



# ➤ La diversification des vergers par la reconnexion à l'élevage

Des démarches expérimentales complexes

10 mars 2023 Séminaire UMT SiBIO

## ➤ Le verger pâturé, de quoi parle-t-on ?

- Pâturage ou parcours d'animaux au milieu des arbres fruitiers
  - Présence ponctuelle ou régulière, sur une parcelle ou sur toute une exploitation
  - Toute race animale, toute espèce fruitière
  - Gestion par un arboriculteur en autonomie ou en association avec un éleveur
  - Atelier fruits demeure l'activité principale
  - Importance économique variable de l'atelier d'élevage



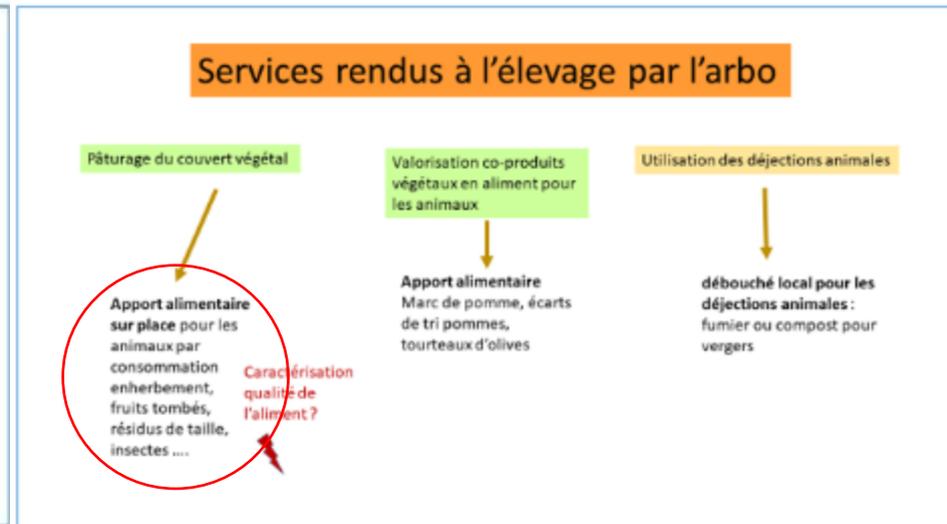
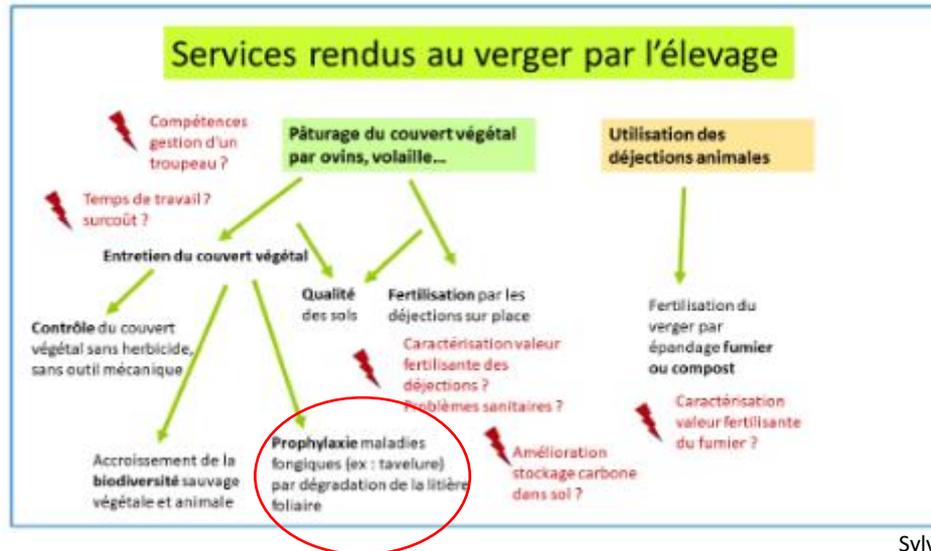
Brebis Shropshire / pommiers à cidre – 2016. M. Compagnone



Poules / pommiers – 2022. N. Séon

# ➤ Le verger pâturé, pourquoi faire ?

- Un ensemble de services potentiels pour les vergers et pour les animaux



Sylvie Colleu. Etude REVE : Reconnexion verger - élevage, dossier documentaire. INRAE. 2020, 11 p.

- Mais cela pose des questions techniques à travailler expérimentalement...
  - Les poules sont-elles efficaces pour réduire les populations de carpocapse ?
  - Les applications de cuivre en verger font elles courir aux brebis un risque d'intoxication ?

