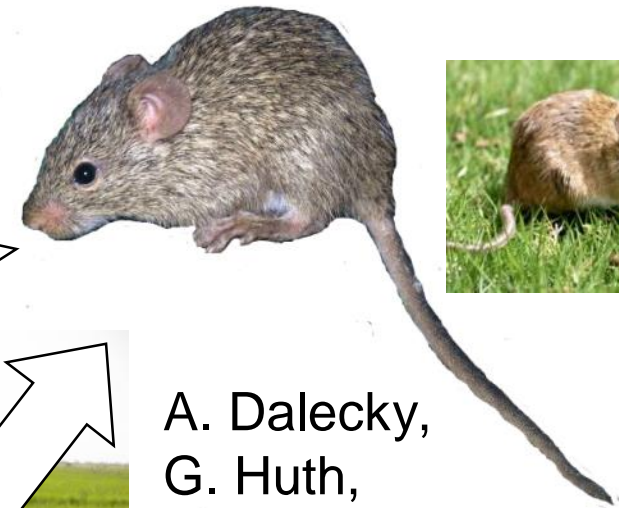


Déterminer l'occupation de l'espace lorsque
la détection d'une espèce est imparfaite:
illustrations avec les rongeurs *Mastomys erythroleucus*,
Arvicanthis niloticus et quelques autres



A. Dalecky,
G. Huth,
K. Bâ,
Y. Niang,
S. Ag Atteyine, M. Kane,
A. Sow, S. Piry,
J. Le Fur, L. Granjon,
V. Grosbois

Constat

Probabilité de détection, $p < 1$

” La **détection** d'une espèce indique sa présence

À mais sa **non-détection** dans un recensement ne indique pas que l'espèce est effectivement absente de la localité

” **p est variable** aux niveaux intra- et inter-sp., dans le temps et l'espace (ex. entre jours, saisons, habitats, etc)

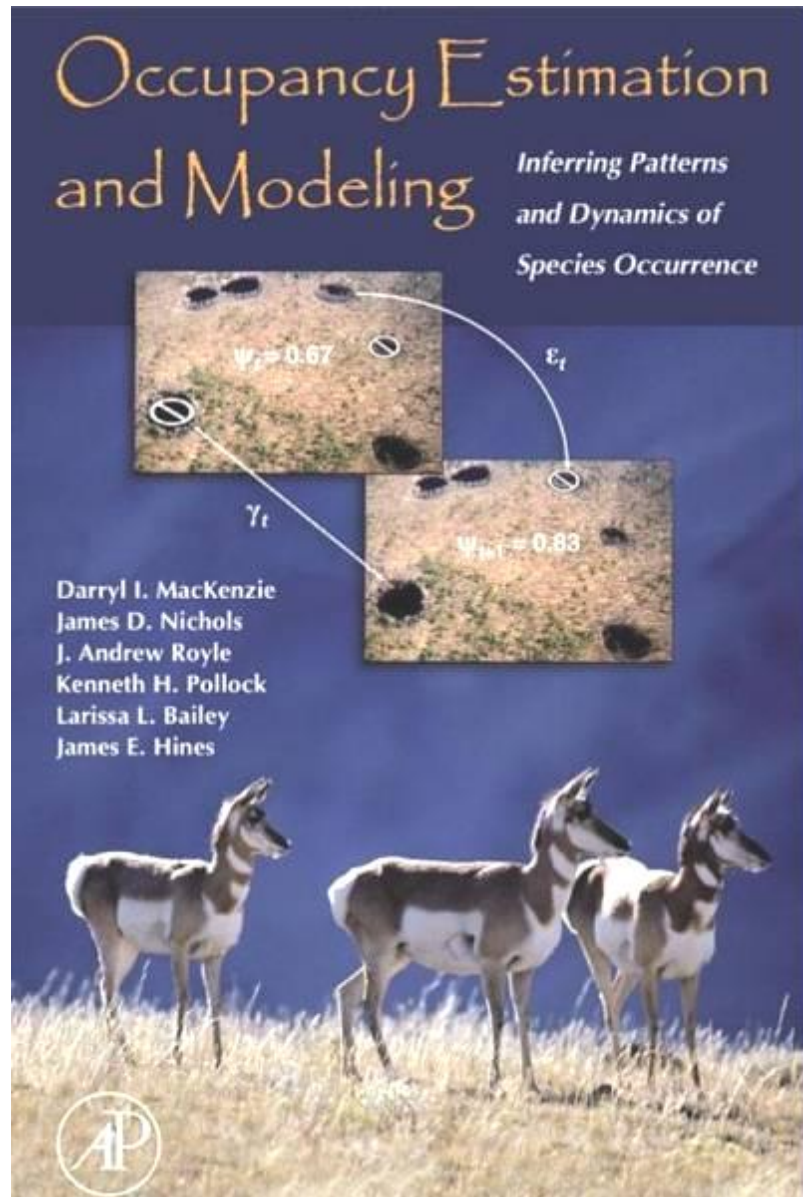
=> S'applique à tout échantillon & implications en systématique, biogéographie, biologie des populations, écologie des communautés, conservation, gestion, épidémiologie, etc

Pour estimer l'Occupation de l'Espace

” prendre en compte ces biais de détection (fausses absences)?

” effet de variables temporelles & environnementales?

Une extension récente des modèles de marquage-recapture



MacKenzie et al. 2006.

***Occupancy Estimation and Modeling.
Inferring Patterns and Dynamics of Species
Occurrence.*** Academic Press. 344 pp.

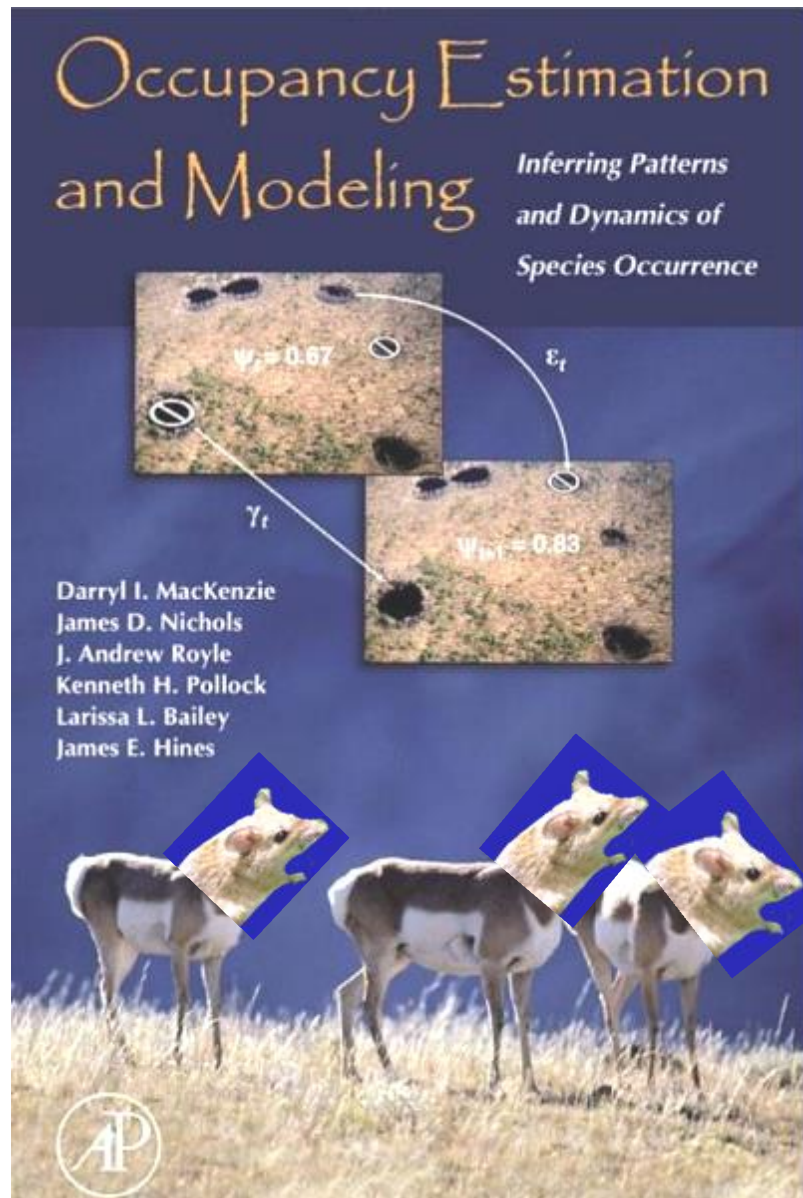
MacKenzie et al. 2002. *Ecology* 83: 2248-2255.

MacKenzie et al. 2003. *Ecology* 84: 2200-2207.

MacKenzie & Royle. 2005. *J. Applied Ecol.* 42:
1105-1114.

Royle et al. 2007. *Ecological Monographs* 77:
465-481.

Une extension récente des modèles de marquage-recapture



MacKenzie et al. 2006.

***Occupancy Estimation and Modeling.
Inferring Patterns and Dynamics of Species
Occurrence.*** Academic Press. 344 pp.

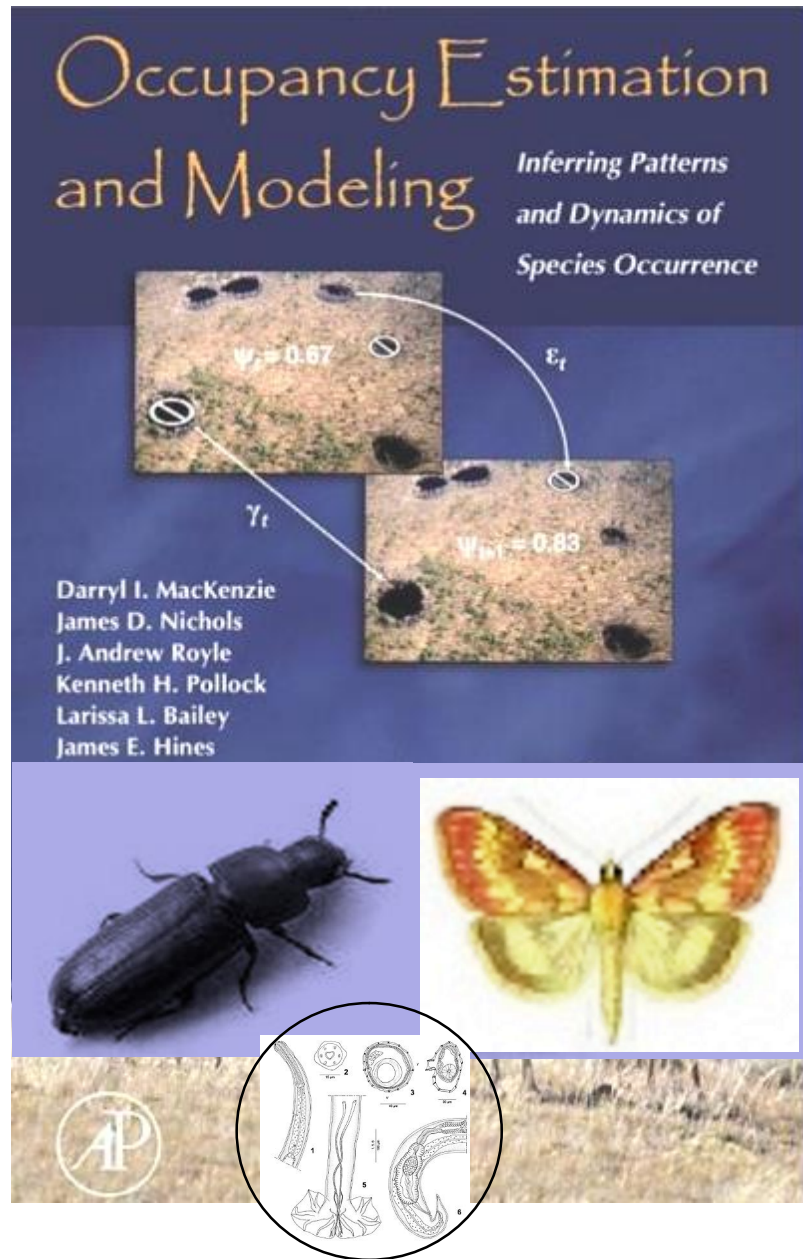
MacKenzie et al. 2002. *Ecology* 83: 2248-2255.

