



**HAL**  
open science

## L'écologie du paysage appliquée à la conception, d'agroécosystèmes favorisant la lutte biologique par conservation

Jean-Pierre Sarthou, Claire Lavigne, Adrien Rusch, Marie Gosme, Muriel  
Morison, Françoise Burel

► **To cite this version:**

Jean-Pierre Sarthou, Claire Lavigne, Adrien Rusch, Marie Gosme, Muriel Morison, et al.. L'écologie du paysage appliquée à la conception, d'agroécosystèmes favorisant la lutte biologique par conservation. Colloque Agro-écologie, Oct 2013, Dijon, France. hal-01173310

**HAL Id: hal-01173310**

**<https://hal.science/hal-01173310>**

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.



Ecologie spatiale : quelles échelles pertinentes pour la conception de systèmes de culture valorisant le contrôle biologique des ravageurs ?  
L'écologie du paysage appliquée à la conception d'agroécosystèmes favorisant la lutte biologique par conservation

Jean-Pierre SARTHOU<sup>1</sup>, Claire LAVIGNE<sup>2</sup>, Adrien RUSCH<sup>3</sup>, Marie GOSME<sup>4</sup>, Muriel VALANTIN-MORISON<sup>4</sup>, Françoise BUREL<sup>5</sup>

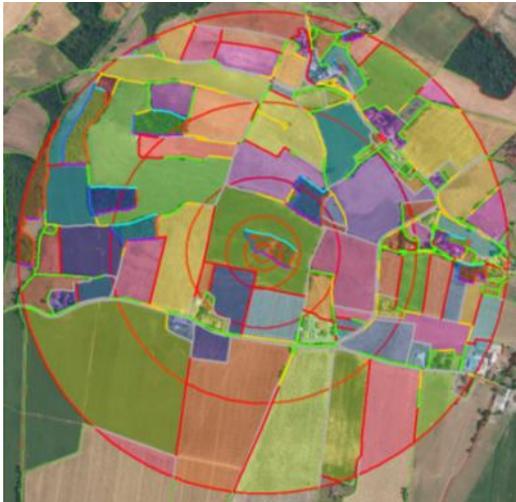
<sup>1</sup> INP-ENSAT, UMR INRA AGIR, Toulouse

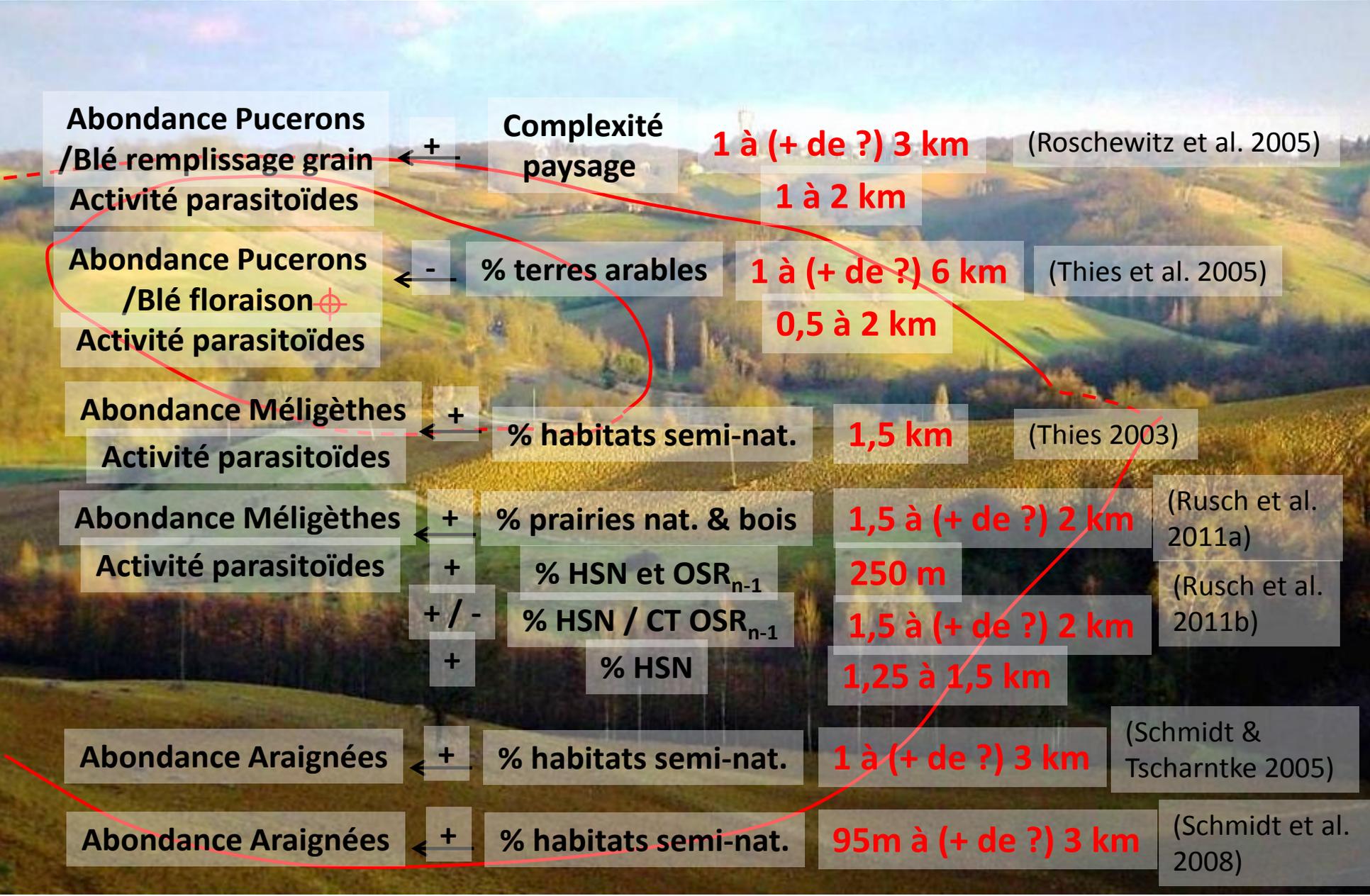
<sup>2</sup> INRA, UMR PSH, Avignon

<sup>3</sup> INRA, UMR SAVE, Bordeaux

<sup>4</sup> INRA, UMR AGRONOMIE, Grignon

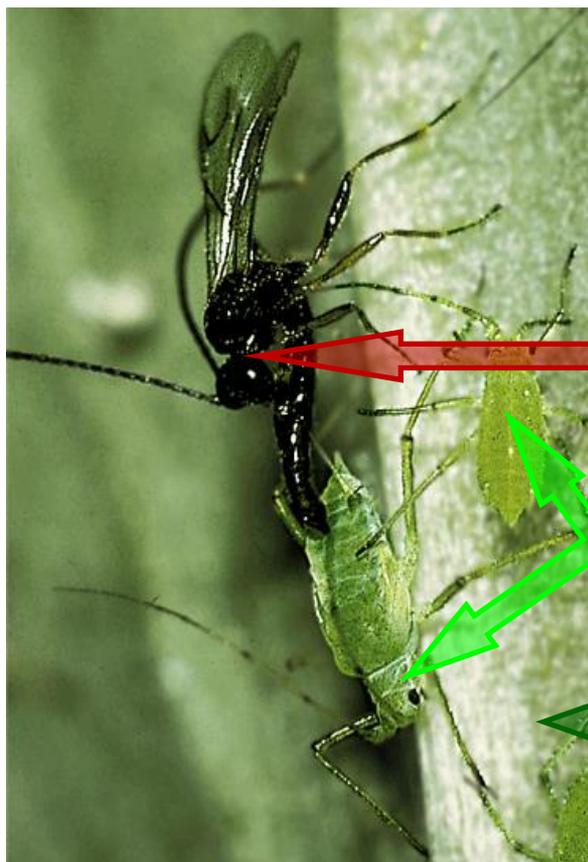
<sup>5</sup> CNRS, Université Rennes





## Le système étudié : simple...

Un système tri-trophique, organisé en **populations** (une par niveau)...



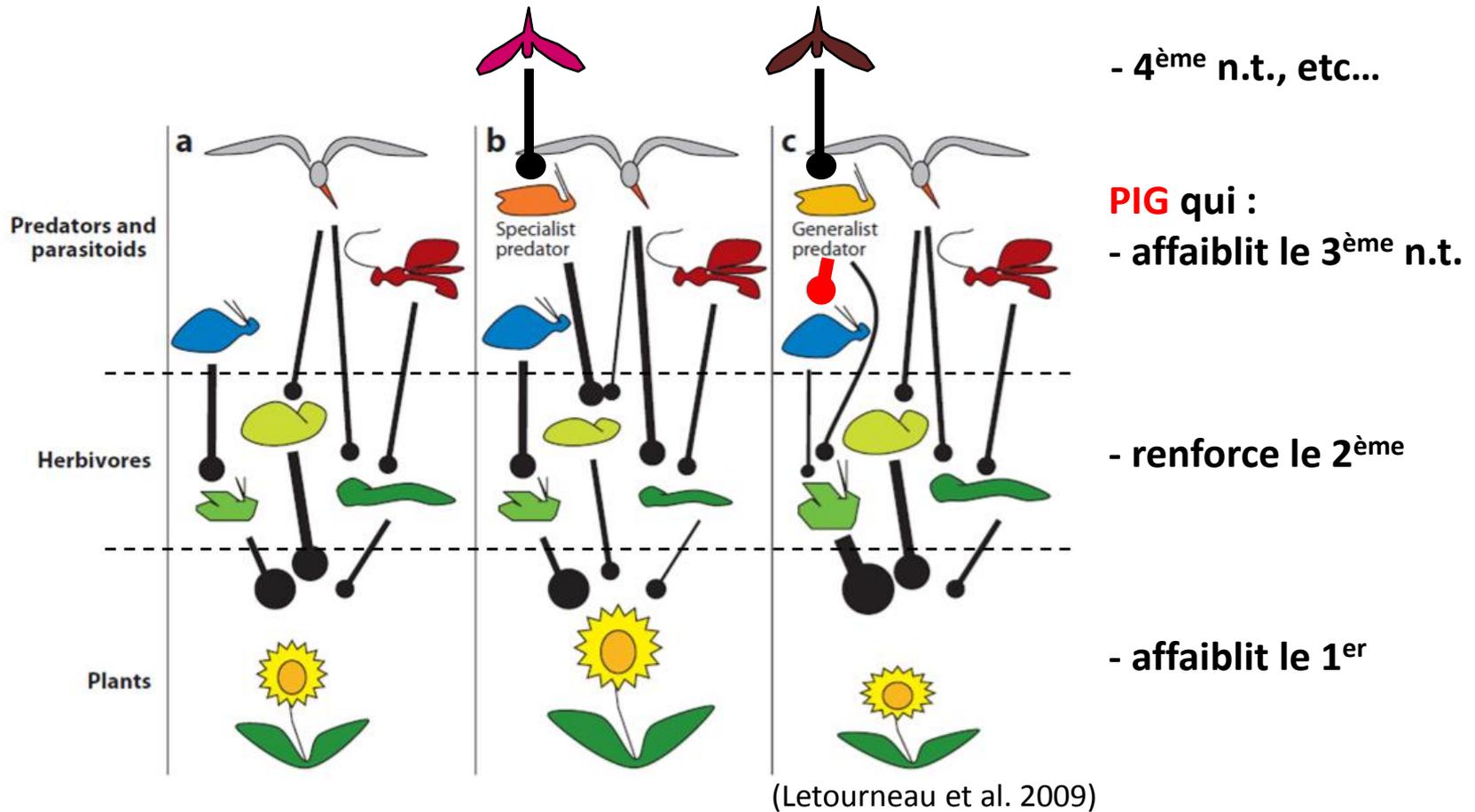
**ennemi naturel**  
= 3<sup>ème</sup> niveau trophique

