

La fragmentation :

comment la quantifier ?
processus, évaluation, conséquences ?



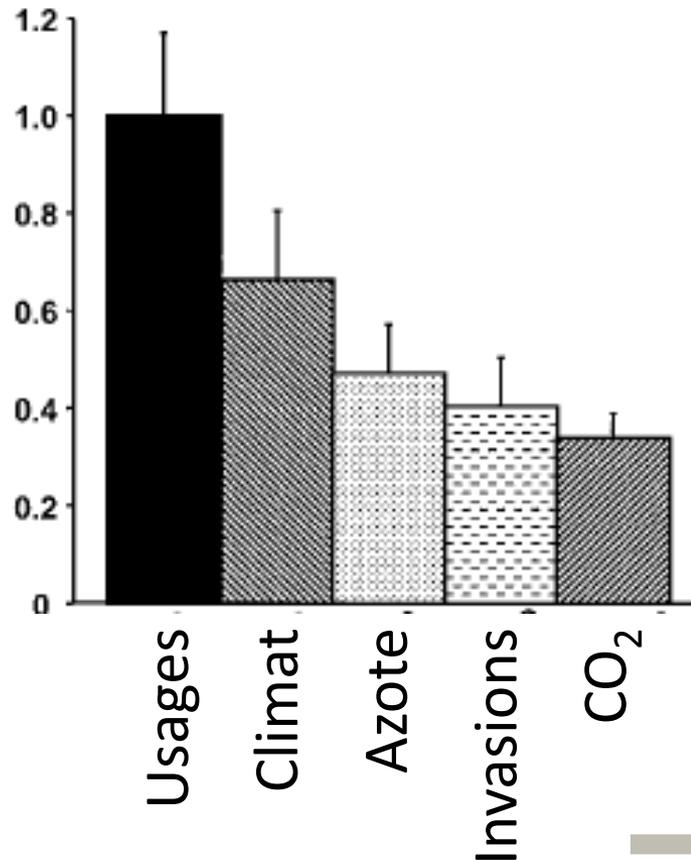
John Thompson





La fragmentation des habitats : composante majeure des changements planétaires

Impacts relatifs



SCIENCE'S COMPASS • REVIEW

REVIEW: BIODIVERSITY



Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100

Oswaldo E. Sala,^{1*} F. Stuart Chapin III,² Juan J. Armesto,⁴ Eric Berlow,⁵ Janine Bloomfield,⁶ Rodolfo Dirzo,⁷
Elisabeth Huber-Sanwald,⁸ Laura F. Huenneke,⁹ Robert B. Jackson,¹⁰ Ann Kinzig,¹¹ Rik Leemans,¹² David M. Lodge,¹³
Harold A. Mooney,¹⁴ Martin Oesterheld,¹ N. LeRoy Poff,¹⁵ Martin T. Sykes,¹⁷ Brian H. Walker,¹⁶ Marilyn Walker,³
Diana H. Wall¹⁶

XX^{ème} siècle: première cause d'érosion de la biodiversité

La fragmentation des habitats

- 1. Retour aux sources (recherches)**
- 2. Comment la quantifier et ses conséquences
Pour décider où et comment atténuer les
impacts**



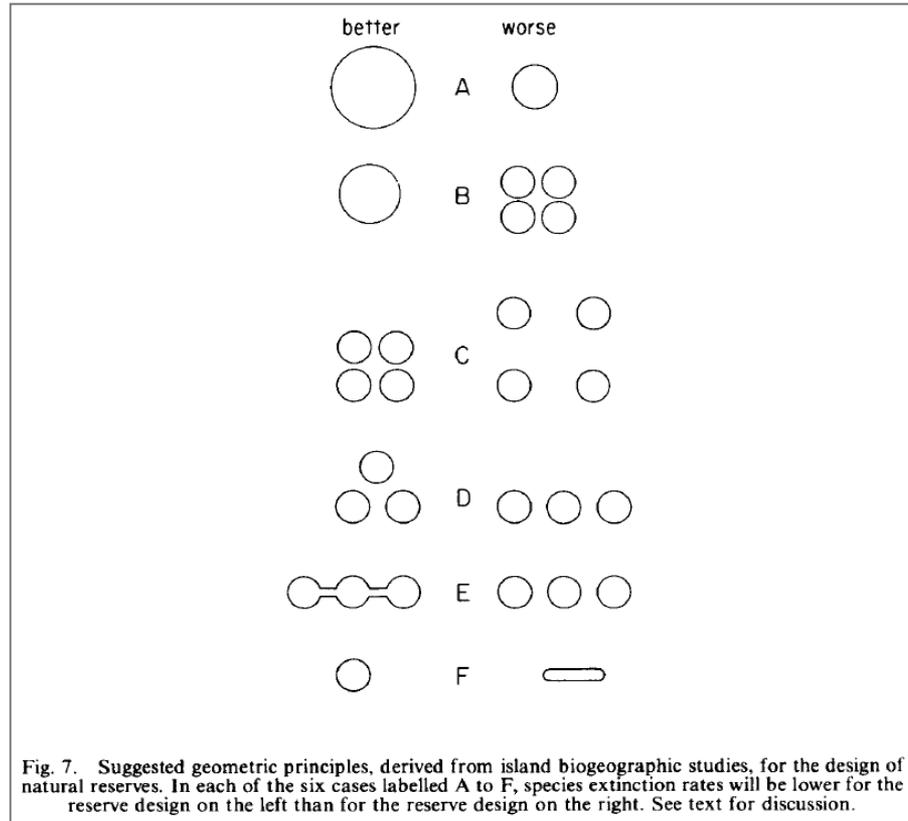
Retour aux sources

Dès ses origines au début des années 1970, la recherche sur la fragmentation des habitats a constaté que des petits fragments de nature contient moins d'espèces que les grandes tâches, suivant ainsi les prédictions de la célèbre relation aire - espèces prédites par les travaux de McArthur & Wilson (1967).

La concordance entre les observations et la théorie biogéographique des îles a favorisé l'apparition de l'idée que les fragments d'habitat, se trouvant dans une mer d'habitat défavorable voire hostile, sont comparables aux îles.....

Et un ensemble de principes concernant la taille, la forme et la distance entre fragments a été proposée en tant qu'outil à la décision pour la sélection des zones de protection

[Biological Conservation] : de la théorie des îles à la biologie de la conservation ...



**Jared Diamond
1975**

**THE ISLAND DILEMMA: LESSONS OF MODERN
BIOGEOGRAPHIC STUDIES FOR THE DESIGN OF
NATURAL RESERVES**

A partir de 1967 et surtout au début des années 1970

La naissance de la « Biologie de la conservation » autour des problèmes de réduction des effectifs des populations (superficie) et leur isolement et les critères pour la sélection des aires protégées

Le grand débat SLOSS : 1975 – 1986

J. Diamond, E.O. Wilson, D. Simberloff, J. Terbourgh, M. Soulé

Un débat encore : les corridors

Chetkiewich et al 2006, Gilbert-Norton et al 2010....

Aucun parc n'est une île

(Janzen 1983)

Les espaces naturels protégés ne contiennent pas dans bien des cas la surface nécessaire au bon fonctionnement des écosystèmes

(Grumbine 1988)

La diversité et la dynamique des espèces d'un site portent autant l'empreinte des processus régionaux (dispersion des espèces, histoire de la région) que des conditions écologiques in situ.