INRAE

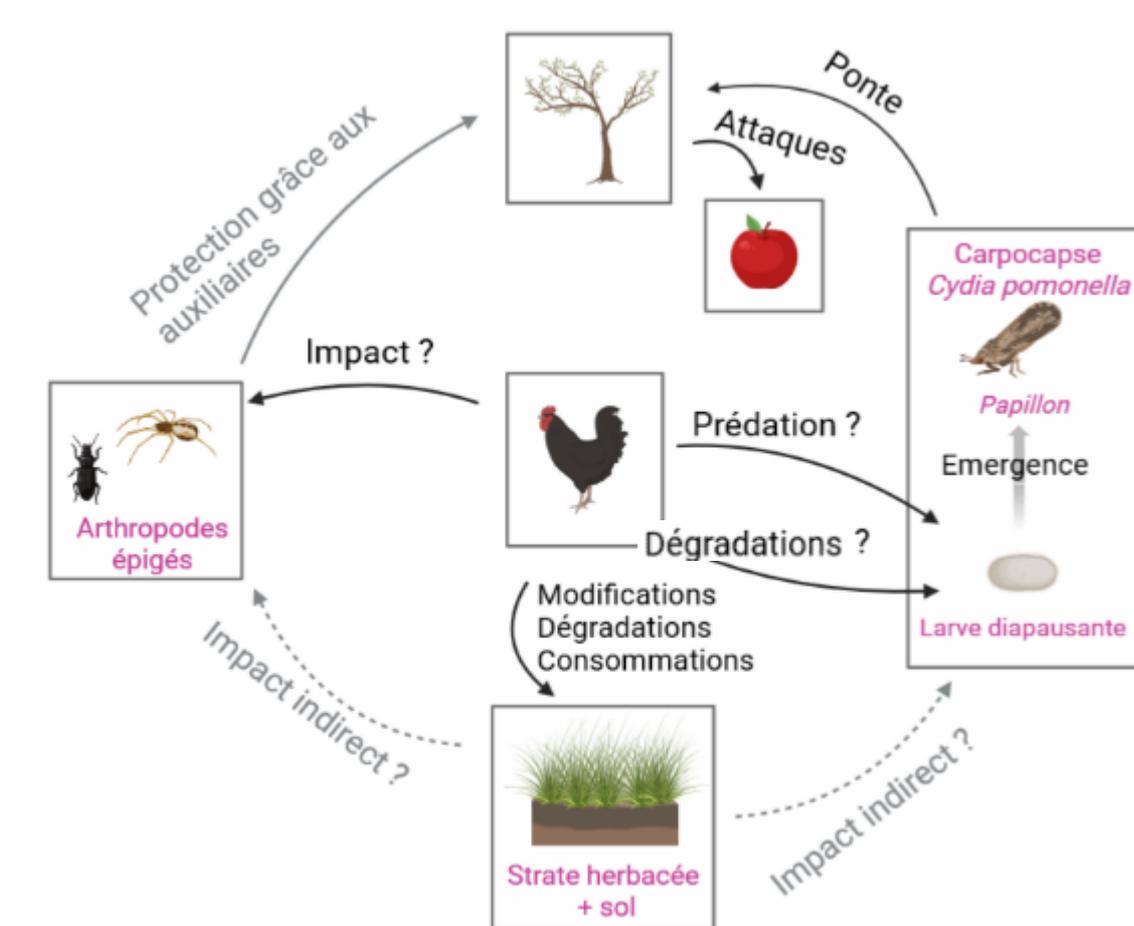
- Verger pâturé : une prophylaxie contre des bioagresseurs

# ➤ La prédation du carpocapse par des poules

- Les interactions potentielles des poules avec le carpocapse



Sara BOSSHARDT



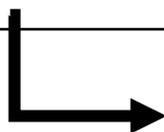
# ➤ La prédation du carpocapse par des poules

- Etat des connaissances actuelles



Sara BOSSHARDT

Absence totale de connaissances sur les interactions <b>carpocapse – poules</b>	
Très peu d'articles sur la régulation de <b>ravageurs par les poules</b> et des résultats mitigés  (Bosshardt et al. 2022)	Articles scientifiques (Clark and Gage, 1996), (Pedersen et al., 2004) Littérature grise (Hilaire et al., 2001), (Lavigne and Lavigne, 2013)
Absence de <b>protocoles</b> adaptés d'observation de la prédation de larves	Prédation de larves vivantes par oiseaux sauvages (Mathews, Bottrell, Brown, 2004), (Solomon et al., 1976), (Glen, Milsom 1978)



