



**EFFETS DE LA CONFIGURATION DE LA FORÊT RÉSIDUELLE
SUR LA FAUNE AVIAIRE ASSOCIÉE À LA FORÊT ÂGÉE,
EN FORÊT BORÉALE AMÉNAGÉE
AU NORD DU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN**

Geneviève Potvin

Étudiante à la maîtrise

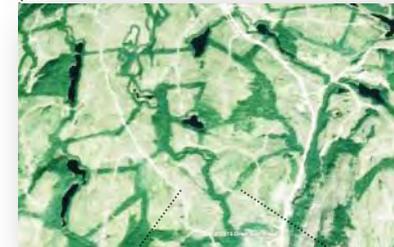
**sous la direction de Pierre Drapeau (UQAM)
et Louis Imbeau (UQAT)**

**8e colloque du Centre d'Étude de la Forêt
30 Avril 2014**

FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

✈ Fragmentation de la forêt par les agglomérations de coupes

- Diminution de la forêt âgée (Bergeron et al. 1999; Cyr et al. 2009)
- Raréfaction des massifs forestiers (Perron 2003; Lee 2007)
- Homogénéisation de la structure du paysage (Perron 2003; Perron et al. 2008)



FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✦ Fragmentation de la forêt par les agglomérations de coupes

Règlements et normes d'interventions dans les forêts du domaine public (RNI) 1996

coupes: 150ha

séparateurs linéaires: 60-100m

bandes riveraines: 20m



FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

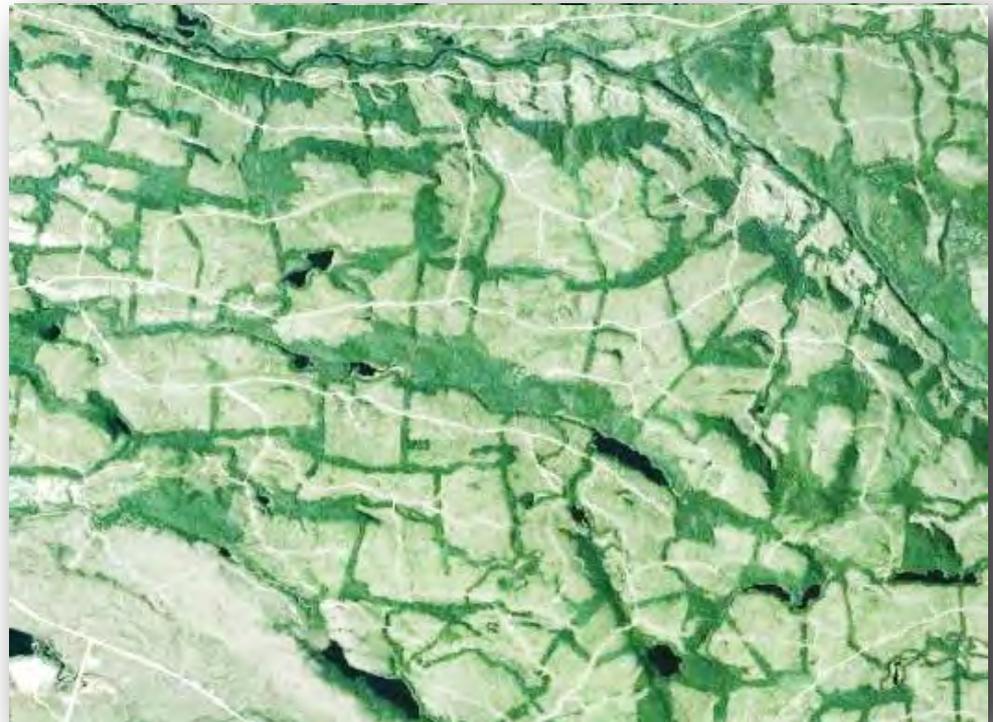
- ✦ Fragmentation de la forêt par les agglomérations de coupes

Règlements et normes d'interventions dans les forêts du domaine public (RNI) 1996

coupes: 150ha

séparateurs linéaires: 60-100m

bandes riveraines: 20m

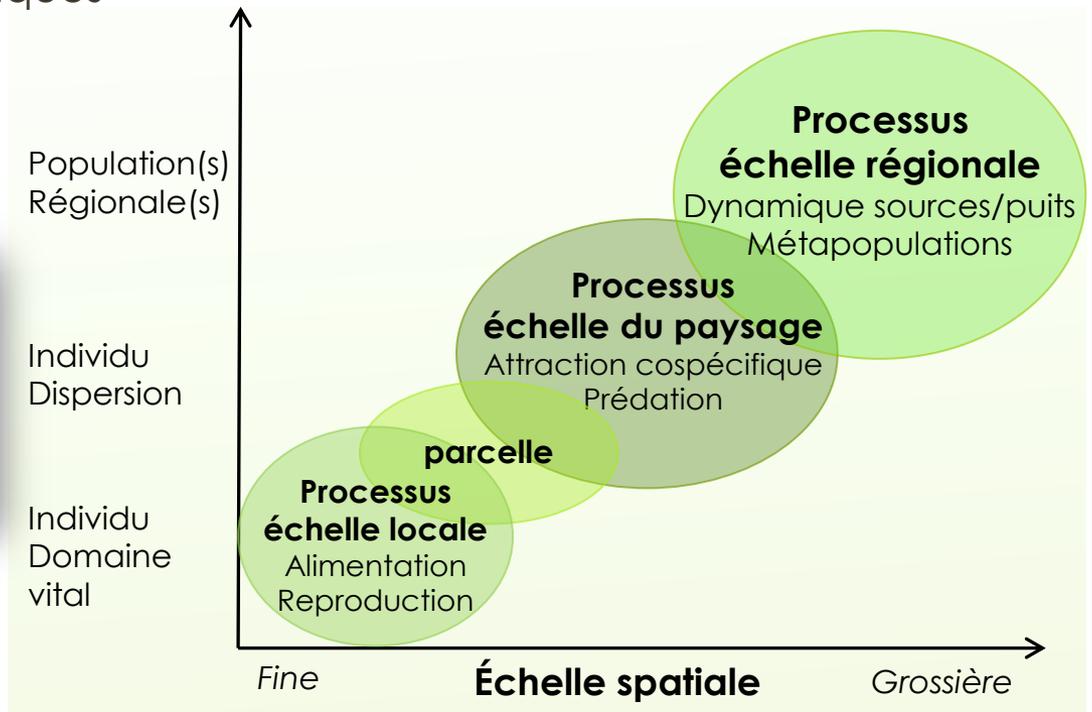
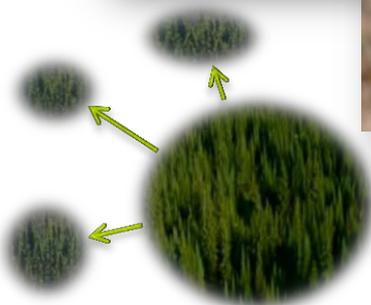


FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✦ Effets de la configuration de la forêt résiduelle sur les oiseaux associés aux forêts âgées
 - Occupation de l'habitat

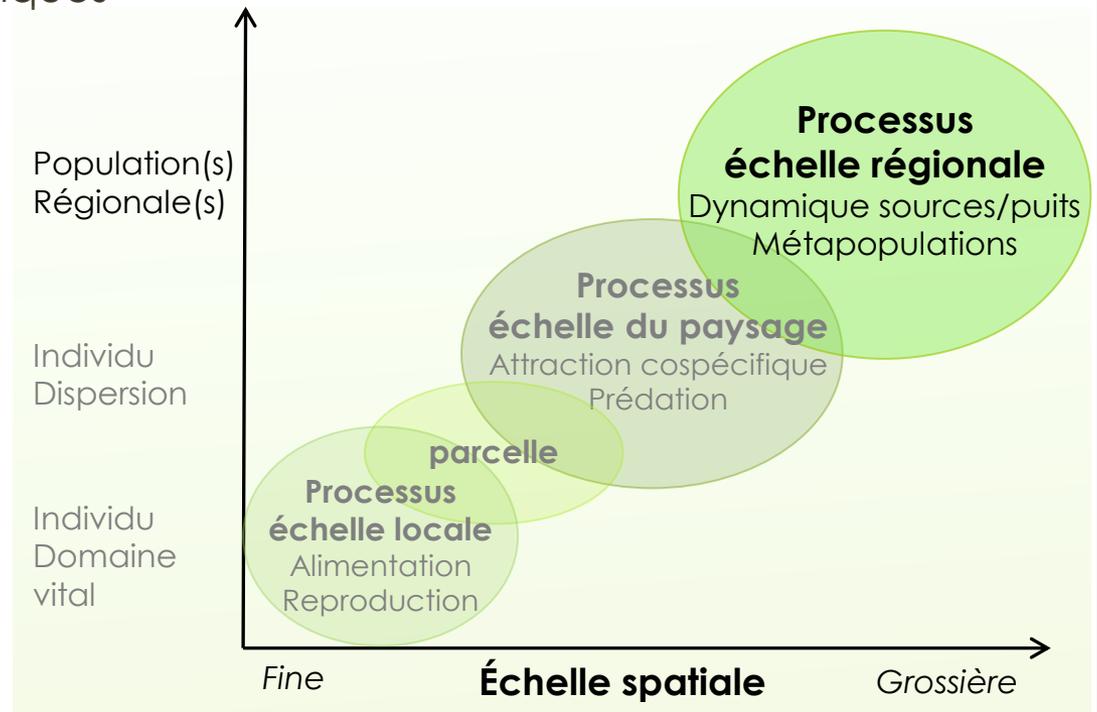
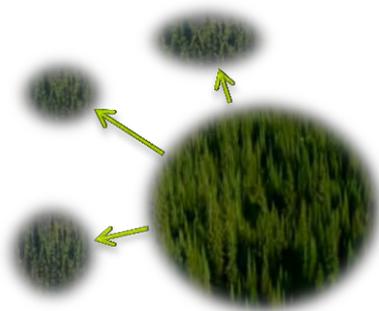
FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✦ Effets de la configuration de la forêt résiduelle sur les oiseaux associés aux forêts âgées
 - Occupation de l'habitat
 - Processus hiérarchiques



