

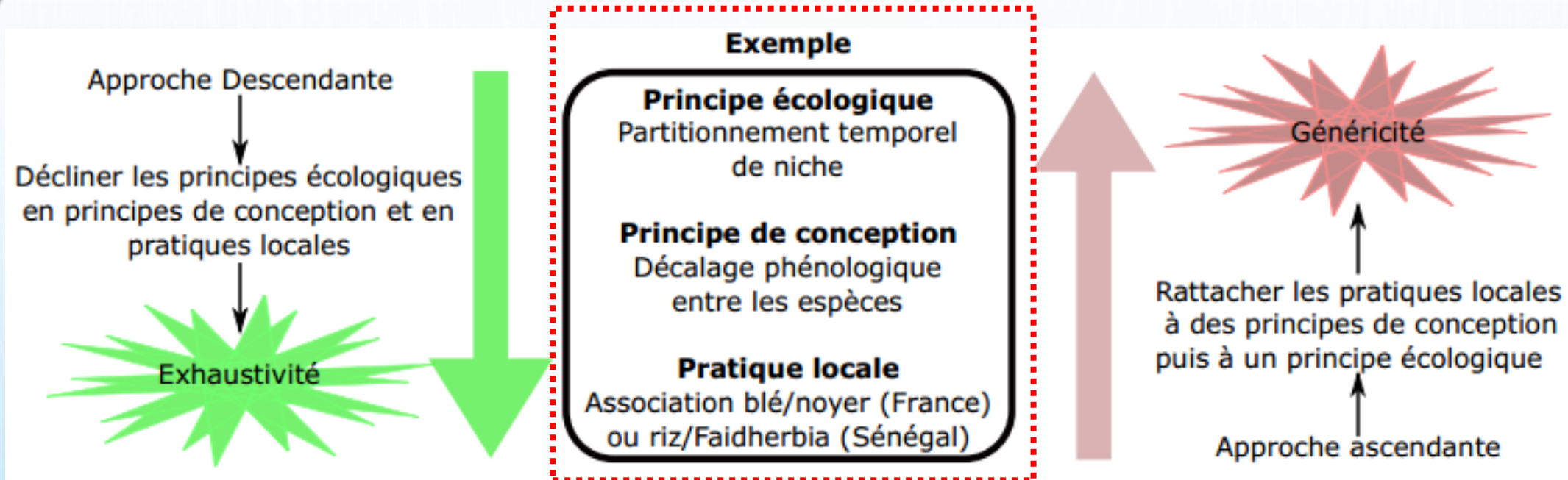


# DES PRINCIPES ÉCOLOGIQUES À UNE MÉTHODE DE CONCEPTION POUR LES AGROÉCOSYSTÈMES

ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES GÉNÉRIQUES EN ÉCOLOGIE POUR  
L'AGROÉCOLOGIE

Par Oswaldo forey

# Le projet: des principes aux... principes



CADRE => Agroécologie

« Utilisation de principes écologiques pour la conception et la gestion d'agroécosystèmes durables » (Altieri, 1995)