# ➤ La prédation du carpocapse par des poules

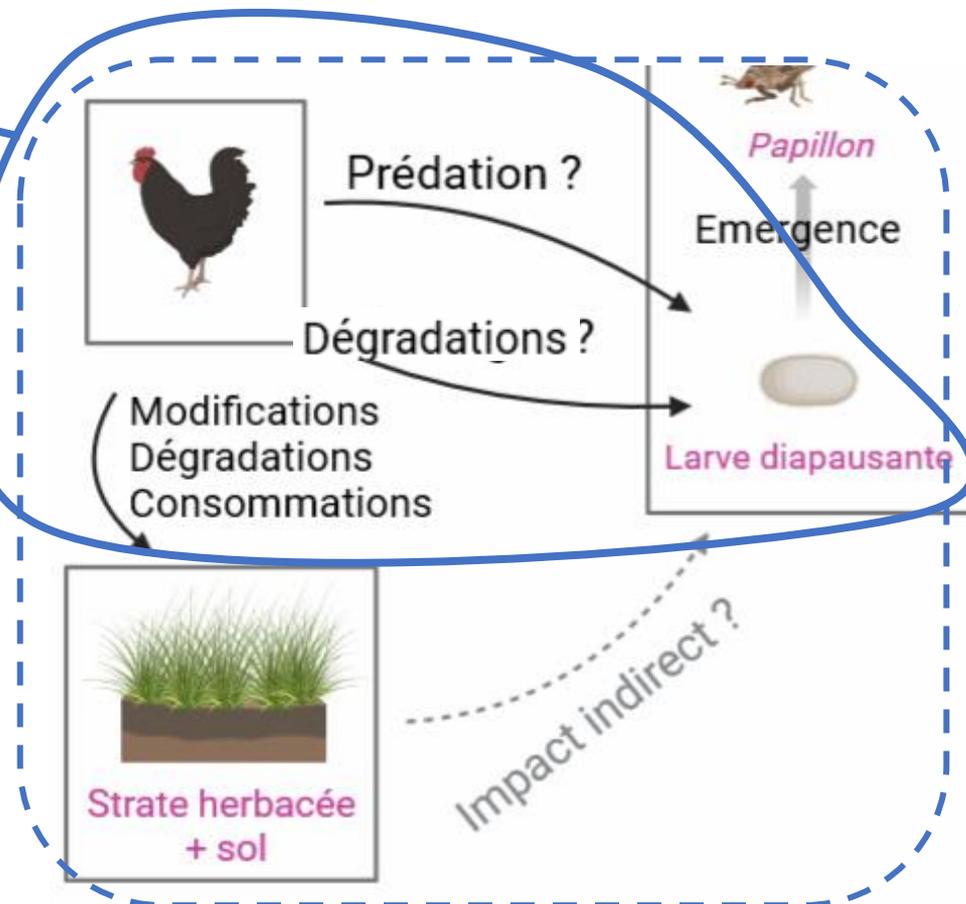


Sara BOSSHARDT

- Evaluation du processus de prédation sur les larves diapausantes

Suivi de l'état des proies cachées dans l'environnement

Suivis éthologiques : comportement des poules



**PrédaCarpo :**  
Etude des **mécanismes** de régulation du carpocapse en conditions contrôlées



INRAE

La diversification des vergers par la reconnexion à l'élevage

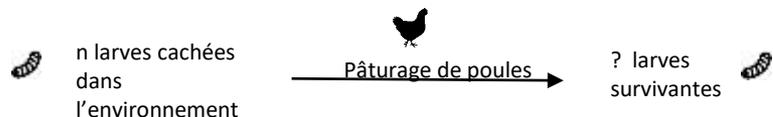
10-03-23 / Séminaire UMT SiBIO / DUFILS Arnaud

# ➤ La prédation du carpocapse par des poules



Sara BOSSHARDT

## ■ Dispositif PrédaCarpo



21	20	13		12	5	4
22	19	14		11	6	3
23	18	15		10	7	2
24	17	16		9	8	1
21	20	13		12	5	4
22	19	14		11	6	3
23	18	15		10	7	2
24	17	16		9	8	1
						P

- Modalité « avec poules »
- Modalité « sans poules »
- Zone non explorée par les poules (arbres protégés)
- Olivier
- Olivier avec un dispositif « tronc évidé »
- ▲ Piège photo
- P Poulailler



# ➤ La prédation du carpocapse par des poules

- Impact des poules sur les proies cachées dans les anfractuosités des troncs



Sara BOSSHARDT



Les poules **n'ont pas consommé/impacté** les proies cachées dans les écorces de troncs



# ➤ La prédation du carpocapse par des poules

- Impact des poules sur les proies cachées dans le sol



**Pas de consommation** de proies « dissimulées » dans le sol du verger



Forte dynamique de **perturbation** de la surface du sol par les poules !

