

# Biodiversité cultivée et élevée pour promouvoir les régulations biologiques dans les parcelles agricoles



Poules pondeuses en verger de pommiers



Pâturage mixte chevaux de selle & bovins allaitants

**S. Bosshardt, R. Sabatier – Ecodéveloppement, ACT &  
G. Fleurance (IFCE), B. Dumont- Herbivores, PHASE**

# Biodiversité cultivée et élevée, un levier pour la transition agroécologique

« L'agroécologie réintroduit de la diversité dans les systèmes de production agricoles et restaure une mosaïque paysagère diversifiée. Le rôle de la biodiversité comme facteur de production est renforcé, voire restauré »

*Alim'Agri – Ministère de l'Agriculture, 22 Avril 2013*



Review

Social and ecological analysis of commercial integrated crop livestock systems: Current knowledge and remaining uncertainty



R.D. Garrett<sup>a,\*</sup>, M.T. Niles<sup>b,c</sup>, J.D.B. Gil<sup>a,d</sup>, A. Gaudin<sup>e</sup>, R. Chaplin-Kramer<sup>f</sup>, A. Assmann<sup>g</sup>, T.S. Assmann<sup>h</sup>, K. Brewer<sup>e</sup>, P.C. de Faccio Carvalho<sup>i</sup>, O. Cortner<sup>a</sup>, R. Dynes<sup>j</sup>, K. Garbach<sup>k</sup>, E. Kebreab<sup>l</sup>, N. Mueller<sup>m</sup>, C. Peterson<sup>e</sup>, J.C. Reis<sup>n</sup>, V. Snow<sup>j</sup>, J. Valentim<sup>o</sup>



**INRAE**

INRAE Prod. Anim.,  
2023, 36 (1), 7516

**Durabilité des exploitations  
d'élevage multi-espèces  
en France et en Europe :  
bénéfices observés, freins et leviers  
pour leur déploiement**

Bertrand DUMONT<sup>1</sup>, Marc BENOIT<sup>1</sup>, Sophie CHAUVAT<sup>2</sup>, Sylvie COURNUT<sup>3</sup>, Guillaume MARTIN<sup>4</sup>, Pierre MISCHLER<sup>5</sup>,  
Marie-Angelina MAGNE<sup>6</sup>

**frontiers**  
in Sustainable Food Systems

REVIEW  
published: 16 July 2020  
doi: 10.3389/fsufs.2020.00109



RESEARCH ARTICLE

Journal of Applied Ecology  
BRITISH  
ECOLOGICAL  
SOCIETY

**Livestock in diverse cropping systems improve weed management and sustain yields whilst reducing inputs**

Chloe MacLaren<sup>1</sup> | Jonathan Storkey<sup>2</sup> | Johann Strauss<sup>3</sup> | Pieter Swanepoel<sup>4</sup> |  
Katharina Dehnen-Schmutz<sup>1</sup>

**Incorporating Diversity Into Animal Production Systems Can Increase Their Performance and Strengthen Their Resilience**

Bertrand Dumont<sup>1\*</sup>, Laurence Puillet<sup>2</sup>, Guillaume Martin<sup>3</sup>, Davi Savietto<sup>4</sup>, Joël Aubin<sup>5</sup>,  
Stéphane Ingrand<sup>6</sup>, Vincent Niderkorn<sup>1</sup>, Lucille Steinmetz<sup>1</sup> and Marielle Thomas<sup>7</sup>

# Plan

## ***Dans quelle mesure la diversification (végétal/animal ou animal/animal) favorise-t-elle certaines régulations biologiques ?***

- Exemple 1 : Intégration de poules pondeuses en verger
- Exemple 2 : Intégration d'un atelier bovin allaitant en élevage de chevaux de selle
- Bilan croisé :
  - Quels points communs et différences sur le fonctionnement et les opportunités associés à ces systèmes?
  - Quels freins, quels leviers au développement de ces systèmes mixtes ?

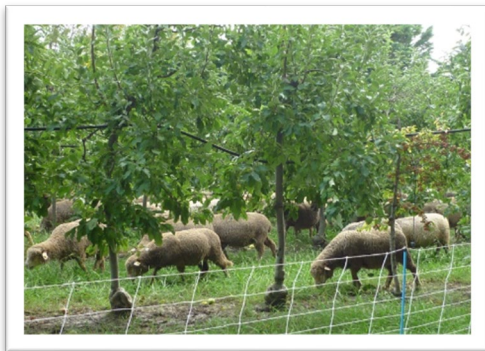
# Plan

## ***Dans quelle mesure la diversification (végétal/animal ou animal/animal) favorise-t-elle certaines régulations biologiques ?***

- Exemple 1 : Intégration de poules pondeuses en verger
- Exemple 2 : Intégration d'un atelier bovin allaitant en élevage de chevaux de selle
- Bilan croisé :
  - Quels points communs et différences sur le fonctionnement et les opportunités associés à ces systèmes?
  - Quels freins, quels leviers au développement de ces systèmes mixtes ?

# Quels bénéfices résultant de l'association d'animaux en verger ?

❖ De nombreux bénéfices attendus par les arboriculteur.rice.s ...



Ovins en verger de poiriers- PEI DÉPASSE

Ombrage et bien-être animal

Fertilisation

Gestion de l'enherbement

Temps de travail

Contrôle des ravageurs



Oies en verger de goyaviers – FREDON Martinique



Poules pondeuses en verger d'abricotiers – Ferme du Grand Laval (Drôme)

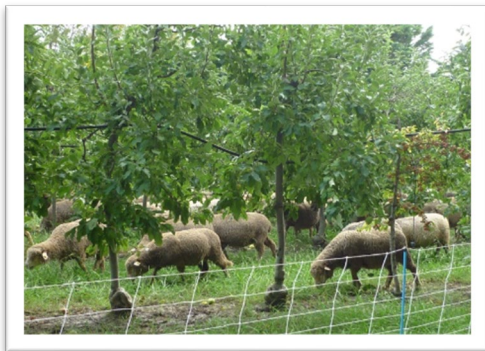
Diversification des sources de revenus

❖ ... mais une association peu étudiée notamment volailles-fruitiers (Bosshardt et al. 2022)



# Quels bénéfices résultant de l'association d'animaux en verger ?

❖ De nombreux bénéfices attendus par les arboriculteur.rice.s ...



