



# TRAVAIL DE SOL RÉDUIT ET PAILLAGE EN MARAÎCHAGE BIO

Journée horticoles de St-Rémi  
8 décembre 2022

Charlotte Giard-Laliberté, agr. M.Sc.

Chargée de projet en recherche en production  
maraîchère au CETAB+

# UN TRAVAIL D'ÉQUIPE

- Ferme Bibeau
- Ferme Croque-Saisons
- Ferme Les Bontés de la Vallée
- Ferme Vallée des Prairies
- Ferme la Clef du Sol

- Denis La France, CETAB+
- Jean-Baptiste Milesi, technicien, CETAB+
- Claudia Thibodeau, technicienne, CETAB+
- Jean-Marie Yelle, stagiaire, CETAB+
- Karine Bertrand, agronome, Pleine Terre

# SURVOL

- Contexte
- Ce qui se fait ailleurs
- Essais INAB et Ferme Bibeau
- Essais exploratoires en entreprise
- Perspectives



# TRAVAIL DE SOL

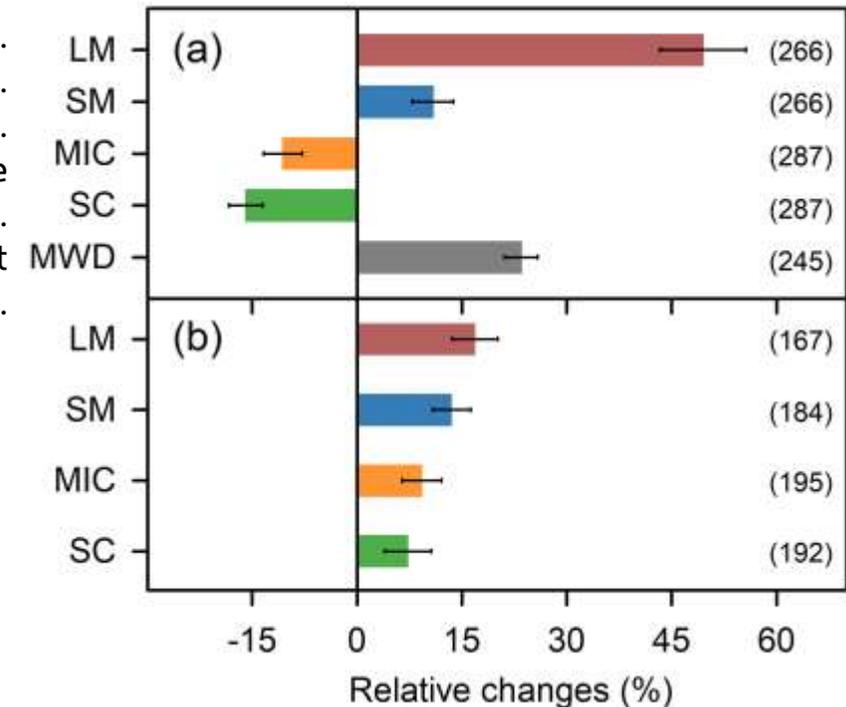
- Critique adressée à l'agriculture bio
- Agriculture bio vs agriculture régénératrice
- Mal nécessaire?
  - Minéralisation de la matière organique
  - Incorporation des matières fertilisantes et des résidus
  - Destruction des CC
  - Préparation d'un lit de semences uniforme
  - Sarclage

# TRAVAIL DE SOL RÉDUIT (TSR)

Effets démontrés mais parfois mitigés sur les propriétés physiques et biologiques du sol

- ↗ Macroporosité
- ↗ Masse volumique
- ↗ Vie microbienne (biomasse microbienne et activité enzymatique) (Méta-analyse: Zuber et Villamil, 2016)
- ↗ Vers de terre (anéciques)
- ? Infiltration d'eau
- ? Séquestration du carbone

LM: large agr.  
SM: small agr.  
MIC: micro agr.  
SC: silt & clay size part.  
MWD: mean weight diam.



Tiré de Liu et al. 2021 (méta-analyse)

# TSR EN BIO?

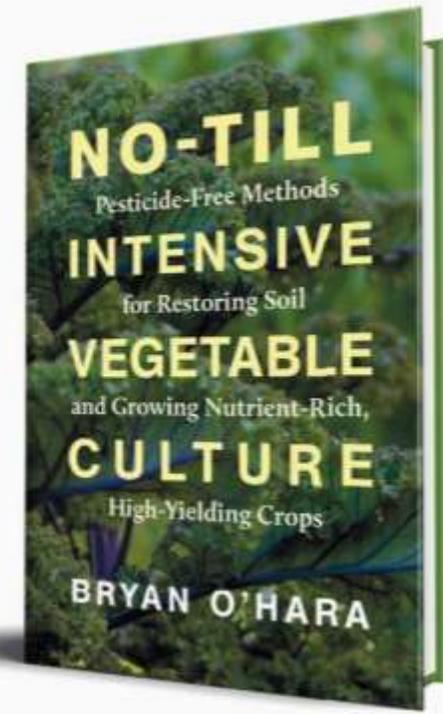
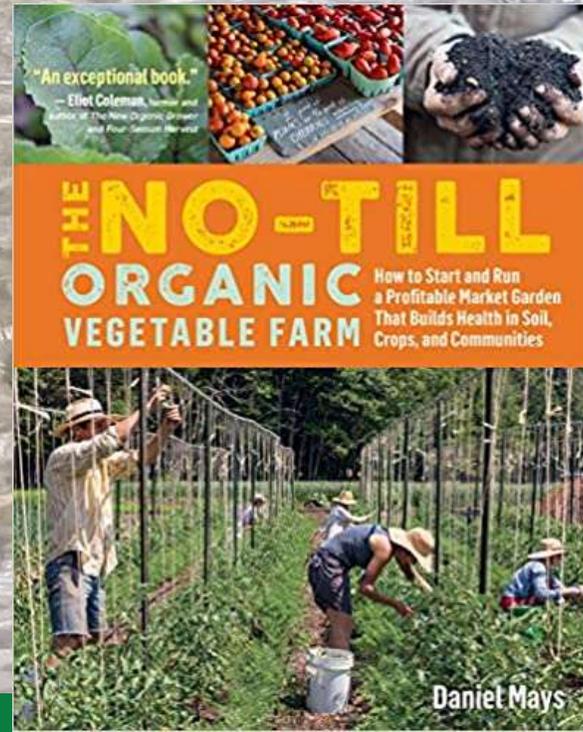
- Aux É-U, 24% des superficies en GC conventionnelle (maïs, soya, blé, coton) sont cultivées en TSR (Triplet et Dick, 2008)
  - **Régie TSR en GC conventionnelle:**
    - Broyage des résidus
    - Contrôle des MH et des CC avec herbicides
    - Utilisation de semoir adapté au semis direct
  - **Régie TSR en GC biologique:**
    - Alternance travail réduit et non-travail
    - Broyage des résidus
    - Utilisation du rouleau crêpeur pour le contrôle des CC
    - Développement de rotation adaptée
- Contrôle des CC ?
  - Contrôle des MH ?
  - Fertilisation ?

# TSR EN MARAÎCHAGE BIO?

- L'intérêt:
  - Propriétés physiques et biologiques du sol
  - Adaptation aux changements climatiques
  - Potentiel de fertilisation complémentaire
  - Biodiversité:
    - Norme biologique: *Les pratiques de gestion doivent comprendre des mesures de protection et d'amélioration de la santé des écosystèmes de l'exploitation et intégrer l'un ou plusieurs des éléments suivants : d'autres mesures pour promouvoir la biodiversité.*
- Les enjeux :
  - Contexte semi-mécanisé
  - Système diversifié
  - Peu d'outils adaptés (semoirs et transplanteurs)
  - Outils coûteux
  - Contrôle des CC
  - Contrôle des MH
  - Fertilisation

# TSR EN MARAÎCHAGE BIO?

- Beaucoup d'intérêt chez les maraîchers américains et français
- Techniques :
  - Culture sous CC en croissance, broyée, roulée, occultée ou solarisée
  - Culture sous paillis de compost (*Deep mulch compost*)
  - Culture sous paillis de plastique
  - Culture sous paillis organique
- Techniques peu adaptées au modèle mécanisé
- Rentabilité?



# LE PROJET

Comparer une régie sans travail de sol avec utilisation de paillis organique à une régie avec TS sans paillage, en production maraîchère bio.

# LE PROJET

**Traitement principal:** type de paillis

## INAB

- Feuilles caduques
- Broyat de branches
- Foin ensilé
- Paille de panic érigé
- Sans paillis

Sans travail  
de sol

## Ferme Bibeau

- Broyat de branches
- Alpiste roseau
- Sans paillis

**Traitement secondaire ('split plot'):** ajout de fertilisation sous forme de fumier de poulet granulé (0%-50%-100% des besoins de la culture)



# LE PROJET



**2020**

Laitue transplantée  
Cv Muir



**2021**

Ail  
Cv Music et Messidor



**2022**

Brocoli transplanté  
Cv Imperial

# RÉGIE DE CULTURE

## INAB

Loam sableux série de sol Fourchette (MO: 6,6%)

## Travail de sol initial (2020)

- Formation de planches permanentes
- Herse à disques, cultibutte, vibroplanche

## Fertilisation initiale (2020)

- 25 T/ha fumier de bovin composté (7 kg/t d’N)

## Application des paillis

- Qté basée sur l’épaisseur et non le poids, afin d’uniformiser l’effet sur le contrôle des MH.
- 10 cm d’épaisseur

## Fertilisation d’appoint

- En bande sous les paillis (ail et brocoli: au printemps)

## Irrigation

- Système goutte à goutte dans les témoins
- Système par aspersion au besoin pour l’ensemble du dispositif

## Témoin

- 25 T/ha fumier de bovin composté (7 kg/t d’N) en 2021
- EV en dérobé après toutes les cultures.