MacKenzie et al. 2003. *Ecology* 84: 2200-2207.

MacKenzie & Royle. 2005. *J. Applied Ecol.* 42:
1105-1114.

Royle et al. 2007. *Ecological Monographs* 77:
465-481.

Une extension récente des modèles de marquage-recapture



MacKenzie *et al.* 2006.

***Occupancy Estimation and Modeling.
Inferring Patterns and Dynamics of Species
Occurrence.*** Academic Press. 344 pp.

MacKenzie *et al.* 2002. *Ecology* 83: 2248-2255.

MacKenzie *et al.* 2003. *Ecology* 84: 2200-2207.

MacKenzie & Royle. 2005. *J. Applied Ecol.* 42:
1105-1114.

Royle *et al.* 2007. *Ecological Monographs* 77:
465-481.

Une extension récente des modèles de marquage-recapture

Cas A

3 Nuits

1 = détection
0 = non-détection

n sites {

1 1 1 => présent

1 1 0 => p

1 1 1

0 1 1 =>

1 1 1 => present

$p = 0,87$
/ nuit

0 0 0 => Absent ou
∴ ∴ ∴ non détecté?

Cas B

3 Nuits

n sites {

1 0 0 => présent

0 1 0 => pr

1 0 0 =

0 0 1 => p

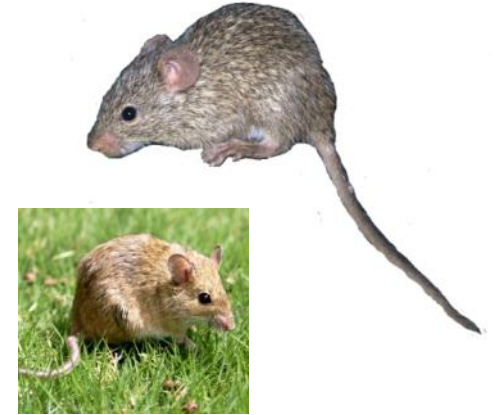
1 0 0 => present

$p = 0,33$
/ nuit

0 0 0 => Absent ou
∴ ∴ ∴ non détecté?

+ effet de **covariables** (habitat, saison, etc.) sur **probabilité de détection, p** & sur **proportion de sites occupés,**

**Des illustrations : application aux
populations de x rongeurs
insectes
parasites / pathogènes**



Logiciel PRESENCE (Hines 2006)

<http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html>

Effet de covariables environnementales sur

- Probabilité de détection, p**
- Proportion de sites occupés,**
- Dynamique des populations :
probabilités d'extinction et de colonisation**

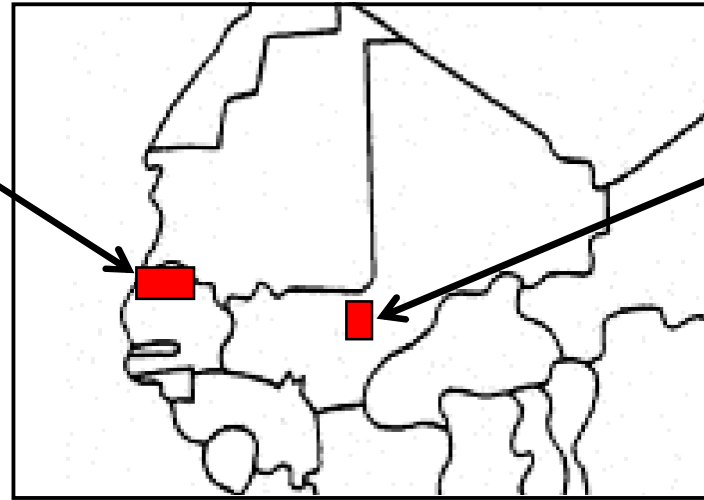
I. Données *Arvicanthis niloticus* au Sénégal & Mali

Analyse pour une saison



Vallée du fleuve
Sénégal

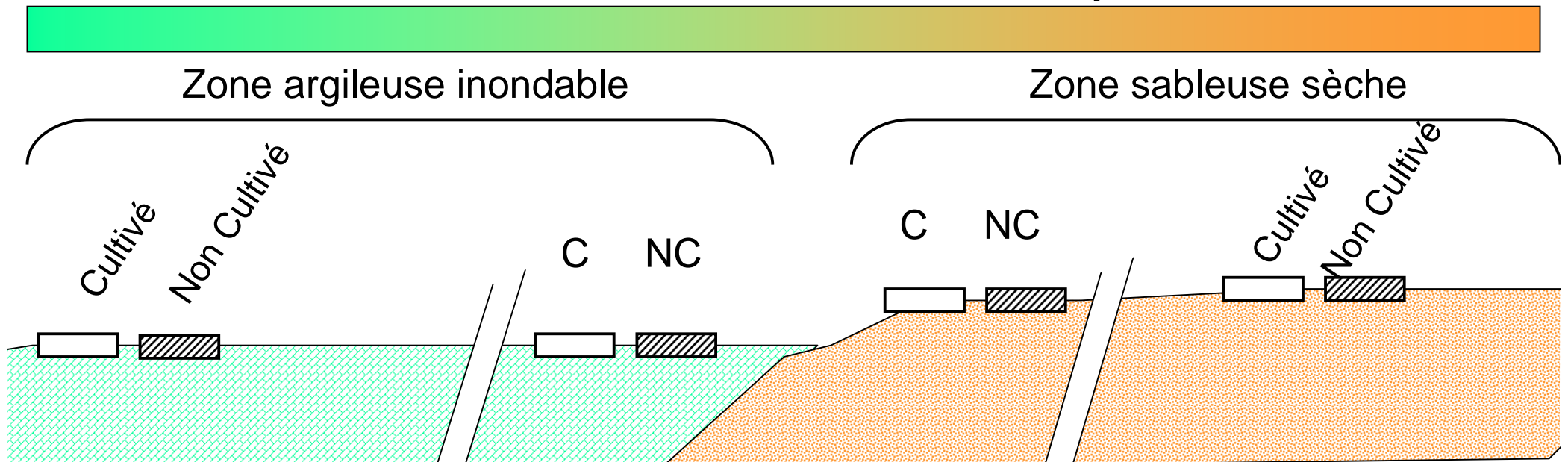
= 2 localités



Canal du Sahel

= 2 localités

Contraste « humide / aride » au sein de chaque localité



Echantillonnage: 2010



Lignes de pièges 59 lignes au Sénégal, 45 lignes au Mali
20 pièges x 3 nuits
3 à 5 relevés: le matin et/ou le soir

Variables d'habitat

- habitat Cultivé *versus* Non-Cultivé
- présence d'eau libre
- humidité du sol
- type de sol
- indice de recouvrement par la végétation
- dominance et hauteur: herbes, buissons, arbres

=> ACP: PC1 = eau, PC2 = ligneux, PC3 = herbes

Les modèles: (covariables) p (covariables)

Proportion de sites occupés Probabilité de détection



1. Les modèles de p, pour un ensemble de modèles de :

Culture => 0

3 axes de l'ACP (PC1-3) => +, p > en habitats humides, ligneux, herbeux

pression dechantillonnage pe, en « nombre de heures*pièges » => effet + (faible)

covariable de prélèvement (nb d'ind. prélevés à t-1 / nb final de captures): effet .

Moment du piégeage: p(Jour) > p(Nuit)

Pays: p(Sénégal) > p(Mali)

Meilleur modèle = p (PC1, PC2, PC3, pe, pci, Jour-Nuit-JN, Pays)

+ + + (+) Ë J>N SN>ML

2. Les meilleurs modèles de p , sachant p (PC1, PC2, PC3, pe, pci, J-N-JN, Pays)

Proportion de sites occupés

Si $p = 1$,
est. naïve
de = 0.452

Modèles	AIC	delta AIC	AIC weight*	est.
(Cult.)	259.5	0	0.271	0.670
(Cult., Cover, Pays, Pays*Cover)	259.6	0.06	0.263	0.626
(Cult., Cover)	259.7	0.13	0.254	0.654
(Cult., Cover, Pays)	260.4	0.88	0.175	0.645

*AIC weight ~ probabilité que ce modèle soit le meilleur parmi les modèles retenus

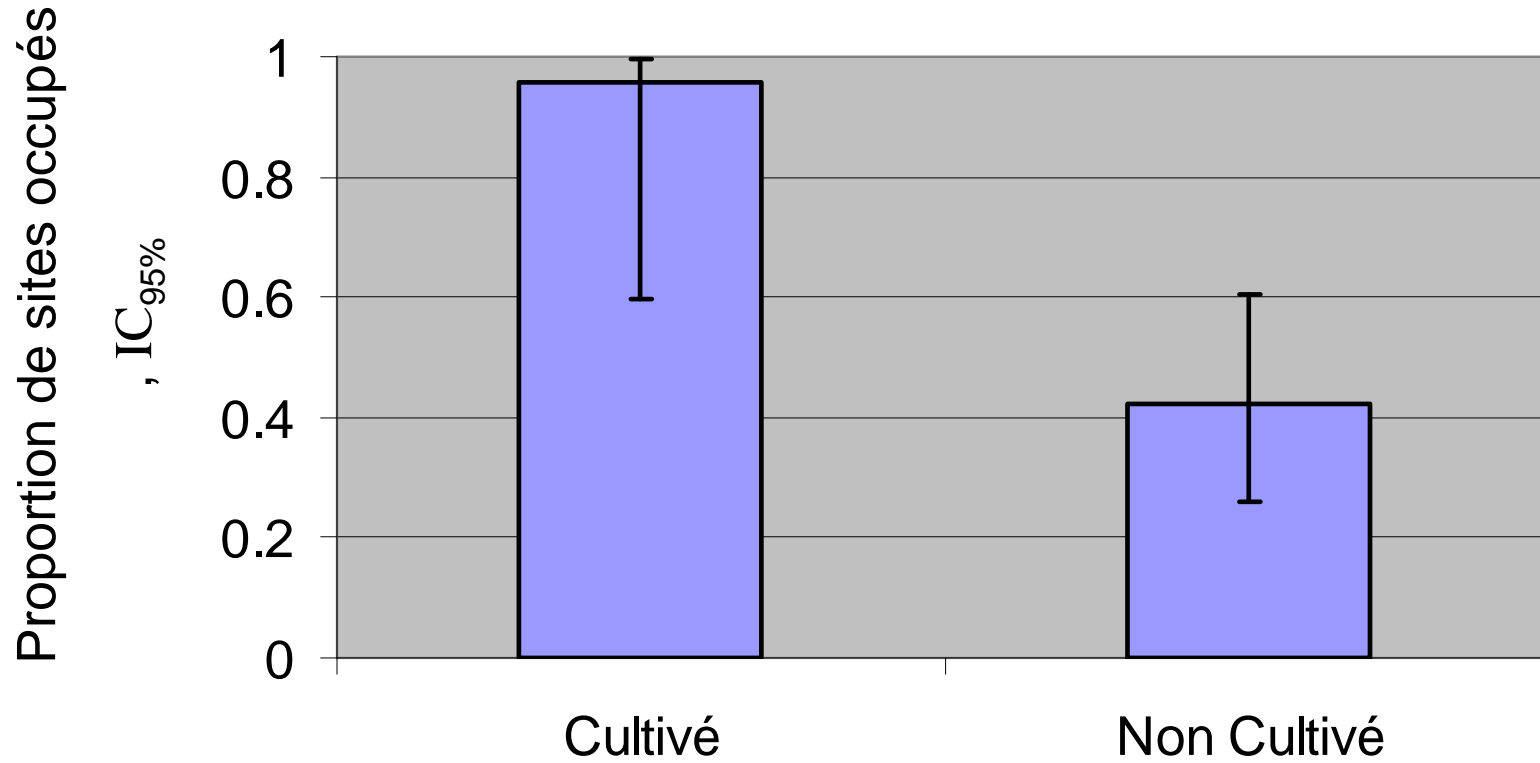
Modèles retenus => Culture, habitat (cover), Pays



À tous ces chiffres là, c'est quoi même?

