

4ème Séminaire d'Écotoxicologie de l'INRA
Saint Lager, 7-9 novembre 2011



Nécessité d'essais à long terme pour évaluer l'impact des systèmes de culture sur les vers de terre.

Céline PELOSI

Responsable de l'essai : Michel Bertrand (INRA Grignon)

Equipe PESSAC : N. Cheviron, G. Delarue, M. Hedde, C. Marraud, J.P. Pétraud, A. Trouvé



Physicochimie et Ecotoxicologie des SolS
d'Agrosystèmes Contaminés



Contexte

Perte de biodiversité due à l'intensification des pratiques agricoles

=> mise en place de **nouveaux systèmes de culture.**



impact de ces systèmes 'alternatifs' sur la biodiversité?



Intérêts et fonctions des vers de terre

- Essentiel de la **biomasse vivante du sol**



Intérêts et fonctions des vers de terre

- Essentiel de la **biomasse vivante du sol**



- **Importance des fonctions agroécologiques** : comportement alimentaire et fouisseur => rôle sur l'évolution

→ de la structure du sol

→ de la matière organique

⇒ **Rôle central dans le fonctionnement de l'agrosystème**



Intérêts et fonctions des vers de terre



- Essentiel de la **biomasse vivante du sol**

- **Importance des fonctions agroécologiques** : comportement alimentaire et fouisseur => rôle sur l'évolution

→ de la structure du sol

→ de la matière organique

⇒ **Rôle central dans le fonctionnement de l'agrosystème**



- **Indicateurs biologiques** de la qualité du sol et de l'impact environnemental des SdC (Fragoso, 1997; Paoletti, 1999).



3 catégories écologiques

(caractéristiques morphologiques et comportementales - Bouché, 1972) .



<http://www.extension.umn.edu/yardandgarden/YGLNews/redworm.html>

Epigés : petits, colorés, litière de surface



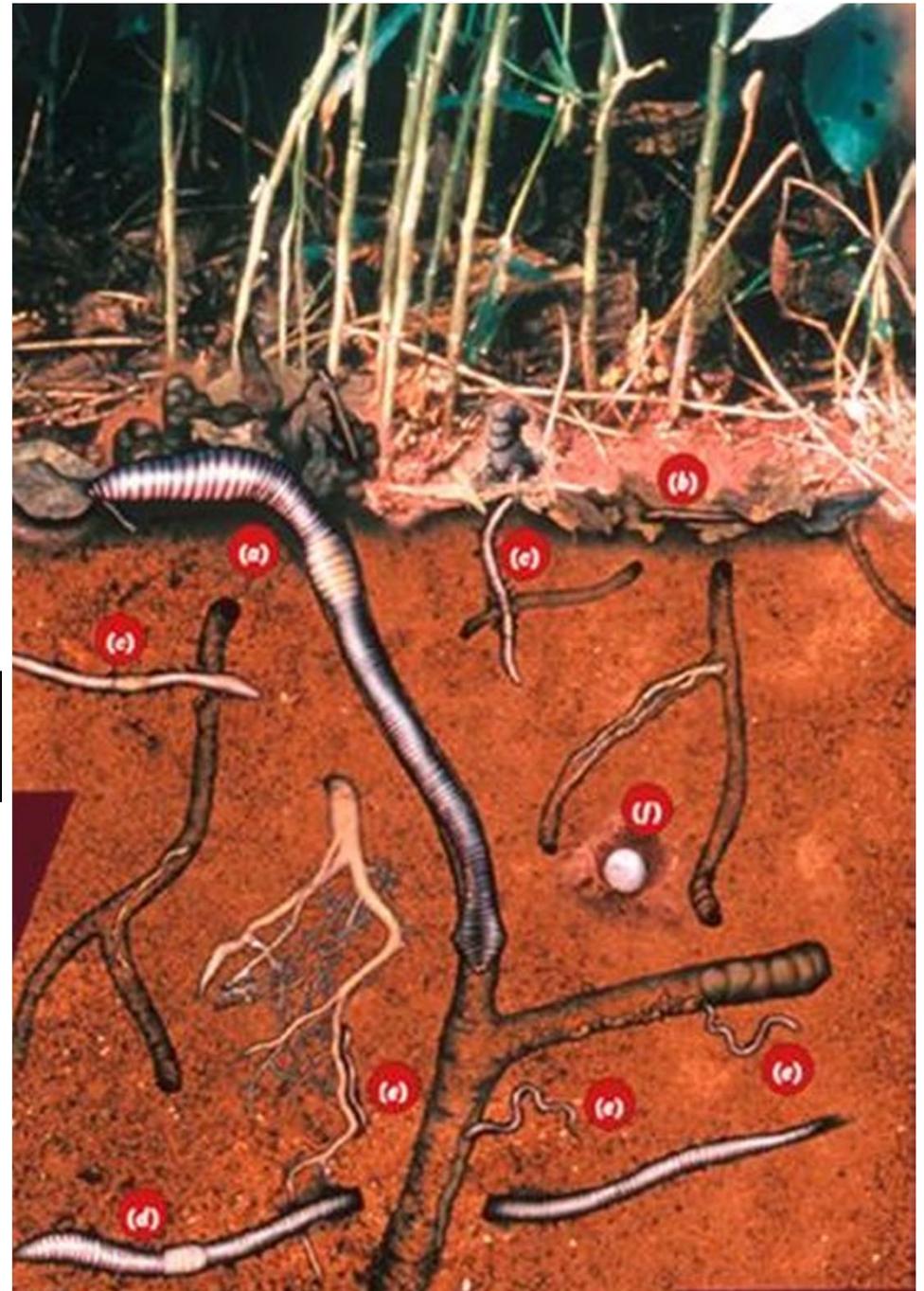
Credit as © Amy Stewart

Endogés : taille moyenne, apigmentés, sol



Credit as © Amy Stewart

Anéciques : taille importante, colorés, sol (galeries sub/verticales)