Les proies enterrées dans les premiers centimètres du sol fortement déterrées

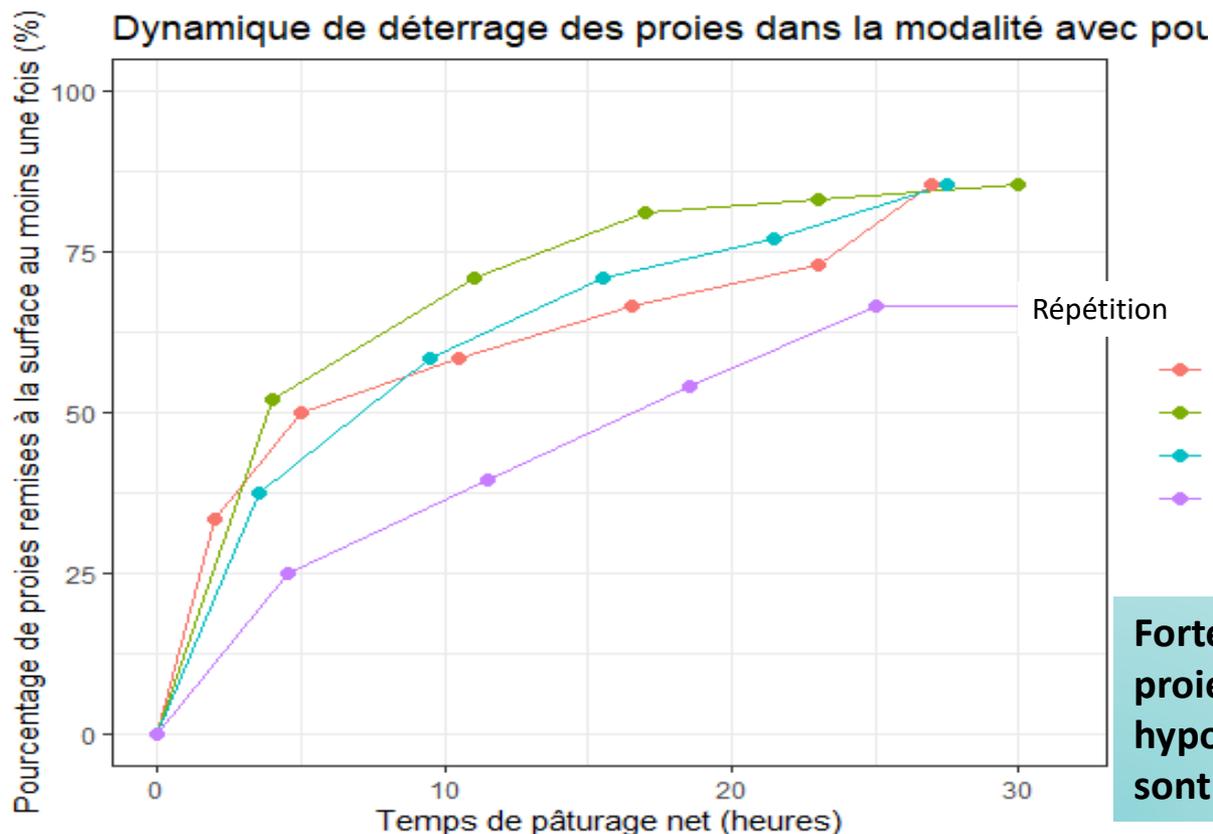
# ➤ La prédation du carpocapse par des poules

- Impact des poules sur les proies cachées dans le sol



Sara BOSSHARDT

## Déterrage des proies



En moyenne 80.72% des proies ont été déterrées au moins une fois durant la répétition

