



HAL
open science

Stratégies d'échantillonnage des dommages forestiers à l'échelle du paysage : application aux forêts cultivées de pin maritime (*Pinus pinaster*, Aït.)

Jean-Charles Samalens

► To cite this version:

Jean-Charles Samalens. Stratégies d'échantillonnage des dommages forestiers à l'échelle du paysage : application aux forêts cultivées de pin maritime (*Pinus pinaster*, Aït.). Journée Thèse des Bois, Pôle de compétitivité XYLOFUTUR. Saisissez le nom du laboratoire, du service ou du département., Gradignan, FRA., Jan 2010, Mimizan, France. 32 p. hal-02822052

HAL Id: hal-02822052

<https://hal.inrae.fr/hal-02822052v1>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



B i o G e C o



Biodiversité, Gènes & Communautés
Equipe Entomologie Forestière et Biodiversité



STRATÉGIES D'ÉCHANTILLONNAGE DES DOMMAGES FORESTIERS À L'ÉCHELLE DU PAYSAGE :

APPLICATION AUX FORÊTS CULTIVÉES DE PIN MARITIME (*Pinus pinaster*, Aït.)



INTRODUCTION

Problématique

Démarche

Augmentation
des risques

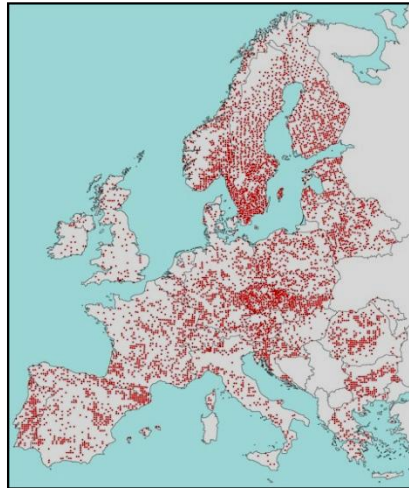


Diversité de
la demande

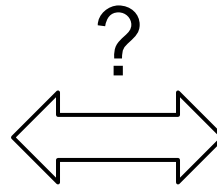


Echantillonnage in situ
reste indispensable

Comment est organisée la surveillance forestière ?



Réseau européen (16 x 16 km)
Etat des houppiers



Signalements ponctuels (DSF)
Cause des dommages



De l'inventaire de l'état des arbres à l'épidémiologie du paysage

INTRODUCTION

Problématique

Démarche

- Echelle du paysage (de plusieurs 10 km² à plusieurs 100 km²)
- Utilisation de « sous-échantillons » à partir d'inventaire intensif pour simuler différents plans d'échantillonnage
- Les lisières comme élément d'optimisation de l'échantillonnage



Définition de 3 stratégies :

Objectif de la surveillance

Agent de dommage

1. Surveillance généraliste

Tous agents (biotique / abiotique)

2. Surveillance intensive

Processionnaire du Pin

3. Surveillance d'alerte

Scolyte sténographe

I. Surveillance généraliste de l'ensemble des dommages forestiers



I. Surveillance Généraliste

Contexte

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

Peut-on adapter les protocoles d'inventaires nationaux à l'échelle du paysage ?

ICP

(International Cooperative Program on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests)



Nombre d'arbres fixe (20)

Placettes permanentes

Réseau systématique 16 x 16 km

IFN

(Inventaire Forestier National)



Nombre d'arbres variable

Placettes non-permanentes

Réseau systématique 1,4 km (10 ans)

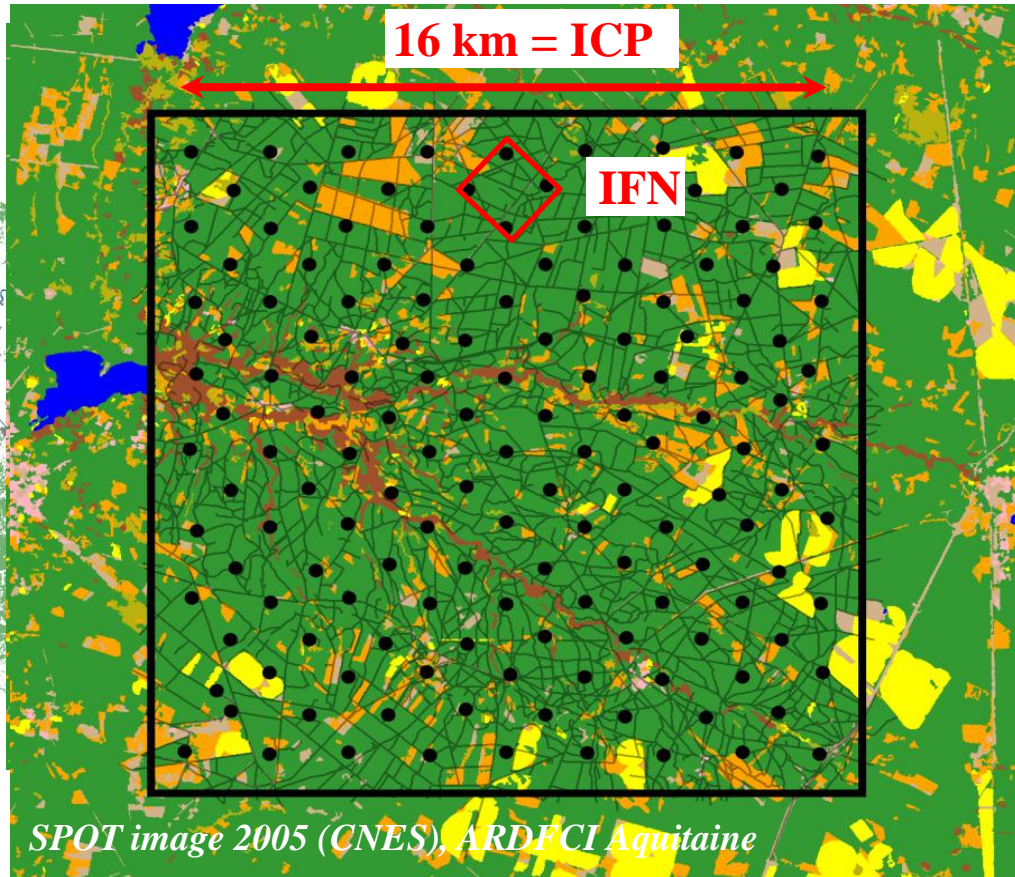
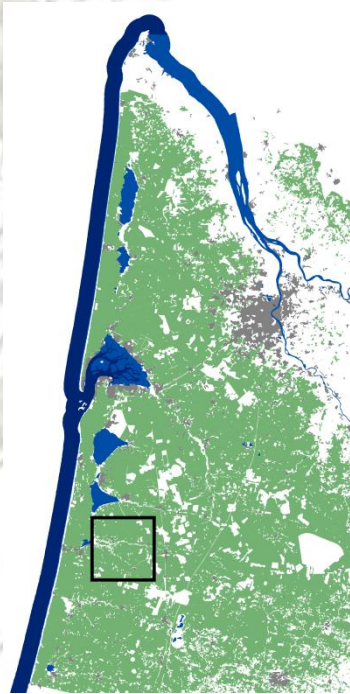
I. Surveillance Généraliste

Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

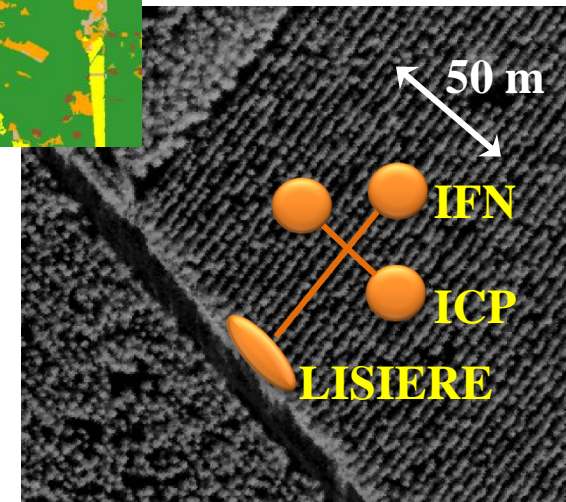
Conclusions



- Pin maritime
- Cultures agricoles
- Coupes rases
- Feuillus
- Landes et taillis
- Zones Urbanisées
- Eau
- Routes forestières

- 145 Placettes
- 4 x 20 arbres / placette
- 11 340 Pins maritime

➔ **33,9 % d'arbres endommagés**



I. Surveillance Généraliste

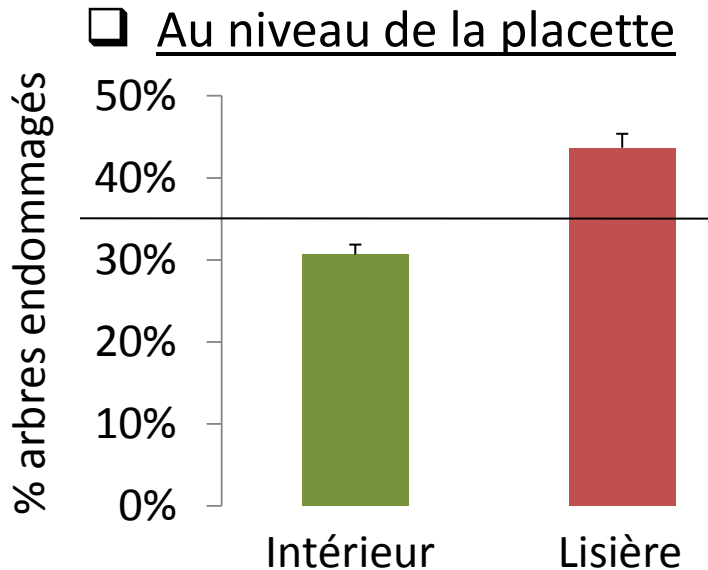
Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

Comment sont répartis les dommages dans l'espace ?

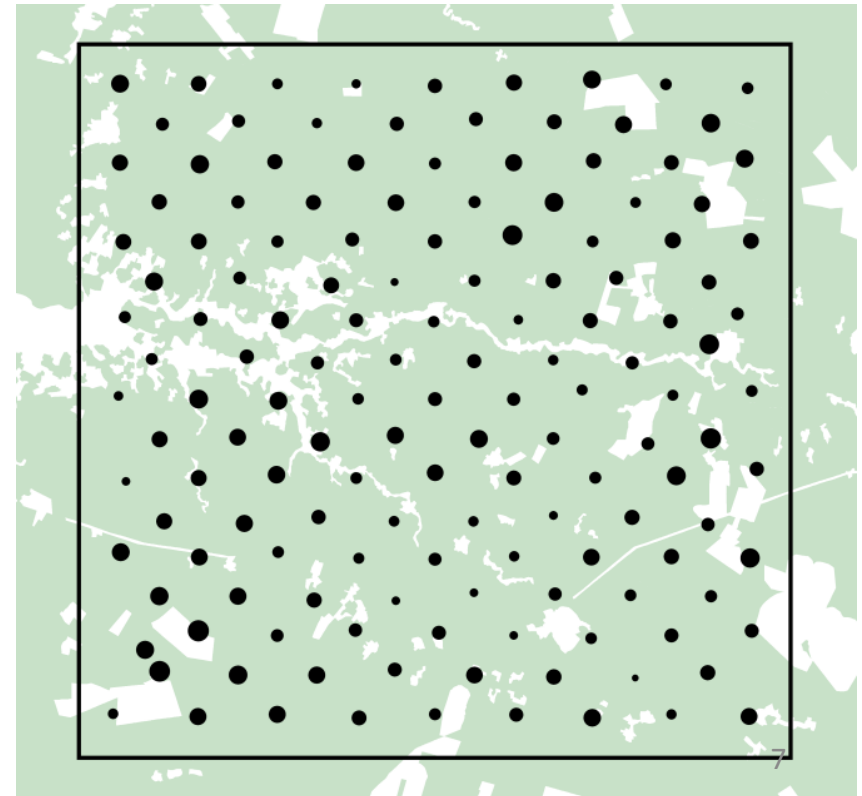


Concentration des dommages en lisière
(Processionnaire, Pyrale et Abiotique)

Au niveau du paysage
répartition spatiale aléatoire
du % d'arbres endommagés



**Optimisation de l'échantillonnage sera
fonction du nombre d'arbres observés**



I. Surveillance Généraliste

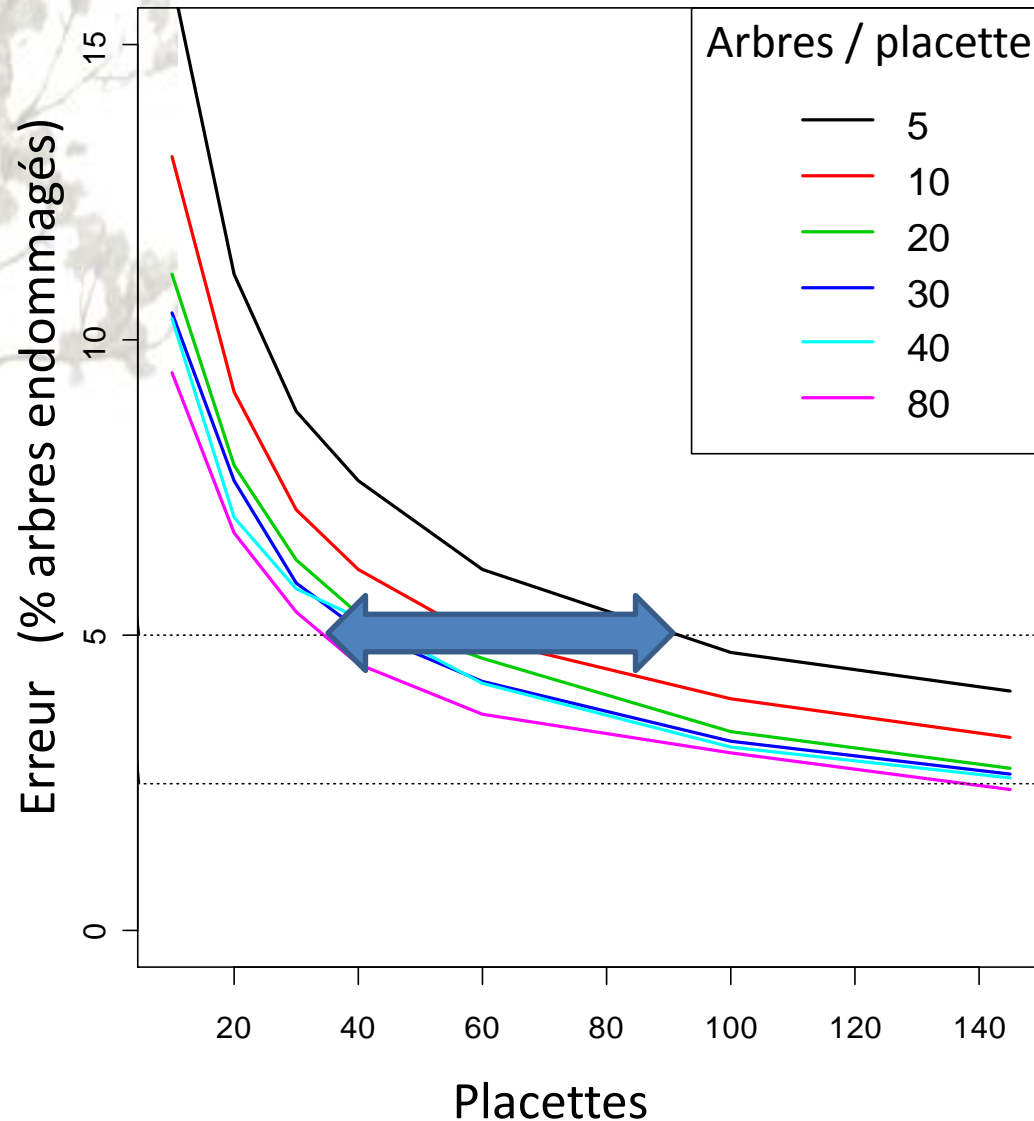
Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