# L'agroécologie: processus ou principes?

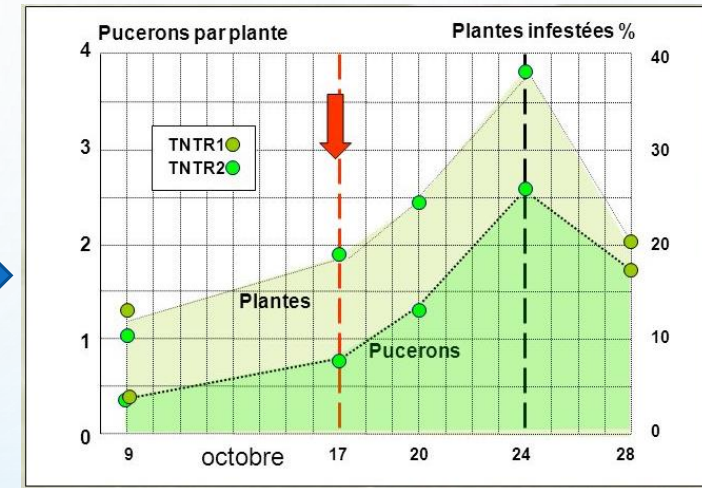
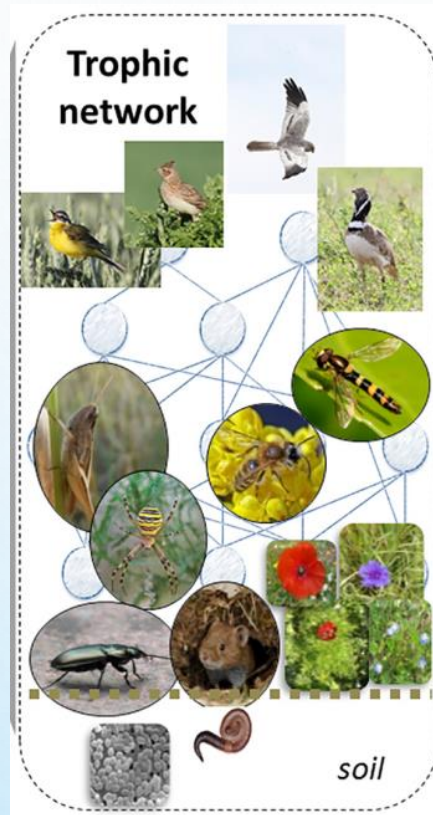
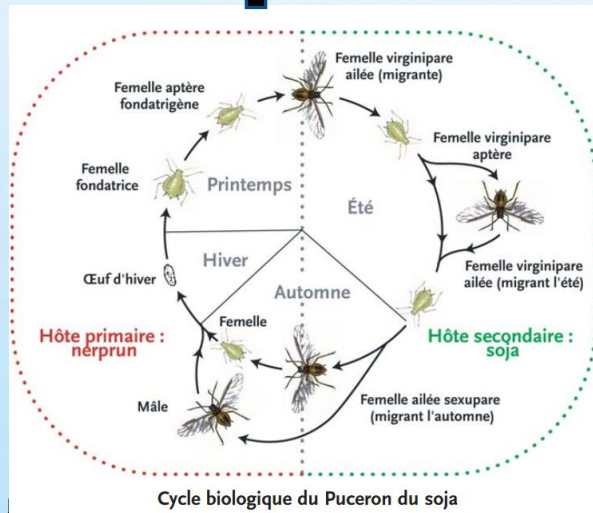
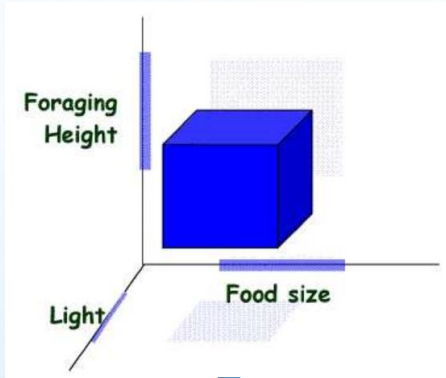
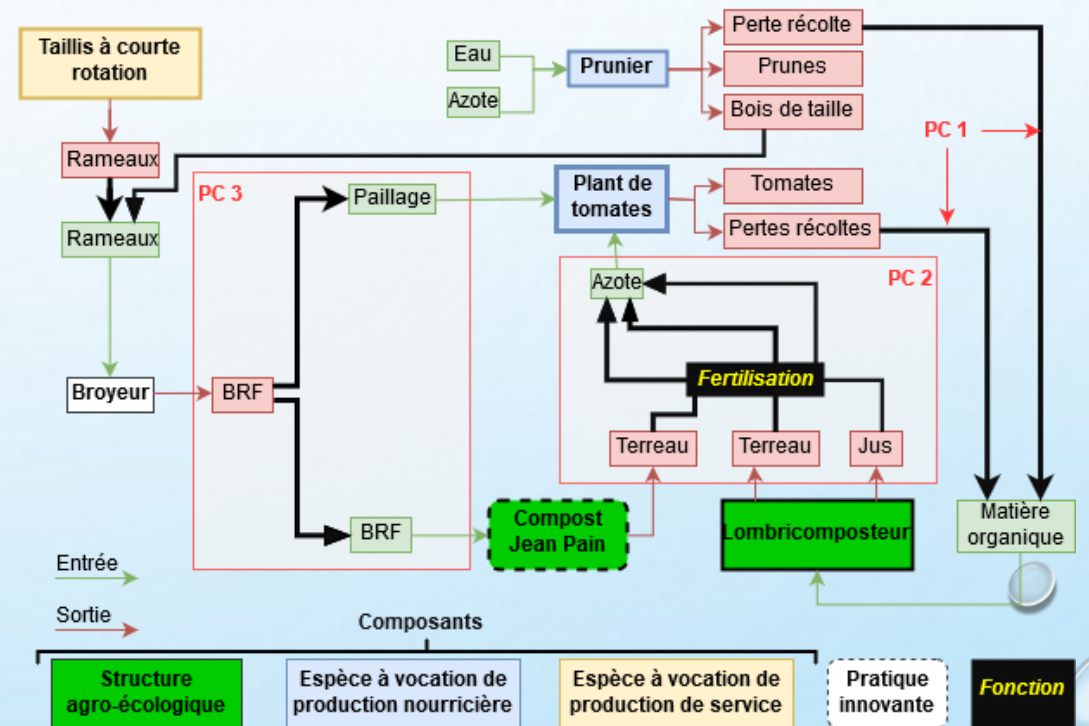


Fig. 2 Complex intercropping systems in China. Photo: Wopke van der Werf, Wageningen University and Research, Wageningen, the Netherlands

# L'agroécologie: processus ou principes?

« Dans un écosystème, les éléments chimiques sont recyclés et circulent d'organismes en organismes au sein des chaînes trophiques » (d'après Odum, 1959)

« Positionner les éléments du système de manière à ce que les produits d'un élément deviennent les ressources d'un autre » (Mollison, 1988)



# Questions de recherches

Quels sont les principes écologiques reconnus ?