L'essai : effets des systèmes de culture – La Cage, Versailles

Système de culture	Sous Couvert Végétal vivant permanent (trèfle, lotier)	Biologique	Conventionnel
Travail du sol	Sans	3 ans sur 4	3 ans sur 4
Production biomasse végétale	++	+	+++
Utilisation pesticides (Pas d'insecticides)	++	Sans	+++



**Essai de
longue
durée
(1997)**

Matériel et méthodes

- Densité, biomasse et diversité de vers de terre
- 1 prélèvement/an sur blé
- Fin automne en 2005, 2006 et 2007 et début printemps en 2011

Matériel et méthodes

- Densité, biomasse et diversité de vers de terre
- 1 prélèvement/an sur blé
- Fin automne en 2005, 2006 et 2007 et début printemps en 2011
- 3 systèmes de culture, 2 réplicats/système, 5 pseudo-réplicats
- Échantillonnage des vers de terre :

Extraction chimique + tri manuel sur 40x40x20 cm

(Allyl isothiocyanate)



Hypothèses

- Effets bénéfiques du non travail du sol et de la couverture végétale contrebalancés par les apports de pesticides.

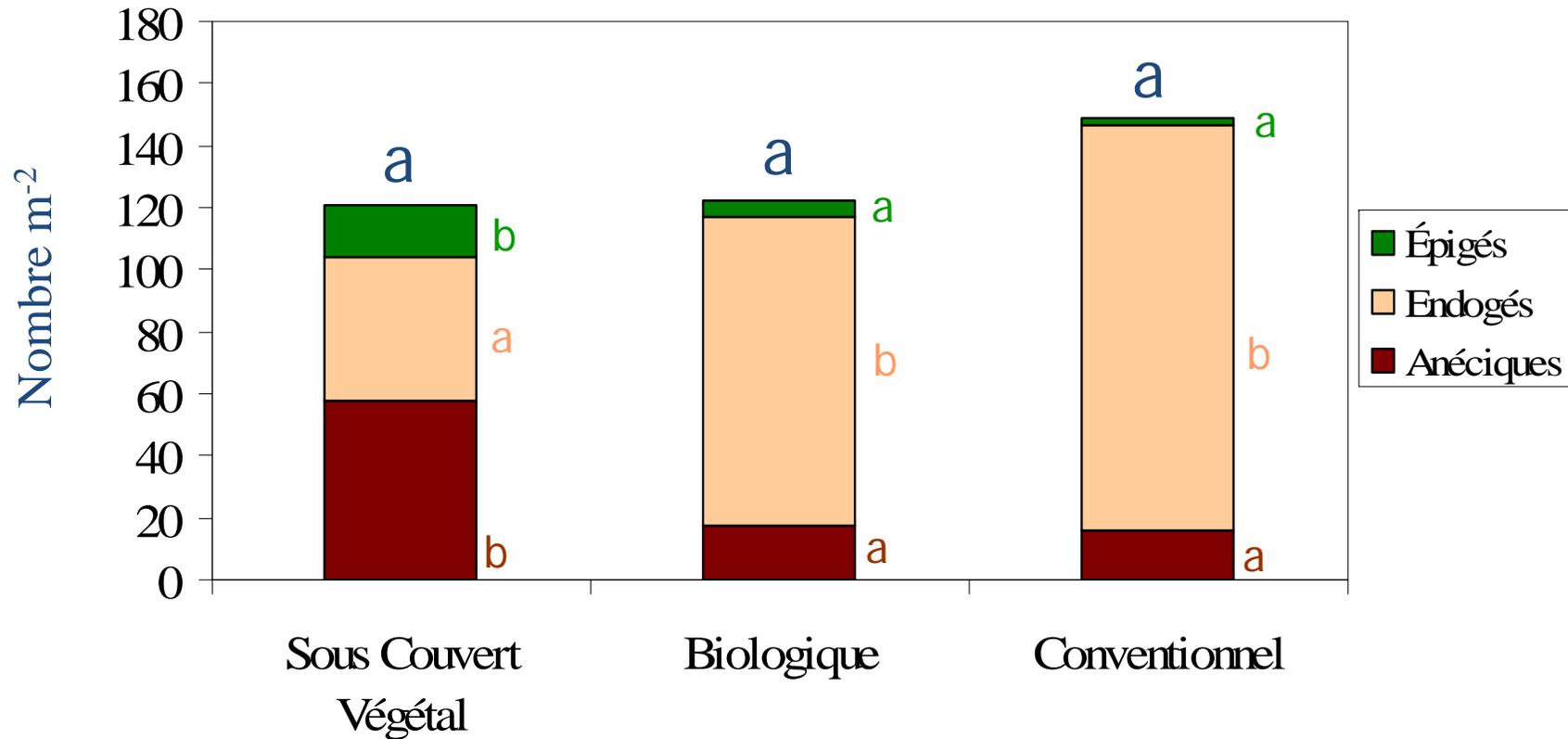
Hypothèses

- Effets bénéfiques du non travail du sol et de la couverture végétale contrebalancés par les apports de pesticides.
- Biologique > conventionnel dû à l'absence de pesticides.