Ovins en verger de poiriers- PEI DÉPASSE

Fertilisation

Gestion de  
l'enherbement

Ombrage et bien-être animal

Temps de travail

Contrôle des ravageurs



Oies en verger de goyaviers – FREDON Martinique



Poules pondeuses en verger d'abricotiers – Ferme du Grand Laval (Drôme)

Diversification des sources de revenus

❖ ... mais une association peu étudiée notamment volailles-fruitiers (Bosshardt et al. 2022)

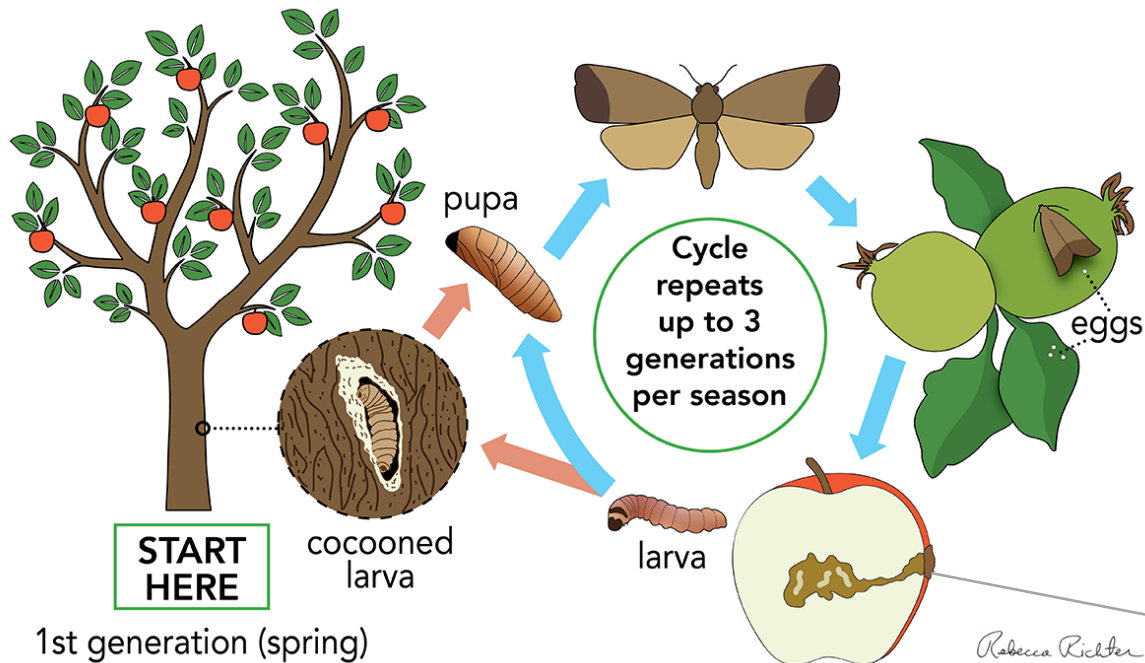
➔ L'intégration de poules pondeuses en verger permet-elle de contribuer à la régulation du carpocapse, un ravageur du pommier ?

Expérimentations en parcelles de production et parcelles expérimentales

# Quels dispositifs pour étudier la régulation du carpocapse par les poules pondeuses ?

Le carpocapse des pommes, un ravageur multivoltain avec une phase de diapause hivernale

- *Cycle de vie et de reproduction du carpocapse (1)*



*Carpocapse adulte (1)*



*Larve de carpocapse dans une pomme*

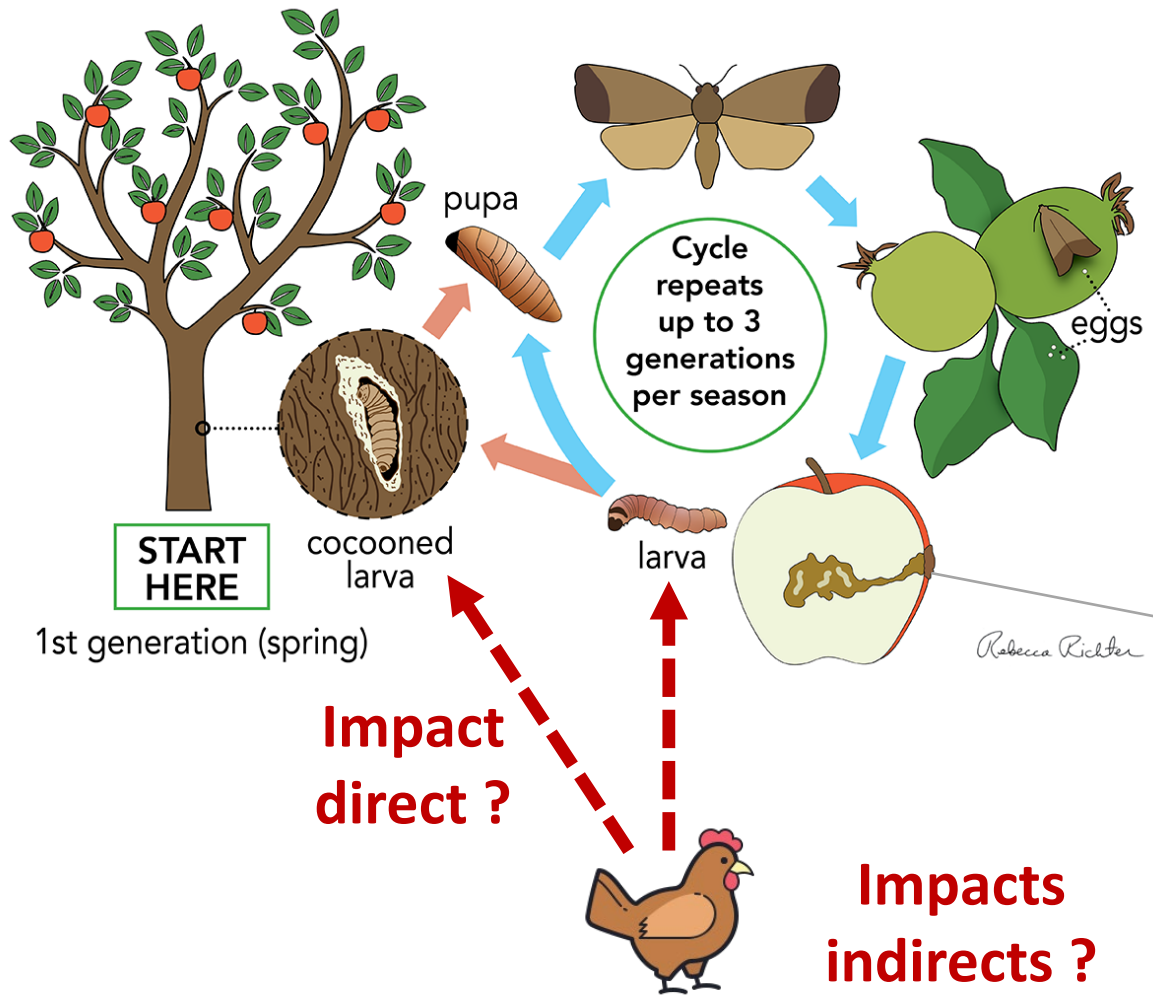
(1) Crédit photo : <https://www.agri-mag.com/2021/05/carpocapse-captures/>



