



Ecologie pour une agriculture soutenable

Jane Lecomte

Pr Université Paris-Sud

UMR ESE

UPSud-CNRS-AgroParisTech

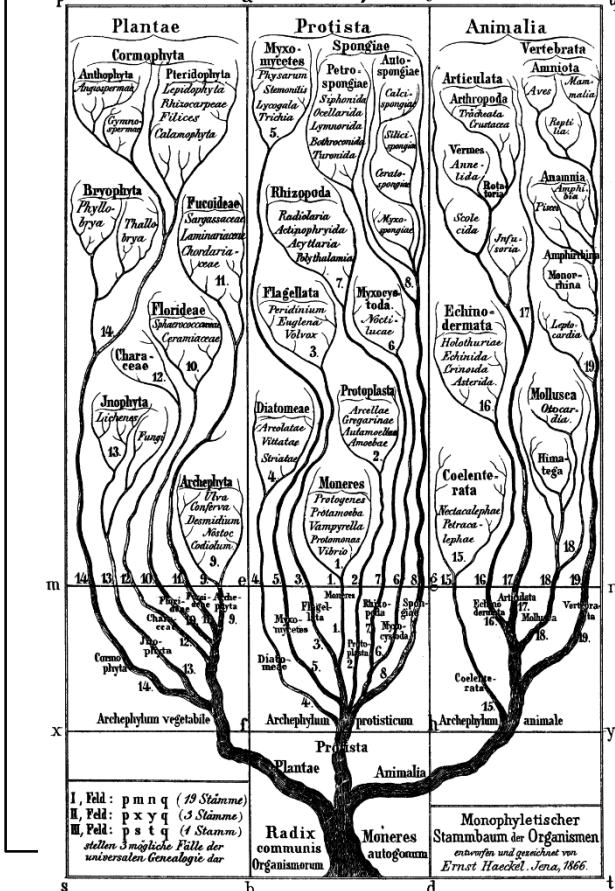


Young Corn, Grant Wood, 1931

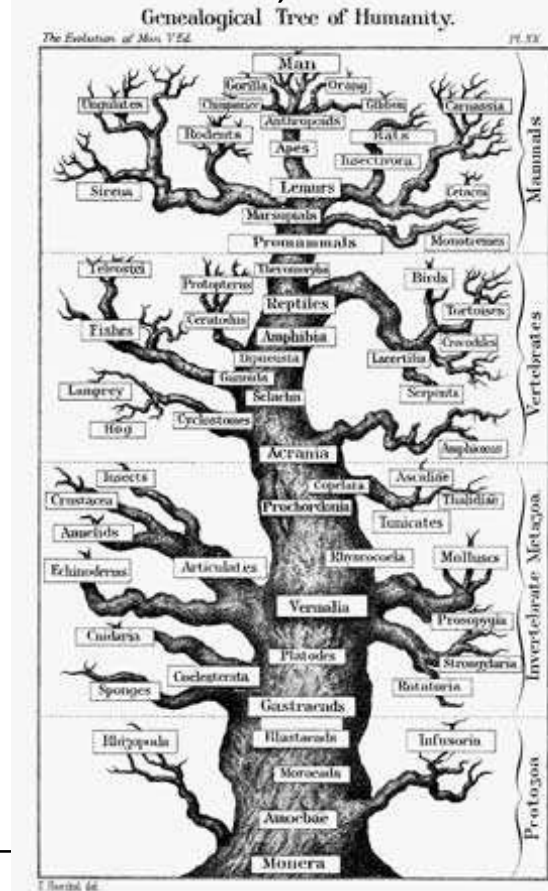
Arbre de François Léger

Arbre phylogénétique

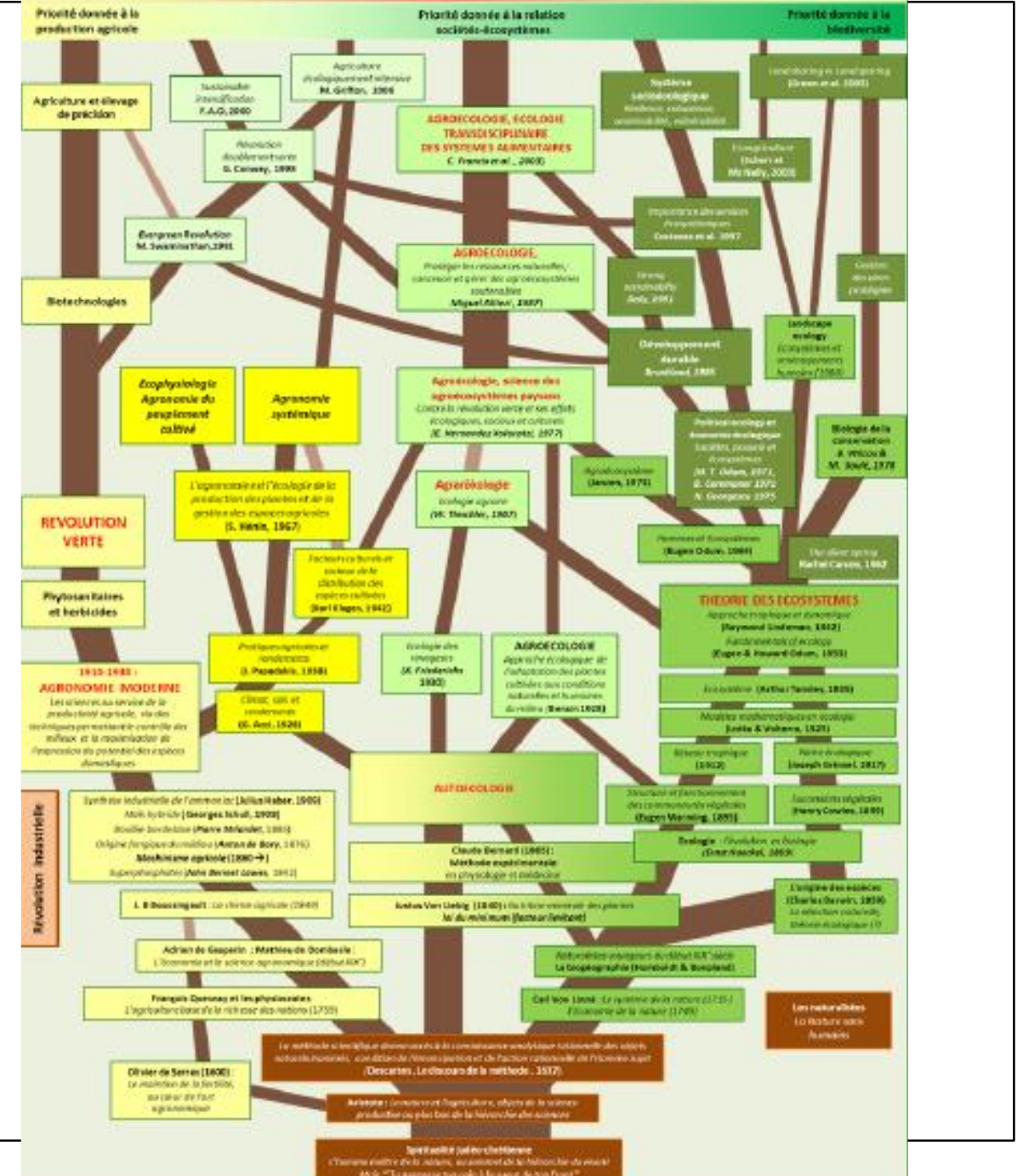
Haeckel, 1866



Haeckel, 1874



Intensité de l'interdisciplinarité



Histoire et externalités de l'agriculture

- - 200 000 ans
Homme moderne
Populations
de chasseurs-cueilleurs
- -14 000 ans
Sédentarisation
de certaines populations
- - 10 000 ans
Développement de
l'agriculture
- - 3 000 ans
Augmentation du nombre
d'espèces cultivées
- - 150 ans
Apparition des
Semenciers
Mécanisation
- - 60 ans
Révolution verte
- - 20 ans
Premières PGM
NBT's

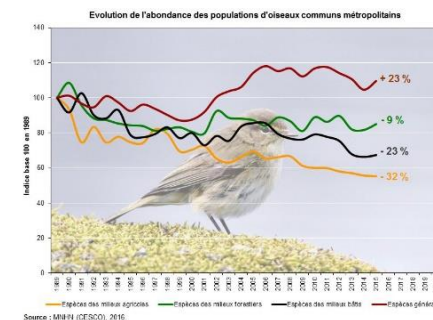


- **Domestication**
- **Tournant spirituel**



- **Usage des terres et destruction des milieux naturels**
- **Simplification des paysages**
- **Travail du sol**
- **Engrais de synthèse**
- **Pesticides**

- **Impact sur les trajectoires évolutives des humains et non humains**
- **Impact sur les relations humains/non humains**



- **Erosion de la biodiversité sauvage**
- **Homogénéité biotique et des paysages**
- **Pollution et Enjeux sanitaires**
- **GES et impact sur le climat**
- **Erosion de la biodiversité domestiquée**

Aldo Leopold

A sand county Almanac (1948)

« La science agricole consiste pour une bonne part en une course entre l'émergence de nouvelles espèces nuisibles et l'émergence de nouvelles techniques pour s'en débarrasser ».

« L'agriculture scientifique était déjà en plein essor lorsque l'écologie a vu le jour; on peut donc s'attendre à ce que les concepts écologiques y pénètrent plus lentement ».



Aldo Leopold (1887-1948)

