



Influence de l'hétérogénéité de l'habitat sur la richesse spécifique des coléoptères en forêt boréale

Philippe Janssen, Daniel Fortin et Christian Hébert

**Colloque International
7 octobre 2008, Baie-Comeau**



**UNIVERSITÉ
LAVAL**



**Ressources naturelles
Canada**



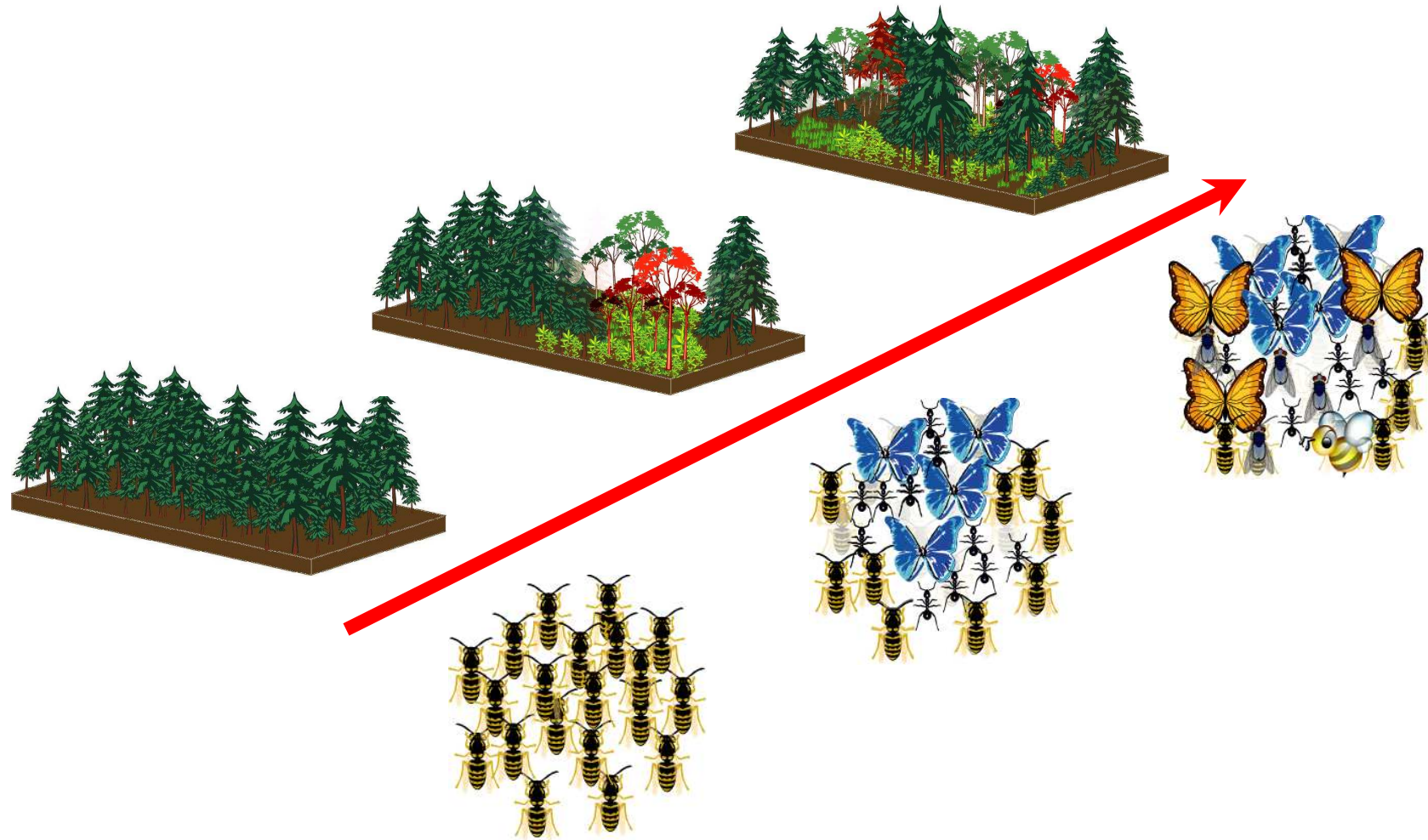
Le concept d'hétérogénéité de l'habitat



Lawton, 1983; Meekins, 1970; Grime, 1973; Bazzaz, 1974



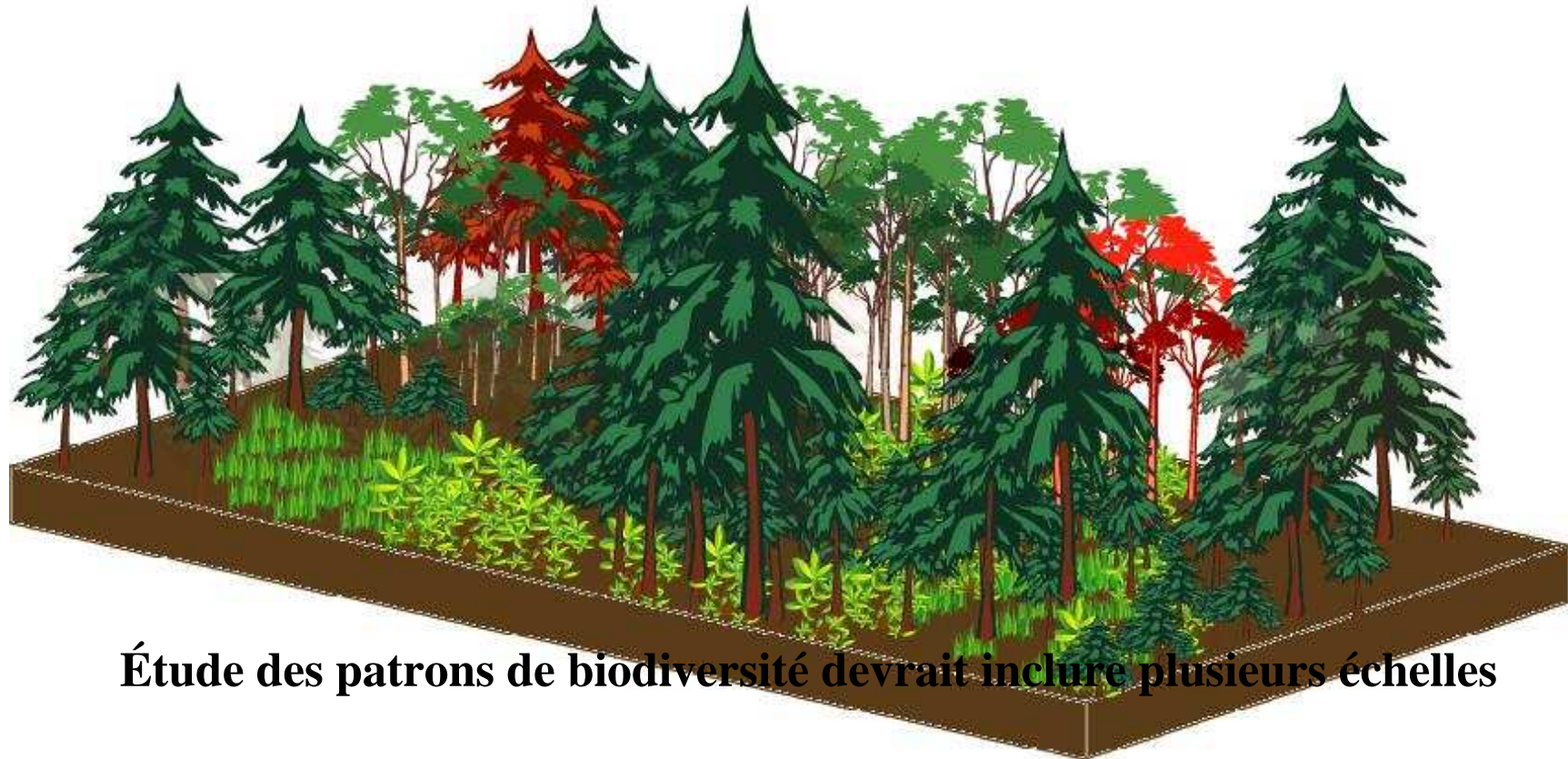
Le concept d'hétérogénéité de l'habitat



MacArthur et MacArthur, 1961; Downing 1991; Huston, 1994; Kuuluvainen 2001