Modèle (Cultivé)

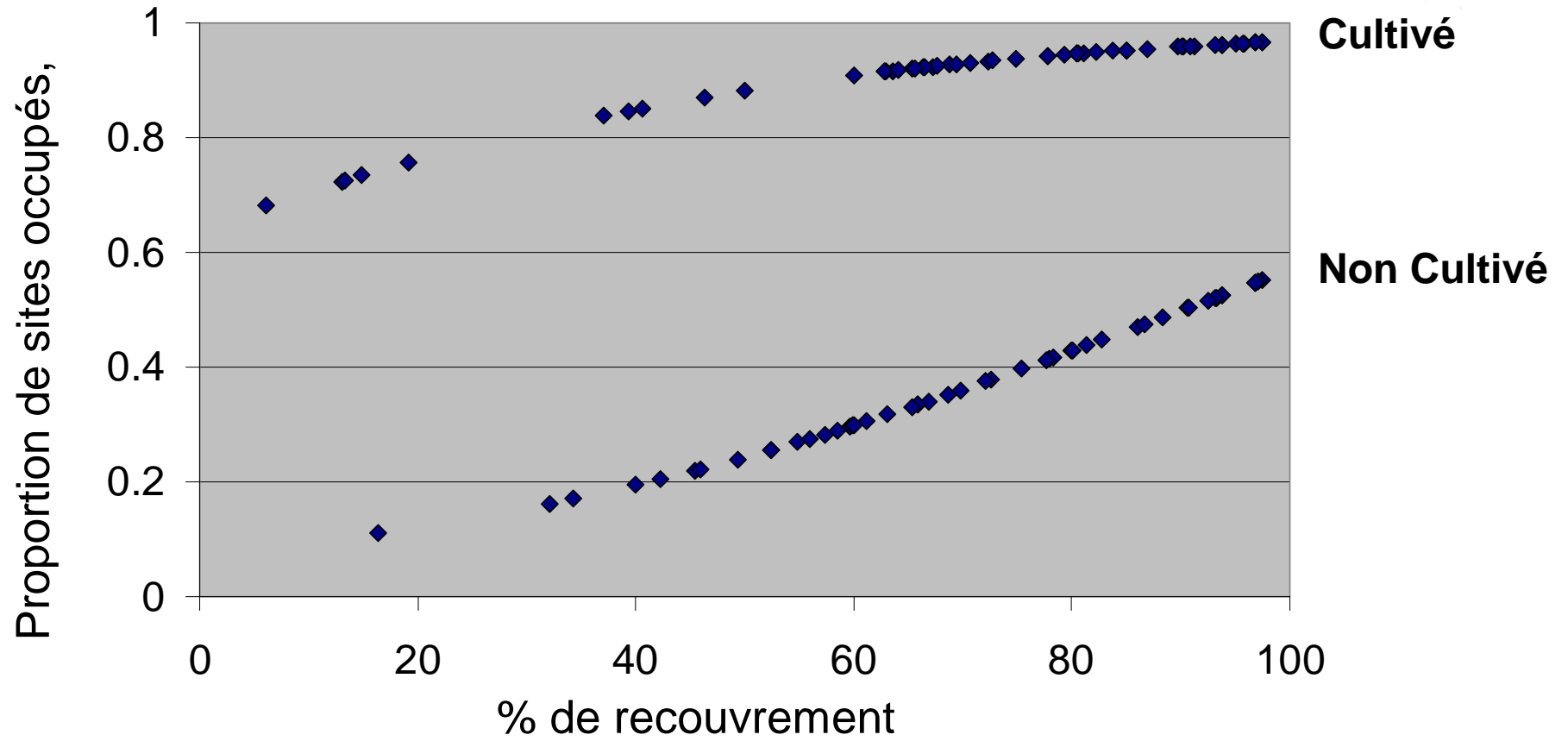
« naïf » = 0.452, est. = 0.670



Modèle (Cultivé, recouvrement)



« naïf » = 0.452, est. = 0.654



II. Données *Mastomys erythroleucus* à Bandia, Sénégal

Analyse multi-saisons



Suivi de déc. 2008 à juin 2012

<https://www.mpl.ird.fr/ci/bandia/index.htm>

Quadrat

grille de 285 pièges

5 nuits de piégeage tous les 3 mois

15 sessions de terrain (75 occasions de captures)

Variables d'habitat par piège dans un rayon de 5m (juin 2013)

Couverture végétale globale et par strate + hauteur: herbes, buissons, arbres

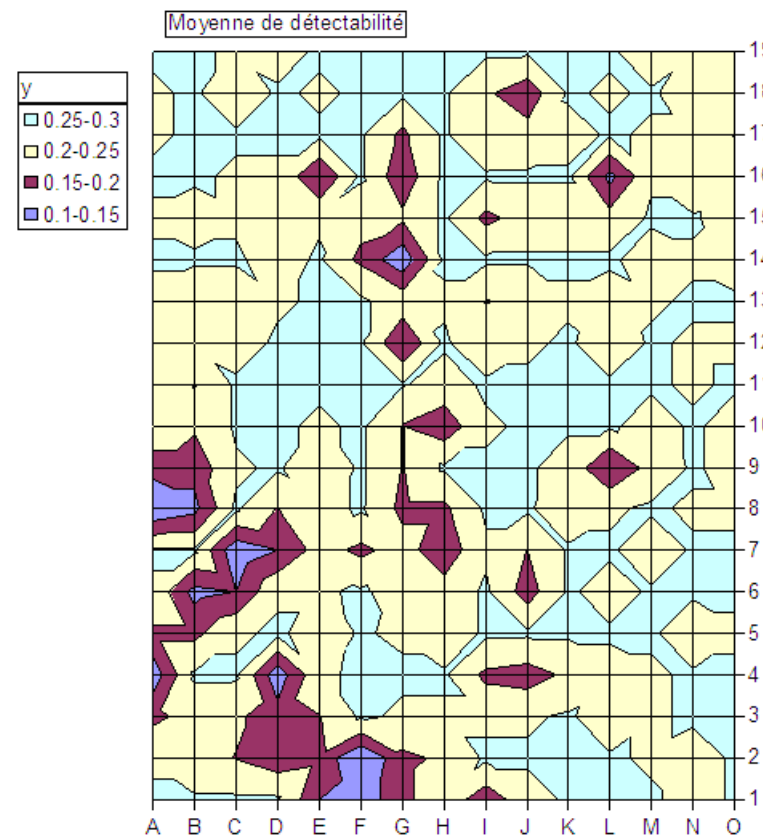
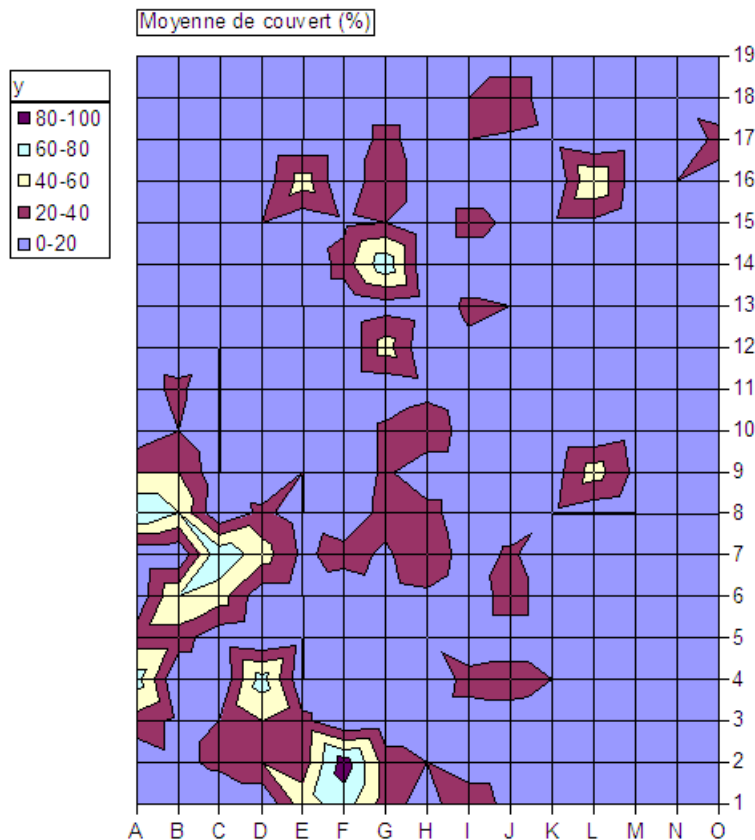
=> Lien végétation ↔ occupation de l'espace?

Les modèles: (covariables) p (covariables)
 ↪ Proportion de sites occupés ↪ Probabilité de détection



1. Les modèles de p, pour un ensemble de modèles de
 Meilleur modèle = p (temps, Couvert_Arbres)

Effet « Couvert_Arbres » (E) sur la probabilité de détection



2. Les meilleurs modèles de

= proportion de sites occupés

= probabilité de colonisation d'un site non occupé

= probabilité d'extinction d'un site occupé



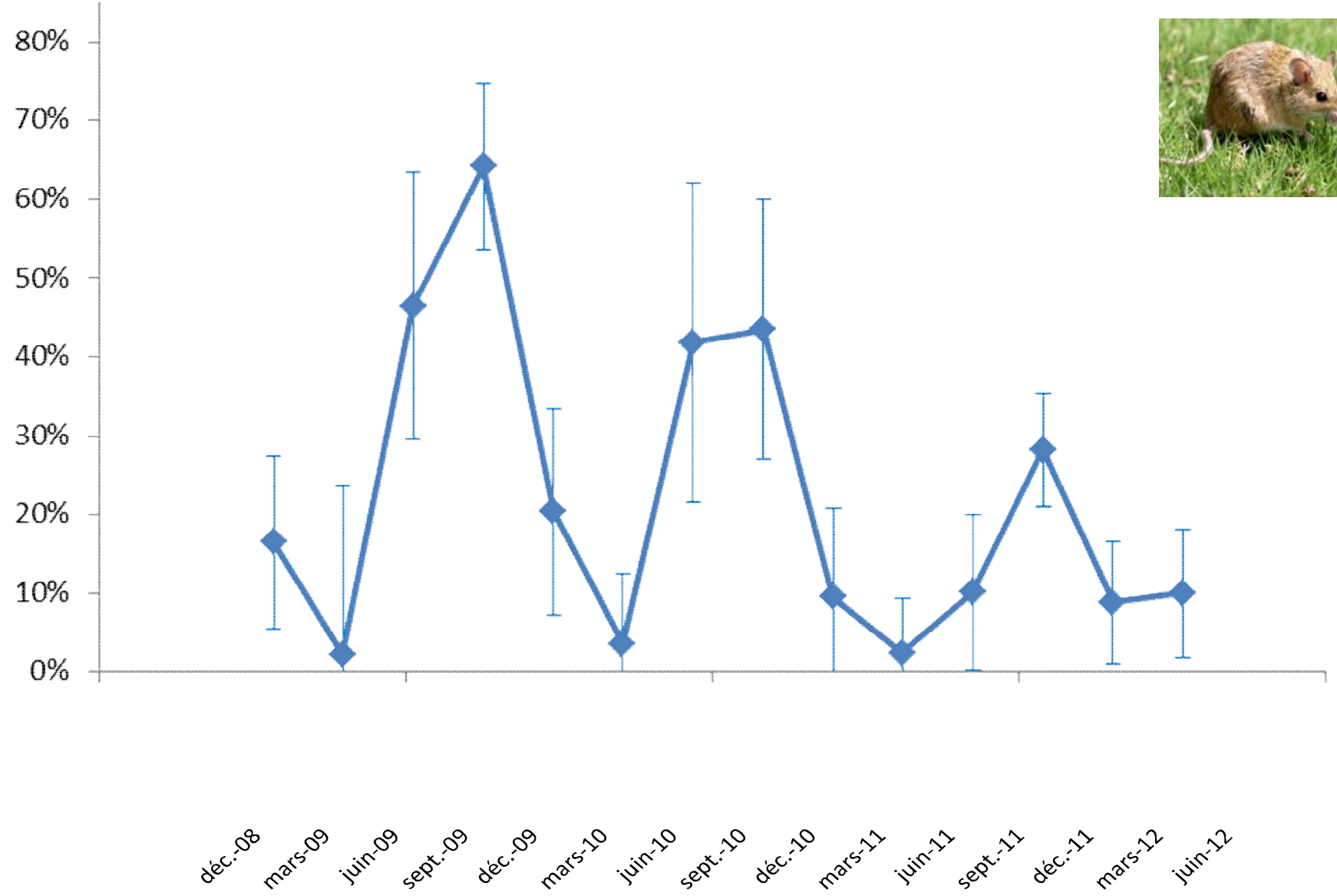
Modèles	AIC	delta AIC	AIC weight*
(t), (t), (t), p(t, Couvert_Arbres)	8771	0	0,9999
(t), (t), (t), p(t, Couvert_Global)	8791	20	0
(t), (t), (t), p(t)	8796	25	0
(t), (t), (t), p(constant)	8986	215	0
(t), (t), (t), p(Couvert_Arbres)	9173	402	0

