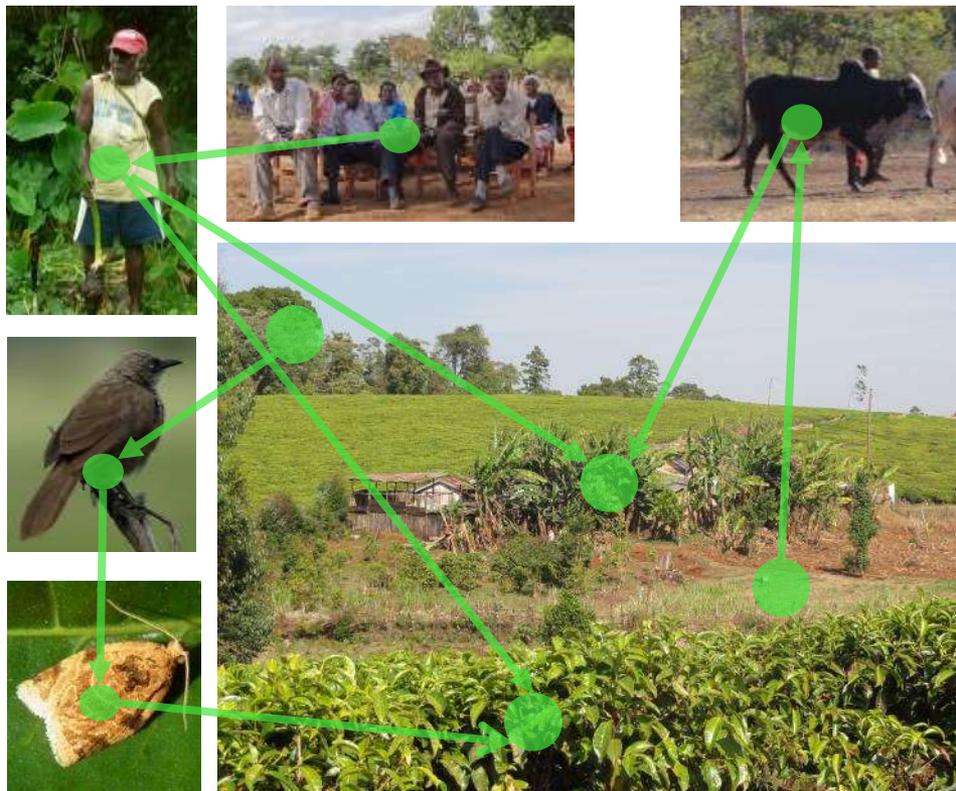


Pourquoi et comment considérer le paysage pour comprendre les dynamiques agroécologiques ?



Vanesse LABEYRIE

Agronome système
UPR GREEN, CIRAD
vanesse.labeyrie@cirad.fr

Octobre 2016



POURQUOI TENIR COMPTE DU PAYSAGE ?



Contexte

Enjeux:

- Durabilité & résilience des systèmes agricoles familiaux
- Relations agriculture / environnement & conservation Bd

- Systèmes basés sur des **interactions complexes** entre processus sociaux et écologiques (*Altieri 2002*)
- Systèmes soumis à des **enjeux forts de conservation**, et dont l'interaction avec les processus écologique reste mal connue



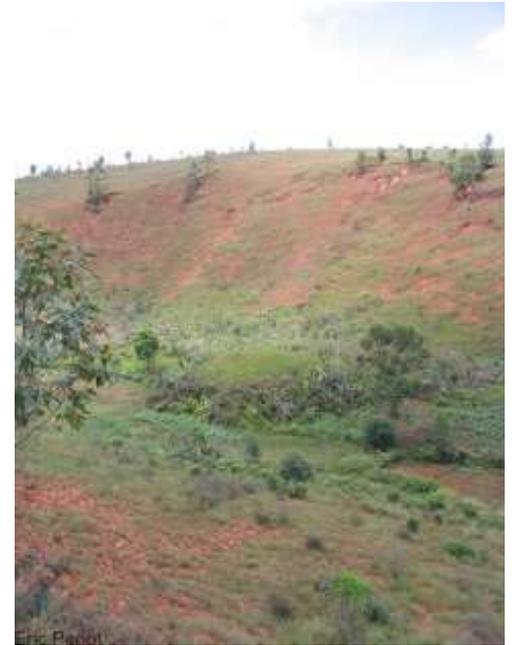
Insecte sur caféier

➔ **Nécessité de mieux comprendre les interactions entre systèmes agricoles & processus écologiques**