Hétérogénéité influence les espèces à différentes échelles

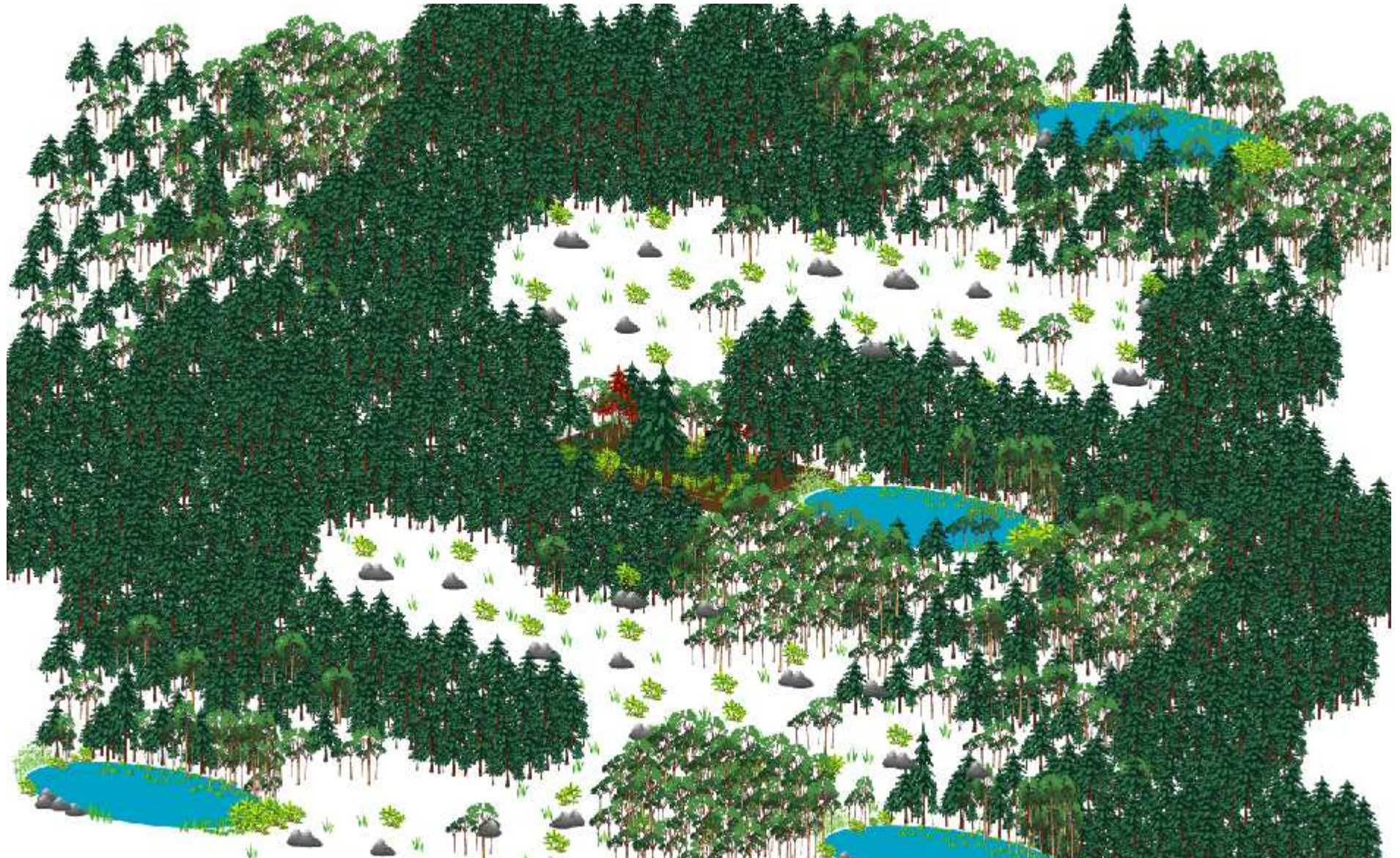


Étude des patrons de biodiversité devrait inclure plusieurs échelles

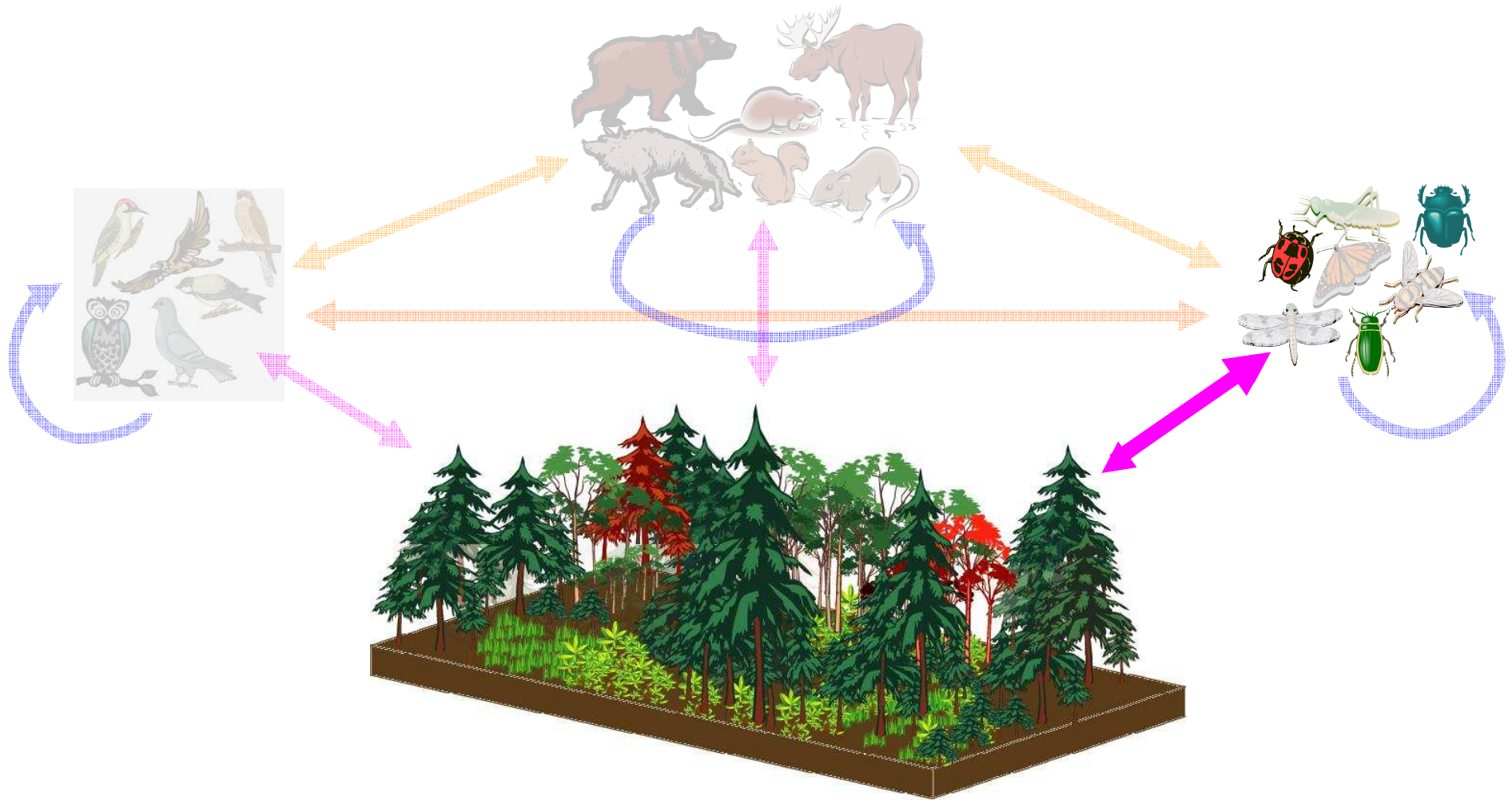
Wiens 1989; Niemelä 1990, 1997; McLaughlin et Roughgarden 1993; Roslin 1999; Hamer et Hill 2000;
Niemelä et al 1996; Salo 2000; Gros 2000; Moch, Magara et al; 2000; Rantak 2005



Le concept d'hétérogénéité de l'habitat



Introduction



Insectes = 80% de la diversité animale

Coléoptères groupe d'organismes:

- le mieux représenté en forêt
- le plus diversifié
- le mieux connu



Hétérogénéité de l'habitat peu documenté:

- les coléoptères
- les milieux naturels

Rares études ont montré une relation positive.

Zerm et al., 2001; Brose, 2003; Lacroix et al., 2004



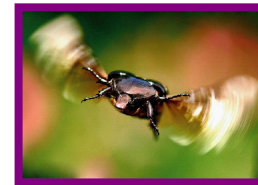
Comprendre l'influence de l'hétérogénéité de l'habitat, à plusieurs échelles, sur la richesse en espèces de coléoptères

- Existe-il un type d'hétérogénéité qui influence davantage la richesse ?
- A quelle échelle spatiale l'hétérogénéité influence-t-elle le plus la richesse en coléoptères?