**ravageur**  
= 2<sup>ème</sup> niveau trophique

**plante cultivée**  
= 1<sup>er</sup> niveau trophique

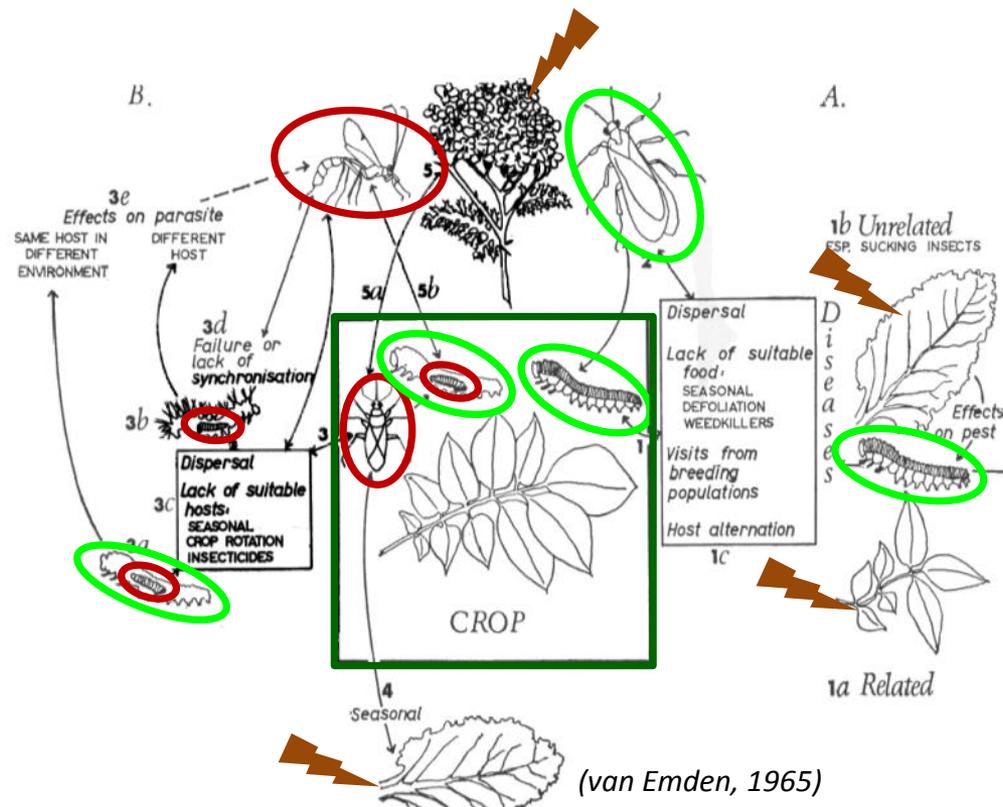
## Le système étudié : simple... et complexe...

...car en réalité : organisé en **communautés** aux 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> niveaux, minimum...



## Le système étudié : simple... et complexe... très complexe...

...car organisé en communautés aux 1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup>... niveaux



→ **Théorie des cascades trophiques** : un nb impair de niveaux trophiques favorise le 1<sup>er</sup> niveau (Oksanen & Oksanen 2000) : → état écologique moyen (3 niv. troph.) ou excellent (5 niv. Tr.) pour LBC

## Pourquoi s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

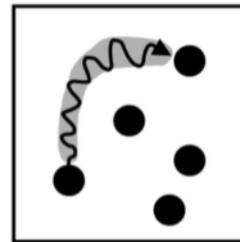
### Parce que :

- ✓ les espèces de ravageurs et d'auxiliaires (à ~50% et ~ 90% des spp respectivement, Häni et al. 1998) sortent de la parcelle cultivée pour boucler leur cycle (alimentation, (estivo-) hibernation, refuge) = utilisation des ressources des différents habitats (HSN),
- ✓ les cultures annuelles font l'objet de rotations,

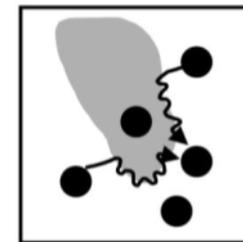
- ✓ => les insectes (surtout auxiliaires et ravageurs indigènes) sont alors influencés par le paysage :

- ✓ dans certains cas rares (ravageurs introduits monophages, e.g. chrysomèle racines maïs), dépendance stricte à un seul type d'habitat :

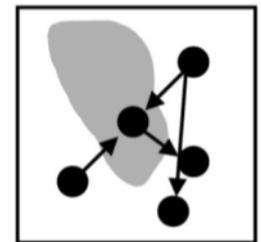
(d) Facilitation



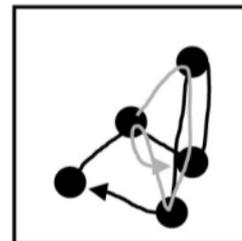
(e) Inhibition



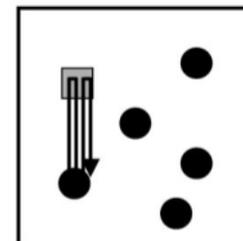
(f) Neutral



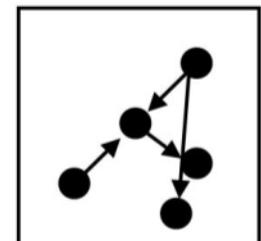
(a) Patchy population



(b) Multihabitat population



(c) Classic metapopulation

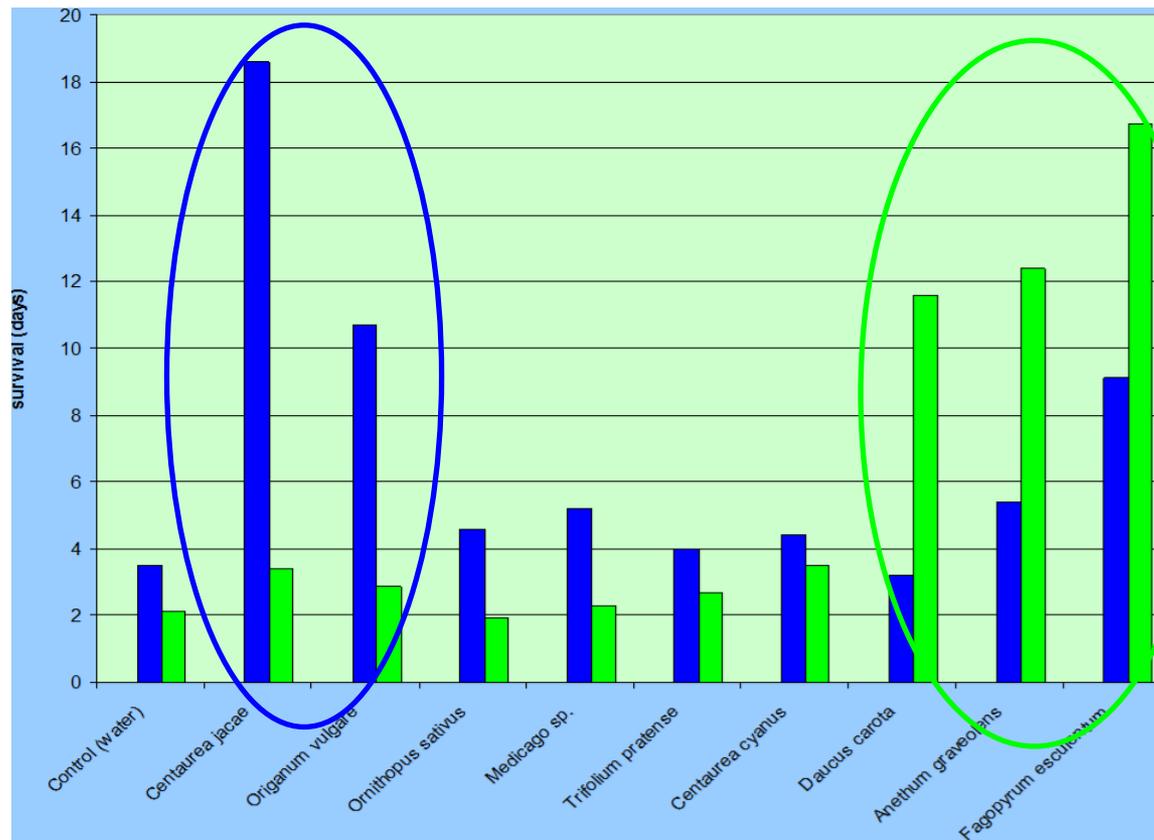


## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Nature des ressources utilisées par la/les population(s) « ciblée(s) »

- type de fleurs recherchées => « Bandes fleuries »



Favoriser les auxiliaires...



Parasitoïde :  
*Cotesia* sp.

...mais pas les ravageurs



Ravageur :  
*Pieris rapae*

(Winkler et al. 2006)

## Le PAYSAGE : comment ?

### Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

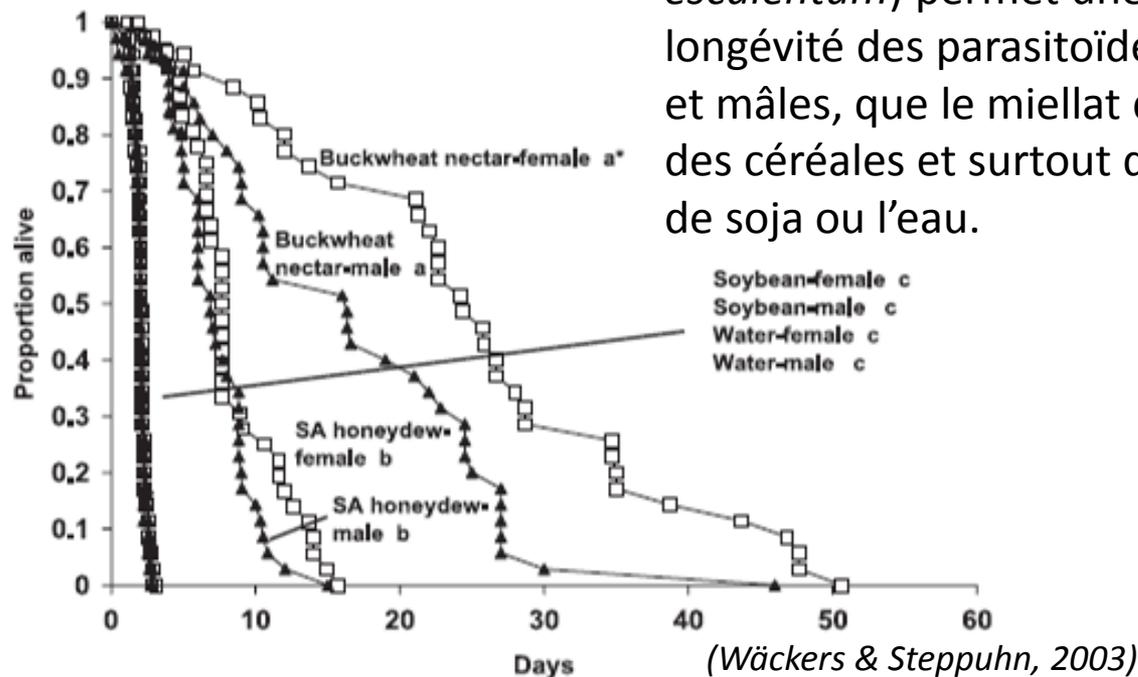
#### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Nature des ressources utilisées par la/les population(s) « ciblée(s) »

- type de fleurs recherchées => « Bandes fleuries »