2,41 proie remise à la surface/h/48 proies

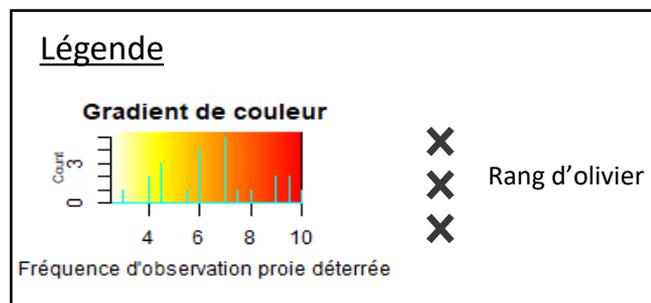
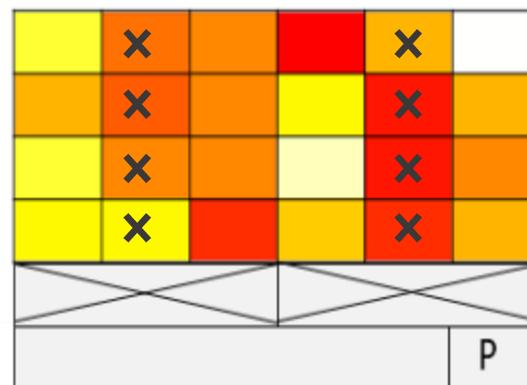
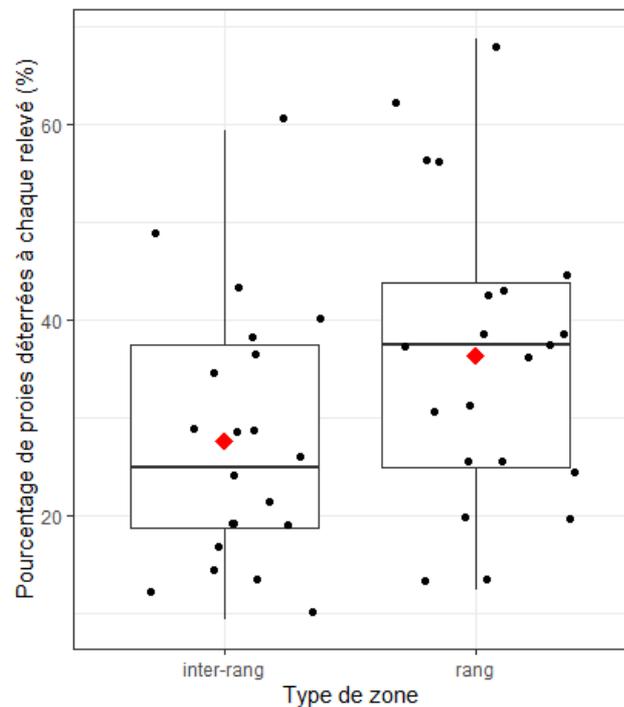
**Forte dynamique de déterrage des proies par les poules -> Mécanisme hypothétique : les cocons déterrés sont plus vulnérables.**

# ➤ La prédation du carpocapse par des poules



Sara BOSSHARDT

## Déterrage des proies



**Correspondance spatiale** entre les zones préférentielles de diapause des carpocapses (Balachowsky 1966)

et les zones où les poules ont exercé la plus forte pression sur les proies



INRAE

La diversification des vergers par la reconnexion à l'élevage

10-03-23 / Séminaire UMT SiBIO / DUFILS Arnaud

# ➤ La prédation du carpocapse par des poules



Sara BOSSHARDT

- Impact des poules sur les proies cachées dans le sol
  - **Pas d'observation de consommation directe** de carpocapse en diapause
  - **Forte dynamique de perturbation** de la surface du sol : impact potentiel sur la régulation du ravageur
  - Pression sur les proies **plus importante sous les arbres**
  - *Analyses PCR pour mesurer la présence d'ADN de carpocapse dans les fientes de poules ayant pâturées en verger de pommiers -> ingestion de larves en conditions naturelles ?*

Pâturage continu		Pâturage hivernal
		
Automne 2021	Été 2022	Hiver 2021
<b>4 positifs</b> sur 80	<b>0 positifs</b> sur 6	<b>2 positifs</b> sur 15

INRAE

- Verger pâturé : une ressource alimentaire pour l'élevage



# ➤ Le risque cuivre pour les brebis en verger

## ■ Quelques petits rappels physiologiques

- Le cuivre est principalement stocké dans **le foie** -> si forte charge, nécrose des cellules hépatiques -> libération d'enzymes hépatiques dans la circulation sanguine, dont la glutamate déshydrogénase (**GLDH**).
- Le seuil de tolérance est évalué autour de 15-20 mg de Cu / kg de Matière Sèche (MS), mais le déclenchement de l'intoxication chronique dépend également beaucoup de la concentration en **molybdène** et en soufre dans l'alimentation, antagonistes de l'assimilation du cuivre.
- Si la concentration hépatique en cuivre atteint des niveaux élevés (>1 g/kg MS foie), le Cu sera brutalement libéré dans la circulation sanguine -> destruction des globules rouges -> anémie et à un ictère généralisé -> mort rapide de l'animal

## ■ PEI DÉPASSE : un volet expérimental important

- Mesurer en automne les teneurs en cuivre des couverts végétaux d'un ensemble de parcelles
- Mesurer la concentration en cuivre des couverts végétaux d'un verger de pommiers après application foliaire de différents produits phytosanitaires à base de cuivre
- Evaluer le risque d'intoxication chronique au cuivre des brebis pâturant en verger