# PRISE DE DONNÉES

- La vitesse de décomposition des paillis (sac à litière)
- La température sous les paillis
- La pression en mauvaises herbes et temps de désherbage
- La population de vers de terre
- La population de carabes et d'araignées
- Teneur en N minéral du sol
- Le rendement en légumes

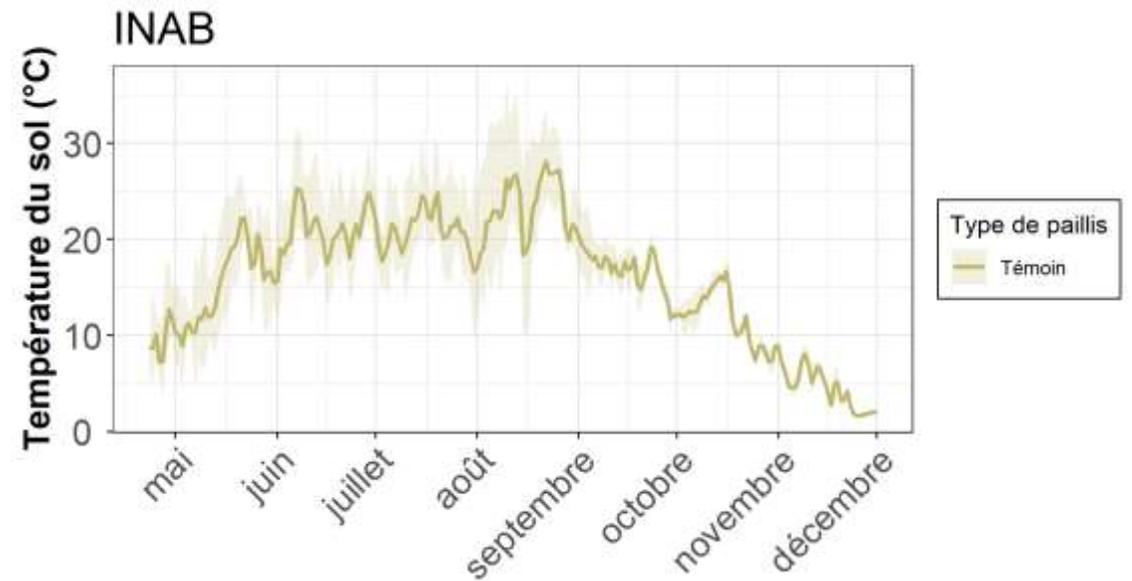
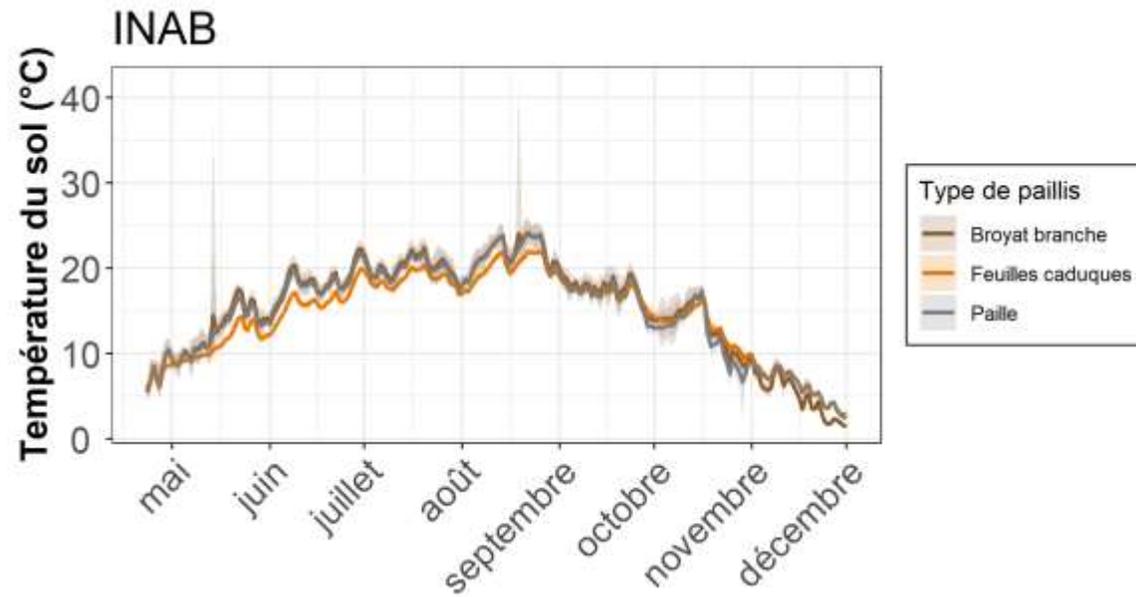


# APPLICATION DES PAILLIS

Matériau très hétérogène (beaucoup de feuilles et sol) ←

Paillis	N	C/N	dose t/ha	Apport N total kg/ha
	%			
<b>Broyat branche</b>	0,7	67	75	507
<b>Feuilles caduques</b>	1,1	41	60	675
<b>Paille</b>	0,4	123	34	130
<b>Foin ensilé</b>	2,5	17	15	381