(Ricklefs 1988 ; Hanski 1999)

Loin d'être des systèmes isolés, les espaces protégés font partie d'un territoire et sont "connectées" au paysage alentour au travers des flux d'éléments, l'organisation spatiale de la diversité et des déplacements de la faune et flore, et l'impact des activités humaines en dehors des espaces protégés sur leur biodiversité

Les enjeux de conservation dépassent les périmètres des seuls espaces protégés : vers une gestion à l'échelle des territoires et l'ensemble des milieux qui permettent d'assurer la conservation et les déplacements des espèces

[Cybergeo] : revue européen de géographie (2010)

« Au milieu des années 1970, avec la montée des préoccupations environnementales, les avancées scientifiques, *notamment liées à l'écologie du paysage*, mettent en lumière les avantages des corridors écologiques afin d'enrayer la perte de biodiversité" »

[Vertig0] : revue électronique en sciences de l'environnement (2010)

"..... l'écologie du paysage s'appuie sur deux théories centrales, dont l'influence sur les politiques publiques en faveur de la protection de la biodiversité est forte : la fragmentation et la connectivité"

Ainsi, la mise en place d'un réseau écologique via le maintien ou la création de corridors tend à devenir un objectif des politiques de conservation

« Un concept mis en lumière par les écologues du paysage »

La fragmentation des habitats : deux phénomènes

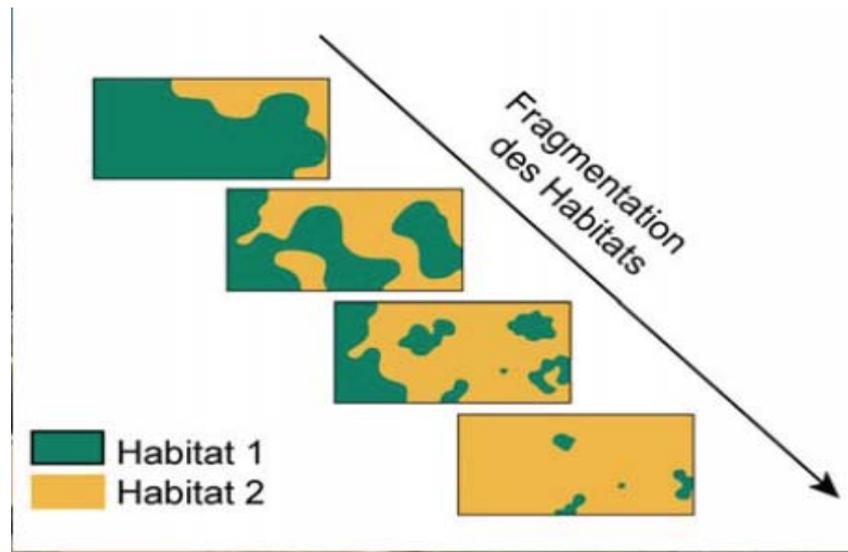
1. Réduction de la superficie

2. L'isolement



La fragmentation des habitats : deux phénomènes

La transformation d'une surface importante d'habitat en un nombre plus ou moins important de fragments de taille variable, dont la surface totale est inférieure à celle de l'habitat original et qui sont plus ou moins isolés les uns des autres par une matrice environnante différente de l'originale



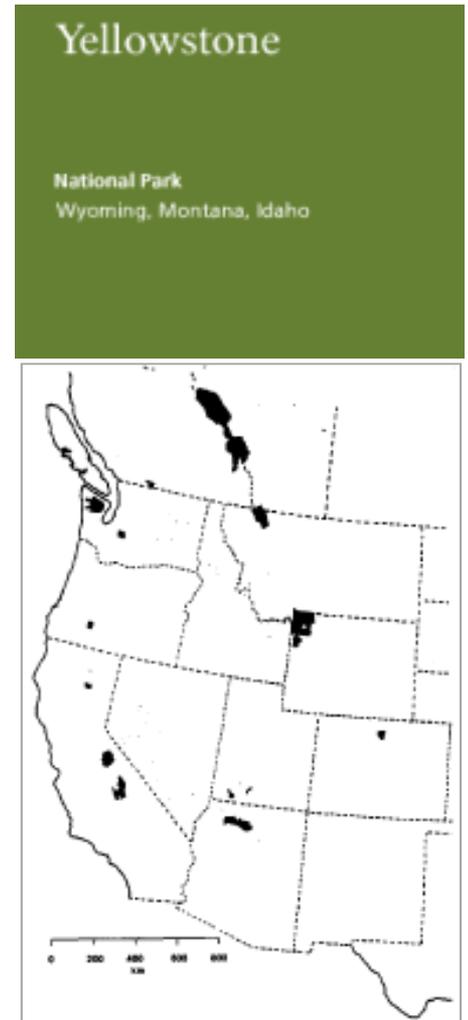
La diminution et l'éclatement des habitats en îlots

(Wilcove et al 1998)

1. Superficie : protéger de grands espaces pour minimiser le risque d'extinction

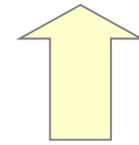
Réduction de surface en dessous d'une taille minimale nécessaire pour permettre des déplacements, maintenir des sources de recolonisation ou un nombre d'individus suffisant...

Extinctions des grands mammifères dans les parcs nationaux des États-Unis plus forte que l'apparition et d'autant plus forte que le parc est petit



Les effectifs

Dérive génétique & différenciation des populations



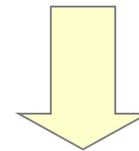
Nombre

Faible diversité génétique

Abondance
locale

Densité

Échec de reproduction

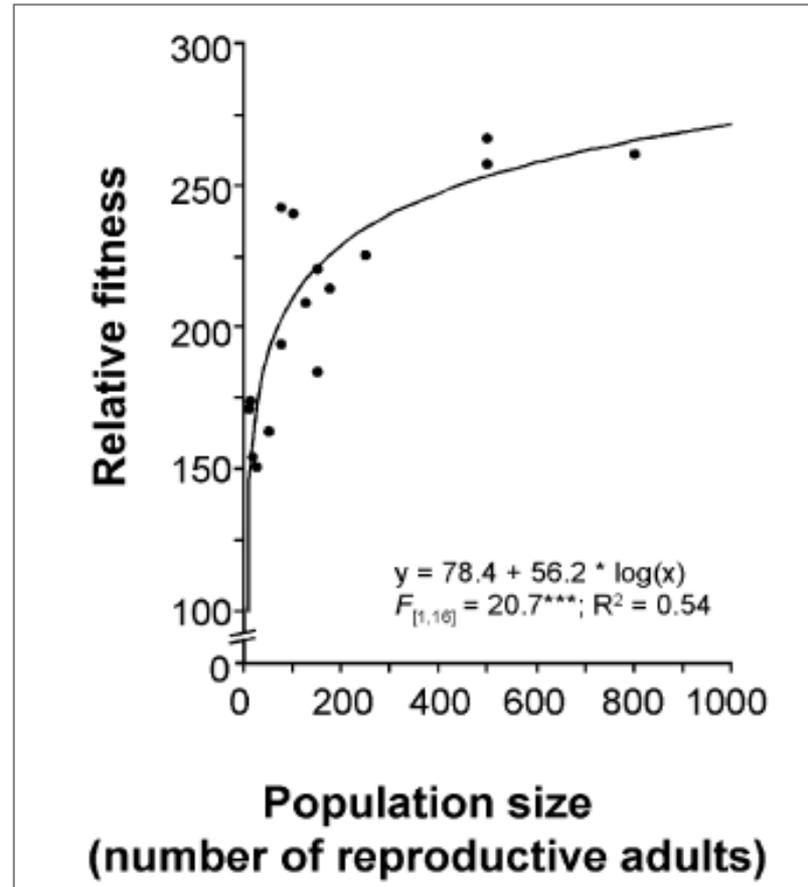


Effet Allée : relation négative entre valeur sélective et taille des populations

Les effectifs

Relation négative entre
valeur sélective et les
effectifs

Gentiana
pneumonanthe



La diversité en populations fragmentées

Une population de petits effectifs est confrontée de manière importante à des phénomènes stochastiques pouvant conduire à une perte de diversité génétique

Et des difficultés de reproduction : chez des plantes - réduction de fécondité dans les petites populations : limitation de pollinisation lié à une réduction de l'abondance d'insectes, absence de pollen compatible lié à une faible diversité



La scirpe maritime dans les mares temporaires de Roquehaute

(Charpentier *et al.* 2000)

Polyréseau énergie entre Fos-sur-mer et Martigues (13)