Peut-on réduire le nombre d'arbres à observer?



Variabilité inter-placette
>
Variabilité intra-placette

Placettes
vs
Arbres / placettes ?



**Prise en compte des
temps d'observation
et de déplacements**

I. Surveillance Généraliste

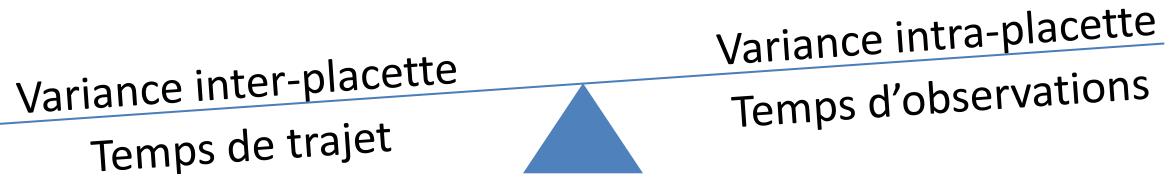
Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

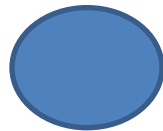
Quelle est la configuration optimale d'une placette d'inventaire ?



1. Combien de groupes d'arbres ? **entre 1 et 2**
2. Combien d'arbres par groupe ? **15** en lisière ou **20** à l'intérieur
3. Quelle proportion en lisière vs intérieur ? **20% / 80%**



60 arbres à l'intérieur



15 arbres en lisière



OU



20 arbres à l'intérieur



5 arbres en lisière



I. Surveillance Généraliste

Matériel

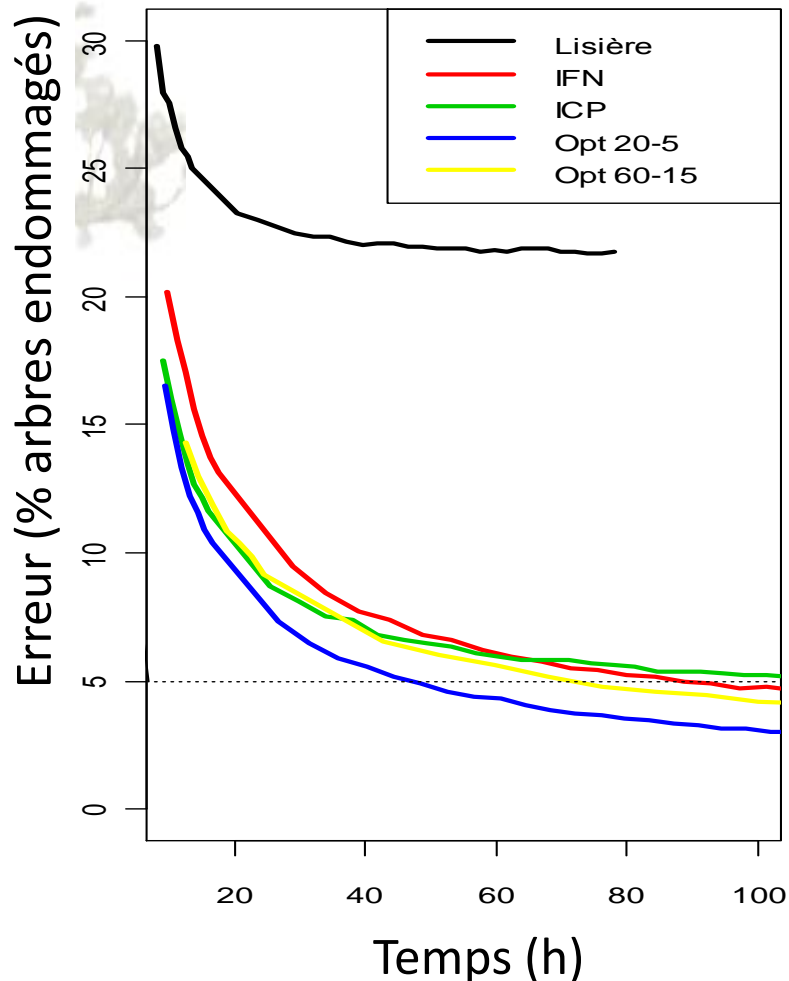
Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

Quel protocole d'échantillonnage est le plus performant ?

Temps total = *fn (temps d'observation / placette & distance entre placettes)*



- L'observation de 20 arbres en lisière biaise les estimations
- Les protocoles nationaux présentent peu de différences entre eux
- Une placette de 75 arbres (60 + 15) s'avère peu rentable
- L'observation de 20 arbres intérieur + 5 arbres en lisière permet de minimiser l'erreur à l'échelle du paysage
- Erreur de $\pm 5\%$ pour 40 placettes

soit 43 h d'observation

I. Surveillance Généraliste

Matériel

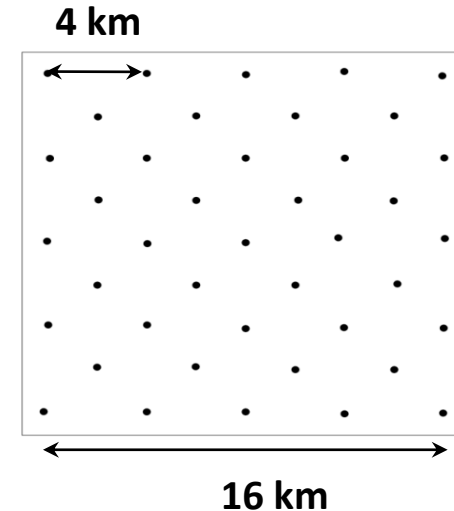
Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

- ❑ Intégration nécessaire des observations en lisière dans l'échantillon pour être représentatif de l'ensemble des dommages.
- ❑ La variabilité intra-parcellaire plus faible que celle entre placette permet de limiter l'effort local (nombre d'arbres).
- ❑ Pour une erreur de $\pm 5\%$ d'arbres endommagés la fraction d'échantillonnage doit être portée à : 40 placettes / 29 000 ha