# TEMPÉRATURE DU SOL

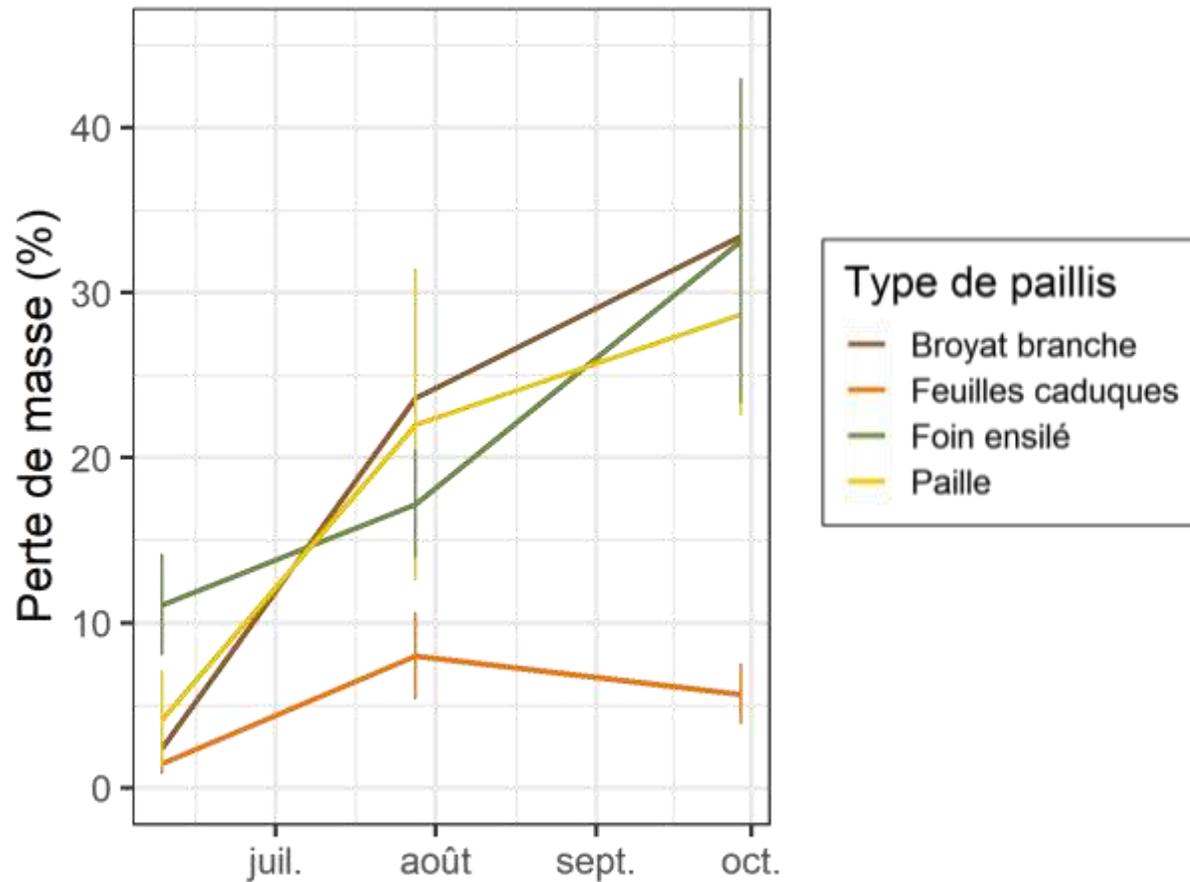


# DÉCOMPOSITION DES PAILLIS

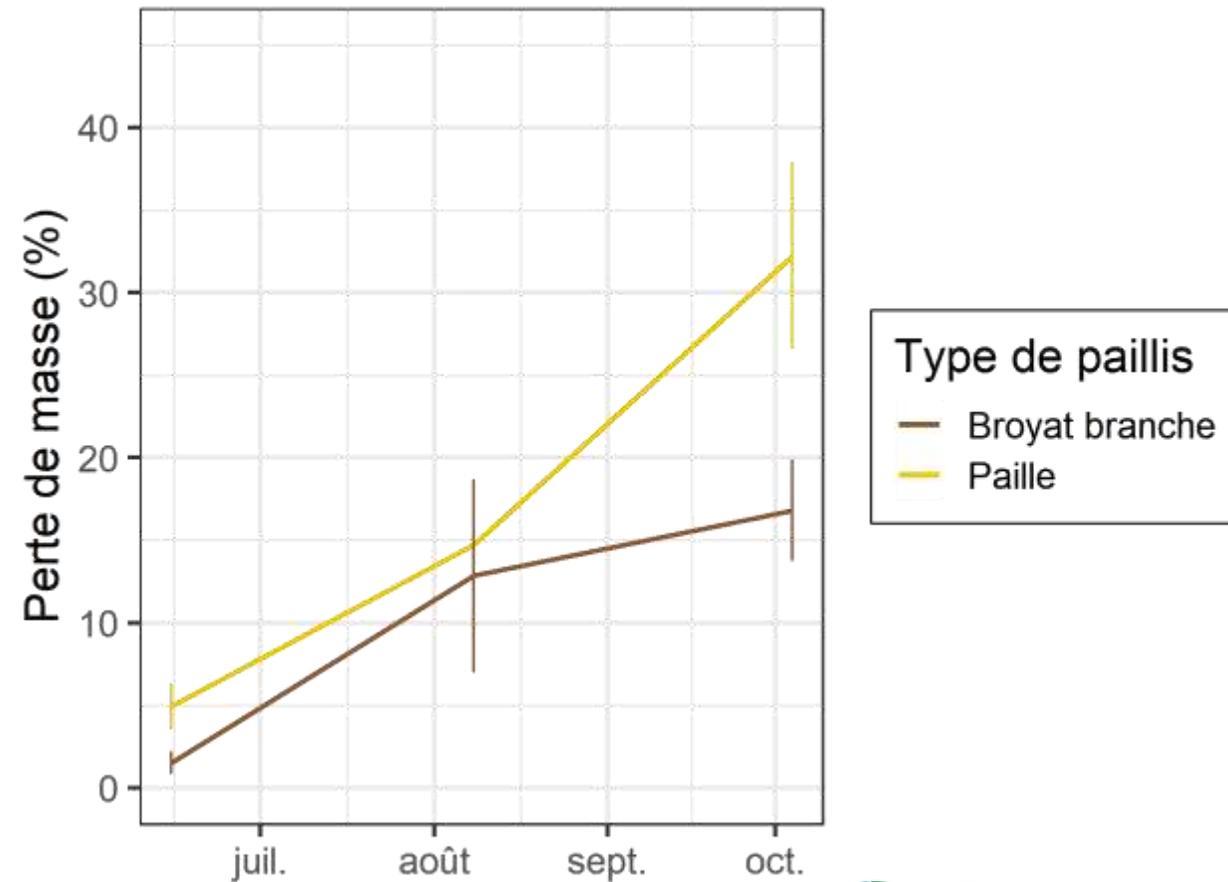


# DÉCOMPOSITION DES PAILLIS

## INAB



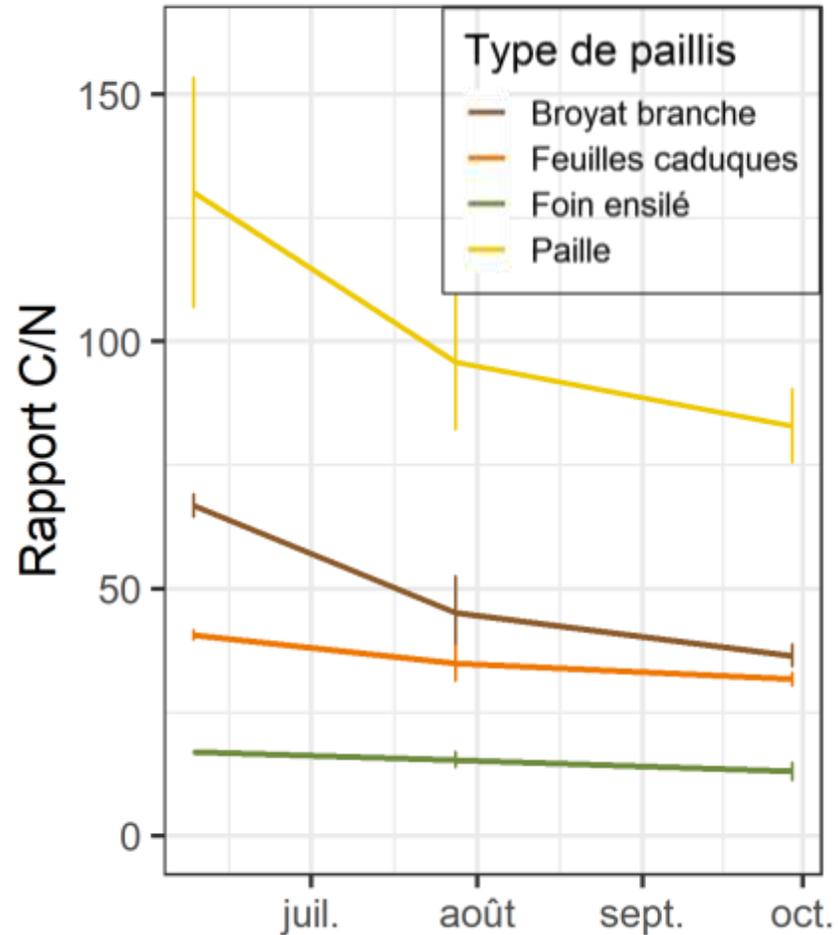
## Ferme Bibeau



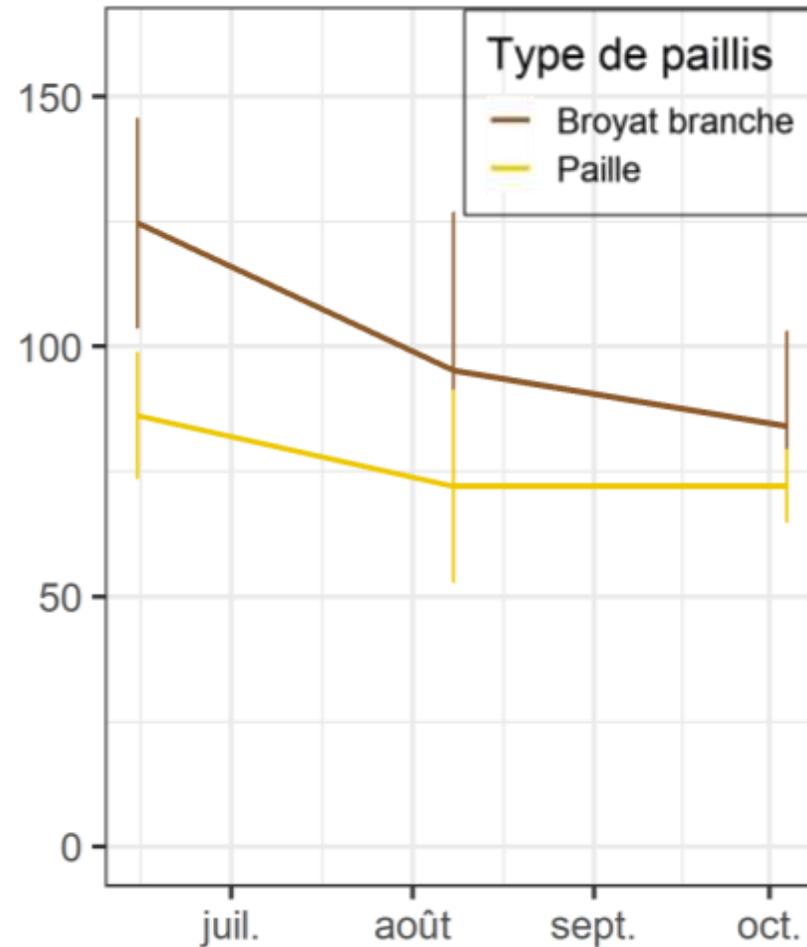
NB: Taille des mailles ne laisse pas passer les VDT et insectes

# DÉCOMPOSITION DES PAILLIS

## INAB

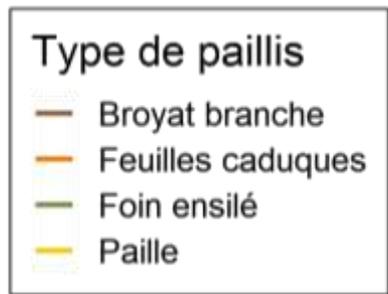
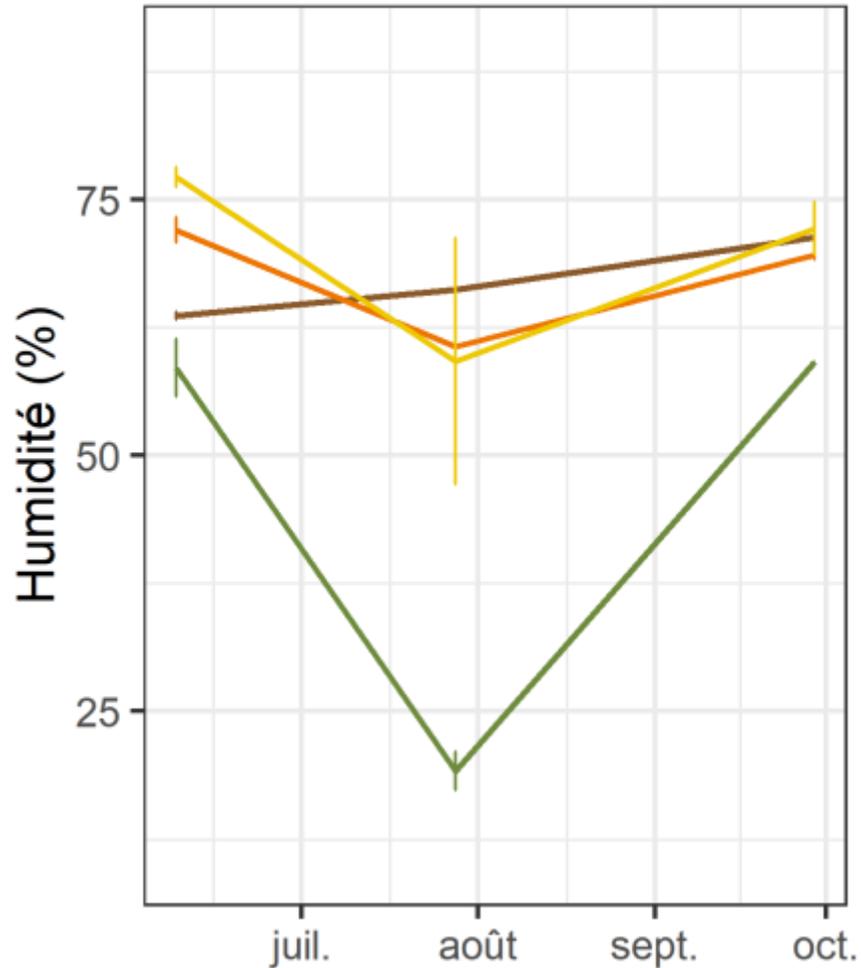