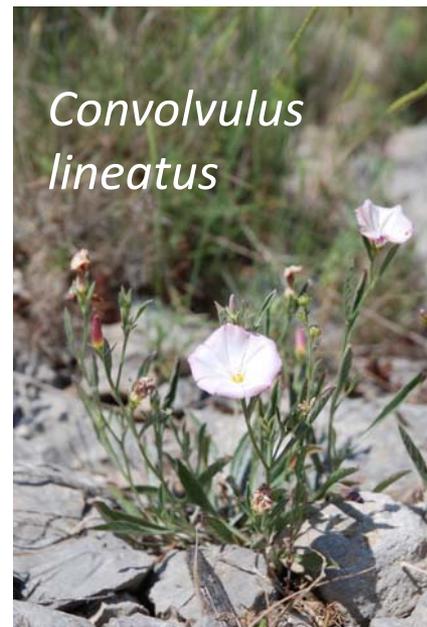
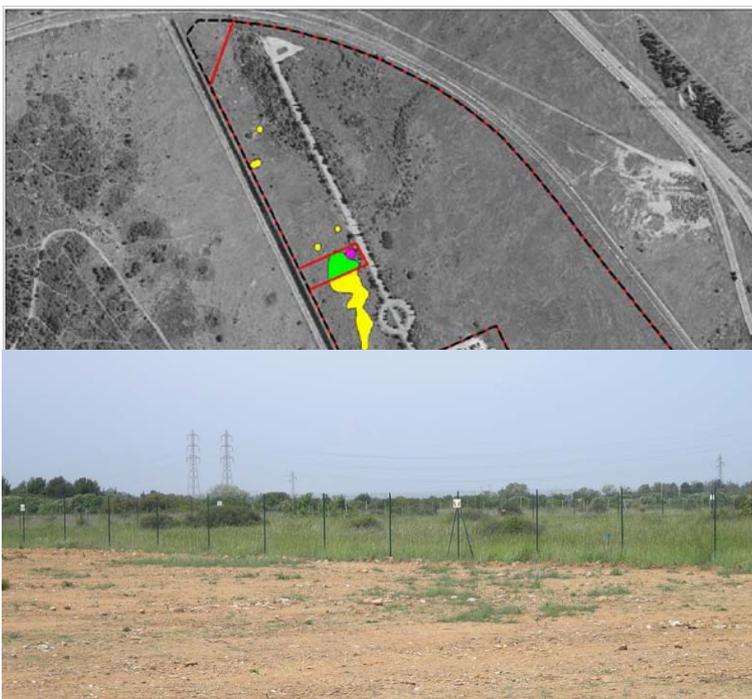
et

Extension du réseau de gaz aux alentours de la plate-forme pétrochimique de Lavera

Demande de dérogation pour destruction d'espèces protégées

Conventions de partenariat (5-8 ans)

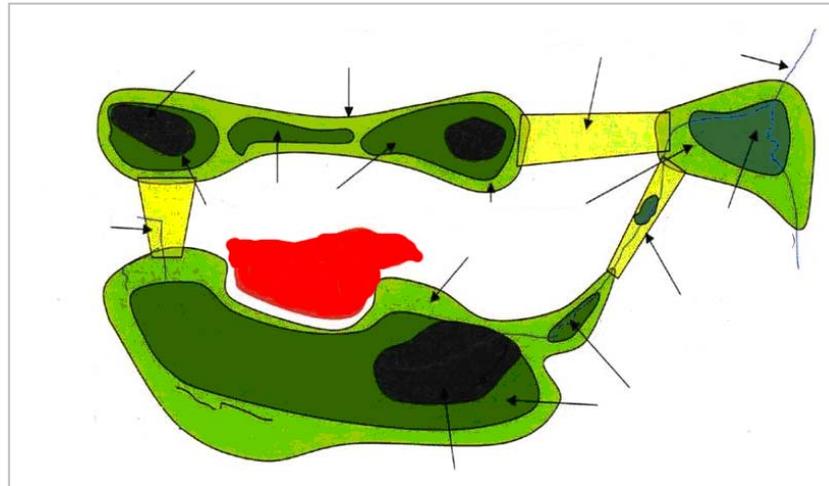
- GRT GAZ
- GPMM



Stipa capensis

2. Isolement : identifier les enjeux associés aux continuités écologiques

Relier les sites entre eux pour maintenir la diversité, flux d'individus et de gènes, déplacements de populations, voire d'espèces.....



Mais d'abord s'assurer de leur viabilité, seules les populations en excédant démographique exporte des individus

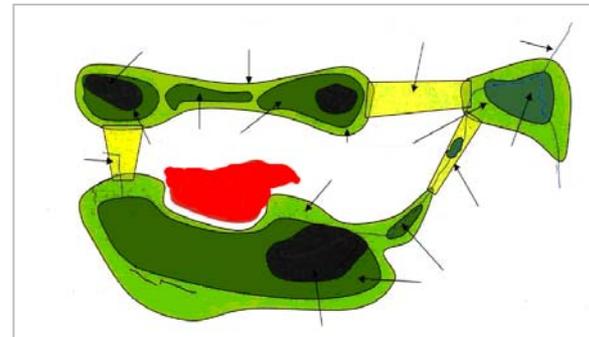
Penser la connectivité écologique

1. Une composante structurelle ("*patterns*") – organisation spatiale des divers éléments paysagères ;
2. Une composante fonctionnelle ("*processes*") – réponses des individus à l'hétérogénéité du paysage, flux de gènes et propagules.

Peu d'études adhère à cette dualité

La composante structurelle (cartes) domine

Corridors : désignations basées sur une vision binaire du paysage
tache - matrice





Penser la perméabilité ...

Un point important ici concerne la qualité du milieu environnant et l'équivalence des fragments aux vraies îles : les fragments, sont-ils véritablement des îles dans une mer hostile ?

Brotons *et al.* (2003) : ont comparé la richesse spécifique de l'avifaune des fragments forestiers en Scandinavie (entourés de zones coupées en phase de régénération) à celle présente dans les forêts dans les nombreuses îles de la région.

Un effet « compensatoire » importante, aussi bien en terme de ressource (nidification, nutrition) que pour la connexité (migration plus facile entre fragments qu'entre îles), de l'environnement qui entoure les fragments par rapport à la mer qui entoure les îles.

3. Isolement : penser en termes d'interdépendances entre sites, non seulement en terme de continuité

Deux éléments clés des déplacements

Entre sites disjoints à des échelles spatiales très variables. Les capacités de dispersion et les exigences écologiques des espèces conditionneraient la densité nécessaire du maillage des espaces au sein d'un réseau écologique.

Entre types de milieux différents qui permettent d'assurer les différentes phases du cycle de vie.

Il n'y a pas toujours continuité dans l'espace ni continuité en termes de milieux. On a plutôt affaire à une connectivité écologique entre milieux différents "complémentarité"

Décrire la fragmentation représente une menace pour la diversité biologique, en fractionnant et réduisant les espaces vitaux des espèces.

Penser la connectivité permet de relier les éléments du paysage entre eux, support d'habitat des espèces, assurant ainsi les déplacements et les échanges biologiques favorables au maintien de la biodiversité.

Mais aussi à travers la matrice....

Le concept de corridors bien adaptés aux paysages d'agriculture intensive (haies, ripisylves, ...), grandes zones d'urbanisation.....

Que dire des grands paysages en mosaïque ?

Différence de perception - tache et corridor ?

**Comment quantifier la fragmentation et ses
conséquences.....**

Pour décider où et comment atténuer les impacts

Maillage

Le maillage effectif : la probabilité que deux points choisis au hasard dans une zone d'étude soient connectés (qu'ils ne soient pas séparés par des routes par exemple).

Cette probabilité est exprimée par une surface qui correspond à la taille de la zone accessible depuis un point choisi dans la zone d'étude où le déplacement n'est pas empêché par un obstacle.

Ainsi, plus le maillage effectif est faible, plus le paysage est fragmenté.

(Jaeger 2000)

$$m_{EFF} = \frac{1}{S_{TOT}} \sum_{i=1}^n S_i^2$$

Où S_i est la superficie d'un fragment i , n est le nombre de fragments dans l'unité territoriale après le découpage et S_{TOT} est la superficie totale de l'unité territoriale. Les valeurs de m_{EFF} peuvent être interprétées comme une mesure de la superficie non-fragmentée accessible à partir d'un point choisi aléatoirement à l'intérieur de l'unité territoriale. Donc, plus la valeur de m_{EFF} est faible, plus la fragmentation est importante et inversement.



Fiche 20

Atténuer le caractère fragmentant du réseau routier départemental par la mise en œuvre de transparences écologiques sur les secteurs sensibles, associées à une gestion adaptée