➔ **1 placette pour 700 ha**



II. Surveillance intensive à large échelle :

Le cas de la Processionnaire du pin

Thaumetopoea pityocampa



II. Surveillance Intensive

Contexte

Echelle Placette

Echelle Paysage

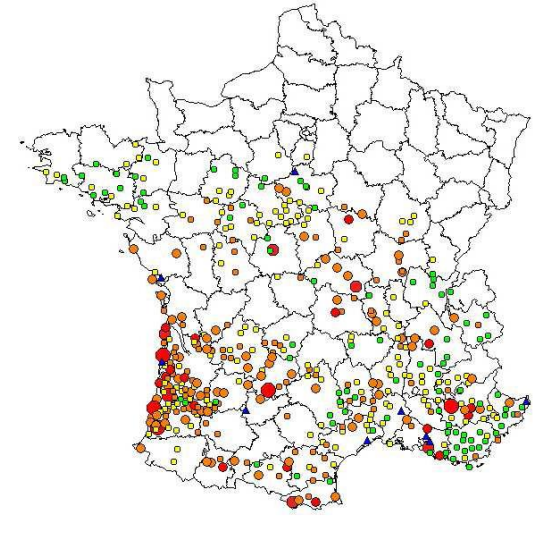
Conclusions

❑ **Modèle biologique :**

Défoliateur important (perte de croissance)

Problème de santé publique (allergies)

Insecte modèle (changement climatique)

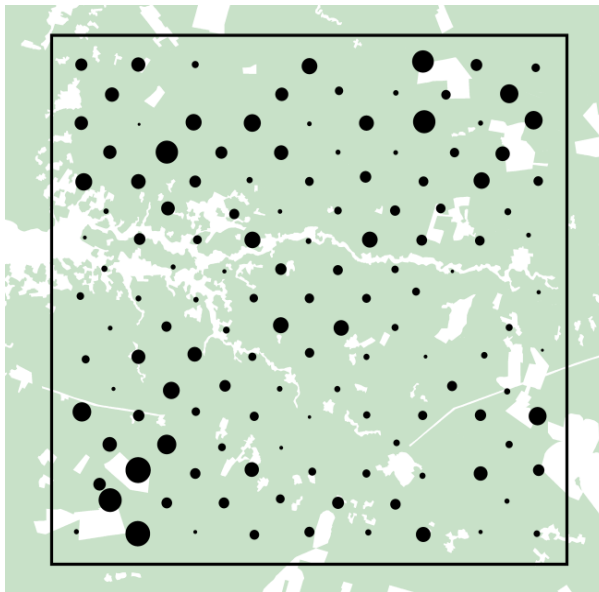


❑ **Echantillonnage en présence d'auto-corrélation spatiale:**

Nids.ha⁻¹

(2005)

106 ± 9,3



Non-indépendance entre les valeurs échantillonnées



**Statistiques spatialement explicites
pour optimiser l'échantillonnage**

II. Surveillance Intensive

Contexte

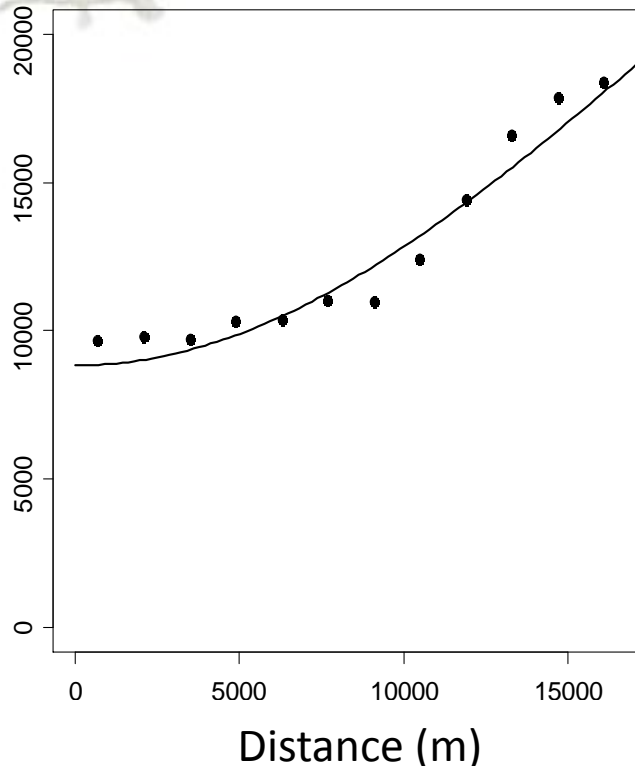
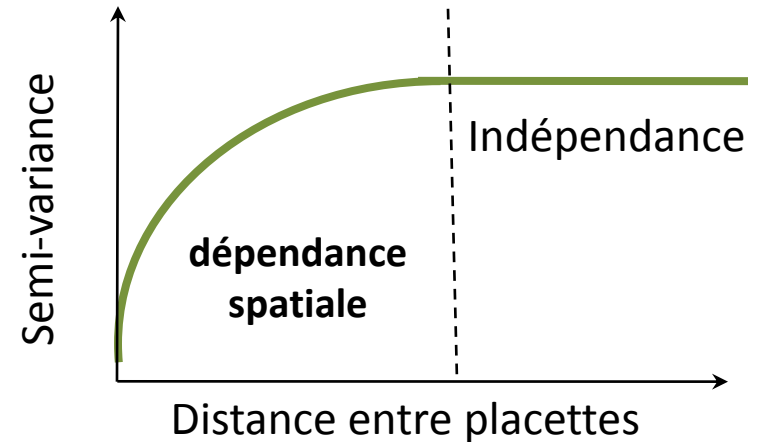
Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

L'apport des géostatistiques

Evaluation du degré de similarité moyen en fonction de la distance



très forte variabilité locale

vision de la structure spatiale limitée par l'étendue du paysage

la structure spatiale se maintient (2005-2008) mais les zones les plus infestées varient.



Optimisation d'un plan d'échantillonnage régulier

II. Surveillance Intensive

Matériel

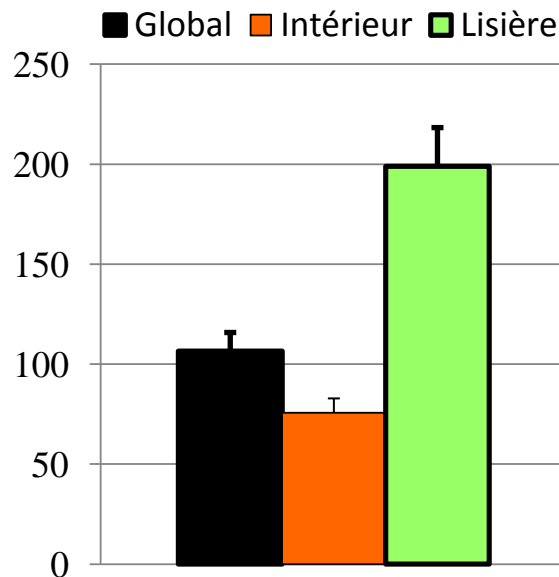
Echelle Placette

Echelle Paysage

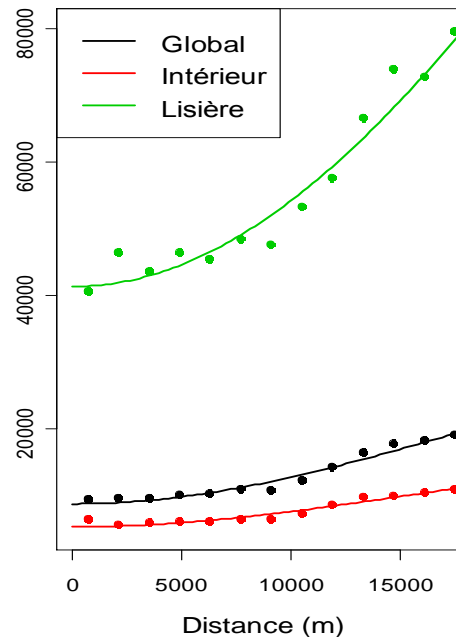
Conclusions

Quelle est l'influence des lisières sur la répartition des populations ?