## Ferme Bibeau

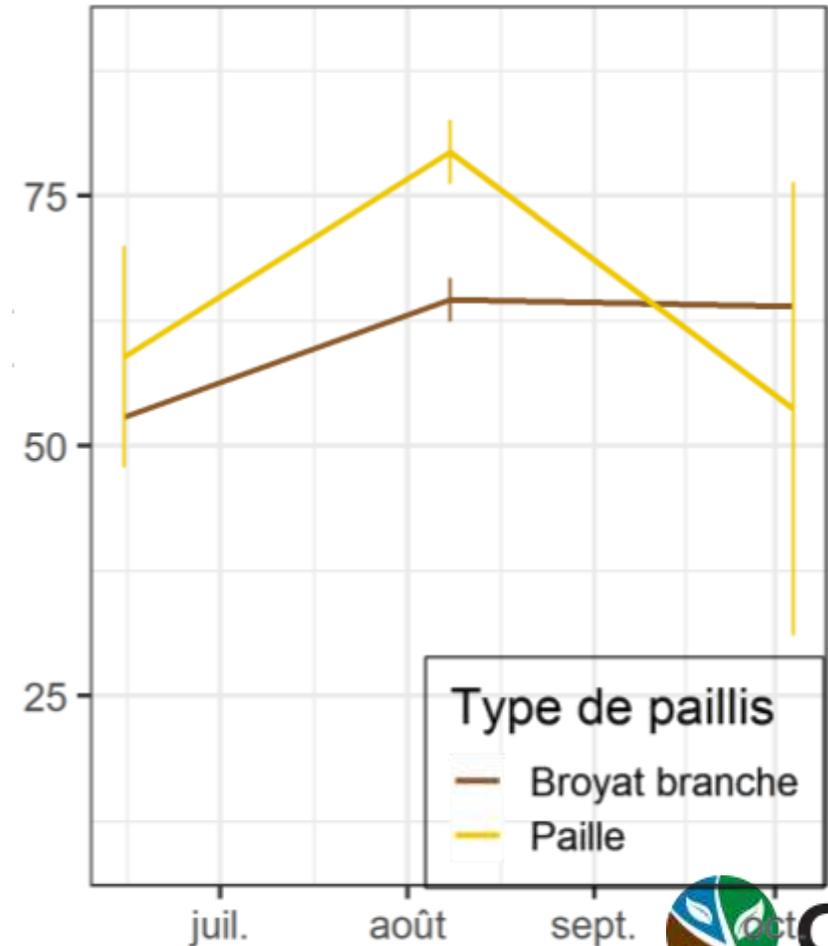


# DÉCOMPOSITION DES PAILLIS

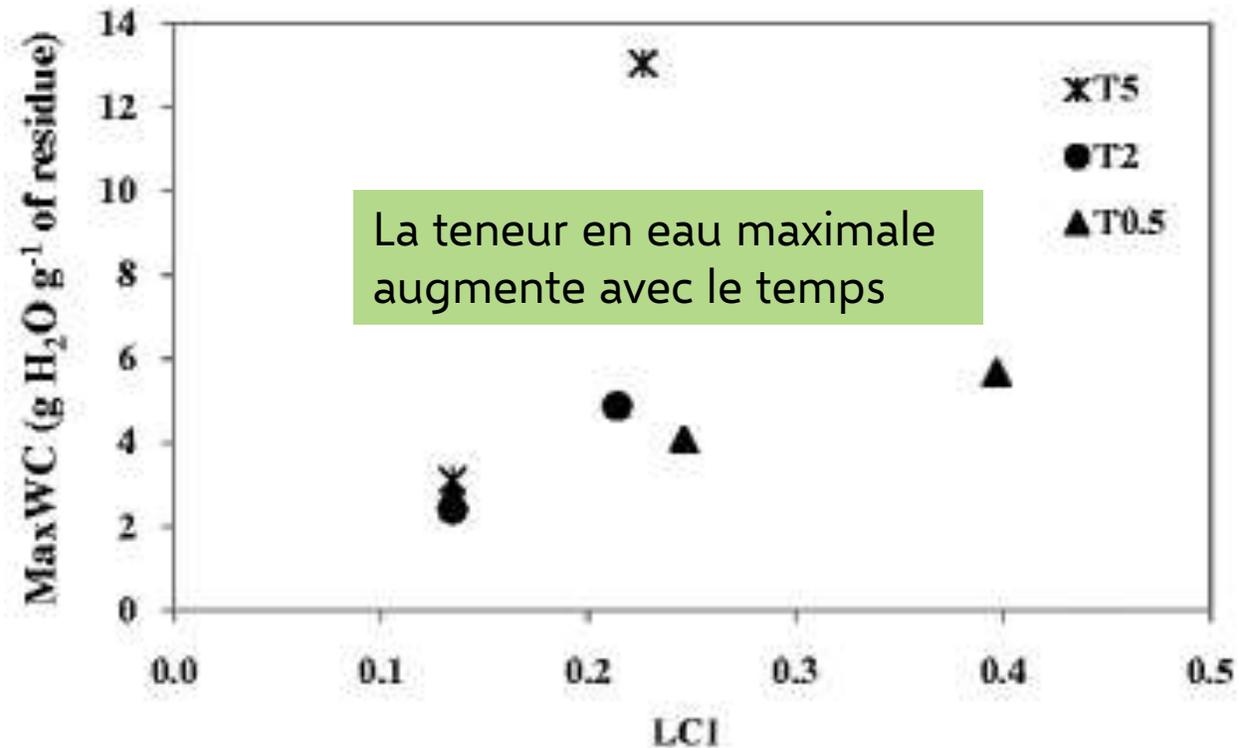
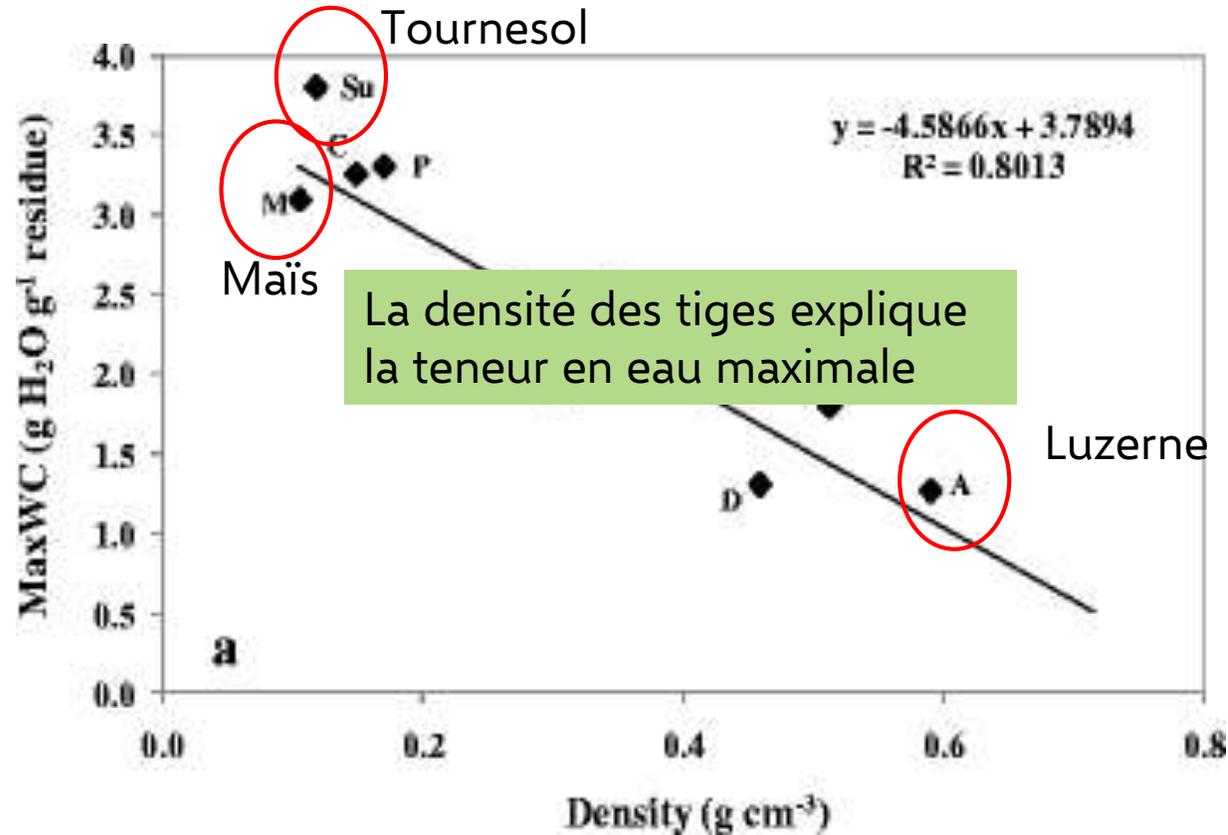
## INAB