*AIC weight ~ probabilité que ce modèle soit le meilleur parmi les modèles retenus

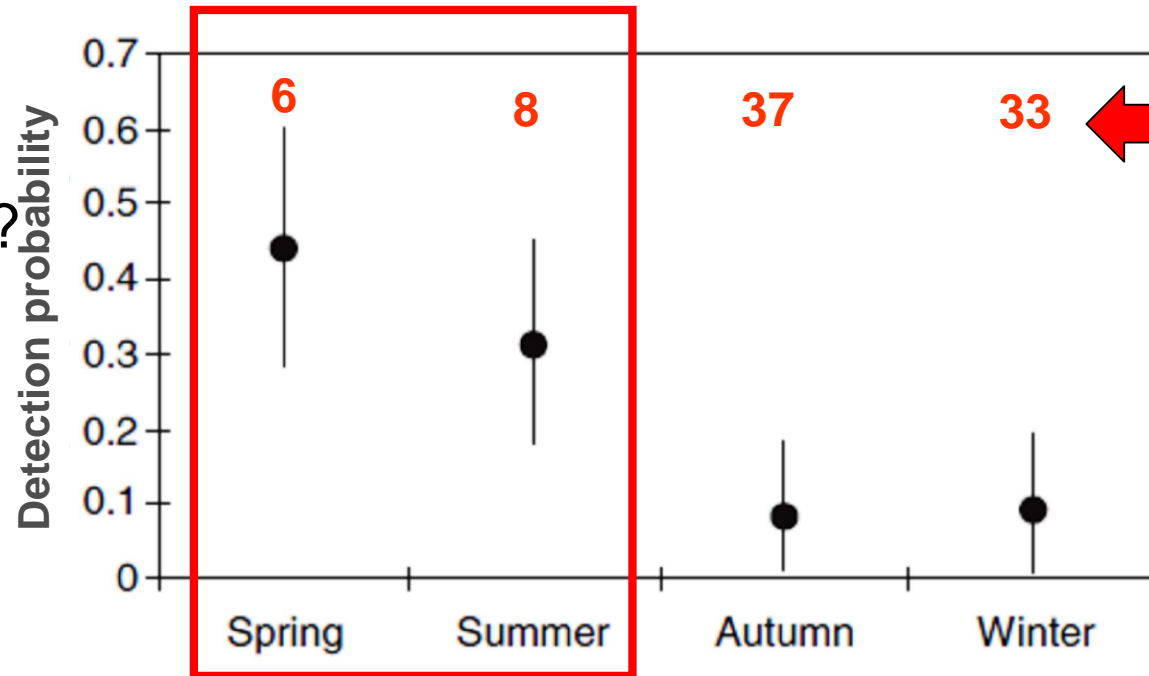
Modèles retenus => (t), (t), (t), p(t, Couvert_Arbres)

probabilité de colonisation

moy \pm IC_{95%}



III. Application:
quelles limites
d'un échantillon?



Nombre de
jours de
piégeage
nécessaires
pour s'assurer
de l'absence
du campagnol
roussâtre
au seuil = 0,05
(Reed 1996)

Figure 1 Seasonal variation in detection probability for *Myodes glareolus*. Detection probability values (with confidence interval) refer to our sampling effort. (i.e. 26-37 sites, 3-5 nights, 10-100 sherman/site)

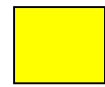
Estimating species' absence, colonization and local extinction in patchy landscapes: an application of occupancy models with rodents

A. Mortelliti & L. Boitani *Journal of Zoology* 273 (2007) 244-248

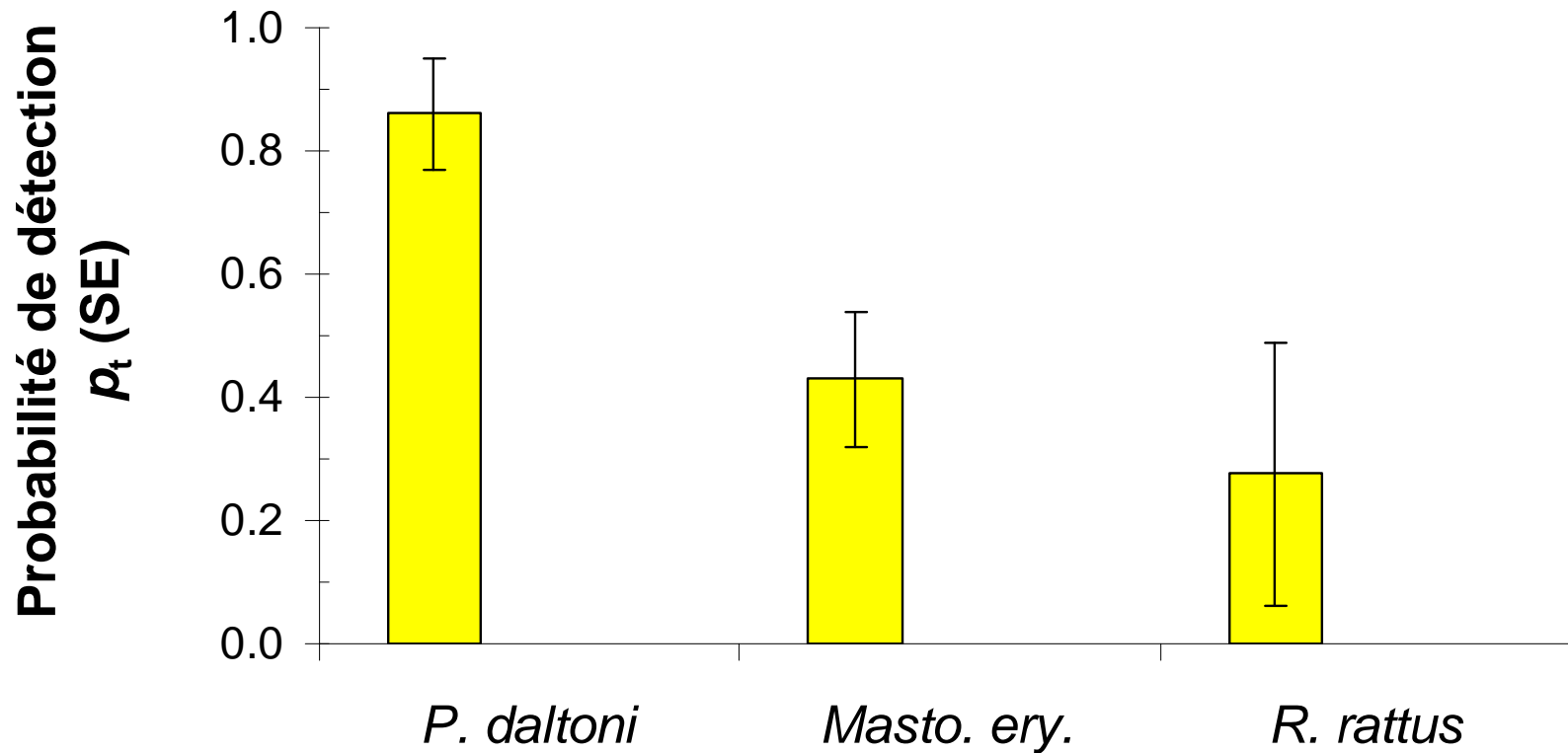
IV. Application à des communautés commensales