Hypothèses

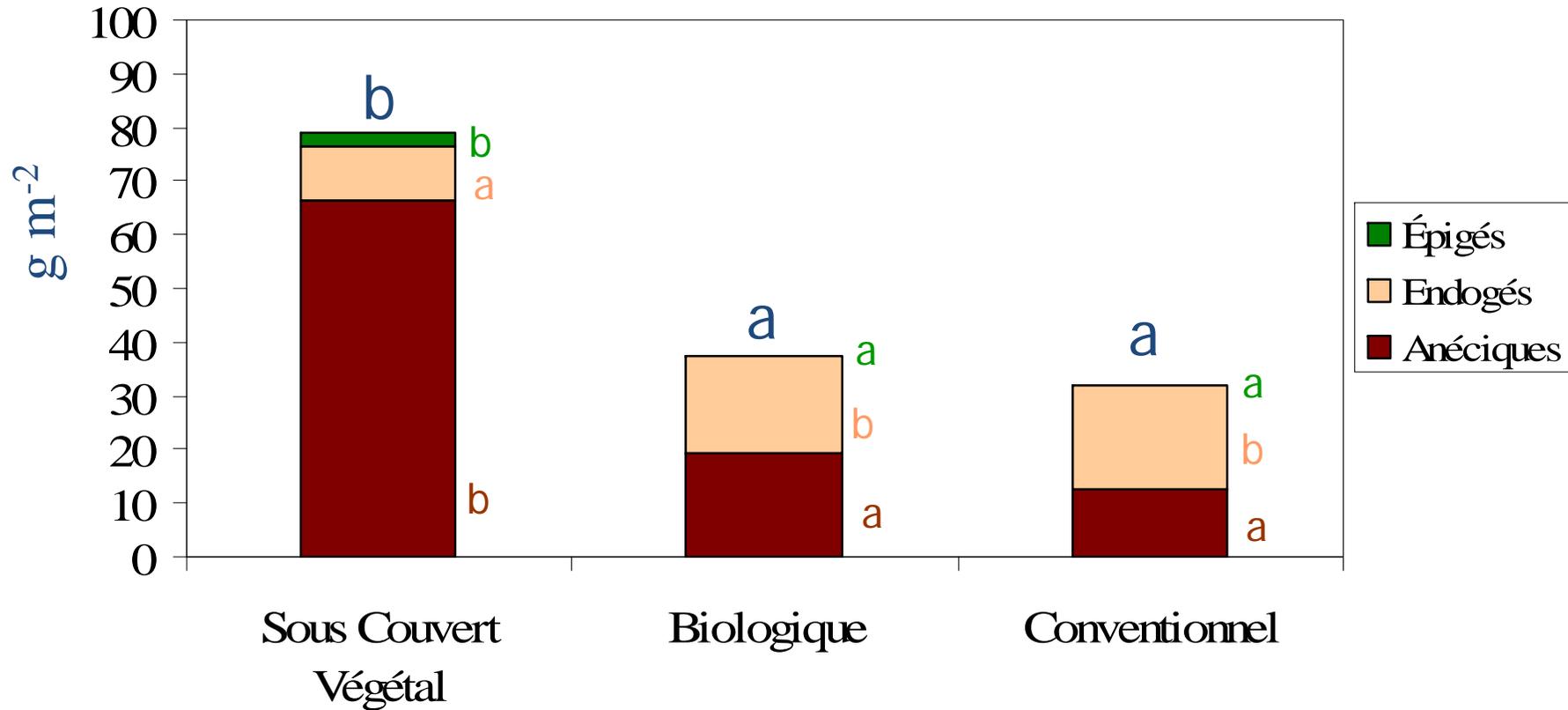
- Effets bénéfiques du non travail du sol et de la couverture végétale contrebalancés par les apports de pesticides.
- Biologique > conventionnel dû à l'absence de pesticides.
- Effets des SdC sur les communautés de vers de terre observés en 2005-2007 se retrouvent en 2011.

