



Comment intégrer les cultures de couverture dans la rotation

**Sylvie Thibaudeau, agr. M.Sc.
CCAÉ du Bassin la Guerre**

Pourquoi semer des cultures de
couverture?

Réduction de l'érosion



Mobilisation d'éléments fertilisants par des cultures de couverture

Culture de couverture	Mobilisation dans 1000 kg de matière sèche		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Avoine	30	7	45
Radis fourrager	28	6	37
Ray-grass	23	5	36
Sarrasin	19	11	25
Vesce velue	37	7	31

Amélioration de la structure et de la fertilité du sol



No lab Champ # Paramètres	SO-0272446 S,1	SO-0272447 S,2	SO-0272448 S,3	SO-0272449 16,1	SO-0272450 16,2	SO-0272451 16,3
pH (pH eau-AEL-I-CHI-008)	6,5	6,6	7,2	7,3	7,1	7,7
pH tampon (pH tampon-AEL-I-CHI-009)	6,7	7,2	7,2	7,3	7,2	7,7
Besoin en chaux (t/ha), IVA: 100%, pH visé: 6.5	1,8					
Matière organique (%) Incinération, AEL-I-CHI-007	4,8	4,9	6,1	6,3	22,5	5,2
P (kg/ha) ICP, AEL-I-CHI-005	98	49	100	75	90	88
K	500	409	526	382	421	561

Cesser de réduire la fertilité d'un sol à la fertilisation.

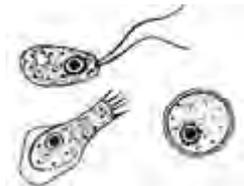
Saturation en Ca (%)	58	70	72	83	78	90
Saturation en Mg (%)	17,1	16,1	17,3	9,9	13,8	7,4
Mn (ppm) ICP, AEL-I-CHI-006	32,0	36,9	55,1	20,1	15,0	29,2
Cu (ppm) ICP, AEL-I-CHI-006	1,6	1,5	4,5	4,1	4,1	5,0
Zn (ppm) ICP, AEL-I-CHI-006	2,5	2,0	4,4	3,9	7,7	2,2
Bore (ppm) ICP, (bore Mehlich)	0,4	0,5	1,4	1,7	2,0	1,9
Densité Estimée g/cm ³	1,08	1,10	1,04	1,06	0,82	1,04

“Au moins un quart de la biodiversité de la planète vit sous terre”



5 millions d'organismes vivants dans 1 gramme de sol

1/4



Rhizoplane: 25-45 X 100 millions



Rhizoplane: 25-45 X 100 millions

Rhizosphère: 5-35 X 100 millions



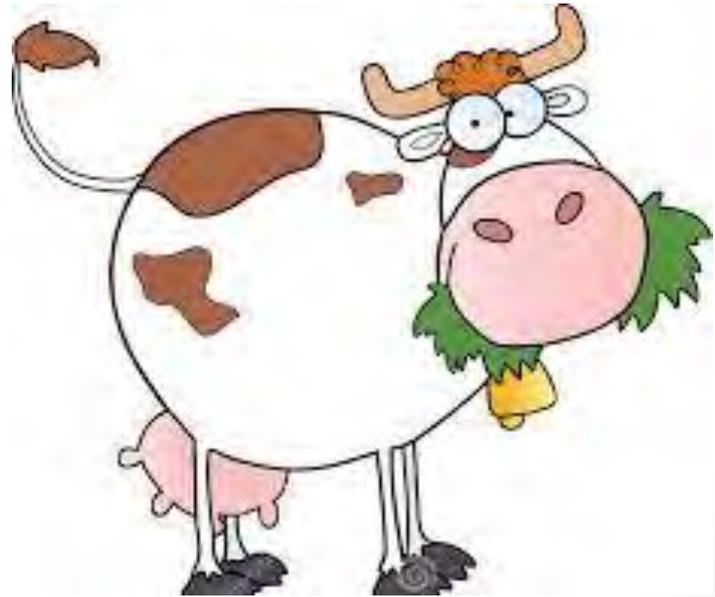
Rhizoplane: 25-45 X 100 millions
Rhizosphère: 5-35 X 100 millions
Sol environnant: 1-2 X 100 millions



RACINES et MICROORGANISMES

- Zone à « haute densité » de microorganismes
- **Milieu riche.**

Analogie avec la microflore
intestinale des animaux.