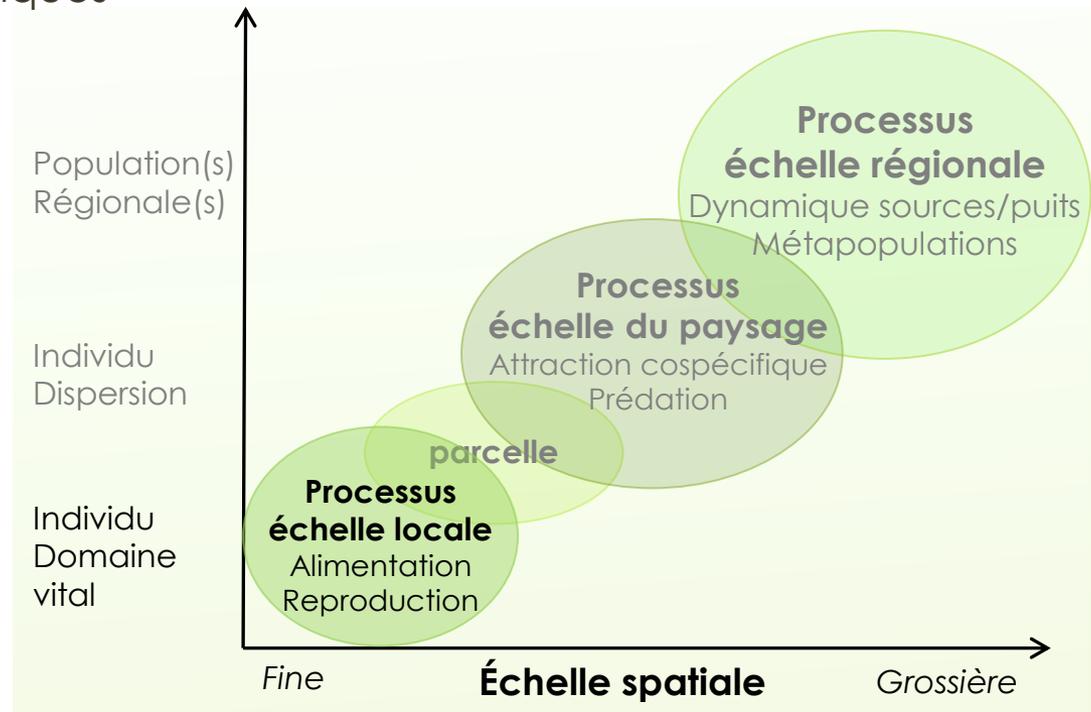
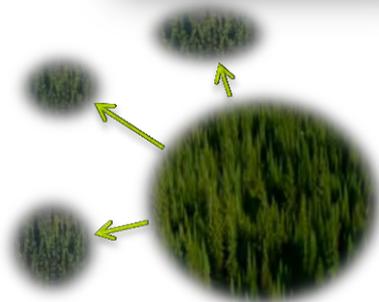
FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✦ Effets de la configuration de la forêt résiduelle sur les oiseaux associés aux forêts âgées
 - Occupation de l'habitat
 - Processus hiérarchiques



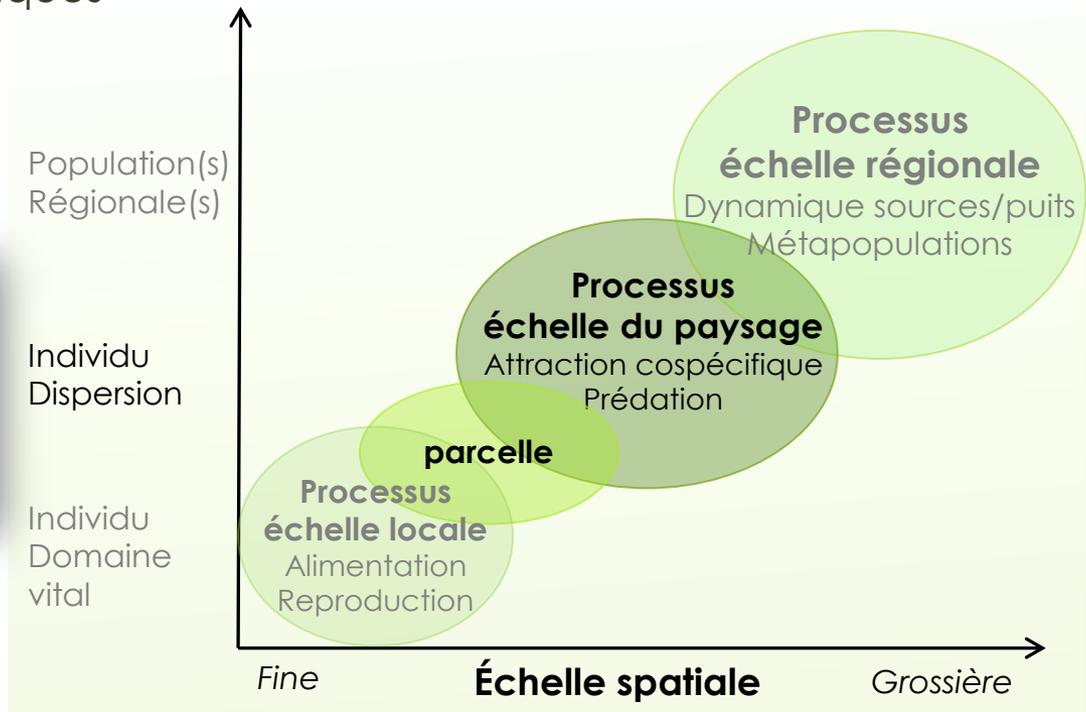
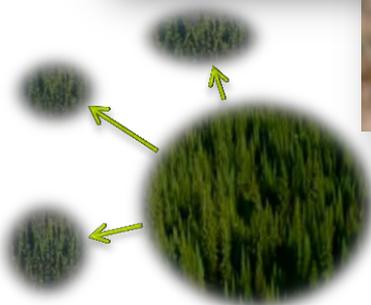
FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✦ Effets de la configuration de la forêt résiduelle sur les oiseaux associés aux forêts âgées
 - Occupation de l'habitat
 - Processus hiérarchiques



FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✦ Effets de la configuration de la forêt résiduelle sur les oiseaux associés aux forêts âgées
 - Occupation de l'habitat
 - Processus hiérarchiques



✦ Évaluer les effets

- de la **distance** entre les habitats forestiers résiduels et les massifs forestiers
- de la **forme** des parcelles de forêt résiduelle

↳ **sur un groupe focal de 8 espèces d'oiseaux associés aux forêts âgées**



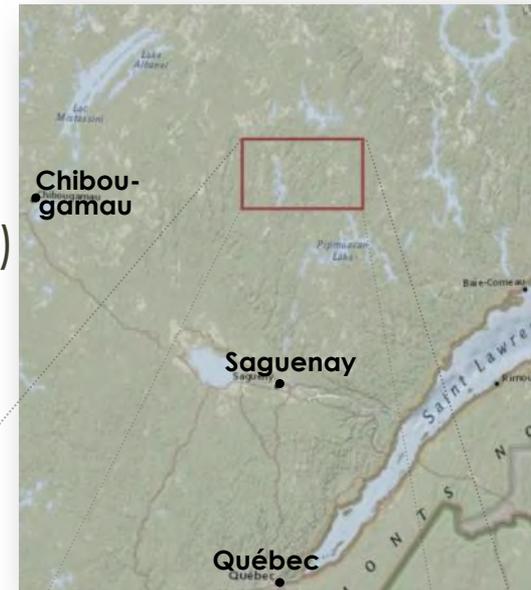
✦ Plan d'échantillonnage

- 193 sites au nord du Saguenay-Lac-Saint-Jean (été 2011-2012)
- Gradient de distances aux massifs (0-15km) et forme des habitats forestiers résiduels