Résultats 2005-2007 - Densité



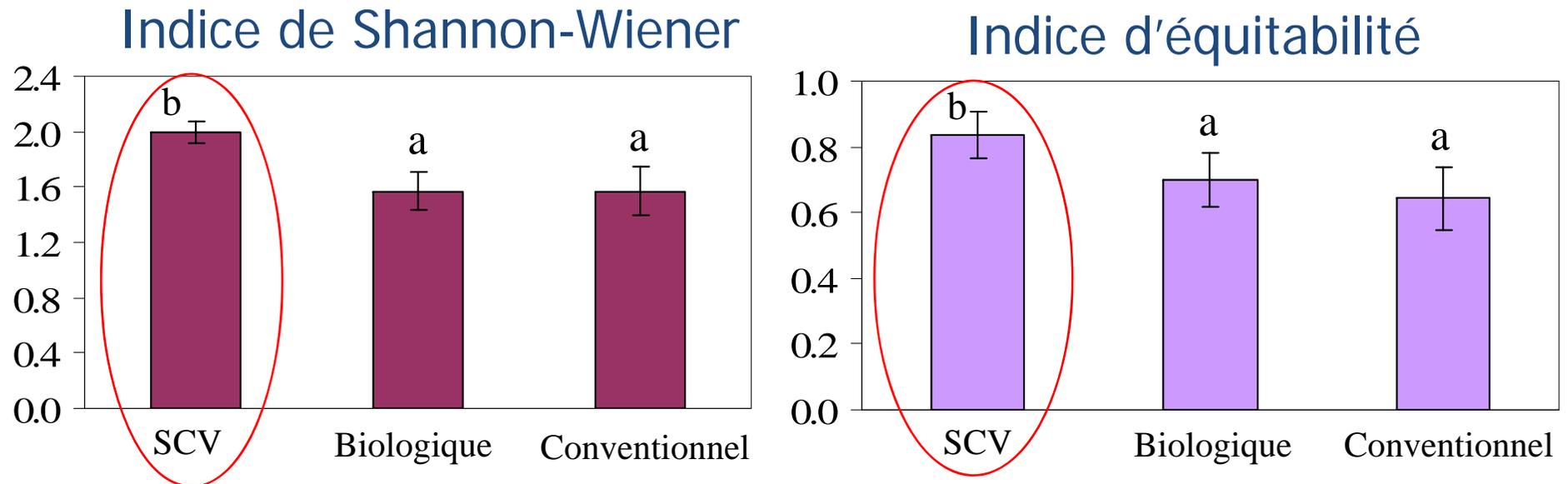
=> Pas de différences de densité totale
=> Différence de composition en groupes fonctionnels

Résultats 2005-2007 - Biomasse



=> Biomasse totale : SCV > conventionnel = biologique

Résultats 2005-2007 - Diversité



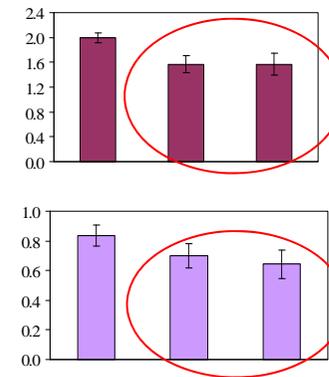
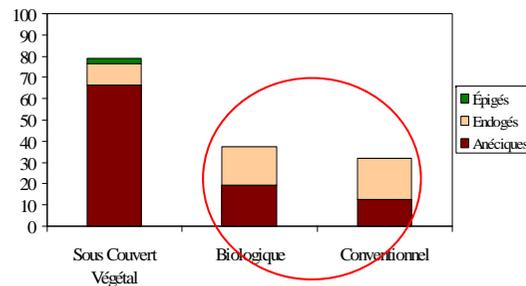
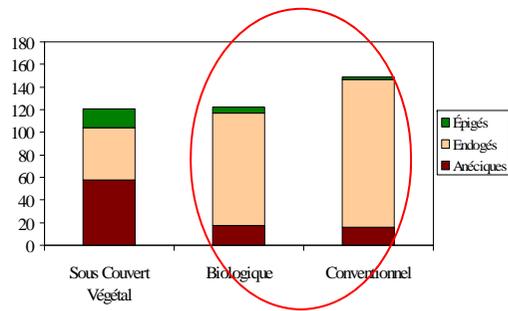
=> Indices de diversité : SCV > conventionnel = biologique
Meilleure répartition des individus dans les différentes espèces

Résumé 2005-2007

- **Systemes de culture :**

- SCV > conventionnel (biomasse et diversité)

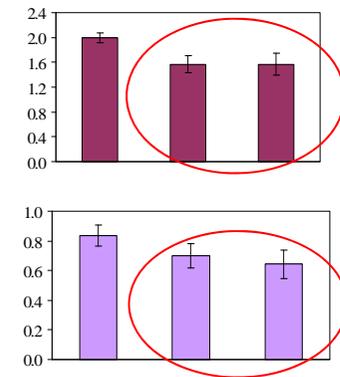
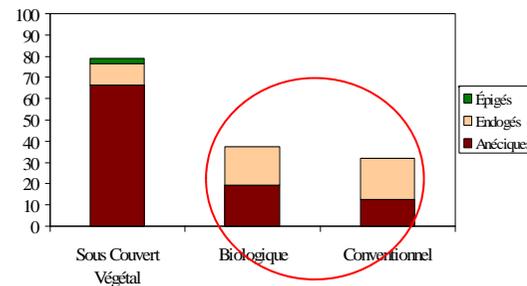
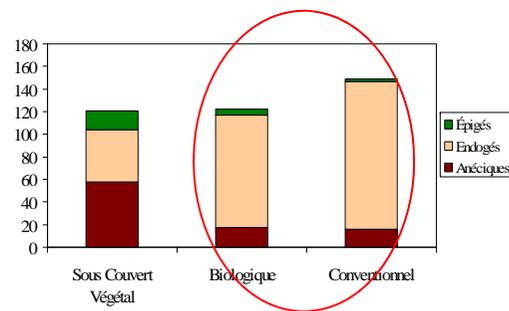
- systeme biologique = conventionnel



Résumé 2005-2007

- **Systemes de culture :**

- SCV > conventionnel (biomasse et diversité)
- systeme biologique = conventionnel



- **Facteurs :** travail du sol et disponibilité en matière organique > application de pesticides.