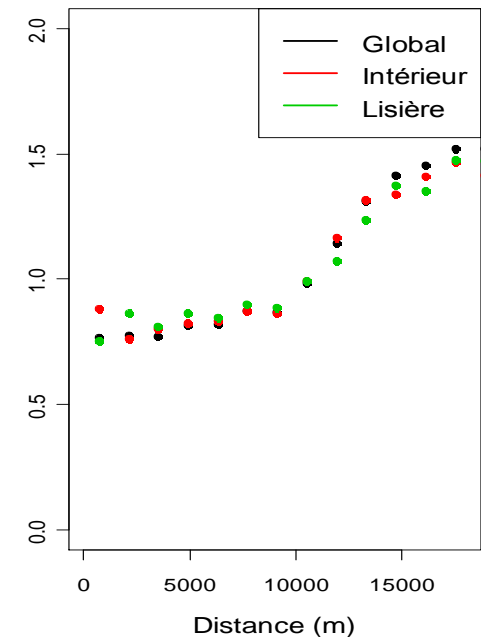
$Nids.ha^{-1}$



Semi-variance



Semi-variance relative



Lisière $\approx 2,5 \times$ Intérieur (\approx constant sur la période 2005 ->2008)

Lisières perçoivent les mêmes patrons de distribution

II. Surveillance Intensive

Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

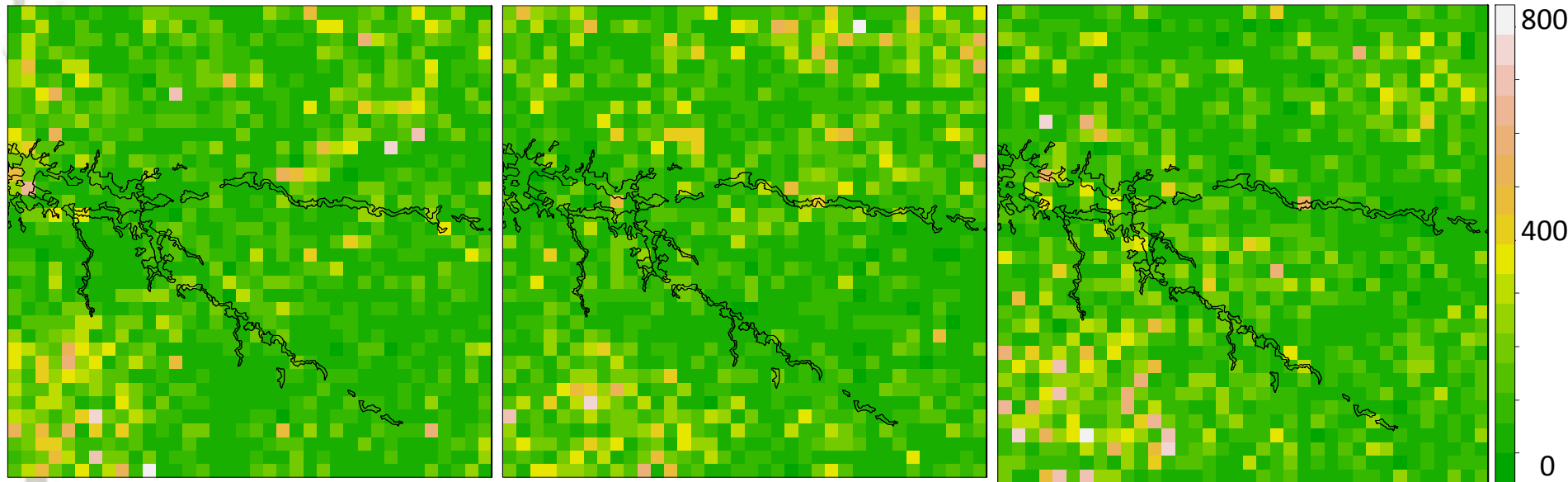
Conclusions

Comment calculer une variance d'estimation en présence d'auto-corrélation ?

Simulations géostatistiques

- même moyenne, variance, et variogramme que l'échantillon initial
- même valeur à l'emplacement exact des placettes inventoriées

Série de cartes « vraisemblables » de densités de nids.ha⁻¹



II. Surveillance Intensive

Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

Comment optimiser la configuration spatiale du réseau d'observation ?

□ Simulations de plans d'échantillonnage spatialisés :

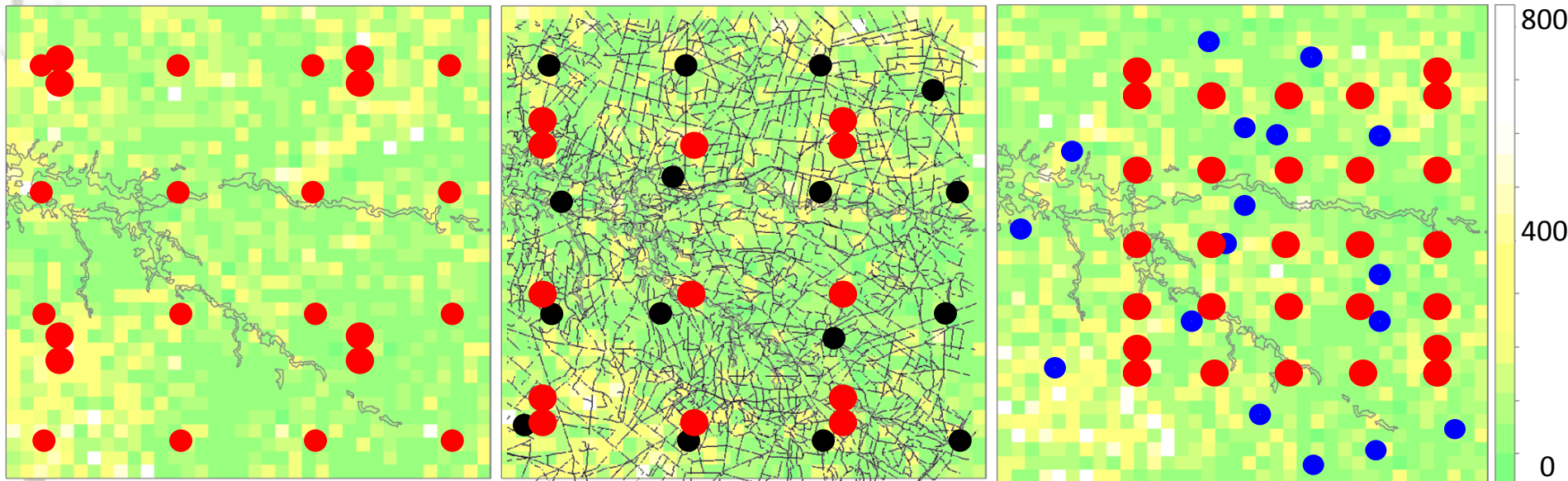
□ avec des « motifs » différents :

Systematique

Lisière (pseudo systematique)

