



HAL
open science

Analyse du fonctionnement et des performances de systèmes autonomes et diversifiés en AB : Une approche par l'analyse des réseaux écologiques

Thomas Puech, Fabien Stark

► To cite this version:

Thomas Puech, Fabien Stark. Analyse du fonctionnement et des performances de systèmes autonomes et diversifiés en AB : Une approche par l'analyse des réseaux écologiques. Rencontres Agrovalor 2021, ENSAIA, Dec 2021, Nancy, France. hal-03657132

HAL Id: hal-03657132

<https://hal.inrae.fr/hal-03657132>

Submitted on 2 May 2022

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.

9 Décembre 2021

Analyse du fonctionnement et des performances de systèmes autonomes et diversifiés en AB

Une approche par l'analyse des réseaux écologiques
L'exemple de la diversification du système expérimenté sur l'IE ASTER-Mirecourt

Puech, T.¹, Stark, F.²

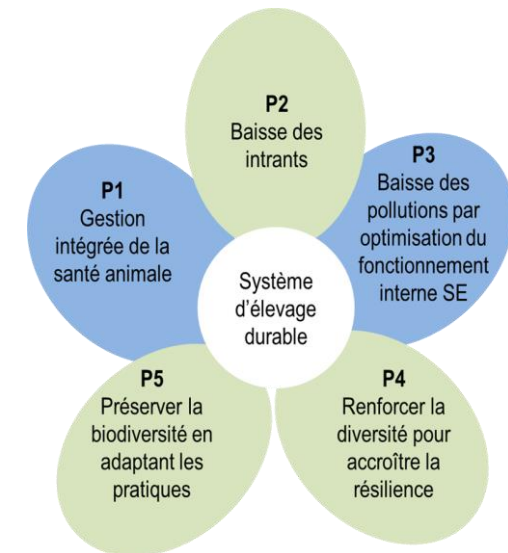
1. UR INRAE-ASTER, 662 Av Louis Buffet, 88500 Mirecourt

2. UMR Univ Montpellier, INRAE, CIRAD, Montpellier SupAgro-SELMET

Contexte

► Enjeux de l'agroécologie (Dumont et al., 2012; Garnett et al., 2013; de Shutter, 2011; Altieri, 2008; Gliessman, 2011; Malézieux, 2012)

- Produire plus pour satisfaire une demande alimentaire croissante
- Avec moins compte tenu de la raréfaction des ressources et des enjeux environnementaux (qualité d'eau, air...)
- En s'adaptant aux milieux, leurs changements et les ressources disponibles
- S'appuyant sur une diversité biologique à l'échelle du système de production
- Favorisant les processus biologiques et les interactions animal-végétal via le recyclage des nutriments
- Et qui limitent les concurrences d'usage des sols (feed/food).



Dumont et al., 2012

Conception – évaluation de systèmes agricoles autonomes et diversifiés

► Unité de recherche – département ACT

- Travaux de recherche pluridisciplinaires (agronomie, zootechnie, géographie, sociologie) orientés vers l'action
- Visant à construire des territoires ruraux plus durables avec deux entrées complémentaires
 - Par les acteurs et les dynamiques sociales
 - Par les activités et leurs empreintes sur les territoires
- En conduisant des recherches situées dans des territoires « périphérique », en déclin démographique et socio-économique

► Une Installation expérimentale

- Polyculture-élevage autonome en agriculture biologique depuis 2004
- En expérimentation système « ferme entière » sur 240ha
- Une conception « pas à pas » pour lever les difficultés rencontrées dans l'action (Coquil et al, 2011; Meynard et al, 2012)



Conception – évaluation de systèmes agricoles autonomes et diversifiés

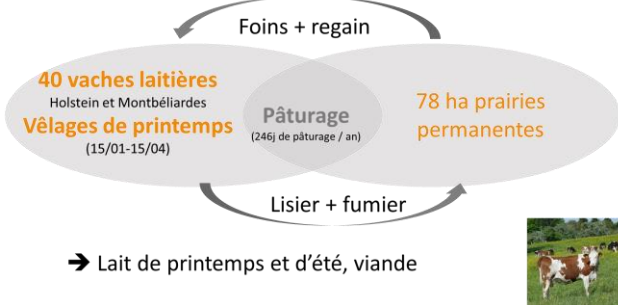
▶ Deux systèmes expérimentés



2004-2015 : 2 systèmes bovin lait autonomes

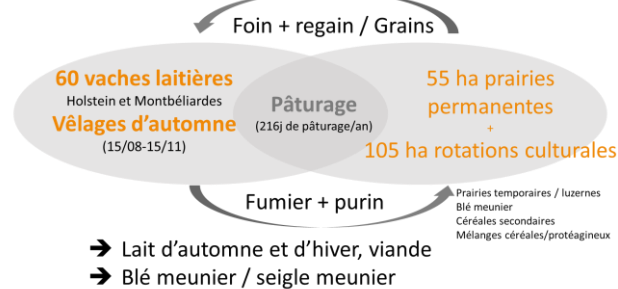
SH: système herbager (2006-2015)