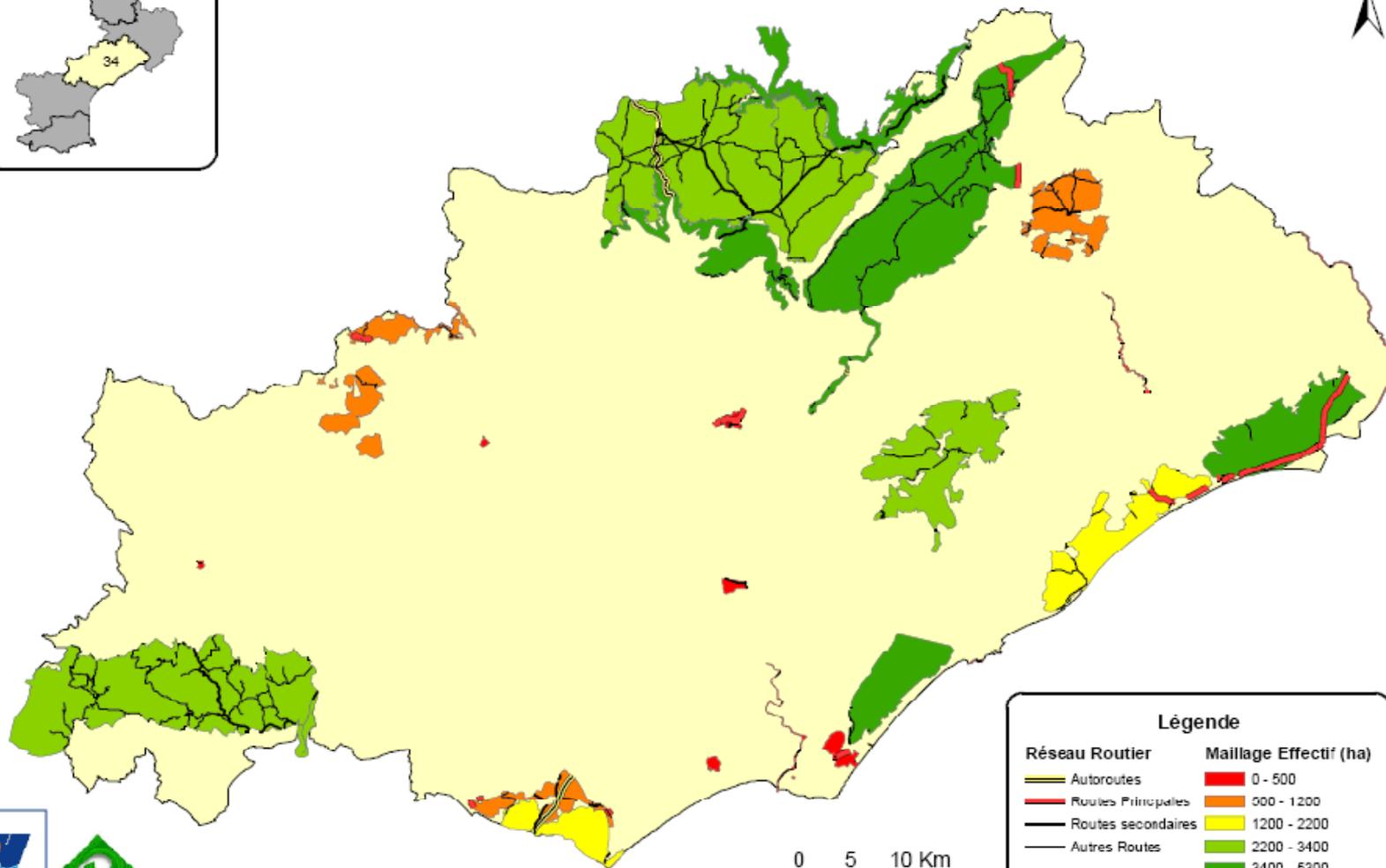
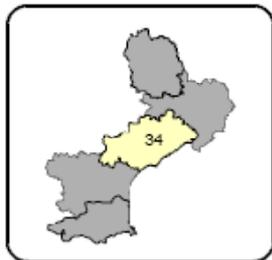


D'ici à 2012, les régions auront à définir leurs **schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE)**. Les documents de planification (PLU, POS) et les projets des collectivités devront tenir compte des SRCE.

Cette action a vocation à s'inscrire dans cette démarche volontaire de défragmentation du territoire et de mise en valeur des corridors.

Hiérarchisation des priorités

Maillage Effectif des Sites d'Importance Communautaire (SIC) du département de l'Hérault



Légende	
Réseau Routier	Maillage Effectif (ha)
Autoroutes	0 - 500
Routes Principales	500 - 1200
Routes secondaires	1200 - 2200
Autres Routes	2200 - 3400
	3400 - 5300

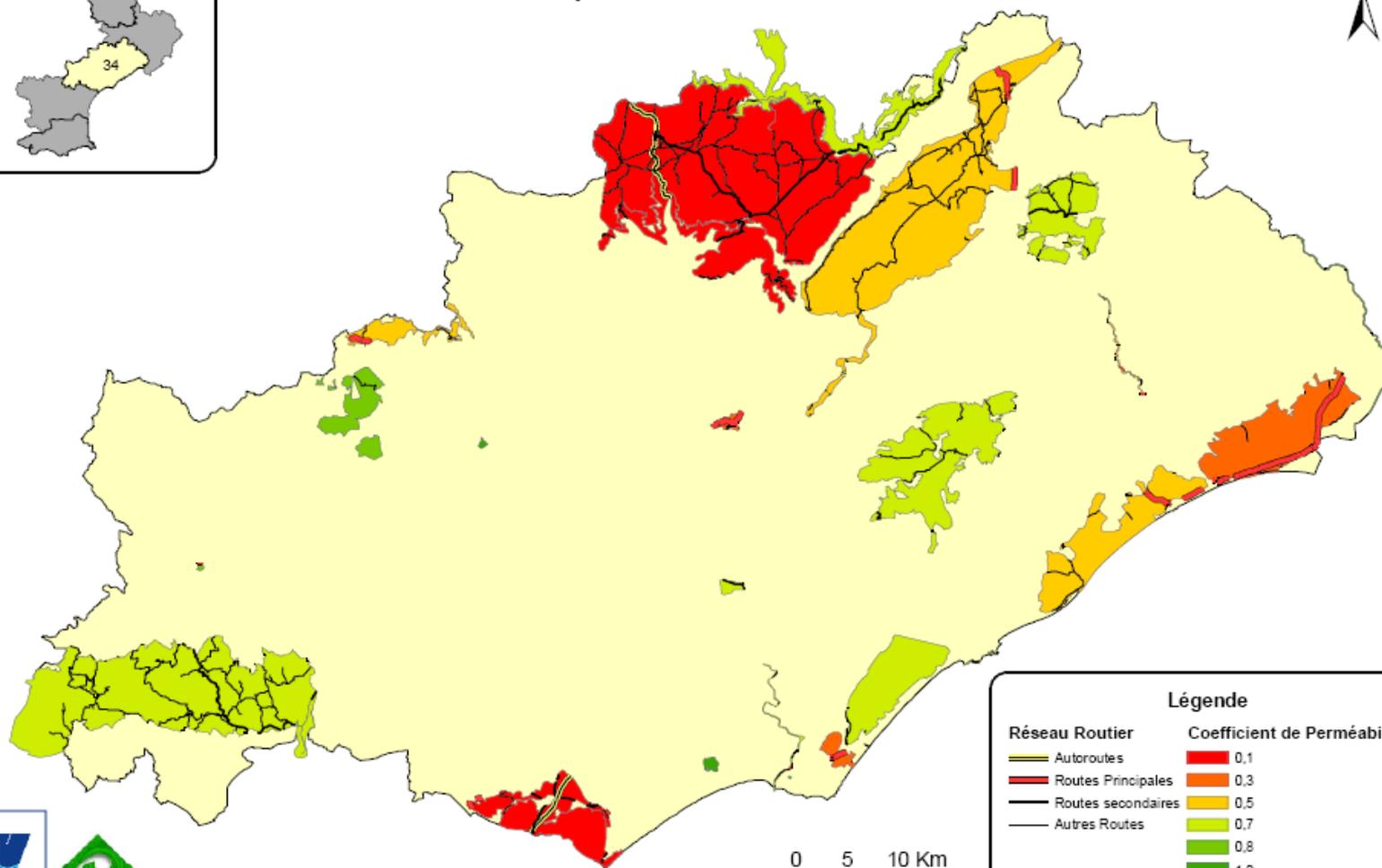
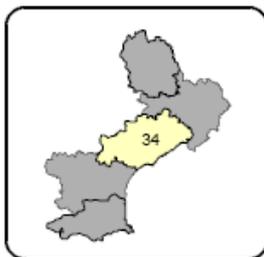
0 5 10 Km

Sources : - Routes : CG 34
- Limites départementales : BD carto

Perméabilité

Réseau routier du site	Coefficient de Perméabilité attribué
Routes mineures seulement	0.80
Majorité de routes secondaires	0.70
Routes principales + autres types de routes	0.50
Routes principales traversant le site	0.30
Autoroutes + autres types de routes	0.1

Perméabilité des Sites d'Importance Communautaire (SIC) du département de l'Hérault



Légende	
Réseau Routier	Coefficient de Perméabilité
Autoroutes	0,1
Routes Principales	0,3
Routes secondaires	0,5
Autres Routes	0,7
	0,8
	1,0