## Ferme Bibeau



# DÉCOMPOSITION DES PAILLIS

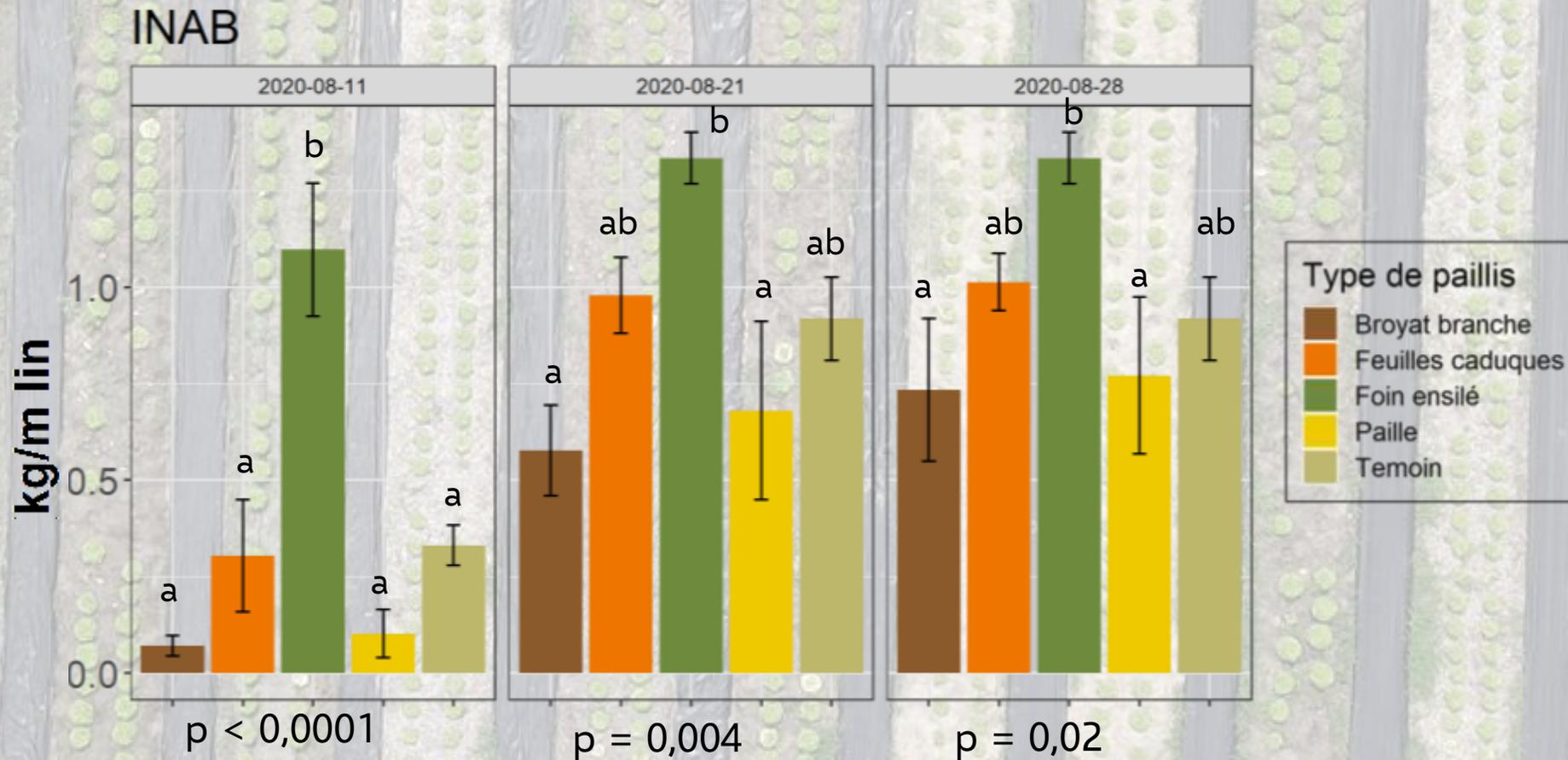


Indice de la teneur en lignine et holocellulose  
(+ décomposition = + LCI)

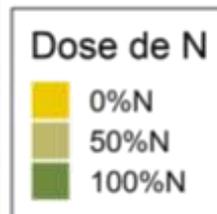
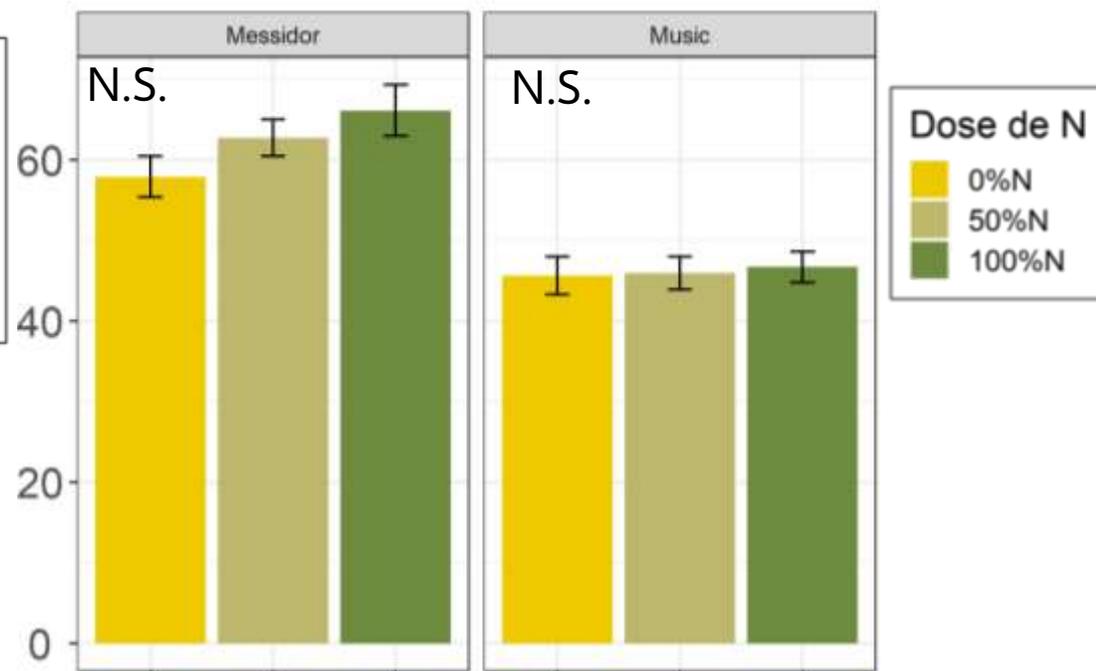
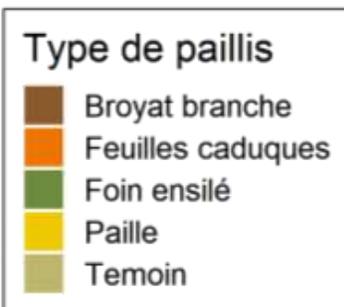
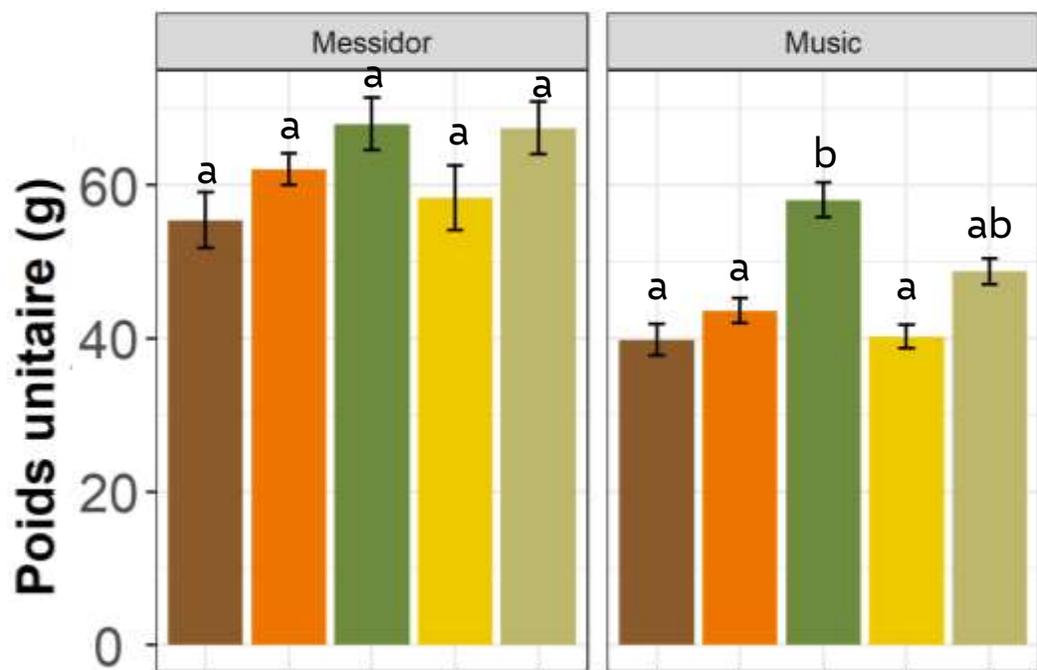
Figures tirées de: Iqbal et al., 2013

# LAITUE

## Rendement cumulatif de laitues commercialisables



## INAB



### Messidor

Paillis:  $p = 0,02$   
 Dose N:  $p=0,06$   
 Paillis x Dose N: N.S.

### Music

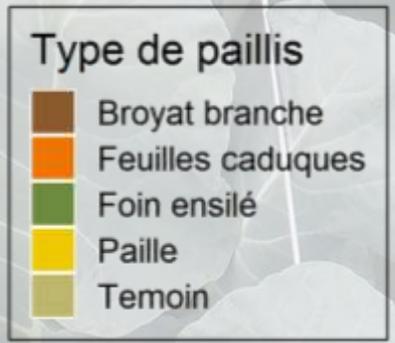
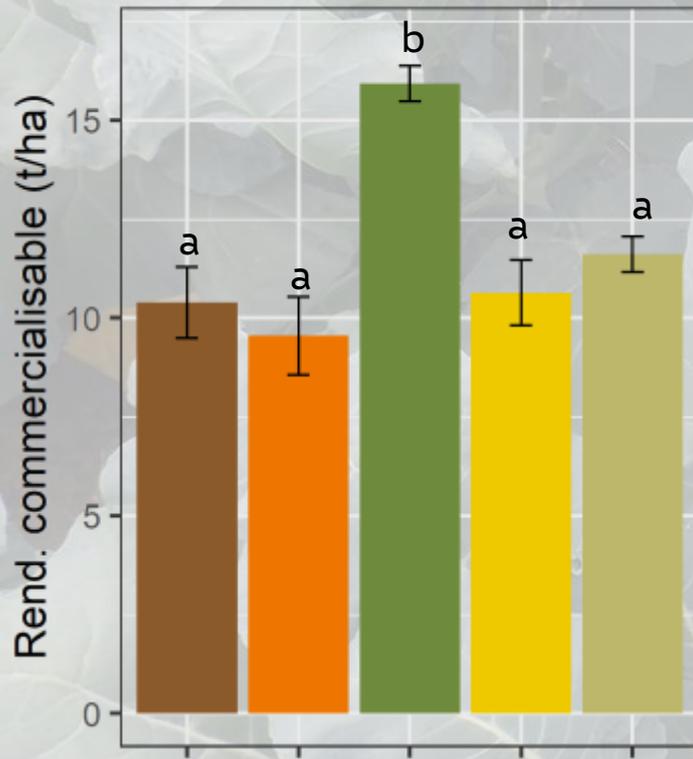
Paillis:  $p < 0,0001$   
 Dose N: N.S.  
 Paillis x Dose N: N.S.