# ➤ Le risque cuivre pour les brebis en verger

- Mesurer en automne les teneurs en cuivre des couverts végétaux d'un ensemble de parcelles

Parcelles de pommier (conduites PFI ou AB / sensibilité variétale à la tavelure)	Date de prélèvement de l'herbe	Cu mesuré sur herbe (mg /kg MS)	Quantité de Cu métal (kg/ha) apportée au verger par l'arboriculteur
Braeburn La Pugère (PFI / sensible tavelure)	20/09/2019	20,58	2,0
Gala producteur2 (PFI / sensible tavelure)	05/10/2018	20,39	1,5
Gala producteur2 (PFI / sensible tavelure)	26/09/2019	25,76	2,3
Gala producteur2 (PFI / sensible tavelure)	19/11/2019	31,06	3,2
Gala producteur2 (PFI / sensible tavelure)	24/01/2020	20,72	3,2
Gala producteur3 (AB / sensible tavelure)	15/10/2018	15,68	1,9
Galaval producteur1 (AB / sensible tavelure)	05/10/2018	9,84	0,6
Galaval producteur1 (AB / sensible tavelure)	26/09/2019	20,90	0,6
Galaval producteur1 (AB / sensible tavelure)	19/11/2019	8,71	0,6
Galaval producteur1 (AB / sensible tavelure)	18/01/2020	6,88	0,6
Golden La Pugère (PFI / sensible tavelure)	26/09/2018	7,20	2,1
Golden La Pugère (PFI / sensible tavelure)	19/09/2019	5,90	1,4
Golden La Pugère (PFI / sensible tavelure)	23/10/2020	36,09	3,3
Golden producteur3 (AB / sensible tavelure)	15/10/2018	15,54	1,6
Goldrush producteur3 (AB/tolérante Tavelure)	15/04/2019	7,49	0,0
Goldrush producteur3 (AB/tolérante Tavelure)	29/10/2019	14,45	0,5
Granny La Pugère (PFI / sensible tavelure)	08/10/2018	13,20	1,6
Granny La Pugère (PFI / sensible tavelure)	24/09/2019	19,48	1,6
Granny La Pugère (PFI / sensible tavelure)	28/09/2020	28,25	1,0
Granny La Pugère (PFI / sensible tavelure)	27/10/2020	15,88	1,0
Modi La Pugère (conversion AB / tolérante Tavelure)	24/09/2019	8,2 à 16,81	1,6
Modi La Pugère (conversion AB / tolérante Tavelure)	19/10/2018	16,84 à 25,40	1,6
Pink Lady producteur3 (AB / sensible tavelure)	15/10/2018	24,60	1,8

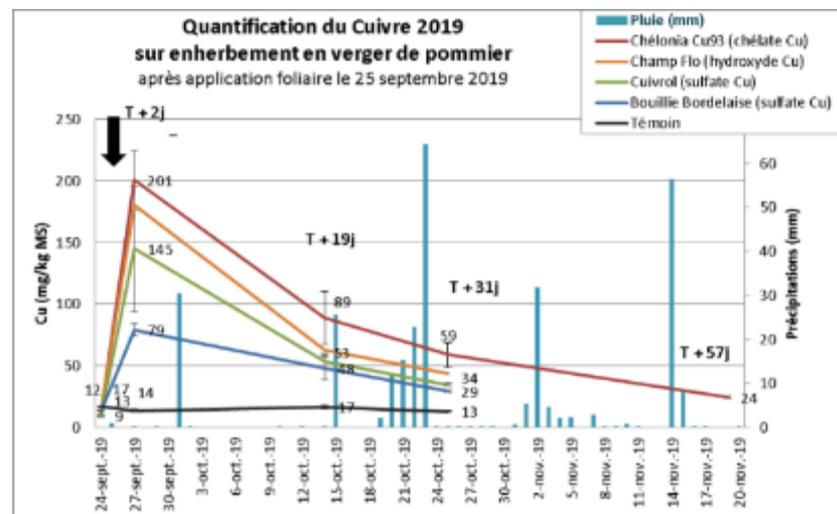
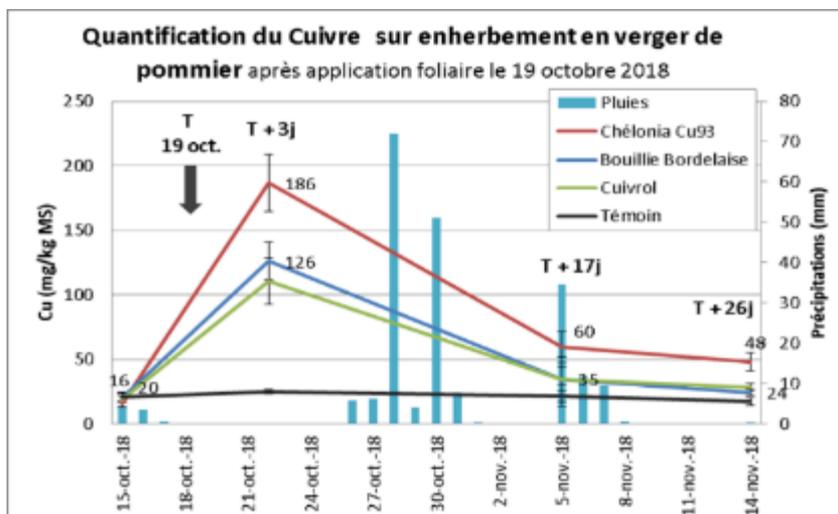
- les quantités de cuivre mesurées dans les couverts végétaux à l'automne étaient à peine supérieures au seuil de tolérance (15-20 mg de Cu/kg de MS)
- Teneur élevée en cuivre de 2 parcelles, expliquée par l'application de Chélonia Cu93 à la dose de 10 l/ha, dans le cadre d'une stratégie de défoliation précoce contre le puceron cendré.