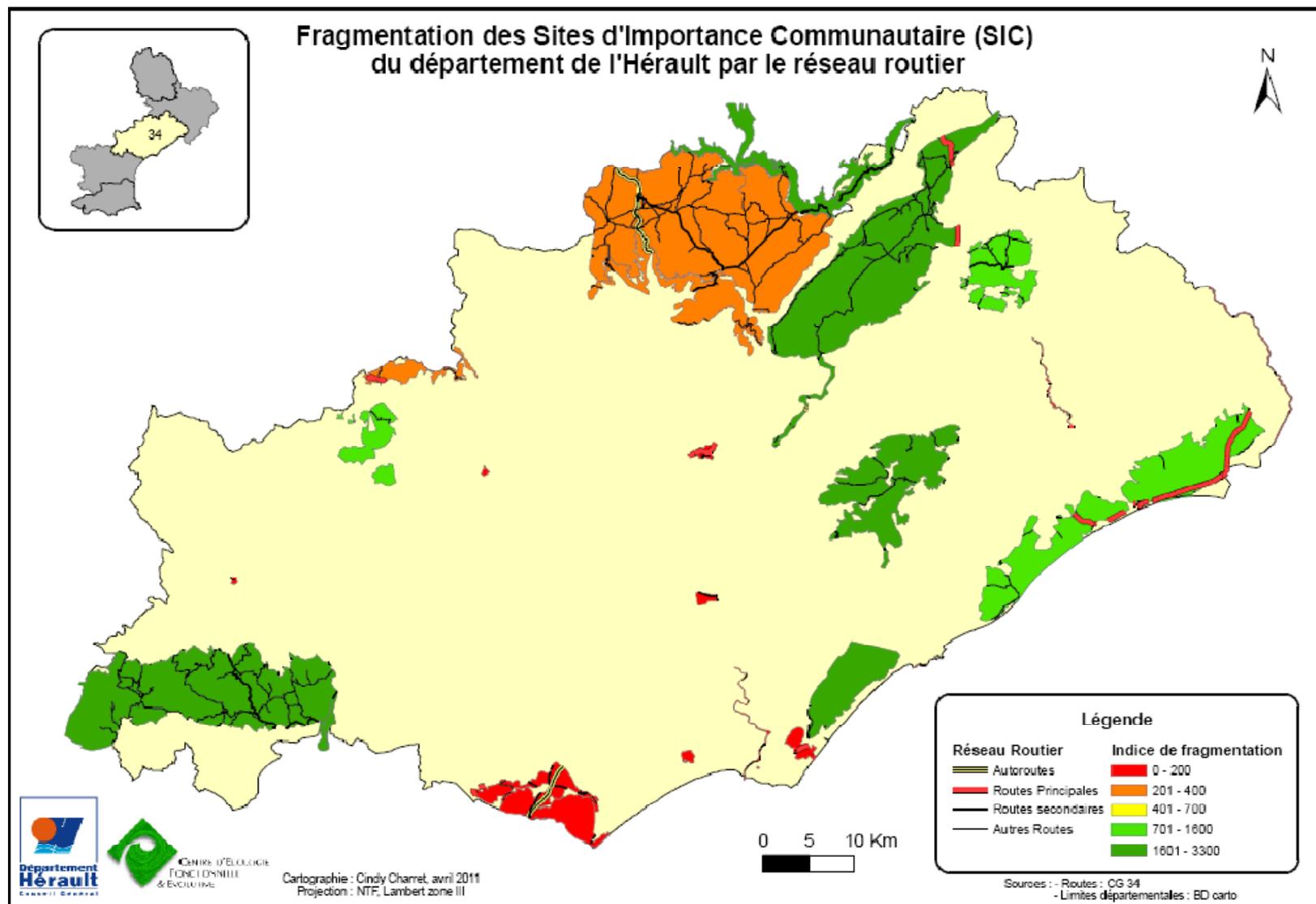
0 5 10 Km

Sources : - Routes : CG 34
- Limites départementales : BD carto

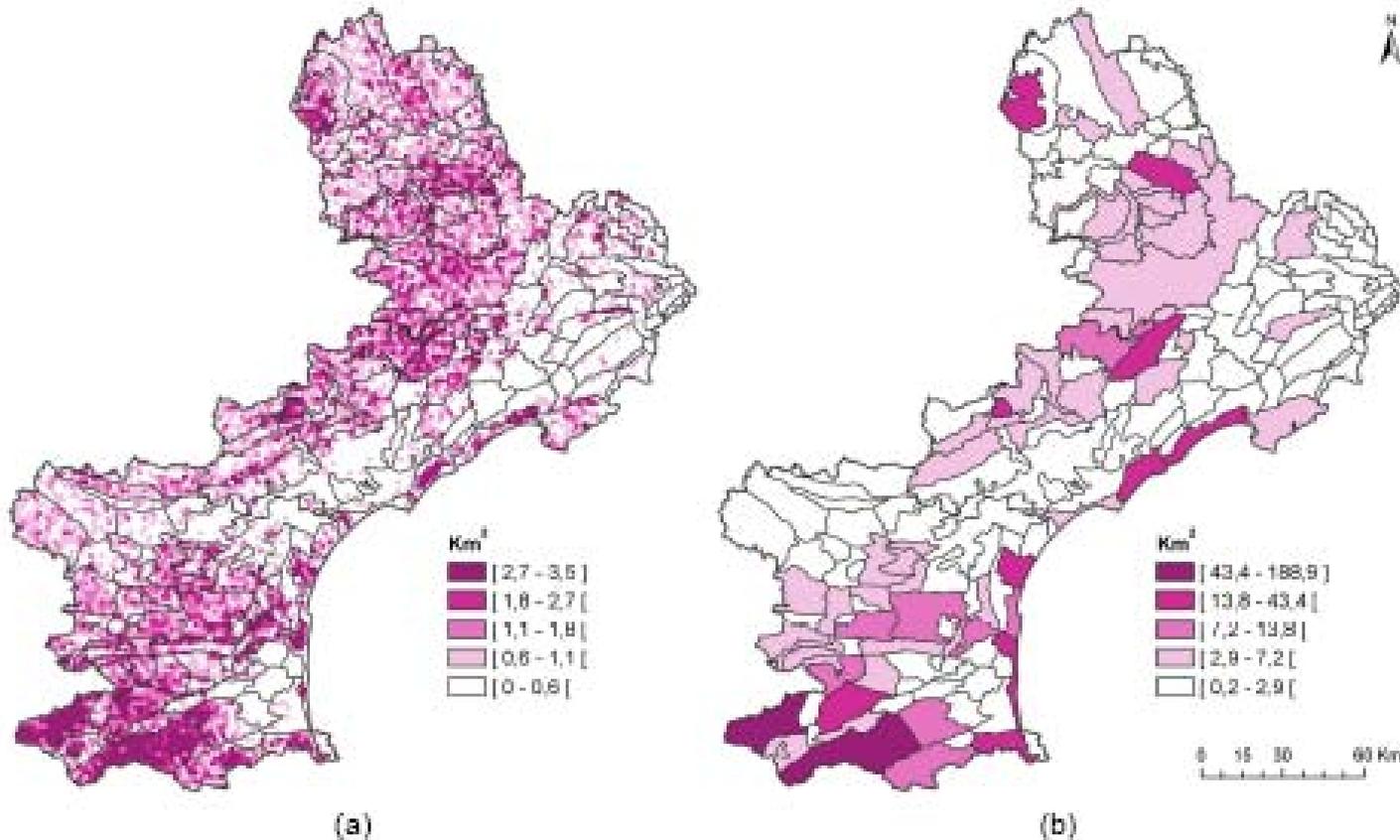


Cartographie : Cindy Charret, avril 2011
Projection : NTF, Lambert zone III

$$I_f = \text{Maillage effectif} \times \text{Coefficient de Perméabilité}$$



Confrontation aux enjeux de conservation et gestion