Conclusion 2005-2007

- **Travail du sol affecte les vers les plus gros**
 - effets mécaniques
 - perturbation de l'habitat
 - exposition à la prédation



Conclusion 2005-2007

- **Travail du sol affecte les vers les plus gros**
 - effets mécaniques
 - perturbation de l'habitat
 - exposition à la prédation



 Travail du sol peut, dans certains cas, **favoriser les vers vivant à quelques cm de profondeur** (endogés, anéciques juvéniles) dû **enfouissement des résidus de culture.**

Conclusion 2005-2007



- **Travail du sol** affecte les vers les plus gros
 - effets mécaniques
 - perturbation de l'habitat
 - exposition à la prédation



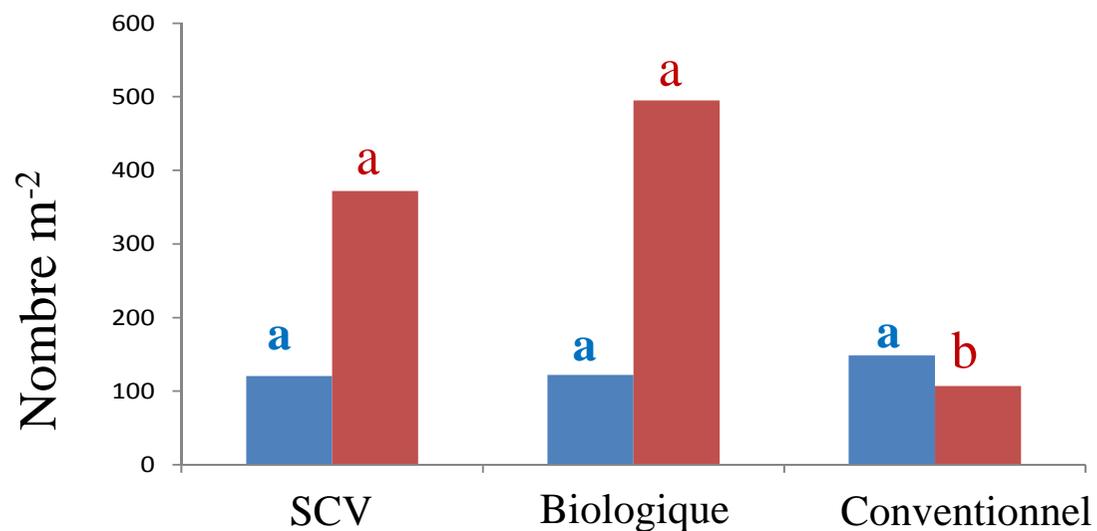
 Travail du sol peut, dans certains cas, favoriser les vers vivant à quelques cm de profondeur (endogés, anéciques juvéniles) dû enfouissement des résidus de culture.

- **Pesticides** : nuisibilité dépend de la période, du type, de la fréquence et de l'intensité d'application, de la matière active, du comportement des vers de terre et des conditions climatiques.

Résultats 2011

2005-2007

2011



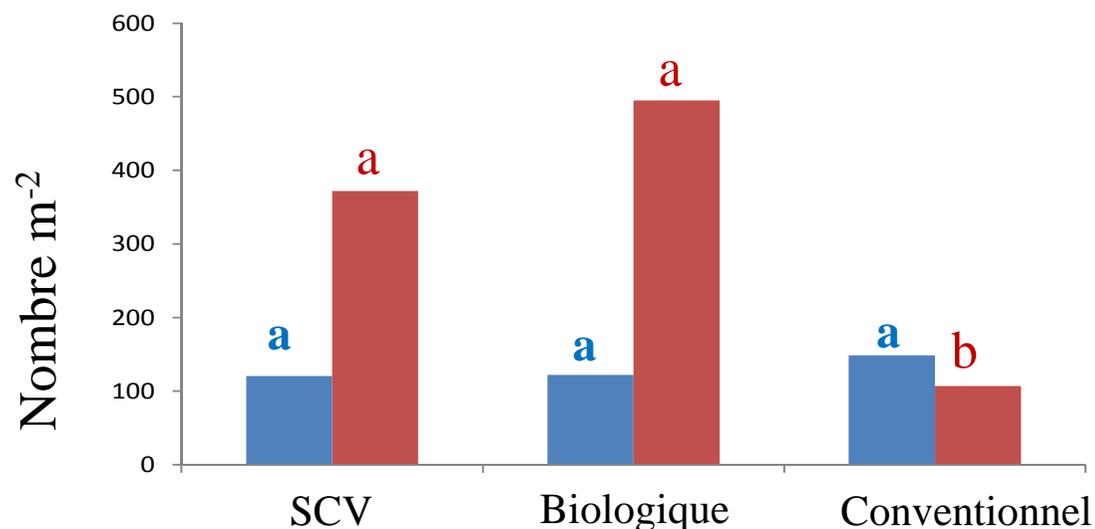
Densité x 3 en SCV
et x 4 en BIO

surtout dû aux épigés (x 10 en SCV
et x 20 en BIO)