Objectif : « Valoriser les prairies permanentes »



SPCE : système polyculture-élevage (2006-2015)

Objectif : « Tirer parti de la complémentarité cultures-élevage »

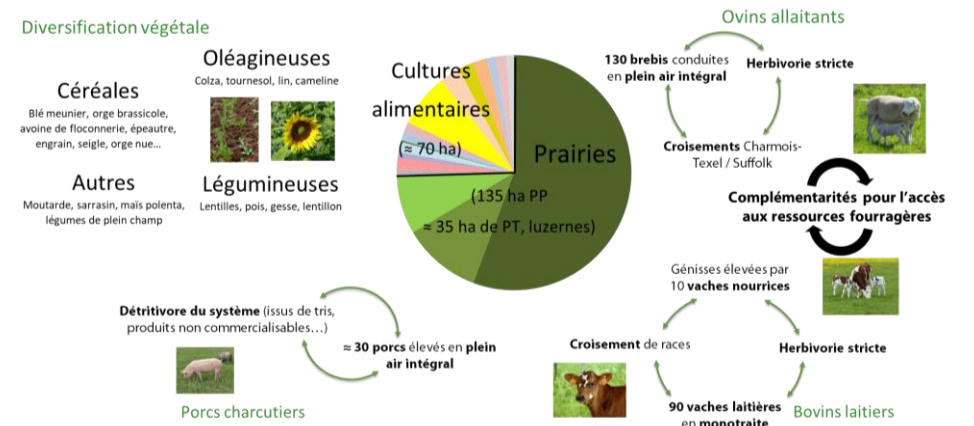


Objectif = « valoriser au mieux les ressources du milieu »

→ Conception de systèmes autonomes et économes



Depuis 2016 : 1 système de polyculture-polyélevage diversifié



Objectif = Favoriser un usage direct des terres pour l'alimentation humaine

→ Diversification animale et végétale dans une logique d'autonomie

Conception – évaluation de systèmes agricoles autonomes et diversifiés

- ▶ Analyse du métabolisme des agrosystèmes : rendre compte de l'intégration et des synergies entre cultures et élevages au sein des agrosystèmes à partir des flux d'azote (Moraine, 2015; Ryschawy, 2012)
 - ➔ Analyse des flux d'azote en tant que proxy des flux de protéines (d'origine animale et végétale)

Conception – évaluation de systèmes agricoles autonomes et diversifiés

- ▶ Analyse du métabolisme des agrosystèmes : rendre compte de l'intégration et des synergies entre cultures et élevages au sein des agrosystèmes à partir des flux d'azote
 - ▶ Analyse des performances agroécologiques des agrosystèmes
 - Méthode d'analyse de réseaux écologiques :
 - Modélisation des interactions entre composantes d'un écosystème complexe (Ulanowicz, 2004, Fath et al., 2007)
 - Méthodes issues de l'économie (Leontief, 1951), l'écologie (Hannon, 1973; Ulanowicz, 2004) et des sciences de l'information (Shannon, 1948; MacArthur, 1955; Rutledge et al, 1976)
 - Adaptées pour évaluer les agrosystèmes tropicaux et/ou diversifiés (Rufino et al, 2009; Stark et al, 2016, 2018, Steinmetz et al, 2021).
- ➔ Rendre compte des niveaux d'autonomie des systèmes, de l'organisation du réseau de flux au sein du système et de leur résilience (= réserve d'adaptation face à des perturbations)

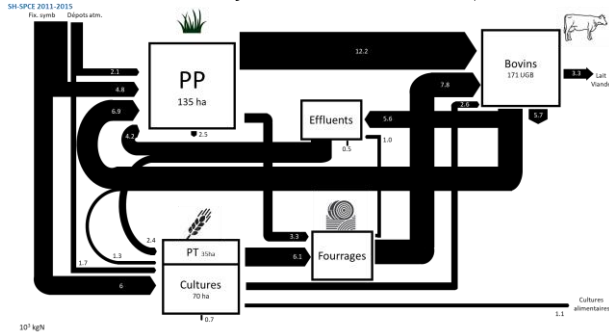
Conception – évaluation de systèmes agricoles autonomes et diversifiés

- ▶ Analyse du métabolisme des agrosystèmes : rendre compte de l'intégration et des synergies entre cultures et élevages au sein des agrosystèmes à partir des flux d'azote
- ▶ Analyse des performances agroécologiques des agrosystèmes
 - Méthode d'analyse de réseaux écologiques
 - Indicateur d'efficacité de conversion alimentaire (Puech et Stark, en cours) : capacité de produire des denrées alimentaires à partir des ressources du milieu (généralement limitées en systèmes autonomes)