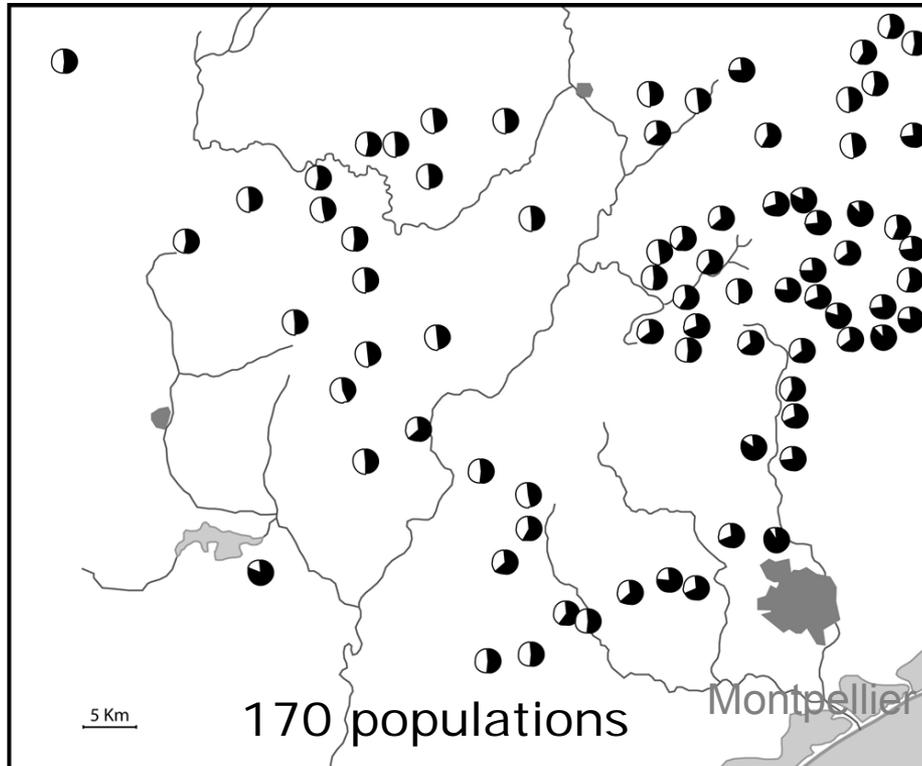
Largeur de la maille effective à l'intérieur

(a) des mailles de 2km

(b) des entités paysagères

Plus la valeur est faible, plus le territoire est fragmenté

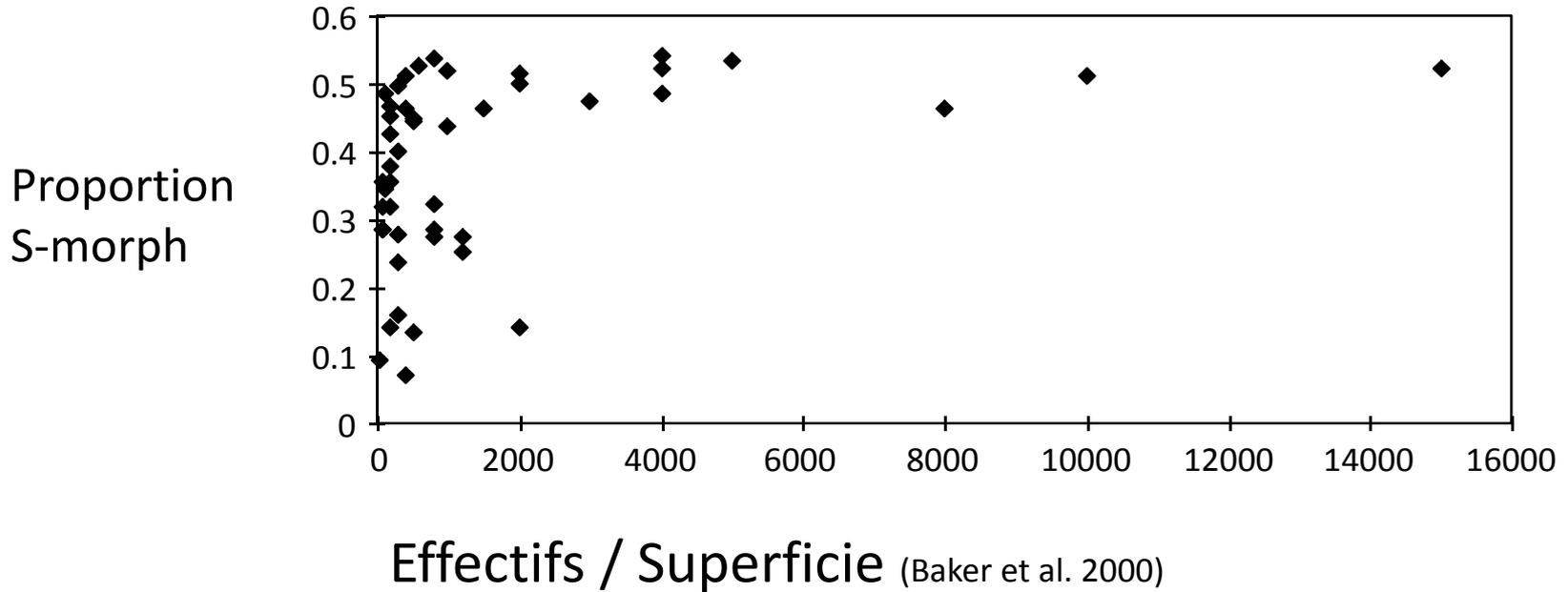
Distingue l'impact de la taille de celui de la configuration spatiale des habitats

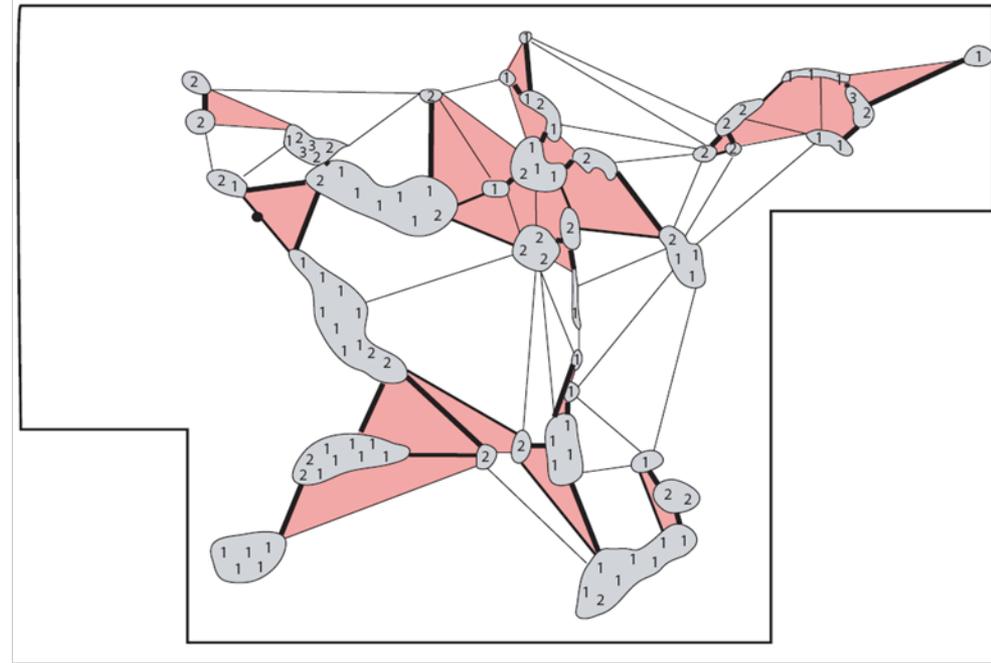
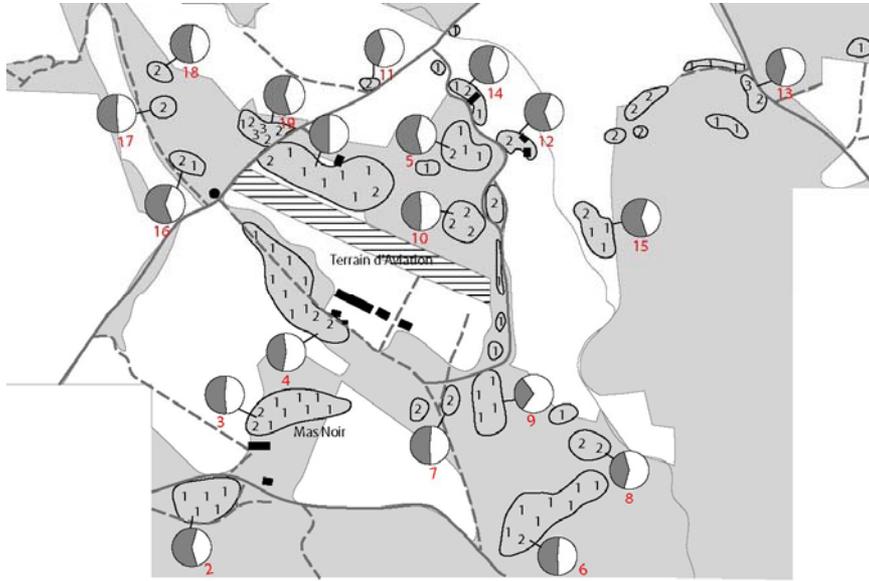