✦ 2 méthodes d'échantillonnage

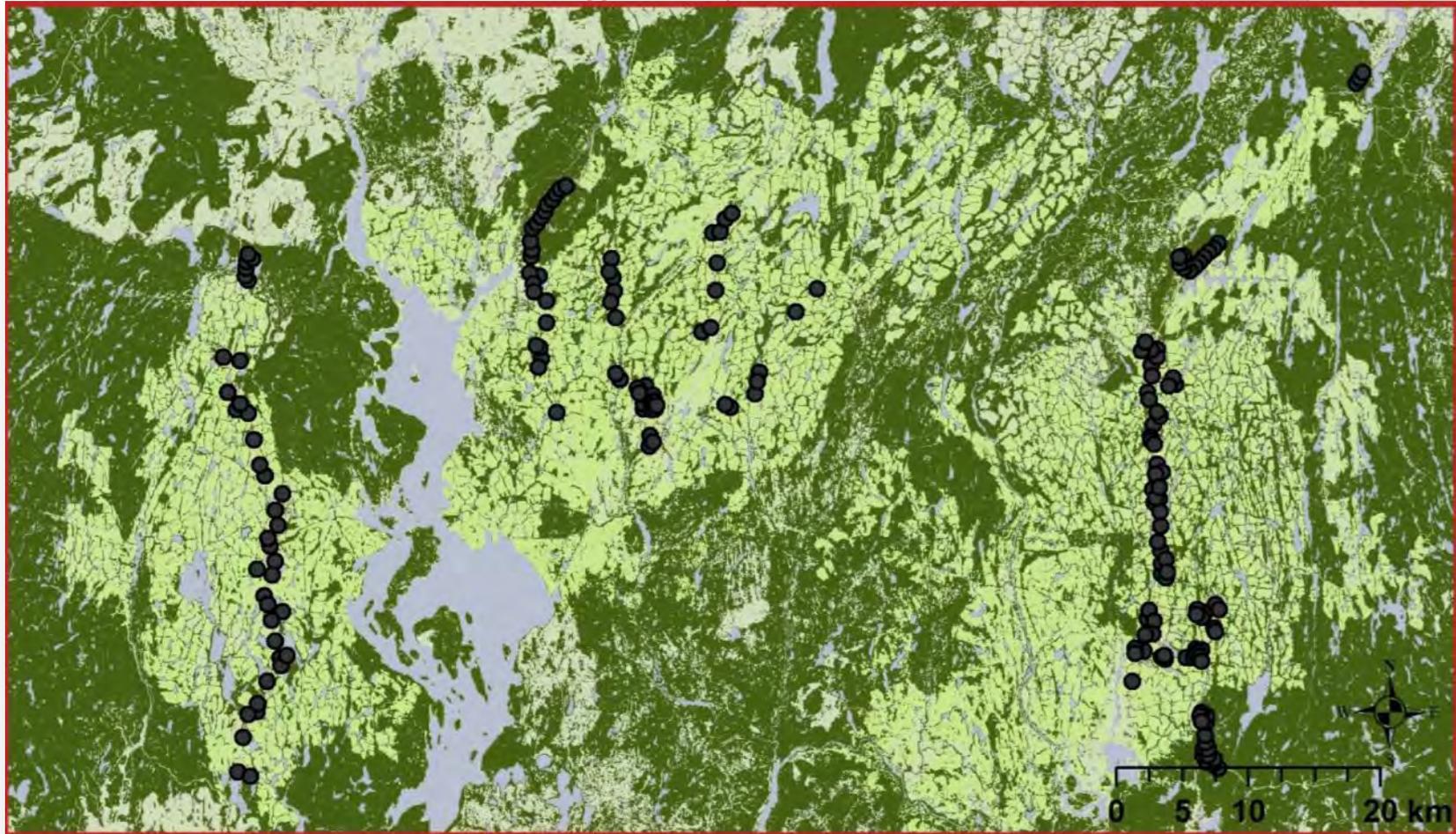
- Points d'écoute
- Repasse de chants

✦ Inventaire de végétation



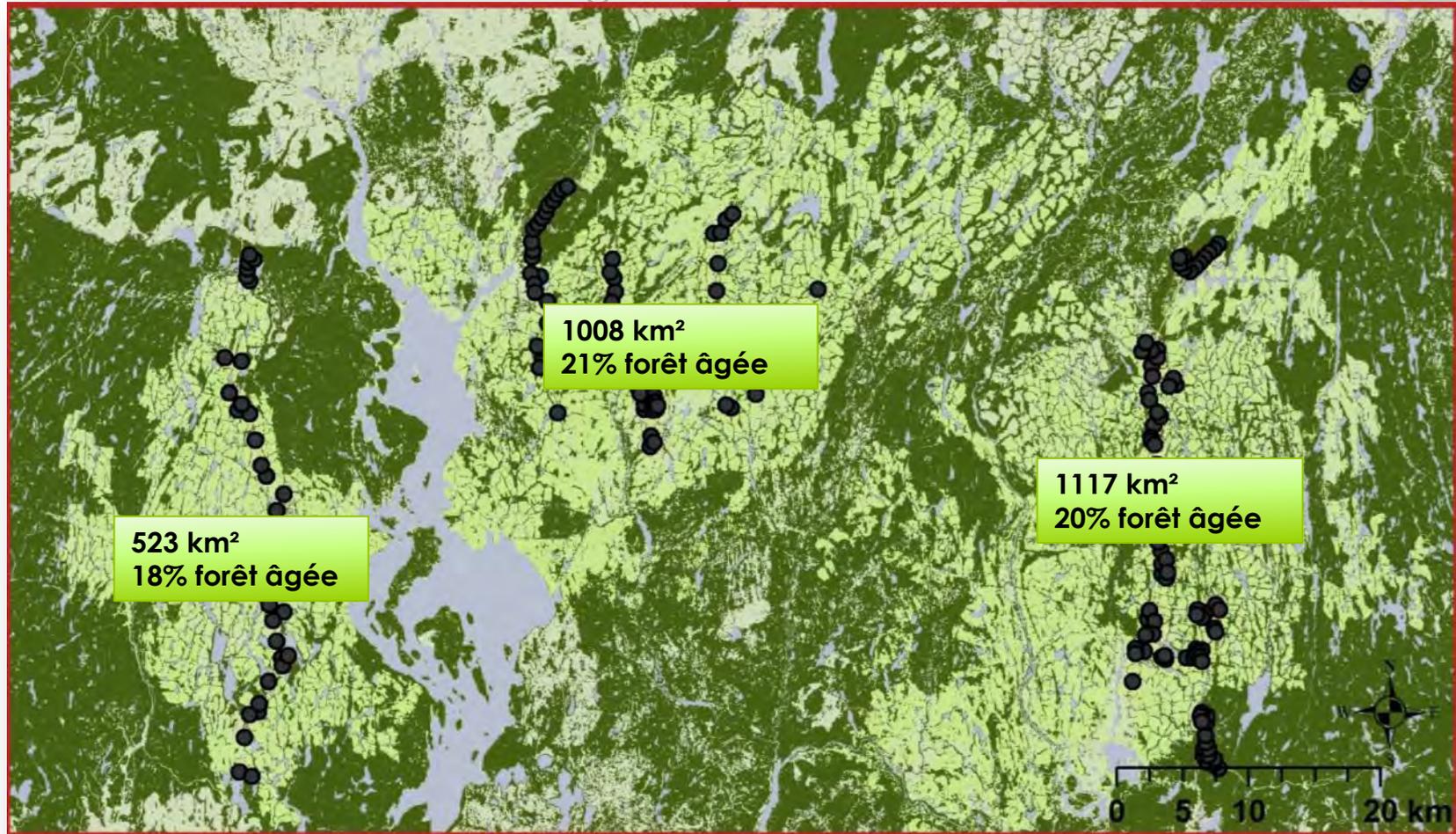
✦ Plan d'échantillonnage

- 193 sites au nord du Saguenay-Lac-Saint-



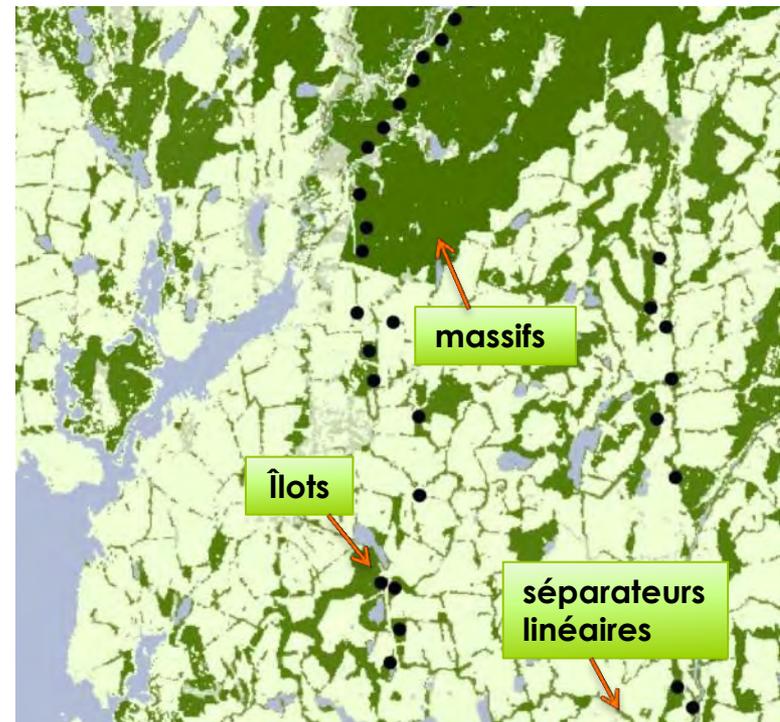
Plan d'échantillonnage

- 193 sites au nord du Saguenay-Lac-Saint-



VARIABLES MESURÉES

- ✦ Données géospatiales
 - ✦ Forme: variable binaire
 - ✦ Superficie forêt âgée paysage (500m et 1km)
 - ✦ Distance massifs euclidienne et effective
(Desrochers et al. 2011)



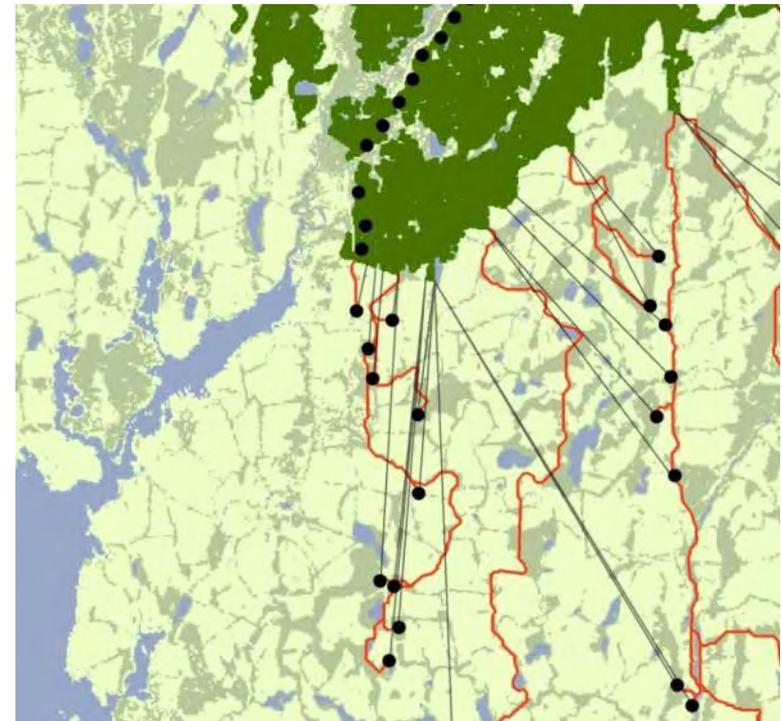
VARIABLES MESURÉES

- ✦ Données géospatiales
 - ✦ Forme: variable binaire
 - ✦ Superficie forêt âgée paysage (500m et 1km)
 - ✦ Distance massifs euclidienne et effective
(Desrochers et al. 2011)