Contexte

➔ Pertinence de l'approche paysage:

- Les **processus écologiques** dépassent l'échelle de la parcelle
- Les **processus de gestion & gouvernance** dépassent le niveau de l'exploitation
- Processus écologiques et sociaux agissent à de **multiples échelles spatiales et institutionnelles**



Ex: le ruissellement érosif

Qu'est-ce que le paysage ?

Practices x Ecological dynamics



Diversité des interactions
pratiques X dynamiques écologiques



Patron spatio-temporel émergent
= Paysage



Interaction avec les dynamiques
biophysiques

Pourquoi tenir compte du paysage?



1. Les **pratiques** agricoles agissent **collectivement** sur les processus biophysiques, via leur effet sur la **mosaïque paysagère**

2. **L'organisation du paysage** a un effet sur les **processus** biophysiques qui influencent la production agricole, et que les agriculteurs ne peuvent pas **contrôler** individuellement à l'échelle de l'exploitation

Pourquoi tenir compte du paysage?



La **composition** et la **configuration** de la mosaïque paysagère génèrent des **services écosystémiques**
→ ressource (« bien commun »)

Pourquoi tenir compte du paysage?

- **Du point de vue de la recherche:**
 - Générer des **connaissances** sur le fonctionnement des systèmes socio-écologiques (agriculture / environnement)
- **Du point de vue de la gestion:**
 - **l'action collective** à l'échelle du paysage est une piste prometteuse pour améliorer la durabilité et la résilience des systèmes agricoles (*Stallman 2011, Tscharntke et al. 2005*)
 - Nécessité d'explorer les **leviers** de l'action collective, et de développer des **outils** adaptés (*Ostrom 1990, Pretty 2003*)

Pourquoi tenir compte du paysage?

Développer “l’agroécologie du paysage” car:

1. La **composition et la configuration de la mosaïque paysagère** ont un impact sur les processus biophysiques qui affectent la **production agricole**
2. Les pratiques agricoles affectent **l’environnement** non seulement par leur effet à l’échelle de la parcelle, mais aussi via leur **effet collectif sur la mosaïque paysagère**
3. La **prise de décision** dépasse le niveau de l’exploitation (multiples niveaux de gouvernance pour les questions agricoles et environnementales / gestion collective)

Paysage et production agricole

La régulation des flux géochimiques: exemple de l'érosion



Simplification des paysages & changements de pratiques

→ Perte des services de régulation des flux érosifs

Possibilité de gestion concertée des paysages ?

- Itinéraires techniques
- Infrastructures (haies, bandes enherbées)



Exemple de la gestion du risque érosif
(Souchère et al. 2010)

→ *Ruis'eau*:

Modèle de ruissellement couplé à un
jeu de rôle



Outil d'aide à la concertation

Paysage et production agricole: favoriser les régulations biologiques

- Exemple du contrôle des bioagresseurs:

Simplification des paysages agricoles → perte des services de régulation des ravageurs (*Meehan et al., 2011*)

Possibilité de gestion concertée des paysages pour le contrôle des bioagresseurs ?

- Assolements concertés
- Infrastructures agroécologiques

Exemple de la gestion du phoma du colza

(D'après Hossard et al. 2013)

→ *Modélisation participative*



Uncropped area
High quantitative resistance Cv.
Cv. with RlmX-gene
Other crop than WOSR

Paysage et production agricole: favoriser les régulations biologiques

- Exemple du contrôle des bioagresseurs (*suite*):

Mais des verrous pour l'action collective

Thèse de N. Salliou INRA DYNAFOR:

- Les **agriculteurs** ne **perçoivent** pas de lien entre paysage et service de régulation des bioagresseurs, il est donc difficile de les mobiliser collectivement sur ces questions
- Les **chercheurs** en écologie du paysage ne parviennent pas à faire le lien entre leurs connaissances concernant l'effet du paysage sur la régulation des populations de bioagresseurs, et les **bénéfices** concrets pour les agriculteurs

→ Limite du concept de **services écosystémiques**: incertitude élevée concernant les processus écologiques

Paysage et production agricole: favoriser les régulations biologiques

Favoriser d'autres types de services de régulation

Auxiliaires des cultures:

- Pollinisateurs
- Ennemis naturels
- Organismes du sol...



