentric / True Navigation

True Navigation

Orientation Allocentrique des Tortues Marines



Positional Sense

Carte

Directional Sense

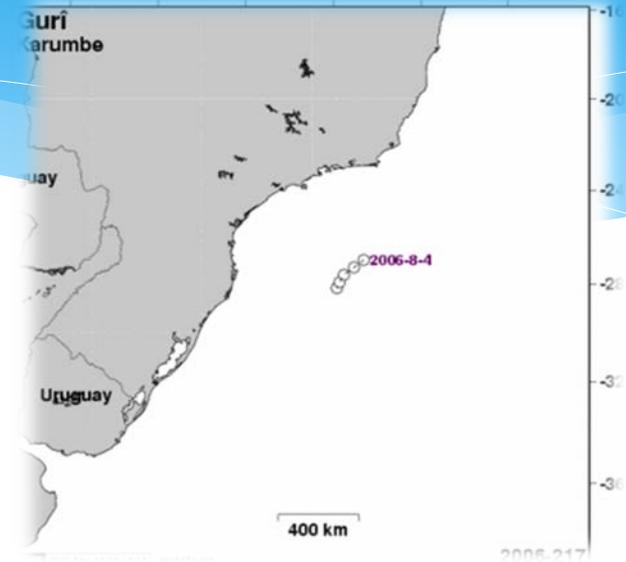
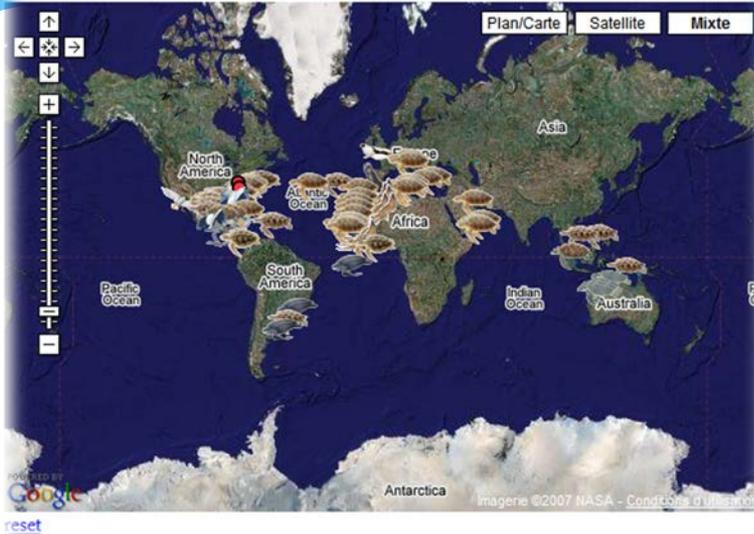
Boussole

Allocentric / True Navigation

Programmes Internationaux de Suivi Satellitaire des Migrations

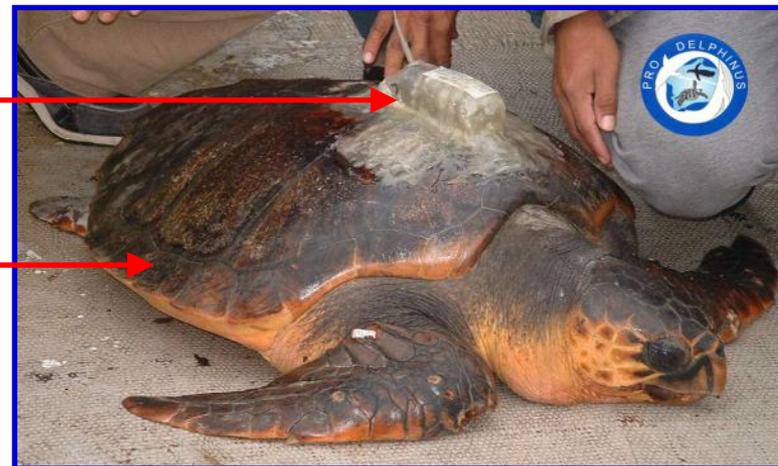
Satellite Tracking

Region: Show: Animals Projects

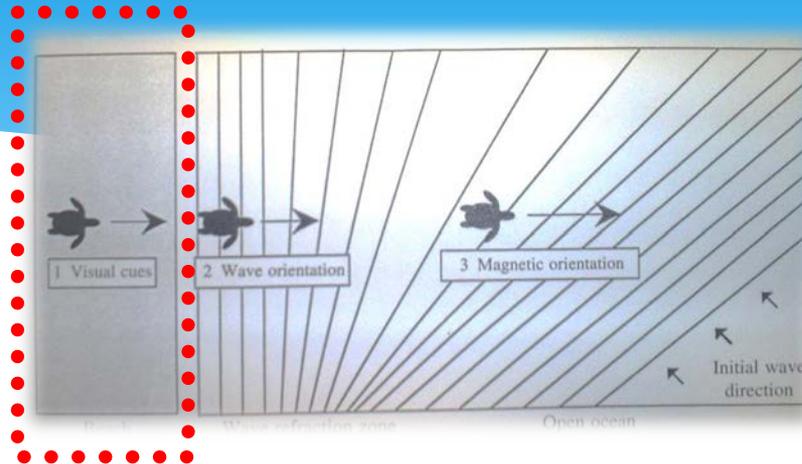


Balise ARGOS (< 5% BM)

Tortue Caret (Jeune femelle – 70Kg)



« Sex, Sun & Sea »

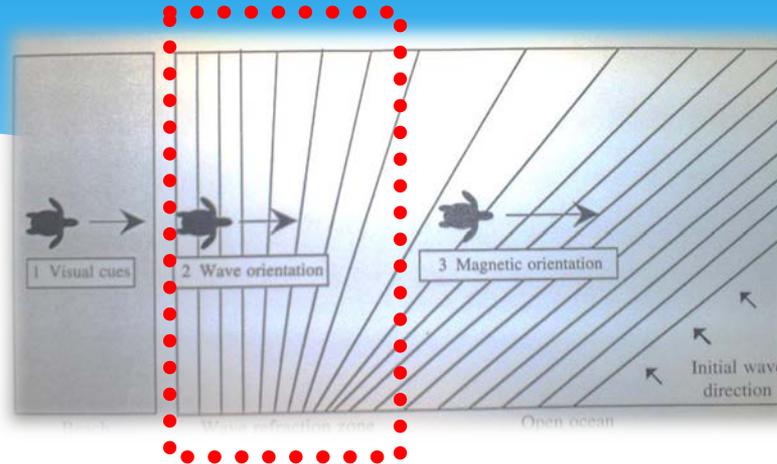


- ➡ Les juvéniles éclosent presque toujours la nuit tombée (Mrosovsky, 1968; Witherington, 1992)
- ➡ Pas de préférence directionnelle innée (Carr & Ogren, 1960)
- ➡ Signaux visuels indispensables pour l'orientation (Carr & Ogren, 1960; Mrosovsky, 1968)
- ➡ Préférence des Signaux Lumineux Clairs (Mrosovsky, 1968)
- ➡ Préférence pour une faible élévation de l'horizon (Salmon et al., 1992)

Matching optimal avec conditions naturelles d'une plage:

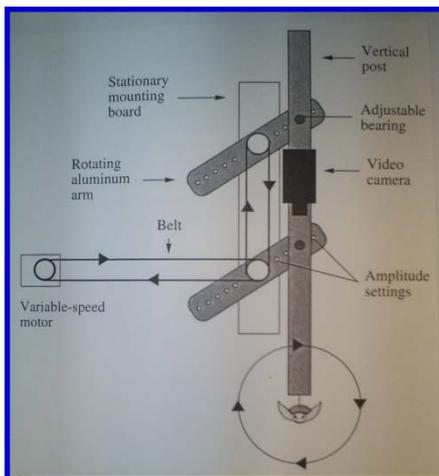
Orientation vers l'horizon illuminé (reflet lune/Voie Lactée – Albedo >) le plus bas (effet végétation/dune) = Mer

« Sex, Sun & Sea »

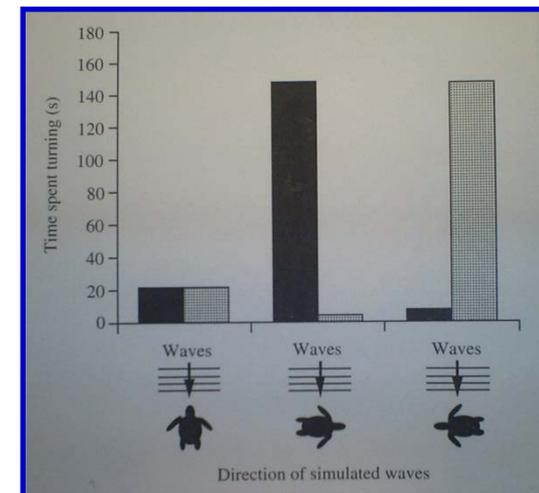


➡ Nage orientée contre les vagues (Salmon, 1989; Lohmann, 1990)

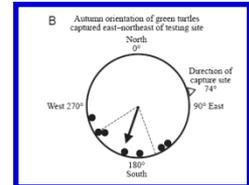
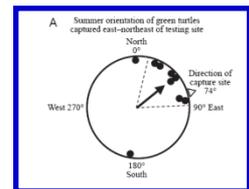
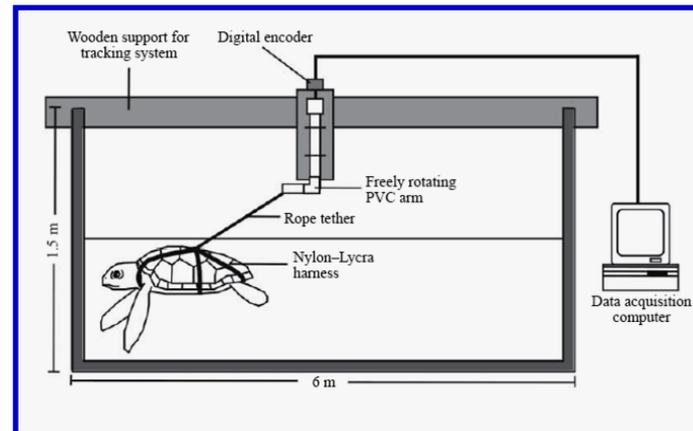
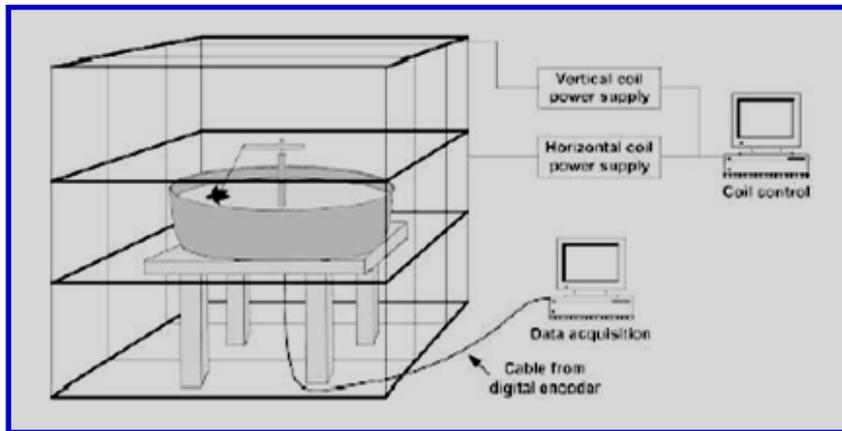
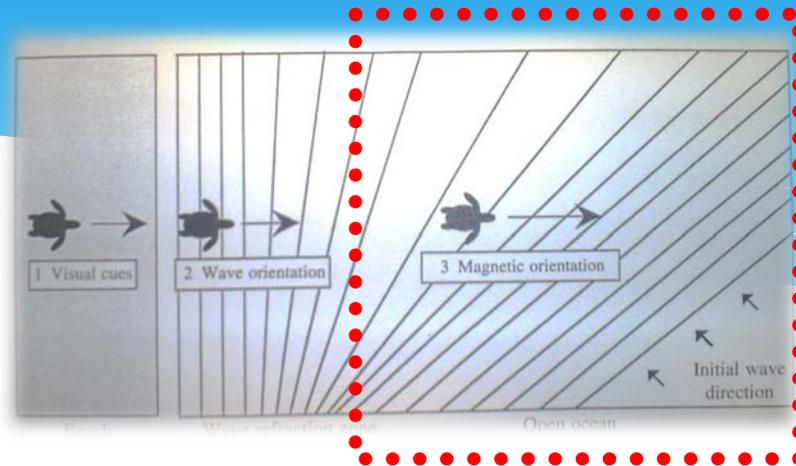
➡ Détection et orientation par rapport aux séquences d'accélération orbitale dans la colonne d'eau



(Lohmann, 1995)

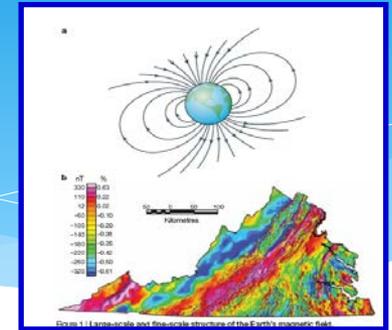
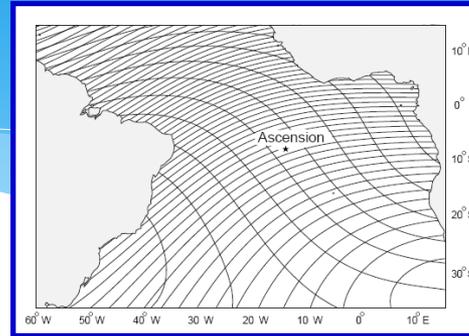
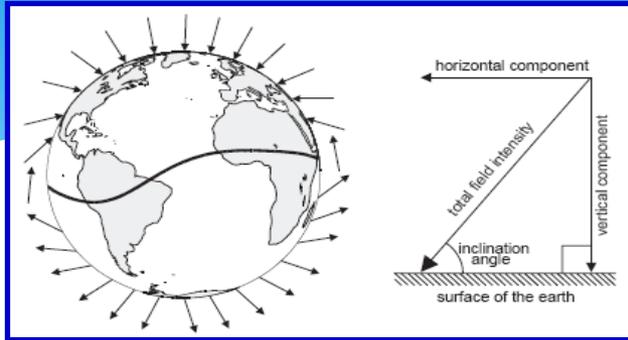