**Avec des pratiques raisonnées d'utilisation du cuivre en saison, les concentrations résiduelles de cuivre à l'automne sont peu préoccupantes et sont globalement compatibles avec le pâturage de brebis.**



# ➤ Le risque cuivre pour les brebis en verger

- Mesurer la concentration en cuivre des couverts végétaux d'un verger après application foliaire



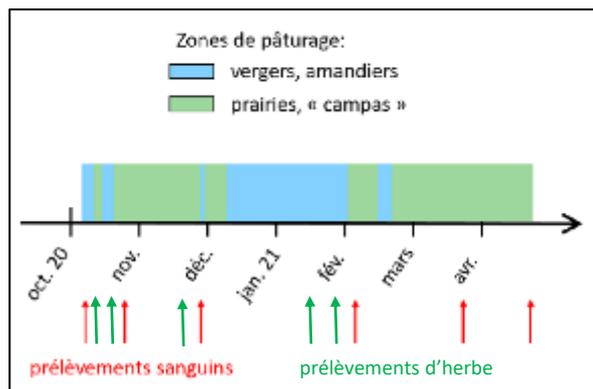
Modalités	Forme de Cu	Dose	Quantité Cu métal
Témoin non traité	-	-	-
Bouillie Bordelaise	Sulfate de Cu	2 kg/ha	400 g/ha
Cuivrol WG	Sulfate de Cu	2,25 kg/ha	405 g/ha
Champ Flo	Hydroxyde de Cu	1,11 L/ha	400 g/ha
Chélonia Cu93	Chélate de Cu	10 L/ha	930 g/ha

- Risque confirmé pour les brebis si pâturage après application de cuivre (> 100 mg Cu/kg MS)
- Retour proche aux teneurs initiales après environ 1 mois et au moins 200 mm de précipitation, sauf pour l'application à forte dose (2 mois et 300 mm de pluie)

**Respecter une période d'exclusion des brebis après traitement au cuivre d'au moins 4 semaines avec des pluies significatives ou bien ne pas faire de traitement au cuivre dans les 4 semaines qui précèdent l'arrivée de brebis.**

# ➤ Le risque cuivre pour les brebis en verger

- Evaluer le risque d'intoxication chronique au cuivre des brebis pâturant en verger



- Caractérisation des parcelles pâturées par prélèvement d'herbe
- Prélèvements sanguins de 20 brebis pour dosage concentration GLDH et Molybdène



