

# Mouvements d'arthropodes auxiliaires de la haie au verger: mesure par marquage immunologique et modèle hiérarchique bayésien



Manon Lefebvre, Julien Papaix

Pierre Franck, Gregory Mollot, Pauline Deschodt, Jean-Michel Ricard, Claire Lavigne

# Contexte

Pucerons cendrés



Arthropodes  
prédateurs  
généralistes  
=  
auxiliaires

Agro-écologie  
Lutte biologique par  
conservation

-> comprendre le  
déplacement des  
auxiliaires entre haie et  
vergers



# Contexte

Agro-écologie  
Lutte biologique par  
conservation

-> comprendre le  
déplacement des  
auxiliaires entre haie et  
vergers

## Hypothèses:

Mouvements unidirectionnels car:

-haie =refuge

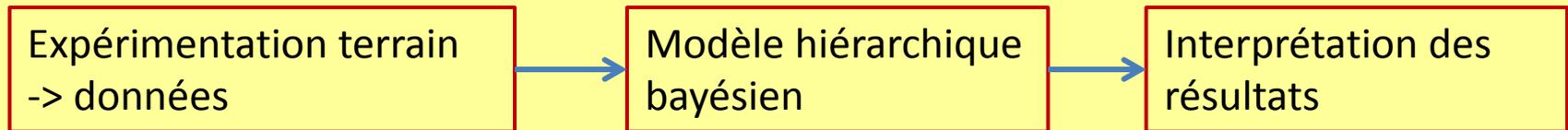
-haie=source

Ou mouvements bidirectionnels?

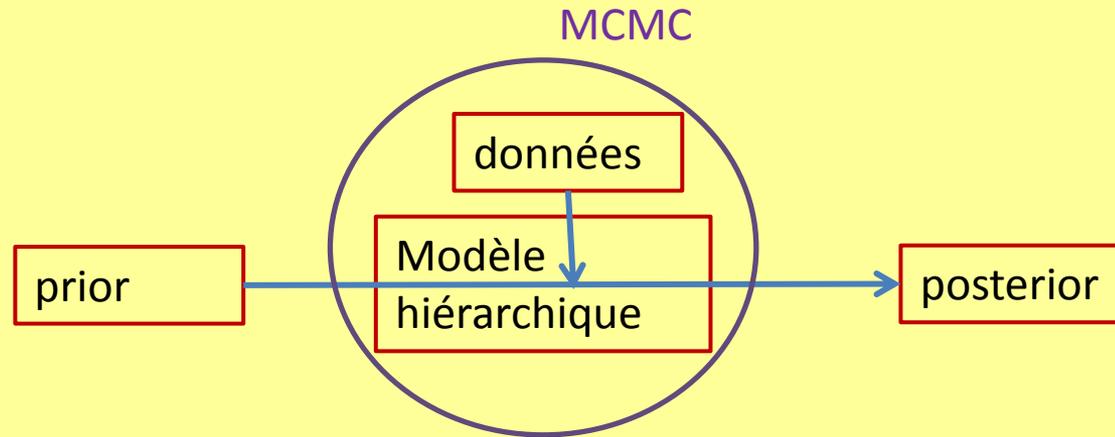
Vergers peu traités, riches en proies  
et haies riches => augmente  
mouvements bidirectionnels?



# Méthode

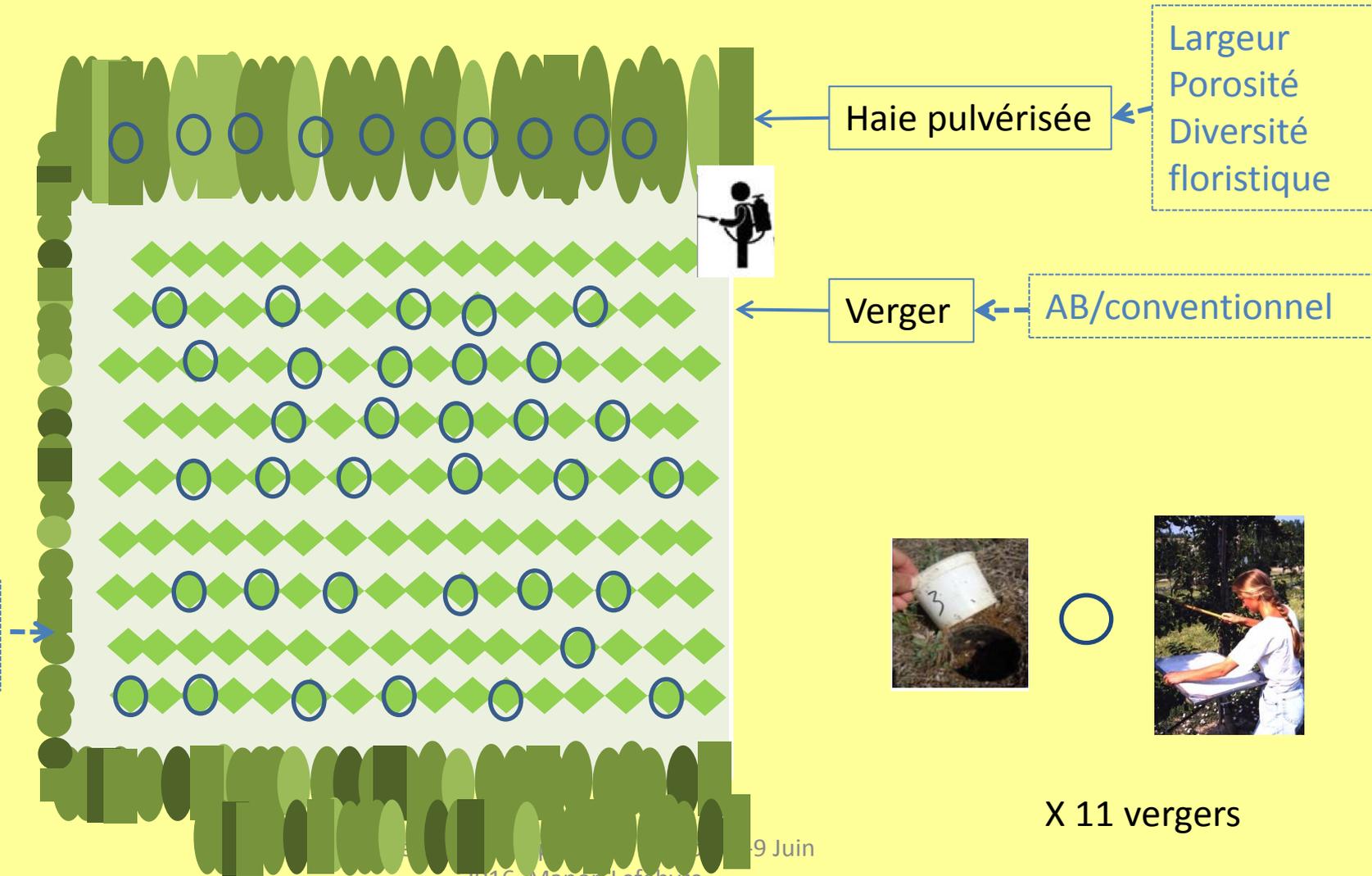


# Modèle hiérarchique bayésien



(Gelman, Hwang & Vehtari 2014)