Conception – évaluation de systèmes agricoles autonomes et diversifiés

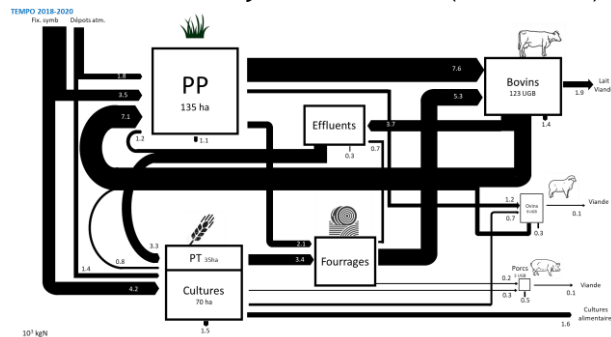
- Analyse du métabolisme des agrosystèmes : rendre compte de l'intégration et des synergies entre cultures et élevages au sein des agrosystèmes à partir des flux d'azote

Métabolisme des systèmes SH-SPCE (2011-2015)



- Deux systèmes autonomes
- ➔ 75% de la fertilité azotée des systèmes est assurée par le bouclage des cycles
- Des systèmes dépendants quasi exclusivement de ressources azotées renouvelables (N symbiotique – 70%, N atmosphérique – 30%)

Métabolisme du système TEMPO (2018-2020)



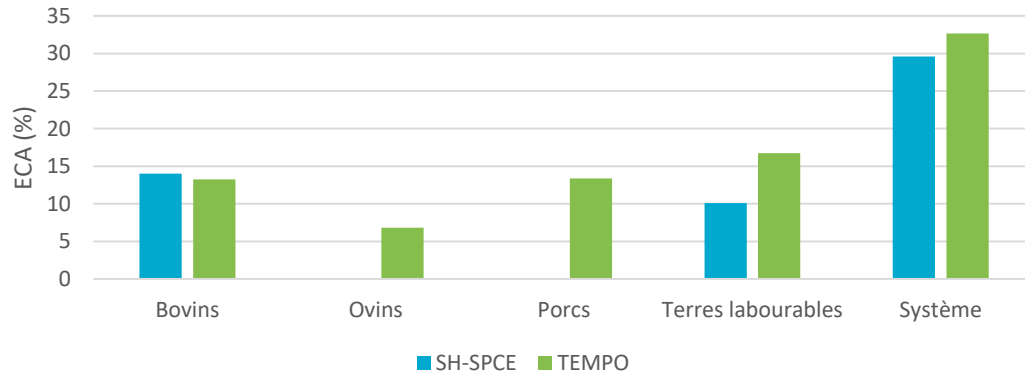
- Diminution de l'activité du système (-26%) lié en particulier à la sécheresse observée lors des 3 années d'étude de TEMPO.
- Peu d'évolutions dans l'organisation du réseau de flux; mais un réseau de flux TEMPO plus complexe

Conception – évaluation de systèmes agricoles autonomes et diversifiés

► Analyse des performances des agrosystèmes

- TEMPO (57% de protéines animales) moins spécialisé que SH-SPCE (74% de protéines animales)
- Un système TEMPO (15kN/ha) moins productif que SH-SPCE (18kgN/ha)

Efficiences de conversion alimentaire = denrées alimentaires produites par rapport aux ressources mobilisées



- En système mixte cultures-élevage : $Efficiences_{système} > Efficiences_{composantes}$
- TEMPO plus efficient que SH-SPCE pour produire des denrées alimentaires
- Peu de différence dans la résilience des systèmes (vue comme la réserve de développement écologique des systèmes, au sens d'Ulanowicz et al, 2009)

Perspectives

► Conception « pas à pas »

- Innovations dans les conduites techniques (élevage de génisses laitières sous vaches nourrices, pâturage simultané ovin-bovin, pâturage de porc en engraissement, successions culturales, associations d'espèces végétales pour l'alimentation humaine...).
- Innovations couplées (Meynard et al, 2017; Boulestreau, 2021) : conception multi-échelle de solutions à un problème complexe impliquant des verrouillages à différents niveaux d'organisation (approvisionnement, ferme, filière...) : conception de systèmes de cultures / mélanges cultureux – logistique sur les fermes (récolte – tri – séchage – stockage) – filière (alimentation humaine)

► Evaluation

- Analyse des dynamiques pluriannuelles des agrosystèmes (adaptation/résilience à une hétérogénéité croissante des conditions de milieu, rôle des organes de réserve dans la régulation du métabolisme des agrosystèmes diversifiés)
- Analyse des compromis entre propriétés des systèmes : autonomie, productivité, efficience, résilience...
- Dimension alimentaire : priorisation de l'usage des sols pour l'alimentation humaine