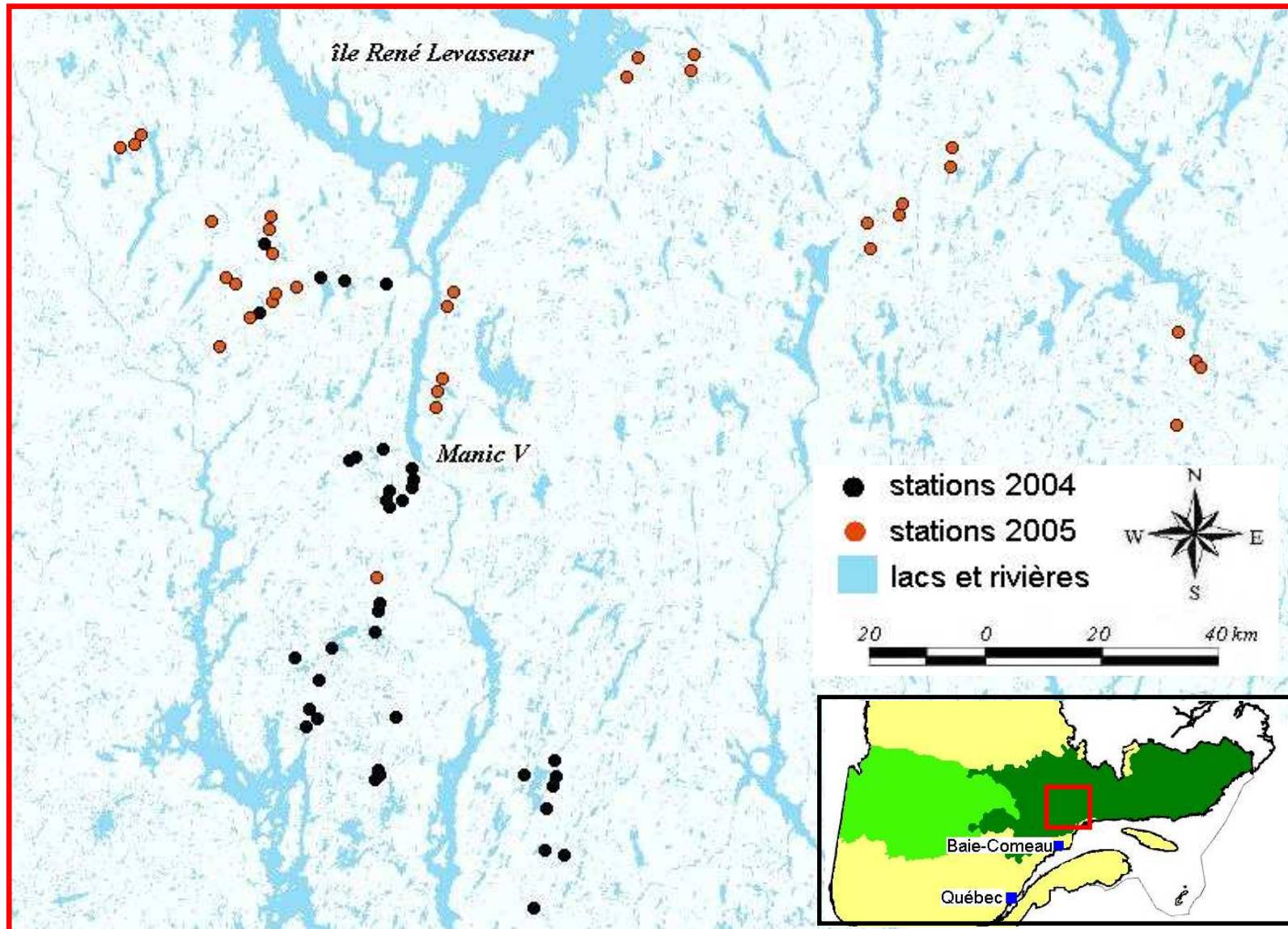
Richesse au sol



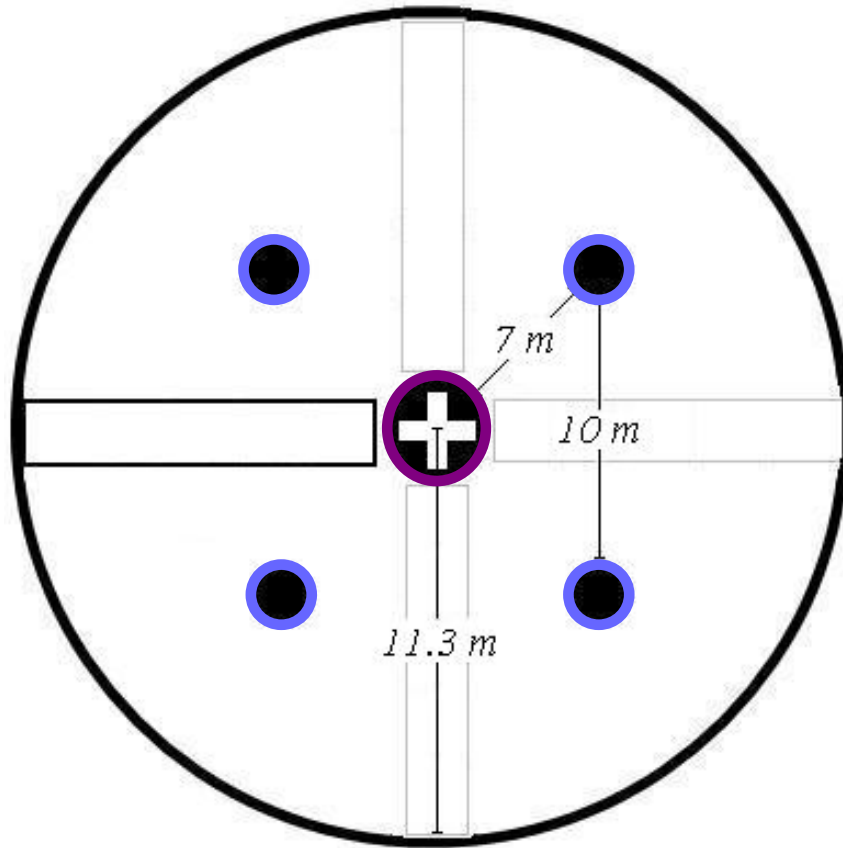
Richesse dans les airs

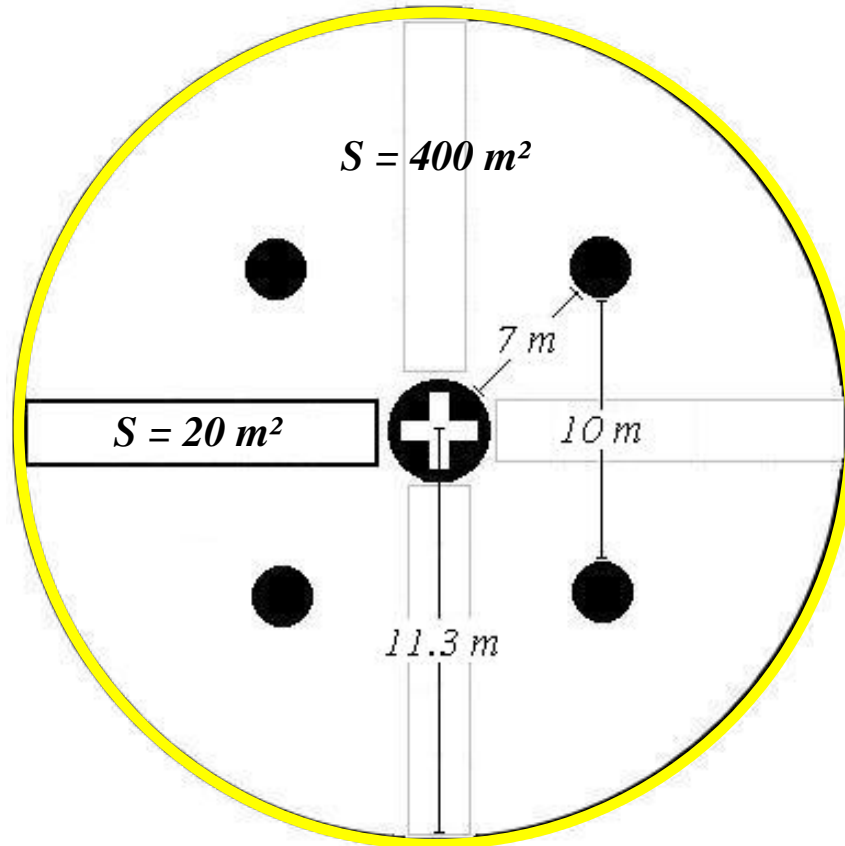


Méthodologie: dispositif expérimental



Méthodologie: dispositif expérimental





Attributs

- Tiges sur pied
- Gros débris ligneux au sol
- Gaules



Indices d'hétérogénéité structurale

- Des gaules et tiges sur pied
S = richesse classes de diamètres
- Des débris ligneux au sol
S = richesse classes de diamètres