# Quels dispositifs pour étudier la régulation du carpocapse par les poules pondeuses ?

Le carpocapse des pommes, un ravageur multivoltain avec une phase de diapause hivernale

- Cycle de vie et de reproduction du carpocapse (1)



Carpocapse adulte (1)



Larve de carpocapse dans une pomme

(1) Crédit photo : <https://www.agri-mag.com/2021/05/carpocapse-captures/>



# Quels dispositifs pour étudier la régulation du carpocapse par les poules pondeuses ?

Parcelle de pommiers en été avec et sans poules



*Parcelles  
expérimentales à  
la ferme de la  
Durette (Avignon)*



**Phénomène étudié**

**Régulation** du  
carpocapse en  
**parcelles de  
production** par le  
pâturage de  
poules pondeuses



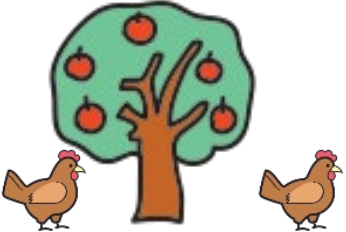
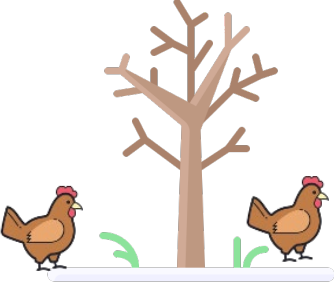
# Quels dispositifs pour étudier la régulation du carpocapse par les poules pondeuses ?

Parcelle de pommiers en été avec et sans poules





Parcelles expérimentales à la ferme de la Durette (Avignon)



Phénomène étudié	Suivis effectués		Sous-modalités	
<p><b>Régulation</b> du carpocapse en parcelles de production par le pâturage de poules pondeuses</p>	<p>➤ Récupération de fientes et PCR</p> 	<p>➤ Comptage de fruits « piqués » par le carpocapse</p> 	<p>Pâturage continu (~ 200-250 poules/ha)</p> 	<p>Pâturage hivernal (~ 500-700 poules/ha)</p> <p>+</p> 

## Des résultats contrastés concernant l'effet régulation

- 1<sup>ère</sup> preuve d'une consommation de carpocapse par les poules en parcelles de production



Pâturage continu 		Pâturage hivernal 
Automne 2021	Été 2022	Hiver 2021
<b>3 positifs</b> sur 80	<b>0 positif</b> sur 6	<b>2 positifs</b> sur 15

Seuil positivité des fientes : intensité supérieure à 1053 = gamme à 0,01 pg/ $\mu$ L  
(C.pomonella-V3 210pb)

- Faible nombre d'échantillons positifs MAIS
  - Traces indétectables avec la PCR
  - Echantillons positifs à des dates différentes

## Des résultats contrastés concernant l'effet régulation

- 1<sup>ère</sup> preuve d'une consommation de carpocapse par les poules en parcelles de production