Aléatoire

□ avec un nombre de placettes différent



II. Surveillance Intensive

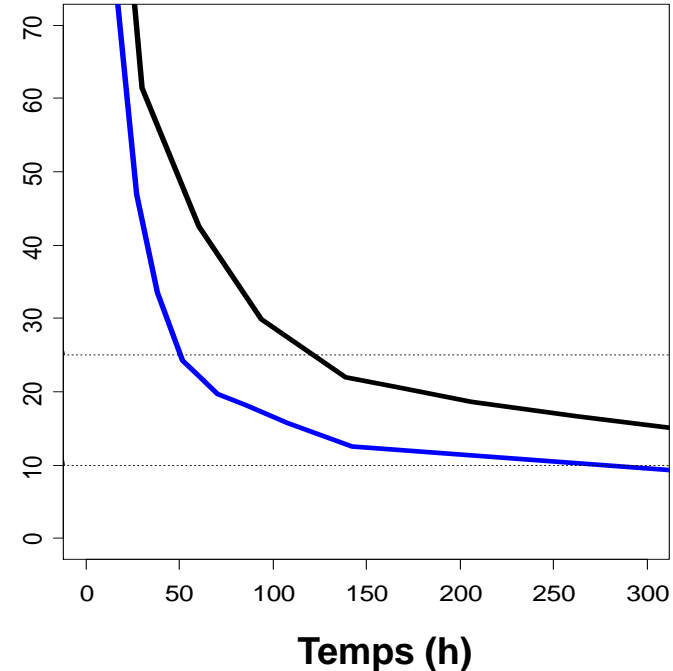
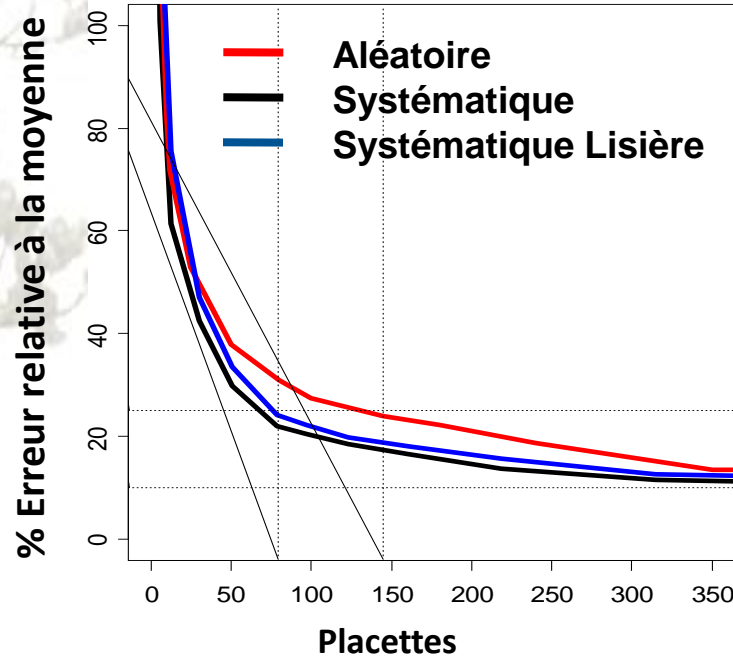
Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

Quel plan d'échantillonnage est le plus performant ?



- Pour une même erreur de $\pm 25\%$ de la moyenne :
 - un plan systématique est plus efficace qu'un plan aléatoire
 - une observation des lisières fournit des estimations biaisées mais qui sont 2,5 fois plus rapide.

II. Surveillance Intensive

Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

- Effet du paysage à plusieurs échelles spatiales**
 - Concentration des densités en lisière
 - Structure spatiale dépasse l'échelle d'analyse

- Pour l'estimation des niveaux moyen de population**
 - Nécessité de pondérer les observations intérieur / lisière
 - Nécessité de faire un échantillonnage régulier pour surveiller les populations au cours du temps (1 placette / 50 ha)

- Pour la cartographie des densités de populations**
 - Utilisation possible des lisières pour localiser les zones de fortes concentrations de nids de Processionnaire



III. Surveillance d'alerte à l'échelle du paysage

Le cas du scolyte sténographe

Ips sexdentatus



III. Surveillance d'alerte

Contexte

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

❑ **Modèle biologique :**

Ravageur de faiblesse

Phases épidémiques très destructrices

Phéromones d'agrégation \Rightarrow Foyers d'arbres attaqués

❑ **Echantillonnage de dommages rares et agrégés dans l'espace**

Méthode d'évaluation

- simple
- rapide
- peu coûteuse



**Cheminement le long
des pistes forestières**



Dégâts post-tempête 1999

Arbres atteints

Piles de bois stockés

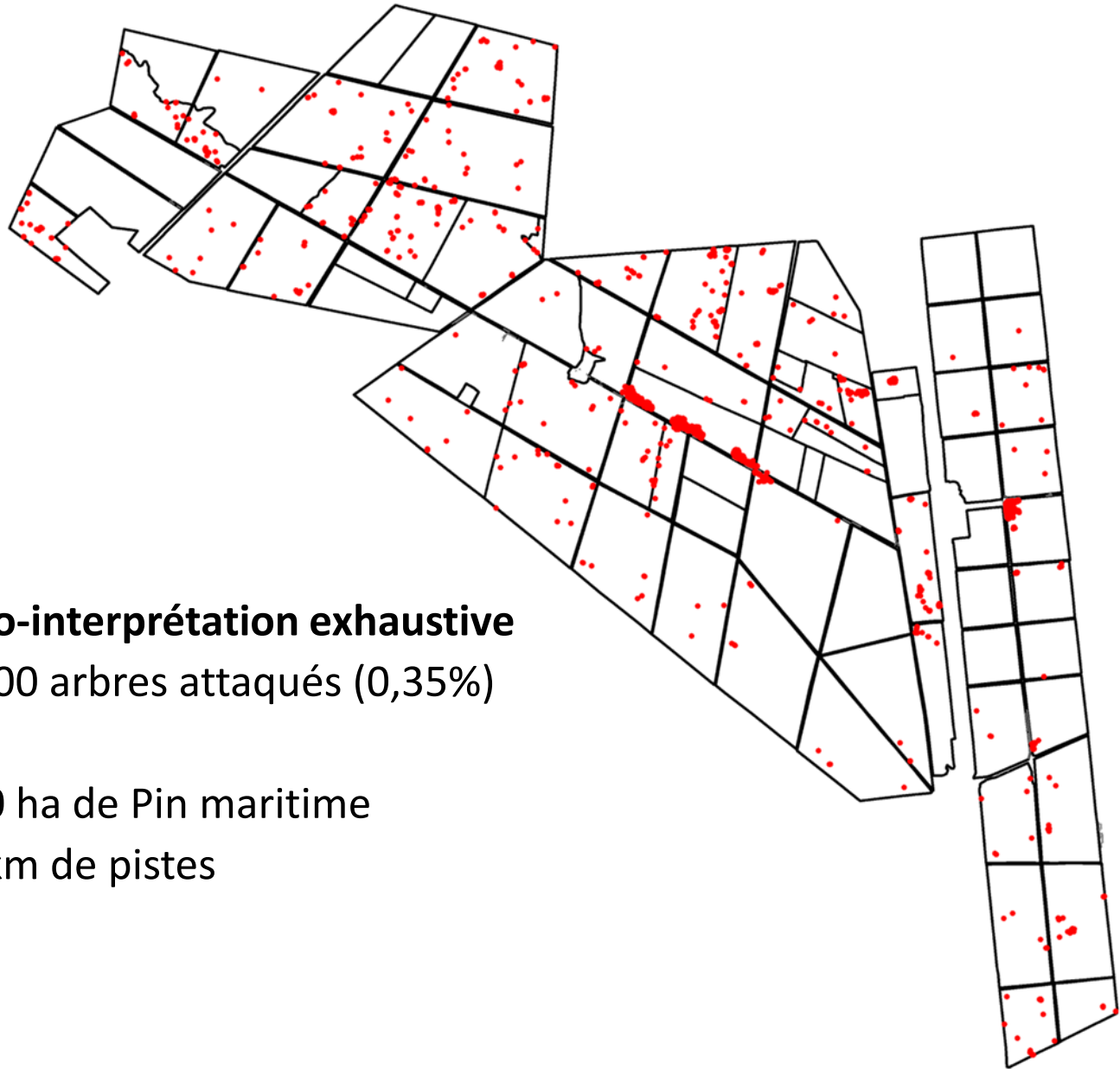
III. Surveillance d'alerte

Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions



- ❑ **Photo-interprétation exhaustive**
> 2 300 arbres attaqués (0,35%)
- ❑ 1 300 ha de Pin maritime
125 km de pistes