Nacissus assoanus

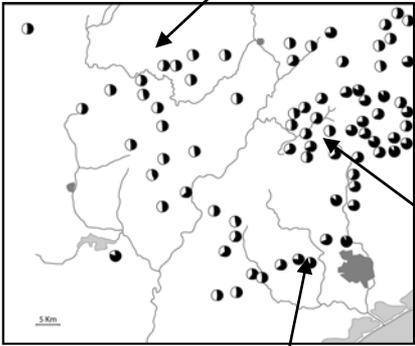
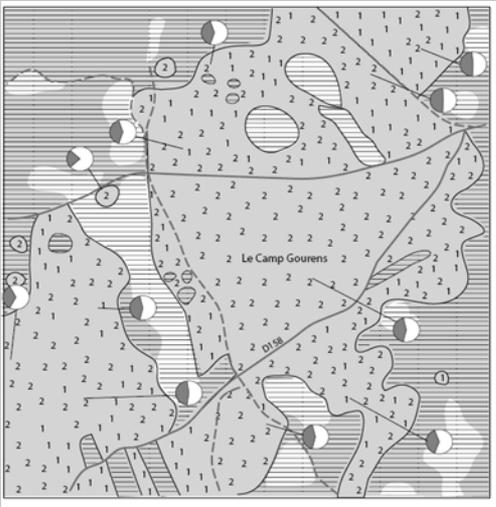


Superficie / effectifs

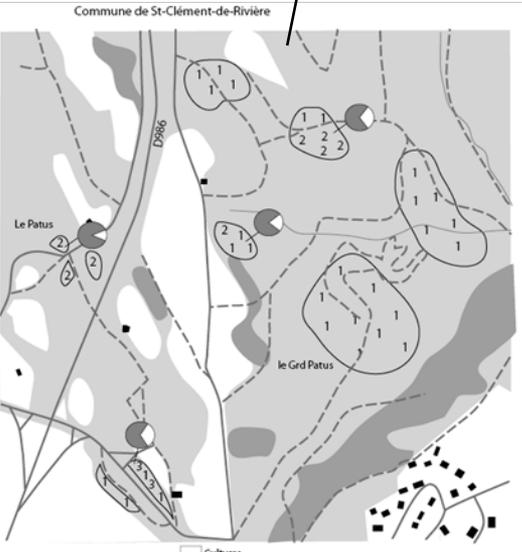
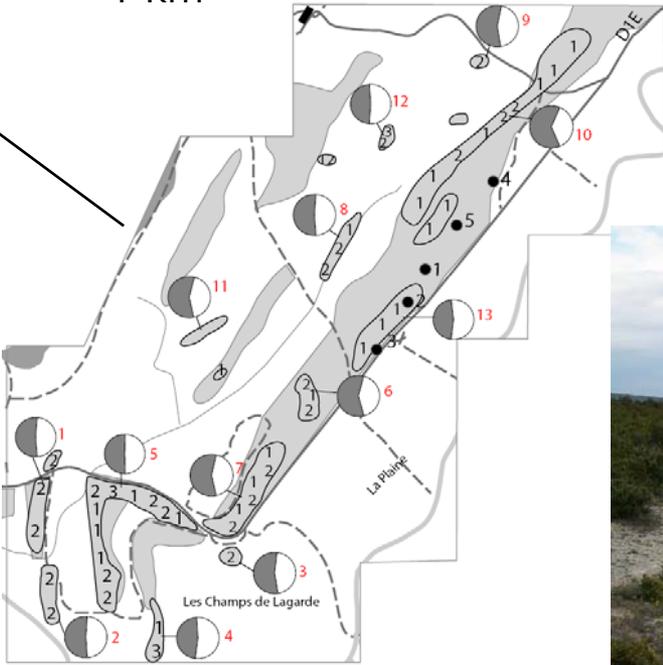




La configuration spatiale des habitats

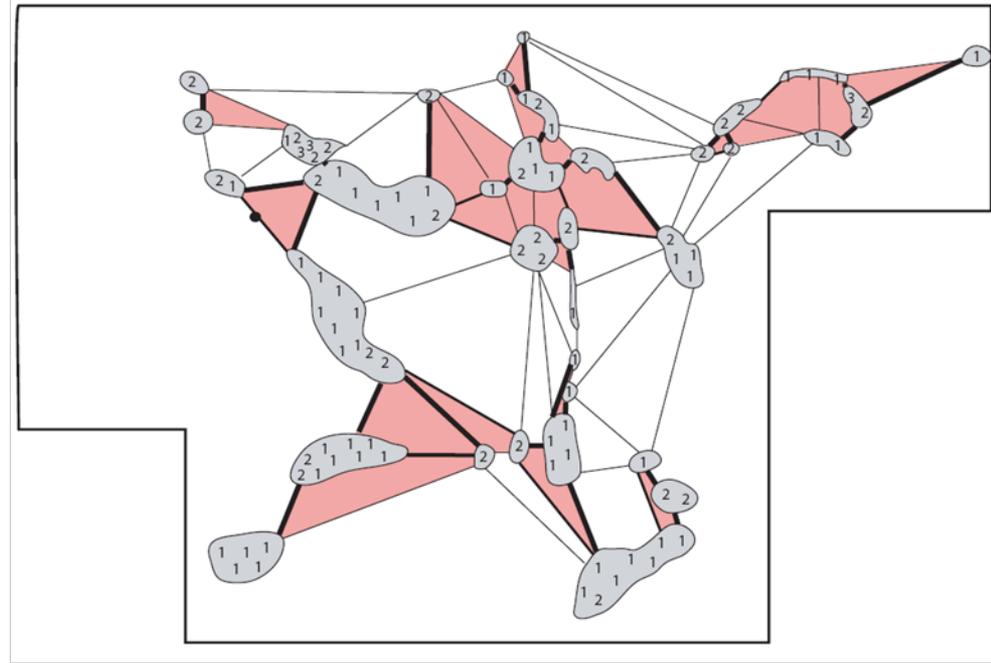


1 km



Quantification du degré de fragmentation

- Nombre de taches (n)
- Densité locale (a)
- Superficie des taches (t)
- Distance entre taches (d)



$$\text{Connectivité} = \sum_{i=1}^n (t_j * a_j) - d_j$$

z value

(Int)

Isolement

Superficie

connectivité

Pr(>|z|)

4.159 ***

5.050 ***

1.351

0.001

1 km

Définir un principe de connectivité écologique

Distinguer les différentes échelles spatiales, temporelles et en termes d'organisation biologiques des déplacements

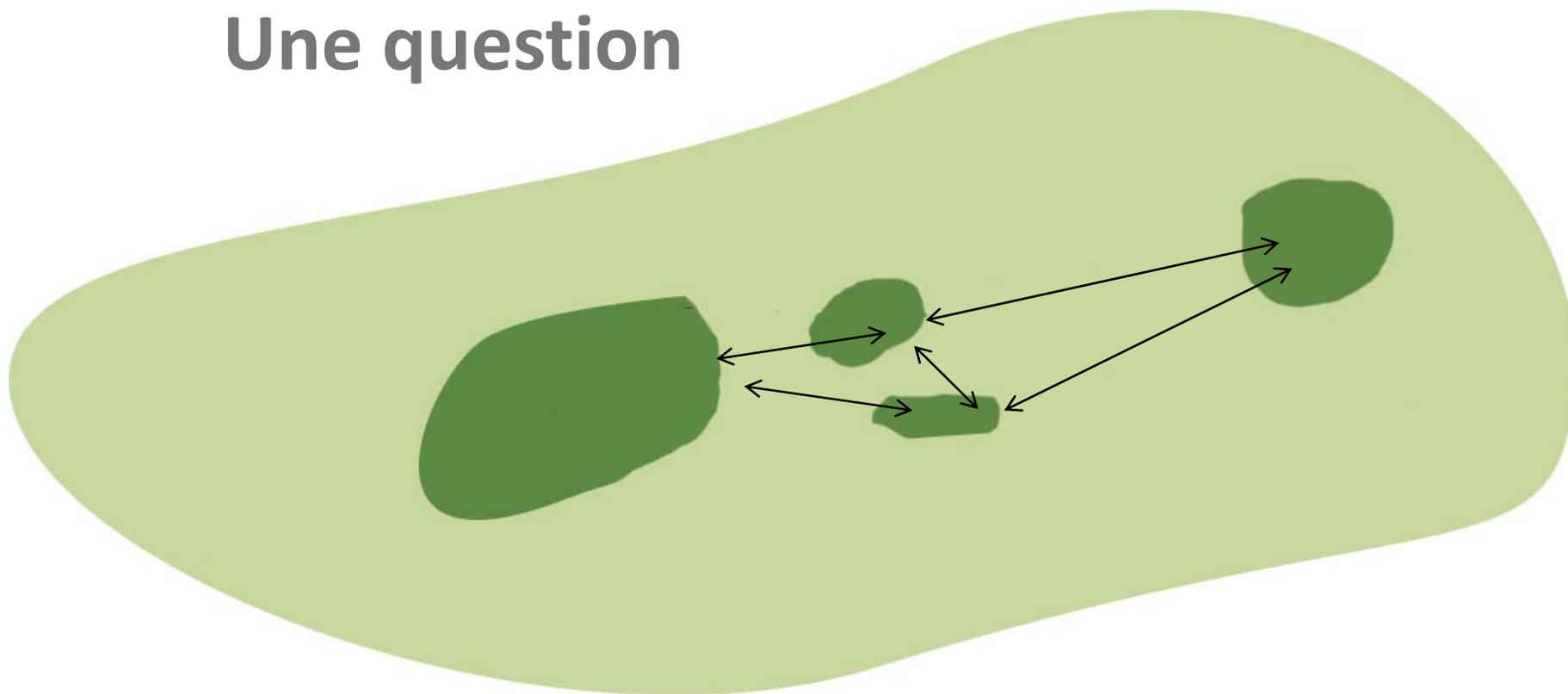
Identifier les espaces fonctionnels de conservation : diversité en espèces et complémentarité, aire minimum viable, connectivité, paysage