Canal du Sahel, Mali, mai 2009

7 villages, 3 nuits, 2 types de pièges



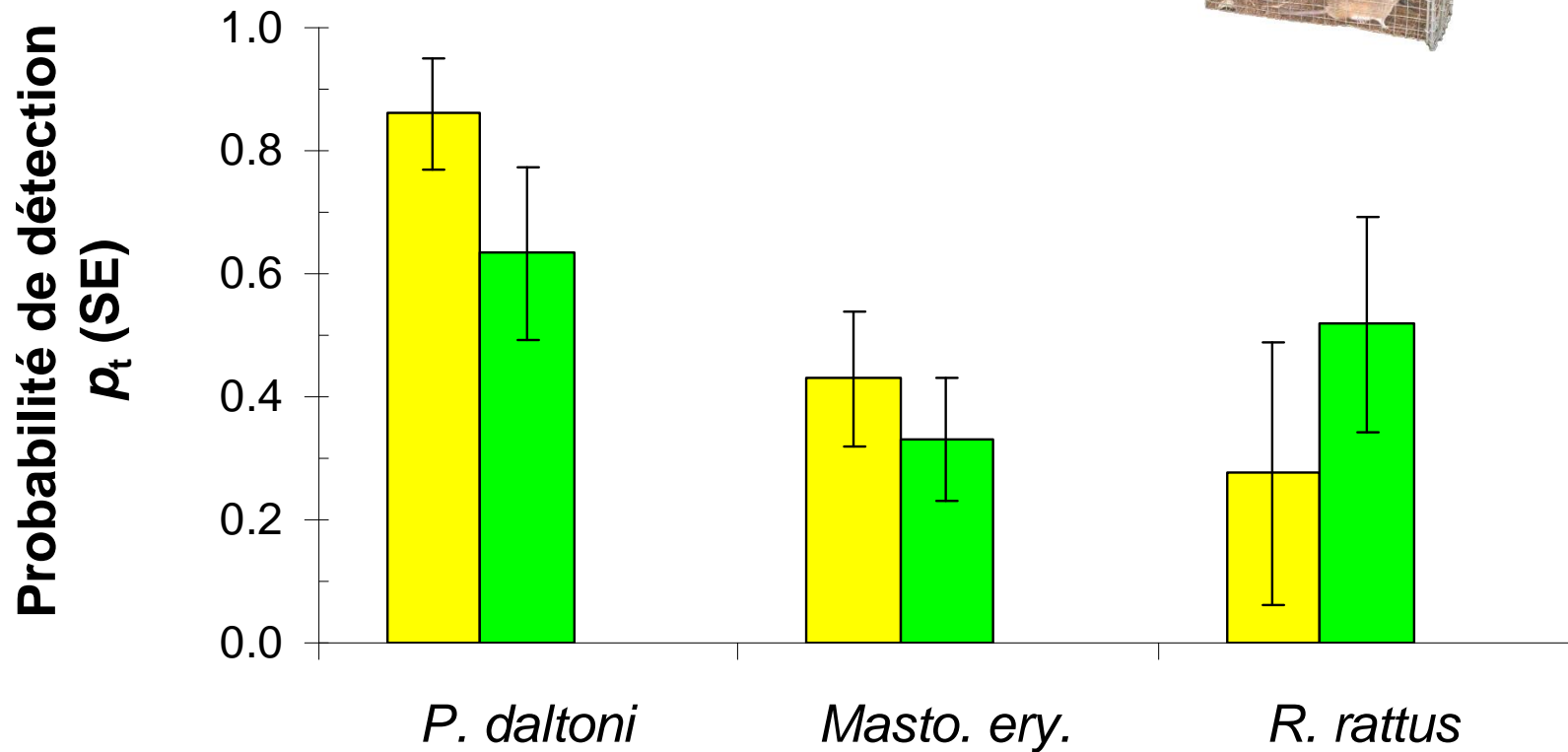
20 Sherman



IV. Application à des communautés commensales

Canal du Sahel, Mali, mai 2009

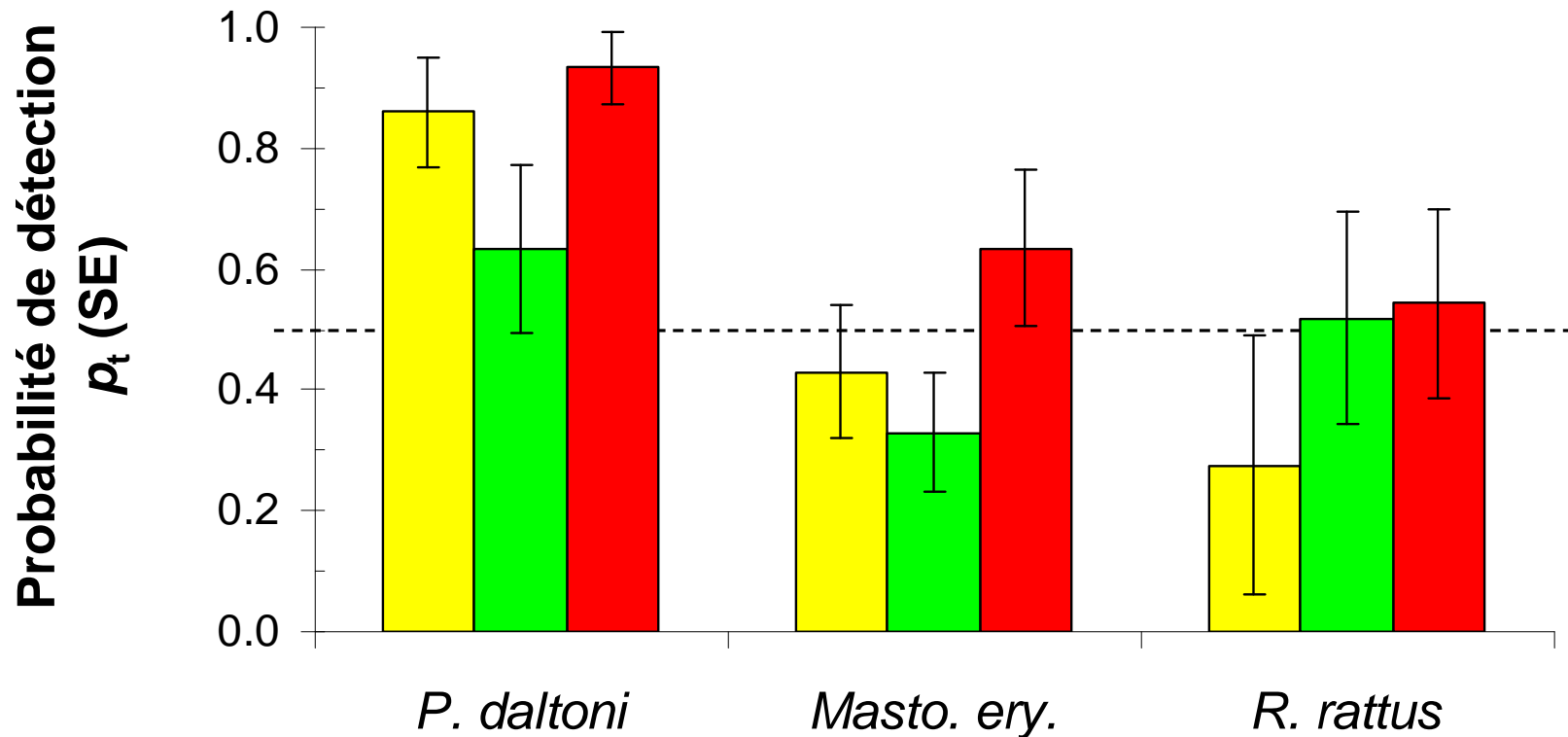
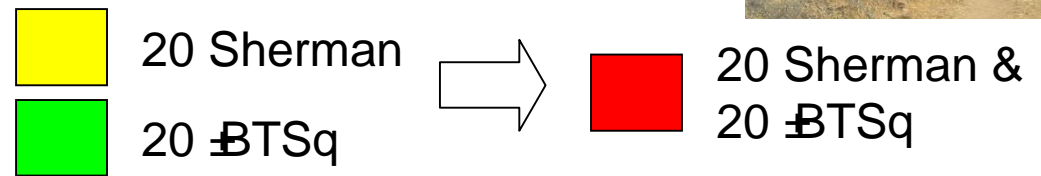
7 villages, 3 nuits, 2 types de pièges



IV. Application à des communautés commensales

Canal du Sahel, Mali, mai 2009

7 villages, 3 nuits, 2 types de pièges

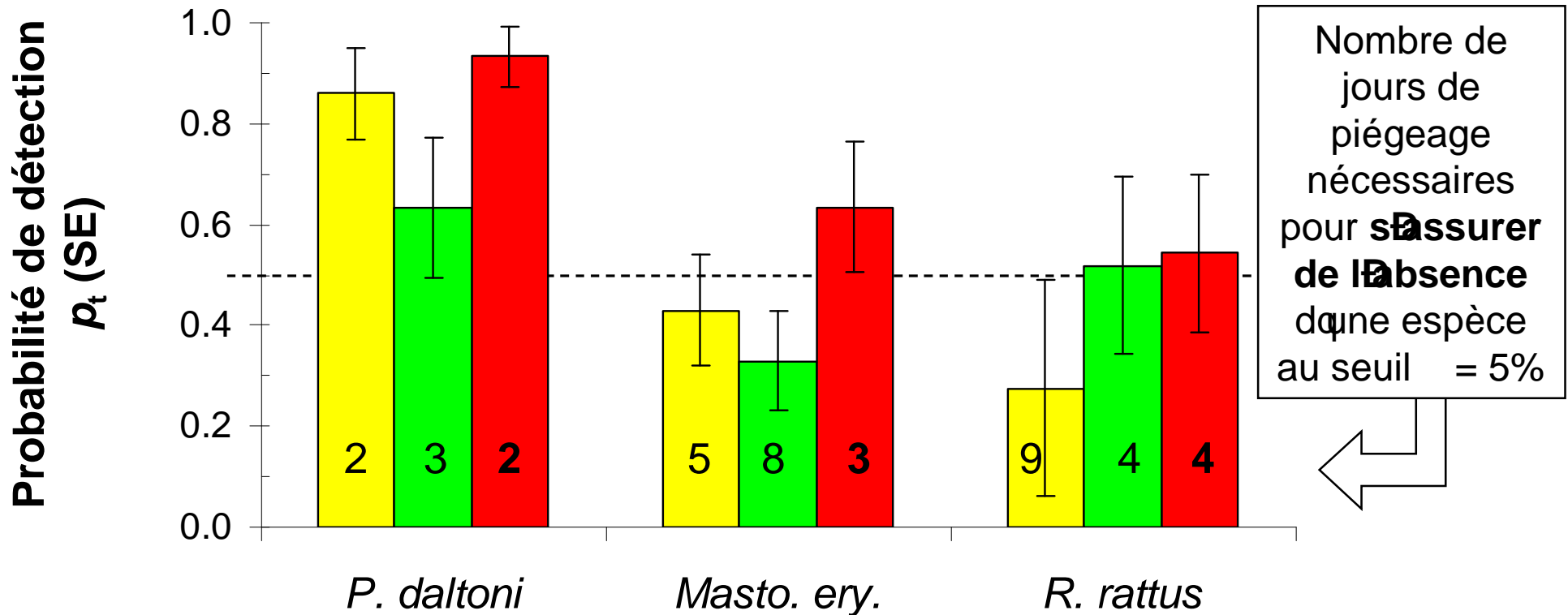
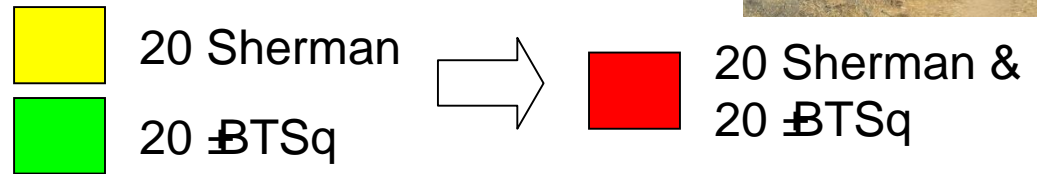


----- **Occupation de l'espace** : « *sampling units should be surveyed a minimum of three times when detection probability is high (> 0.5 /survey)* » (MacKenzie & Royle 2005)

IV. Application à des communautés commensales

Canal du Sahel, Mali, mai 2009

7 villages, 3 nuits, 2 types de pièges

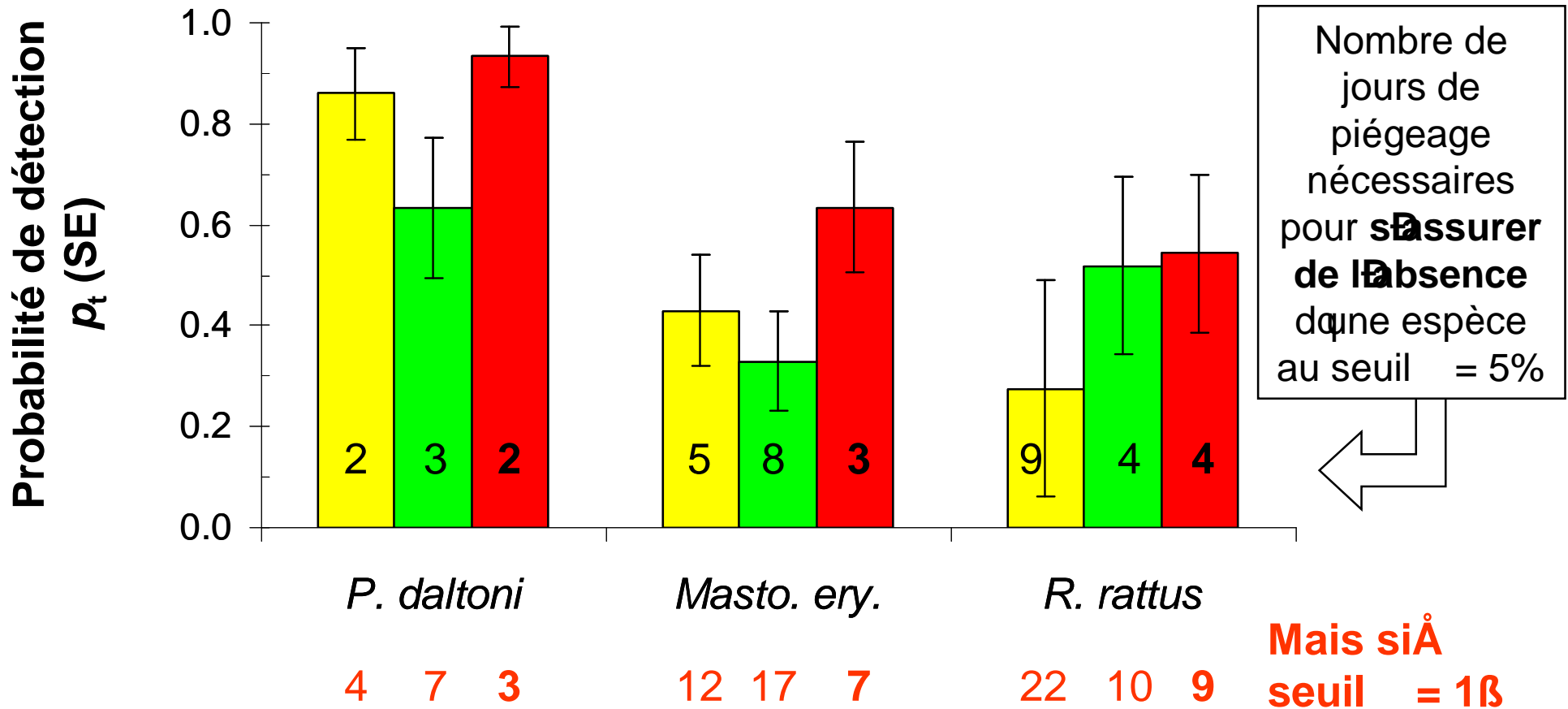
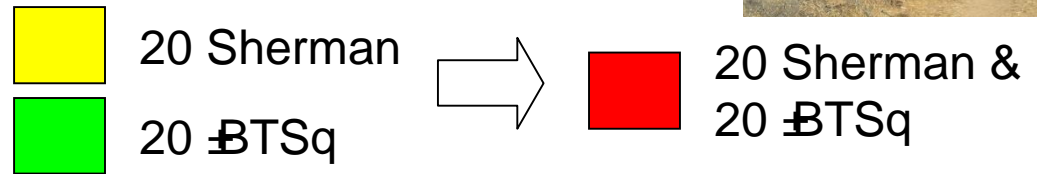