Résultats 2011

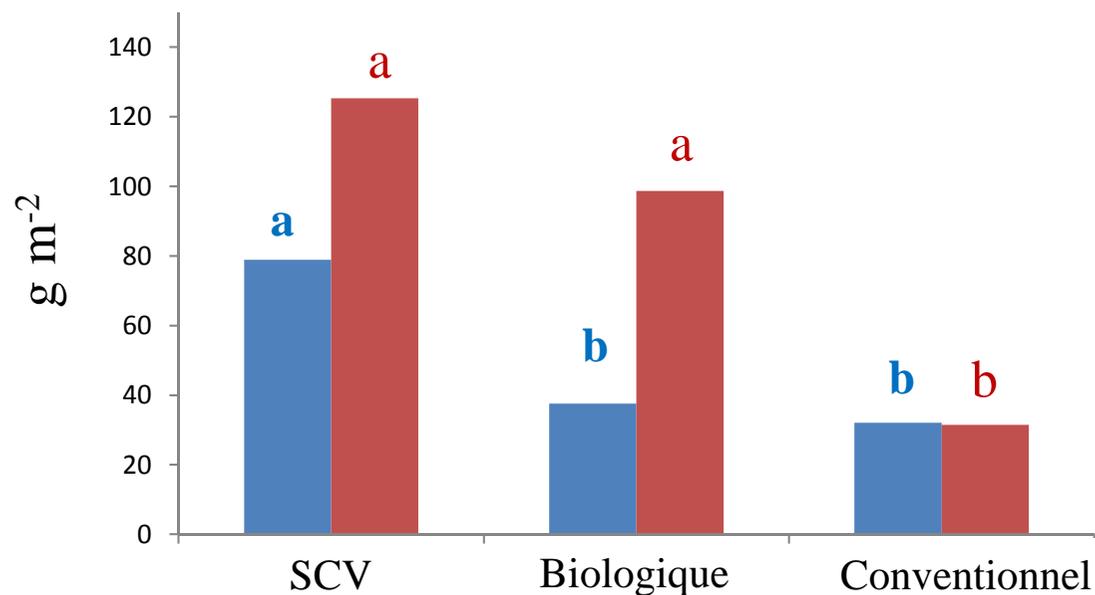
2005-2007

2011



Densité x 3 en SCV
et x 4 en BIO

surtout dû aux épigés (x 10 en SCV
et x 20 en BIO)



Biomasse x 1,6 en SCV,
(dû endogés x 3 et épigés x 6)

et x 2,6 en BIO
(dû anéciques x 3,6 et épigés x 17)

Résumé 2005-2007 / 2011

- CONV : pas d'évolution densité et biomasse entre 2005-2007 et 2011
- Indices de diversité ont augmenté en CONV et BIO
- Evolution importante en SCV et BIO
- BIO pas différent du SCV en densité et biomasse en 2011

Résumé 2005-2007 / 2011

- CONV : pas d'évolution densité et biomasse entre 2005-2007 et 2011
- Indices de diversité ont augmenté en CONV et BIO
- Evolution importante en SCV et BIO
- BIO pas différent du SCV en densité et biomasse en 2011

Hypothèses :

- 2 ans de **luzerne** en BIO...mais idem en 2005.

Résumé 2005-2007 / 2011

- CONV : pas d'évolution densité et biomasse entre 2005-2007 et 2011
- Indices de diversité ont augmenté en CONV et BIO
- Evolution importante en SCV et BIO
- BIO pas différent du SCV en densité et biomasse en 2011

Hypothèses :

- 2 ans de **luzerne** en BIO...mais idem en 2005.
- **Éclosion précoce** des cocons en BIO => échantillonnage octobre 2011.



Résumé 2005-2007 / 2011

- CONV : pas d'évolution densité et biomasse entre 2005-2007 et 2011
- Indices de diversité ont augmenté en CONV et BIO
- Evolution importante en SCV et BIO
- BIO pas différent du SCV en densité et biomasse en 2011

Hypothèses :

- 2 ans de **luzerne** en BIO...mais idem en 2005.
- **Éclosion précoce** des cocons en BIO => échantillonnage octobre 2011.
- **Effet négatif pesticides appliqués avant la mise en place de l'essai**, en BIO
 - ❖ Plus toxiques, plus persistants, plus fréquemment appliqués, plus forte doses qu'aujourd'hui.



Résumé 2005-2007 / 2011

- CONV : pas d'évolution densité et biomasse entre 2005-2007 et 2011
- Indices de diversité ont augmenté en CONV et BIO
- Evolution importante en SCV et BIO
- BIO pas différent du SCV en densité et biomasse en 2011



Hypothèses :

- 2 ans de **luzerne** en BIO...mais idem en 2005.
- **Éclosion précoce** des cocons en BIO => échantillonnage octobre 2011.
- **Effet négatif pesticides appliqués avant la mise en place de l'essai**, en BIO
 - ❖ Plus toxiques, plus persistants, plus fréquemment appliqués, plus forte doses qu'aujourd'hui.
 - ❖ Produits de dégradation (parfois plus néfastes que molécules d'origine) (Sinclair et Boxall, 2003 ; Gasser et al., 2007).

Résumé 2005-2007 / 2011

- CONV : pas d'évolution densité et biomasse entre 2005-2007 et 2011
- Indices de diversité ont augmenté en CONV et BIO
- Evolution importante en SCV et BIO
- BIO pas différent du SCV en densité et biomasse en 2011



Hypothèses :

- 2 ans de **luzerne** en BIO...mais idem en 2005.
- **Éclosion précoce** des cocons en BIO => échantillonnage octobre 2011.
- **Effet négatif pesticides appliqués avant la mise en place de l'essai**, en BIO
 - ❖ Plus toxiques, plus persistants, plus fréquemment appliqués, plus forte doses qu'aujourd'hui.
 - ❖ Produits de dégradation (parfois plus néfastes que molécules d'origine) (Sinclair et Boxall, 2003 ; Gasser et al., 2007).
 - ❖ Effet retard de résidus liés de pesticides (Doublet et al. 2009 ; Lerch et al., 2009).