=> état des lieux des connaissances en 2018

Peut on mobiliser ces principes écologiques pour établir des principes de conception pour l'agroécologie ?

=> remplace ou complémente l'approche par les processus?

# Première phase: la méthode

Principe écologique

Pratique(s)

Principe(s) de conception

# Première phase: la méthode

Principe écologique

Pratique(s)

Principe(s) de conception

Implanter des plantes  
productrices de nectar

# Première phase: la méthode

## Principe écologique

**'les populations peuvent se maintenir dans le système si toutes les composantes de leur régime alimentaire sont présentes'**

## Pratique(s)

Implanter des plantes productrices de nectar

## Principe(s) de conception

**'Le système doit comporter des éléments qui fournissent de la nourriture pour tous les stades du cycle de vie des auxiliaires'**

# Première phase: la méthode

Principe écologique

Objectifs

**'les populations peuvent se maintenir dans le système si toutes les composantes de leur régime alimentaire sont présentes'**

Pratique(s)

Principe(s) de conception

Implication (s)

Implanter des plantes productrices de nectar

**'Le système doit comporter des éléments qui fournissent de la nourriture pour tous les stades du cycle de vie des auxiliaires'**

Outil(s)

# Première phase: la méthode

## Principe écologique

'les populations peuvent se maintenir dans le système si toutes les composantes de leur régime alimentaire sont présentes'

## Objectifs

OB\_E => **fournir la composante nourriture** de la niche écologique aux prédateurs d'arthropodes

OB\_A => **réguler les populations de bioagresseurs** en maintenant un niveau haut des populations de prédateurs d'arthropodes

OB\_AE=> **fournir la composante nourriture de la niche écologique aux prédateurs d'arthropodes pour maintenir un niveau haut des populations prédateurs d'arthropodes pour réguler les populations de bioagresseurs**

## Pratique(s)

Implanter des plantes productrices de nectar

## Principe(s) de conception

'Le système doit comporter des éléments qui fournissent de la nourriture pour tous les stades du cycle de vie des auxiliaires'

## Implication (s)

Maintenir et/ou introduire des sources de nourriture multiples correspondant aux besoins des auxiliaires à tous leurs stades du cycle de vie (nectar, pollen, proies alternatives (aux proies cibles), graines, etc.)

## Outil(s)

Fiche des ressources alimentaires des auxiliaires

Fiches plantes productrices de nectar avec date de floraison avec cycle de culture/de vie

# Première phase: la méthode

## Principe écologique

'les populations peuvent se maintenir dans le système si toutes les composantes de leur régime alimentaire sont présentes'

## Objectifs

OB\_E => **fournir la composante nourriture** de la niche écologique aux prédateurs d'arthropodes

OB\_A => **réguler les populations de bioagresseurs** en maintenant un niveau haut des populations de prédateurs d'arthropodes

OB\_AE=> **fournir la composante nourriture de la niche écologique aux prédateurs d'arthropodes pour maintenir un niveau haut des populations prédateurs d'arthropodes pour réguler les populations de bioagresseurs**

## Pratique(s)

Planter des plantes productrices de nectar

## Principe(s) de conception

'Le système doit comporter des éléments qui fournissent de la nourriture pour tous les stades du cycle de vie des auxiliaires'

## Implication (s)

Maintenir et/ou introduire des sources de nourriture multiples correspondant aux besoins des auxiliaires à tous leurs stades du cycle de vie (nectar, pollen, proies alternatives (aux proies cibles), graines, etc.)

## Outil(s)

Fiche des ressources alimentaires des auxiliaires

**Fiches plantes productrices de nectar** avec date de floraison avec cycle de culture/de vie

Planter des plantes productrices de graines

Fiche des ressources alimentaires des auxiliaires

**Fiches plantes productrices de graines** avec date de floraison avec cycle de culture/de vie

# Première phase: la méthode

## Principe écologique

'les populations peuvent se maintenir dans le système si toutes les **composantes de leur régime alimentaire** sont présentes'

# Première phase: la méthode

## Principe écologique

'les populations peuvent se maintenir dans le système si toutes les **composantes de leur régime alimentaire** sont présentes'