Une agriculture multifonctionnelle



Production



**Gestion des
ressources
naturelles**



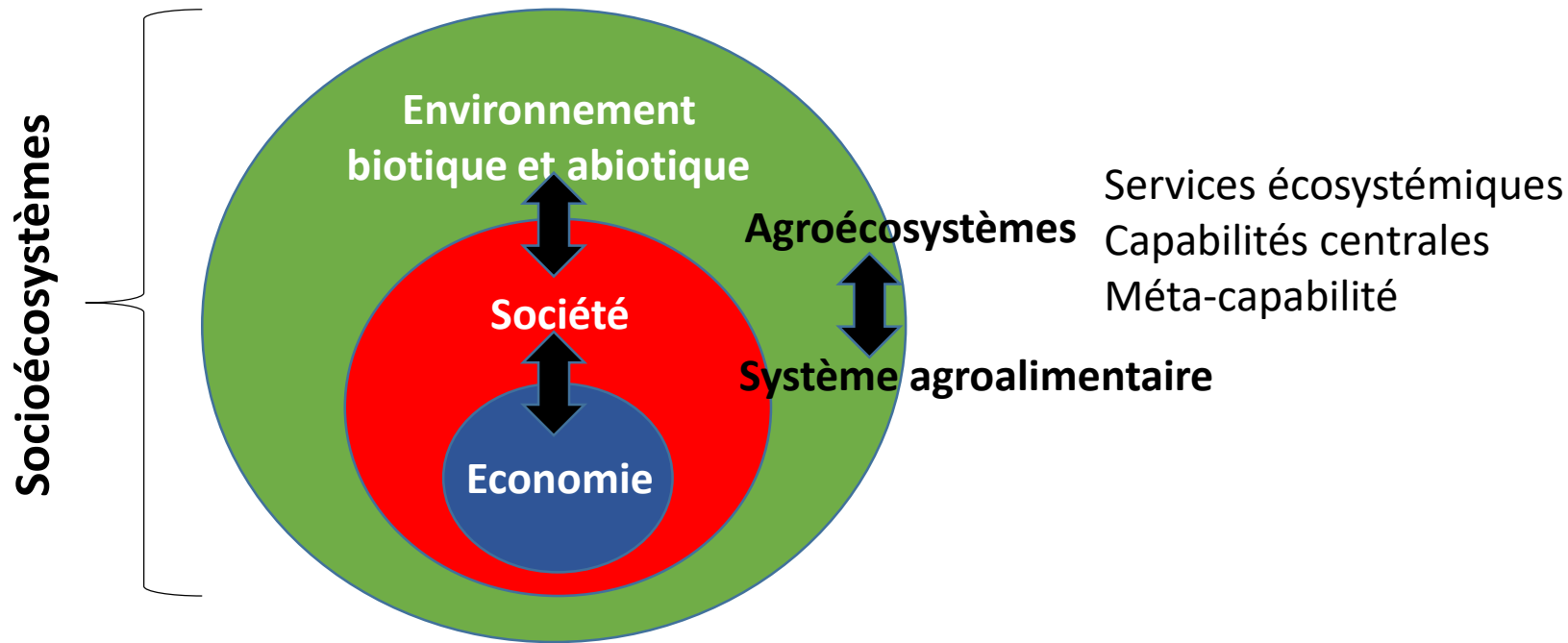
**Paysages
& biodiversité**



**Viabilité
socio-éco**

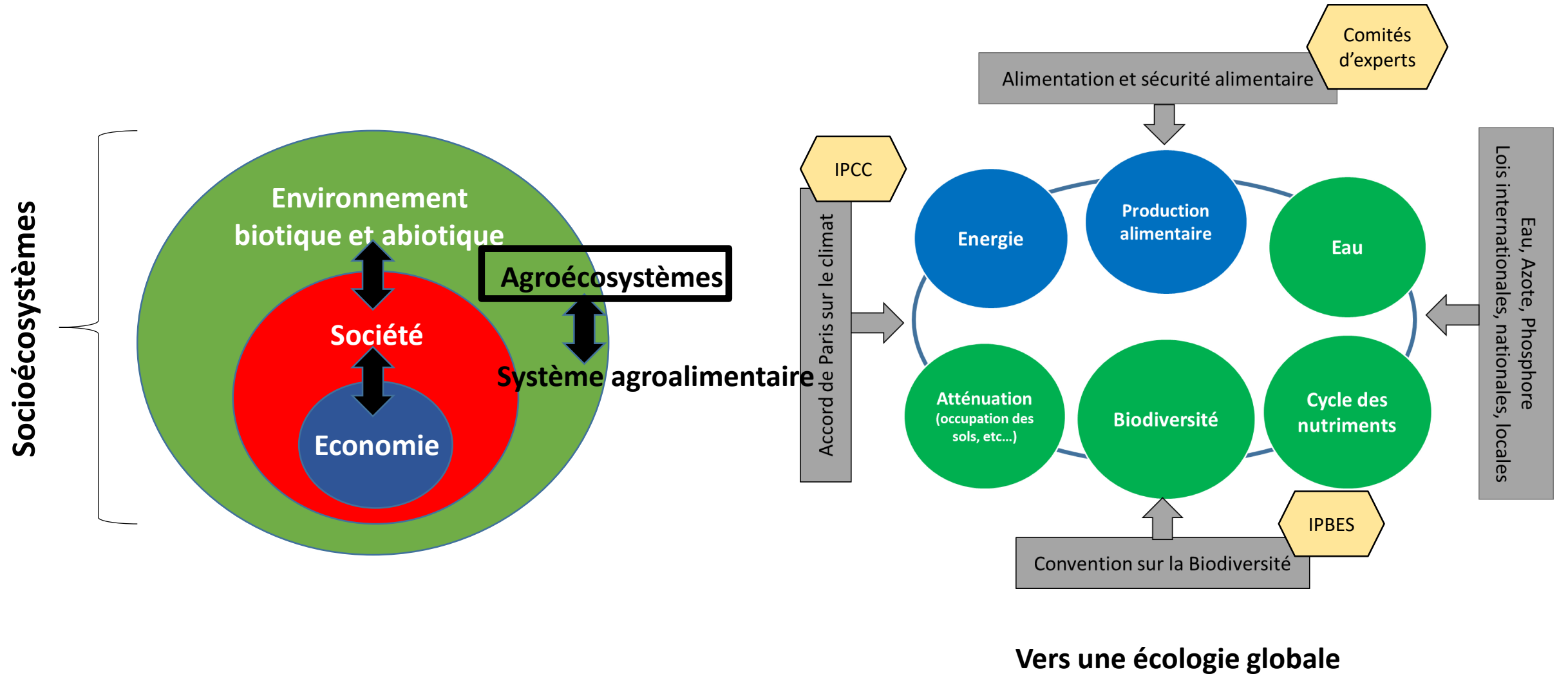
Renting, H., Rossing, W. A. H., Groot, J. C. J., Van der Ploeg, J. D., Laurent, C., Perraud, D., ... & Van Ittersum, M. K. (2009). Exploring multifunctional agriculture. A review of conceptual approaches and prospects for an integrative transitional framework. Journal of environmental management, 90, S112-S123.

Soutenable, vous avez dit soutenable ?



d'après Passet, Ostrom, Costanza, Nussbaum, Holland

Soutenable, vous avez dit soutenable ?

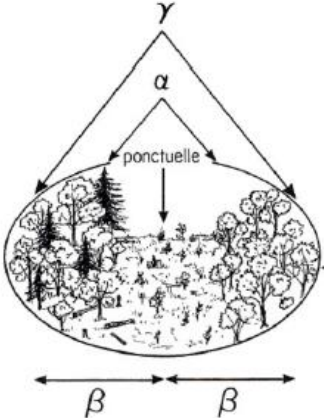


Enjeux scientifiques en écologie

- Liés à la spécificité des agro-socio-écosystèmes
- Liés au changement de paradigme de l'agriculture = transition écologique