VARIABLES MESURÉES

- ✦ Données géospatiales
 - ✦ Forme: variable binaire
 - ✦ Superficie forêt âgée paysage (500m et 1km)
 - ✦ Distance massifs euclidienne et effective
(Desrochers et al. 2011)



ANALYSES STATISTIQUES

- ✦ Richesse spécifique du groupe focal
 - Modèles linéaires mixtes généralisés
- ✦ Espèces du groupe focal
 - Modèles estimant la probabilité d'occupation des sites en tenant compte de la probabilité de détection des espèces (MacKenzie et al. 2002; MacKenzie et al. 2006)



Sélection de modèles et inférence multi-modèles
(avec calcul de l'intervalle de confiance (95%))

✦ Évaluer les effets

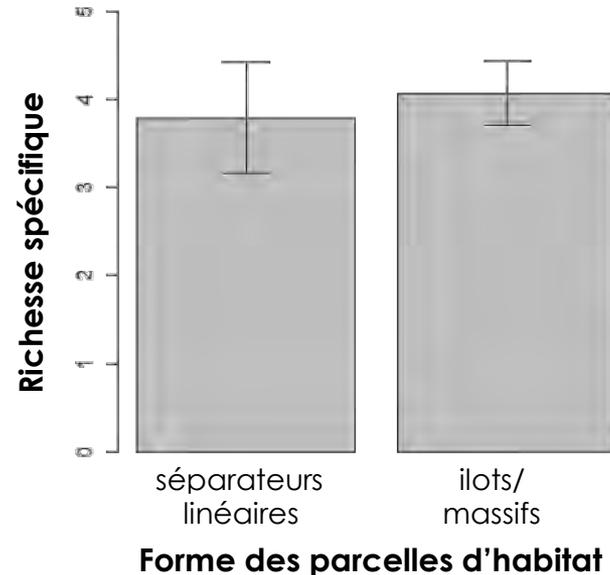
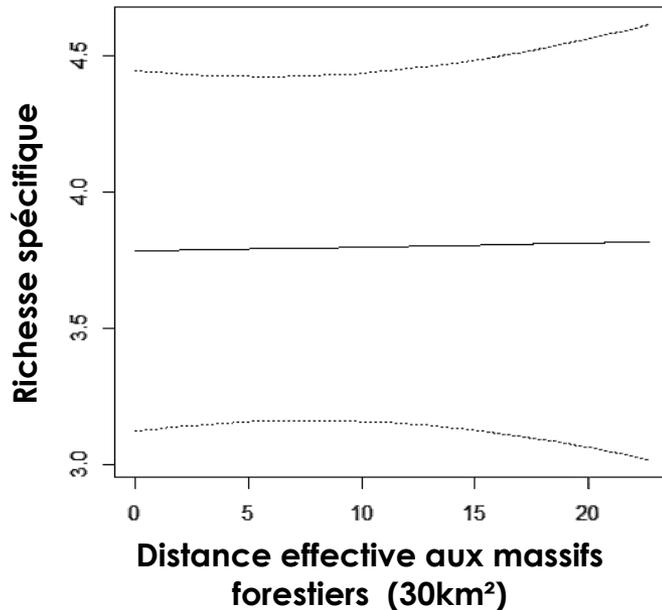
- de la **distance** entre les habitats forestiers résiduels et les massifs forestiers
- de la **forme** des parcelles de forêt résiduelle

↳ **sur un groupe focal de 8 espèces d'oiseaux associés aux forêts âgées**

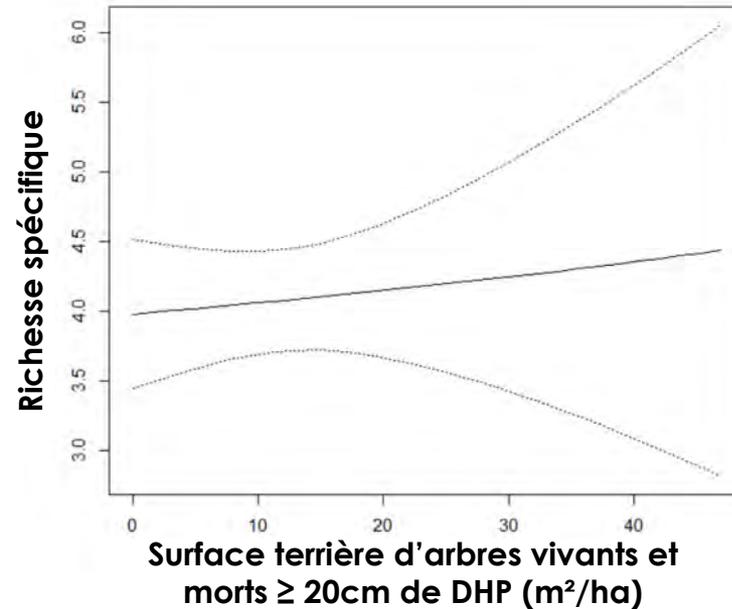
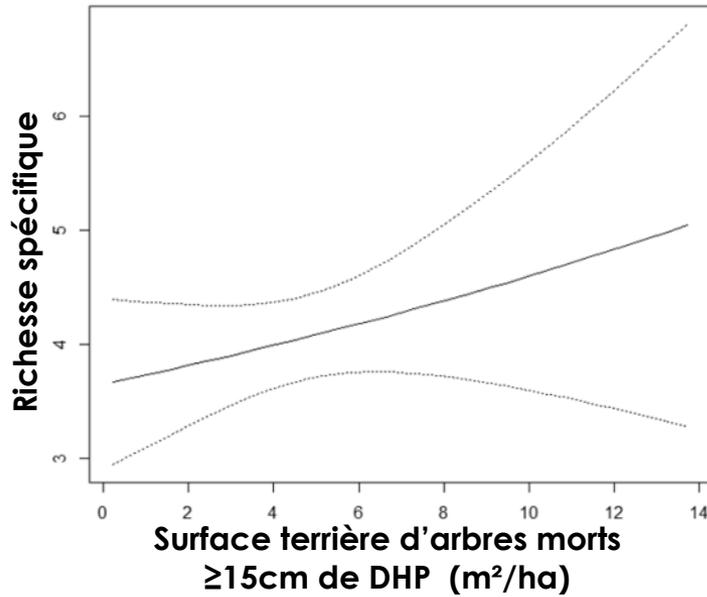


✦ Évaluer les effets

- de la **distance** entre les habitats forestiers résiduels et les massifs forestiers
- de la **forme** des parcelles de forêt résiduelle