Pâturage continu		Pâturage hivernal
		
Automne 2021	Été 2022	Hiver 2021

-> Les poules consomment des larves carpocapses  
...en faible quantité

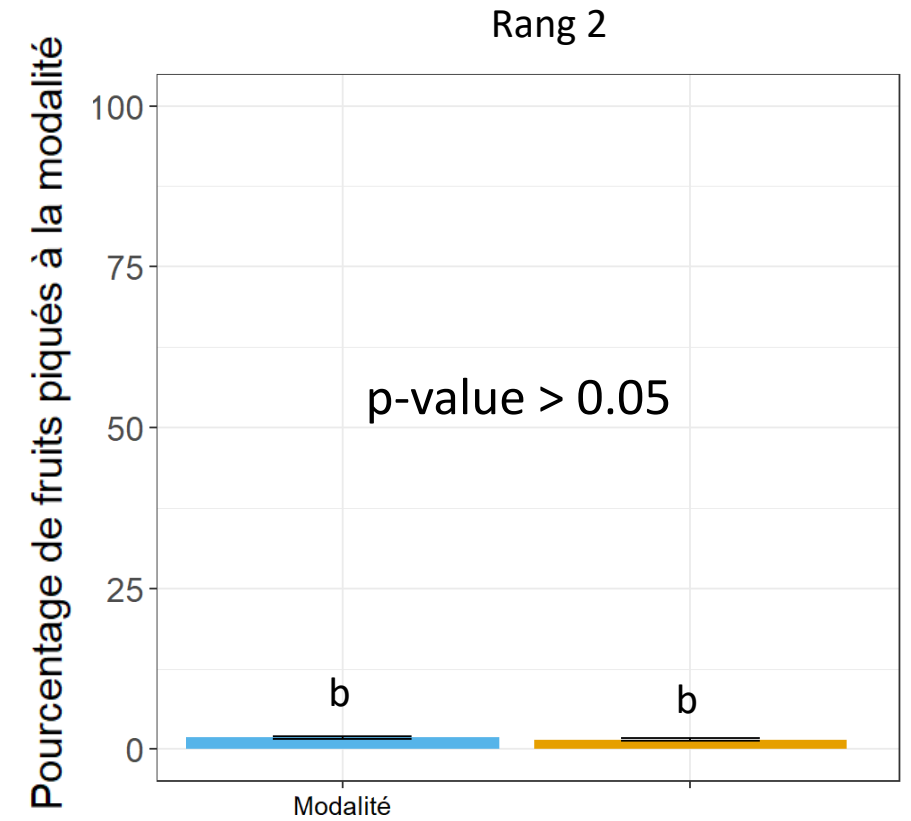
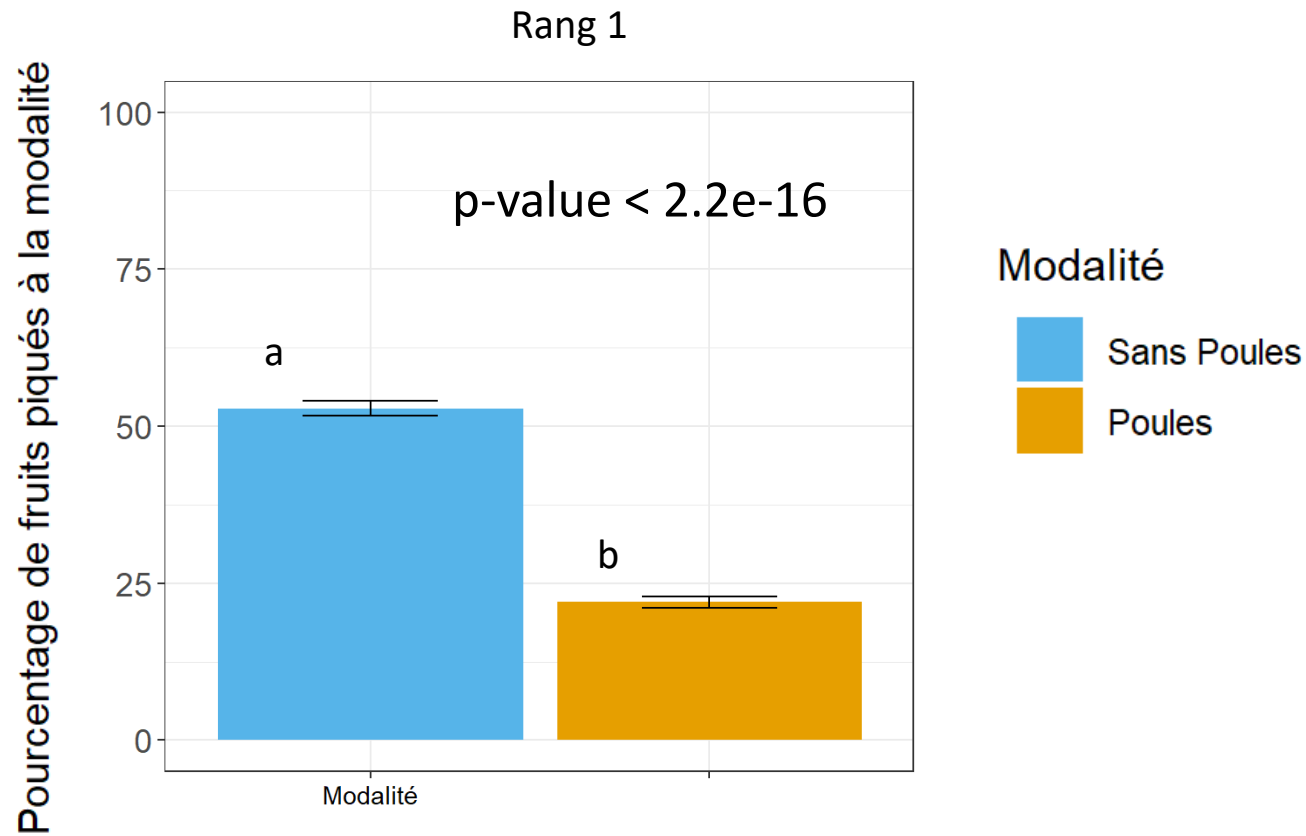
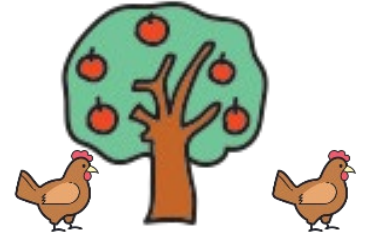
Seuil positivité : intensité supérieure à 1053 = gamme à 0,01 pg/ $\mu$ L  
(C.pomonella-V3 210pb)

- Faible nombre d'échantillons positifs MAIS
  - Traces indétectables avec la PCR
  - Echantillons positifs à des dates différentes



# Des résultats contrastés concernant l'effet régulation

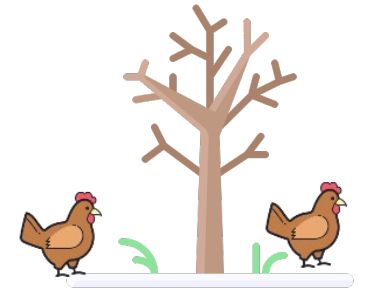
Pâturage continu  
(~ 200-250  
poules/ha)



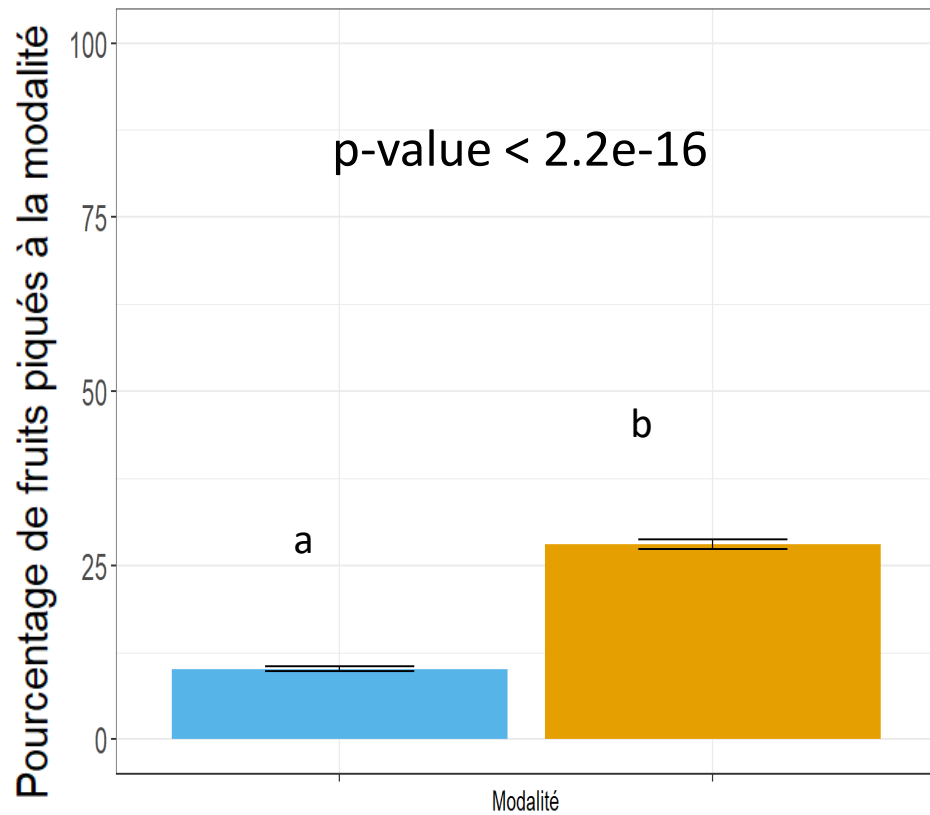
*N.B : Les barres représentent les écarts types des pourcentages à la modalité  
Le test statistique utilisé est le test du Chi2.*