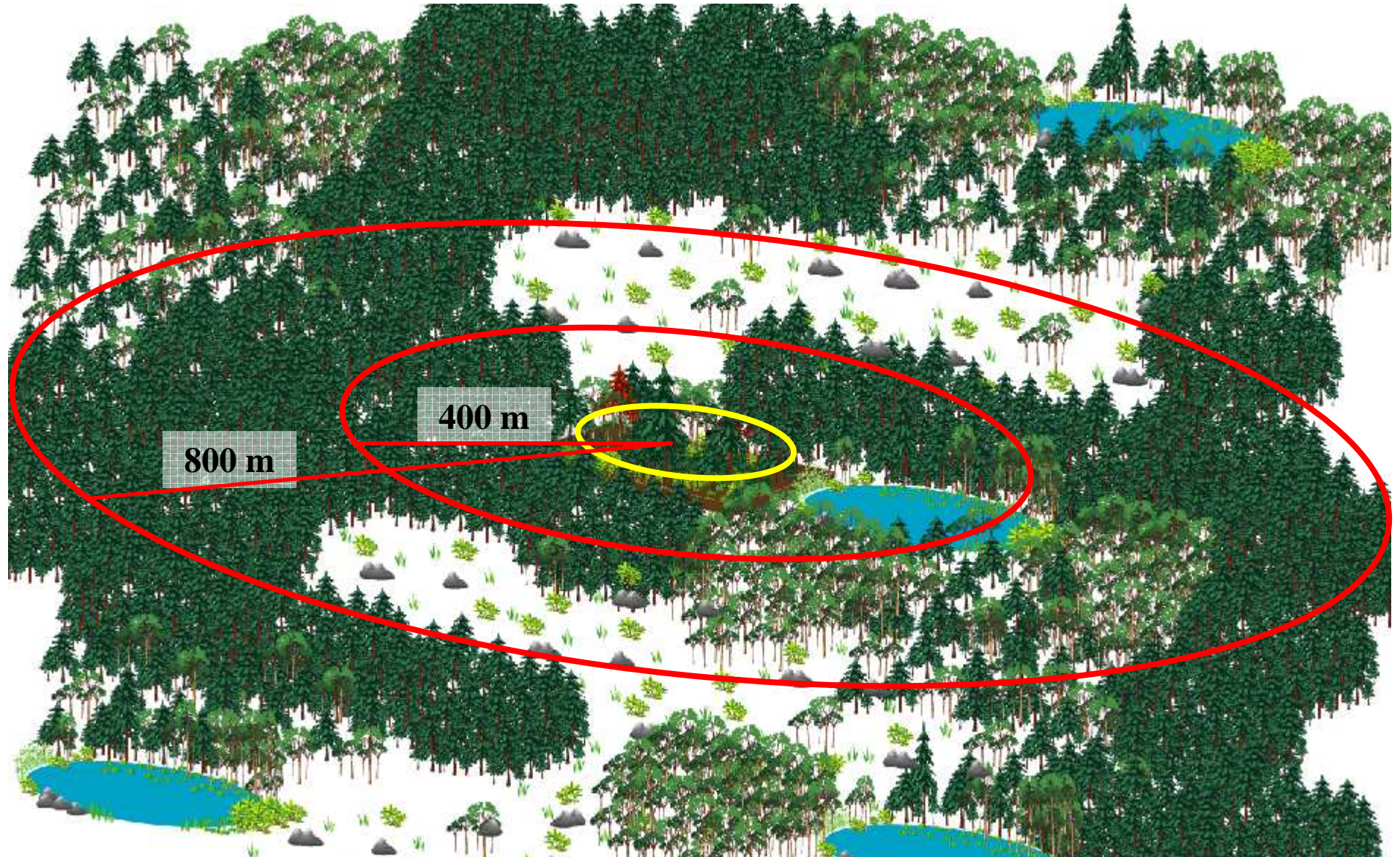
Indices d'hétérogénéité de composition

- Des gaules et tiges sur pied
S = richesse en essences
- Des débris ligneux au sol
S = richesse en essences

8 variables associées aux attributs dominants

	surface terrière sur pied		volume au sol
épinette noire	X	composition	X
sapin baumier	X		X
tiges: $9 \geq \text{DHP} \leq 16$ cm	X	structure	X
tiges: $\text{DHP} > 16$ cm	X		X





Échelles du paysage

Composition	Structure
<i>Classes de vieux peuplements forestiers</i>	
Pessières Sapinières Pessières à sapin Sapinières à épinette Pessières + autres spp. Sapinières + autres spp. Pinèdes + autres spp. Tremblaies + autres spp. Bétulaies + autres spp.	Jeunes équiens (densité ≤ 50 %) Jeunes équiens (densité > 50 %) Vieux équiens (densité ≤ 50 %) Vieux équiens (densité > 50 %) Jeunes inéquiens (densité ≤ 50 %) Jeunes inéquiens (densité > 50 %) Vieux inéquiens (densité ≤ 50 %) Vieux inéquiens (densité > 50 %) Étagés (densité ≤ 50 %) Étagés (densité > 50 %)
<i>Autres classes du paysage</i>	
Dénudés humides Dénudés secs Lacs et rivières Coupes Autres composantes	Végétation épars Lacs et rivières Coupes Autres composantes



Échelles du paysage et pour chacun des rayons :

- 2 indices d'hétérogénéité (par rayon)
- 6 variables associées aux attributs dominants (par rayon):

	superficie	
	400 m	800 m
Peuplements dominés par épinettes	X	X
Peuplements dominés par sapin	X	X
Peuplements équiens vieux	X	X
Peuplements inéquiens vieux	X	X
Lacs et rivières	X	X
Coupes (0-20 ans)	X	X

composition (green background)

structure (purple background)

composition & structure (orange background)



Variabes dépendantes

- richesse au sol = fosses (133 sp)
- richesse dans les airs = impact (251 sp)



Variabes indépendantes

- 8 indices d'hétérogénéité (4 peuplements + 4 paysages)
- 8 attributs de composition (4 peuplements + 4 paysages)
- 8 attributs de structure (4 peuplements + 4 paysages)
- 4 attributs de composition et de structure (4 paysages)
- latitude



Modèles de régression multiples

- distribution binomiale négative
- multicollinéarité contrôlée
- 61 modèles *a priori* :
 - 20 incluant des variables de composition
 - 19 incluant des variables de structure
 - 22 incluant des variables de composition et de structure
- sélection par critère d'information d'Akaike





Modèles candidats

	K	AIC _c	ΔAIC _c	w
latitude spstand firba	4	-4007.2	0.0	0.309
latitude spstand ststand firba mediumba	6	-4005.2	2.0	0.112
latitude spstand ststand spruceba mediumba composition ₄₀₀ structure ₄₀₀ sprucestand ₄₀₀ oldeven ₄₀₀ cut ₄₀₀	11	-4005.0	2.2	0.105
latitude spstand ststand spruceba mediumba	6	-4004.8	2.4	0.094
latitude spstand spruceba firba composition ₄₀₀ sprucestand ₄₀₀ firstand ₄₀₀ water ₄₀₀ cut ₄₀₀	10	-4004.3	2.9	0.073



Variable	Coefficients moyens
Hétérogénéité compositionnelle du peuplement	0.0872
Hétérogénéité structurale du peuplement	0.0501
Surface terrière du sapin baumier	0.0112
Superficie occupée par les coupes (400 m)	-0.0172
Superficie occupée par les coupes (800 m)	-0.0039