# Matériel & méthode: dans les vergers

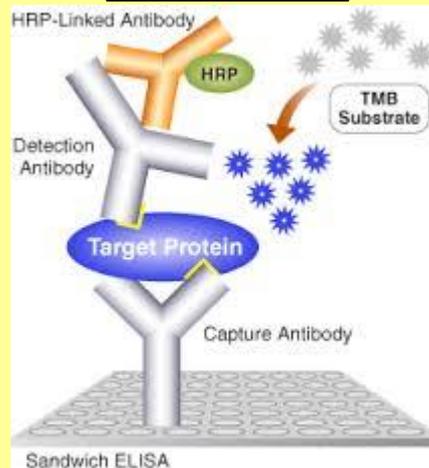


# Matériel & méthode: analyses en laboratoire

1271 arthropodes



Test ELISA

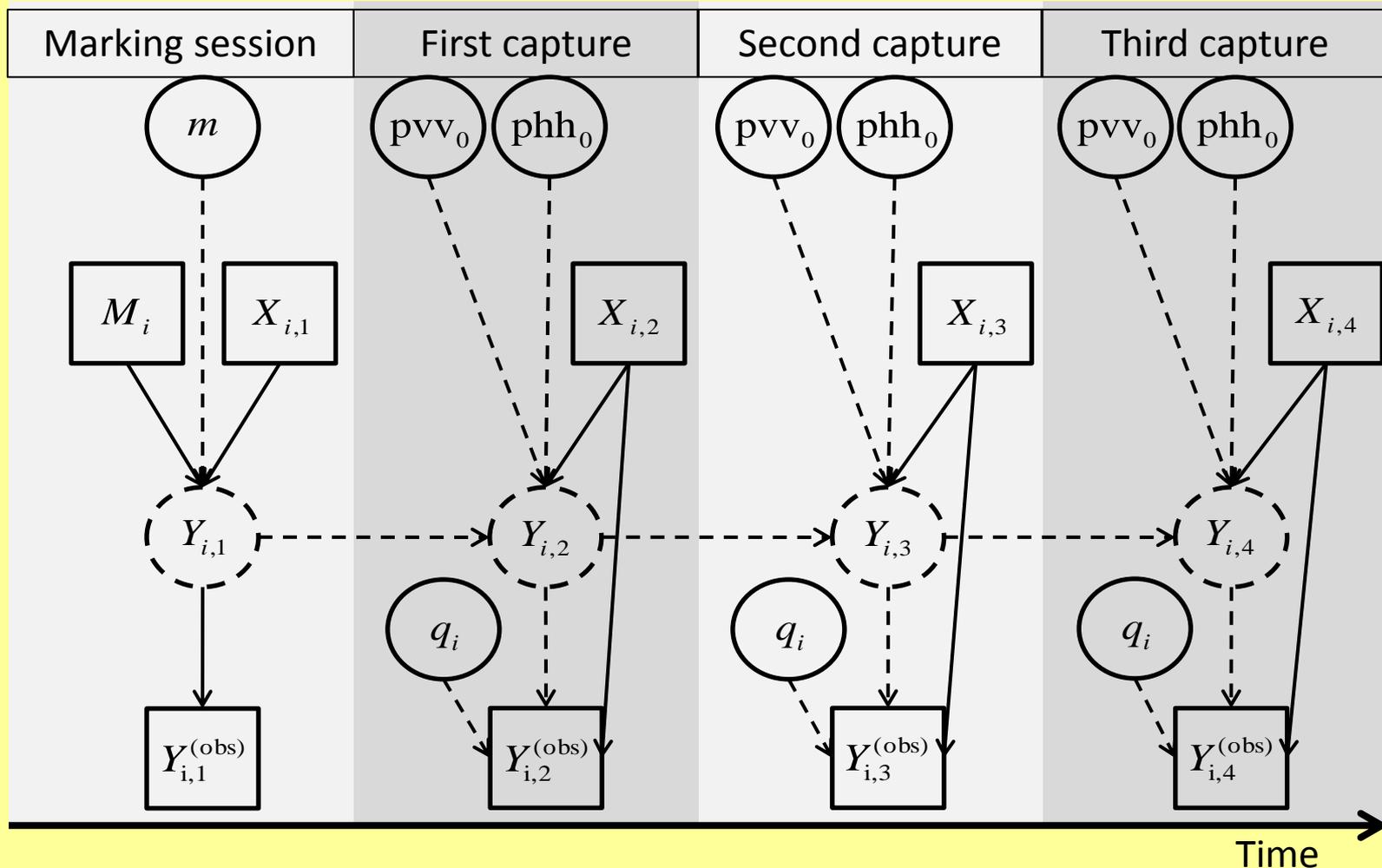


Densité optique:  
Marqué / non-marqué

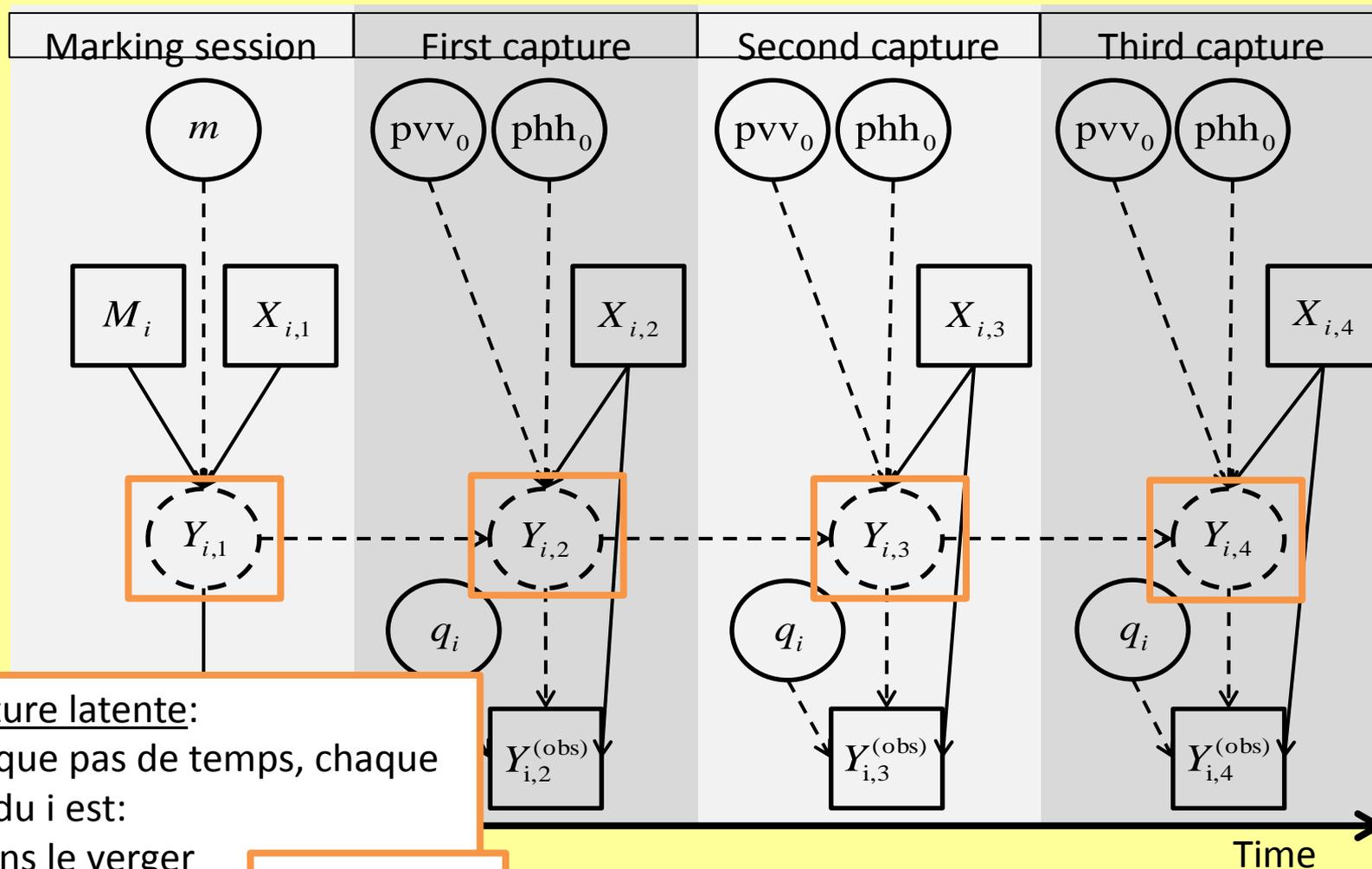
19% marqués

(Jones et al. 2006)