« Sex, Sun & Sea »



➡ Mécanisme d'Orientation allocentrique chez les adultes (Lohmann, 1996)

« Sex, Sun & Sea »



Rotation de la Terre + Noyau riche en Fer = Dipôle Magnétique Géant

Carte Magnétique Bicoordonnée Inclinaison / Intensité (Lohmann et al., Nature 1996)

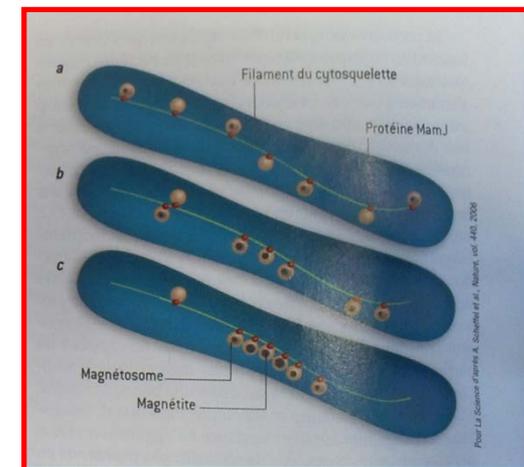


Biophysique & Neurophysiologie de la Magnétoréception ?

Induction électromagnétique

Magnétoréception Chimique

Magnétite



« Sex, Sun & Sea »

THE ROYAL SOCIETY
PUBLISHING

All Journals ▾



Sign in



Search 🔍

Home Content ▾ Information for ▾ About us ▾ Sign up ▾ Propose an issue

BIOLOGICAL SCIENCES

🔒 Restricted access

🔄 Check for updates

🔑 Get Access

📄 View PDF

🔧 Tools ↩ Share

Cite this article ✓

Section

Abstract

Footnotes

Supplemental Material

Review articles

Symbiotic magnetic sensing: raising evidence and beyond

Eviatar Natan, Robert Rodgers Fitak, Yuval Werber and Yoni Vortman ✉

Published: 10 August 2020 | <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0595>

Abstract

The identity of a magnetic sensor in animals remains enigmatic. Although the use of the geomagnetic field for orientation and navigation in animals across a broad taxonomic range has been well established over the past five decades, the identity of the magnetic-sensing organ and its structure and/or apparatus within such animals remains elusive—‘a sense without a receptor’. Recently, we proposed that symbiotic magnetotactic bacteria (MTB) may serve as the underlying mechanism behind a magnetic sense in animals—‘the symbiotic magnetic-sensing hypothesis’. Since we first presented this hypothesis, both criticism and support have been raised accordingly. Here we address the primary criticisms and discuss the plausibility of such a symbiosis, supported by preliminary findings demonstrating the ubiquity of MTB DNA in general, and specifically in animal samples. We also refer to new supporting findings, and discuss host adaptations that could be driven by such a symbiosis. Finally, we suggest the future research directions required to confirm or refute the possibility of symbiotic magnetic-sensing.



Details



References



Related



Figures



28 September 2020

Volume 375, Issue 1808

Theme issue

‘The role of the microbiome in host evolution’

compiled and edited by Oren Kolodny, Benjamin J. Callahan and Angela E. Douglas

Article Information

DOI:

Homing & Magnétisme chez des Chéloniens Terrestres ?

Principle of least navigation (Baker, 1978; Dyer, 1998)

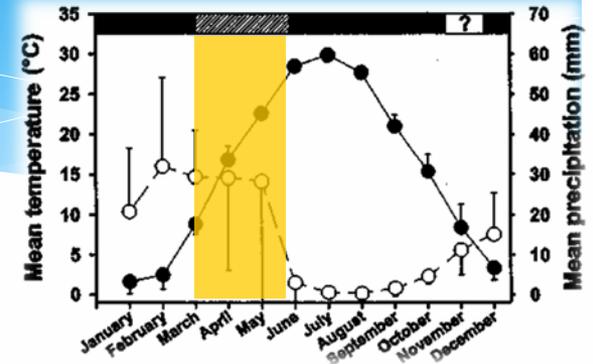
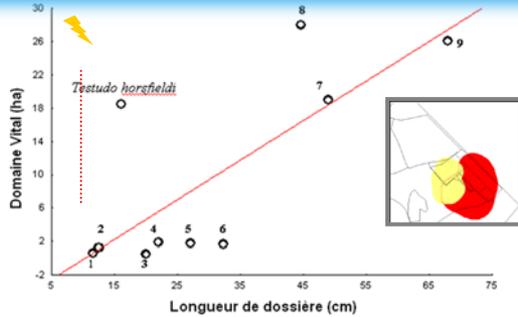
“Capacité d’orientation d’un organisme adaptée à son mode de vie et la taille de son domaine vital”

“Animals whose lifetime activity ranges are small and mostly restricted to familiar habitat should adequately function using self-referenced orientation systems based on egocentric coordinates (i.e., objects, places, congeners specified with reference to the animal’s own body). However, animals that range or migrate over large and frequently unfamiliar areas must incorporate externally-referenced orientation systems based on allocentric coordinates (i.e., objects, places, congeners and animal’s own position specified with reference to an external set of positional cues).



- Environnement très contraignant
- Domaines vitaux étendus
- Déplacements orientés et intenses
- Attachement au Domaine vital objectif

Tortue des Steppes *Testudo horsfieldii*



Grand Domaine Vital

Fidèle (28,6% ± 14,8)