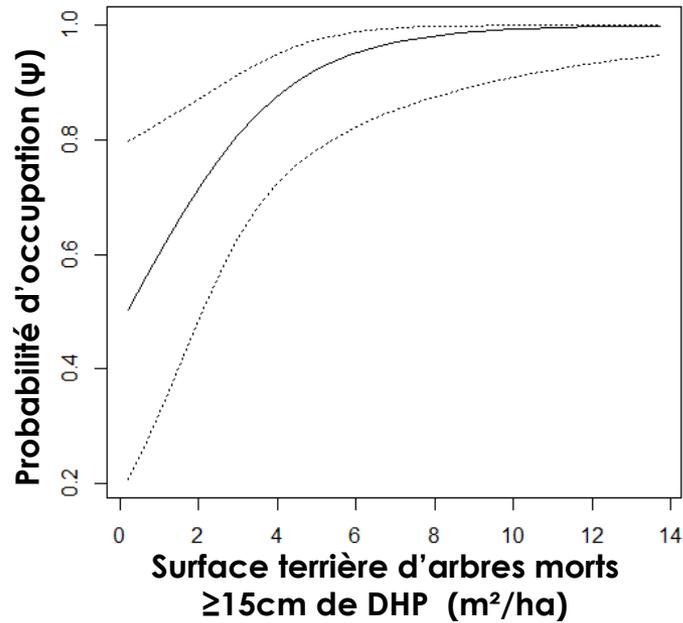


RICHESSE SPÉCIFIQUE DU GROUPE FOCAL

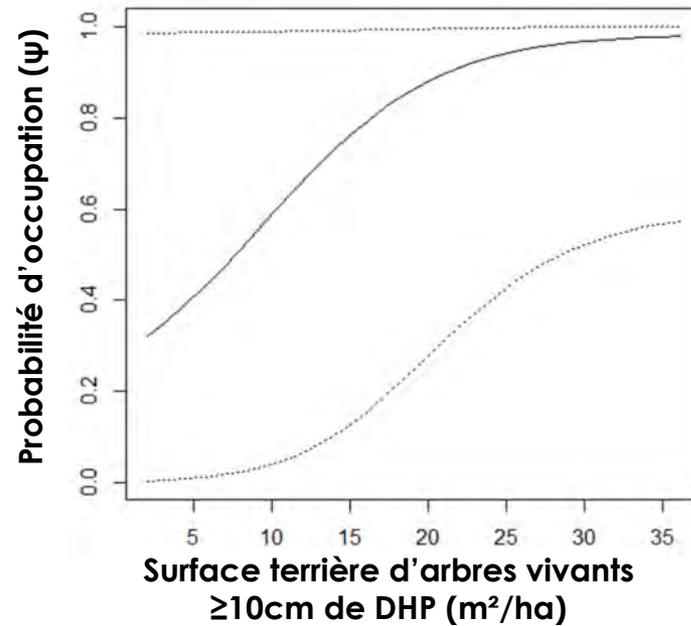


ESPÈCES DU GROUPE FOCAL

Grive à dos olive

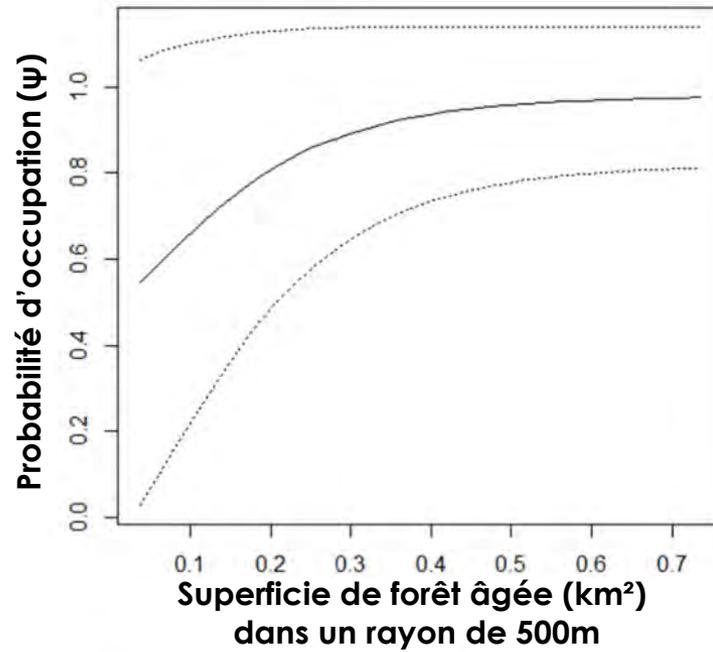


Roitelet à couronne dorée



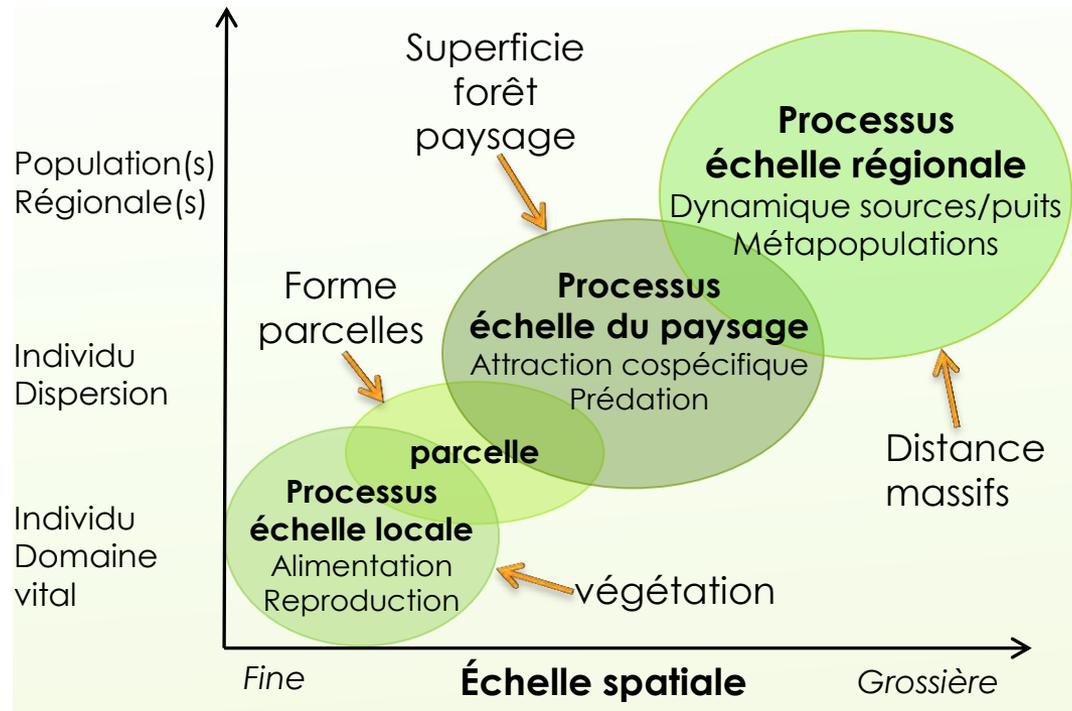
ESPÈCES DU GROUPE FOCAL

Grimpereau brun



OCCUPATION DE L'HABITAT : PROCESSUS HIÉRARCHIQUES

- ✦ Échelles parcelle et régionale
- ✦ Échelle locale
 - espèces spécialistes d'attributs de l'habitat
- ✦ Échelle du paysage
 - Grimpereau brun
- ✦ Occupation de l'habitat
 - Processus impliqués?



OCCUPATION DE L'HABITAT : PROCESSUS HIÉRARCHIQUES

✦ Échelles parcelle et régionale

✦ Échelle locale

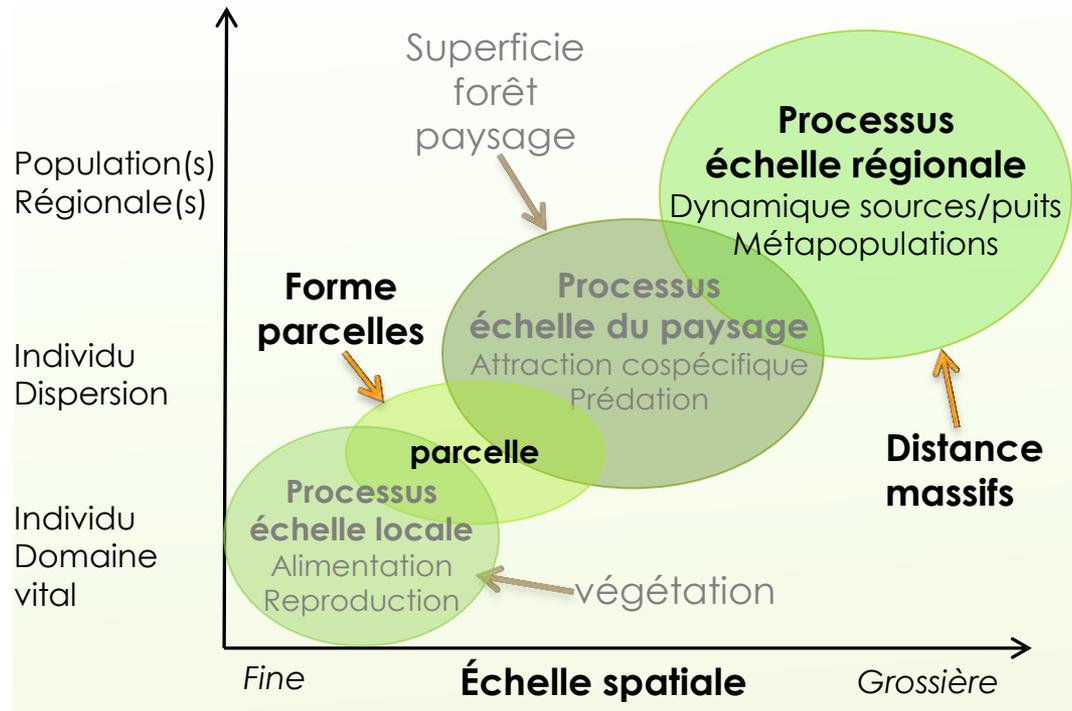
- espèces spécialistes d'attributs de l'habitat

✦ Échelle du paysage

- Grimpereau brun

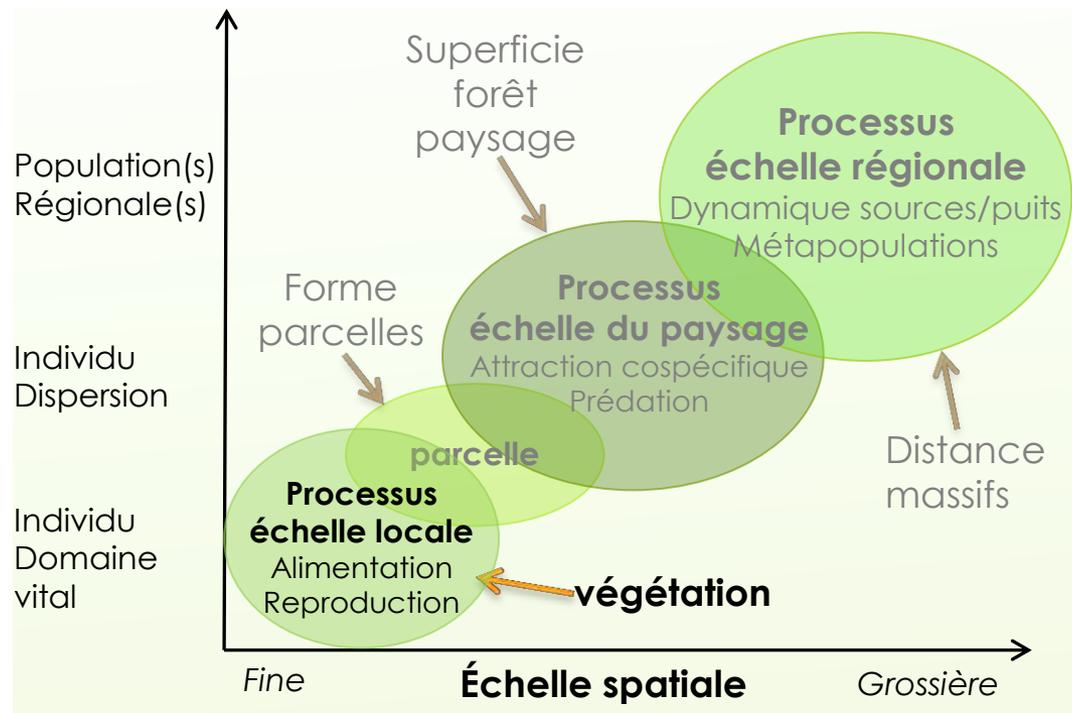
✦ Occupation de l'habitat

- Processus impliqués?