# Matériel & méthode: le modèle hiérarchique bayésien



# Matériel & méthode: le modèle hiérarchique bayésien



## Structure latente:

A chaque pas de temps, chaque individu  $i$  est:

- Dans le verger
- Dans la haie

$Y \sim \text{Binomial}$

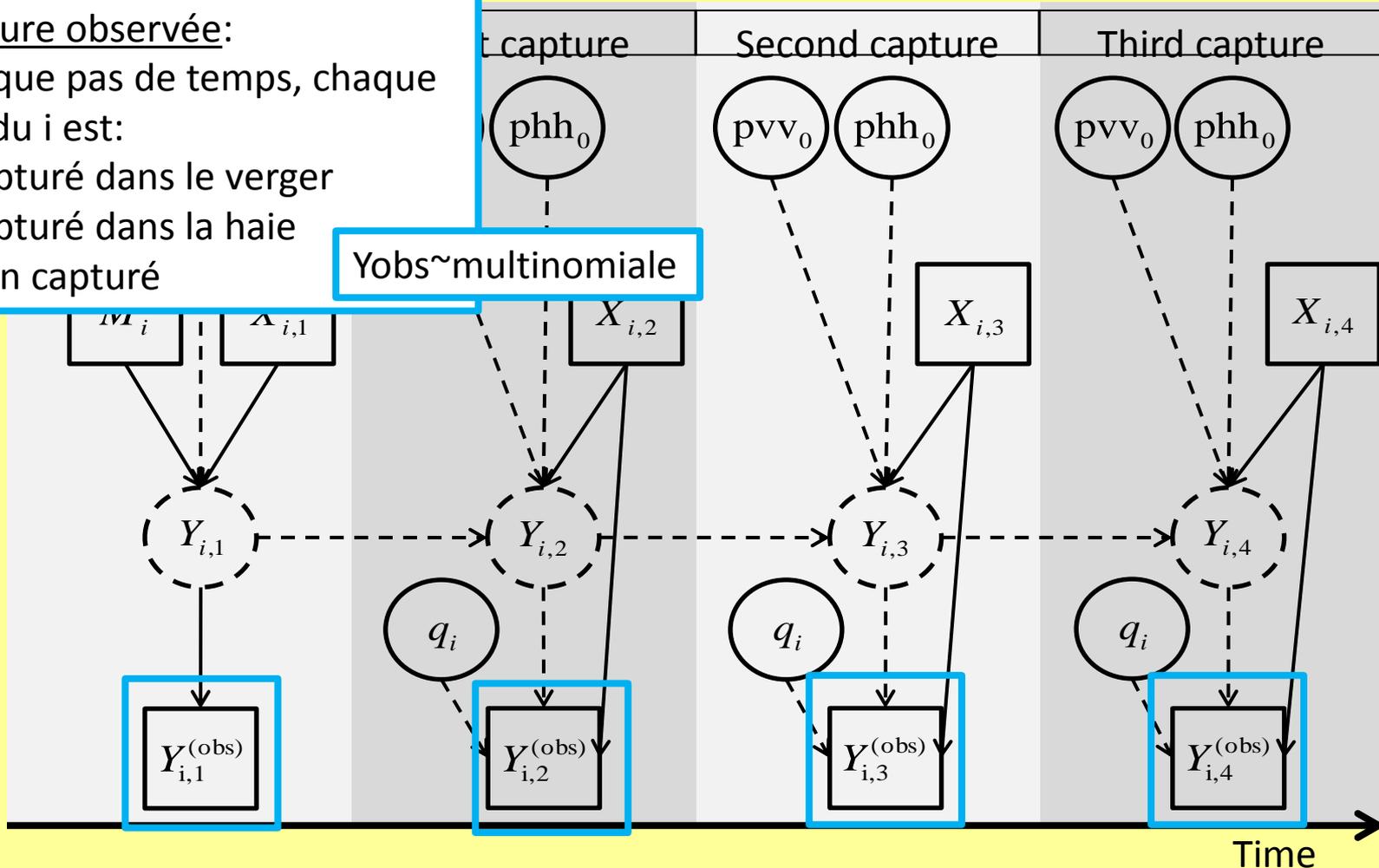
# Matériel & méthode: le modèle hiérarchique bayésien

Structure observée:

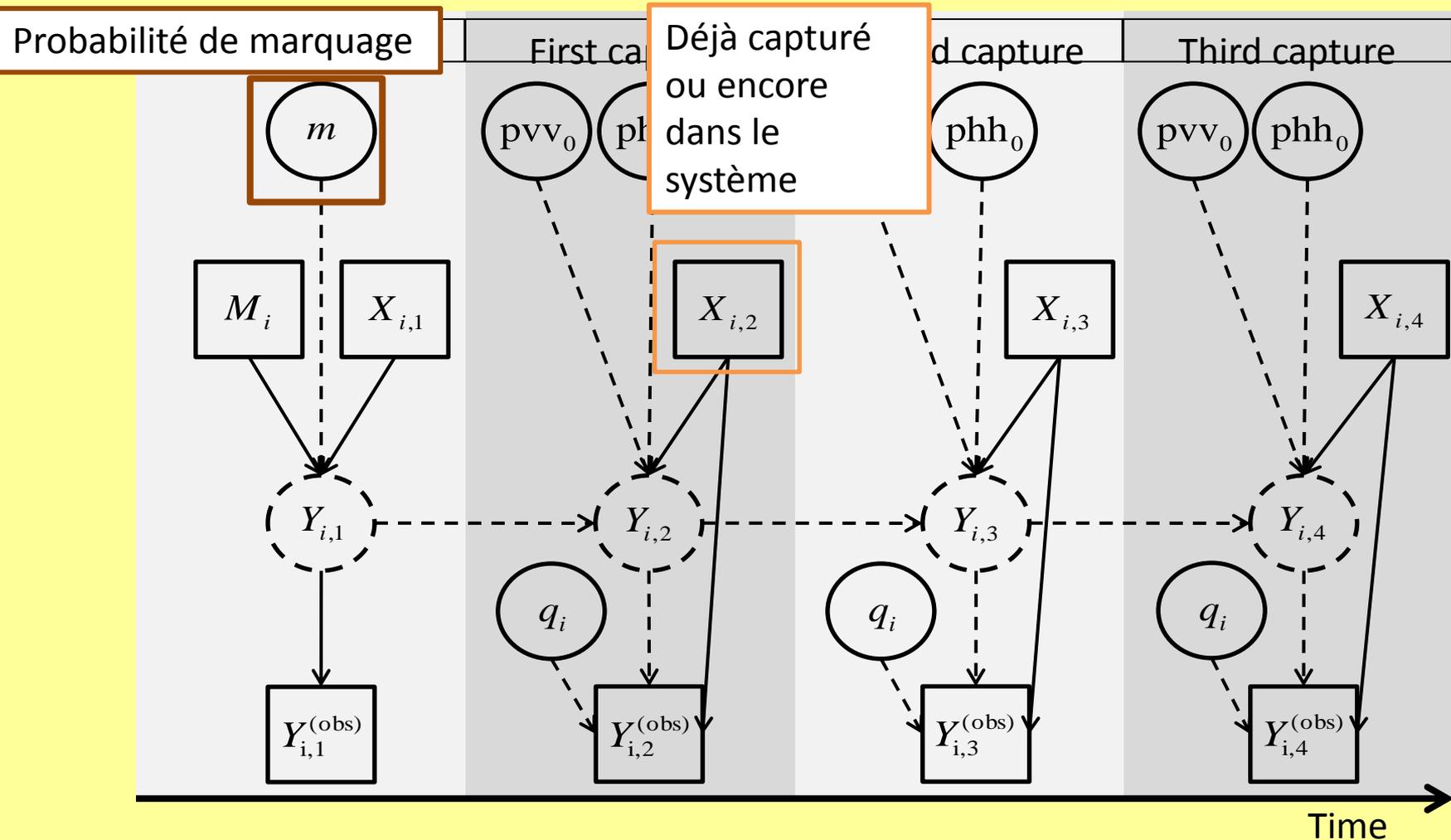
A chaque pas de temps, chaque individu  $i$  est:

- Capturé dans le verger
- Capturé dans la haie
- Non capturé

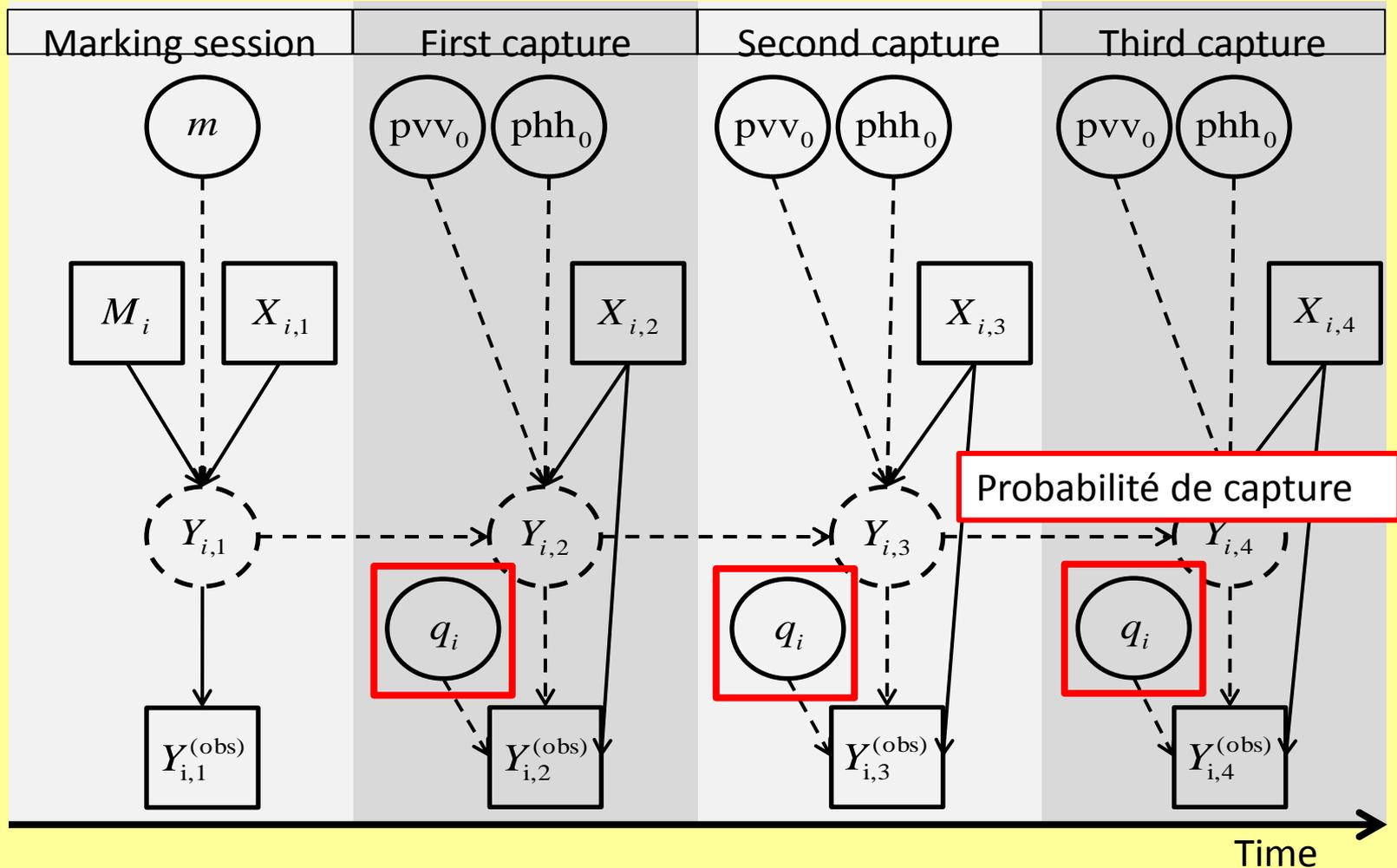
$Y_{obs} \sim \text{multinomiale}$



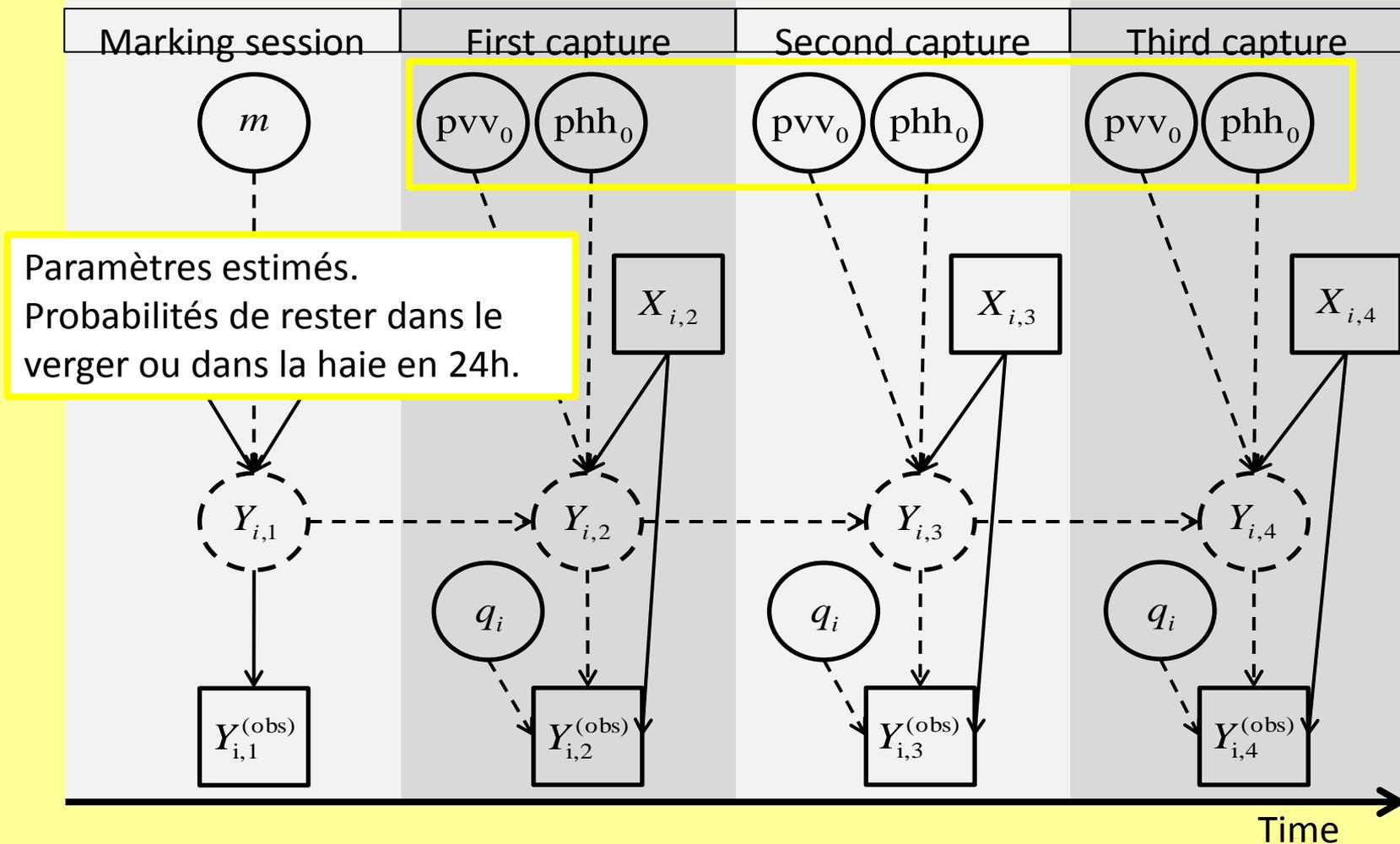
# Matériel & méthode: le modèle hiérarchique bayésien