*Diadegma insulare*  
Parasitoïde de la  
Teigne des  
crucifères



## Le PAYSAGE : comment ?

### Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

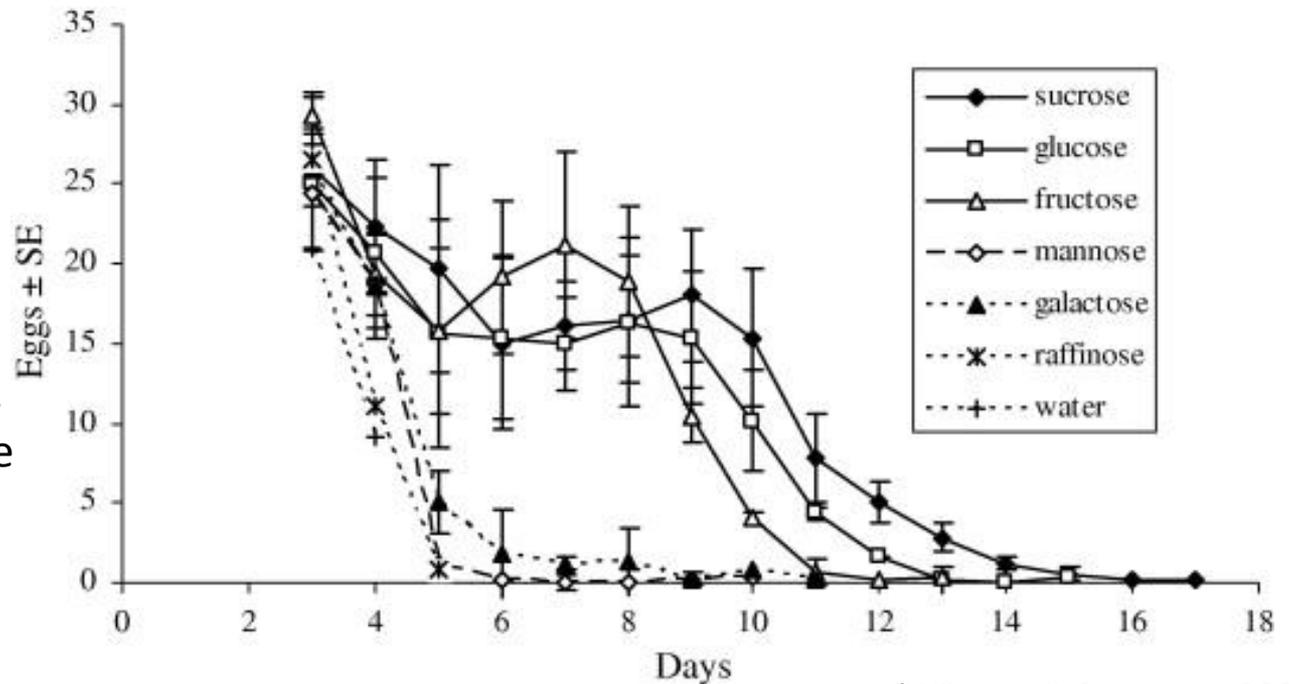
#### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Nature des ressources utilisées par la/les population(s) « ciblée(s) »

- type de fleurs recherchées => « Bandes fleuries »



*Microplitis mediator*,  
parasitoïde de  
*Helicoverpa armigera*,  
noctuelle de la tomate



(Wäckers & Steppuhn, 2003)

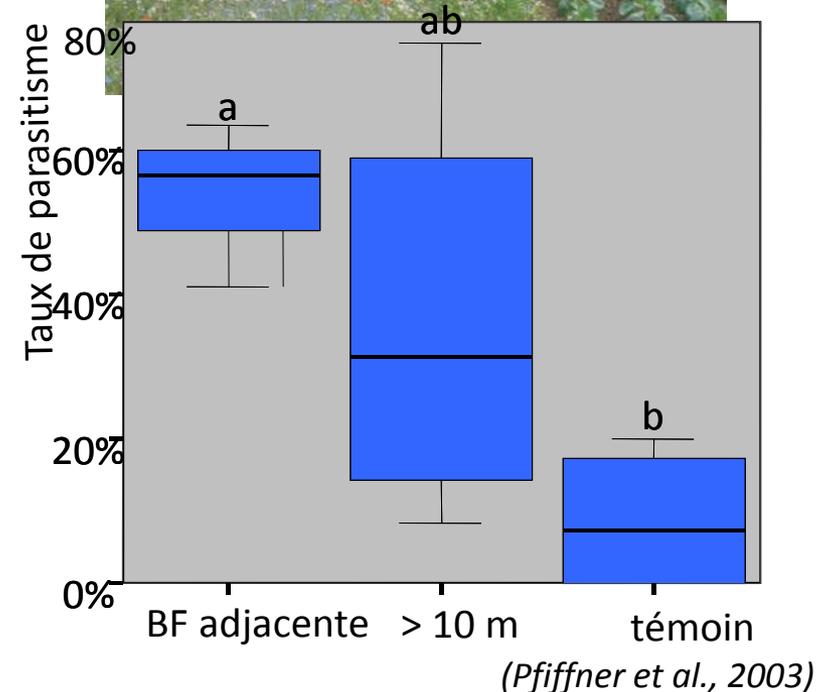
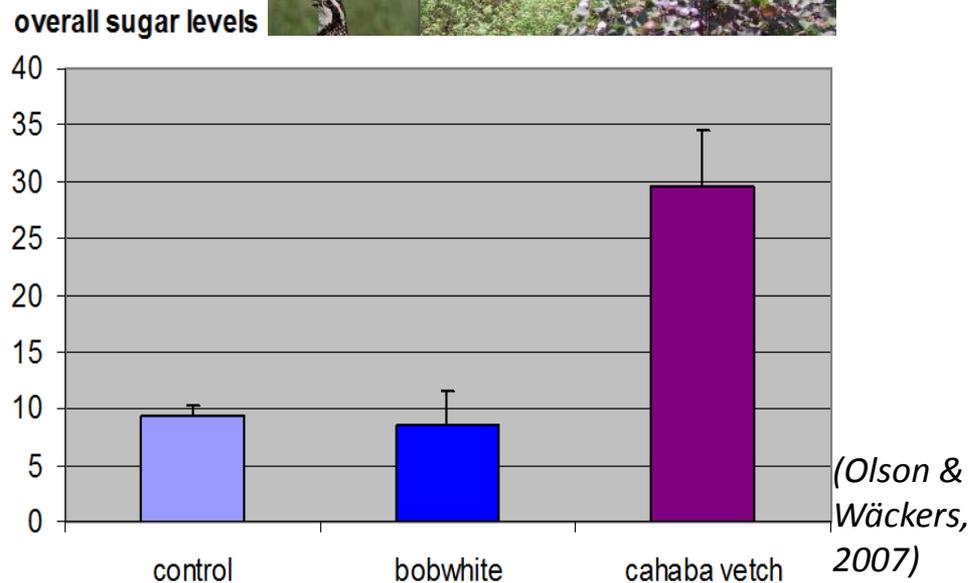
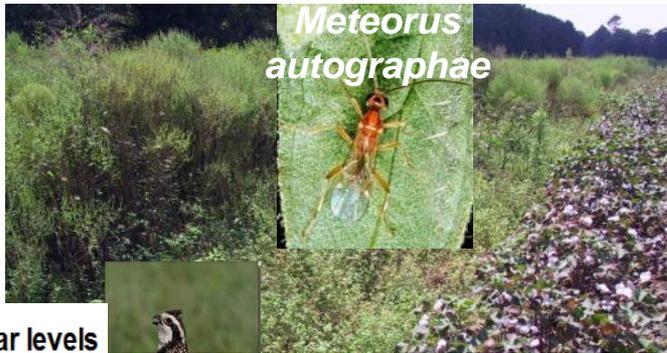
# Le PAYSAGE : comment ?

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Nature des ressources utilisées par la/les population(s) « ciblée(s) »

- type de fleurs recherchées => « Bandes fleuries



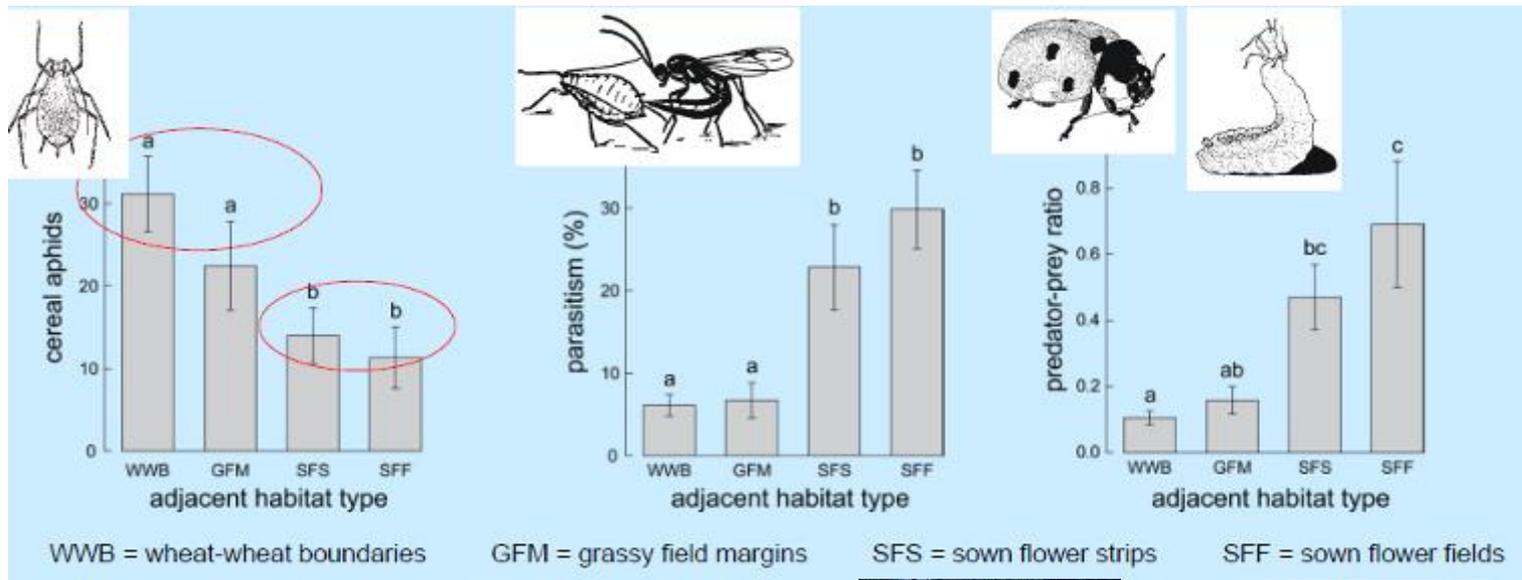
# Le PAYSAGE : comment ?

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Nature des ressources utilisées par la/les population(s) « ciblée(s) »

- type de fleurs recherchées => « Bandes fleuries »



(Scheid et al., 2010)

## Le PAYSAGE : comment ?

### Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

#### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Nature des ressources utilisées par la/les population(s) « ciblée(s) »

- type d'**habitat(s)** recherché(s) pour l'**hivernation**

#### **Lisières forestières et *Episyrphus balteatus***



sites privilégiés pour  
l'hivernation des larves.



sites privilégiés pour l'hivernation des  
adultes.

(Sarhou et al. 2005)

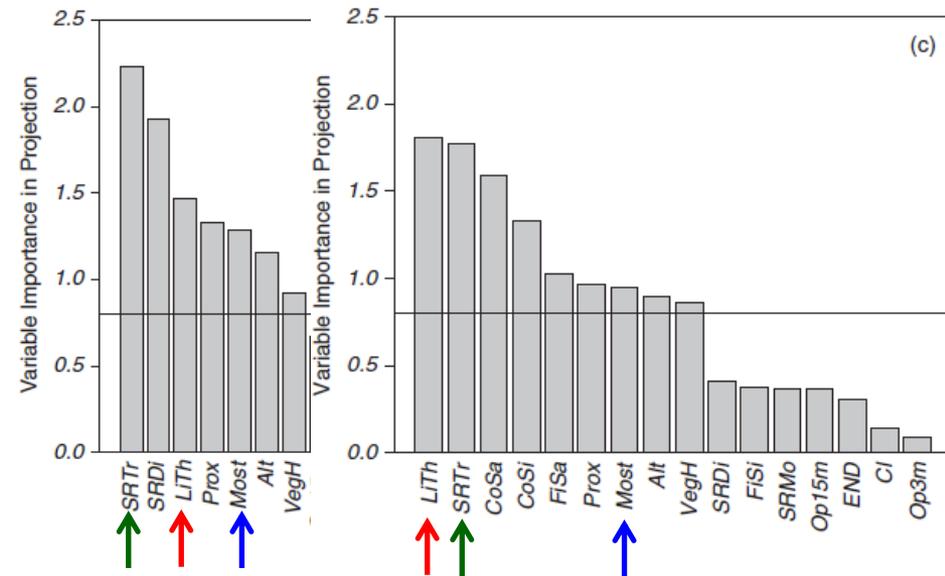
## Le PAYSAGE : comment ?

### Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

#### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

- ✓ Nature des ressources utilisées par la/les population(s) « ciblée(s) »
  - type d'habitat(s) recherché(s) pour l'hivernation

#### Milieux forestiers et *Meligethes aeneus*



**RS arbres & buissons, épaisseur litière, humidité du sol**, sont des facteurs guidant le choix des sites d'hivernation en forêts.