→ Espèces favorisées par les paysages complexes, et importance des zones agricoles (*Tscharntke et al. 2012*)

“Landscape complementation / supplementation”

Paysage et conservation de la biodiversité

Réfléchir l'organisation des paysages agricoles pour **favoriser la biodiversité**

(*Tsharntke et al. 2012*)

→ Perspective de “Land sharing”



De nombreuses questions de recherche à explorer:

- Effet du paysage sur les dynamiques intra-patch ?
- Effet des zones agricoles sur la biodiversité ?
- Paysage et connectivité ?

Applications à la gestion concertée de la biodiversité:

- Notion de service écosystémique & échelle ?
- Tenir compte de l'incertitude concernant les processus ?

COMMENT TENIR COMPTE DU PAYSAGE ?



Concepts: Le paysage comme système socio-écologique

Social system



practices

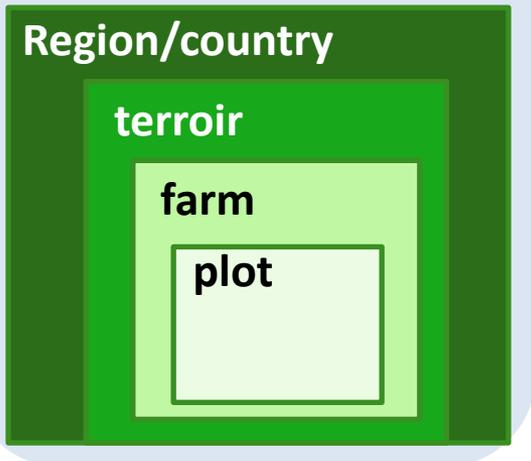


Biophysical dynamics



Ecosystem services

Multiscale:



- Dynamiques écologiques

Flux biophysiques entre les éléments du paysage

- Dynamiques sociales

interactions entre les acteurs
(Flux matériels et d'information)

Concepts: Le paysage comme système socio-écologique

Challenge pour “ l’agroécologie du paysage ”:

Articuler les concepts de l’écologie du paysage et de l’agronomie

- L’agronomie s’intéresse peu aux **dépendances spatiales** et **fonctionnelles** entre éléments du paysage (*Nesme 2010*)
- L’écologie du paysage s’est étendue aux agroécosystèmes, mais néglige largement **la complexité des pratiques**, et leur effet sur **l’hétérogénéité spatio-temporelle** de la mosaïque paysagère (*Baudry et al. 2000, Vasseur et al. 2013*)
- Réconcilier les deux approches pour analyser les **interactions** entre l’organisation spatiale des pratiques et les flux biophysiques
- Analyser les **interdépendances** entre acteurs qui se créent au travers des flux biophysiques entre éléments du paysage qu’ils gèrent

Que nous apporte l'agronomie ?

Diversité des pratiques agricoles:

- Concepts de **système de culture** (*Sebillotte 1990*):

Ensemble des modalités techniques mises en œuvre à l'échelle de la parcelle:

- la nature des **cultures** et leur ordre de succession,
- les **itinéraires techniques** appliqués à ces différentes cultures (*techniques, outils utilisés, ajustement et séquence temporelle*)

➔ Hétérogénéité spatiale émergeant de la diversité & distribution des pratiques

➔ Hétérogénéité spatio-temporelle résultant des dynamiques temporelles des pratiques

Que nous apporte l'agronomie ?

Diversité des pratiques agricoles:

Prise de décision en fonction:

- des **objectifs**
 - production
 - régulation
 - culturels
- des **contraintes /opportunités**
 - Ressources de l'exploitation (*Naturelles, humaines, sociales, financières, physiques*)
 - Facteurs d'influence externes (*politiques publiques, marché, conseil technique, filière...*)



➔ **Détermine quel type de pratique va être appliquée à quel endroit**

Que nous apporte l'écologie du paysage ?