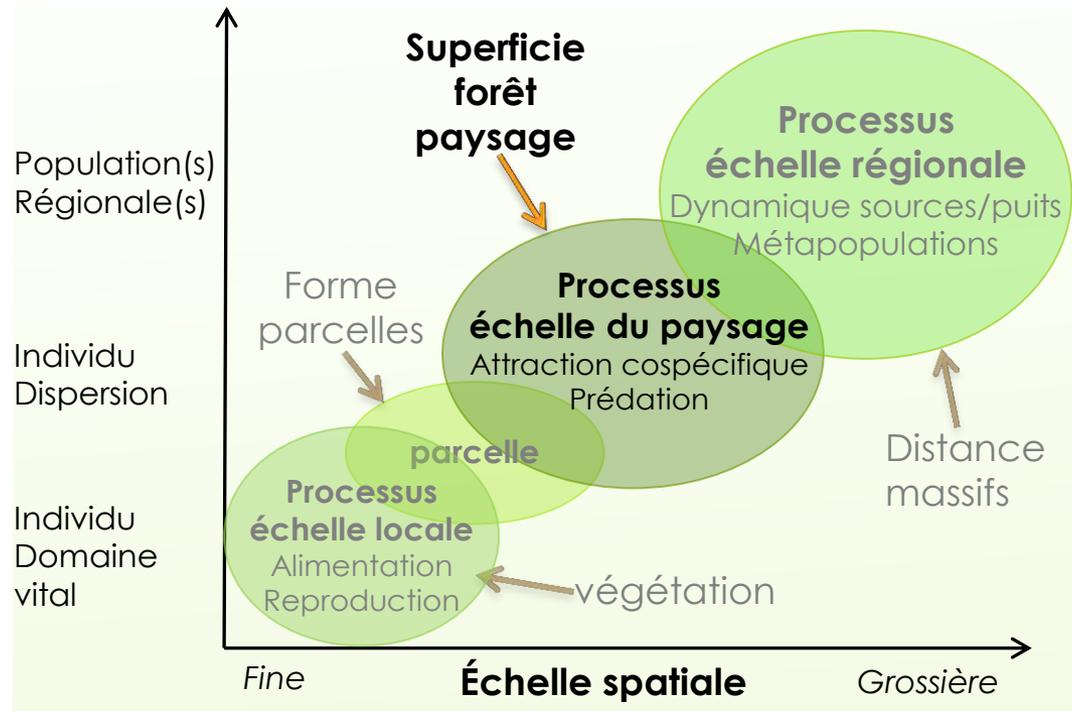
OCCUPATION DE L'HABITAT : PROCESSUS HIÉRARCHIQUES

- ✦ Échelles parcelle et régionale
- ✦ Échelle locale
 - espèces spécialistes d'attributs de l'habitat
- ✦ Échelle du paysage
 - Grimpereau brun
- ✦ Occupation de l'habitat
 - Processus impliqués?

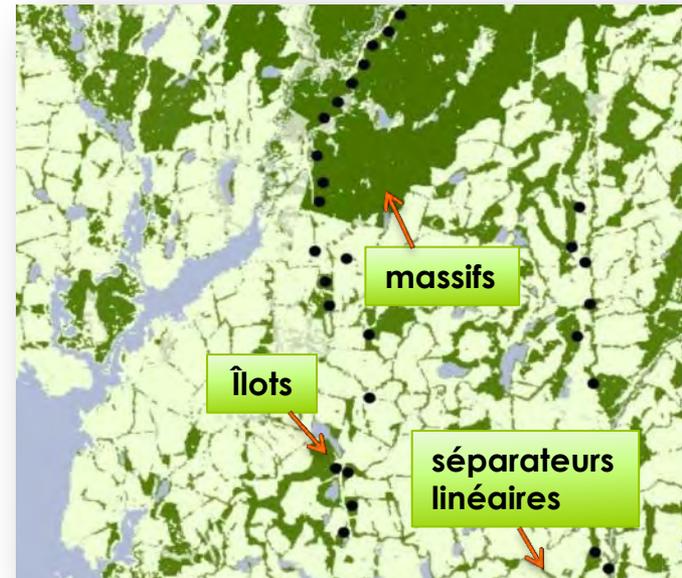


OCCUPATION DE L'HABITAT : PROCESSUS HIÉRARCHIQUES

- ✦ Échelles parcelle et régionale
- ✦ Échelle locale
 - espèces spécialistes d'attributs de l'habitat
- ✦ Échelle du paysage
 - Grimpereau brun
- ✦ Occupation de l'habitat
 - Processus impliqués?



- ✦ Stratégie de rétention de:
 - séparateurs linéaires
 - îlots
 - massifs
- ✦ maintien des populations d'oiseaux associées à la forêt âgée dans les paysages aménagés



séparateurs linéaires → connectivité du paysage

îlots → quantité de forêt âgée dans le paysage

Références

Bergeron, Y., B. Harvey, A. Leduc, and S. Gauthier. 1999. Forest management guidelines based on natural disturbance dynamics : Stand- and forest-level considerations. *The Forestry Chronicle* **75**:49–54.

Cyr, D., S. Gauthier, Y. Bergeron, and C. Carcaillet. 2009. Forest management is driving the eastern North American boreal forest outside its natural range of variability. *Frontiers in Ecology and the Environment* **7**:519–524.

Desrochers A, Bélisle M, Morand-Ferron J, Bourque J (2011) Integrating GIS and homing experiments to study avian movement costs. *Landscape Ecology* **26**:47–58.

Lee, P. 2007. Changements anthropiques observés entre 1990 et 2006 sur le site « Pascagama » dans la forêt boréale du Québec : Sommaire des résultats (rapport préparé par Global forest Watch Canada). Edmonton, Alberta. Global Forest Watch Canada. 16 pp.

MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Lachman, G. B., Droege, S., Royle, J. A., and Langtimm, C. A. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* **83**:2248-2255.

MacKenzie, D. I., J. D. Nichols, J. A. Royle, K. H. Pollock, L. L. Bailey, and J. E. Hines. 2006. *Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence*. Academic Press, New York, New York, USA.

Perron, N. 2003. Peut-on et doit-on s'inspirer de la variabilité naturelle des feux pour élaborer une stratégie écosystémique de répartition des coupes à l'échelle du paysage? Le cas de la pessière noire à mousses de l'ouest au Lac-Saint-Jean. Université Laval.

Perron, N., Bélanger, L., Vaillancourt, M.-A. (2008) *Organisation spatiale des peuplements et de la forêt résiduelle sous régimes de feu et de coupes*. (Chap. 6) In *Aménagement écosystémique en forêt boréale*. (Gauthier, S. and Vaillancourt, M.-A. and Leduc, A. and De Grandpre, L. and Kneeshaw, D.D. and Morin, H. and Drapeau, P. and Bergeron, Y., Eds.) Presses de l'Université du Québec, pages 137-163.

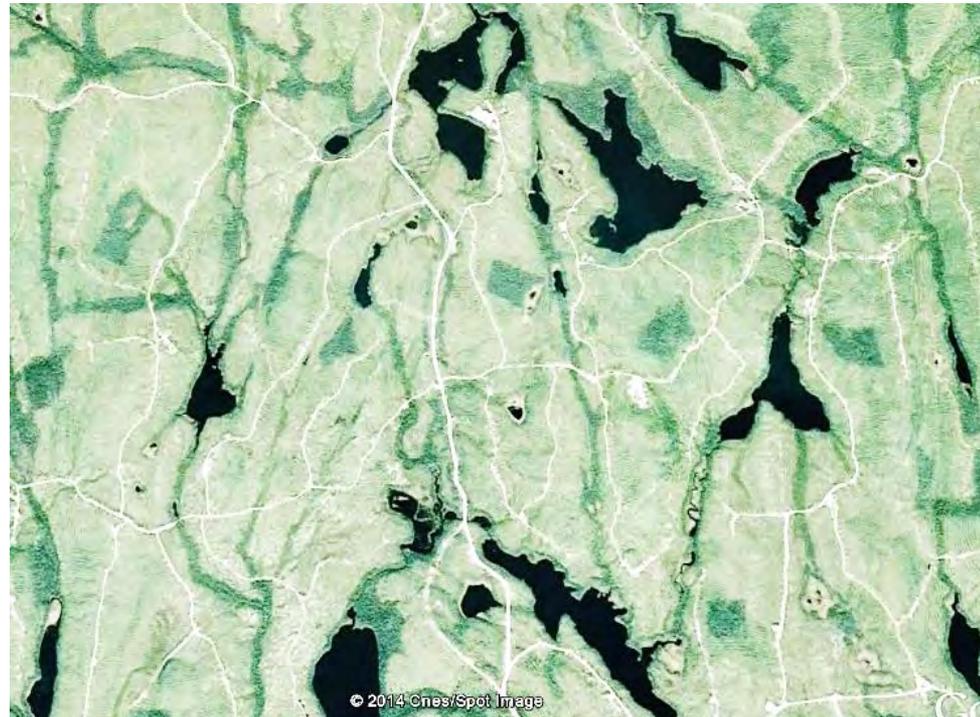
Diapositives supplémentaires

FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✦ Fragmentation de la forêt par les agglomérations de coupes

Règlements et normes d'interventions dans les forêts du domaine public (RNI) 1988

coupes: 250ha
séparateurs linéaires
bandes riveraines
ilots à original (3-10ha)



FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✦ Fragmentation de la forêt par les agglomérations de coupes

Règlements et normes d'interventions dans les forêts du domaine public (RNI) 1996

coupes: 150ha
séparateurs linéaires
bandes riveraines



FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✈ Fragmentation de la forêt par les agglomérations de coupes

Règlements et normes d'interventions dans les forêts du domaine public (RNI) 1996

coupes: 150ha
séparateurs linéaires
bandes riveraines



FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✦ Fragmentation de la forêt par les agglomérations de coupes