100%N: 110 kg d'N disponible à l'hectare  
 (fumier de poulet granulé, CMN 85%)

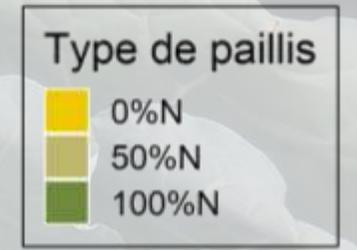
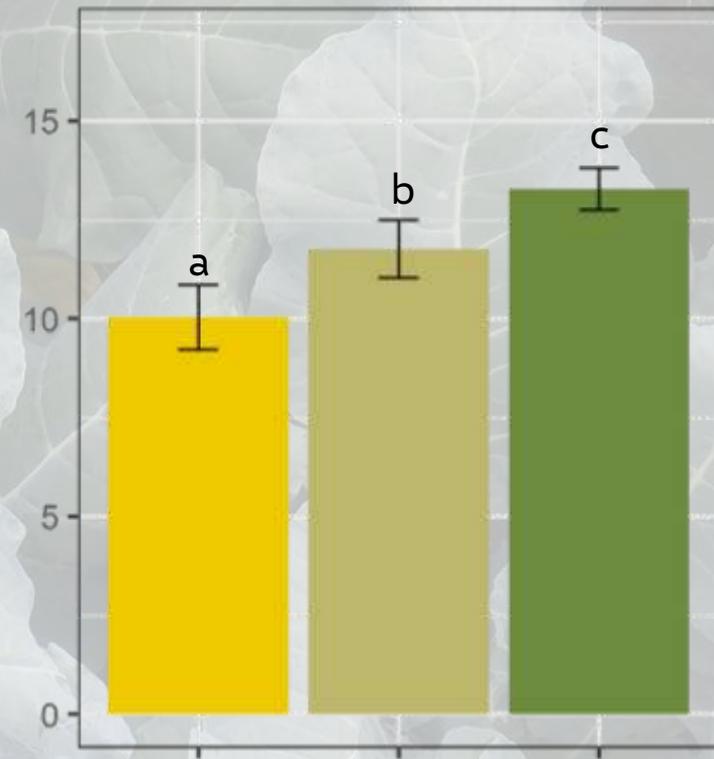
Messidor: levée difficile sous le foin ensilé

# BROCOLI

INAB



Paillis:  $p < 0,0001$   
Dose N:  $p < 0,0001$   
Paillis x dose N: N.S.



100%N: 150 kg d'N disponible à l'hectare  
(fumier de poulet granulé, CMN 85%)

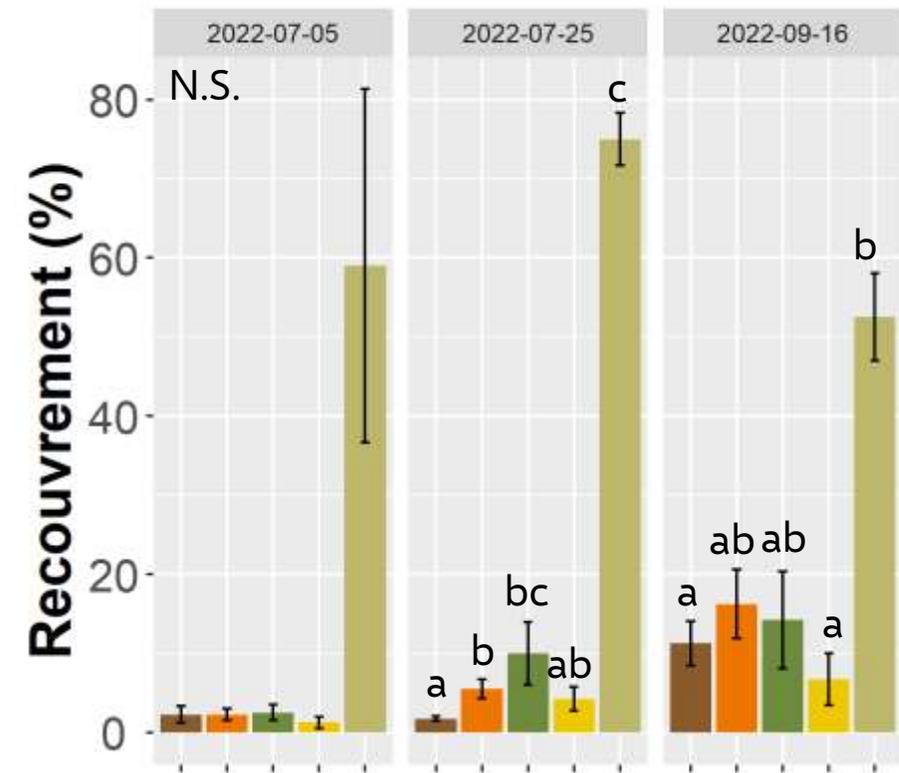
# PRESSION ET CONTRÔLE DES MH

**Pourcentage de recouvrement des parcelles en MH**

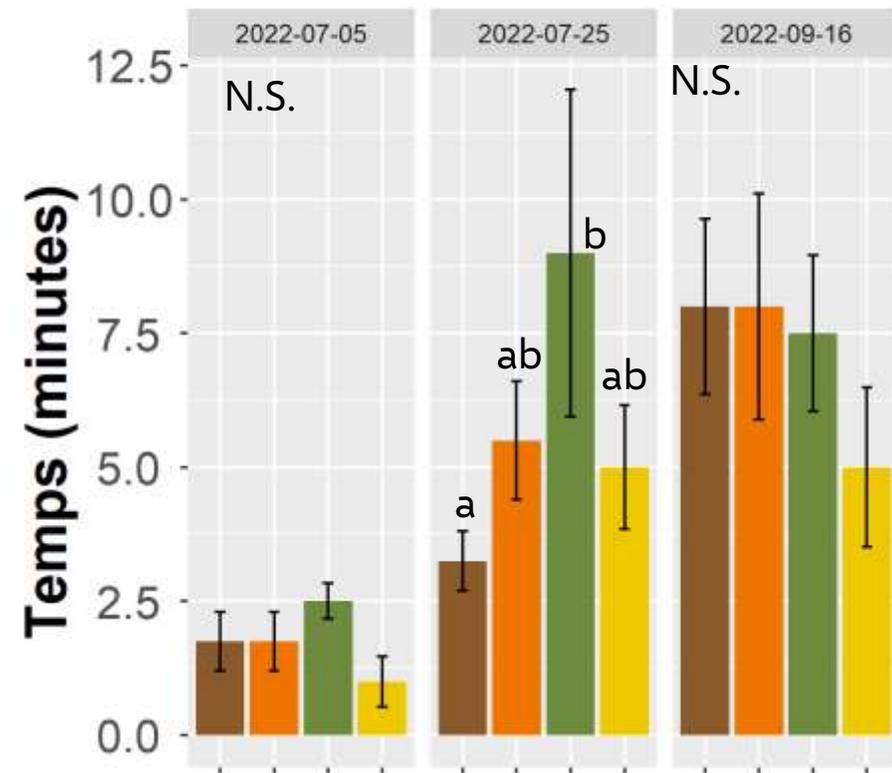
Espèces :  
Galinsoga  
Souchet  
Digitaire  
Amarante

Type de paillis

- Broyat branche
- Feuilles caduques
- Foin ensilé
- Paille
- Temoin



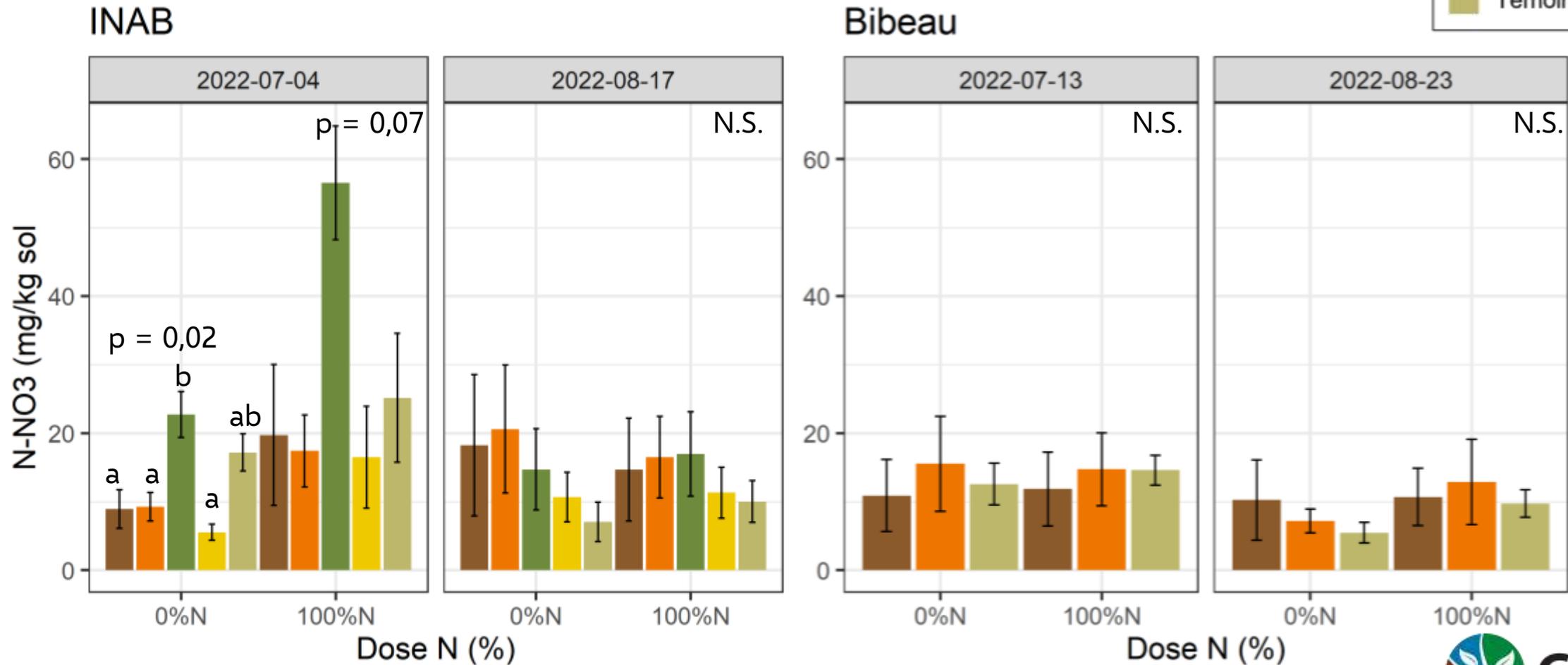
**Temps requis (min.) pour le désherbage manuel d'une parcelle (15m)**