----- Occupation de l'espace : « sampling units should be surveyed a minimum of three times when detection probability is high (> 0.5 /survey) » (MacKenzie & Royle 2005)

IV. Application à des communautés commensales

Canal du Sahel, Mali, mai 2009

7 villages, 3 nuits, 2 types de pièges



Nombreuses applications à tous les modèles:

- données historiques**
- données manquantes**
- définir un plan d'échantillonnage**
- effet de différentes méthodes d'échantillonnage**
- occupation de l'espace au niveau intra-spécifique:**
 - * occurrence**
 - * densité**
- prise en compte de covariables environnementales**
- co-occurrence des espèces**
- richesse spécifique et similarité des communautés**
- modélisation de l'habitat et cartes de probabilités de présence ou d'abondance**

Conclusions

” Corriger les biais de détection pour mieux estimer l'Occupation de l'Espace, la dynamique des populations / des communautés, et bien d'autres choses: **c'est possible (et souhaitable)!**

” Possible de remplacer l'échantillon fait dans le temps par l'Espace

” Un potentiel pour de nombreuses études, modèles, etc.

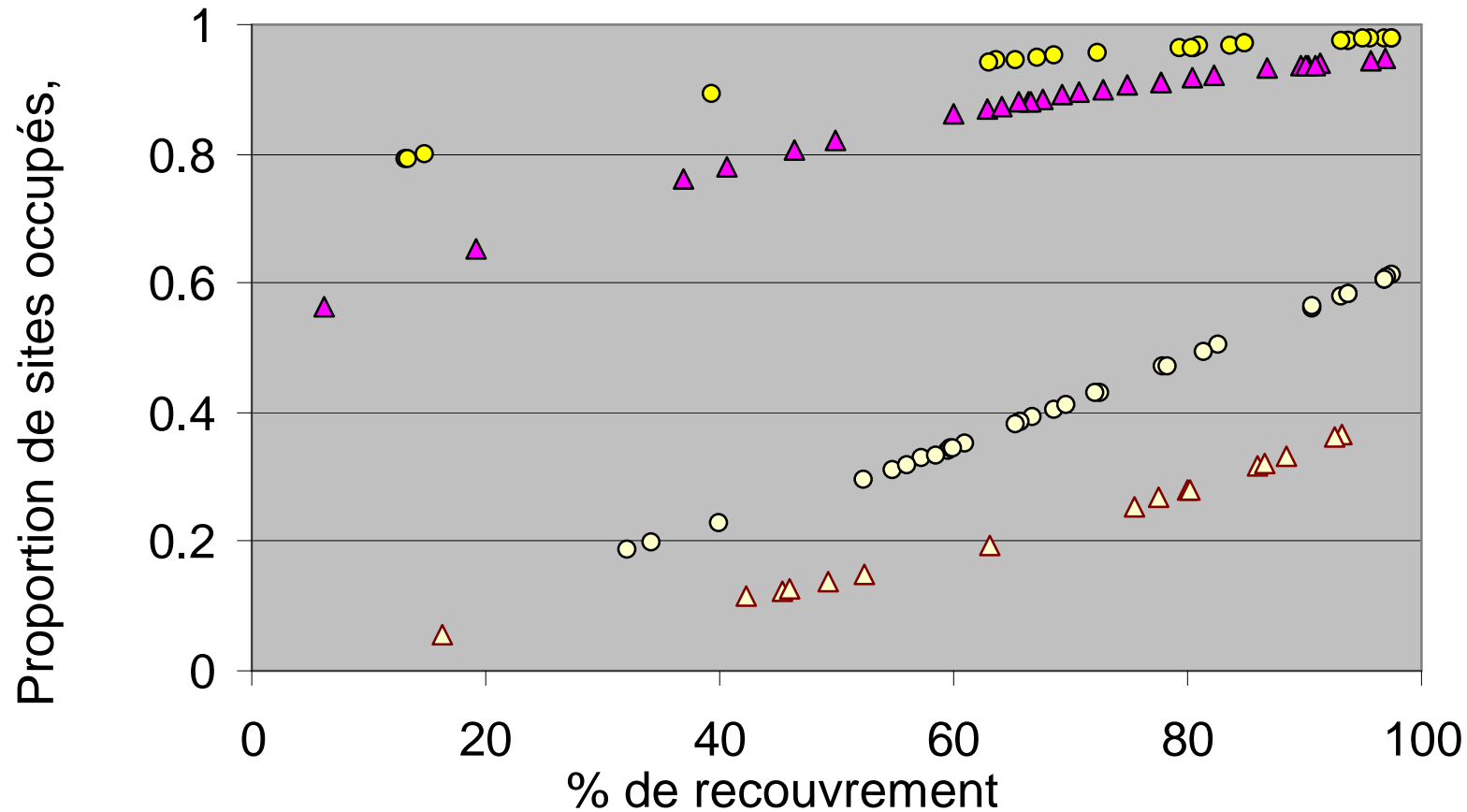


MERCI

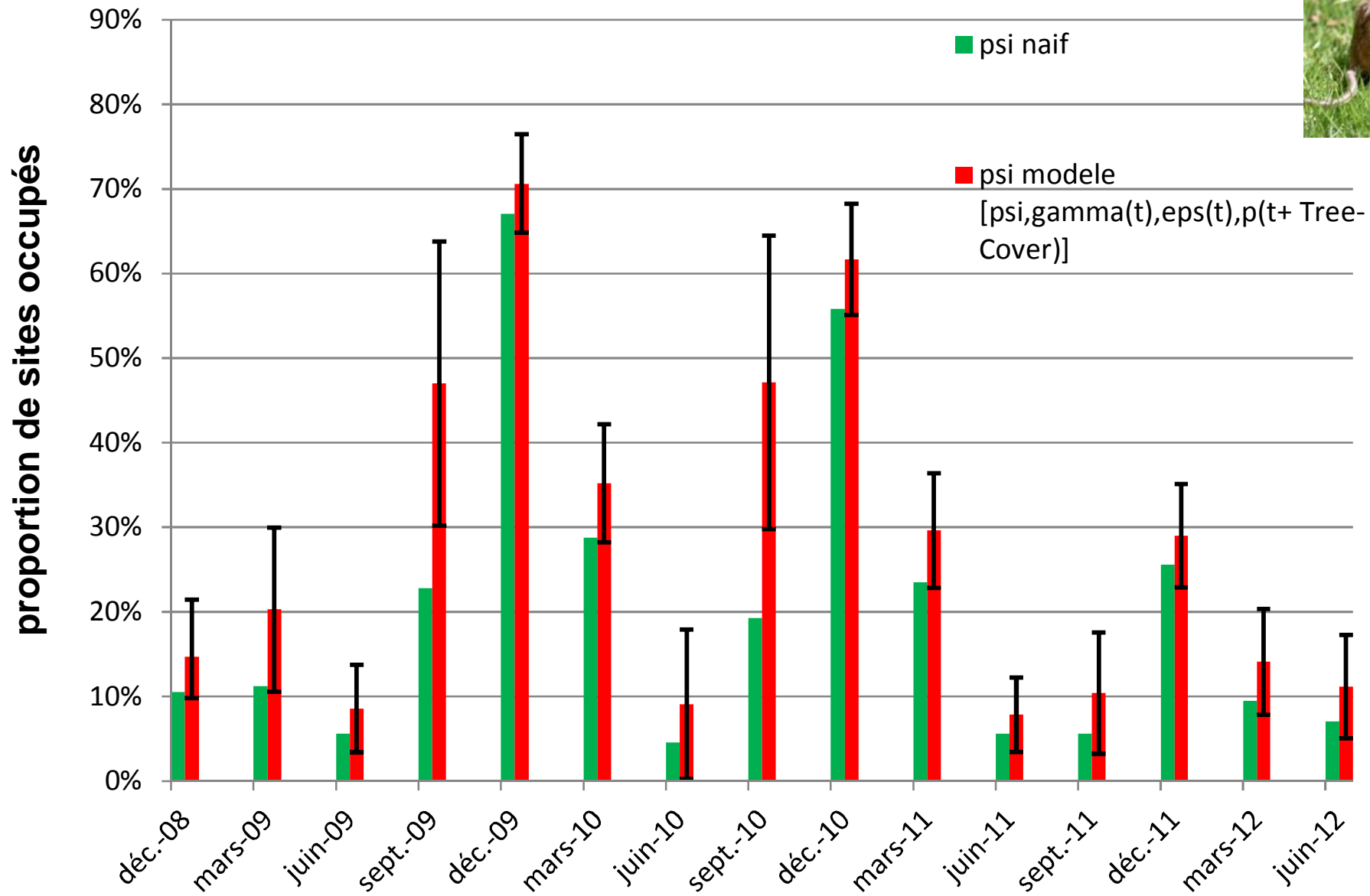


Modèle (Cultivé, recouvrement, Pays)