Modèles candidats

	K	AIC _c	ΔAIC _c	w
latitude spstand sstand firba mediumba composition ₄₀₀ structure ₄₀₀ firstand ₄₀₀ olduneven ₄₀₀ cut ₄₀₀	11	-9648.5	0.0	0.368
latitude spstand sstand stlog composition ₄₀₀ structure ₄₀₀	7	-9645.6	2.9	0.087
latitude spstand sstand spruceba mediumba composition ₄₀₀ structure ₄₀₀ sprucestand ₄₀₀ oldeven ₄₀₀ cut ₄₀₀	11	-9645.3	3.2	0.076
latitude stlog mediumvl structure ₄₀₀ oldeven ₄₀₀	6	-9645.1	3.4	0.069
latitude sstand mediumba mediumvl structure ₄₀₀ oldeven ₄₀₀ olduneven ₄₀₀	8	-9645.0	3.5	0.065



Variable	Coefficients moyens
Latitude	-2.30E-06
Hétérogénéité compositionnelle du peuplement	0.0675
Surface terrière des tiges de gros diamètres	0.0057
Volume des débris ligneux de diamètre moyen	0.0103
Hétérogénéité structurale du paysage (400 m)	-0.0661
Superficie des peuplements inéquiens vieux (400 m)	0.0068
Superficie occupée par les coupes (400 m)	0.0079
Hétérogénéité structurale du paysage (800 m)	-0.0342
Superficie occupée par les coupes (800 m)	0.0022



Comprendre l'influence de l'hétérogénéité de l'habitat, à plusieurs échelles, sur la richesse en espèces de coléoptères

- **Existe-il un type d'hétérogénéité qui influence davantage la richesse ?**
- A quelle échelle spatiale l'hétérogénéité influence-t-elle le plus la richesse en coléoptères?

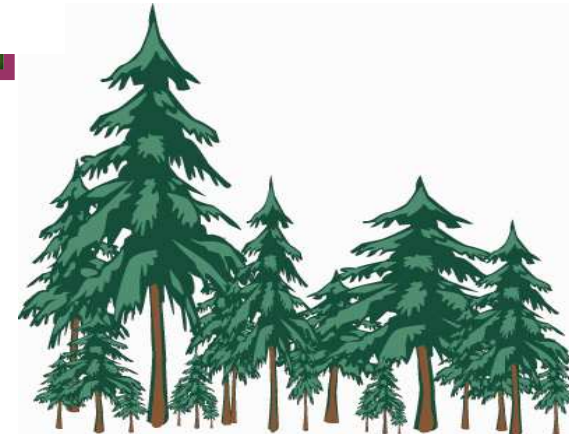
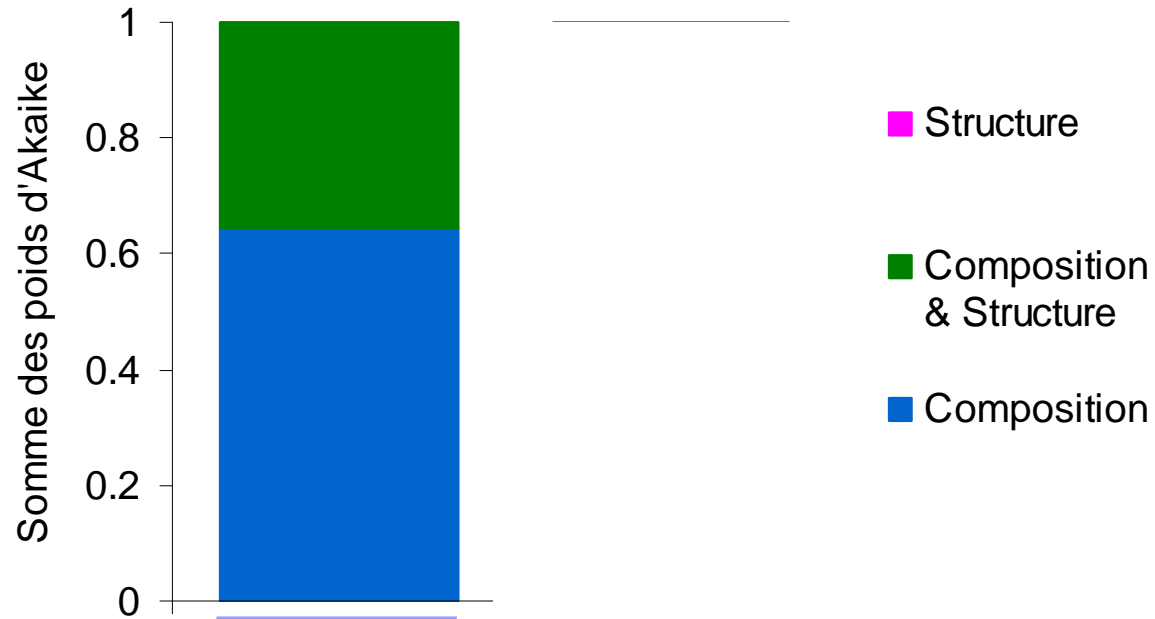


#	Var. dep.	Modèles	$\Delta AICc$	w
1	S_{fosse}	latitude spstand firba	0.0	0.309
2	S_{fosse}	latitude spstand ststand firba mediumba	2.0	0.112
3	S_{fosse}	latitude spstand ststand spruceba mediumba composition ₄₀₀ structure ₄₀₀ sprucestand ₄₀₀ oldeven ₄₀₀ cut ₄₀₀	2.2	0.105
4	S_{fosse}	latitude spstand ststand spruceba mediumba	2.4	0.094
5	S_{fosse}	latitude spstand spruceba firba composition ₄₀₀ sprucestand ₄₀₀ firstand ₄₀₀ water ₄₀₀ cut ₄₀₀	2.9	0.073
6	S_{fosse}	latitude spstand firba composition ₈₀₀ firstand ₈₀₀	3.0	0.069
7	S_{fosse}	latitude spstand firba composition ₄₀₀ firstand ₄₀₀	3.4	0.056
8	S_{fosse}	latitude spstand spruceba firba composition ₈₀₀ sprucestand ₈₀₀ firstand ₈₀₀	3.7	0.048
9	S_{fosse}	latitude spstand splog spruceba firba firvl	4.3	0.035
10	S_{fosse}	latitude spstand spruceba firba composition ₄₀₀ sprucestand ₄₀₀ firstand ₄₀₀	4.8	0.028
11	S_{fosse}	latitude spstand ststand spruceba mediumba composition ₈₀₀ structure ₈₀₀ sprucestand ₈₀₀ oldeven ₈₀₀ cut ₈₀₀	5.6	0.019
12	S_{fosse}	latitude spstand ststand firba mediumba composition ₄₀₀ structure ₄₀₀ firstand ₄₀₀ olduneven ₄₀₀ cut ₄₀₀	5.9	0.016
13	S_{fosse}	latitude spstand spruceba firba composition ₈₀₀ sprucestand ₈₀₀ firstand ₈₀₀ water ₈₀₀ cut ₈₀₀	6.6	0.011
14	S_{fosse}	latitude spruceba firba firvl sprucestand ₄₀₀ firstand ₄₀₀ water ₄₀₀ cut ₄₀₀	7.2	0.009
15	S_{fosse}	latitude spruceba firba firvl	8.1	0.005
16	S_{fosse}	latitude spstand ststand firba mediumba composition ₈₀₀ structure ₈₀₀ firstand ₈₀₀ olduneven ₈₀₀ cut ₈₀₀	8.5	0.004
17	S_{fosse}	latitude spruceba firba firvl sprucestand ₈₀₀ firstand ₈₀₀ water ₈₀₀ cut ₈₀₀	10.5	0.002
18	S_{fosse}	latitude spruceba firba firvl prucestand ₈₀₀ firstand ₈₀₀	10.6	0.002
19	S_{fosse}	latitude spstand ststand	11.1	0.001
20	S_{fosse}	latitude spruceba firba firvl sprucestand ₄₀₀ firstand ₄₀₀	12.4	0.001
...				
57	S_{fosse}	latitude spstand ststand stlog	13.4	0.000
58	S_{fosse}	latitude spstand ststand splog	13.5	0.000
59	S_{fosse}	latitude ststand mediumba	14.8	0.000
60	S_{fosse}	latitude spstand ststand composition ₈₀₀ structure ₈₀₀	15.1	0.000
61	S_{fosse}	latitude ststand stlog	15.6	0.000