Sélectionner et gérer les sites prioritaires en dehors des espaces protégés : sortir des réservoirs de biodiversité mais éviter des cercles concentriques, des flèches

..... Pas forcément pour relier les réservoirs mais les rendre fonctionnel dans leur territoire

Merci de votre attention

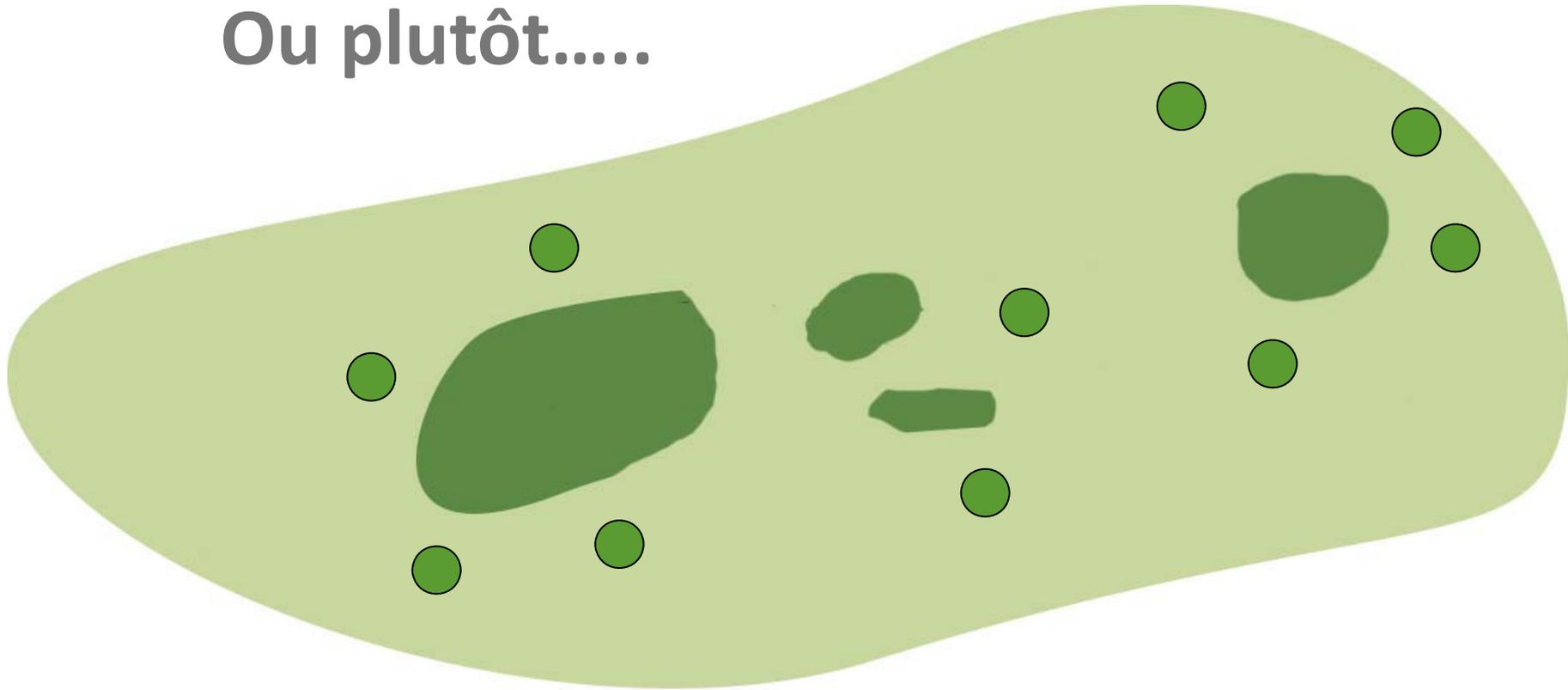
Une question



 Cœurs de biodiversité
 matrice



Ou plutôt.....



 Cœurs de biodiversité
 matrice

**Interdépendances entre
espaces et leur
complémentarité**

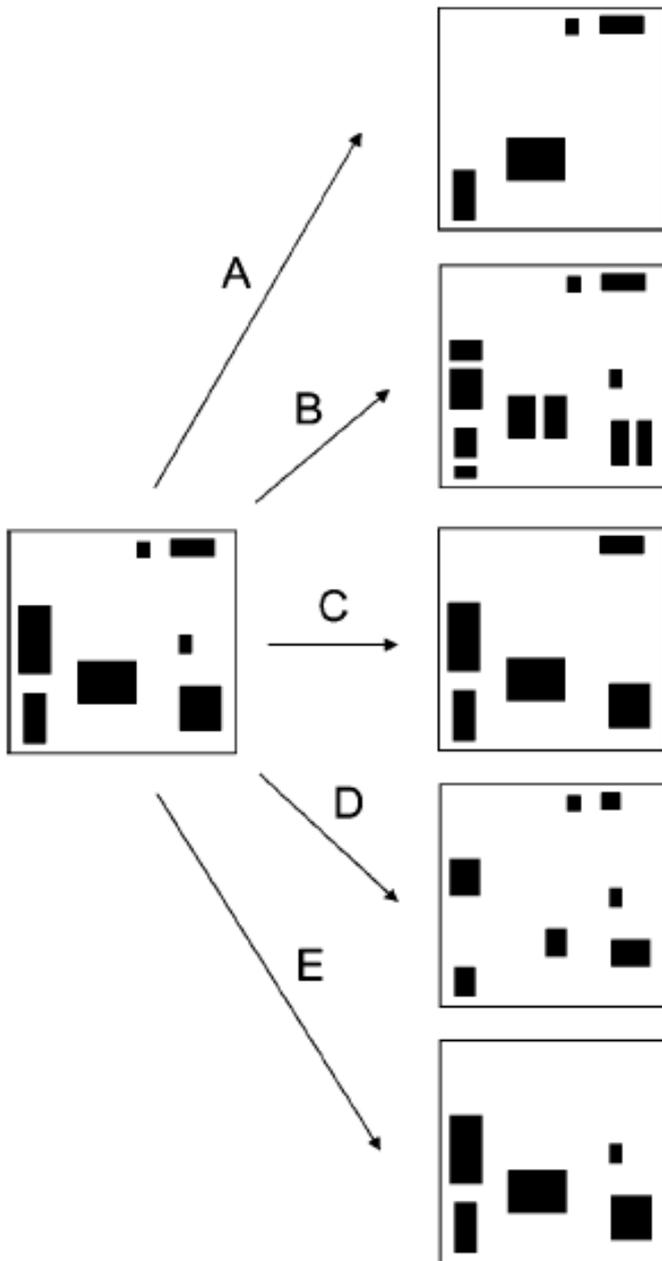


La fragmentation : un processus multiforme

- une réduction de la surface globale d'un habitat
- la séparation des différentes zones de l'habitat avec la création de taches dans le paysage
- l'augmentation du nombre de taches (qui pourrait diminuer par la suite)
- une réduction de taille des taches
- un isolement de plus en plus fort des taches



augmentation (+) / pas changement / diminution (-)



+ Isolement / taille taches / - N° de taches

- isolement / - taille taches / + N° de taches

Isolement / + taille taches / - N° de taches

+ Isolement / - taille taches / N° de taches

- Isolement / taille taches / - N° de taches