Domaine du Merle



Martin TROUILLARD

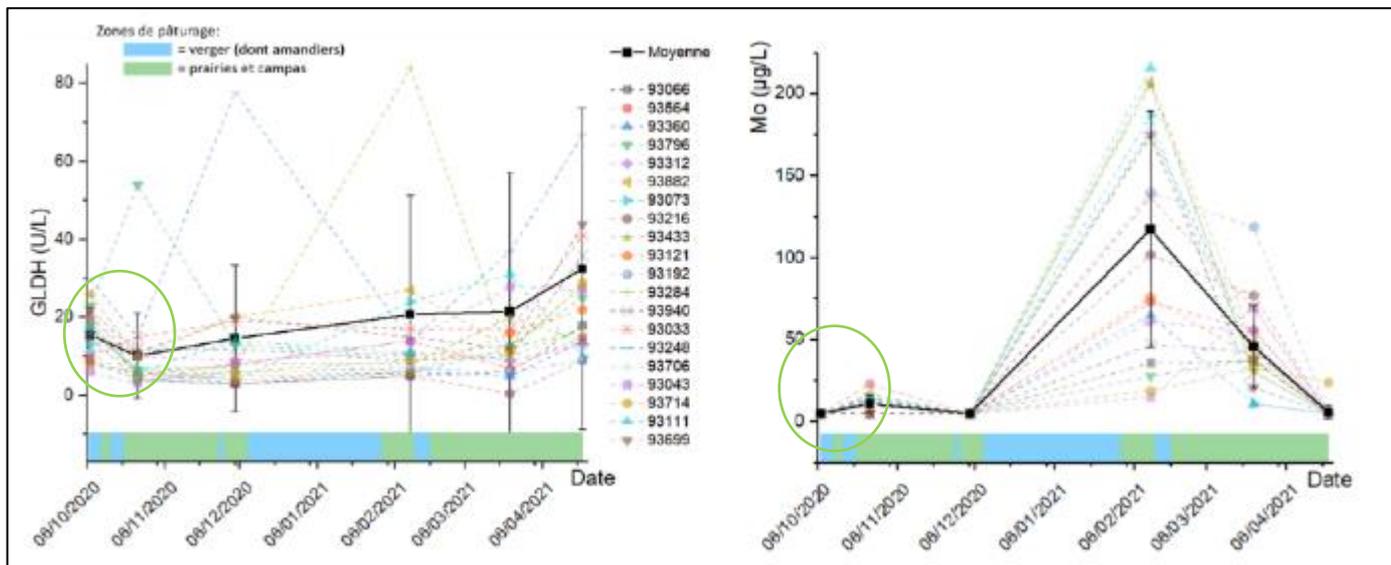


Date prélèvement	Culture	Cu mg/kg de MS	Mo mg/kg de MS	S g/kg de MS	Cu/Mo	Cu absorbable %	Nb jours pâturage* pour 1 g Cu/kg de MS foie
23 octobre 2020	Prairie	9,25	1,54	5,03	6	n/a	n/a
27 octobre 2020	Pommier	15,88	1,63	4,58	9,7	0,1	7561
26 novembre 2020	Prairie	8,2	0,65	4,66	12,6	1,5	765
18 janvier 2021	Poirier	6,88	1,26	3,57	5,5	1,4	971
25 janvier 2021	Pommier	20,72	1,02	3,04	20,3	2,4	193

« Nb jours pâturage pour 1 g de Cu/kg de MS foie » correspond au temps de pâturage d'une brebis de 60 kg ingérant quotidiennement 3 kg de MS d'aliment pour atteindre une concentration théorique en Cu déclenchant une probable crise hémolytique

# ➤ Le risque cuivre pour les brebis en verger

- Evaluer le risque d'intoxication chronique au cuivre des brebis pâturant en verger



INSTITUT agro Montpellier

Domaine du Merle

STATION D'EXPERIMENTATION Arboricole PROVENCE ALPES COTE D'AZUR "LA PUGÈRE"

FiBL

Martin TROUILLARD



- Forte hétérogénéité des valeurs GLDH ne permettant d'analyser statistiquement les données de cet indicateur, excepté lors de la 1<sup>ère</sup> période en verger avec une baisse significative de GLDH corrélée à une augmentation de Molybdène.
- Augmentation des valeurs de Mo en fin des périodes « verger » et diminution en fin des périodes « prairie », très probablement liées à une plus importante disponibilité de cet élément dans les couverts végétaux en fin d'hiver qu'aux conséquences du pâturage en verger.

**Même s'il reste encore du travail méthodologique pour fiabiliser l'analyse de ces indicateurs sanguins, au regard de l'ensemble des données acquises dans ce projet, on peut considérer que le risque d'intoxication chronique au cuivre a été globalement faible à inexistant.**

INRAE

La diversification des vergers par la reconnexion à l'élevage

10-03-23 / Séminaire UMT SiBIO / DUFILS Arnaud

## ➤ Des pistes intéressantes pour le pâturage en verger !

- Effet de la poule sur le déterrage et la survie potentielle des larves diapausantes de carpocapse, couplé à de la consommation de larves.
- Risque faible d'intoxication si respect de bonnes pratiques pour concilier brebis et cuivre.
- Travail expérimental en système diversifié complexe nécessitant une grande diversité de compétences pour analyser tous les paramètres et lourdeur « administrative » des expérimentations animales !



INRAE

- Merci pour votre attention et merci à tous les partenaires impliqués dans ces travaux !