Environnement Extrême

Environnement extrême: cycle vital sur 3 mois

Région semi-désertique à végétation steppique

Diurne + Manipulation Aisée

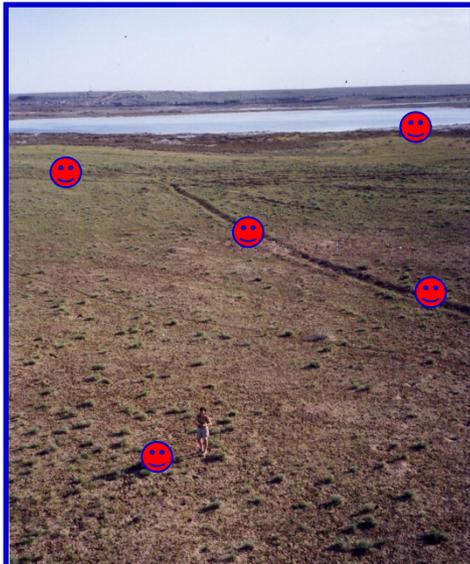


Djeiron Ecocenter – Boukhara - Uzbekistan

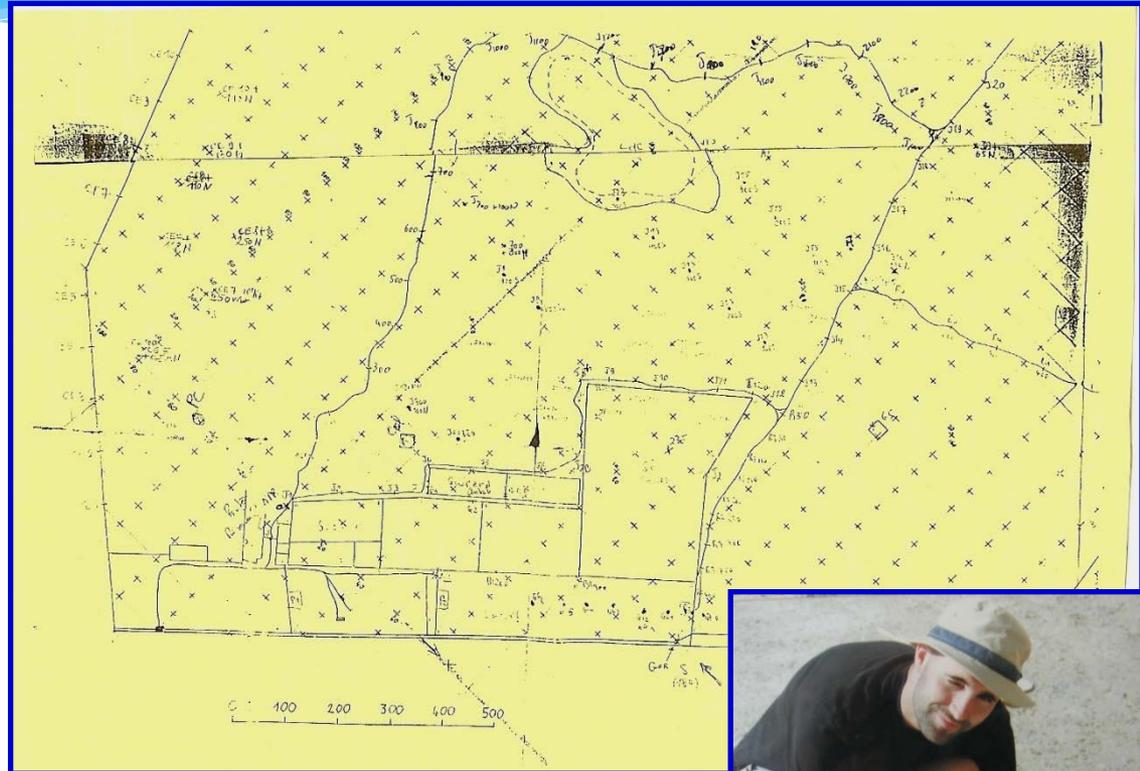


Matériel & Méthode

Cartographie Zone d'Etude



Cartographie
Zone d'Etude



Matériel & Méthode

Radiotracking



Pied à Coulisse électronique

Sacs de Capture



Antenne 5B Yagi

Télémètre Laser

Récepteur

Matériel & Méthode

Radiotracking



Matériel & Méthode

Home Range – Range 5



(Anderson, 1992 ; Boulanger, 1990 ; White & Garrott, 1990)

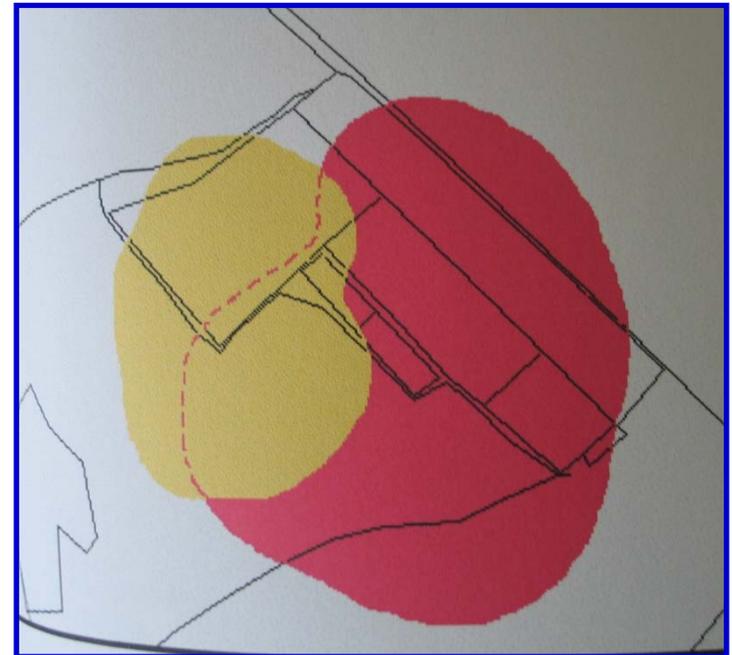


Modélisation SIG par les Polygones Convexes / Kernels / Kernels Adaptatifs

Range5 (Gallerani Lawson & Rodgers, 1997)

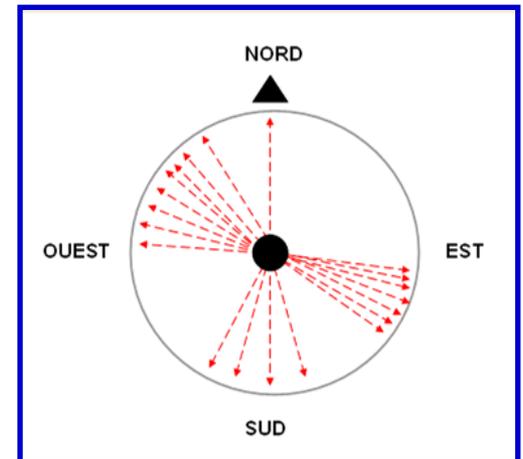
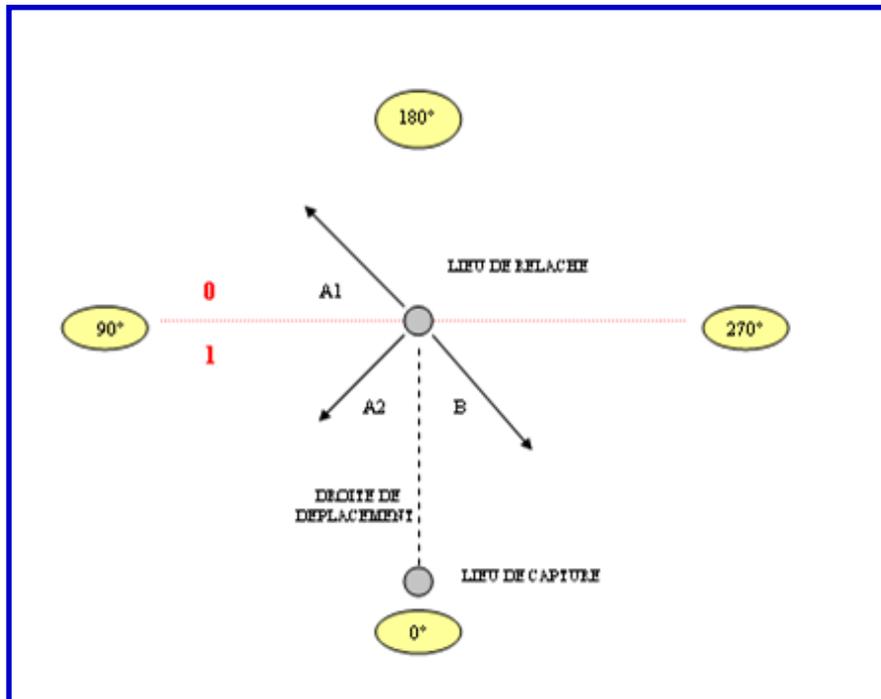
•Tableau 1 : Domaines vitaux sur l'année 1998 (N=27 ; 12 mâles / 15 femelles).