# Matériel & méthode: le modèle hiérarchique bayésien



# Matériel & méthode: le modèle hiérarchique bayésien



# Matériel & méthode: le modèle hiérarchique bayésien

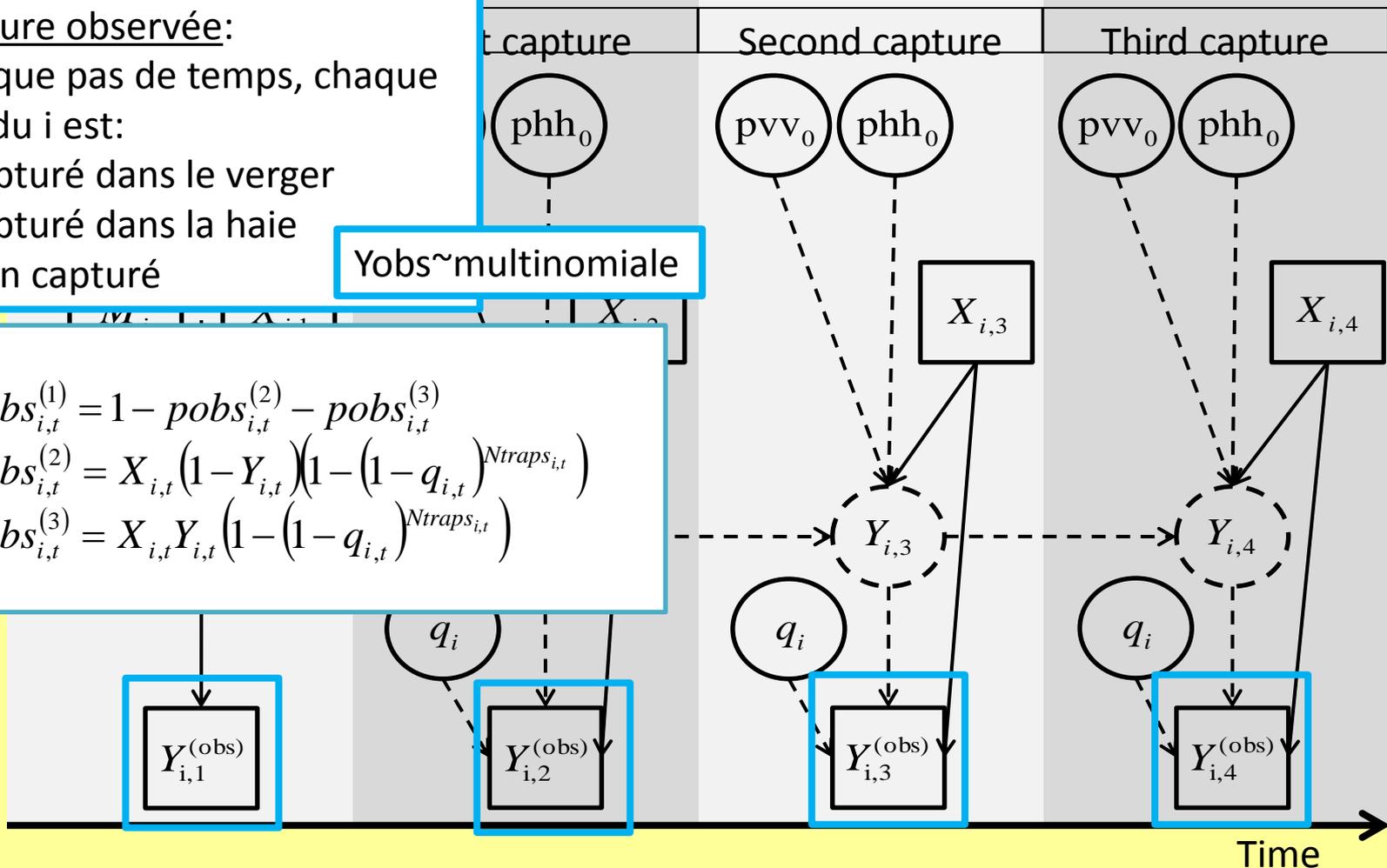
Structure observée:

A chaque pas de temps, chaque individu  $i$  est:

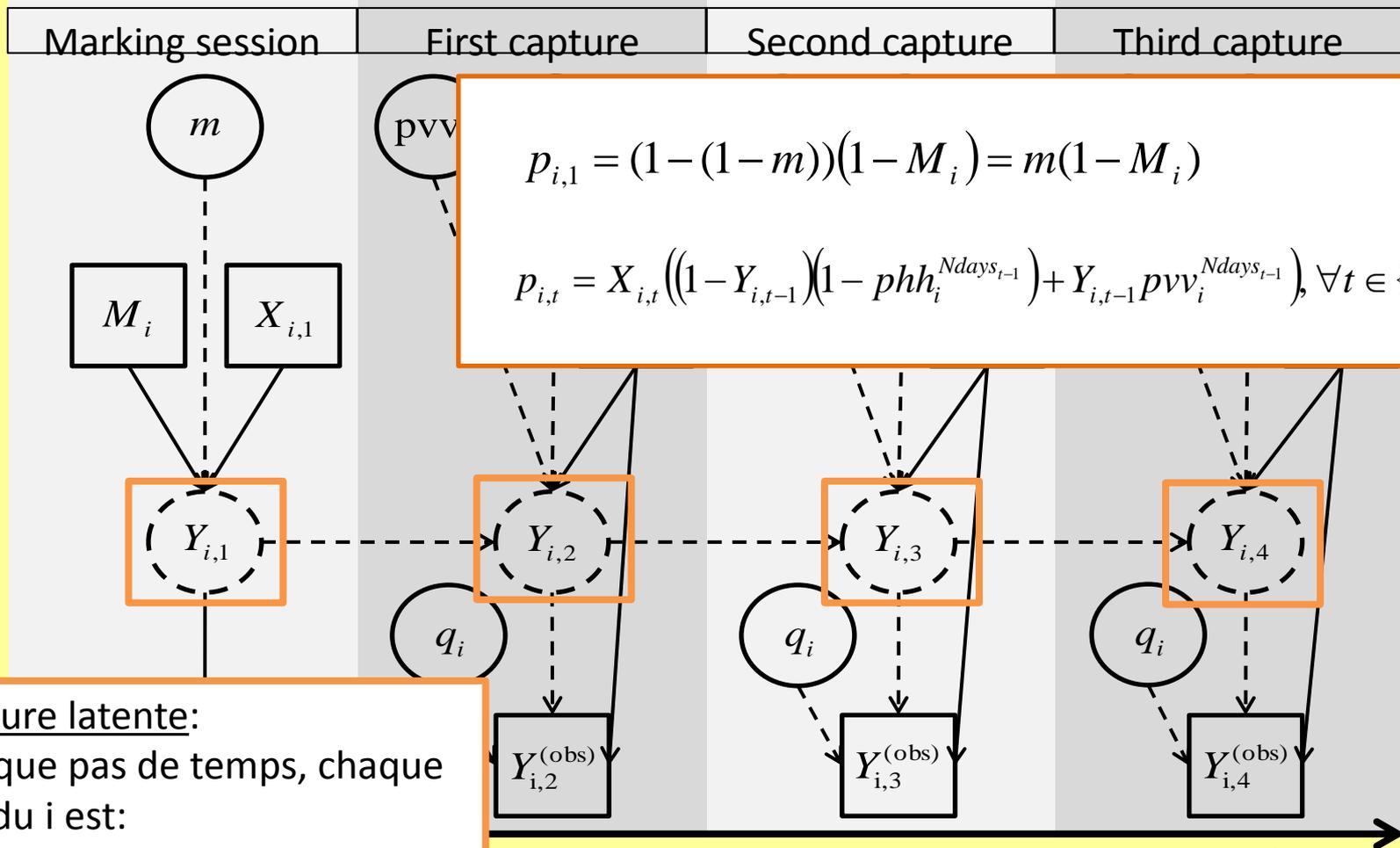
- Capturé dans le verger
- Capturé dans la haie
- Non capturé