# Des résultats contrastés concernant l'effet régulation

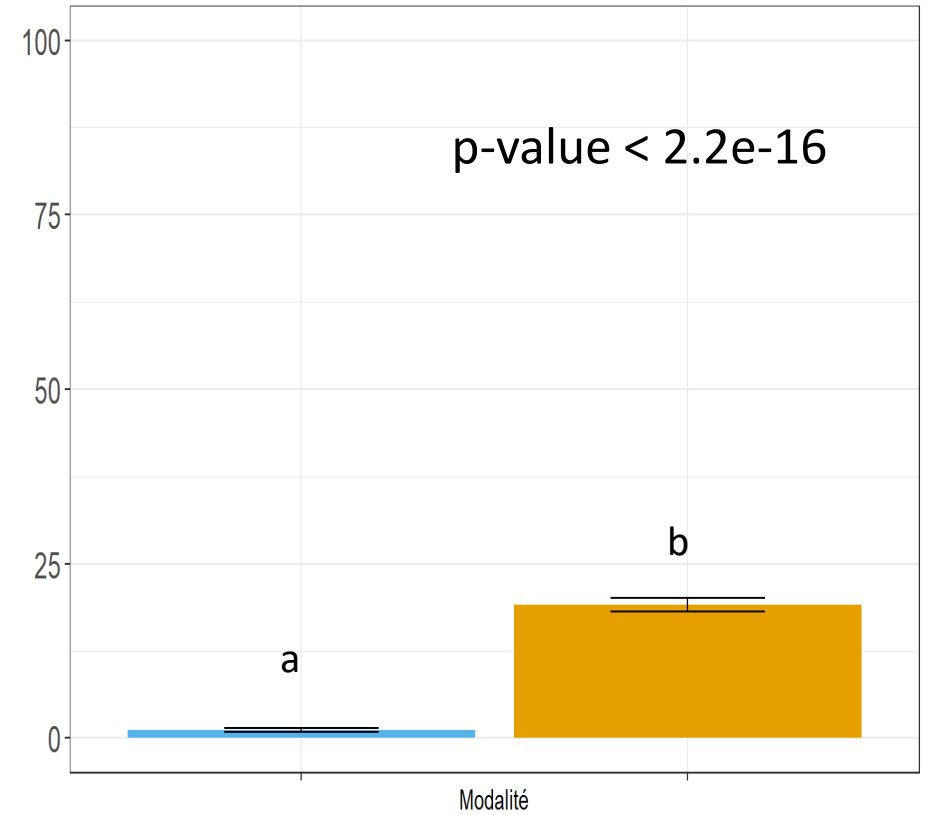
Pâturage hivernal  
(~ 500-700  
poules/ha)



Rang 3



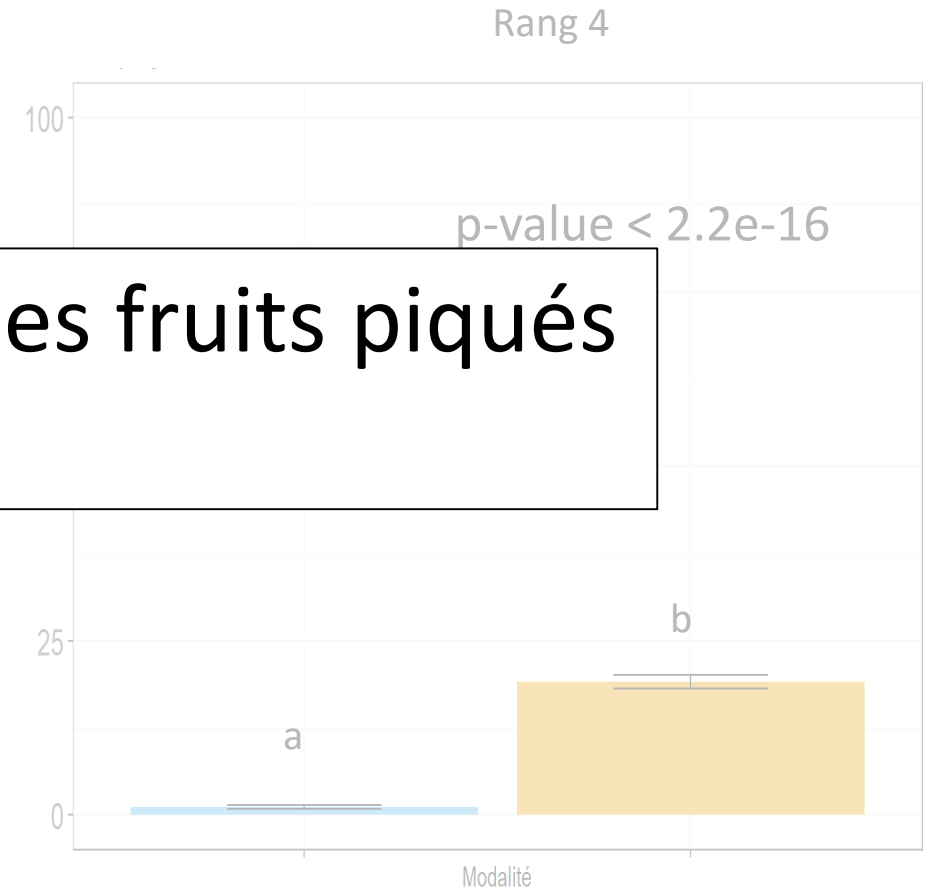
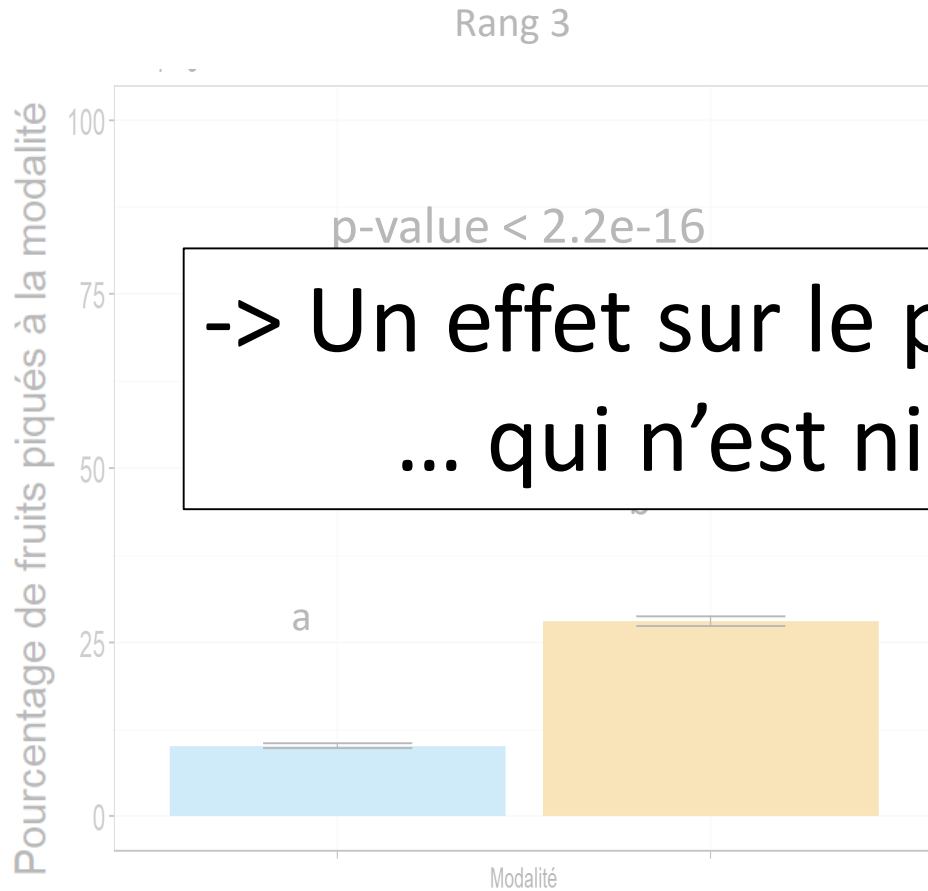
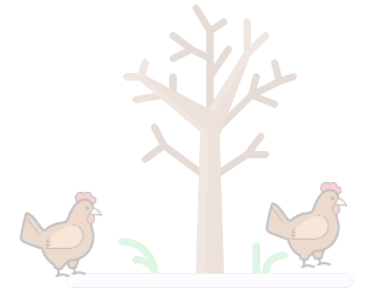
Rang 4