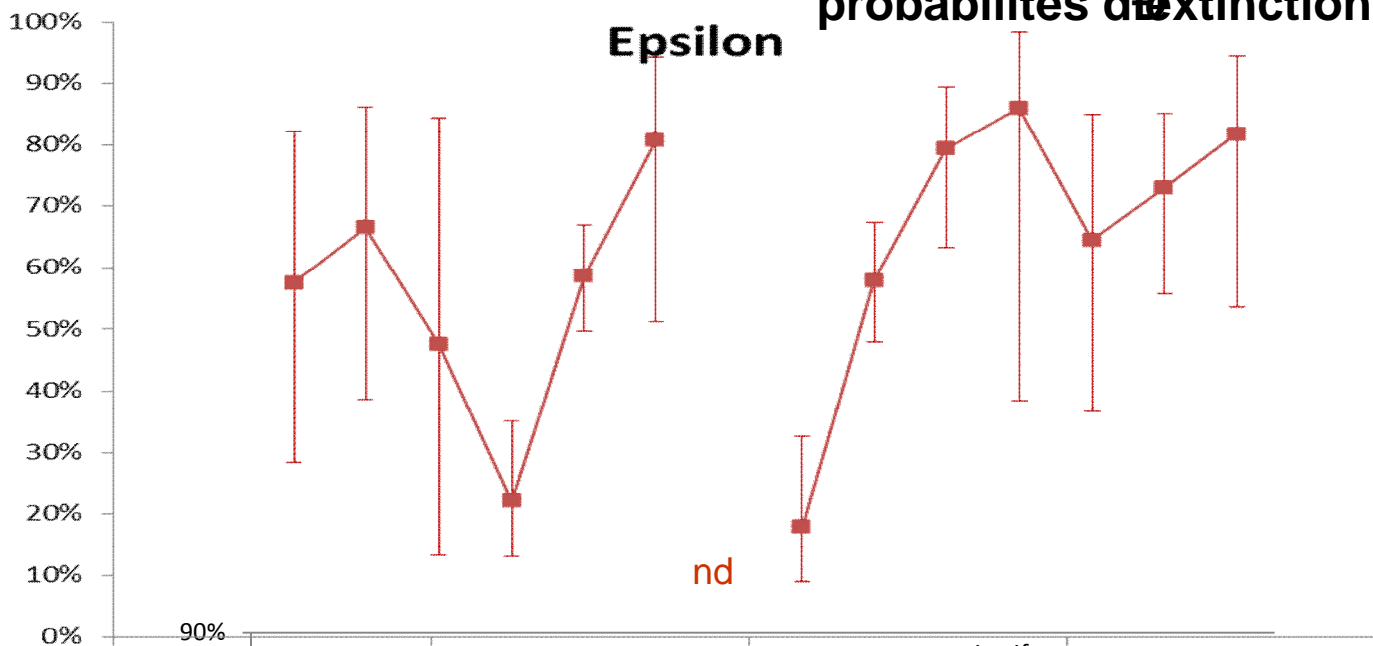
« naïf » = 0.452, est. = 0.645



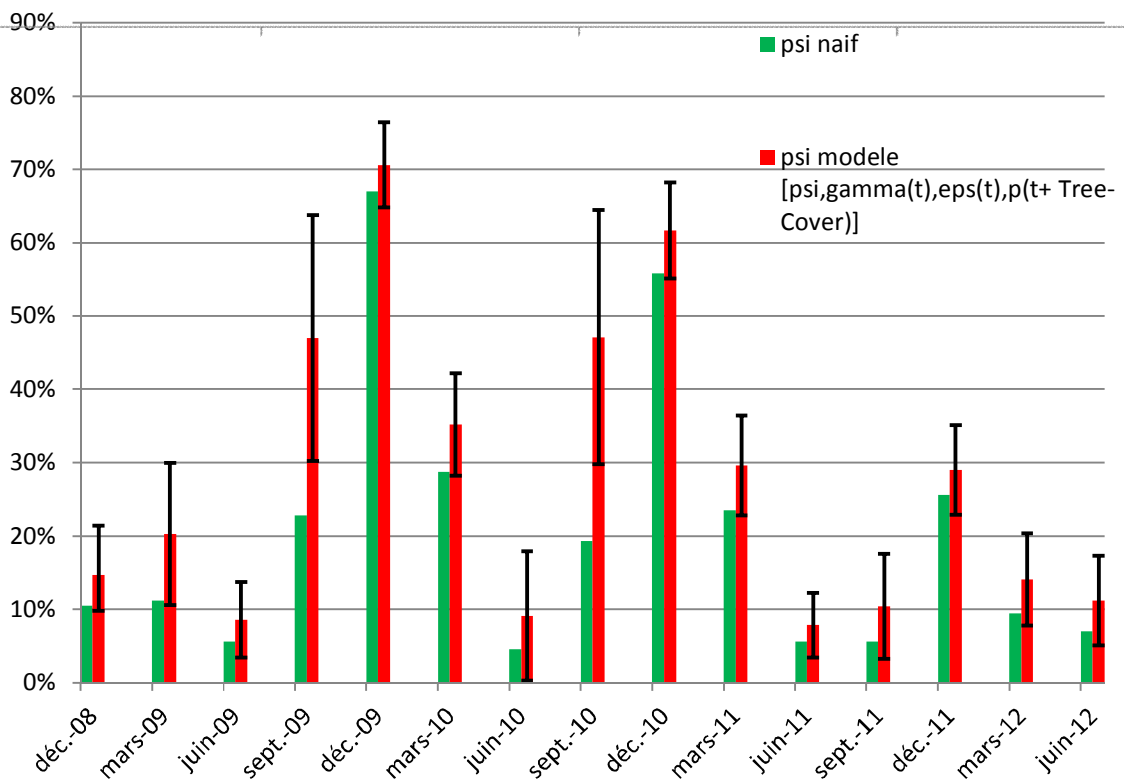
- ” Différence d'habitat (pluies, volume de végétation, Å)?
- ” Différence de communauté (compétiteurs)?

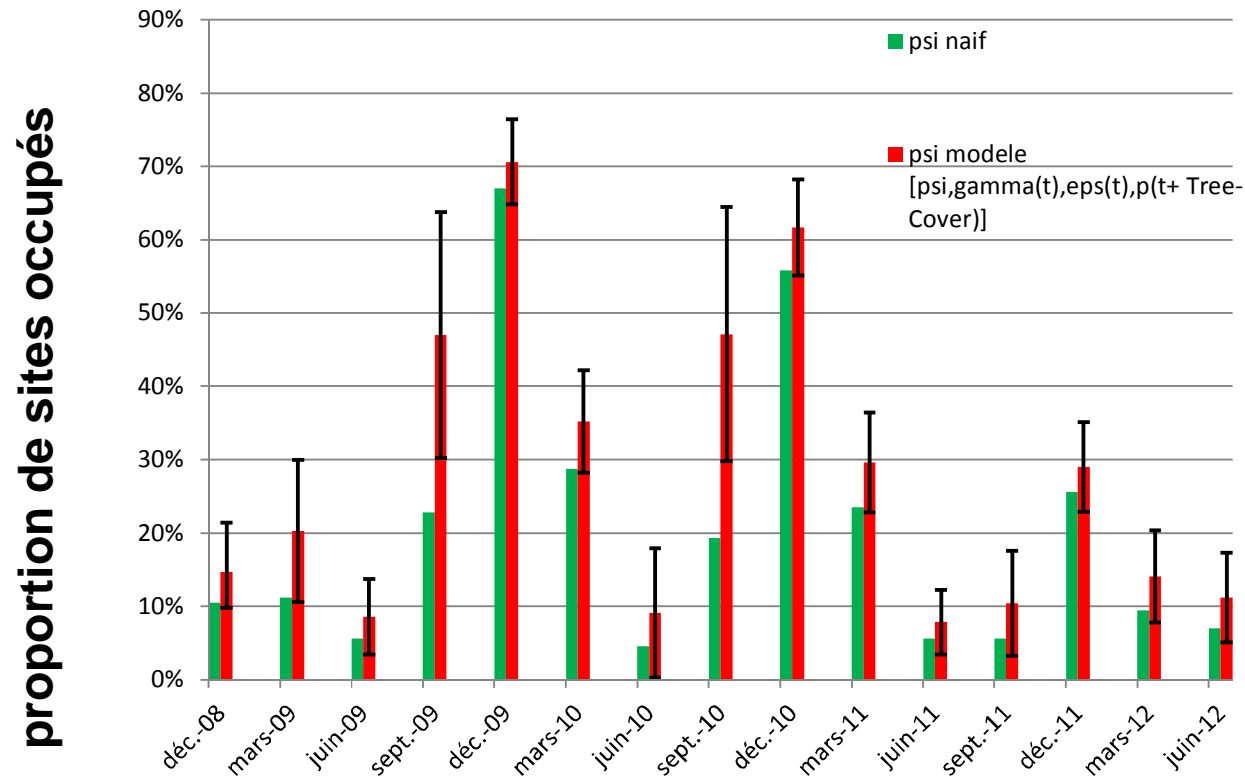
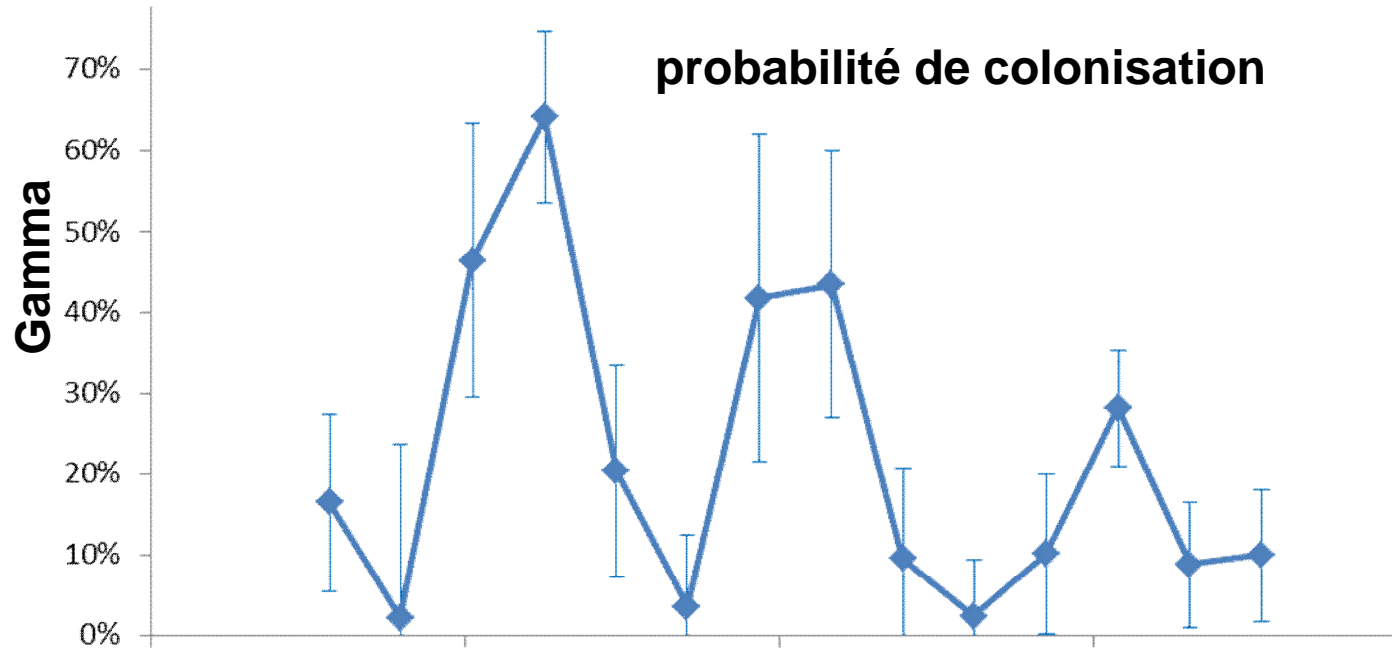