Fonctionnement et évolution des **écosystèmes**

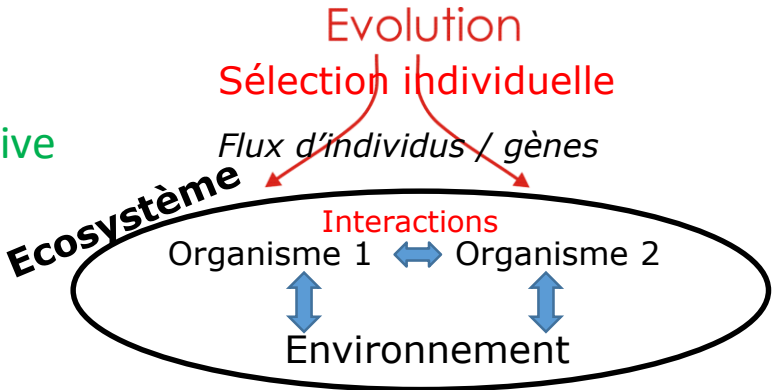
Ecologie des communautés



Ecologie évolutive

Ecologie du paysage

- Composition
- Configuration
- Connectivité



Traits d'histoire de vie = de réponse

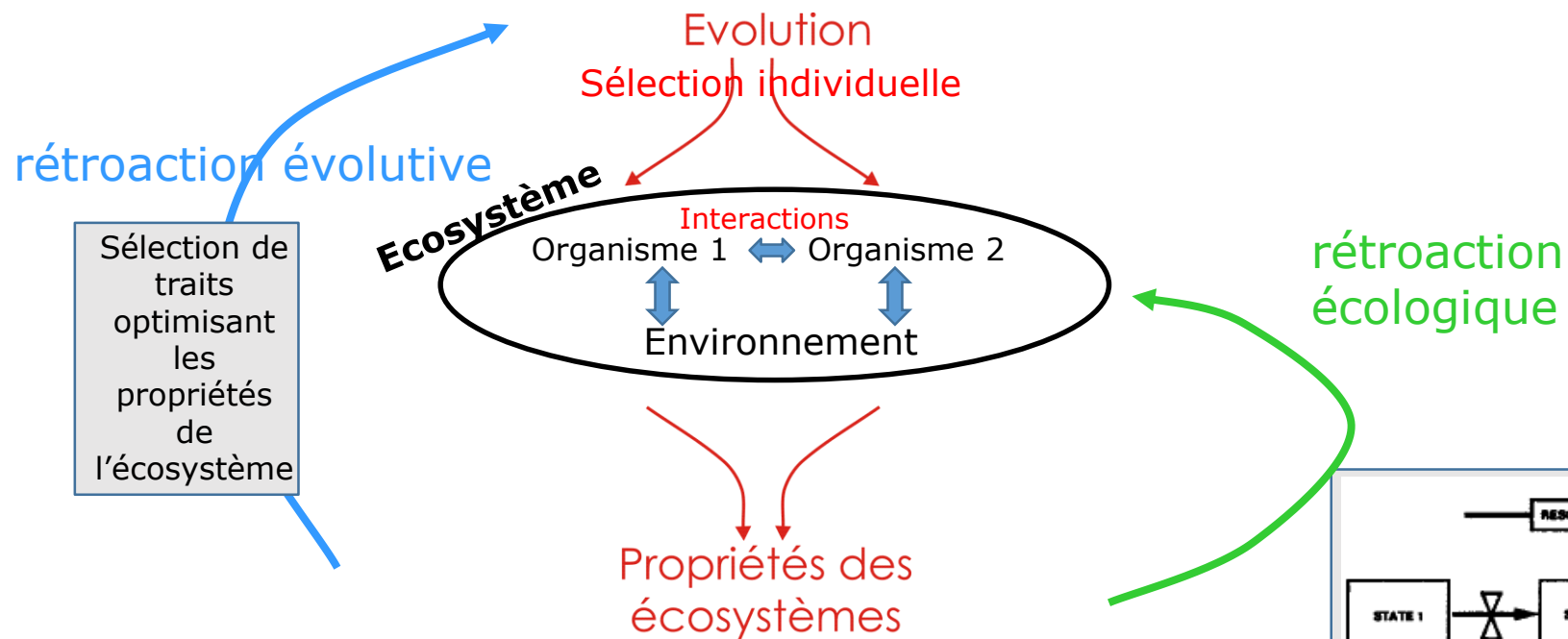
Ecologie fonctionnelle

Traits déterminant la production primaire = d'effet

Propriétés des écosystèmes

Multi-assemblage d'espèces plus productif, plus stable et plus résilient
 Effet d'échantillonnage, Complémentarité et facilitation
 Tilman, 2014