(Rusch et al. 2012)

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Nature des ressources utilisées par la/les population(s) « ciblée(s) »

- type d'habitat(s) recherché(s) pour l'hivernation



### Quelle influence des facteurs :

- **Habitat** : Manag. Grassl. Monocot, MGD, Unman. G. Wet, UGD, Forest Edge N, FES, F. Interior
  - **Locaux** : texture & résistance sol, faciès Vg°, alt. relative, ouverture milieu 3m, ouverture 15m
  - **Paysagers** : % bois, prairies, cultures annuelles, jachères/friches, à 250 m.
- sur : - **Abond.** et **RS** chaque groupe } **effets facteurs Habitat (surtout MGM, MGD) et Locaux**  
- **Assemblages spp** chaque gr. } **>> fact. paysagers, et souvent les seuls à expliquer % variation totale des assemblages spp.**

## Le PAYSAGE : comment ?

### Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

#### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

- ✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))



## Le PAYSAGE : comment ?

### Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

#### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

- ✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

#### Approche par contraste



Complexité  
paysagère

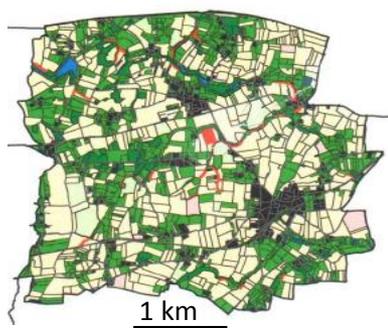




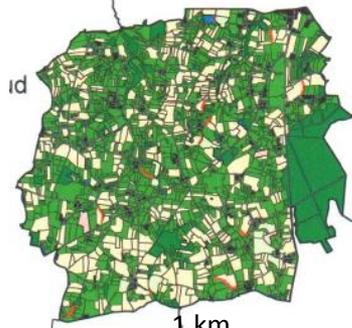
## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))



« Paysage ouvert »



« Paysage fermé »



*M. dirhodum*



*S. avenae*

- Effets de :
- **présence de bandes enherbées** => ↘ abond. de *M. dirhodum* ds paysage ouvert  
=> 0 effet sur 2 spp puc. ds paysage fermé
  - **distance au bord de la parcelle** => ↘ abond. des 2 spp puc. ds les 2 paysages
  - **abondance carabes prédateurs** => ↘ abond. des 2 spp puc. ds paysage fermé  
=> ↗ abond. des 2 spp puc. ds paysage ouvert
- Sur abondance de **2 ssp de pucerons** sur blé : => + forte abond. dans paysage fermé  
*Sitobion avenae*, *Metopolophium dirhodum*

# Le PAYSAGE : comment ?

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

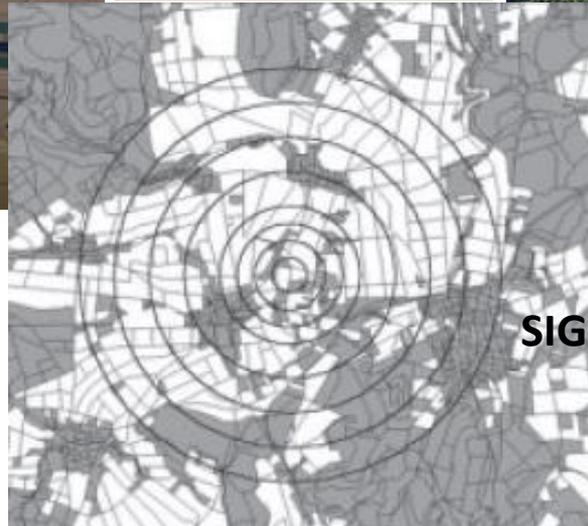
### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

- ✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

### Approche par gradient



Complexité  
paysagère  
graduée



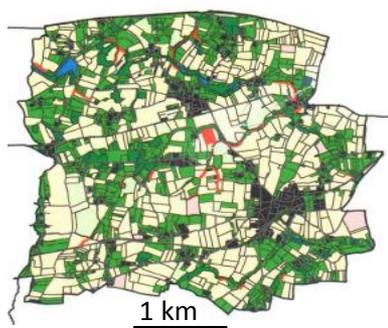
**SIG** → % surface ≠ types occ. sol.  
à ≠ rayons autour parcelle

# Le PAYSAGE : comment ?

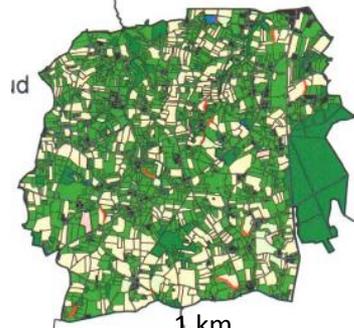
## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

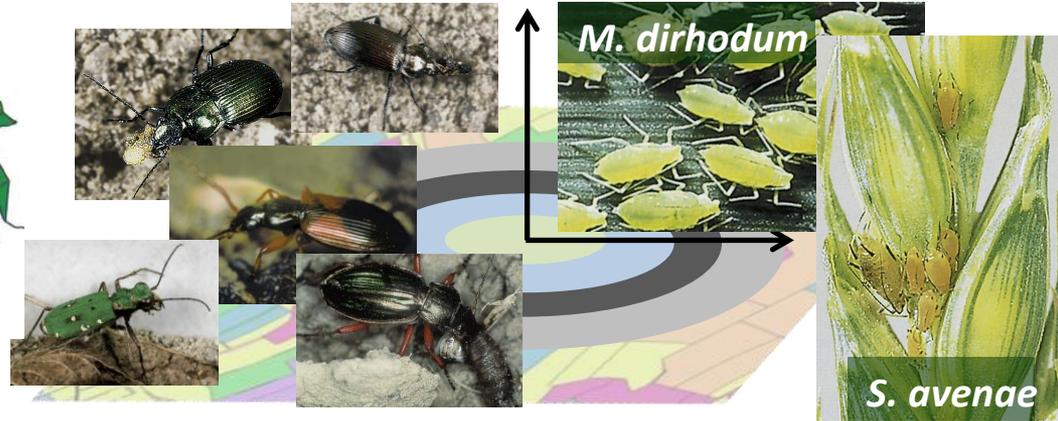
✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))



« Paysage ouvert »



« Paysage fermé »



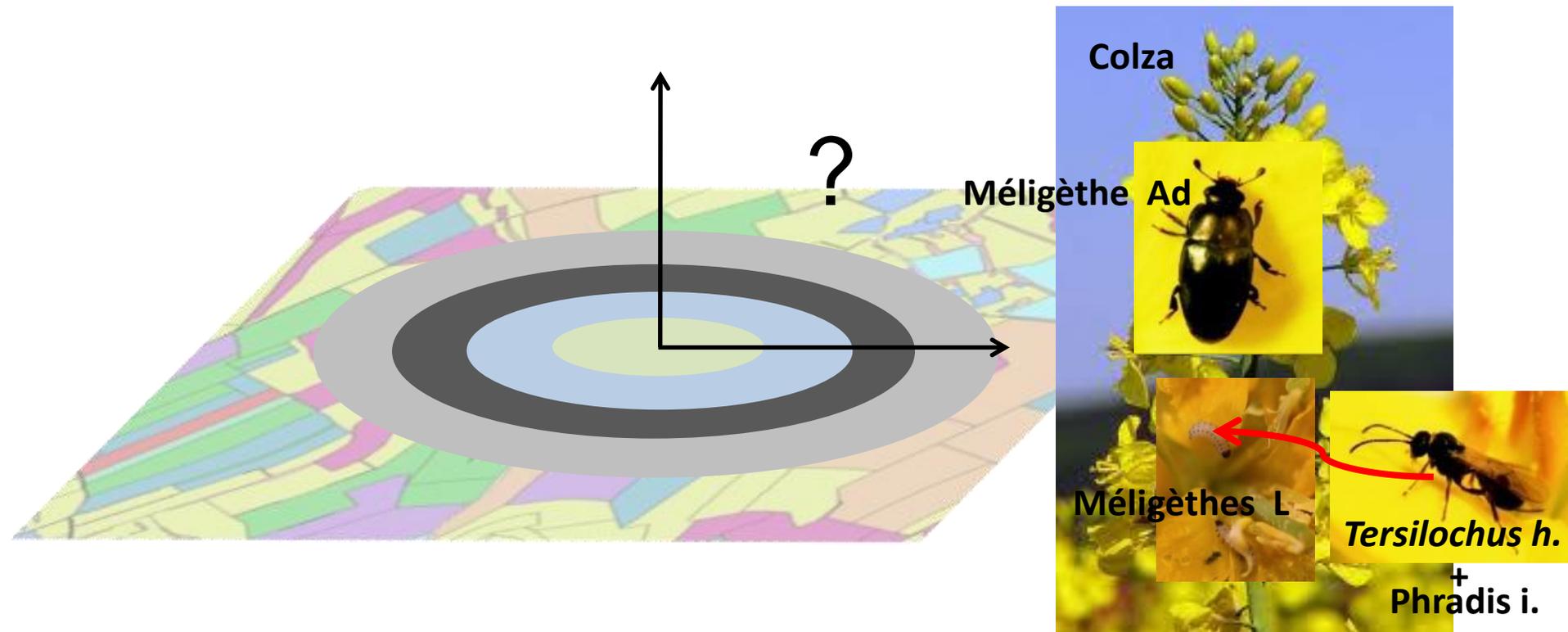
	WoodL 800	WoodL 300	GrassL 800	GrassL 300	GrassL 100	Grassy S 800	Grassy S 300	Hedg. 800	Hedg. 500	Hedg. 300	Hedg. 100
Carabidae Total Ab.			-**	+**		+**	+**	-*			
Carabidae SR								+*			
<i>M. dirhodum</i>					+**		-**		-**		
<i>S. avenae</i>	+**			+**		-**					-**

## Le PAYSAGE : comment ?

### Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

#### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

- ✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

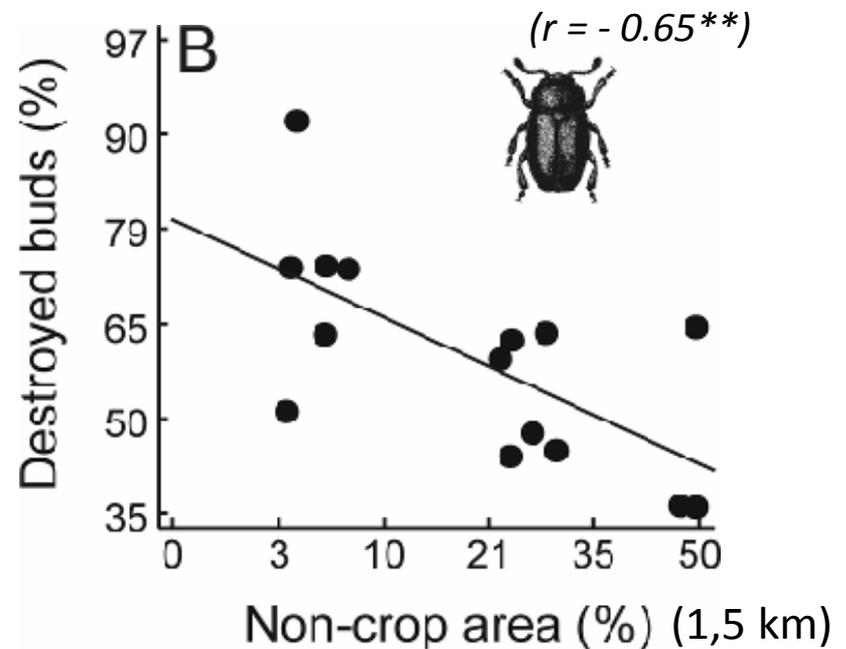
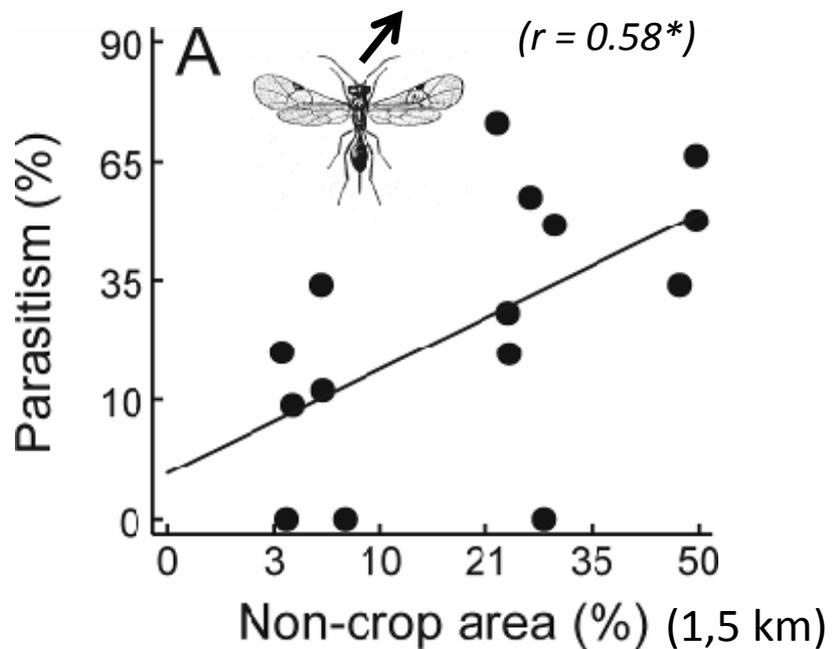


## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

- ✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

*Tersilochus heterocerus* + *Phradis interstitialis*

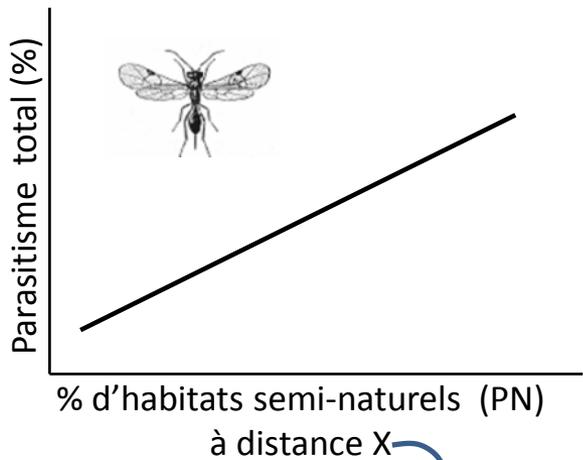


## Le PAYSAGE : comment ?

### Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

#### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

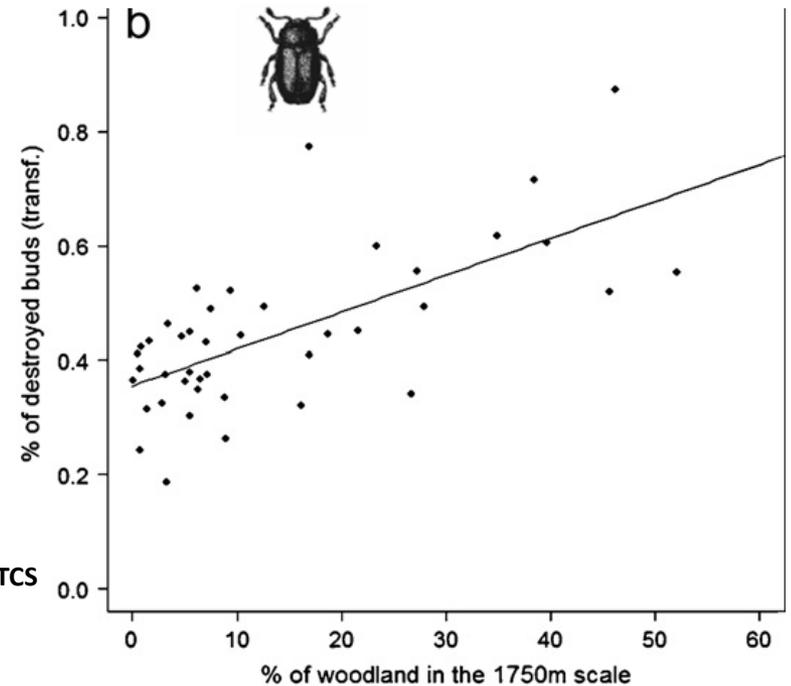


*Tersilochus heterocerus* : 250m, et % colza<sub>n-1\_semis normal</sub>

*Tersilochus heterocerus* : 1500-2000m, et % colza<sub>n-1\_semis TCS</sub>

*Phradis interstitialis* +

*Phradis morionellus* : 1250-1500m.



(Rusch et al., 2011)

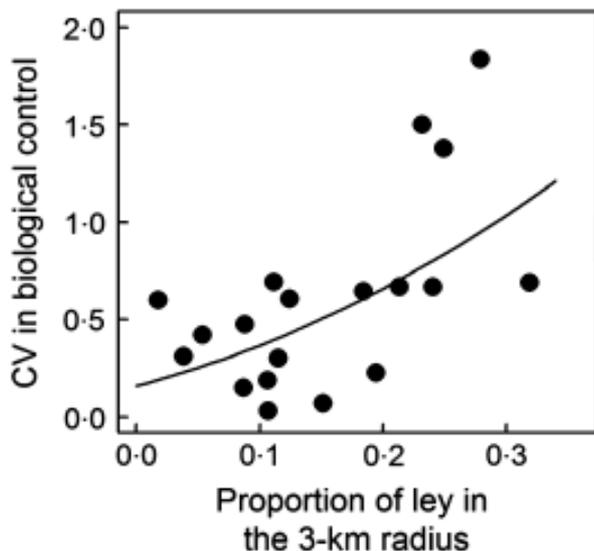
## Le PAYSAGE : comment ?

### Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

#### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

→ **Importance de la prise en compte du « paysage des pratiques agricoles »**



(Rusch et al., 2013)

**Complexité du paysage** => ↗ niveau de biocontrôle global (par prédateurs et parasitoïdes) des pucerons, indépendamment de l'intensité des rotations.

**Intensité de rotation (1/% PT G/L)** =>

↗ **stabilité du biocontrôle global des pucerons, mais**  
↘ **stabilité du parasitisme des pucerons.**

↑  
**PT** => ↗ des déplacements des populations d'auxiliaires : supplémentation pour prédateurs généralistes [temps long] mais complémentation pour parasitoïdes [temps court].

## Le PAYSAGE : comment ?

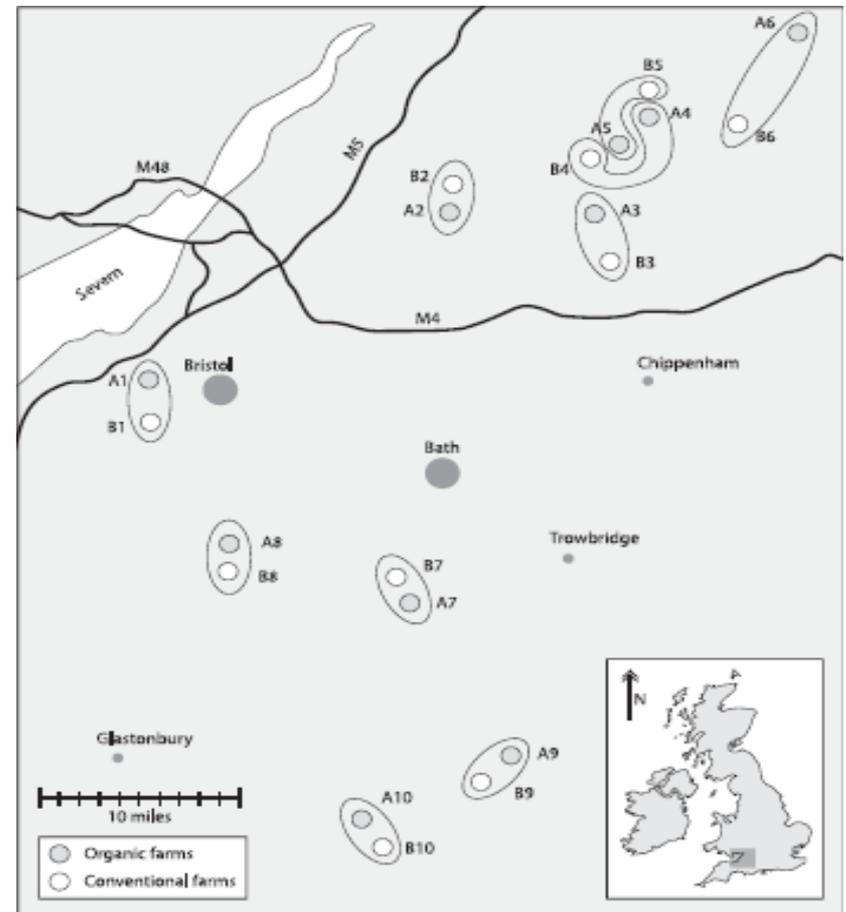
### Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

#### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

→ mais aussi de la prise en compte des pratiques elles-mêmes, e.g. Bio / Conv.

→ Comment s'affranchir de l'effet du paysage ?



(Gibson et al., 2007)

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

- **Prise en compte :**
- des pratiques locales
  - de la structure du paysage
  - des pratiques dans le voisinage

**« / pratiques locales, le paysage par sa structure et les pratiques culturelles qui le façonnent, ont-ils des effets sur le développement de bioagresseurs dans les parcelles ? »**

- « Si oui :**
- quelle est la hiérarchie des effets ?
  - quelle sont les variables médiatrices de ces effets ?
  - jusqu'à quelle distance ces effets sont-ils perceptibles ? »

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

→ **Prise en compte des pratiques locales et du voisinage, et de la structure du paysage**

✓ **Sur 216 parcelles de blé (2009 et 2010) :**

- biologiques ou conventionnelles
- entourées ou pas de parcelles Bio
- notation : adventices, septoriose, oïdium, rouille brune, rouille jaune, pucerons.

✓ **Pour chacune, et dans chaque buffer de 10, 50, 100, 500 et 1000 m :**

- % occ. sol : cult., forêt, urbain, jachère, PP
- pratiques dans le voisinage : IFT, fert N, surface labourée, surface blé et en précédent blé.



## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

→ Prise en compte des pratiques locales et du voisinage, et de la structure du paysage

#### Résultats :

- Certains bioagresseurs répondent aux pratiques locales : incidence septoriose et densité pucerons significativement plus faibles, et diversité et abondance adventices significativement plus fortes dans les parcelles Bio.
- Les variables du paysage n'expliquent que faiblement et à distance (300 à 1000 m) l'incidence de la septoriose et de l'oïdium (complexité structurale, forêts...)
- Les pratiques du voisinage influencent les pucerons et la septoriose : la présence de parcelles Bio dans le voisinage abaisse (i) densité pucerons dans parcelles de suivi Bio et Conv., (ii) incidence septoriose dans parcelles Conv. seulement.

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 1 – Approche « processus » ou « ciblée population(s) »

- ✓ Contexte paysager influençant l'utilisation dans la parcelle de la ressource « culture » ou « ravageur(s) » par population(s) « ciblée(s) » (respectivement ravageur(s) ou auxiliaire(s))

**En résumé sur cette approche « processus » ou « ciblée population(s) » :**

**« tellement de populations concernées, tellement de variables explicatives, tellement de variabilités des résultats... que l'on n'est pas prêts de tout maîtriser... »**

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 2 – Approche « patrons de diversité »

✓ Relations entre notions de 'diversité de milieux' et diversité des auxiliaires + biocontrôle

Hypothèses de base :

① ↗ complexité paysagère

② ↗ diversification végétale du champ à EA

=> ↗ diversité ennemis naturels

+ ↘ dégâts par ravageurs (+ rarement démontré : *Bianchi et al. 2006, Veres et al. 2011, Winqvist et al. 2011*)

③ ↗ RS et DS en ennemis naturels

=> ↗ contrôle biologique des ravageurs

**Démonstré par :**

*Bianchi et al. 2006, Chaplin-Kramer et al. 2011, Winqvist et al. 2011, Veres et al. 2013.*

*Russell 1989, Andow 1991, Tonhasca & Byrne 1994, Le Roux et al. 2008, Letourneau et al. 2011.*