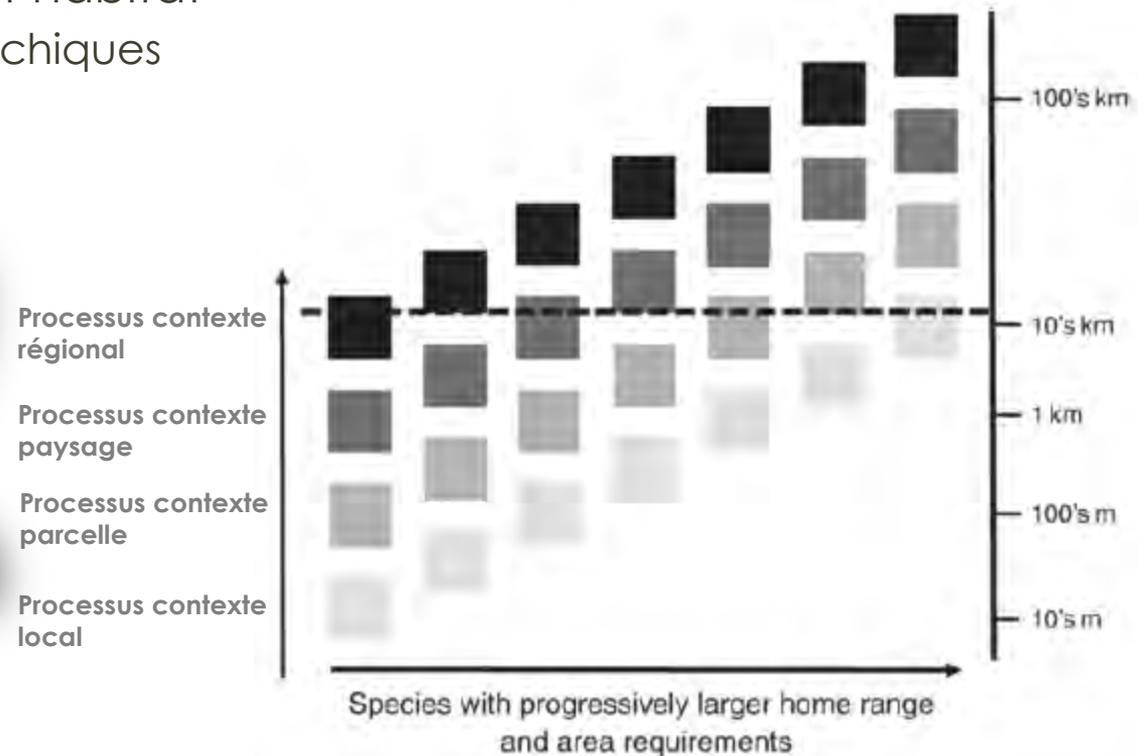
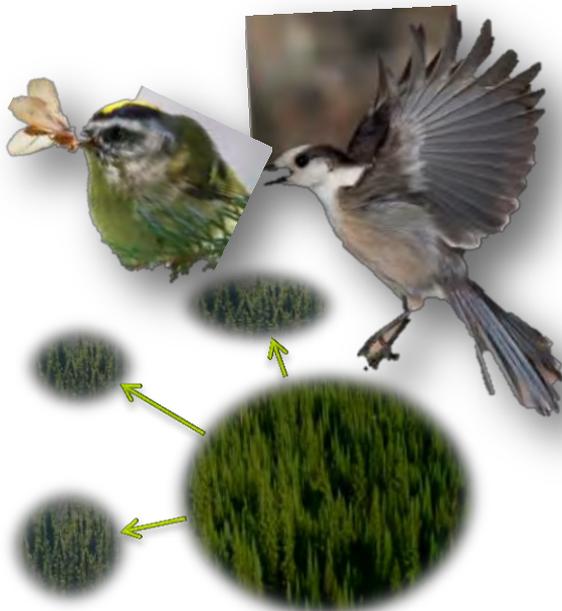
Règlements et normes d'interventions dans les forêts du domaine public (RNI) 1996

coupes: 150ha
séparateurs linéaires
bandes riveraines



FRAGMENTATION DES PAYSAGES FORESTIERS

- ✦ Effets de la fragmentation des forêts sur les oiseaux associés aux forêts âgées
 - Occupation de l'habitat
 - Processus hiérarchiques



effectif

Forme/Taille	Distance massifs			
	0-3	3-6	6-9	9+
Séparateurs linéaires	14	11	10	16
Îlots < 15ha	10	12	17	13
Îlots ≥ 15ha	12	13	7	10

Liste de modèles

Modèle		Occupation
Nul	-	-
SFR	-	SFR
	veg	SFR + VEG
FORM	-	FORM
	veg	FORM + VEG
DIST	-	SFR + DIST
	veg	SFR + DIST + VEG
FORM*DIST	-	FORM + DIST + FORM*DIST
	veg	FORM + DIST + FORM*DIST + VEG
SFP	SFR	SFR + SFP
	SFRveg	SFR + SFP + VEG
	FORM	FORM + SFP
	FORMveg	FORM + SFP + VEG
Global	SFR	SFR + SFP + DIST
	SFRveg	SFR + SFP + DIST + VEG
	FORM	FORM + SFP + DIST
	FORMveg	FORM + SFP + DIST + VEG

Occurrence et probabilité de détection et d'occupation

	Probabilité de détection	Probabilité d'occupation	occurrence	c.hat
grbr	0.20	0.83	0.57	1.20
metb	0.26	0.62	0.45	0.74
sipr	0.44	0.80	0.70	2.84
trfo	0.36	0.63	0.52	2.22
grdo	0.40	0.85	0.78	1.08
rocd	0.56	0.83	0.66	1.67
pidn	0.24	0.31	0.16	1.38
pidr	0.05	1.00	0.19	-

Description des variables

		n	min	Max	médiane	moyenne
SFP500	% forêt âgée	193	4.81	93.7	31.0	39.4
SFP500_sansLS	% forêt âgée	193	0	93.6	20.4	30.6
SFP1000	% forêt âgée	193	5.12	92.8	25.3	35.3
SFP1000_sansLS	% forêt âgée	193	0	92.6	16.0	26.8
DISTe5km ²	Longueur (km)	193	0	10.7	2.53	3.27
DISTlc5km ²	Longueur (km)	193	0	14.7	3.30	4.67
DISTe30km ²	Longueur (km)	193	0	15.8	4.06	4.77
DISTlc30km ²	Longueur (km)	193	0	22.7	5.32	6.50
LS	Longueur (m)	51	46.6	116	68.6	71.9
SA	aire (ha)	49	0.90	14.5	5.67	6.38
SC	aire (ha)	25	15.0	262	42.6	65.2
SFR	% forêt âgée	193	0	100	93.5	81.7

Description des variables

		Séparateurs linéaires	Petits ilots (<15ha)	Petits ilots (≥15ha)	Massifs	ANOVA (p value)	
Recouvrement	0-1	54.1 ± 14.7	49.4 ± 15.4	50.7 ± 19.9	45.3 ± 16.2	0.069	
	1-4	29.6 ± 16.7 (A)	29.2 ± 19.5 (A)	25.2 ± 14.0 (AB)	19.4 ± 11.3 (B)	0.005*	
	4-7	22.0 ± 12.9	21.7 ± 15.0	21.1 ± 12.6	18.4 ± 12.9	0.534	
	7-12	16.7 ± 12.5	16.9 ± 14.1	17.1 ± 11.7	17.0 ± 11.5	0.998	
	12-17	8.27 ± 8.93	8.80 ± 10.8	9.35 ± 10.7	8.87 ± 7.79	0.961	
	17+	0.948 ± 2.37	1.88 ± 5.05	2.10 ± 4.44	0.729 ± 1.97	0.190	
Volume bois mort au sol		0.622 ± 0.434 (A)	0.589 ± 0.360 (A)	0.571 ± 0.390 (A)	0.382 ± 0.295 (B)	0.008*	
Surface terrière	123	10-15	3.79 ± 2.02 (A)	3.74 ± 1.57 (A)	4.29 ± 2.28 (AB)	5.07 ± 2.10 (B)	0.003*
		15-20	7.69 ± 5.11 (A)	8.93 ± 6.54 (A)	9.18 ± 4.65 (A)	12.6 ± 8.55 (B)	0.002*
		20p	5.24 ± 3.34	6.07 ± 3.22	6.54 ± 3.97	6.80 ± 5.01	0.220
	456	10-15	0.568 ± 0.304 (A)	0.585 ± 0.321 (A)	0.730 ± 0.527 (A)	0.94 ± 0.734 (B)	0.001*
		15-20	1.74 ± 1.50	1.80 ± 1.26	1.84 ± 1.35	2.34 ± 2.62	0.309
		20p	1.27 ± 1.15	1.67 ± 1.18	1.33 ± 1.32	1.05 ± 1.39	0.096
	78	10-15	0.365 ± 0.31	0.356 ± 0.32	0.284 ± 0.260	0.306 ± 0.338	0.529
		15-20	1.21 ± 1.07	1.17 ± 1.17	0.950 ± 0.991	0.801 ± 0.838	0.171
		20p	1.21 ± 1.11	1.06 ± 0.883	1.10 ± 1.19	0.677 ± 0.871	0.058