*N.B : Les barres représentent les écarts types des pourcentages à la modalité  
Le test statistique utilisé est le test du Chi2.*

# Des résultats contrastés concernant l'effet régulation

Pâturage hivernal  
(~ 500-700  
poules/ha)



-> Un effet sur le pourcentage des fruits piqués  
... qui n'est ni total ni trivial

*N.B : Les barres représentent les écarts types des pourcentages à la modalité  
Le test statistique utilisé est le test du Chi2.*

# Plan

## ***Dans quelle mesure la diversification (végétal/animal ou animal/animal) favorise-t-elle certaines régulations biologiques ?***

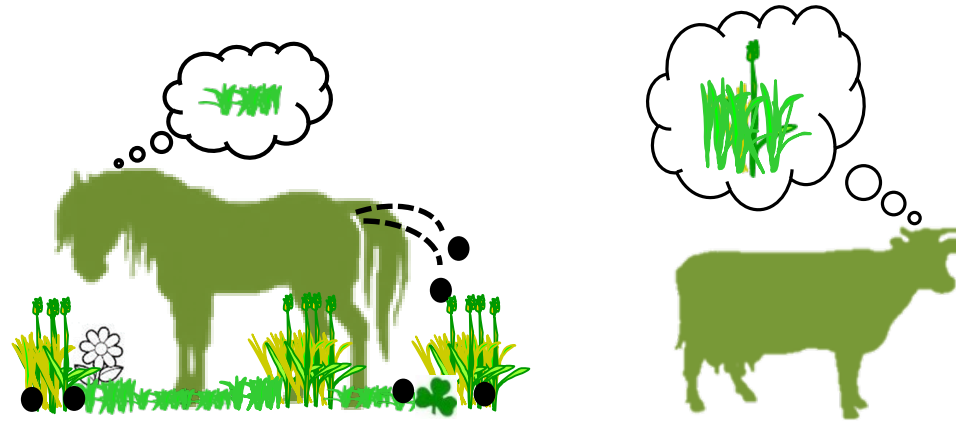
- Exemple 1 : Intégration de poules pondeuses en verger
- Exemple 2 : Intégration d'un atelier bovin allaitant en élevage de chevaux de selle
- Bilan croisé :
  - Quels points communs et différences sur le fonctionnement et les opportunités associés à ces systèmes?
  - Quels freins, quels leviers au développement de ces systèmes mixtes ?



# Intégration d'un atelier bovin allaitant en élevage de chevaux de selle: atouts & limites

## Atouts

- Limitation des intrants via ≠ processus complémentarité des niches, dilution du parasitisme
- Adaptation aux aléas du marché (diversité des produits)
- Utilisation partagée de certains facteurs de production → économies de gamme



## Limites

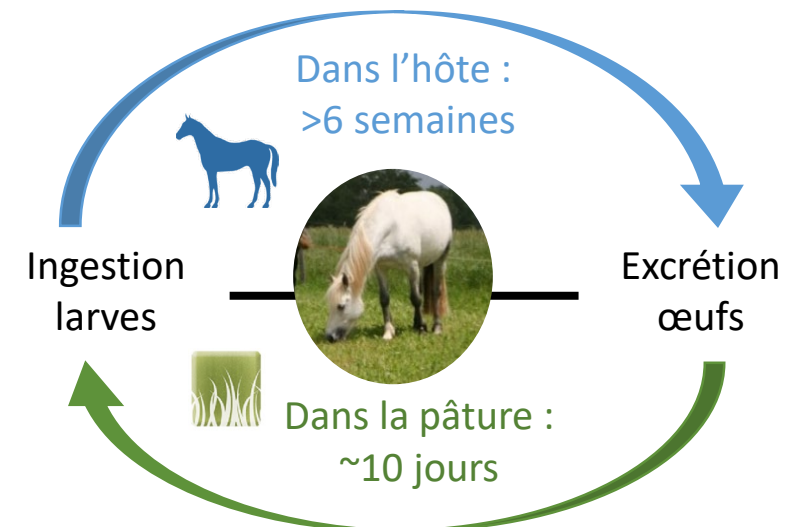
- Manque de références techniques
- Des tâches modifiées et une charge de travail accentuée



utilisation plus complète de la végétation  
(e.g. Cornelissen & Vulink 2015, López López et al., 2019)



**une opportunité pour gérer durablement l'infestation des chevaux par les petits strongles?**



Cycle des petits strongles équins

# Des approches complémentaires pour étudier la gestion du parasitisme et l'effet de dilution

## ❖ Enquêtes en élevages



23 **mixtes** chevaux selle-bovins allaitants , 21 **spécialisés** chevaux selle  
Piémonts nord du Massif central & Normandie  
→ **Pratiques** de gestion du parasitisme équin  
→ **Mesures de l'infestation** jeunes chevaux (Massif central)