'les populations peuvent se maintenir dans le système si leur nourriture est disponible **tout au long de leur cycle de vie**'

les populations peuvent se maintenir dans le paysage si la composante **abri d'hivernation** de la niche écologique est remplie

les populations peuvent se maintenir dans le paysage si la composante **site de reproduction** de la niche écologique est remplie

les populations peuvent se maintenir dans le paysage si la composante **refuge temporaire/relais/affut** de la niche écologique est remplie

# Première phase: la méthode

Meta- principe écologique

Principe écologique

'les populations peuvent se maintenir dans le système si **toutes les composantes de la niche écologique** sont présentes'

'les populations peuvent se maintenir dans le système si toutes les **composantes de leur régime alimentaire** sont présentes'

'les populations peuvent se maintenir dans le système si leur nourriture est disponible **tout au long de leur cycle de vie**'

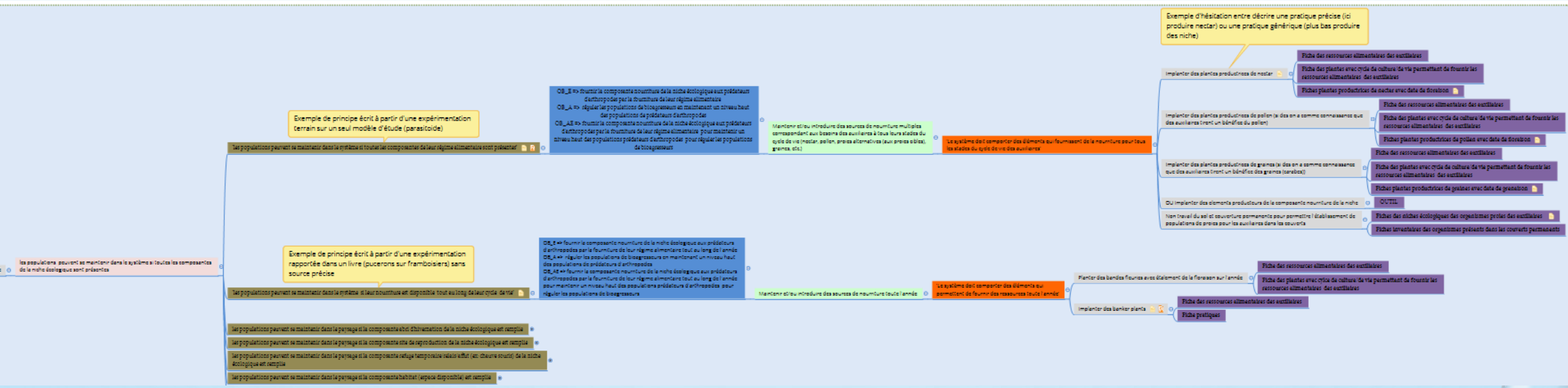
les populations peuvent se maintenir dans le paysage si la composante **abri d'hivernation** de la niche écologique est remplie

les populations peuvent se maintenir dans le paysage si la composante **site de reproduction** de la niche écologique est remplie

les populations peuvent se maintenir dans le paysage si la composante **refuge temporaire/relais/affut** de la niche écologique est remplie

# Première phase: la méthode

## Résultats: 50 principes pour éprouver la méthode



# Deuxième phase: la récolte biblio ou de **l'ambiguïté linguistique** à la controverse

**Principe écologique** = loi (de la nature) fondamentale

⇒ « Un écosystème possède toujours au moins deux guildes car aucun organisme n'est capable de compléter le cycle des minéraux seul »

(d'après Wilkinson, 2003 et Dodds, 2009)



# Deuxième phase: la récolte biblio ou de **l'ambiguïté linguistique** à la controverse

**Principe écologique** = loi (de la nature) fondamentale

⇒ « Un écosystème possède toujours au moins deux guildes car aucun organisme n'est capable de compléter le cycle des minéraux seul »

(d'après Wilkinson, 2003 et Dodds, 2009)



Journées AF FdF 2018

**Principe de conception** = précepte

⇒ « De la biodiversité dans ton système tu mettras »

(d'après Altieri 1995)



## Deuxième phase: la récolte biblio ou de l'ambiguïté linguistique à **la controverse**

**Les lois en écologie existent elles?** (Smart 1963, Lawton 1999, Lockwood 2008, Raerinne, 2011)

# Deuxième phase: la récolte biblio ou de l'ambiguïté linguistique à **la controverse**

**Les lois en écologie existent elles?** (Smart 1963, Lawton 1999, Lockwood 2008, Raerinne, 2011)

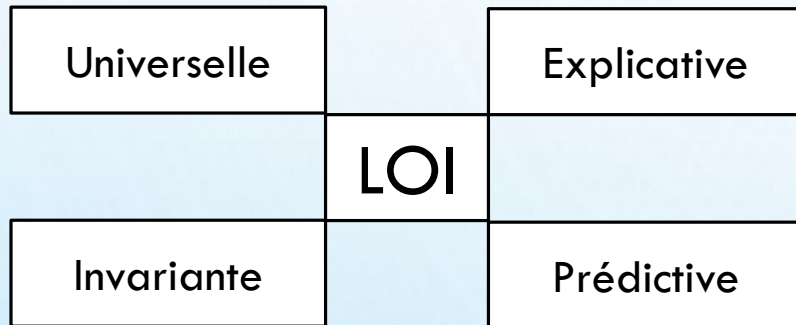
Universelle	LOI	Explicative
Invariante		Prédictive