Fonctionnement et évolution des écosystèmes



Sélection de traits optimisant les propriétés de l'écosystème

Ecosystème

Evolution
Sélection individuelle

Interactions

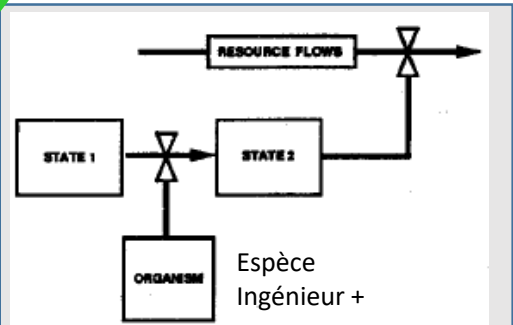
Organisme 1 ↔ Organisme 2

Environnement

rétroaction écologique

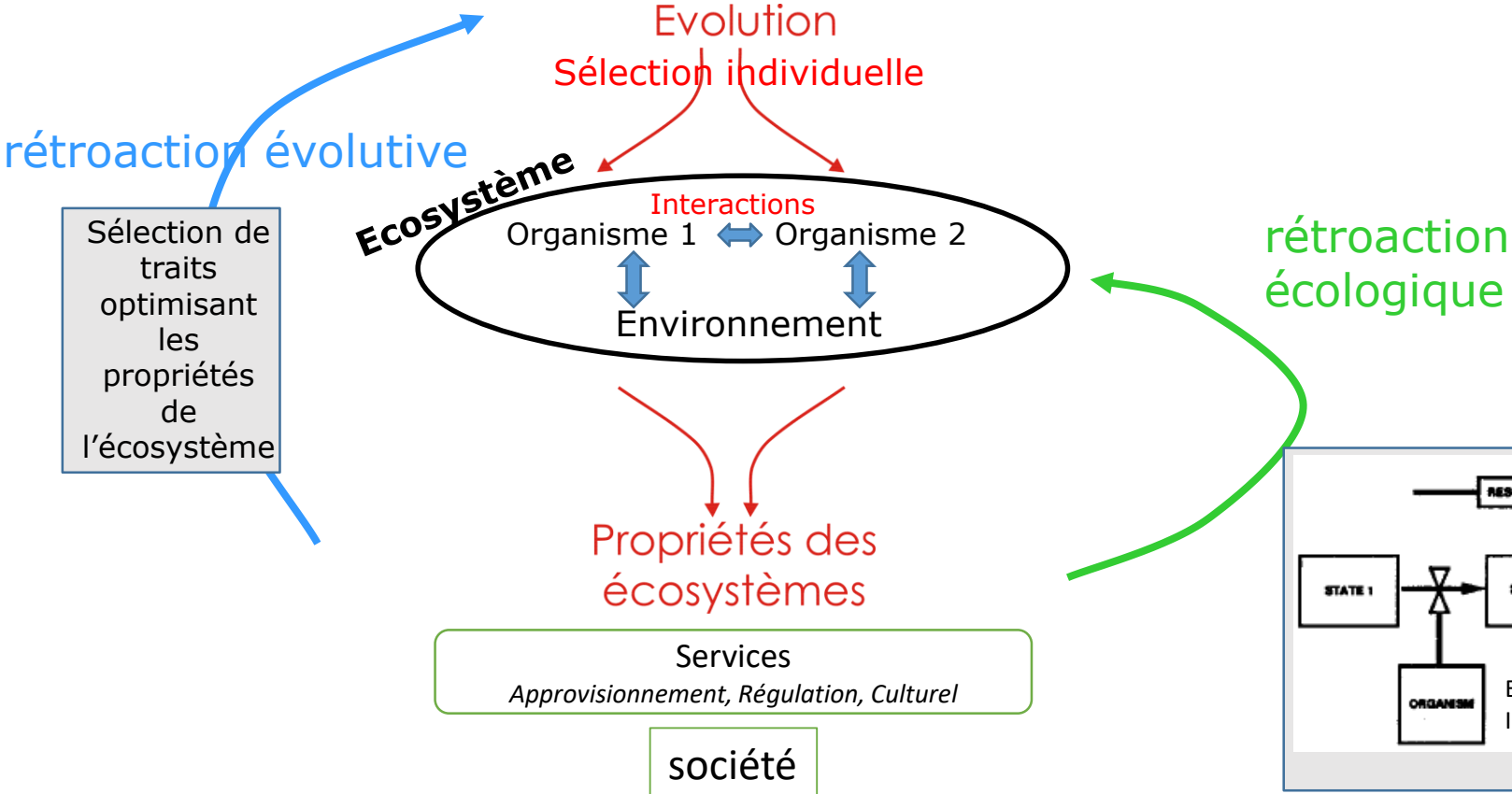
Propriétés des écosystèmes

Multi-assemblage d'espèces plus productif, plus stable et plus résilient
Effet d'échantillonnage, Complémentarité et facilitation
Tilman, 2014