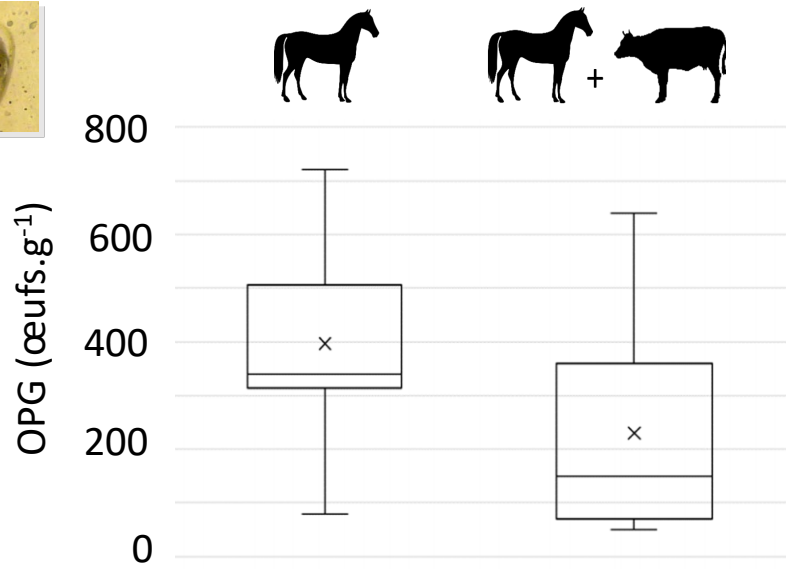
## ❖ Expérimentation pluriannuelle



Comparaison pâturage équin-bovin vs. pâturage équin  
Prairie permanente fertile Corrèze  
→ un seul mode de conduite mais mesures de **variables non accessibles en enquêtes**  
Choix alimentaires, infestation jeunes chevaux, caractéristiques du couvert, croissances

# Le pâturage avec des bovins permet d'envisager de réduire le recours aux anthelminthiques

- ❖ Tous les éleveurs enquêtés vermifugent leur chevaux selon **un système calendaire systématique**  
Fenbendazole = molécule la plus utilisée en dépit d'une prévalence élevée de résistance des parasites
- ❖ Seuls **1/3 des éleveurs mixtes** connaissent le **principe de dilution**... Pourtant:



(Forteau et al. 2020)

Jeunes chevaux de selle (Massif central)

- 23 issus de 5 élevages équins spécialisés
- 23 pâturant avec des bovins dans 6 élevages mixtes

Non vermifugés depuis 10 semaines



Le pâturage mixte avec des bovins **limite l'excrétion d'œufs de strongles par les jeunes chevaux**

## Mais le pâturage mixte n'est pas une solution « clé en main »

Expérimentation pendant 3 saisons de pâturage sur prairie permanente fertile (IFCE, Chamberet 19)  
**Pâturage mixte équin-bovin (UGB eq/bov=1.0) vs. pâturage équin à même chargement (1.4UGB/ha)**



3 réplicas



Les animaux dans les deux traitements pâturaient alternativement deux sous-parcelles (15 ou 21j selon la saison)



# Mais le pâturage mixte n'est pas une solution « clé en main »

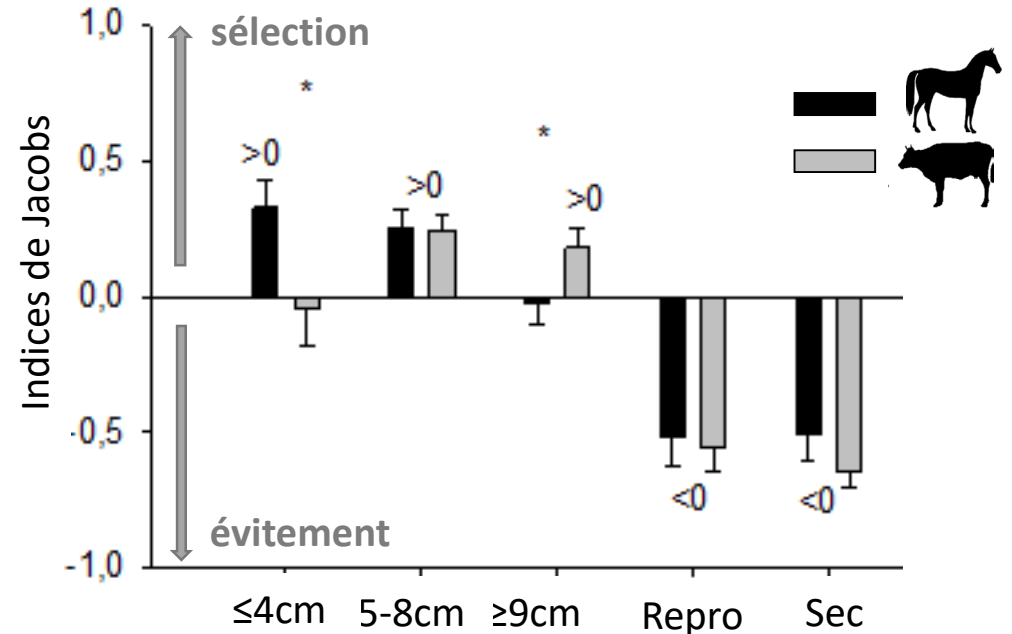
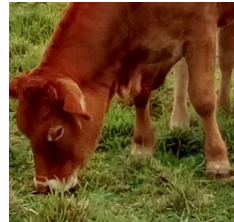
**Chevaux**, seuls ou avec des bovins:

- ✓ sélectionnent zones veg  $\leq 4\text{cm}$  et 5-8cm
- ✓ évitent zones épiées et sèches où fèces



**Bovins:**

- ✓ sélectionnent zones veg 5-8cm et  $\geq 9\text{cm}$
- ✓ **pâturent zones  $\leq 4\text{cm}$  prop. disponibilité**



la **conduite alternée** entre deux sous-parcelles a permis à l'herbe de repousser (3.9cm) dans les zones rases + forte **sélectivité** de la race Limousine (D'Hour et al. 1995)

- ✓ évitent zones épiées et sèches → **pas de dilution du parasitisme équin** (560 œufs/g en moy. pour les 2 traitements)

(Fleurance et al. 2022)

➔ Raisonner la **conduite** pour favoriser la complémentarité des choix alimentaires des espèces

# Plan

## ***Dans quelle mesure la diversification (végétal/animal ou animal/animal) favorise-t-elle certaines régulations biologiques ?***

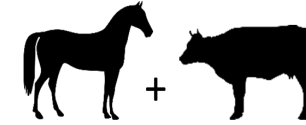
- Exemple 1 : Intégration de poules pondeuses en verger
- Exemple 2 : Intégration d'un atelier bovin allaitant en élevage de chevaux de selle
- Bilan croisé :
  - Quels points communs et différences sur le fonctionnement et les opportunités associés à ces systèmes?
  - Quels freins, quels leviers au développement de ces systèmes mixtes ?