Loi de Kepler:

$$\frac{T^2}{A^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

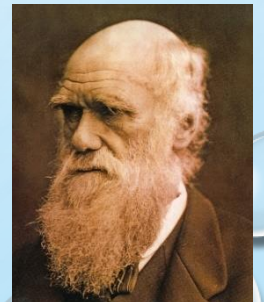
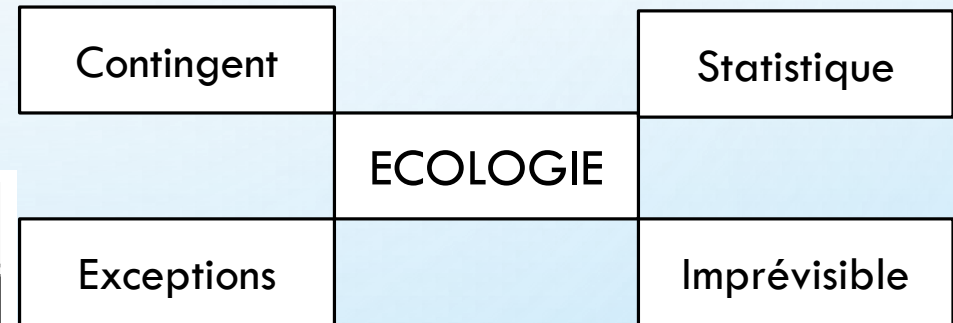
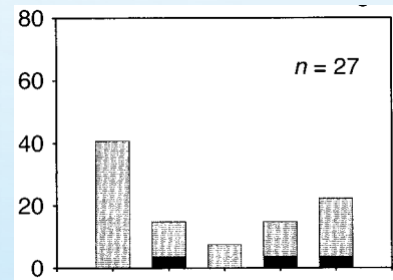
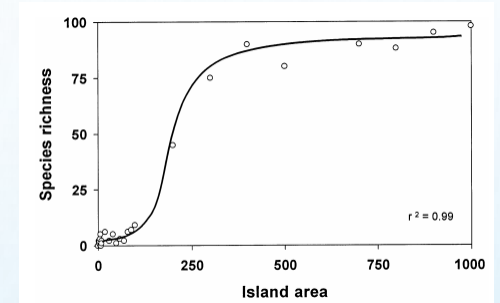
# Deuxième phase: la récolte biblio ou de l'ambiguïté linguistique à la controverse

**Les lois en écologie existent elles?** (Smart 1963, Lawton 1999, Lockwood 2008, Raerinne, 2011)



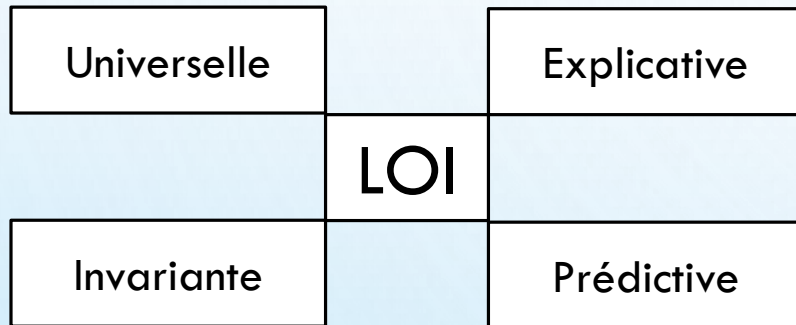
Loi de Kepler:

$$\frac{T^2}{A^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$



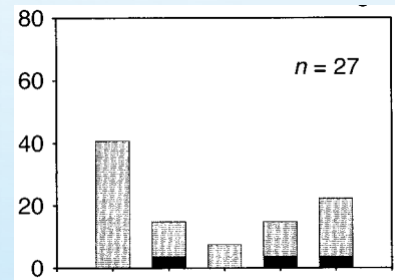
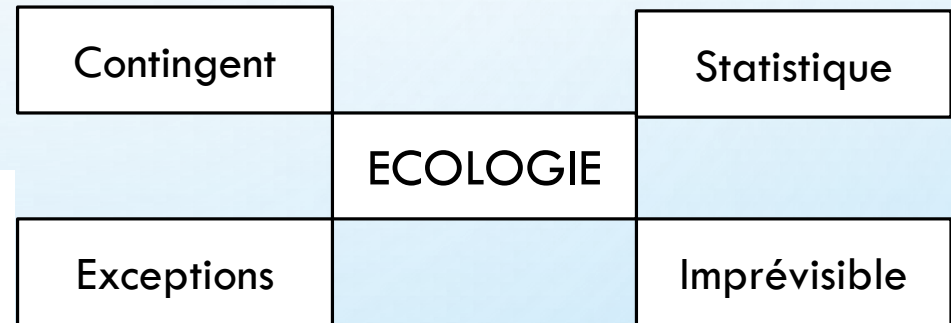
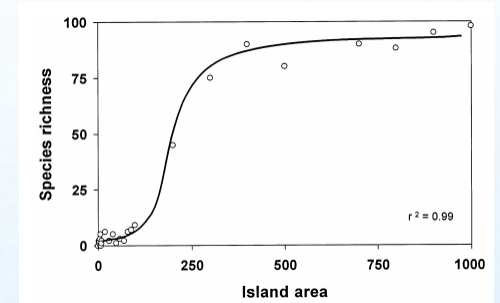
# Deuxième phase: la récolte biblio ou de l'ambiguïté linguistique à la controverse

Les lois en écologie existent elles? (Smart 1963, Lawton 1999, Lockwood 2008, Raerinne, 2011)



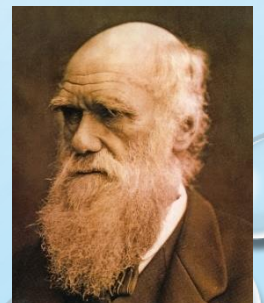
Loi de Kepler:

$$\frac{T^2}{A^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$



=> La nécessité ou force nomique

12/09/2018



## Deuxième phase: la récolte biblio ou de l'ambiguïté linguistique à **la controverse**

100 généralisations caractérisées selon:

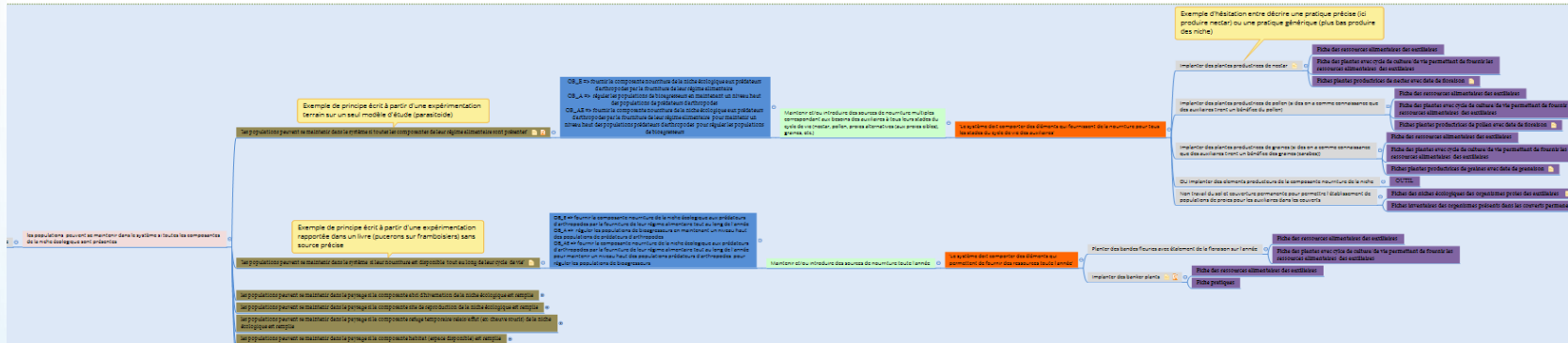
- 3 types: patron statistique, généralisation causale, principe théorique
- 4 domaines de contingence: macroécologie, écosystème, population, traits fonctionnels
- 3 domaines de résilience: gamme d'habitat, distance taxonomique, échelle spatiale
- 4 attributs: exception, explicative, situation idéale, prédictive
- L'ensemble stable auquel elle appartient

# Deuxième phase: la récolte biblio ou de l'ambiguïté linguistique à la **controverse**

Evaluation de la force nominale exemple: relation hétérogénéité-diversité (Ortega et al. 2018)

type <small>(d'après Cooper 1998)</small>	Domaine <small>(d'après Gunton et Gilbert 2017)</small>	Résilience <small>(selon Linquist et al. 2016)</small>			Attributs <small>(selon Colyvan et Ginzburg 2003)</small>				Ensemble stable <small>(selon Lange 2005)</small>	Force nominale
		gamme d'habitat	Distance taxonomique	Echelle spatiale	Exception	Explicative	Situations idéales	Prédictive		
Patron	Macroécologie	3	3	3	2	1	3	?	3	18

# Troisième phase (en cours): la fusion



type (d'après Cooper 1998)	Domaine (d'après Gunton et Gilbert 2017)	Résilience (selon Linquist et al. 2016)			Attributs (selon Colyvan et Ginzburg 2003)				Ensemble stable (selon Lange 2005)	Force nomique
		gamme d'habitat	Distance taxonomique	Echelle spatiale	Exception	Explicative	Situations idéales	Prédictive		
Patron	Macroécologie	3	3	3	2	1	3	?	3	18

# Pistes pour une méthode de conception

1 **Principes insuffisants** pour conception (?)