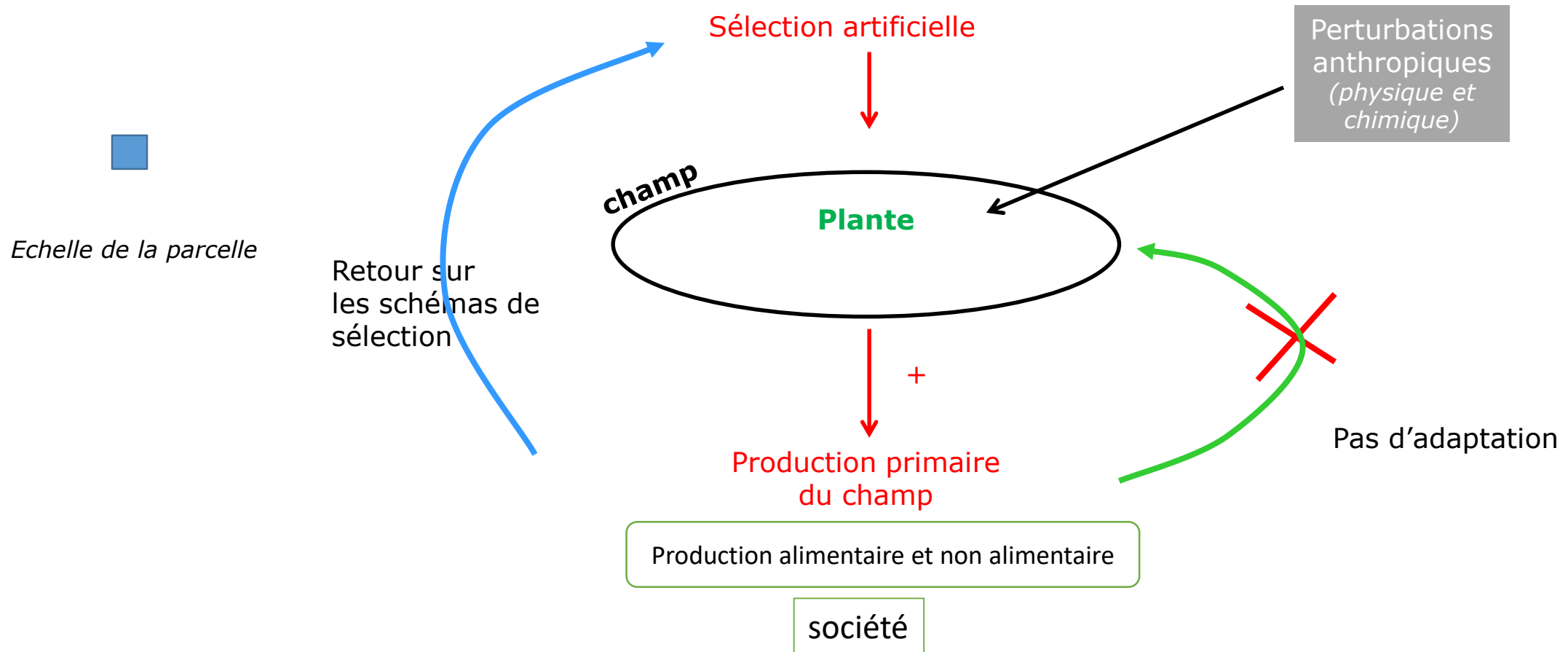
D'après Jones 2004

Fonctionnement et évolution des **écosystèmes**

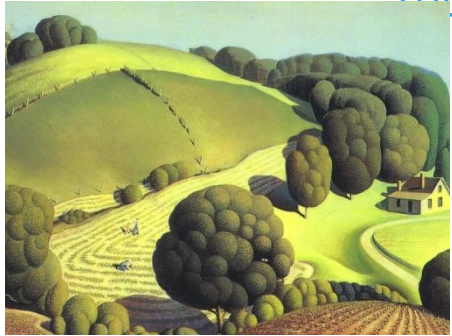


D'après Jones 2004

Fonctionnement des systèmes d'agriculture conventionnelle



Fonctionnement et évolution des agroécosystèmes

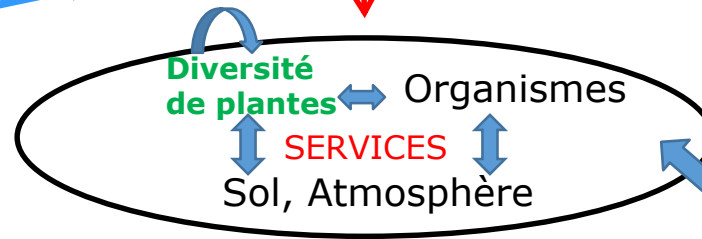


Agencement spatial et temporel

rétroaction évolutive

Pilotage de la biodiversité

Sélection de traits « favorables » à l'agroécosystème



Flux

Services (approvisionnement, régulation, culturel)

Acteurs

Biodiversité hors champs

rétroaction écologique

Biodiversité « non visée »

Agro-écosystème

Enjeux scientifiques spécifiques aux agroécosystèmes

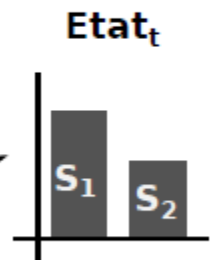
1

Interactions ?
Pratiques / dynamique spatiale et temporelle
Perturbations / Ressources



2

Quelle cascade d'effets ?



4

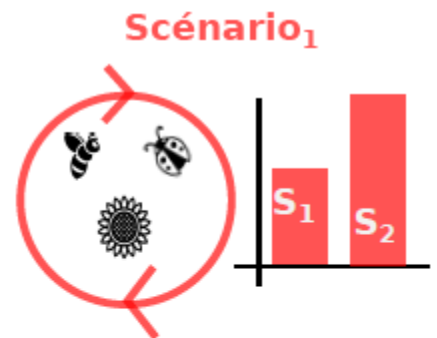
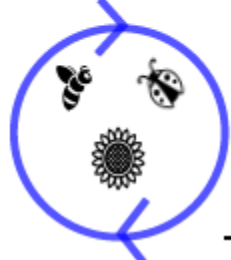