III. Surveillance d'alerte

Matériel

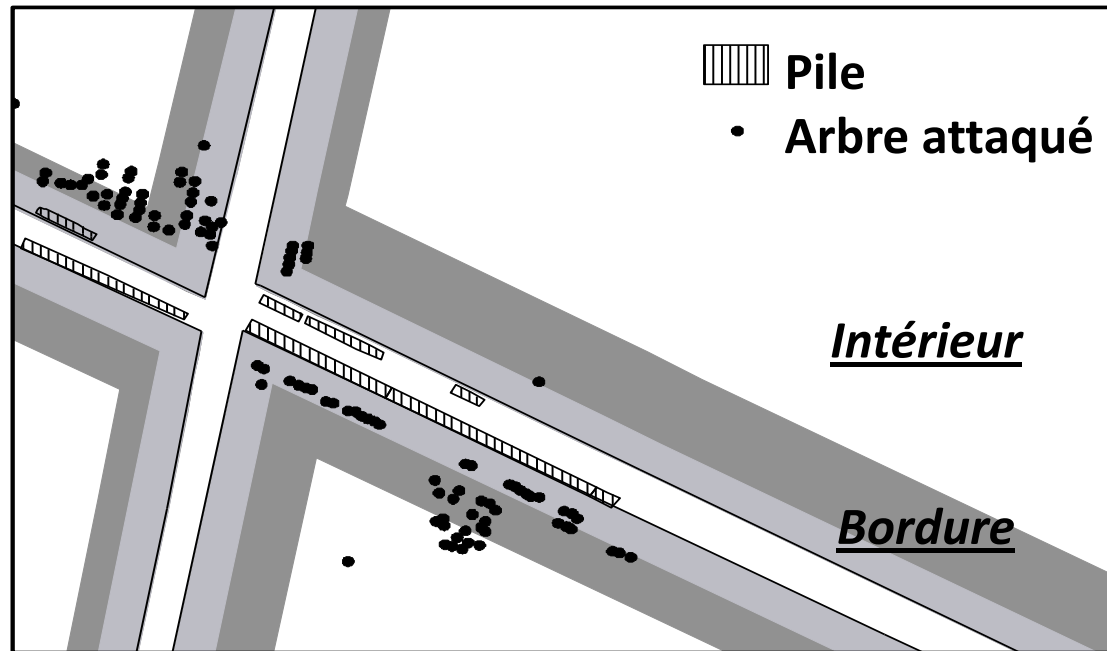
Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

Peut-on bâtir un protocole d'observation depuis le bord de la route?

- D_{10} Distance fixe de 10m
- D_{max} Distance maximale =fn (*Âge, Orientation des rangs*)



□ le % d'arbres attaqués moyen en bordure est identique à celui de l'intérieur

➔ Extrapolation possible à l'échelle du paysage

III. Surveillance d'alerte

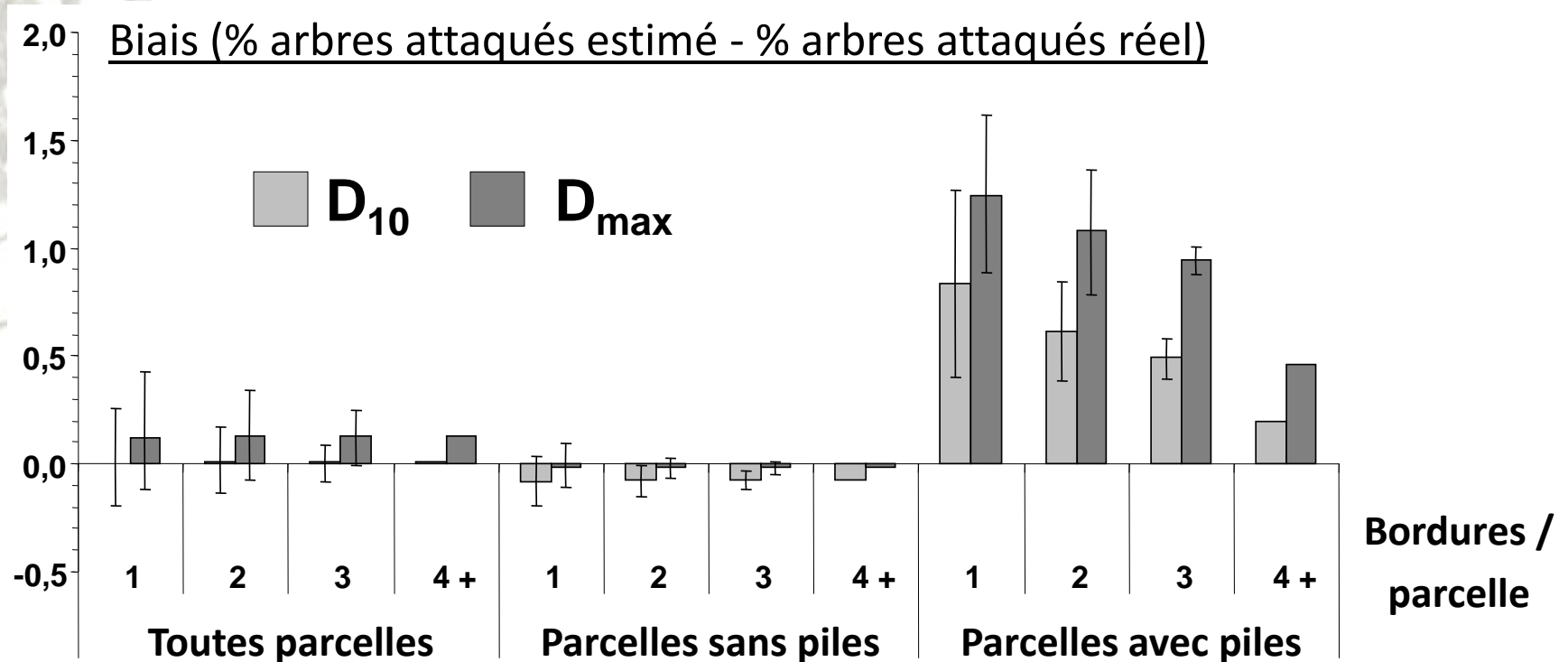
Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

Quelle profondeur d'observation choisir ?