Sexe	Domaine Vital (ha)	
	Méthodes	
	Polygones Convexes	Kernels Adaptatifs
Mâles et Femelles	18.43 ± 18.96	45.03 ± 55.14
Mâles	14.25 ± 6.62	26.31 ± 15.06
Femelles	21.78 ± 24.62	57.60 ± 53.47



Matériel & Méthode

Radiotracking



Randomisation

Angles de Délocalisation des Tortues

Angles de relâche

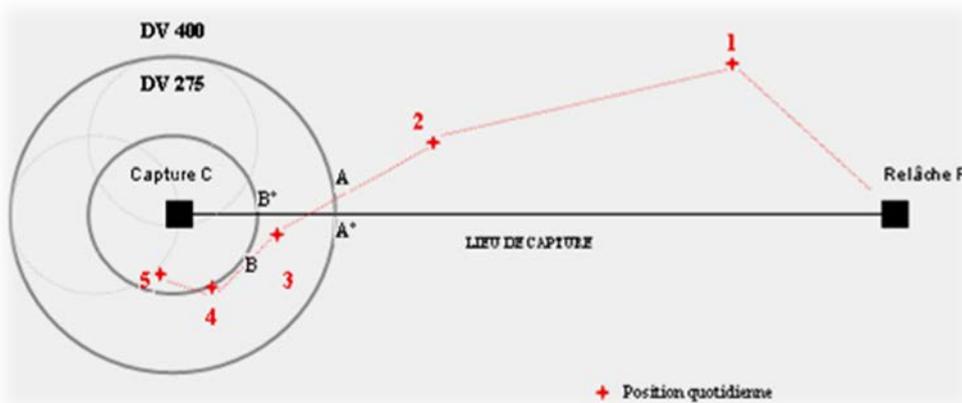
Angles d'évitement

Méthodologie Globale

Matériel & Méthode



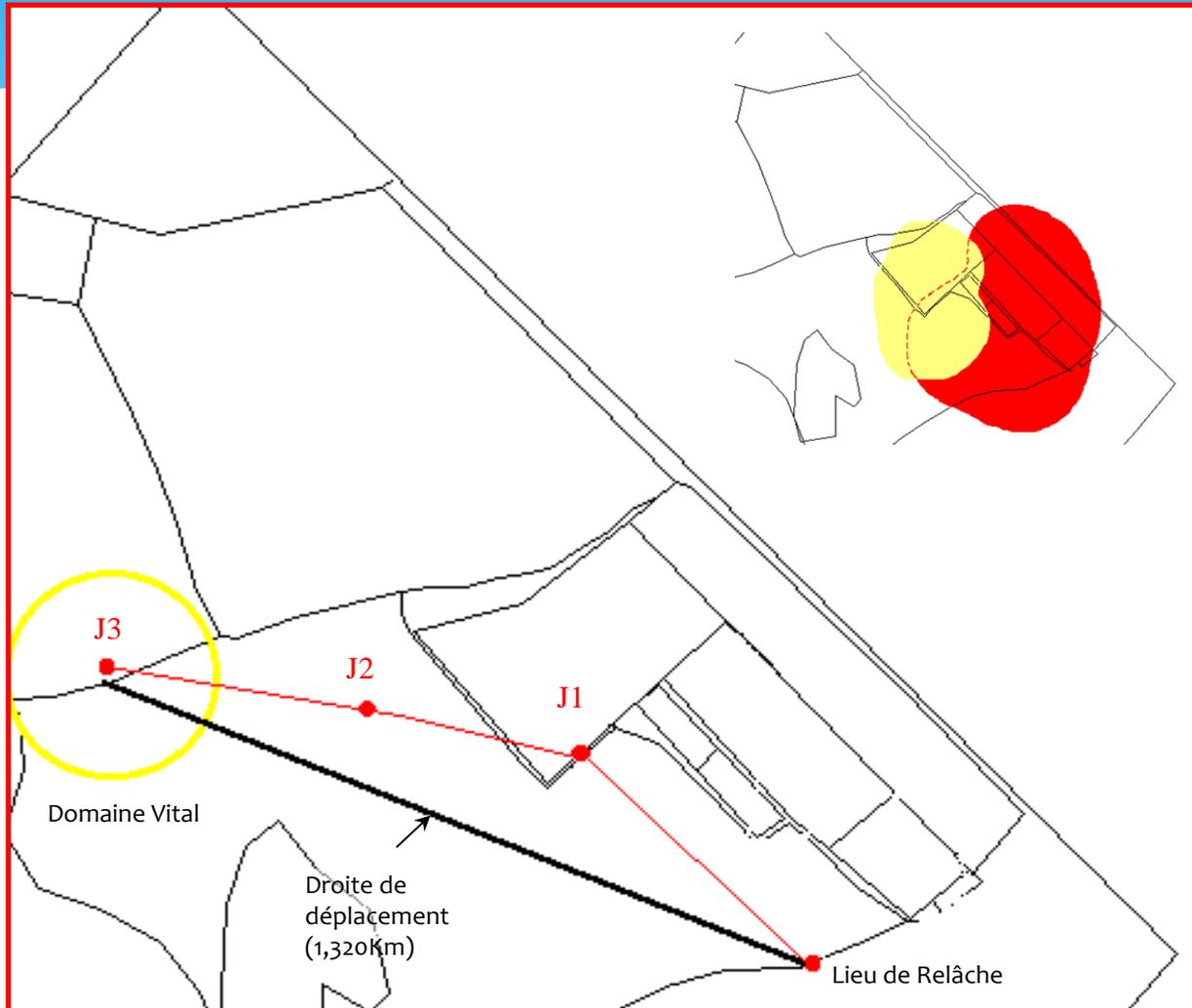
Homing



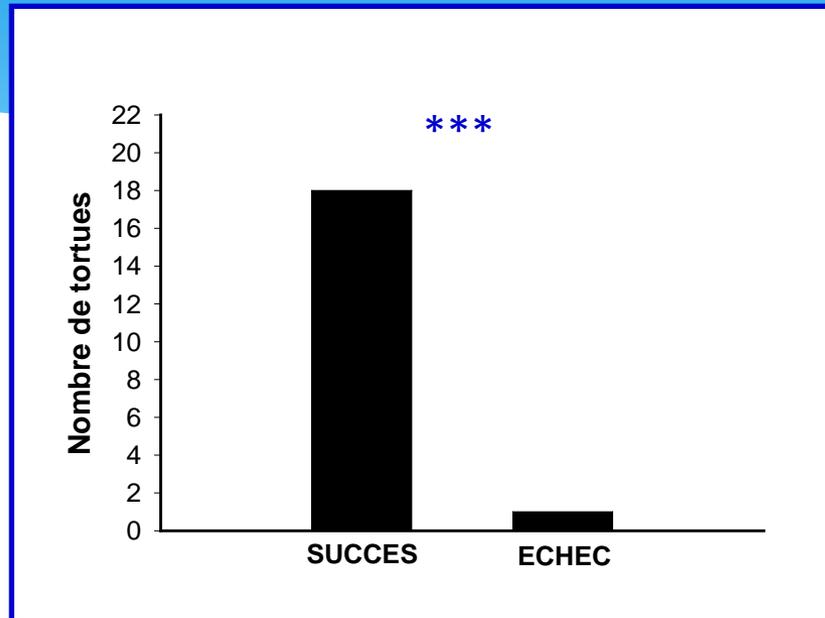
- ✓ Orientation max $[(R-5)+(5-C)] / [R-C]$
- ✓ Orientation DV 400 $(R-A) / (R-A^\circ)$
- ✓ Orientation DV 275 $(R-B) / (R-B^\circ)$
- ✓ Vitesse homing max $(R-5) / (\text{Nombre de jours pour parcourir } R-5)$ [m/j]
- ✓ Vitesse homing DV 400 $(R-3) / (\text{Nombre de jours pour parcourir } R-3)$ [m/j]
- ✓ Vitesse homing DV 275 $(R-4) / (\text{Nombre de jours pour parcourir } R-4)$ [m/j]