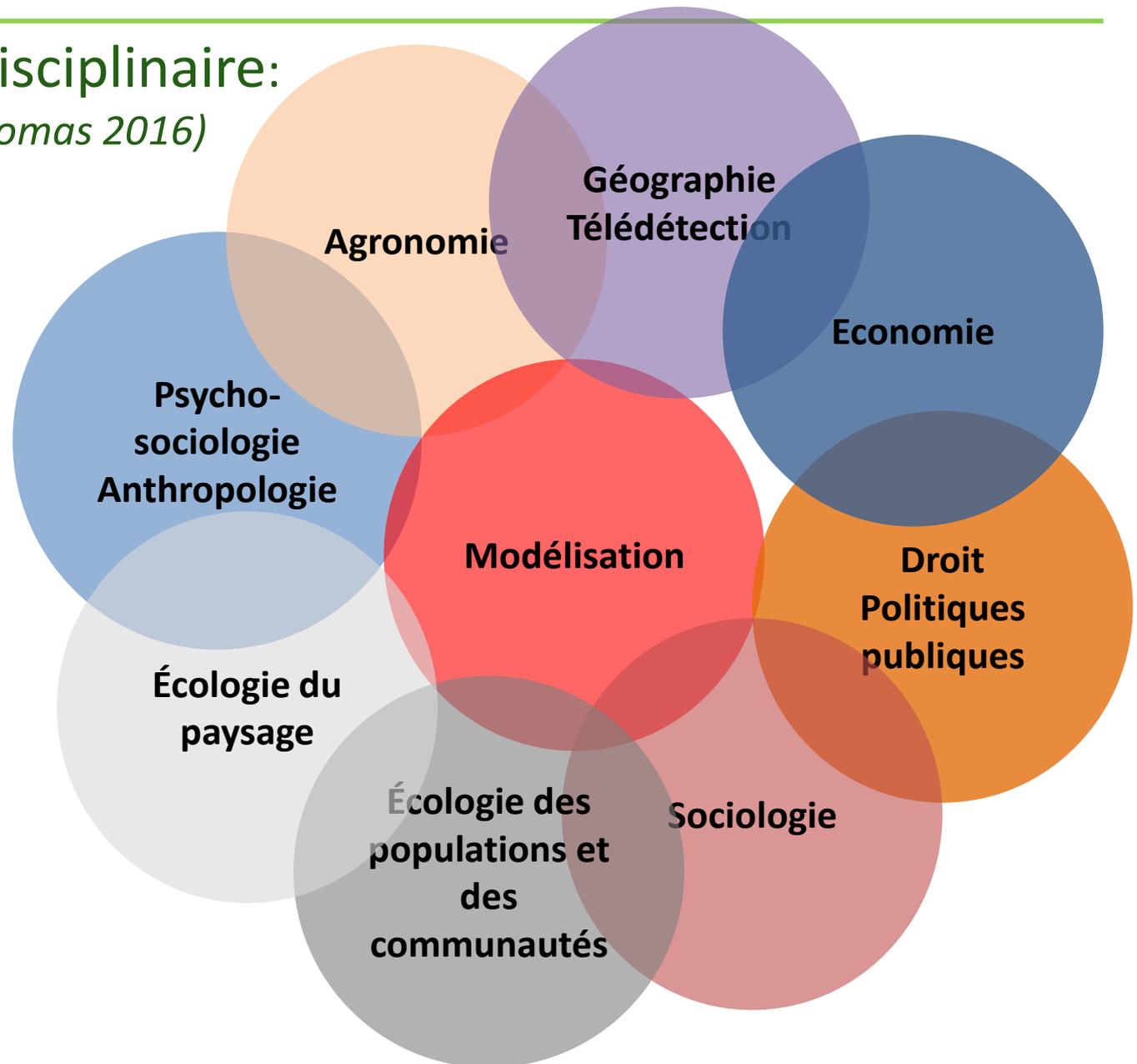
Processus écologiques & paysage (*Vasseur et al. 2013*):