2 Contingence => **agriculteur = observateur** + expérimentateur

3 **Méthode évolutive** pour produire de la connaissance (méta-analyses)

4 **Basée sur** des approches prometteuses:

- **Les traits fonctionnels** (Damour et al., 2015, 2017; Woods et al. 2015; Gaba et al. 2014)
- **La succession écologique** (Crews et al. 2016; Smith 2015)
- **L'écologie du paysage** (Bretagnolle et al. 2018; Landis 2017; Duarte et al. 2018)
- **L'agroécologie/sélection évolutive** (Weiner et al. 2010, Shostak 2014, Brown 2015)

# Mon questionnement sur la stratégie

Creuser les principes pour aboutir à des conclusions solides ?

OU

Travailler à la méthode de conception basé sur des conclusions partielles ?



# MERCI DE VOTRE ATTENTION



# Pistes pour une méthode de conception

PRINCIPES INSUFFISANTS POUR CONCEPTION (?)

CONTINGENCE => AGRICULTEUR = OBSERVATEUR + EXPÉRIMENTATEUR

MÉTHODE ÉVOLUTIVE PERMETTANT DE PRODUIRE DE LA CONNAISSANCE (OBSERVER, COMPRENDRE, MOBILISER)

Fiches connaissances


Fiches description

Succession

Diagnostic écologique

Fiches espèces

Fiches processus

Trèfle incarnat	
	Conditions de l'observation: contexte pédo-climatique, contexte écologique (association), ITK
Fonction/processus	Traits fonctionnels
Dispersion	H. Fleurs ...cm
Interception lum.	Hauteur ....cm
Capacité compétitive	Biom. Graines .....g
	Vit. Crce ...cm/jr
	Fixation N <sub>2</sub> ...O/N

# LE CADRE: L'AGROÉCOLOGIE

Agroécologie = utilisation de principes écologiques pour la conception et la gestion d'agroécosystèmes durables (Altieri, 1995?)

Pratiques de  
l'écologiste



Pratiques de  
l'écologue



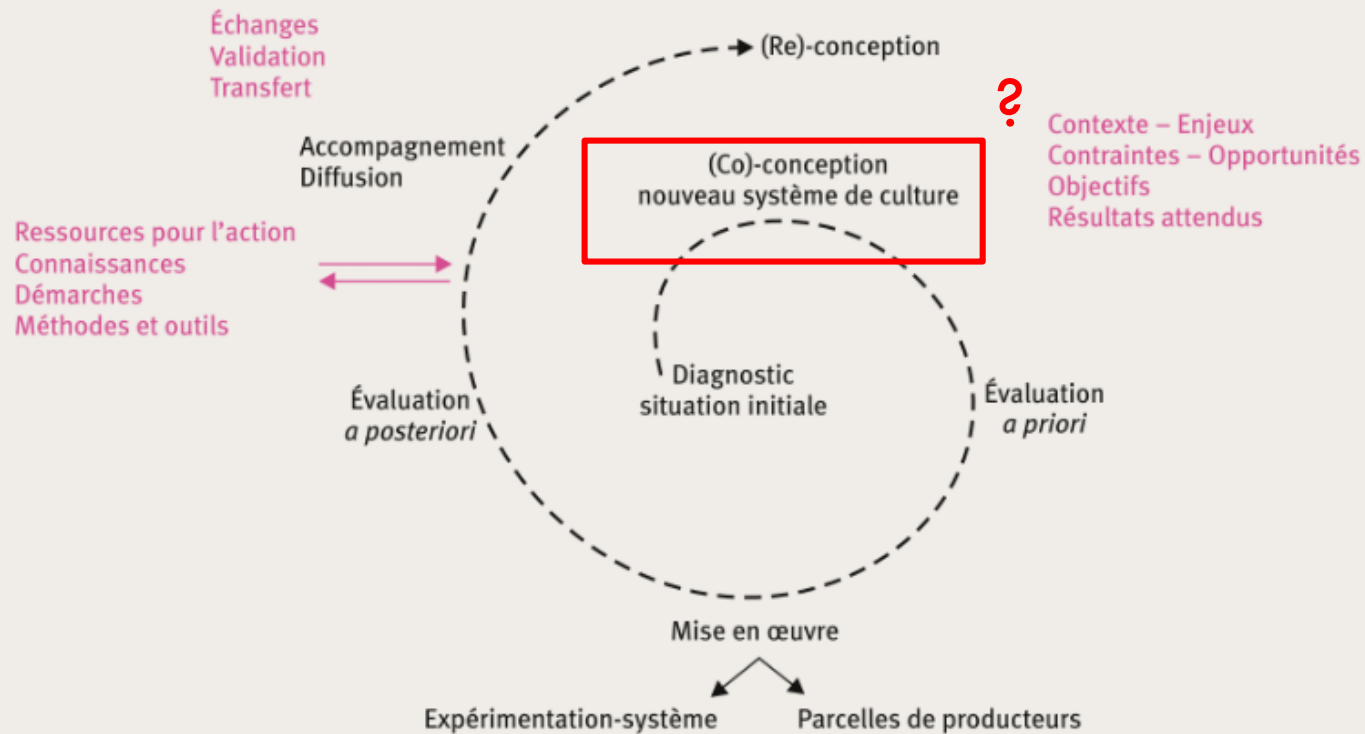
# Comment faire de l'agroécologie?