Résultats Mâle 321

Homing



Résultats Homing



- ✦ Succès Orientation Initiale (Cap B) $N=19$; $\chi^2=8.89$; $p<0.0028$
- ✦ Trajet retour moyen (R-4) = 3 jours et 6 heures
- ✦ $V_{moy} = 425$ m/j ($V_{max}: 970$ m/j)
- ✦ 1383m (IEO=72.3%) [Délocalisation moy. = 1049m]

Matériel & Méthode

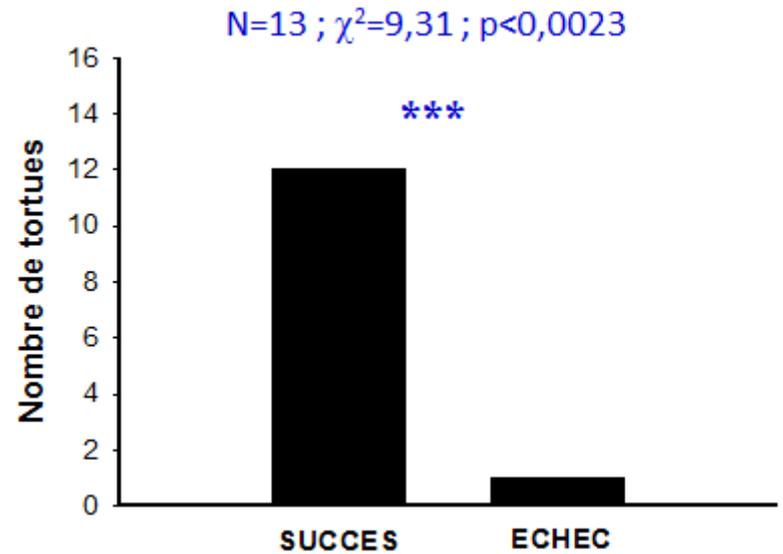


Perturbation Magnétosensorialité / Vision



Aimant (8g)

Strip occultant



Olfaction ? Limites du Homing?

MERCI...



Bibliographie de Synthèse

« Physiologie Animale. Adaptation et Milieux de Vie » Schmidt-Nielsen (1998)

« Mécanismes d'Orientation Animaux » Anne Teyssède (2000)

« The Evolution of Life Histories » Stearns C.S. (1992)

« Histoire de La Biologie » Ernst Mayr (1975)

Mission Tortues Marines 2019-2020



Projets tortues marines du WWF-France

Marc Oremus – Coordinateur programme marins Nouvelle-Calédonie

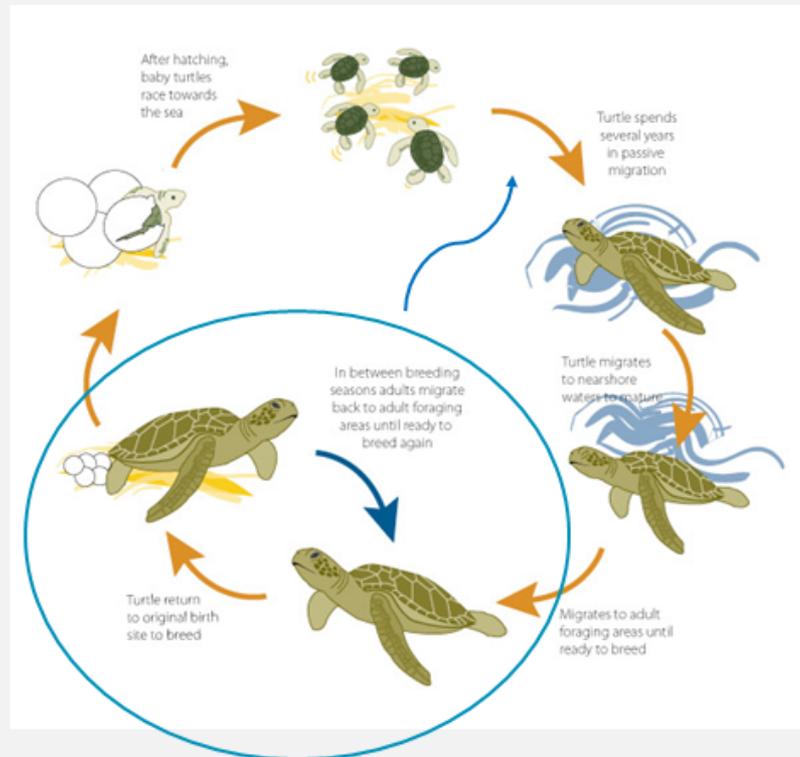
Présentation province Nord, le 30 octobre 2019



Tortues marines : des espèces sous pression



- Prises accidentelles 
- Pollution 
- Prélèvements 
- Collision 
- Changement climatique 



Contexte tortues Nouvelle-Calédonie



➤ Une responsabilité internationale de par ses sites de ponte

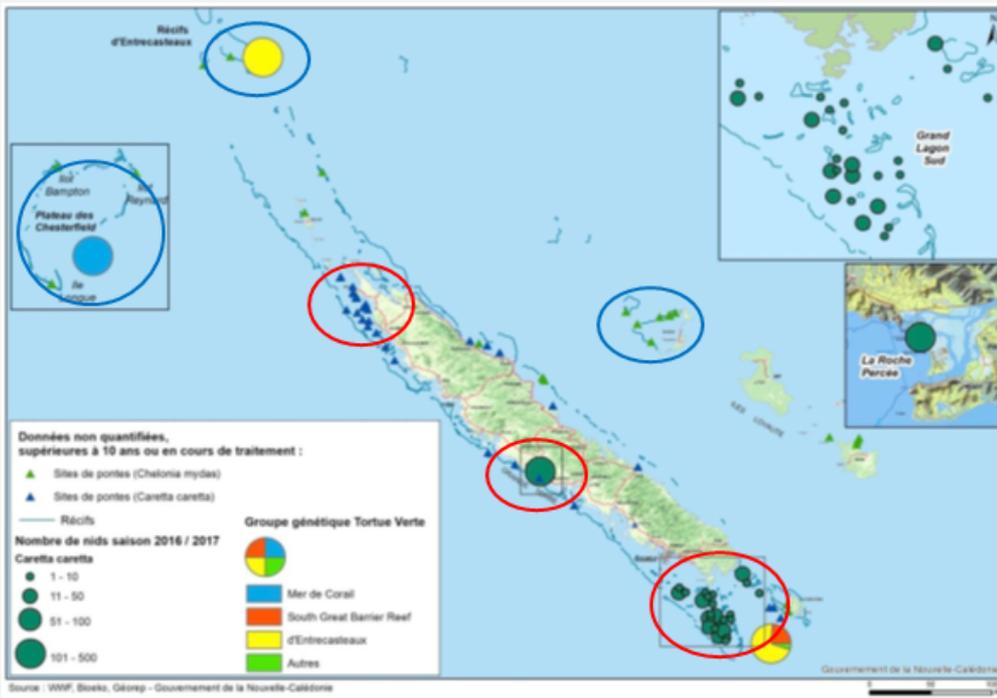
	Tortue verte	Tortue grosse tête
	Espèce en danger	Espèce en danger critique d'extinction (Pacifique Sud)
Estimation abondance (Unité de gestion régionale)	19 000 – 26 000 (Pacifique Sud-Ouest)	< 1 000 (Pacifique Sud)
# femelles pondueuses /an en Nouvelle-Calédonie	Plusieurs milliers	Quelques centaines