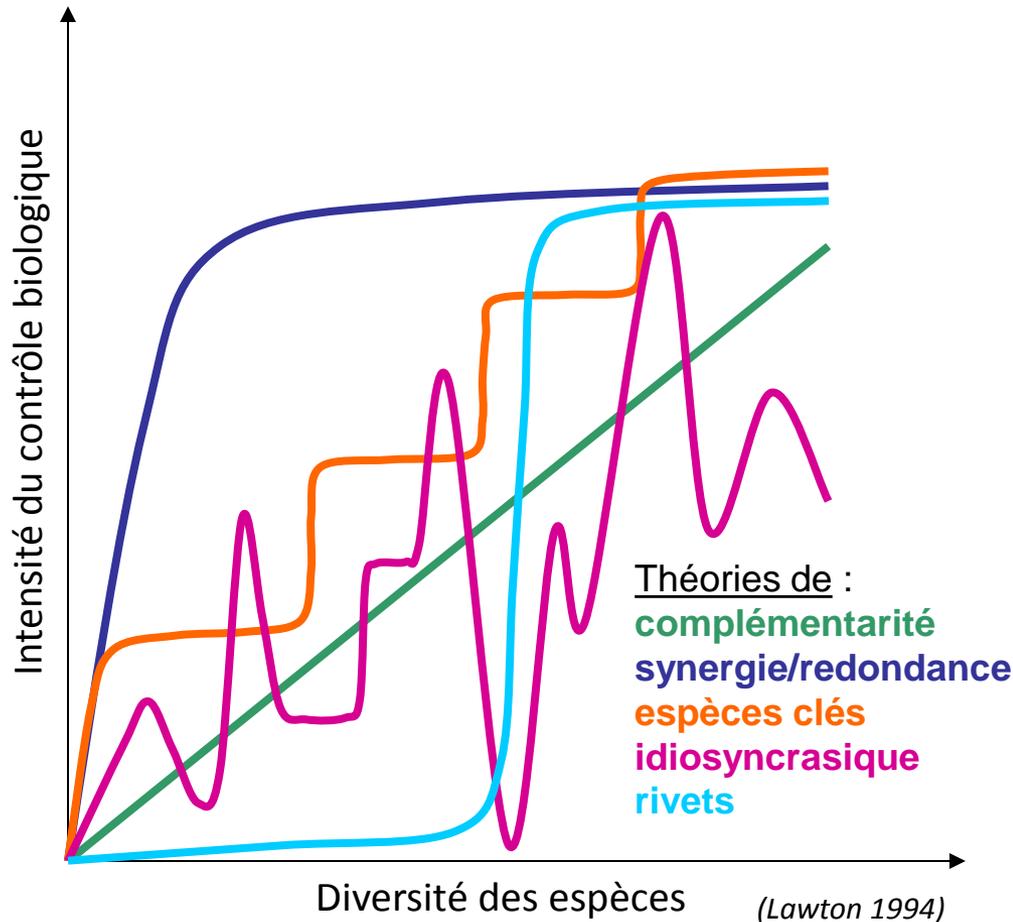
**Démonstré par :**

*Halaj & Wise 2001, Letourneau et al. 2009)*

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 2 – Approche « patrons de diversité »

#### ✓ Relations entre diversité des auxiliaires et intensité du contrôle biologique

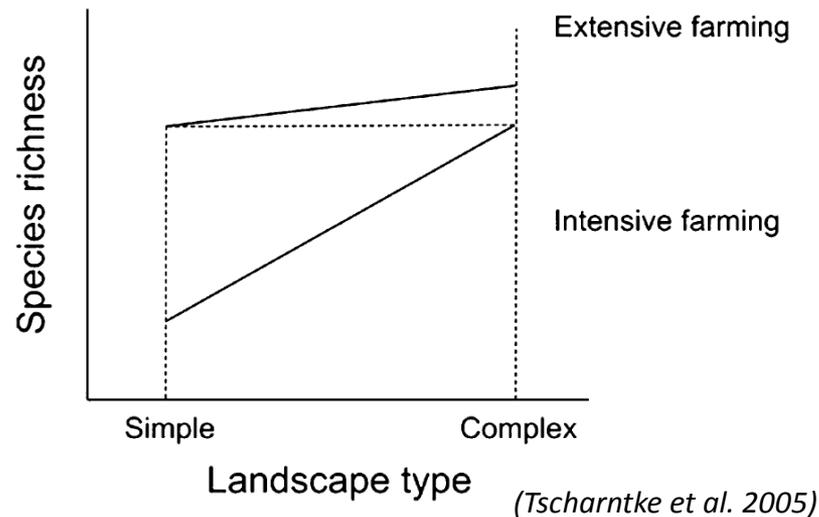


- **complémentarité/additivité** entre les espèces
- **synergie** entre les espèces, puis **redondance** → **résilience (hypothèse d'assurance)**  
*dans l'utilisation des ressources : prédation à/ parasitisme sur des stades différents, des périodes de la journée ou de l'année différentes, des endroits de la plante ou de la parcelles différents, comportements qui facilitent l'action des autres espèces*
- **effet échantillonnage** et que quelques espèces **très efficaces**
- **effet échantillonnage** et esp. **très efficaces** + esp. **antagonistes** (prédation intra-guille et hyperparasitisme)
- effet **rivets** : seuil entre 2 états extrêmes.

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 2 – Approche « patrons de diversité » : quelques hypothèses en cours de test

- ✓ Compensation des effets de l'intensité des pratiques par les effets du paysage :
  - meilleure compensation en conventionnel/SdC intensif qu'en Bio/SdC extensif
  - le niveau de biodiversité est toujours plus élevé en Bio/SdC extensif même après compensation par le paysage.

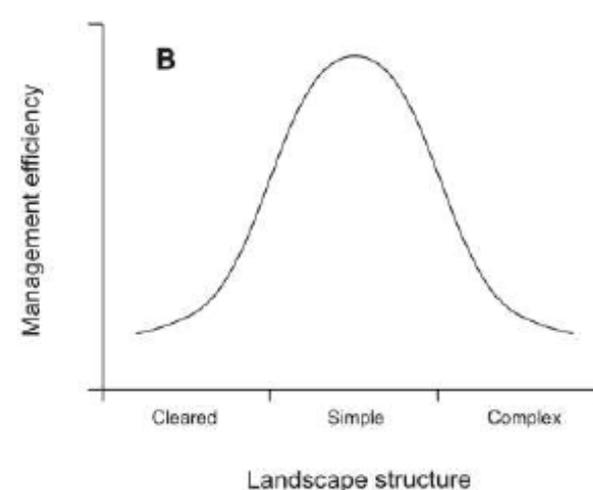
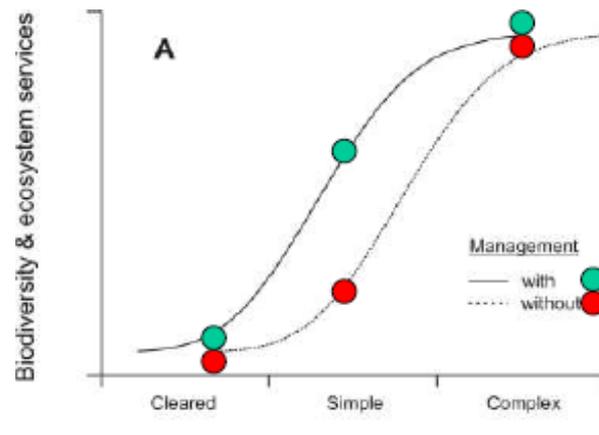


## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 2 – Approche « patrons de diversité » : quelques hypothèses en cours de test

✓ Hypothèse de la complexité intermédiaire :

c'est dans les paysages de complexité moyenne que les effets des mesures agroécologiques sont les plus importants.



**Le niveau de contrôle biologique est plus élevé dans le paysage complexe que dans les paysages simples et 'nus'.**

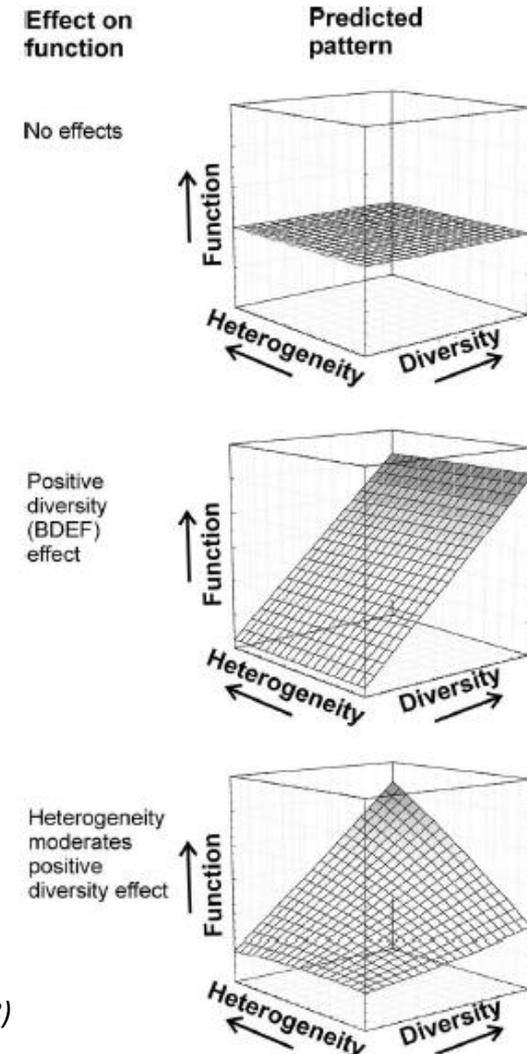
*(Tscharrntke 2010, IOBC meeting)*

## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 2 – Approche « patrons de diversité » : quelques hypothèses en cours de test

✓ Hypothèse des fonctions “biodiversité + hétérogénéité dépendantes” :

c'est dans les environnements montrant une forte hétérogénéité spatiale des ressources (limitantes), que les bénéfices de la biodiversité sur les fonctions/services sont maximaux.



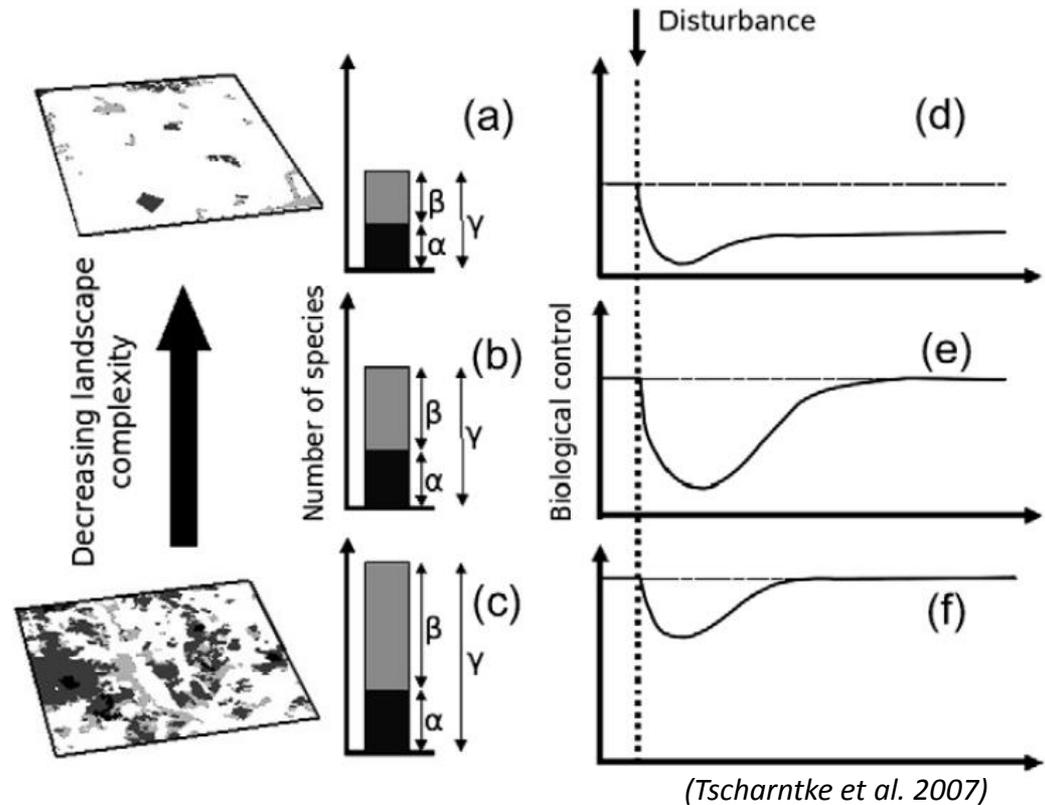
## Comment s'intéresser aux effets du paysage en LBC ?

### 2 – Approche « patrons de diversité » : quelques hypothèses en cours de test

✓ Hypothèse de l'assurance  
paysage-dépendante :

c'est dans les environnements  
montrant une forte diversité bêta à  
toutes les échelles que les  
perturbations naturelles ou  
anthropiques auront le moins  
d'impact sur le service de contrôle  
biologique des ravageurs.