Synergie ou compromis entre services ?
Rôle de l'échelle spatiale

3

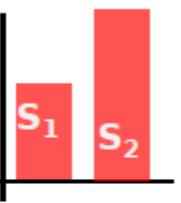
Relation entre biodiversité et fonctionnement ?
Plusieurs niveaux trophiques
Niveaux trophiques et non trophiques

Dynamique écologique

Dynamique évolutive



Scénario₁



Scénario₂

5

Rôle des acteurs ?
Modèles *ad hoc*

Conception de paysages agricoles pour piloter durablement services de pollinisation et de biocontrôle

Antoine Le Gal (ESE)

Francesco Accatino (SADAPT), David Claessen (CEREES), Corinne Robert (ECOSYS)

Jane Lecomte (ESE), Muriel Tichit (SADAPT)



A. Le Gal



F. Accatino



D. Claessen



C. Robert



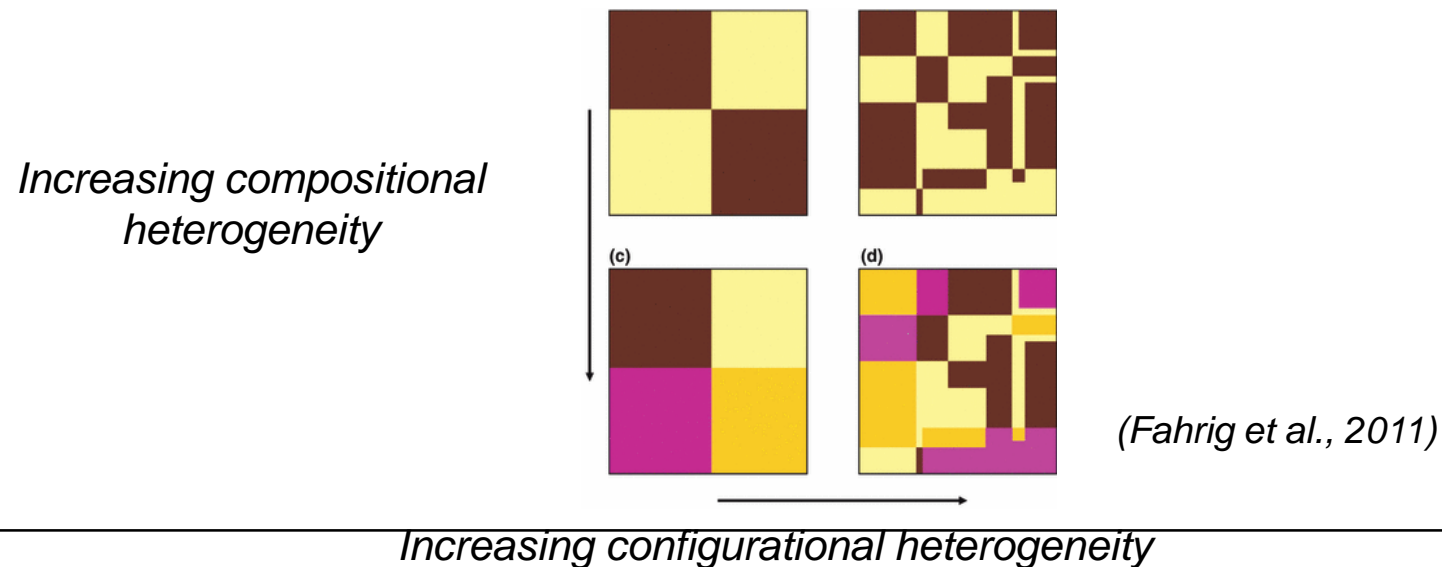
M. Tichit

Enjeu de recherche

- Les relations entre caractéristiques du paysage, dynamique de la biodiversité et service d'approvisionnement sont peu connues

Conception de paysages agricoles pour piloter durablement services de pollinisation et de biocontrôle