- ➔ La précision augmente avec le nombre de bordures observées / parcelle
- ➔ L'observation des bordures proches des piles entraîne une sur-estimation
- ➔ Une distance d'observation fixée à 10m minimise le biais d'échantillonnage

III. Surveillance d'alerte

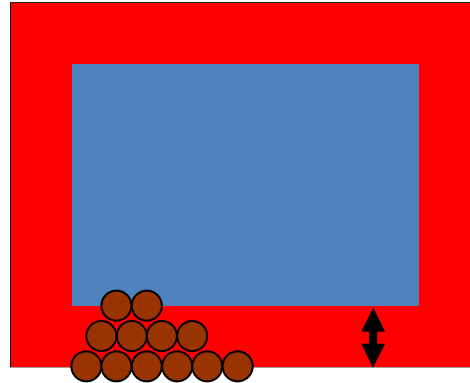
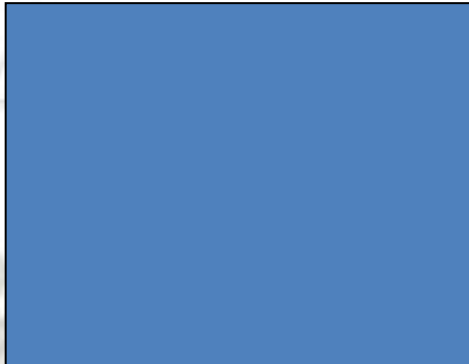
Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

Comment parcourir le paysage?



10m



Observation de N parcelles avec : 1 bordure / parcelle

Toutes bordures / parcelle

1 ou 2 bordures / parcelle

1 ou 3 bordures / parcelle

1 ou toutes bordures / parcelle

Systematique

Adaptatif

III. Surveillance d'alerte

Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

- ❑ **Pour une même erreur :**
parcours adaptatif 3 fois + rapide que l'observation de toutes les bordures
- ❑ **Pour un même effort (nombre de kilomètres parcourus) :**
parcours adaptatif 2 fois + précis que l'observation d'une bordure / parcelle
- ❑ **Stratégie de cheminement optimale : 22km/1000 ha**
 - ➔ si aucune pile n'est rencontrée durant le trajet :
la précision augmente avec le seul nombre de km parcourus
 - ➔ si une pile est rencontrée durant le trajet :
observer au minimum 2 bordures de plus ou faire le tour complet de la parcelle





CONCLUSION



Synthèse

❑ **Intégration des arbres de lisières**

- Habitat spécifique
- Améliorer la représentativité des dommages
- « Arbres sentinelles »

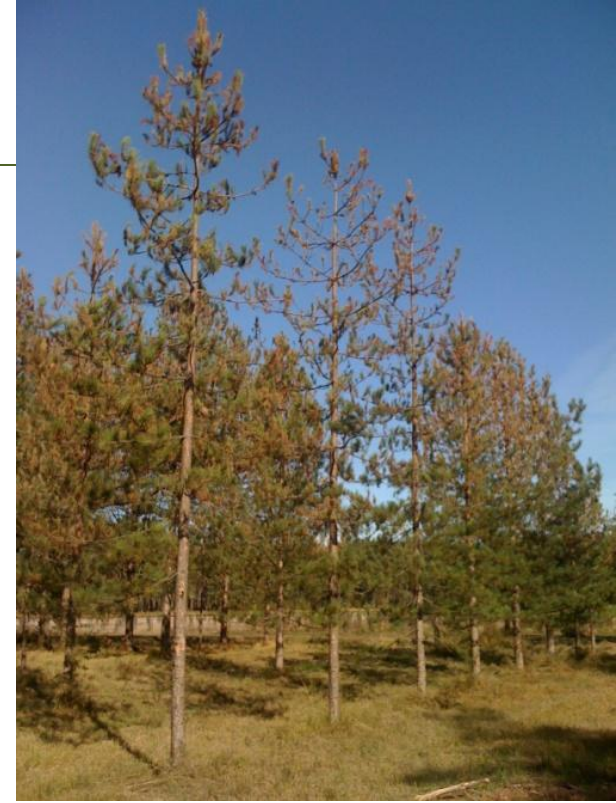
❑ **Analyses à plusieurs échelles spatiales**

- Echelle locale = levier d'optimisation
- Echelle paysage (supra-parcellaire)

compréhension des processus -> définition de paysage à risques

❑ **Utilisation les caractéristiques du paysage**

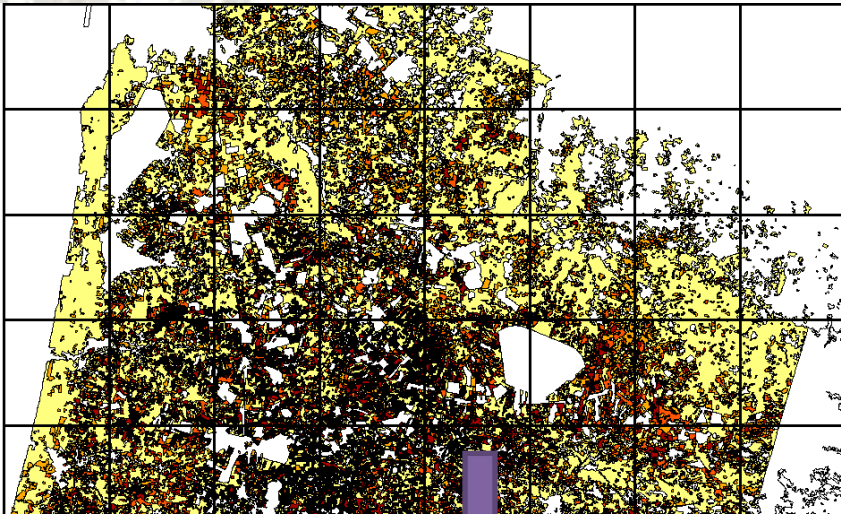
- Aucun facteur stratifiant global -> Echantillonnage systématique
- Stratification uniquement possible à l'échelle locale
(ex : lisières au sein de chaque placette)



CONCLUSION

Synthèse

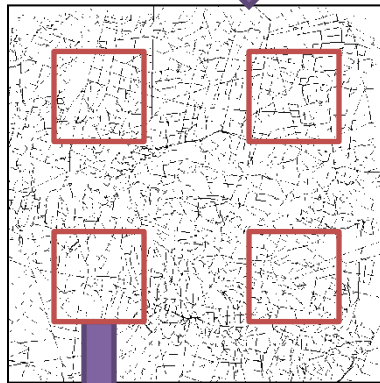
Applications



Surveillance régionale des dégâts de scolytes post-tempête 2009 (DSF)

Echelle Massif :

Stratification en fonction des dégâts (IFN)



Echelle 16 * 16 km :

Deuxième stratification par quadrat

Couplage avec la télédétection pour spatialiser



Echelle Quadrat : Cheminement adaptatif

Généraliser la méthode adaptative à d'autres dégâts

An aerial photograph of a forested landscape. The foreground and middle ground are dominated by dense green pine trees. In the center-left, there is a distinct rectangular area with a grid-like pattern, which appears to be a vineyard or agricultural field. The terrain is hilly, and the background shows more forest extending to the horizon. The text 'MERCI DE VOTRE ATTENTION...' is overlaid in white, bold, sans-serif font in the upper right quadrant.

MERCI DE VOTRE ATTENTION...

Jean.charles.samalens@bordeaux.inra.fr

I. Surveillance Généraliste

Matériel

Echelle Placette

Echelle Paysage

Conclusions

33,9 % d'arbres avec dommage

Gibier (1 %)

Abiotique (6 %)

Processionnaire
du Pin (15,2 %)

Champignons (0,3 %)

Anthropique (2,6 %)

Pyrale du tronc
(14,5 %)