Résumé 2005-2007 / 2011

- CONV : pas d'évolution densité et biomasse entre 2005-2007 et 2011
- Indices de diversité ont augmenté en CONV et BIO
- Evolution importante en SCV et BIO
- BIO pas différent du SCV en densité et biomasse en 2011



Hypothèses :

- 2 ans de **luzerne** en BIO...mais idem en 2005.
- **Éclosion précoce** des cocons en BIO => échantillonnage octobre 2011.
- **Effet négatif pesticides appliqués avant la mise en place de l'essai**, en BIO
 - ❖ Plus toxiques, plus persistants, plus fréquemment appliqués, plus forte doses qu'aujourd'hui.
 - ❖ Produits de dégradation (parfois plus néfastes que molécules d'origine) (Sinclair et Boxall, 2003 ; Gasser et al., 2007).
 - ❖ Effet retard de résidus liés de pesticides (Doublet et al. 2009 ; Lerch et al., 2009).
 - ❖ Labo : peu d'effet sur mortalité mais impactent croissance et fécondité (Mosleh et al., 2003 ; Yasmin et D'Souza, 2007) => effet sur dynamique des populations (long terme).

Conclusion

Période de transition de plusieurs années pour passer d'un système conventionnel à un système alternatif, durant lequel le système va vers un état d'équilibre (Tebrügge et Düring, 1999).

=> Résultats contrastés littérature ? (Hole et al., 2005).



Conclusion

Période de transition de plusieurs années pour passer d'un système conventionnel à un système alternatif, durant lequel le système va vers un état d'équilibre (Tebrügge et Düring, 1999).

=> Résultats contrastés littérature ? (Hole et al., 2005).

Arrêt labour : effet rapide sur les communautés (effet sur survie).

Arrêt produits phytosanitaires : plus long à mettre en évidence...



Conclusion

Période de transition de plusieurs années pour passer d'un système conventionnel à un système alternatif, durant lequel le système va vers un état d'équilibre (Tebrügge et Düring, 1999).

=> Résultats contrastés littérature ? (Hole et al., 2005).

Arrêt labour : effet rapide sur les communautés (effet sur survie).

Arrêt produits phytosanitaires : plus long à mettre en évidence...

=> Intérêt d'**essai à longs termes** pour évaluer l'impact de SdC alternatifs sur la biodiversité.





Merci de votre attention



Système de culture	Sous Couvert Végétal	Biologique	Conventionnel
Labour	Pas	Tous les ans (sauf après légumineuse)	Tous les ans (sauf après légumineuse)
Production biomasse végétale	++	+	+++
Utilisation pesticides	++	0	+++
Rotation de cultures	Pois, blé, maïs, blé	Colza, blé, pois, blé, luzerne, blé	Colza, blé, pois, blé
Rendement (moyenne des 5 dernières années) (tonnes/ha)	6,9	5,6	8,9
Argile (g kg ⁻¹)	163,8	173,5	179,5
Limon (g kg ⁻¹)	531,0	604,5	629,8
Sable (g kg ⁻¹)	305,5	224,0	215,5
Matière organique (g kg ⁻¹)	21,7	16,5	17,3
CaCO ₃ (g kg ⁻¹)	0,9	0,9	0,9
Rapport C/N	11,2	10,6	10,6
pH	7,0	7,3	7,4

Cropping system		Conventional			Living mulch			Organic		
Year		2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
Preceding crop		Oilseed rape	Pea	Pea	Maize	Pea	Wheat	Lucerne	Oilseed rape	Oilseed rape
Permanent plant cover		-	-	-	White clover	Bird's-foot trefoil	None	-	-	-
Fertilisers (kg ha ⁻¹)	N	181	181	208	152	151	157	0	0	0
	P ₂ O ₅	0	75	0	0	50	0	0	0	0
	K ₂ O	0	75	0	0	50	0	0	0	0
Pesticides (number of treatments)	Herbicide*	2	2	3	2	3	4	0	0	0
	Fungicide**	3	2	2	1	0	1	0	0	0
	Molluscide***	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	Insecticide	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soil tillage (number of passages)	Crushing	2	0	1	0	1	0	0	1	1
	Ploughing (autumn)	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	Stubble ploughing	0	3	2	0	0	0	0	3	4
	Harrowing	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	Hoeing	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Rolling	0	0	0	0	0	1	0	0	0

* CONV : clopyralid, 2,4-MCPA, diflufenicanil, chlortoluron, glyphosate, isoproturon, mesosulphuron- and iodosulphuron-methylsodium.

SCV : metsulphuron methyl, mesosulphuron- and iodosulphuron-methyl-sodium, glyphosate, clodinafoppropargyl, cloquintocet-mexyl, amidosulphuron, diflufenicanil, ioxynil bromoxynil, fluroxypyr.