Burnham et Anderson, 2004



Hétérogénéité structurale vs compositionnelle



Comprendre l'influence de l'hétérogénéité de l'habitat, à plusieurs échelles, sur la richesse en espèces de coléoptères

- Existe-il un type d'hétérogénéité qui influence davantage la richesse ?
- **A quelle échelle spatiale l'hétérogénéité influence-t-elle le plus la richesse en coléoptères?**



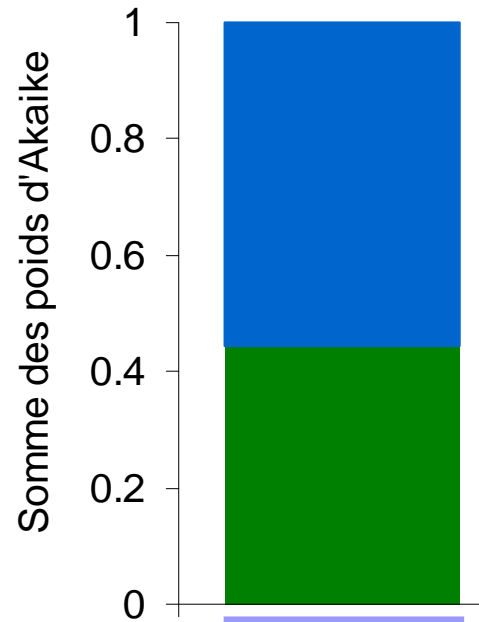
Échelle du peuplement vs du paysage

#	Var. dep.	Modèles	$\Delta AICc$	w
1	S_{fosse}	latitude spstand firba	0.0	0.309
2	S_{fosse}	latitude spstand ststand firba mediumba	2.0	0.112
3	S_{fosse}	latitude spstand ststand spruceba mediumba composition ₄₀₀ structure ₄₀₀ sprucestand ₄₀₀ oldeven ₄₀₀ cut ₄₀₀	2.2	0.105
4	S_{fosse}	latitude spstand ststand spruceba mediumba	2.4	0.094
5	S_{fosse}	latitude spstand spruceba firba composition ₄₀₀ sprucestand ₄₀₀ firstand ₄₀₀ water ₄₀₀ cut ₄₀₀	2.9	0.073
6	S_{fosse}	latitude spstand firba composition ₈₀₀ firstand ₈₀₀	3.0	0.069
7	S_{fosse}	latitude spstand firba composition ₄₀₀ firstand ₄₀₀	3.4	0.056
8	S_{fosse}	latitude spstand spruceba firba composition ₈₀₀ sprucestand ₈₀₀ firstand ₈₀₀	3.7	0.048
9	S_{fosse}	latitude spstand splog spruceba firba firvl	4.3	0.035
...				
52	S_{fosse}	latitude splog firvl	26.5	0.000
53	S_{fosse}	latitude mediumba largeba mediumvl oldeven ₄₀₀ olduneven ₄₀₀	26.7	0.000
54	S_{fosse}	latitude composition ₈₀₀ structure ₈₀₀ firstand ₈₀₀ olduneven ₈₀₀ cut ₈₀₀	27.5	0.000
55	S_{fosse}	latitude mediumba largeba mediumvl oldeven ₈₀₀ olduneven ₈₀₀	27.6	0.000
56	S_{fosse}	latitude composition ₄₀₀ structure ₄₀₀ firstand ₄₀₀ olduneven ₄₀₀ cut ₄₀₀	28.0	0.000
57	S_{fosse}	latitude stlog mediumvl	29.2	0.000
58	S_{fosse}	latitude composition ₈₀₀ structure ₈₀₀ sprucestand ₈₀₀ oldeven ₈₀₀ cut ₈₀₀	30.3	0.000
59	S_{fosse}	latitude stlog mediumvl structure ₄₀₀ oldeven ₄₀₀	30.9	0.000
60	S_{fosse}	latitude composition ₄₀₀ structure ₄₀₀	31.7	0.000
61	S_{fosse}	latitude composition ₈₀₀ structure ₈₀₀	32.6	0.000

Burnham et Anderson, 2004



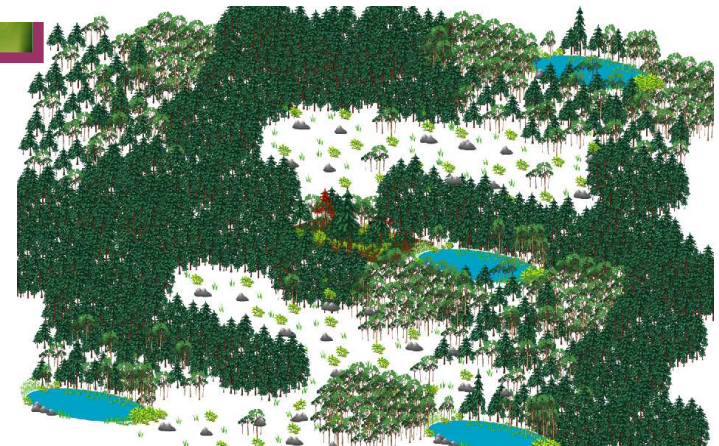
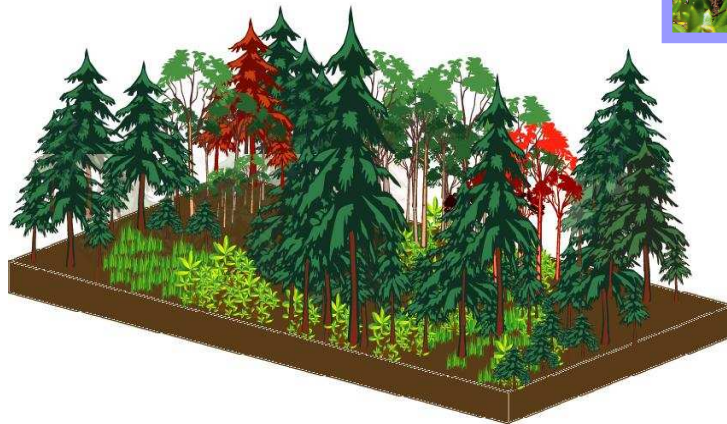
Hétérogénéité structurale vs compositionnelle