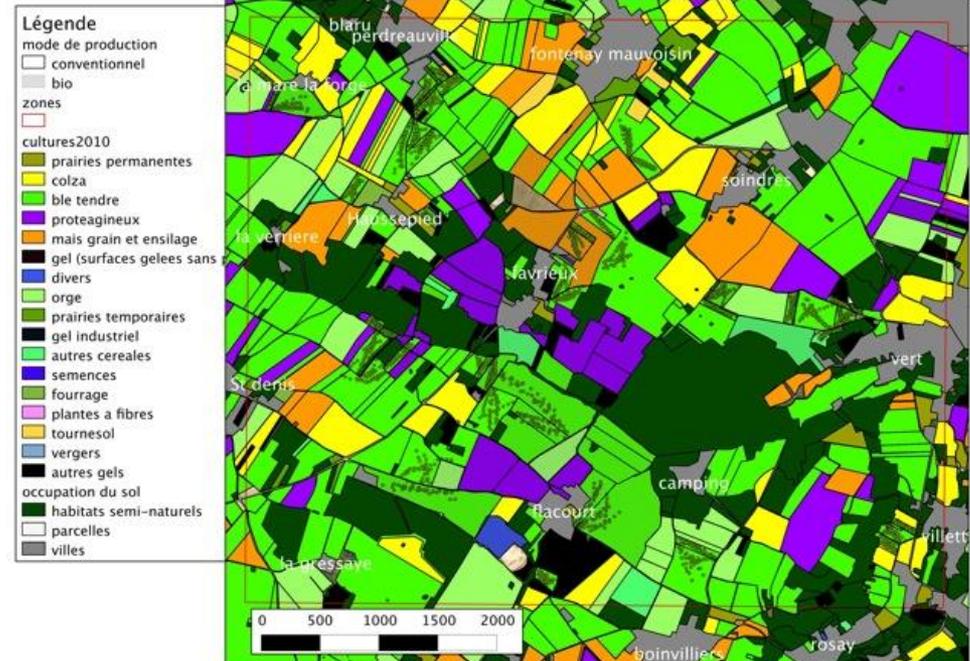
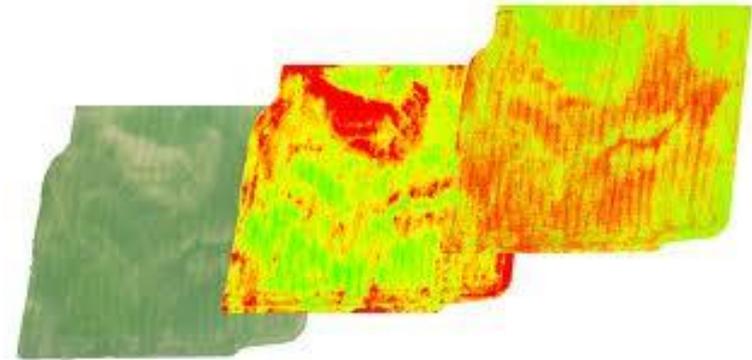
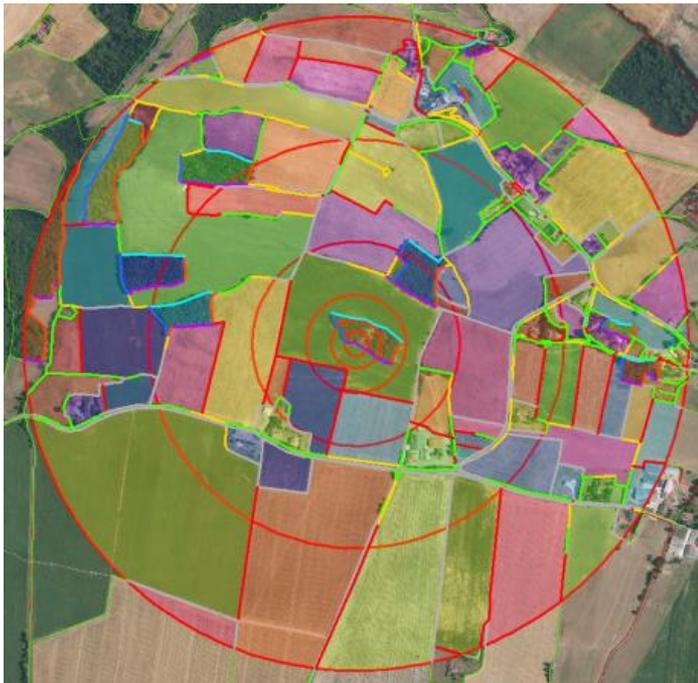
✓ Quels outils pour l'évaluation et la  
gestion de la biodiversité des  
agroécosystèmes (de l'EA au paysage) ?



# Biodiversité : quels indicateurs pour les « patrons de diversité » ?

## Indicateurs de conservation de paysages

✓ Outils de géomatiques : images et SIG



## Biodiversité : quels indicateurs pour les « patrons de diversité » ?

### Indicateurs de conservation de paysages

- ✓ **Relevé d'habitats cultivés & semi-naturels échelle EA : méthode EBONE** (Bunce et al. 2008)



#### Habitats surfaciques :

- blé tendre
- orge
- tournesol
- colza
- PN monocot 60%/dicot 40%
- PN monocot 100%
- bois

#### Habitats linéaires :

- b<sup>de</sup> enherbée dom. dicot
- b<sup>de</sup> enherbée dom. monocot
- ligne de buissons
- ligne d'arbres

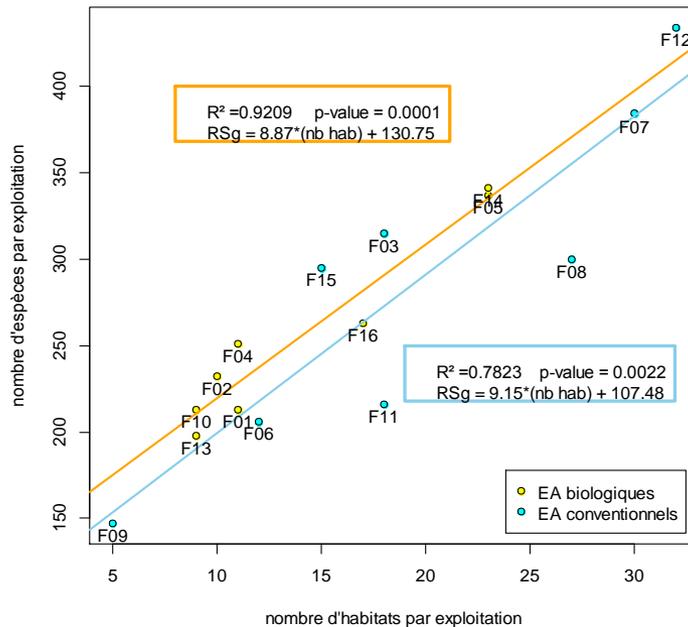
# Biodiversité : quels indicateurs pour les « patrons de diversité » ?

## Indicateurs de conservation de communautés

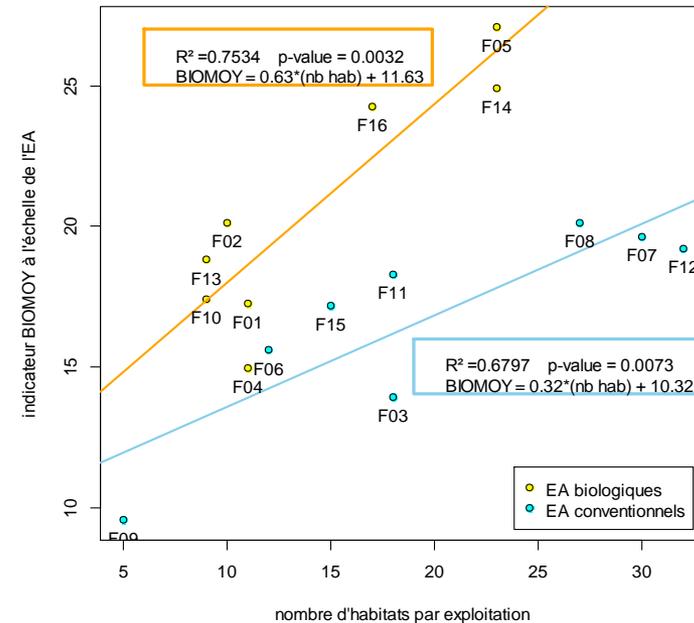
✓ Inventaire standardisé de biodiversité échelle EA : méthode BioBio (Herzog et al. 2012)



**Richesse spécifique gamma**  
en fonction du nombre d'habitats par exploitation



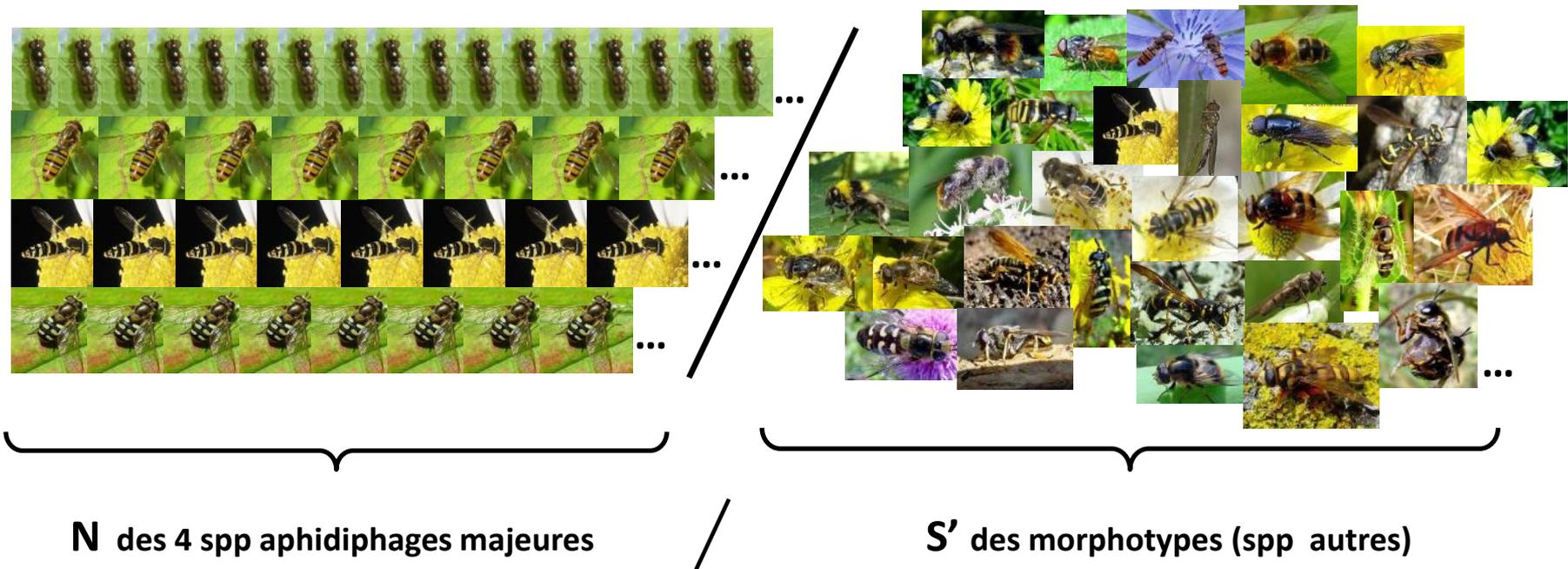
**Indicateur BIOMOY**  
en fonction du nombre d'habitats par exploitation