- Effet local des systèmes de culture sur les processus
- Effet source-puits et concentration-dilution
- Complémentation spatio-temporelle (ressources)
- Connectivité spatio-temporelle
- Extinction des populations (patrons spatio-temporels de perturbations)

Concepts: Le paysage comme système socio-écologique

Un objet interdisciplinaire:

(D'après Baudry & Thomas 2016)



Concepts: Le paysage comme système socio-écologique

Une définition du paysage pour l'agroécologie:

Patron émergeant de la diversité et de l'organisation spatiotemporelle des interactions entre **dynamiques écologiques** et **pratiques de divers acteurs**,

dont la composition et la configuration influencent les **dynamiques biophysiques**,

et donc la provision de **services écosystémiques** pour les différents **acteurs** utilisant les unités spatiales qui le composent

→ Système socio-écologique

DEFIS & QUESTIONS POUR LA « RECHERCHE PAYSAGE »



Questions de recherche

Améliorer la compréhension des **interactions** entre les **pratiques agricoles** et les **dynamiques biophysiques** au travers du **paysage**

- Effet des **processus sociaux, économiques & politiques** sur l'organisation spatiale des pratiques agricoles ?
- Effet de la **composition** et le la **configuration** du paysage - en tant que « mosaïque de pratiques » - sur les processus biophysiques ?
- Traduction des **processus** écologique en **services** écosystémiques ?

Questions de recherche

Analyser les **changements** des systèmes:

- Quels sont les moteurs de changement des **pratiques agricoles** ?
- Quel est l'effet de ces changements sur la **mosaïque paysagère** et les **flux** biophysiques ?
- Quel est l'effet de **l'incertitude** sur le changement des pratiques ?

Différentes **échelles**:

- De temps: *Aléa (variation) VS changements durables*
- D'espace

Objectifs

- Améliorer la **compréhension** des systèmes socio-écologiques et de leurs changements (*recherche*)
- Renseigner la prise de décision politique
- Développer des **méthodes** et **outils** opérationnels pour accompagner les acteurs à différents niveaux (local, institutionnel) dans la réflexion concernant la transition de leurs systèmes (*recherche-action*)

Approches, méthodes et outils

Rendre compte de la complexité des interactions socio-écologiques

“study the whole system even when not fully cognizant of the precise functioning of the component parts (Naveh, 2001)”

→ **Systemes complexes** (SMA, modèles de graphes)

Modélisation:

- **capturer les interactions majeures** dans un objectif de compréhension et non de prédiction
- **représenter et intégrer les différents types de savoirs** (*locaux, scientifiques, techniques, institutionnels*)

Approches, méthodes et outils

Combiner cette approche système avec des approches plus « classiques » d'écologie du paysage, mais intégrant les concepts issus de l'agronomie (système de culture, itinéraire technique ...)

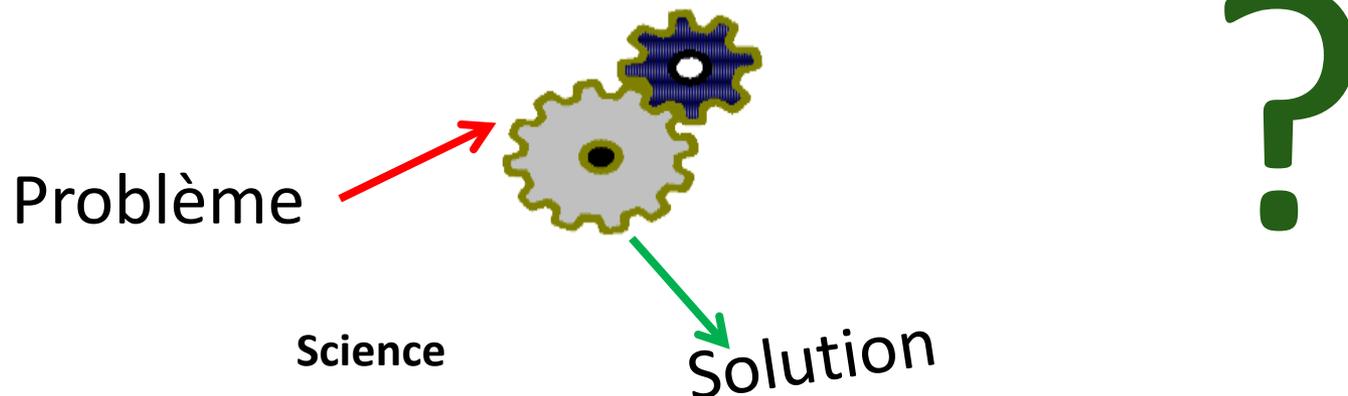
Dynamique spatio-temporelle des paysages:

- Séquence de mosaïques intra-annuelle (rotation)
(e.g: Ruptures de connectivité, zones refuges ...)
- Trajectoires interannuelles (transformations)

Perspectives & questionnements

Comment:

- “Développer des connaissances opérationnelles en **appui aux acteurs** pour structurer la conception d’une transition agroécologique à l’échelle locale” (*Duru et al. 2015*)
- Traiter des situations où la **complexité** des interactions et **l’incertitude** élevée ne permettent pas d’appliquer le schéma classique:



Références

Nesme, T., et al. (2010). Is the plot concept an obstacle in agricultural sciences? A review focussing on fruit production. *Agriculture, ecosystems & environment*, 138(3), 133-138.

Stallman, H.R. (2011). Ecosystem services in agriculture: determining suitability for provision by collective management. *Ecological Economics* 71, 131–139.

Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*.

Pretty, J. (2003). Social capital and the collective management of resources. *Science*, 302(5652), 1912-1914.

Tscharntke, T., et al. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecology letters*, 8(8), 857-874.

Tscharntke, T., et al. (2012). Landscape moderation of biodiversity patterns and processes-eight hypotheses. *Biological Reviews* 87, 661–685.

Vasseur, C., et al. (2013). The cropping systems mosaic: How does the hidden heterogeneity of agricultural landscapes drive arthropod populations?. *Agriculture, ecosystems & environment*, 166, 3-14.

Baudry, J., et al. (2000). A holistic landscape ecological study of the interactions between farming activities and ecological patterns in Brittany, France. *Landscape and urban planning*, 50(1), 119-128.

Sebillotte, M., 1990. Le système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In: Combe, L., Picard, D. (Eds.), *Les systèmes de culture*. INRA Editions, Paris, pp. 165–196.

Que nous apporte l'écologie du paysage ?

Name of the hypothesis		Explanation
A		Landscape moderation of biodiversity patterns
1	The landscape species pool hypothesis	The size of the landscape-wide species pool moderates local (alpha) biodiversity.
2	The dominance of beta diversity hypothesis	The landscape-moderated dissimilarity of local communities determines landscape-wide biodiversity and overrides negative local effects of habitat fragmentation on biodiversity.
B		Landscape moderation of population dynamics
3	The cross-habitat spillover hypothesis	Landscape-moderated spillover of energy, resources and organisms across habitats, including between managed and natural ecosystems, influences landscape-wide community structure and associated processes.
4	The landscape-moderated concentration and dilution hypothesis	Spatial and temporal changes in landscape composition can cause transient concentration or dilution of populations with functional consequences.

Que nous apporte l'écologie du paysage ?

- | | | |
|----------|--|--|
| C | | Landscape moderation of functional trait selection |
| 5 | The landscape-moderated functional trait selection hypothesis | Landscape moderation of species trait selection shapes the functional role and the trajectory of community assembly. |
| 6 | The landscape-moderated insurance hypothesis | Landscape complexity provides spatial and temporal insurance, i.e. higher resilience and stability of ecological processes in changing environments. |
| D | | Landscape constraints on conservation management |
| 7 | The intermediate landscape-complexity hypothesis | Landscape-moderated effectiveness of local conservation management is highest in structurally simple, rather than in cleared (i.e. extremely simplified) or in complex landscapes. |
| 8 | The landscape-moderated biodiversity <i>versus</i> ecosystem service management hypothesis | Landscape-moderated biodiversity conservation of endangered species will not optimize functional diversity and related ecosystem services in production systems. |