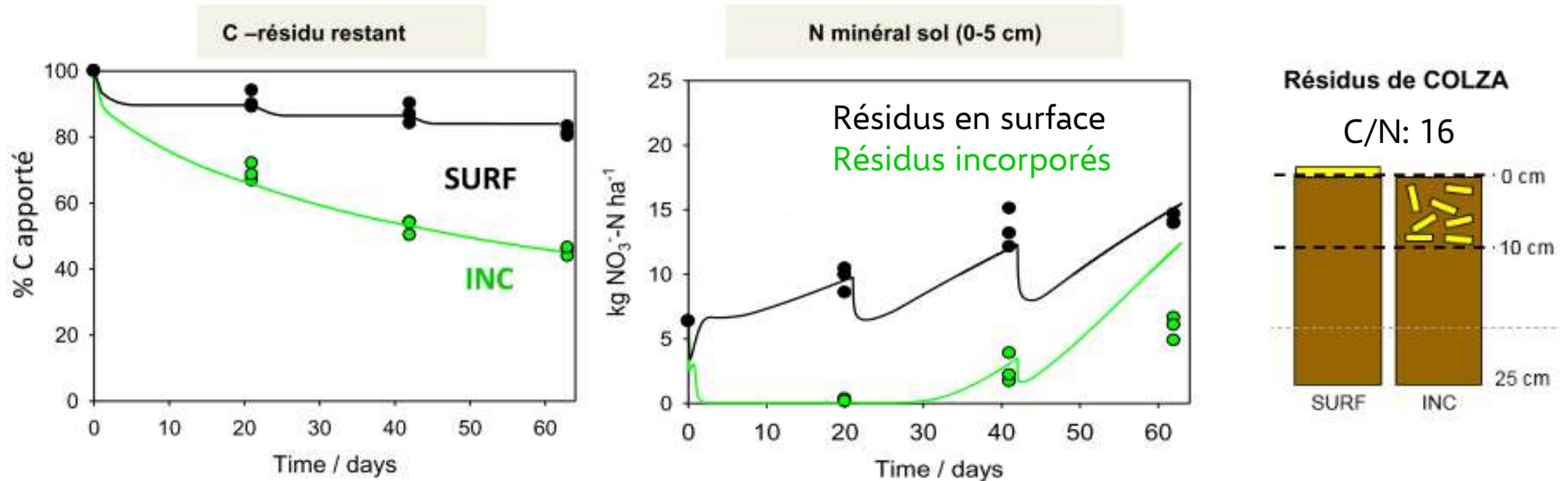
# FERTILISER AVEC LES PAILLIS?

- Type de paillis
- Broyat branche
  - Feuilles caduques
  - Foin ensilé
  - Paille
  - Temoin

## Teneur en nitrate dans le sol (0-15 cm)



# FERTILISER AVEC LES PAILLIS?



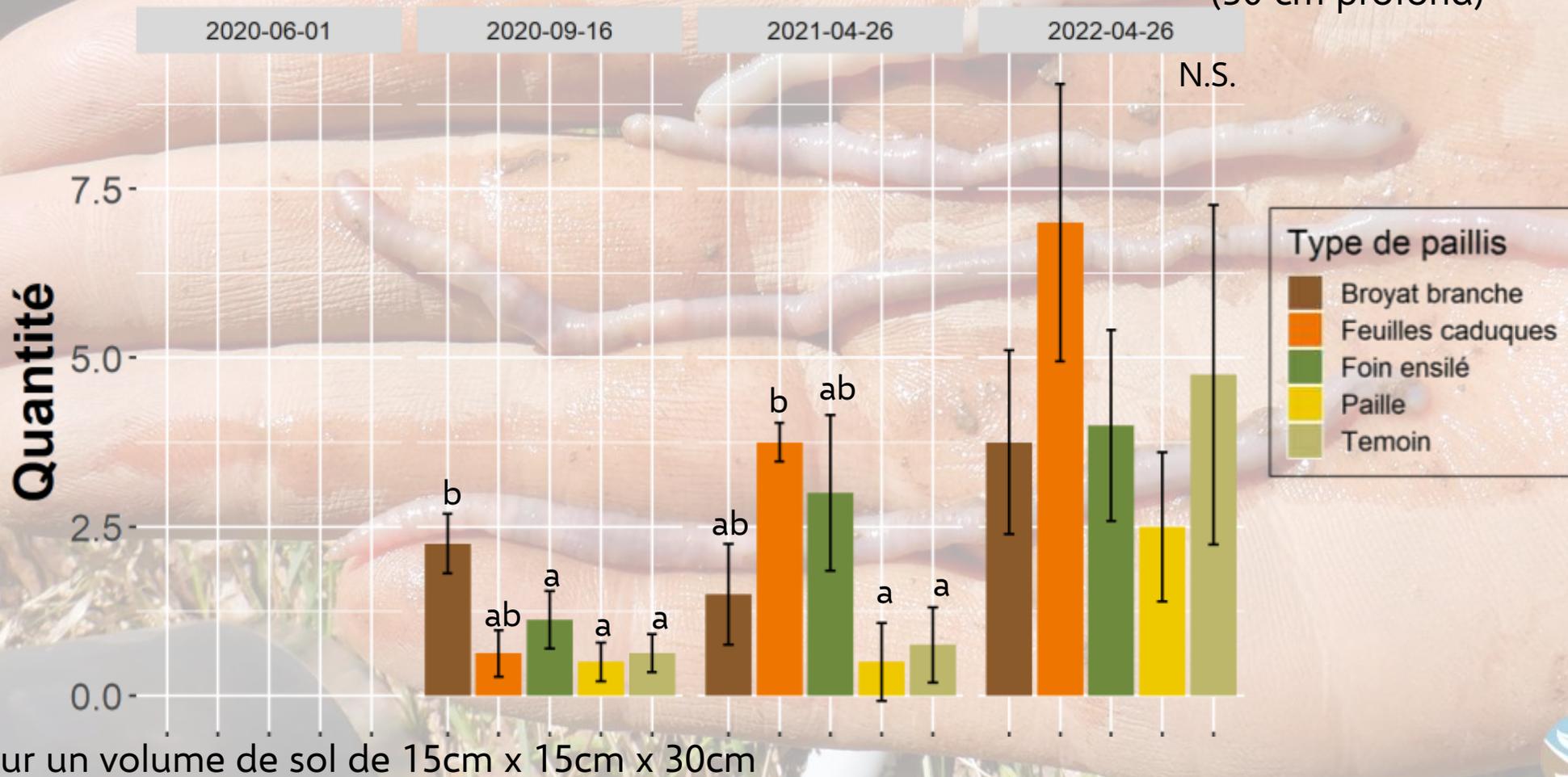
- Décomposition du résidu: incorporé > surface
- Accumulation de nitrate dans le sol causé par:
  - 1) Qualité et teneur en N des résidus;
  - 2) Positionnement des résidus.
- En surface: moins d'immobilisation car les microorganismes n'ont pas accès au C du résidu
- ↗ risques de lessivage

Figures tirées de: Recous, 2020 et Coppens et al., 2007

# VERS DE TERRE

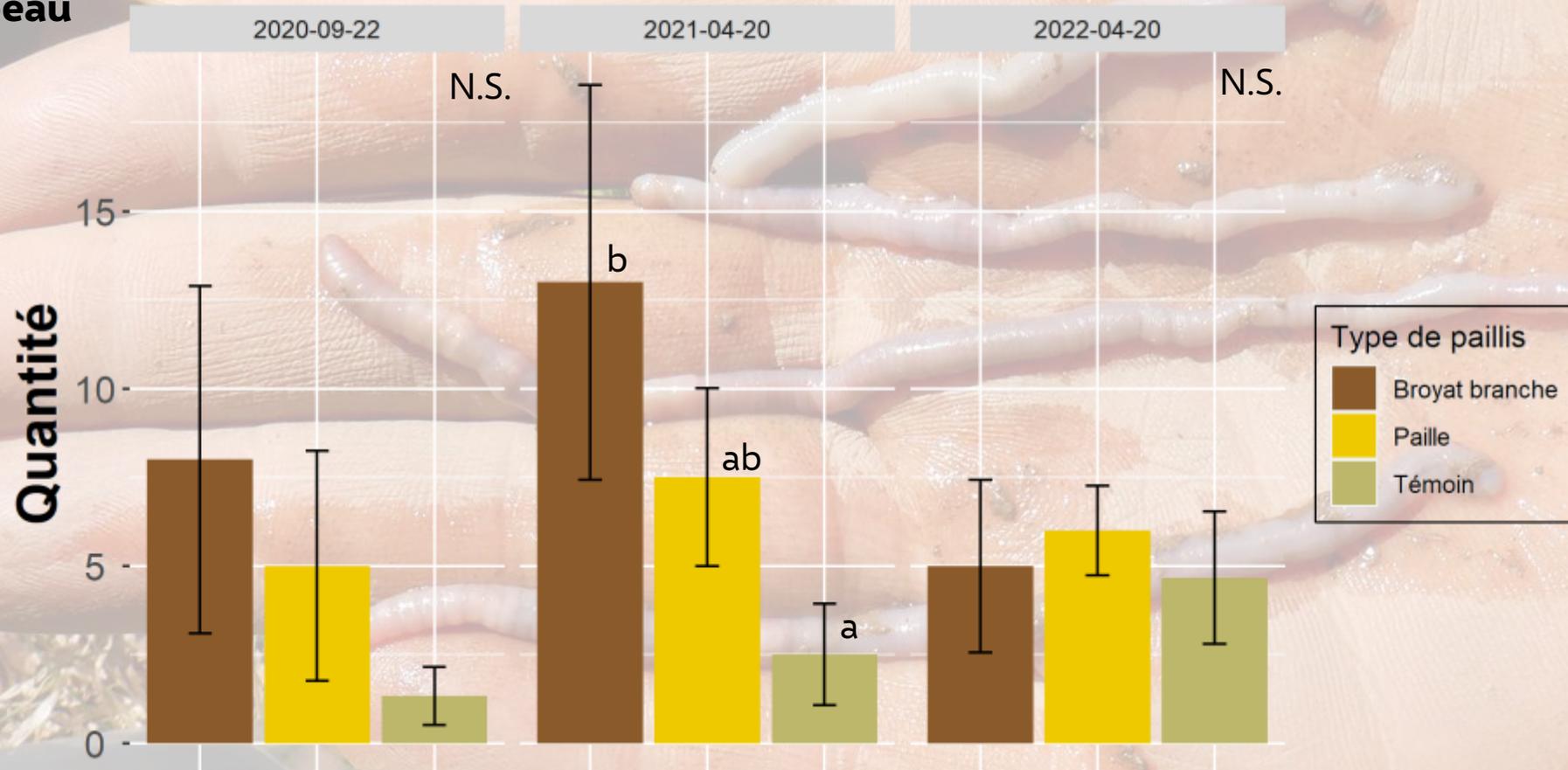
10 VDT/30cm<sup>2</sup> = 4,5M VDT /ha  
(30 cm profond)