- Description de l'enjeu
 - Mobiliser la biodiversité (processus écologiques) pour des SEs durables
 - Lien entre complexité du paysage et abondance et diversité des insectes auxiliaires
 - Possibilités de tradeoffs ou de synergies entre services dans le cadre d'une gestion du paysage
- **Déterminer des combinaisons de configuration des paysages agricoles pour aller vers une synergie des services de pollinisation et de biocontrôle**



Conception de paysages agricoles pour piloter durablement services de pollinisation et de biocontrôle

- Description de l'enjeu

Déterminer des combinaisons de configuration des paysages agricoles pour aller vers une synergie des services de pollinisation et de biocontrôle

- Comment la configuration du paysage (milieux semi-naturels et cultures), en déterminant l'hétérogénéité fonctionnelle du paysage et sa variabilité spatio-temporelle, influence les dynamiques et l'évolution (des traits) des entités de biodiversité à l'origine des services et la délivrance des services
- Comment la prise en compte des interactions entre services peut-elle modifier la structuration du paysage

Conception de paysages agricoles pour piloter durablement services de pollinisation et de biocontrôle

- Echelle géographique pertinente

Exploitation agricole

Paysage = mosaïque dynamique de patchs dont les leviers de gestion de l'hétérogénéité spatio-temporelle sont :

- La répartition spatiale entre milieux semi-naturels et différentes cultures
- La succession de cultures

Conception de paysages agricoles pour piloter durablement services de pollinisation et de biocontrôle

- Services écosystémiques associés

- Pollinisation

- Contrôle biologique

Conception de paysages agricoles pour piloter durablement services de pollinisation et de biocontrôle

- Phénomènes écologiques et biophysiques sous-jacents
 - Cycles de vie dépendant des ressources du paysage (nourriture, sites de cache et hivernage)
 - Dynamique des métapopulations de pollinisateurs et d'auxiliaires de contrôle biologique dans le paysage
 - Le résultat des dynamiques de ces métapopulations croisé avec les cycles phénologiques des plantes cultivées permet d'évaluer la répartition spatio-temporelle des deux services dans le paysage

Conception de paysages agricoles pour piloter durablement services de pollinisation et de **biocontrôle**

- Indicateurs de mesure pertinents
 - Indicateurs de description du paysage (composition, agrégation, etc...)
 - Sorties de dynamique des métapopulations et évolution des traits fonctionnels
 - Indicateurs de services

Comparaison des paysages optimisant les services pris isolément et celles des paysages optimisant des services en interactions

Modèle mécaniste

The screenshot displays the NetLogo environment for a model titled "main-bcmodel". The interface includes a menu bar (File, Edit, Tools, Zoom, Tabs, Help), a toolbar with icons for Edit, Delete, Add, and a "Button" dropdown, and a control panel with a speed slider (set to "normal speed", ticks: 0), a "view updates" checkbox (checked), and a "continuous" dropdown. A "Settings..." button is also present.

Parameter sliders and monitors are arranged in columns:

- nb-years:** 5
- length-season:** 180
- date-to-flee:** 150
- infection-rate:** 1
- init-nb-adult-predators:** 100
- proba-birth-juvenile-predators:** 1
- adult-predators-mortality:** 0.02
- overwintering-effect:** 1

Monitors and plots are also visible:

- adult-predators-mort...:** A plot with a y-axis from 0 to 1 and an x-axis from 0 to 900.
- adult-predators (nb.):** A plot with a y-axis from 0 to 10 and an x-axis from 0 to 149.
- adult-predators-deaths:** A plot with a y-axis from 0 to 10 and an x-axis from 0 to 10.
- crop-loss landscape:** A plot with a y-axis from 0 to 10 and an x-axis from 0 to 10.
- folder-path:** A monitor displaying "test".

The Command Center at the bottom shows the following text:

```
observer: 49  
observer: 50  
observer>
```