** CONV et SCV : epoxiconazole, fenpropimorphe, azoxystrobine, tebuconazole, bromuconazole.

*** SCV : metaldehyde.

Cropping system		Conventional	Living mulch	Organic	Integrated
Preceding crop		Pea	Wheat + lucerne	Lucerne	Pea
Permanent plant cover		-	Lucerne	-	-
Fertilisers (kg ha ⁻¹)	N	50	159	0	0
	P ₂ O ₅	44	0	0	44
	K ₂ O	48	0	0	48
Pesticides (number of treatments)	Herbicide*	3	3	0	4
	Fungicide**	3	0	0	0
	Molluscide	0	0	0	0
	Insecticide***	1	0	0	1
Soil tillage (number of passages)	Crushing	0	1	4	0
	Ploughing (autumn)	0	0	1	0
	Stubble ploughing	2	0	0	2
	Harrowing	2	0	0	2
	Hoeing	0	0	0	0
	Rolling	1	0	0	1

* CONV : diflufenicanil, isoproturon, glyphosate, acclonifen, imazamox, pendimethaline.

SCV : mesosulphuron- and iodosulphuron-methyl-sodium, isoproturon, cycloxydime.

(INT : imazamox, pendimethaline, acclonifen, glyphosate, diflufenicanil, ioxynil, bromoxynil, diquat).

** azoxystrobine.

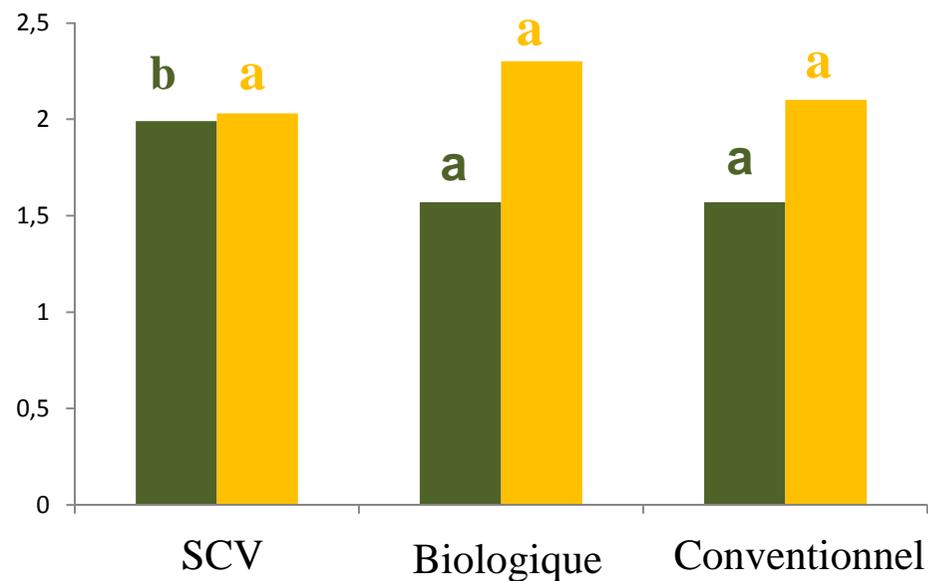
*** lambda cyhalothrine, pyrimicarbe.

Résultats 2011

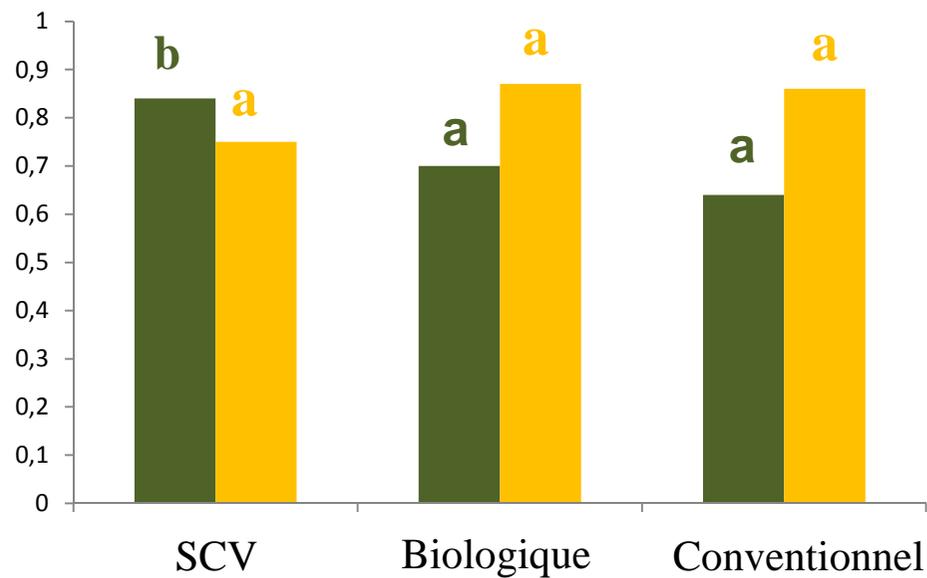
2005-2007

2011

Shannon-Wiener



Équitabilité



ECOLOGICAL GROUPS (Bouché)

Morphological and behavioural criteria

	Epigeics	Endogeics	Anecics
Size	Little (1-5 cm)	Little to medium (1-20 cm)	Medium to big (10-110 cm)
Pigmentation	Coloured (dark)	Not coloured (pink, white)	Coloured (red-brown)
Habitat	Litter (or topsoil)	Soil	Deep permanent burrows
Food	OM few broken down	OM +/- broken down in soil	OM few broken down litter + soil
Effects	OM fractionning Dig a few or no burrows	Temporary and (sub-) horizontal burrows, many ramifications	Mix organic and mineral matters, permanent and (sub-) vertical burrows, open at the surface, casts at soil surface



<http://www.extension.umn.edu/yardandgarden/YGLNews/redworm.html>



Credit as © Amy Stewart



Credit as © Amy Stewart