Mission Tortues Marines 2019-2020

Sites d'études et effort

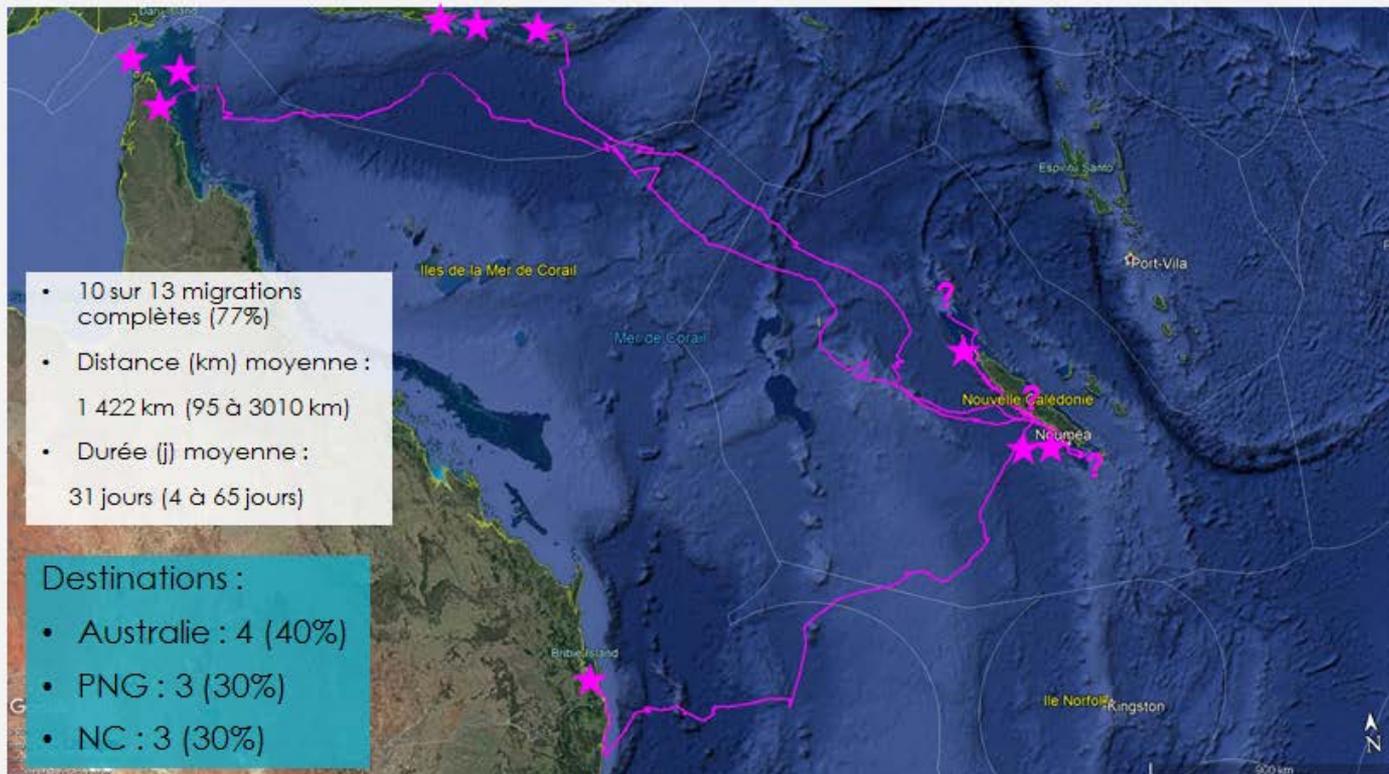


SPOT 375B
Wildlife
Computers



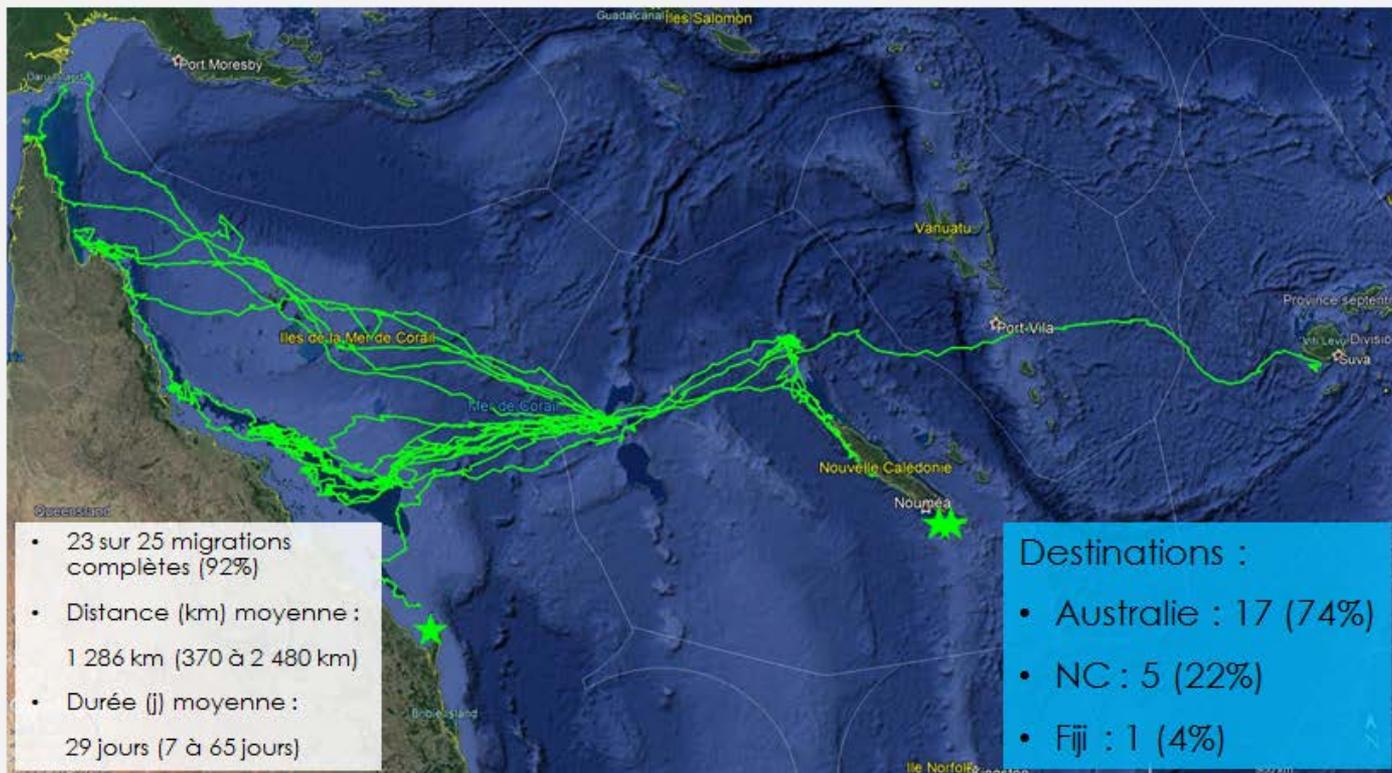
Sites de pose	Espèce concernée	Nombre de balises déployées
<u>D'Entrecasteaux</u>	Tortue verte	20
<u>Chesterfield</u>	Tortue verte	20
<u>Ouvéa</u>	Tortue verte	5
<u>Lagon Nord-Ouest</u>	Tortue caouanne	5
<u>Bourail</u>	Tortue caouanne	20
<u>Grand Lagon Sud</u>	Tortue caouanne	15
	TOTAL	85