$Y_{obs} \sim \text{multinomiale}$

$$\begin{cases} p_{obs_{i,t}}^{(1)} = 1 - p_{obs_{i,t}}^{(2)} - p_{obs_{i,t}}^{(3)} \\ p_{obs_{i,t}}^{(2)} = X_{i,t} (1 - Y_{i,t}) (1 - (1 - q_{i,t})^{N_{traps_{i,t}}}) \\ p_{obs_{i,t}}^{(3)} = X_{i,t} Y_{i,t} (1 - (1 - q_{i,t})^{N_{traps_{i,t}}}) \end{cases}$$



# Matériel & méthode: le modèle hiérarchique bayésien



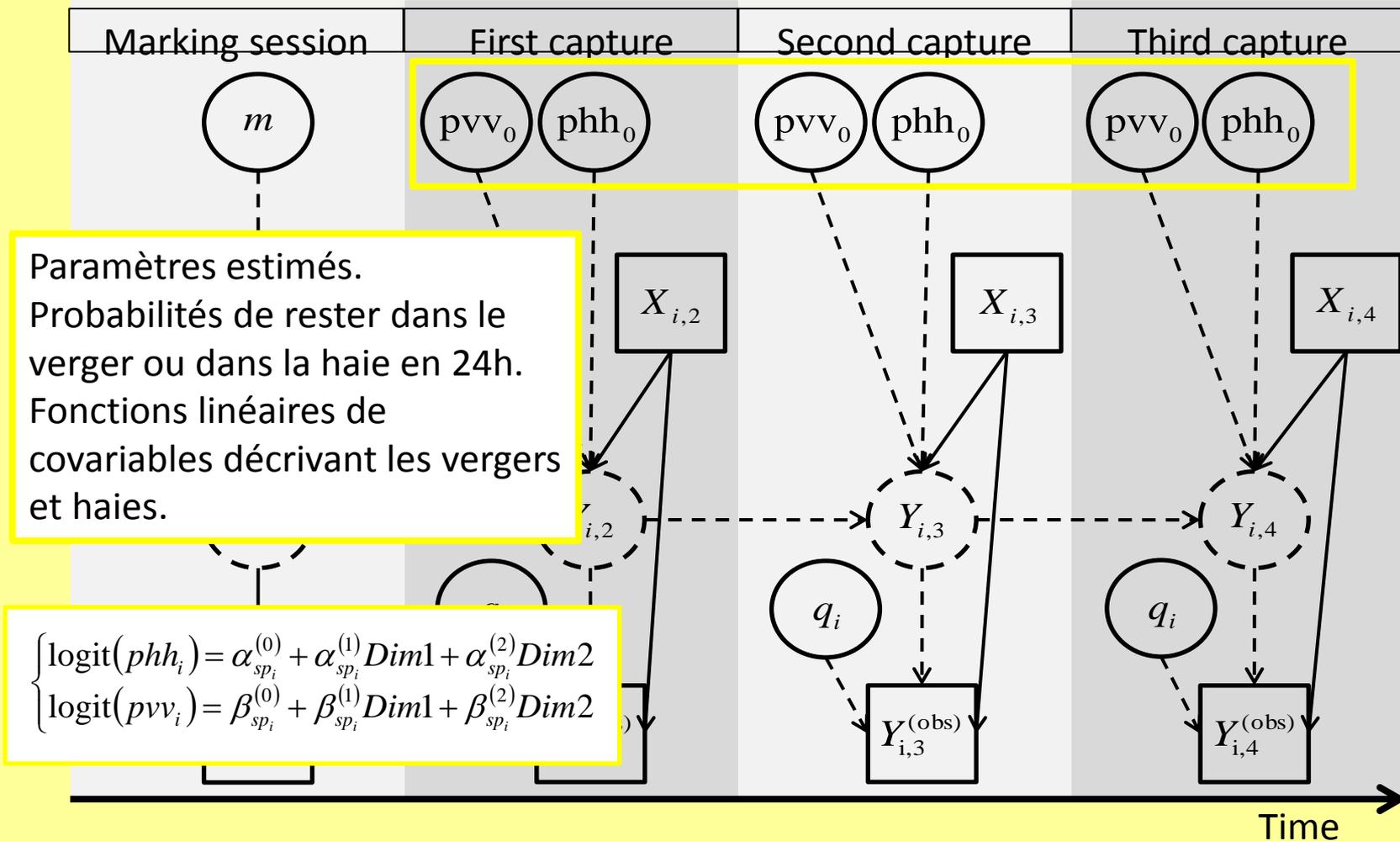
## Structure latente:

A chaque pas de temps, chaque individu  $i$  est:

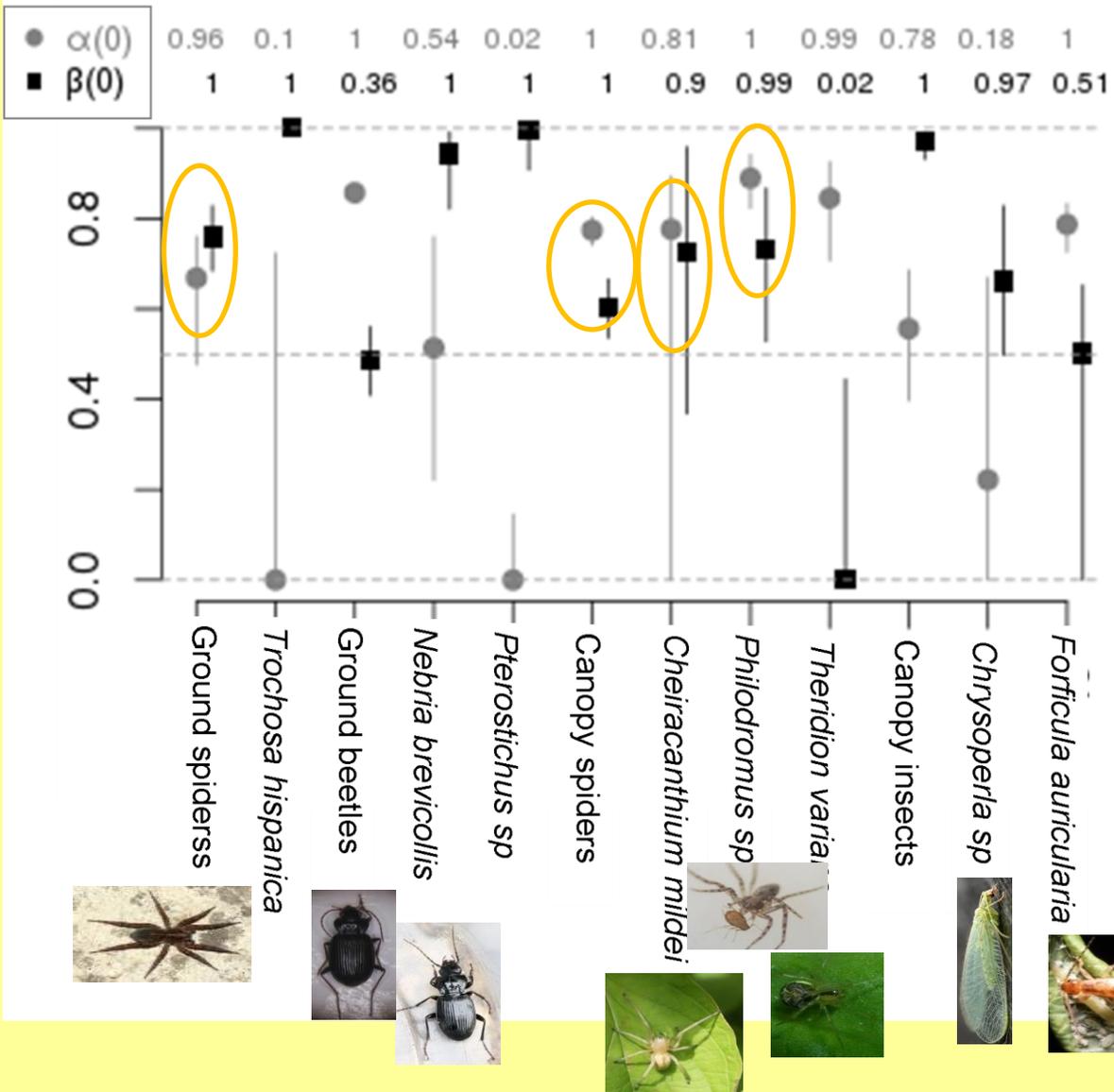
- Dans le verger
- Dans la haie

$Y \sim \text{Binomial}$

# Matériel & méthode: le modèle hiérarchique bayésien



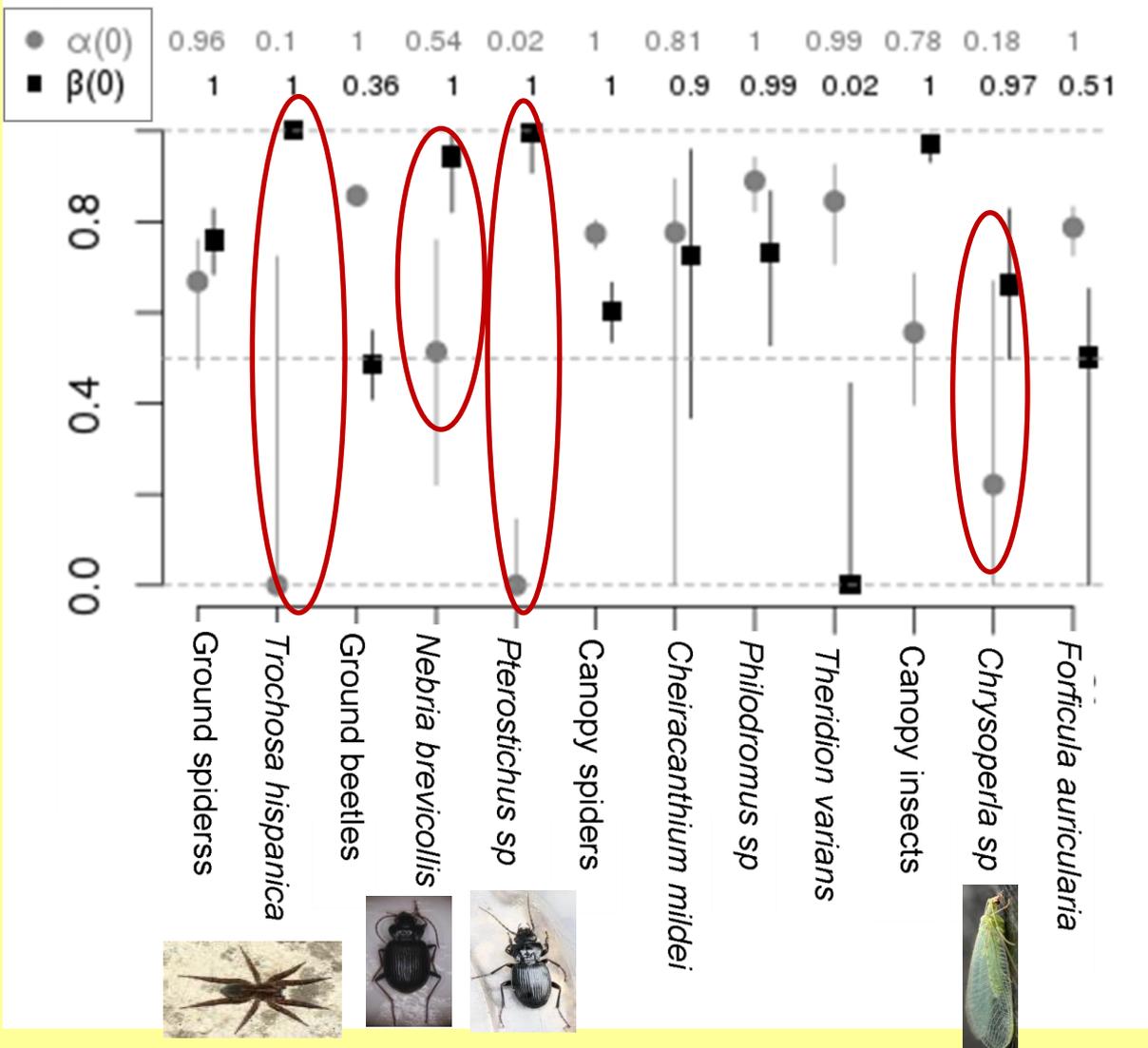
# Resultats: pHH0 ( $\alpha$ ) et pVVO ( $\beta$ )



Règles d'interprétation écologique: mobilité, préférence d'habitat, mouvement unidirectionnel ou bidirectionnel.

Seuls des taxons d'araignées semblent réaliser des mouvements bidirectionnels entre les 2 milieux.