## Les 5 principes (de conception) historiques (altieri 1995)

- **Principe 1.** Permettre le **recyclage** de la biomasse, optimiser la disponibilité de nutriments et équilibrer le flot de nutriments.
- **Principe 2.** Garantir les **conditions de sol favorables** à la croissance des plantes, en gérant en particulier la matière organique et en améliorant l'activité biotique du sol. Ceci suppose, au regard de la rareté des ressources pétrolières, une réduction drastique de l'usage d'intrants externes produits de la chimie de synthèse (engrais, pesticides et pétrole).
- **Principe 3.** **Minimiser les pertes de ressources** liées aux flux des radiations solaires, de l'air et du sol par le biais de la gestion microclimatique, la collecte d'eau, la gestion du sol à travers l'accroissement de la couverture du sol et le jeu des complémentarités territoriales entre différentes orientations technico-économiques (notamment élevage-culture).
- **Principe 4.** **Favoriser la diversification** génétique et d'espèces de l'agroécosystème dans l'espace et le temps.
- **Principe 5.** **Permettre les interactions et les synergies biologiques** bénéfiques entre les composantes de l'agrobiodiversité de manière à promouvoir les processus et services écologiques clés.

# COMMENT FAIRE DE L'AGROÉCOLOGIE?

1 Les différentes étapes du processus de conception-évaluation des systèmes de culture.



La démarche globale mais  
quelle méthode pour l'étape  
conception?

# Principes (de conception) vs (pilotage des) processus

Objectif agronomique => remplacer les sorties d'éléments minéraux

Principe de conception => les produits d'un éléments deviennent les ressources d'un autre

Pratique => implanter des légumineuses

Problème => combien, quand, où?

Objectif agronomique => remplacer les sorties d'éléments minéraux

Mesure/estimation pouvoir fixateur du peuplement

Mesure/estimation taux de minéralisation azote

Mesure/estimation reliquat azote dans le sol

Mesure/estimation des prélèvements par la plante

Calcul de la surface à implanter =>  $surface = f(\text{pouvoir fixateur, minéralisation, reliquat, prélèvements})$

+ Fréquence rotation, temps de résidence, méthode de destruction, saison, etc.

# Principes (de conception) vs (pilotage des) **processus**

Objectif agronomique => remplacer les sorties d'éléments minéraux

Principe de conception => les produits d'un éléments deviennent les ressources d'un autre

Pratique => implanter des légumineuses

Problème => combien, quand, où?

Objectif agronomique => remplacer les sorties d'éléments minéraux

Mesure/estimation pouvoir fixateur du peuplement

Mesure/estimation taux de minéralisation azote

Mesure/estimation reliquat azote dans le sol

Mesure/estimation des prélèvements par la plante

Calcul de la surface à implanter =>  $surface = f(\text{pouvoir fixateur, minéralisation, reliquat, prélèvements})$

+ Fréquence rotation, temps de résidence, méthode de destruction, saison, etc.

# DÉFINITION DE PROCESSUS ÉCOLOGIQUE

- 1 un processus est un enchaînement ordonné de plusieurs phénomènes (mécanismes) pour aboutir à quelque chose => changement entre 2 états (ex: prédation, minéralisation, évapotranspiration, etc.)
- 2 Le processus est toujours dû aux mêmes phénomènes (mécanismes), même si le résultat (l'état final) d'un processus peut-être variable.
- 3 un processus se pilote en modifiant des composants biotiques et abiotiques de l'écosystème (température, humidité, population de prédateurs, etc.)
- 4 un processus se pilote à différents niveaux, en fonction des connaissances que l'on en a