INAB



# VERS DE TERRE

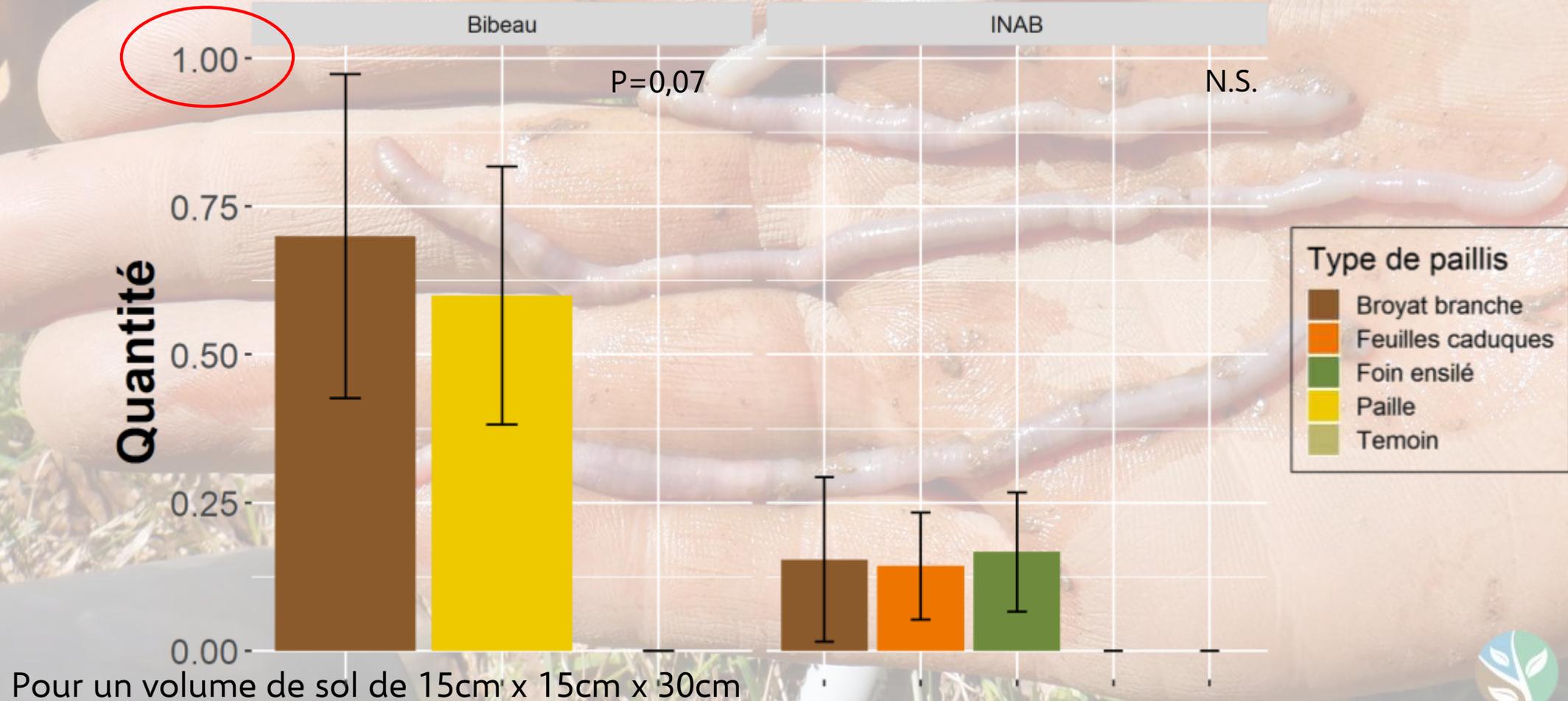
Bibeau



Pour un volume de sol de 15cm x 15cm x 30cm

# VERS DE TERRE

Moyenne du nombre de vers identifiés comme anécique et épi-anécique pour toutes les dates d'échantillonnage (2020-2022)



# FERME CROQUE-SAISONS

**Essai comparatif:** oignons sur paillis vs oignons avec travail de sol selon leur régie habituelle

- **Oignons paillés:** Poquet de 3 pl sur 4 rangs. Retour d'EV + paillis(paille) appliqué avant la transplantation
- **Oignons témoins:** transplants à racines nues individuels sur 3 rangs sol à nu (désherbage mécanique)

## Résultats:

- Temps de travail:
  - Transplantation: paillis > témoin
  - Désherbage: paillis = témoin (moins de MH dans paillis mais désherbage manuel)
- Au printemps les oignons paillés étaient plus beaux
- Seulement 1 irrigation sur 2 pour les oignons paillés
- Rendement: paillis < témoin (paillis 60% du rend. Témoin)



# FERME VALLÉE DES PRAIRIES

Semis direct de carottes sous paillis de seigle

## Régie de culture:

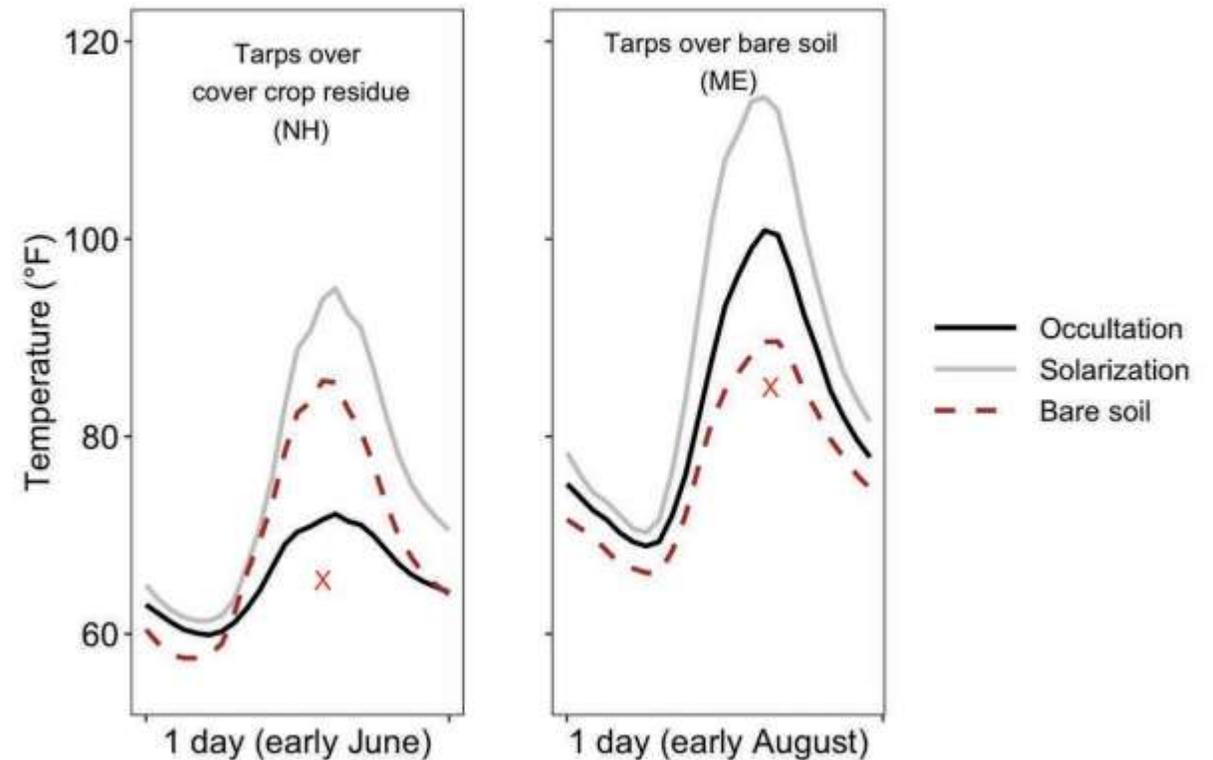
- Semis à la volée (à la main) dans un EV de seigle d'automne encore debout, au stade floraison du seigle.
- Broyage du seigle après le semis
- Contrôle moyen à bon des MH (seigle moins uniforme car semé au Great Plains plutôt qu'à la volée)
- Aimerais adapter le semoir Stanhay afin de pouvoir semer en bandes



# CONCLUSION ET SUITE

- Culture sous paillis et TSR: méthode intéressante lorsque l'azote n'est pas limité
- Paillis multicouches
  - Couche labile en dessous et carbonée au dessus
  - Paillis roulé + paille
- Développement d'itinéraires permettant le semis direct
- Gestion des CC avec l'occultation et la solarisation

## Solarisation



Tiré de Lounsbury et al., 2022

# Merci!

**Des questions?**

[Giard-laliberte.charlotte@cegepvicto.ca](mailto:Giard-laliberte.charlotte@cegepvicto.ca)

Ce projet a été financé par le programme d'aide à la recherche et au transfert volet innovation technologique du ministère de l'enseignement supérieur.

# RÉFÉRENCES

- Capowiez, Y., Cadoux, S., Bouchant, P., Ruy, S., Roger-Estrade, J., Richard, G., & Boizard, H. (2009). The effect of tillage type and cropping system on earthworm communities, macroporosity and water infiltration. *Soil and Tillage Research*, 105(2), 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.09.002>
- Coppens, F., Garnier, P., Findeling, A., Merckx, R., & Recous, S. (2007). Decomposition of mulched versus incorporated crop residues: Modelling with PASTIS clarifies interactions between residue quality and location. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(9), 2339–2350. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.04.005>
- Iqbal, A., Beaugrand, J., Garnier, P., & Recous, S. (2013). Tissue density determines the water storage characteristics of crop residues. *Plant and Soil*, 367(1–2), 285–299. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1460-8>
- Liu, X., Wu, X., Liang, G., Zheng, F., Zhang, M., & Li, S. (2021). A global meta-analysis of the impacts of no-tillage on soil aggregation and aggregate-associated organic carbon. *Land Degradation and Development*, 32(18), 5292–5305. <https://doi.org/10.1002/ldr.4109>
- Recous, S. 2020. Quels rôles ont les paillis végétaux de surface sur les cycles du carbone et de l'azote dans le sol? Webinaire AFES. 16 Janvier 2020. Disponible en ligne.
- Zuber, S. M., & Villamil, M. B. (2016). Meta-analysis approach to assess effect of tillage on microbial biomass and enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*, 97, 176–187. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.03.011>

# BIODIVERSITÉ ET PRÉDATEURS