probabilités d'extinction

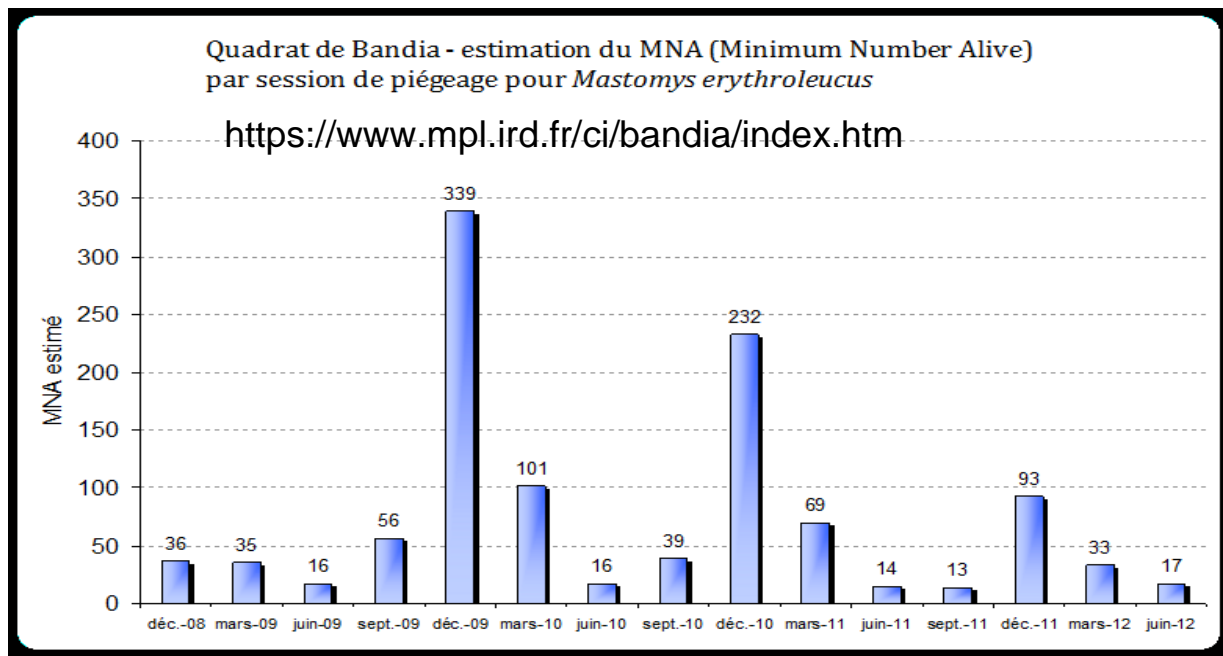


proportion de sites occupés

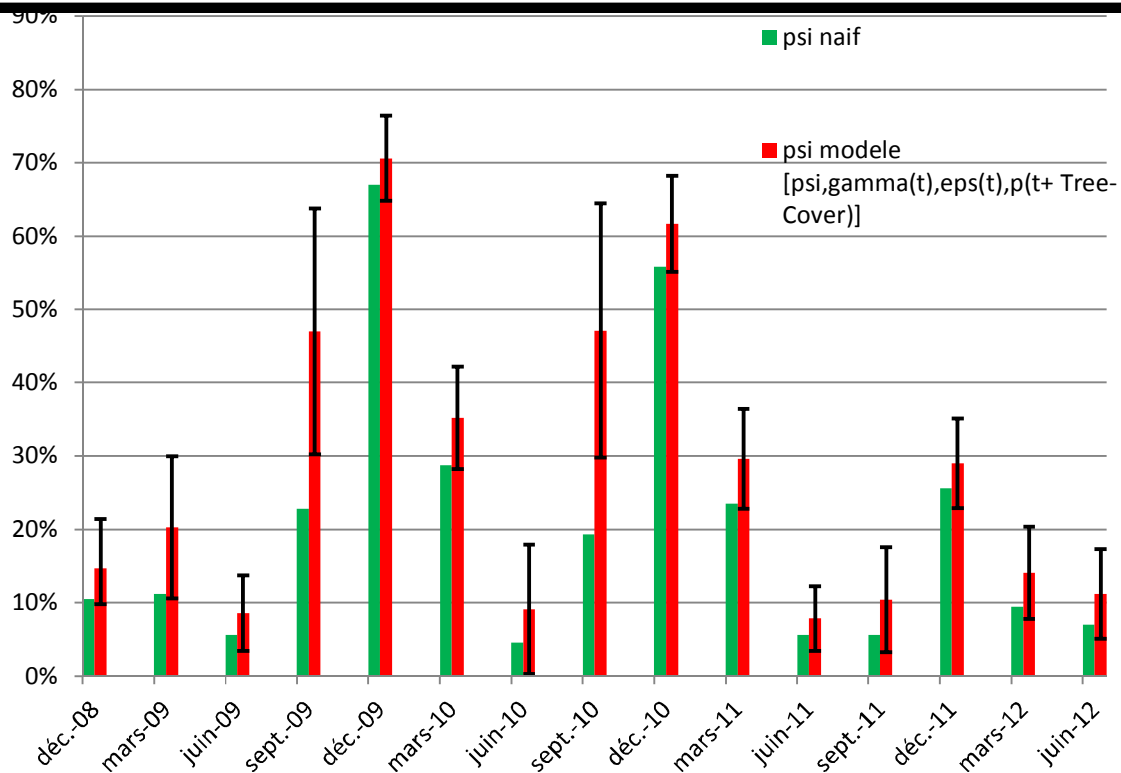




Nombre de rongeurs



proportion de sites occupés



ACP sur relevés d'habitat (rotation varimax)



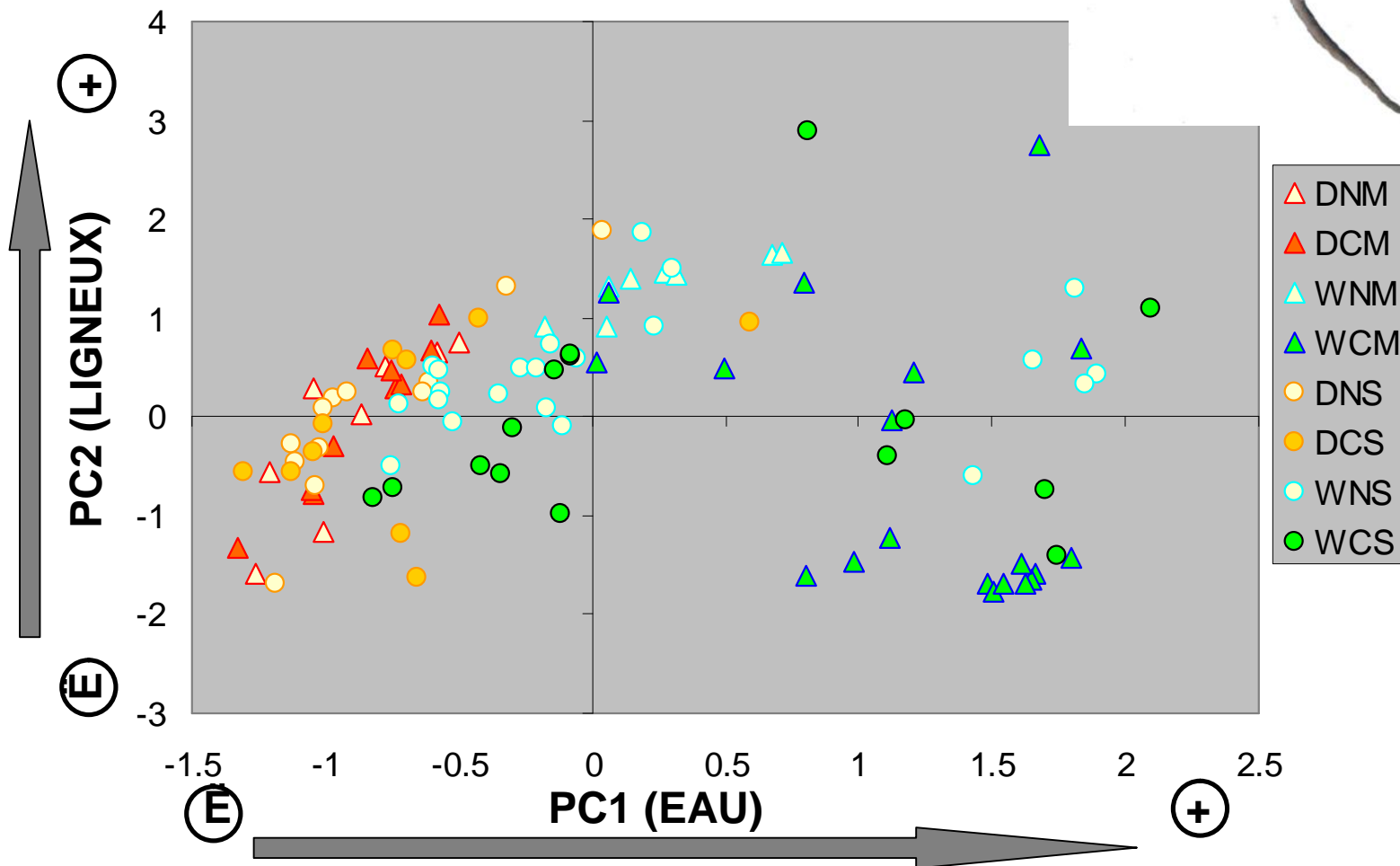
74.8 % de variance expliquée

PC1: 29.5 %

PC2: 25.4 %

PC3: 19.8 %

variable	PC1	PC2	PC3
EAU	0.87	-0.31	0.11
HUM	0.85	-0.38	0.12
SOL	-0.70	-0.07	-0.26
COVER	0.65	0.20	0.53
MHL	0.01	0.89	0.00
DOL	-0.03	0.84	-0.12
PRL	-0.40	0.82	0.04
PRH	0.01	-0.07	0.88
MHH	0.42	0.06	0.65
DOH	0.48	-0.31	0.64



V. Modélisation de l'abondance du geai des chênes en tenant compte a priori de la détection imparfaite et de covariables environnementales (couvert forestier, altitude)

ROYLE ET AL. 2007

Ecological Monographs
Vol. 77, No. 3

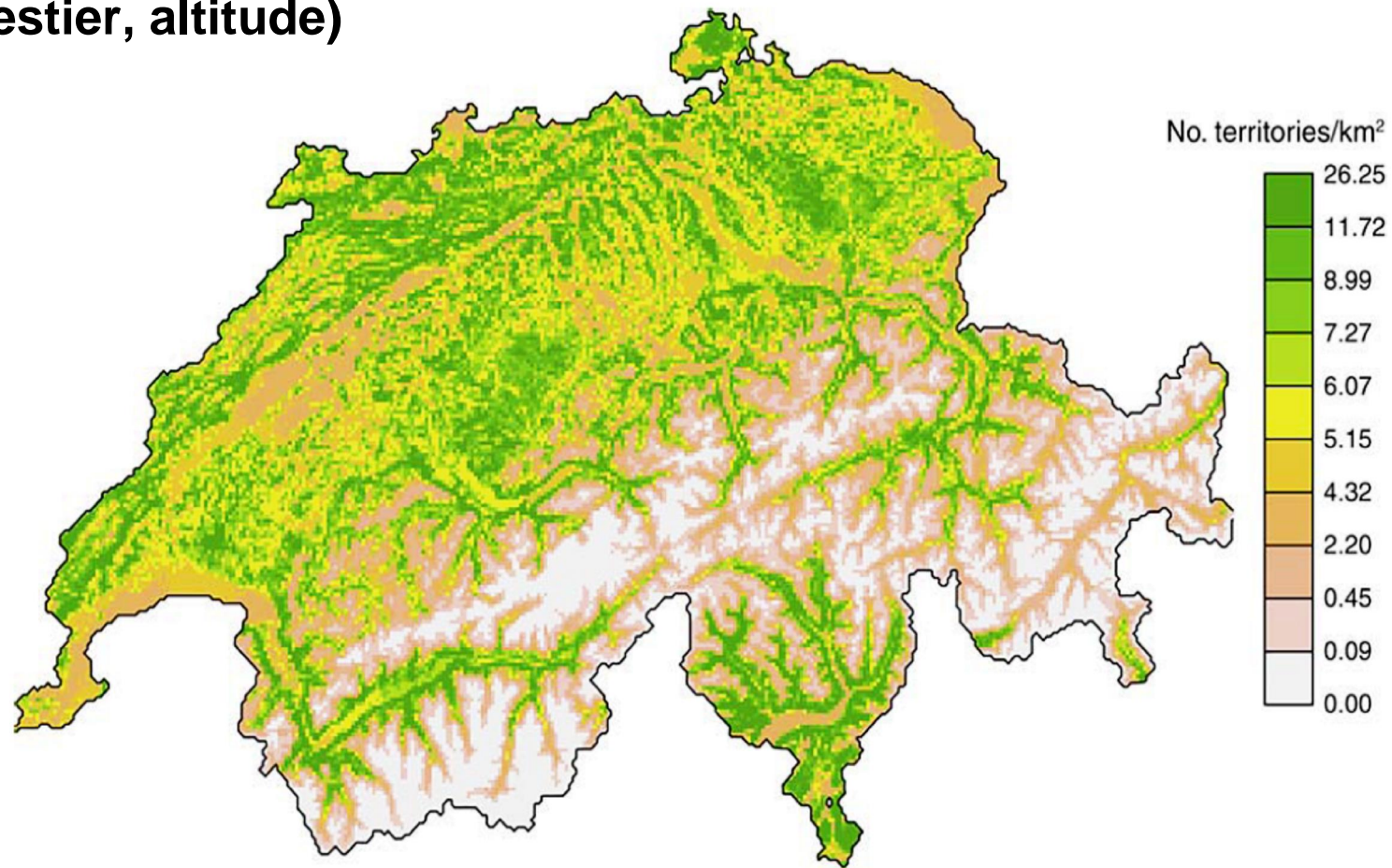


FIG. 8. Estimated abundance map [posterior means of $N(s)$ for each quadrat] of the European Jay in Switzerland.

Lien végétation ↔ occupation de l'espace?