Tortues « grosse tête »



Mission Tortues Marines 2019-2020

Tortues vertes



Mission Tortues Marines 2019-2020



« Grosse tête » du Grand Lagon Sud

Un site majeur de ponte pour une population en Danger Critique



Mission Tortues Marines 2019-2020



Résultats

Saison 2016-17

25 îlots sur 29 avec pontes

Inventaire : 345 nids présumés (environ 85 femelles)

Roche Percée : 378 nids (année record)

Saison 2017-18 (début protocole suivi)

Estimation nids présumés : 390 (212-567, IC 95%)

Roche Percée : 254 nids

Saison 2018-19

21 îlots sur 29 avec pontes

Estimation nids présumés : à venir (M. Girondot)

Chiffres très similaires à 2017-18

Roche Percée : 264 nids

Distribution de la fréquentation (%) sur 10 îlots indices

Ilots	2016-17	2017-18	2018-19
Atire	21	26	21
Gi	20	18	21
Ieroue	2	4	4
Kouare	9	3	5
Nda	3	9	22
Nge	21	7	9
Redika	7	11	3
Uaterembi	6	12	3
Vua	11	7	11
Tere	0	1	1

Top sites : Atiré, Gi, Ngé (très peu d'activité à Nda)

Succès de ponte environ 50% (60% à la Roche)

Mission Tortues Marines 2019-2020



Fieldworking: 3 Concepts !



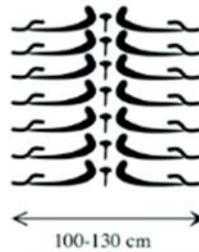
Tortue imbriquée
Sous la végétation

Tortue olivâtre
Milieu ouvert

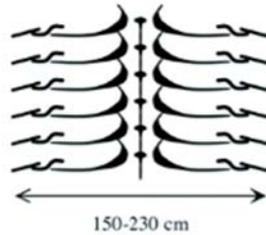
*La trace de la queue
n'est pas toujours visible*



Tortue verte

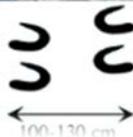


Tortue luth



Caouanne

*Notez l'absence de la trace de la queue et l'alternance de la position des pattes
Ponte exceptionnelle en Afrique centrale*

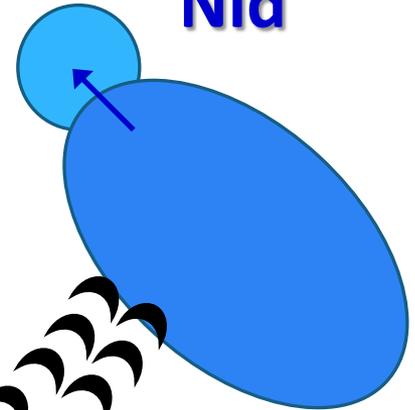


Pr Marc Gironlat (Université Paris Sud)
Unité Mixte de Recherche Ecologie,
Systématique et Evolution

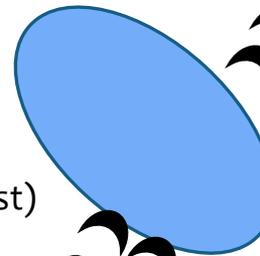


(Ponte)

Nid



(Leurre)



(Leurre/Test)



Cuvettes

Traces

(Identification /
Trajectoire)

Projet TORPP – Turtle ORientation and Plastic Pollution

Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments From the Great Australian Bight

Justine Barrett¹, Zanna Chase¹, Jing Zhang¹, Mark M. Banaszak Holt¹, Kathryn Willis⁴, Alan Williams¹, Britta D. Hardesty¹ and Chris Wilcox¹

¹Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Oceans and Atmosphere, Hobart, TAS, Australia

²Institute for Marine and Antarctic Studies, University of Tasmania, Hobart, TAS, Australia

³Department of Chemical Engineering, Monash University, Clayton, VIC, Australia

⁴Centre for Marine Socioecology & The School of Social Sciences, University of Tasmania, Hobart, TAS, Australia

Pollution micro-plastiques +++



Environmental Pollution

Volume 235, April 2018, Pages 322-329

Polystyrene microplastics induce microbiota dysbiosis and inflammation in the gut of adult zebrafish (Article)

Jin, Y., Xia, J., Pan, Z., Yang, J., Wang, W., Fu, Z.  

 Save all to author list

College of Biotechnology and Bioengineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou, 310032, China

Effets dysbiosiques des micro-plastiques +++



Review > Nutrients. 2020 Sep 30;12(10):E3009. doi: 10.3390/nu12103009.

Effects of the Human Gut Microbiota on Cognitive Performance, Brain Structure and Function: A Narrative Review

Katie Louise Tooley¹

Affiliations + expand

PMID: 33007941 DOI: 10.3390/nu12103009

Free article

Altération du microbiote associée à troubles neurocognitifs (STA, Dépression, Neurodégénérescence...)



Contamination micro-plastiques ⇒ Altération Microbiote, Cognition, Orientation, Migration? Morbi-Mortalité?

Projet TORPP – Turtle ORientation and Plastic Pollution



Exposition
(TARA Ocean)

Capital Breeder \Rightarrow \searrow **Reproduction ?**
Surmortalité ?
(Suivi LT BMI / Migrations / †)

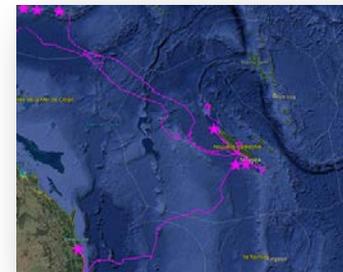


Contamination
(Dosage Liquide Cloacal)



Intoxication

(MI Liquide Cloacal, BMI, Parasitose)
 \Rightarrow Dysbiose MI \searrow Alpha-diversité (Indices de Shannon / Faith, \searrow Abondance relative magnétobactéries...)



Troubles Cognitifs
(ARGOS - Efficacité migratoire)