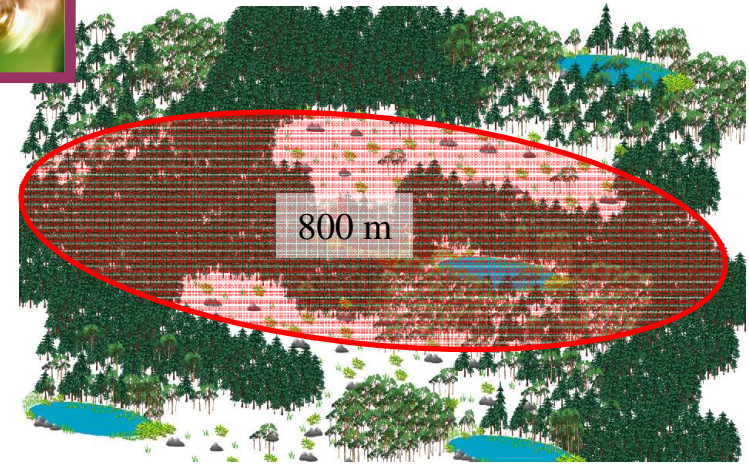
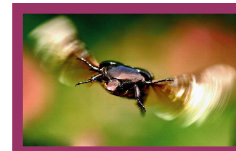
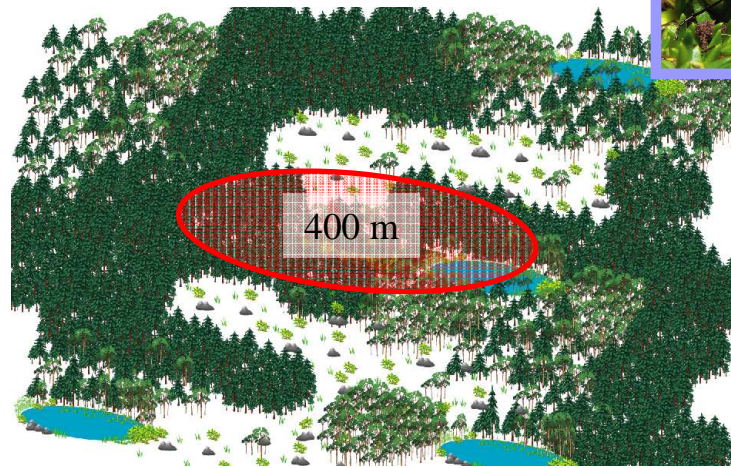
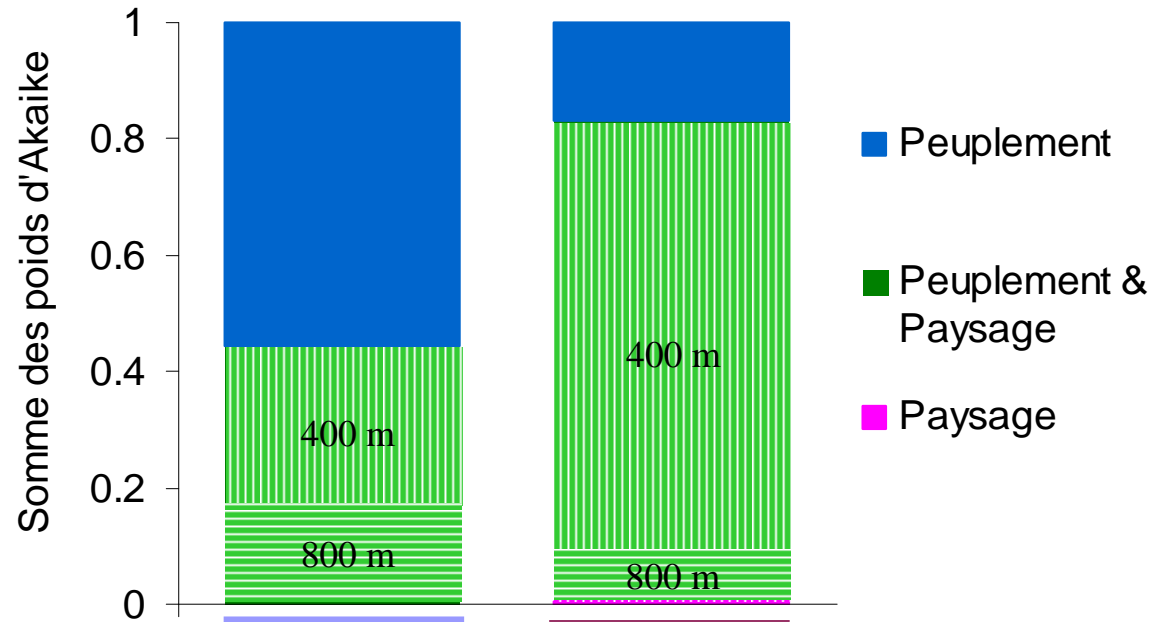
■ Peuplement

■ Peuplement & Paysage

■ Paysage



Échelle du peuplement vs du paysage



- 1) Selon le groupe étudié, la richesse spécifique est \pm **influencée** par les attributs de structure mais toujours **par les attributs de composition**
- 2) Les attributs du paysage (rayon de **400 m** autour des peuplements) influence la richesse spécifique des coléoptères, surtout les espèces se déplaçant par le vol
- 3) Le sapin baumier jouerait un rôle particulièrement important comme générateur d'hétérogénéité

L'aménagement forestier devrait considérer que la CPRS a des impacts jusqu'à une distance de 400 m à l'intérieur des peuplements résiduels, même pour des animaux aussi petits que les insectes



BRUGEROLLE Sophie, DUBUC Yves, ETCHEVERRY Pierre,
GERMAIN Carole, HODSON James, LEMAITRE Jérôme, MARQUIS
Valérie, PELLETIER George, PLANTE Isabelle, ROY Émilie...
et sûrement d'autres.

Photos coléoptères: www.koleopterologie.de