Corrélation entre variables

$$\text{DistLC30} = 1.37 * \text{DistE30}$$

$$\text{DistLC5} = 1.42 * \text{DistE5}$$

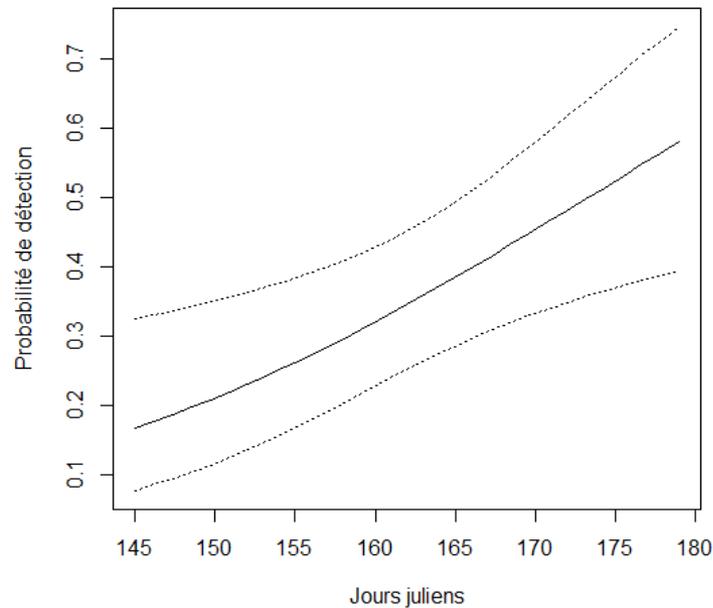
$$\text{SFP500m} = 0.90 * \text{SFP500mSansLs}$$

$$\text{SFP1km} = 0.91 * \text{SFP1kmSansLs}$$

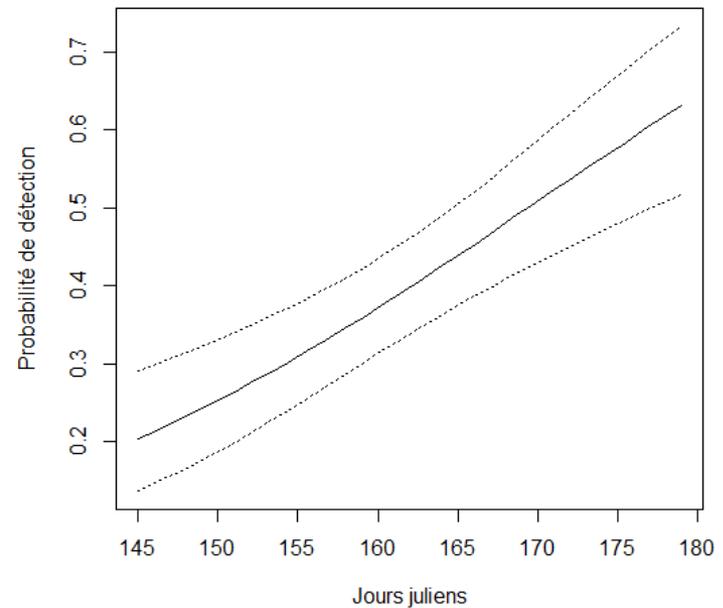
	SFR	FORM	SFP 500m	SFP500m SansLs	SFP 1km	SFP1km SansLs	DistE30	DistLC 30	DistE5	DistLC5	STM	ST20p	STV	Vol BMS
FORM	0.65	-												
SFP500m	0.57	0.04	-											
SFP500mSansLs	0.56	0.54	0.99	-										
SFP1km	0.44	0.42	0.92	0.92	-									
SFP1kmSansLs	0.45	0.42	0.92	0.93	0.99	-								
DistE30	-0.22	-0.24	-0.52	-0.53	-0.56	-0.58	-							
DistLC30	-0.21	-0.25	-0.52	-0.53	-0.56	-0.57	0.99	-						
DistE5	-0.15	-0.17	-0.45	-0.44	-0.51	-0.51	0.82	0.83	-					
DistLC5	-0.14	-0.19	-0.45	-0.44	-0.50	-0.50	0.81	0.83	0.98	-				
STM	0.0	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	0.08	0.09	0.13	0.15	-			
ST20p	0.7	0.08	0.09	0.09	0.05	0.06	0.02	0.04	0.06	0.06	0.71	-		
STV	0.34	0.23	0.38	0.39	0.34	0.35	-0.20	-0.18	-0.14	-0.14	0.21	0.55	-	
volBMS	0.00	-0.13	-0.18	-0.17	-0.23	-0.22	0.15	0.16	0.21	0.22	0.58	0.50	0.02	-
annee	0.04	-0.09	-0.18	-0.19	-0.22	-0.22	0.03	0.07	0.10	0.13	0.01	-0.04	-0.14	0.12

Probabilité de détection: Jours Juliens

Sitelle à poitrine rousse

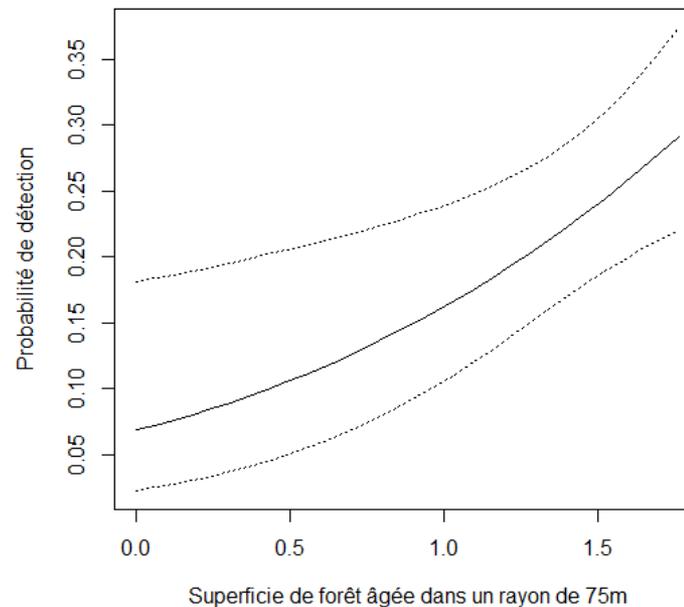


Grive à dos olive



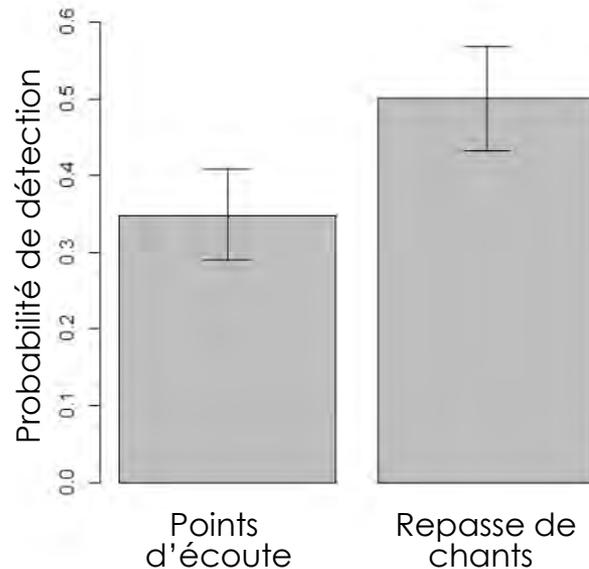
Probabilité de détection: Superficie de forêt âgée (rayon 75m)

Grimpereau brun

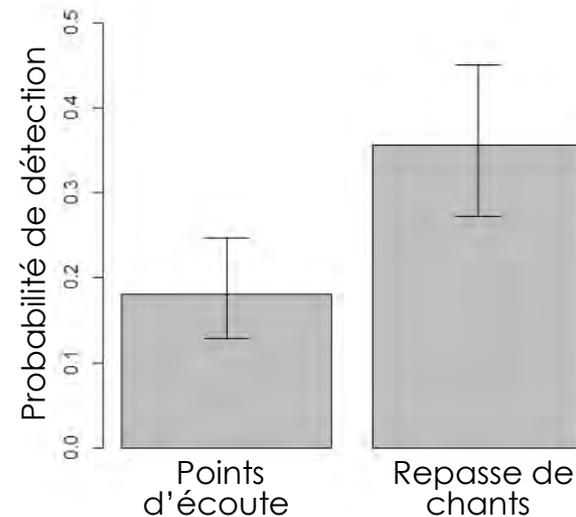


Probabilité de détection: Méthode d'échantillonnage

Sitelle à poitrine rousse

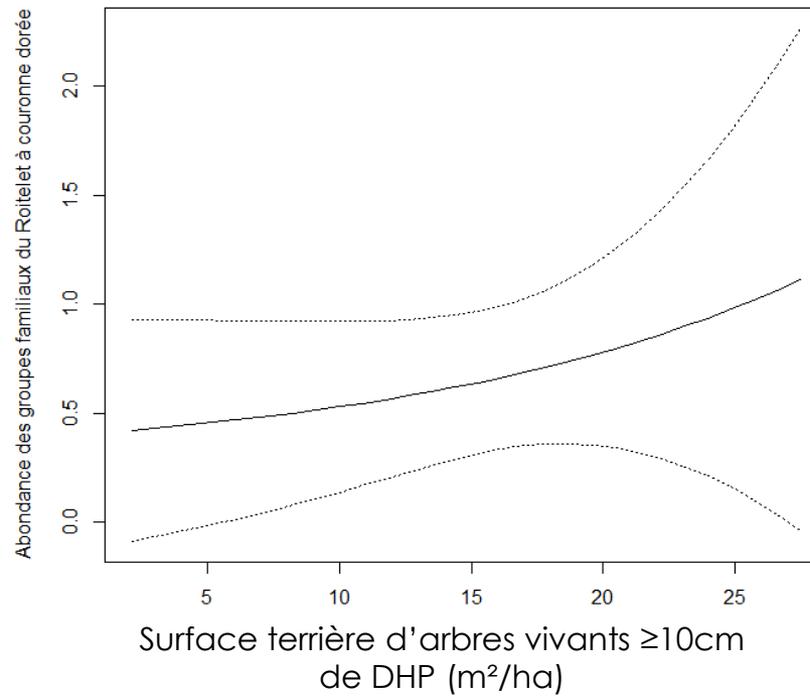


Mésange à tête brune



Groupes familiaux

Roitelet à couronne dorée



✦ Stratégie de rétention de:

- ilots
- séparateurs linéaires
- massifs

✦ maintien des populations d'oiseaux associées à la forêt âgée dans les paysages aménagés

✦ Indice de productivité des types d'habitat

- Groupes familiaux