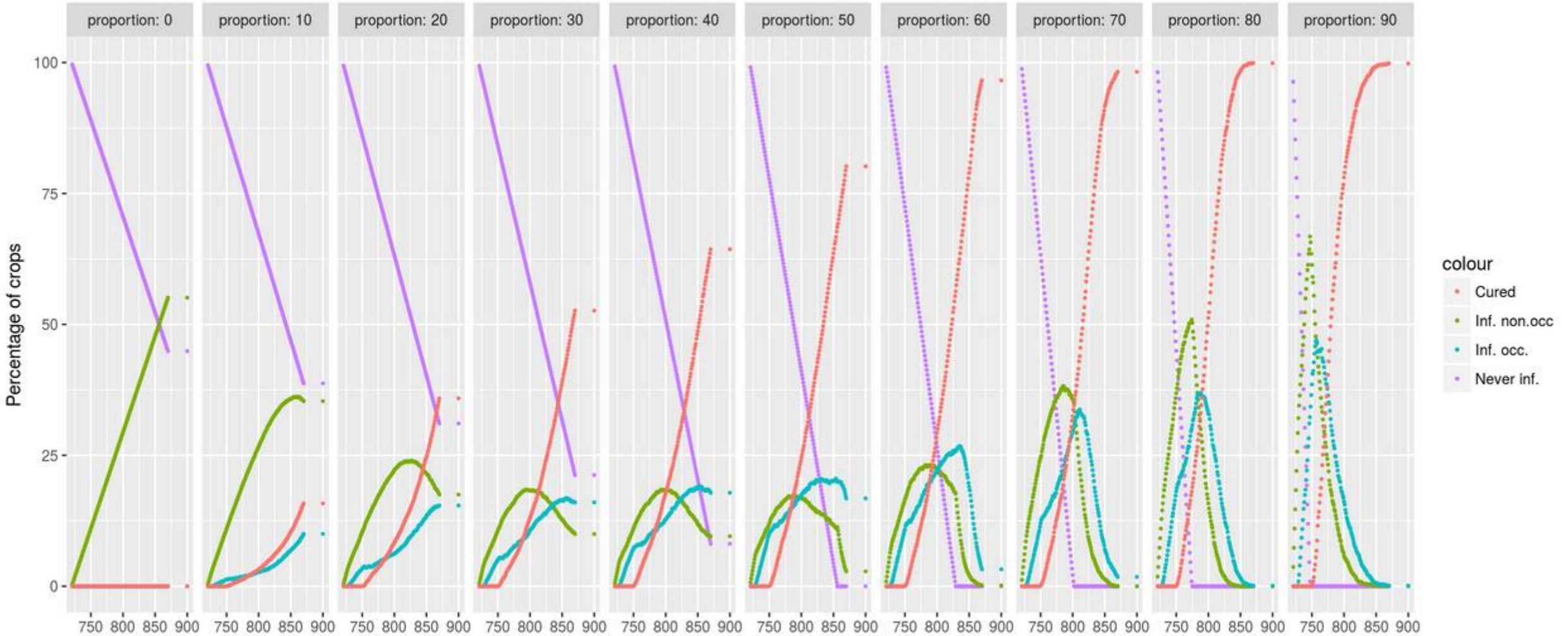
Modèle mécaniste

The screenshot displays the NetLogo environment for a model named 'main-bcmodel'. The interface includes a menu bar (File, Edit, Tools, Zoom, Tabs, Help), a toolbar with 'Interface', 'Info', and 'Code' tabs, and a control panel with 'normal speed', 'view updates' (checked), and 'continuous' options. The main workspace contains several monitors for parameter values: 'nb-years' (5), 'length-season' (180), 'date-to-flee' (150), 'infection-rate' (1), 'init-nb-adult-predators' (100), 'proba-birth-juvenile-predators' (1), 'adult-predators-mortality' (0.02), and 'overwintering-effect' (1). A central patch monitor shows a 2D grid of colored patches (yellow, black, red, blue) with numerical values ranging from 0 to 18. To the right, three plots are visible: 'adult-predators (nb.)' showing a curve rising to 515 at time X=149, 'adult-predators-dea...' showing a curve rising to 246 at time 92.5, and 'crop-loss landscape' showing a flat line at 10. The 'Command Center' at the bottom shows the text 'observer: 49', 'observer: 50', and 'observer>'.

Premières sorties

Dynamic of crop patches with pests

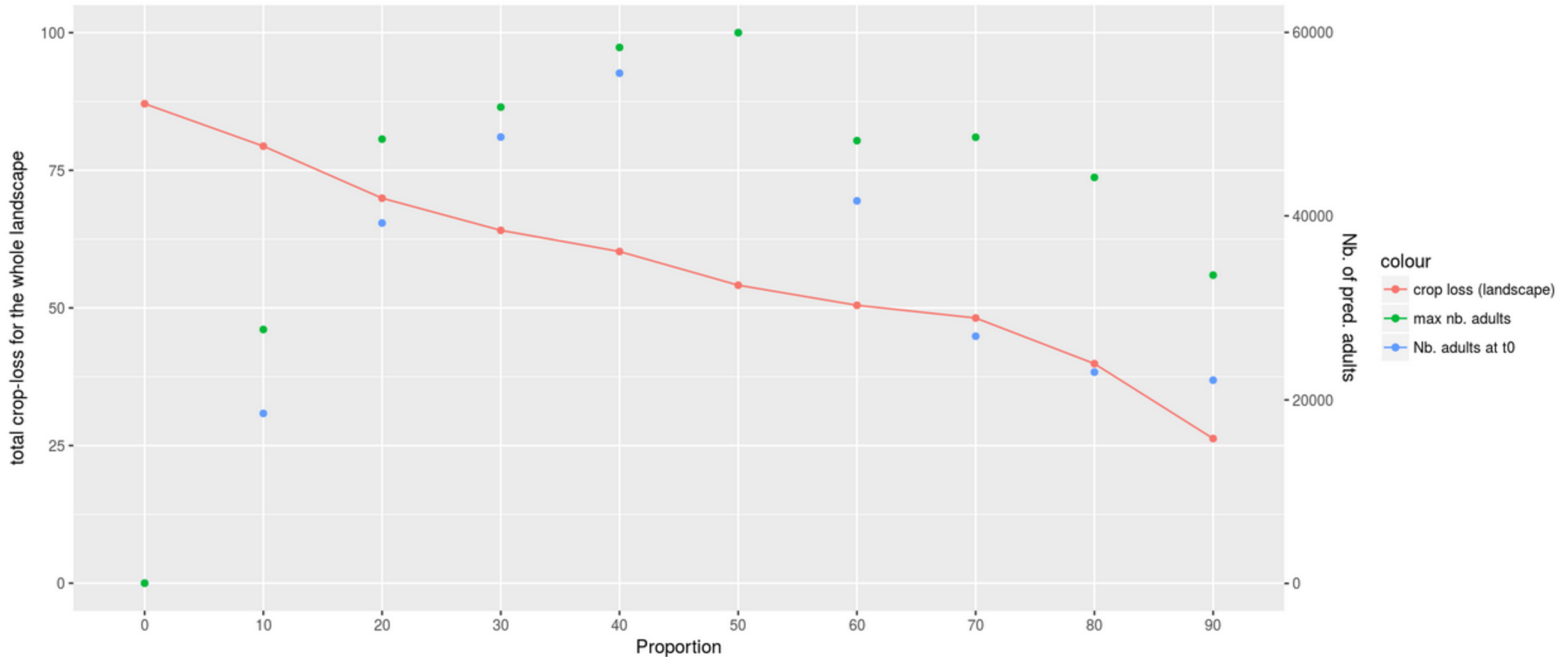
Mean 10 simul, Agregation = 5, Year = 5, nb init pred = 10



Evaluation du service

Total crop-loss (landscape)

Agregation = 5, Year = 5, nb. init. = 10



Enjeux scientifiques en écologie

- Liés à la spécificité des agro-socio-écosystèmes
- Liés au changement de paradigme de l'agriculture = transition écologique

Enjeux scientifiques spécifiques liés au changement de paradigme de l'agriculture

- ✓ Lié à la transition : « Legacy effect »
 - Dette d'extinction et de fonctions
 - Echelle de temps
- ✓ Changement d'intensité et de nature des pressions de sélection
 - Exemple : les pesticides
- ✓ Pilotage de la biodiversité
 - Impact sur les SES et les trajectoires éco-évolutives
- ✓ D'autres paradigmes possibles ?

Merci de votre attention !