# Biodiversité : quels indicateurs pour les « patrons de diversité » ?

## Indicateurs de conservation de communautés

### ✓ **Indice d'anthropisation des agroécosystèmes** (travaux en cours)

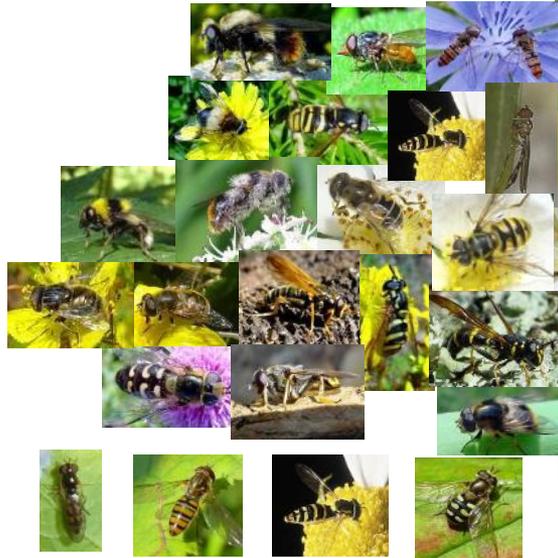


$$\text{IAS} = N_{4\text{Aph}} / S'$$

# Biodiversité : quels indicateurs pour les « patrons de diversité » ?

## Indicateurs de conservation de communautés

### ✓ Indice de valence écologique de communauté (Hab) (travaux en cours)



	A	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
1	<b>MACROHABITAT CATEGORIES:</b>					<b>Alluvial forest</b>						
2		Quercus pyrenaica				(gen.)	Softwood(gen.)				Galley softwood	
3		(gen.)	overmature	mature	saplings			overmatur	mature	saplings	(gen.)	overmatur rr
4	<b>SPECIES \ Category No.:</b>	1127	11271	11272	11273	113	1131	11311	11312	11313	11314	113141
32	Brachyopa testacea											
33	Brachyopa vittata											
34	Brachypalpoidea lentus	2	2			3						
35	Brachypalpus chrysites					3						
36	Brachypalpus laphriformis					3						
37	Brachypalpus valgus	2	2			3						
38	Caliprobola speciosa											
39	Callicera aenea	2		2	2							
40	Callicera aurata											
41	Callicera fagesii											
42	Callicera macquarti											
43	Callicera rohdendorfi											
44	Callicera rufa											
45	Callicera spinolae					3	3	3			2	2
46	Ceriana conopsoidea	2		2								
47	Ceriana vespiformis											
48	Chalcosyrphus eumerus											
49	Chalcosyrphus eunotus					3						
50	Chalcosyrphus femoratus											
51	Chalcosyrphus jacobsoni											
52	Chalcosyrphus nemorum	1	1			3	3	3	2		3	3
53	Chalcosyrphus nigripes											
54	Chalcosyrphus nitidus											
55	Chalcosyrphus obscurus											
56	Chalcosyrphus ornaticornis											

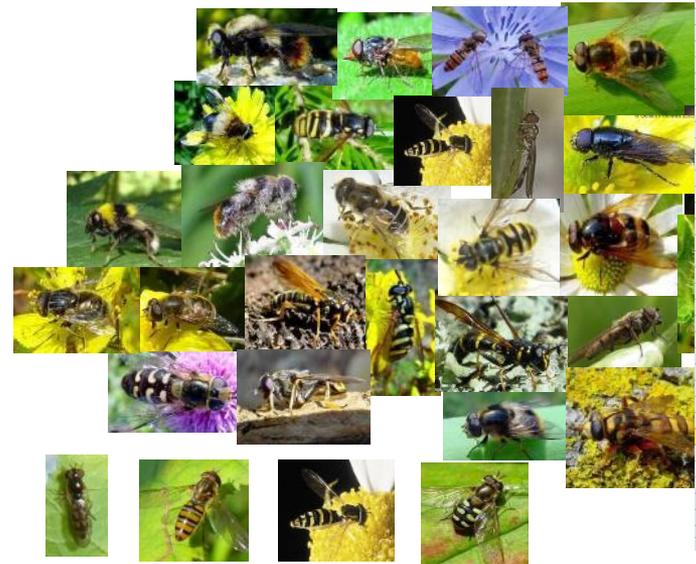
S (toutes espèces) → Nb habitats ( > 200, pour toutes espèces) .....

$$\text{IVEC Hab} = S / N \text{ Hab}$$

# Biodiversité : quels indicateurs pour les « patrons de diversité » ?

## Indicateurs de conservation de communautés

✓ **Indice de valence écologique de communauté (microHab)** (travaux en cours)



	A	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	MICROSITE FEATURES: ZONE:													
	Plants (gen.)	Trees (gen.)	Foliage (gen.)	Overmature/senescent tree trunk	cavities	rot-holes	insect work	sap runs	loose bark	Mature tree	Understorey	Shrubs/bushes	sapling (gen.)	Tall shrubs
4 SPECIES														
14	Arctosyrphus willingii													
15	Baccha elongata	2	2	2								1	2	2
16	Blera eoa	3	3											
17	Blera fallax	3	2											
18	Blera nitens													
19	Brachyopa bicolor	3	3											
20	Brachyopa bimaculosa													
21	Brachyopa cinerea	3	3											
22	Brachyopa dorsata	3	3											
23	Brachyopa grunewaldensis	3	3											
24	Brachyopa insensilis	3	3											
25	Brachyopa maculipennis	3	3											
26	Brachyopa obscura	3	3											
27	Brachyopa panzeri	3	2											
28	Brachyopa pilosa	3	3											
29	Brachyopa plena													
30	Brachyopa scutellaris	3	3											
31	Brachyopa silviae													
32	Brachyopa testacea	3	3											
33	Brachyopa vittata	3	3											
34	Brachyopa zhelochovtsevi	3	3											
35	Brachypalpoidea lentus	3	3											
36	Brachypalpus chrysitae	3	3											
37	Brachypalpus laphriformis	3	3											
38	Brachypalpus valgus	3	3											
39	Caliprobola speciosa	3	3											
40	Callicera aenea	3	3											
41	Callicera aurata	3	3											
42	Callicera fagesii	3	3											
43	Callicera macquarti	3	3											
44	Callicera rohdendorfi													
45	Callicera rufa	3	3											
46	Callicera spinolae	3	3											
47	Ceriana connoisoides	3	3											

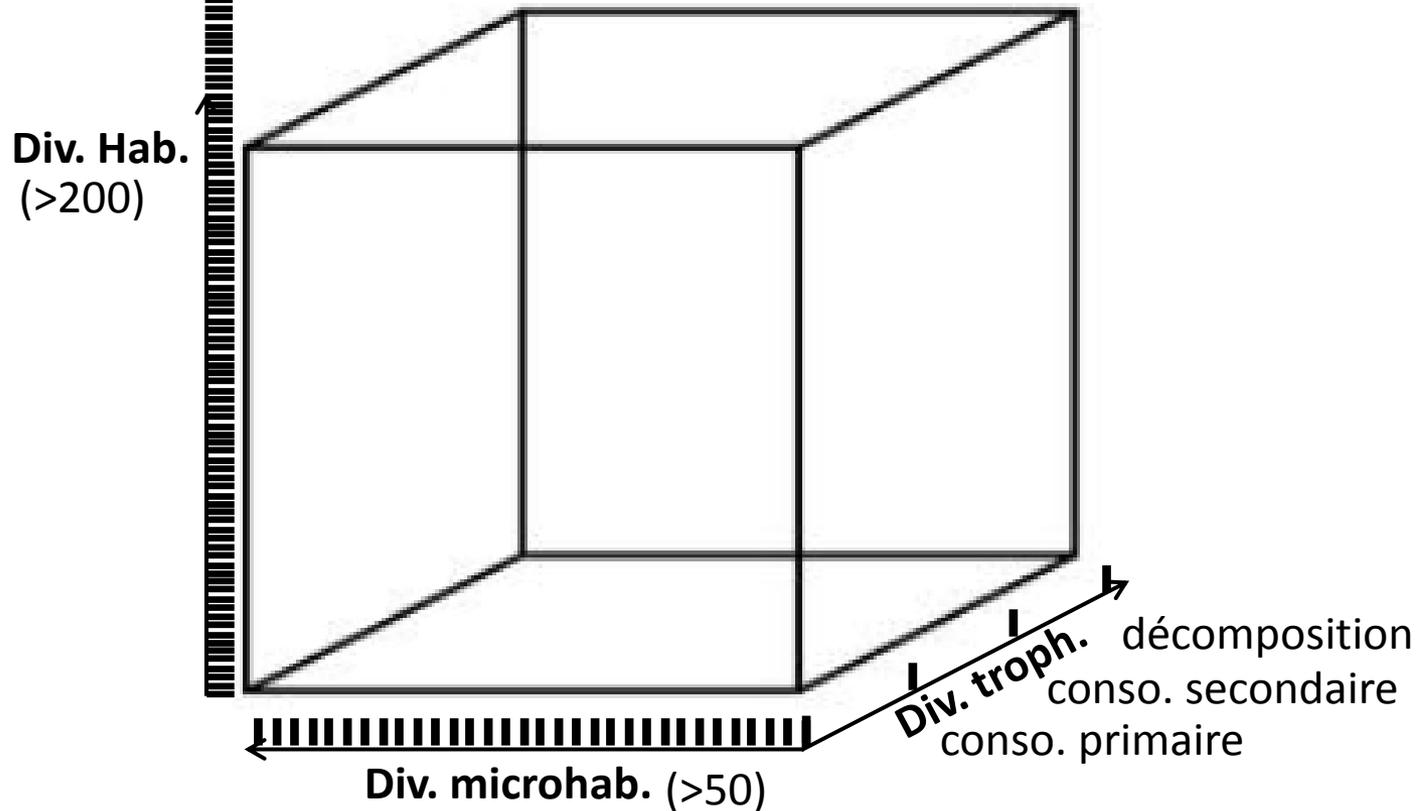
S (toutes espèces) → Nb microhabitats (> 50, pour ttes espèces) .....

$$\text{IVEC microHab} = S / N \text{ microHab}$$

# Biodiversité : quels indicateurs pour les « patrons de diversité » ?

## Indicateurs de conservation de communautés

✓ **Indice de diversité de niche (IDN)** (à faire...)

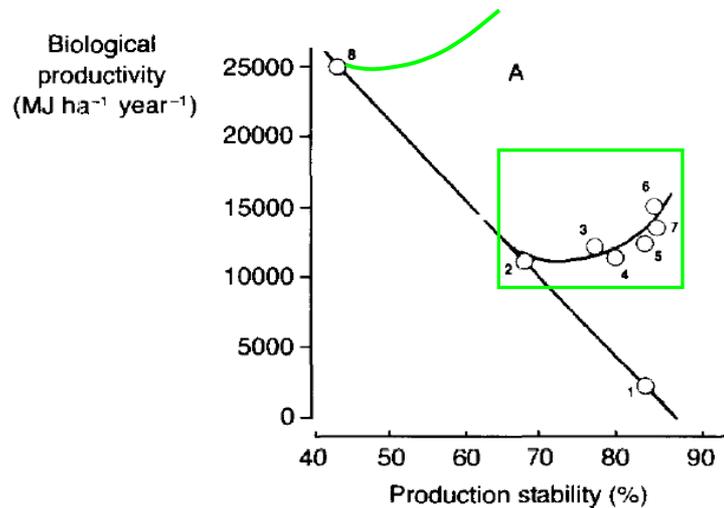
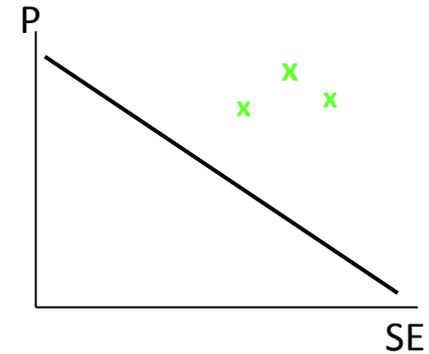
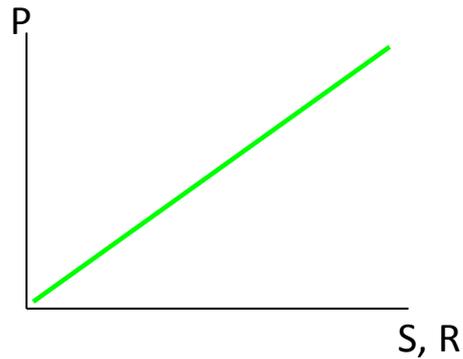
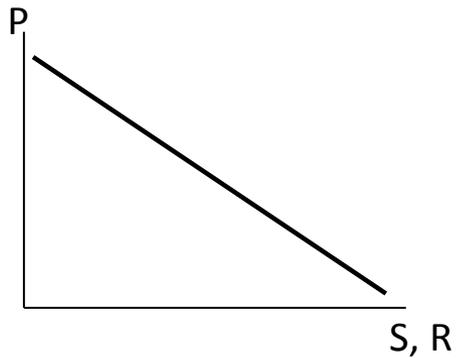


→ Décrire cet hypervolume à n dimensions



Enjeux, en projet :

Quels liens entre IAS, IVEC Hab, IVEC microHab, IDN, ICEA et l'intensité des SE prédation, parasitisme et pollinisation ?



(Viglizzo & Roberto, 1998)



**Merci pour votre attention**