# Des productions qui n'ont pas la même importance au sein de chacun des systèmes...

Des arboriculteur.rice.s avant tout



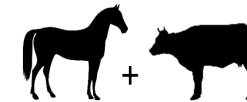
Des éleveurs équin (sport) avant tout en Normandie & des objectifs de production + équilibrés entre équin (loisir) et bovins dans le Massif central



## ... mais des opportunités pour créer de la valeur ajoutée sur l'exploitation...



Attentes vis-à-vis des régulations biologiques étudiées



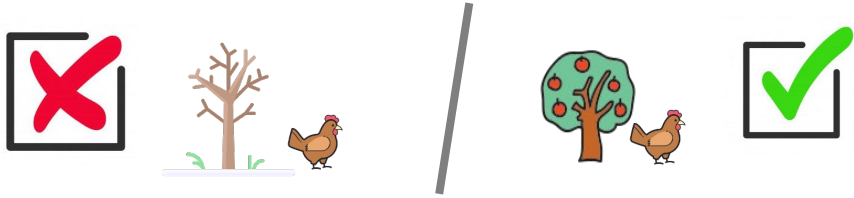
Fortes

Faibles par  
méconnaissance

Des effets de régulation **intéressants** qui permettent  
d'envisager de **réduire le recours aux intrants**

# Ces opportunités ne représentent pas pour autant des solutions clés en main

- Nécessité d'une **gestion fine du pilotage** de ces systèmes



Ex : Temporalité du pâturage (hivernal, annuel)

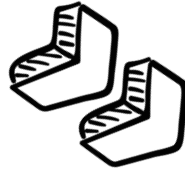


Ex : Pâturage alterné vs. continu

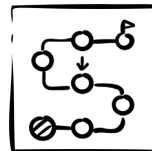
- Des systèmes qui nécessitent de réaliser des compromis

*Gestion fine du carpacapse VS enherbement*

*Valorisation économique VS temps de travail*



Ateliers de conception  
de stratégie de gestion  
d'une parcelle de VP





# Quels sont les freins associés à ce type de systèmes mixtes?

En amont

Autour du système

En aval

Sélection animale orientée vers la performance productive dans des systèmes d'élevage spécialisés

Equipements et infrastructures spécifiques à une espèce



Recherche scientifique compartimentée et des manques de connaissances scientifiques

Conseil spécialisé par espèce/filière et des réseaux avec peu de poly-élevages

Formation organisée par type de production avec peu/pas d'enseignements sur les systèmes mixtes

Une réglementation trop contraignante



Des coûts de productions importants (ex : aliment)



Une surcharge en temps de travail importante

Une montée en compétences nécessaire sur un autre atelier

Distributeurs et consommateurs/utilisateurs n'ayant pas connaissance des avantages des systèmes mixtes

Aucun signe de reconnaissance pour les systèmes mixtes

# Quels leviers pour le développement de ces systèmes mixtes ?

En amont

Développer une sélection animale intégrant d'autres critères (rusticité, comportement) et des filières locales adaptées

Innover pour des équipements et infrastructures polyvalents



Autour du système

Produire des connaissances sur le fonctionnement, les multi-performances et la résilience des systèmes mixtes



Reconsidérer les réglementations contraignant les pratiques mixtes selon une analyse risques-bénéfices

Revisiter la formation et le conseil agricole

Accompagner et développer d'autres modalités de complémentarité à l'échelle d'un territoire

Aides à la production bovine et accès facilité au foncier/à équin seul



En aval

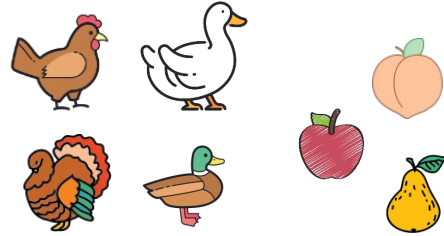
Communiquer sur les atouts des systèmes mixtes et les faire reconnaître auprès des consommateurs/ utilisateurs

# Quelles pistes de recherche sur ces systèmes mixtes ?

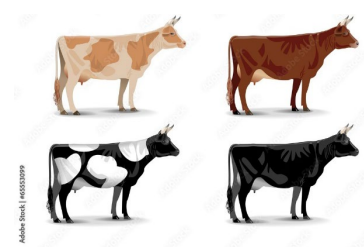
- Vers une analyse fine des interactions animal-végétal ou animal-animal ?



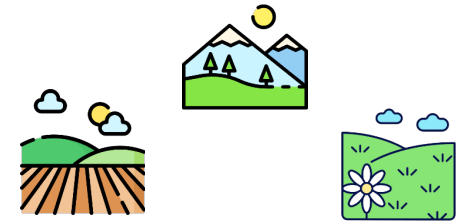
Temporalités ?



Espèces animales et végétales ?

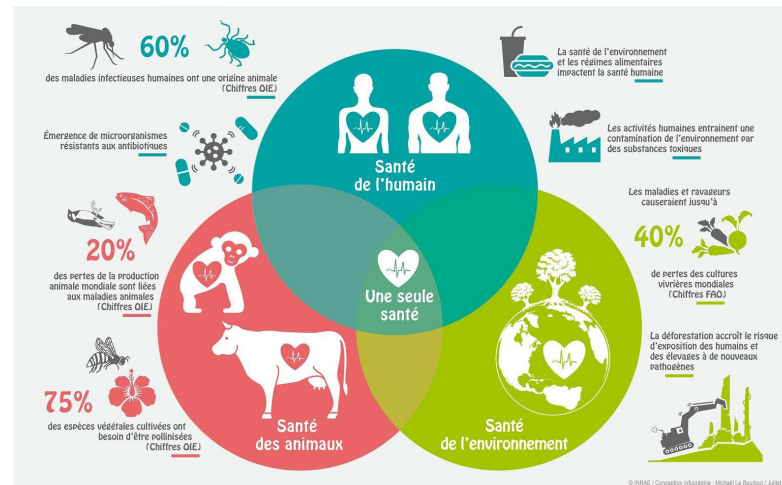


Races ?



Conditions pédoclimatiques ?

- Multi-performance, arbitrages et synergies ?
- Quelle place de la mixité dans une gestion intégrée de la santé ?



***Merci pour votre attention !***

***Des questions ?***