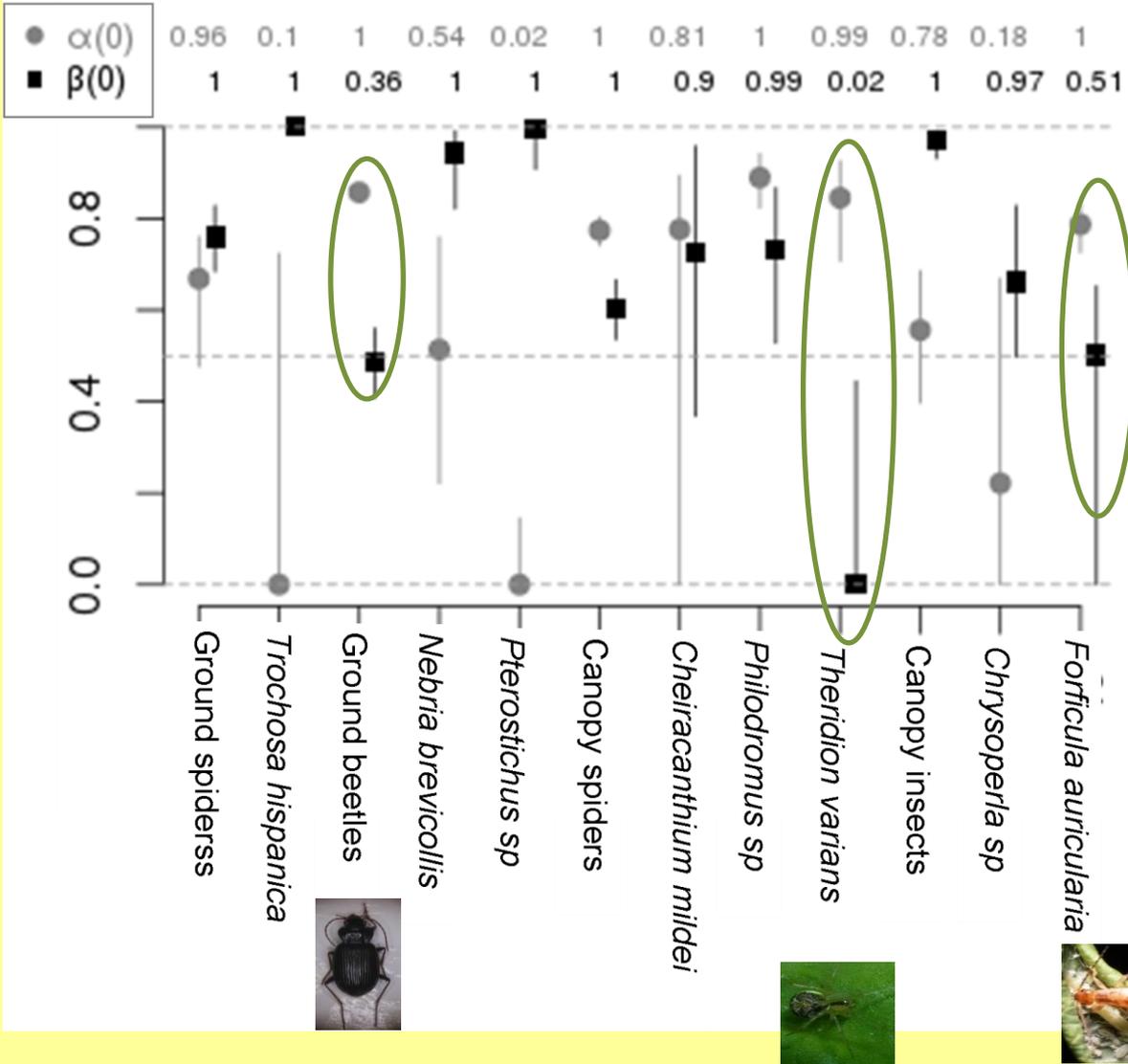
# Resultats: pHH0 ( $\alpha$ ) et pVV0 ( $\beta$ )



Règles d'interprétation écologique: mobilité, préférence d'habitat, mouvement unidirectionnel ou bidirectionnel.

Préférence pour le verger et mouvements plutôt unidirectionnels haie -> verger.

# Resultats: pHH0 ( $\alpha$ ) et pVV0 ( $\beta$ )



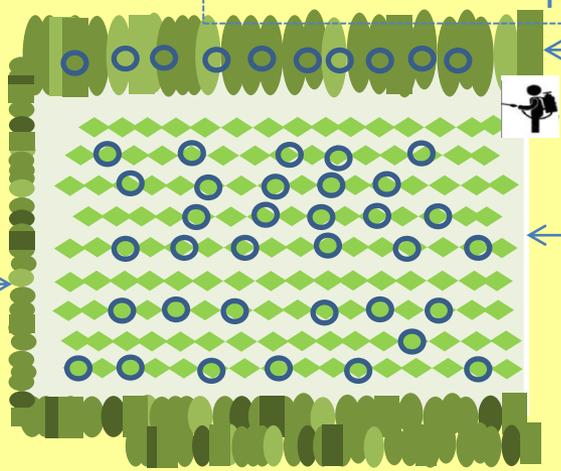
Règles d'interprétation écologique: mobilité, préférence d'habitat, mouvement unidirectionnel ou bidirectionnel.

Préférence pour la haie et mouvements plutôt unidirectionnels  
verger -> haie  
Haie = puit?



# Resultats:effets des covariables

Largeur  
Porosité  
Diversité floristique



Surface boisée

AB/conventionnel

	Phh: $\alpha(1)$	Pvv: $\beta(1)$	Phh: $\alpha(2)$	Pvv: $\beta(2)$
Ground spiders	0.24 p= 0.86 [-0.18 ; 0.85]	-0.3 p= 0.05 [-0.69 ; 0.08]	0.02 p= 0.53 [-0.71 ; 0.55]	0.14 p= 0.78 [-0.19 ; 0.53]
Ground beetle	-0.05 p= 0.3 [-0.23 ; 0.13]	-0.01 p= 0.48 [-0.26 ; 0.25]	<b>B(2)&lt;0</b> [0.07 ; 0.45]	-0.46 p= 0 [-0.82 ; -0.15]
Nebria brevicollis	-1.64 p= 0 [-3.08 ; -0.66]	1.99 p= 1 [0.76 ; 3.89]	-0.06 p= 0.43 [-0.97 ; 0.53]	-0.17 p= 0.31 [-1.08 ; 0.46]
Canopy spiders	0.13 p= 0.92 [-0.04 ; 0.29]	0.44 p= 1 [0.18 ; 0.73]	0.05 p= 0.73 [-0.12 ; 0.23]	-0.22 p= 0.06 [-0.5 ; 0.06]
Cheiracanthium mildei	0.33 p= 0.73 [-0.6 ; 9.53]	0.19 p= 0.6 [-1.1 ; 2.35]	0.34 p= 0.73 [-0.78 ; 14.82]	-0.84 p= 0.06 [-2.29 ; 0.23]
Philodromus sp	-0.61 p= 0.02 [-1.31 ; -0.02]	-0.75 p= 0.05 [-1.55 ; 0.14]	0.62 p= 1 [0.15 ; 1.14]	-0.45 p= 0.08 [-1.14 ; 0.19]
Theridion varians	-0.09 p= 0.38 [-0.79 ; 0.52]		-0.37 p= 0.19 [-1.23 ; 0.51]	
<b>X 11</b> Canopy Insects	-0.87 p= 0 [-1.51 ; -0.33]	2.13 p= 1 [1.23 ; 3.27]	-0.42 p= 0.01 [-0.82 ; -0.04]	-0.15 p= 0.2 [-0.55 ; 0.2]
<b>verger</b> Chrysoperla sp	0.79 p= 0.76 [-2.78 ; 31.18]	0.03 p= 0.53 [-0.71 ; 0.92]	-2.49 p= 0 [-53.51 ; -0.54]	0.08 p= 0.51 [-0.69 ; 0.69]
<b>S</b> Forficula auricularia	0.17 p= 0.84 [-0.16 ; 0.48]		0.19 p= 0.95 [-0.04 ; 0.44]	

Plus la haie est large et peu poreuse plus les arthropodes sont mobiles

# Perspectives

Interprétation écologiques et comparaison entre taxons  
Conseils pour l'agro-écologie

Limites dues à l'expérience de terrain  
Modélisation d'une entrée/sortie du système...



Agro-écologie:

- Maladies des plantes -> modèles SIR
- Ravageurs et lutte biologique -> modèles proies prédateurs, réseaux trophiques
- Sélection variétale « participative » et variétés population -> modèles dynamique adaptative

....