Moutarde



Pois fourrager



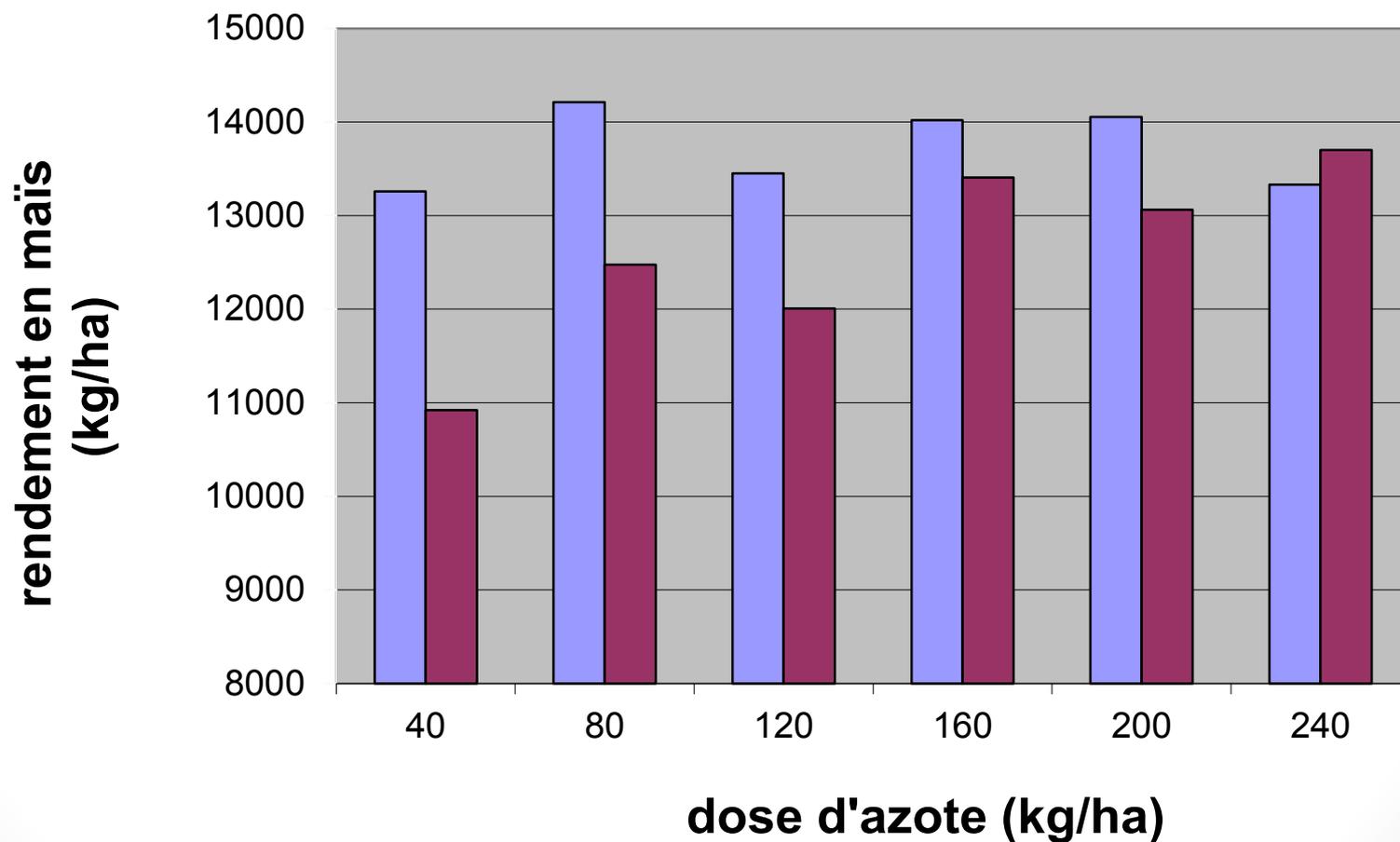
Coût semences:

Pois 118 \$/ha

Moutarde 20 \$/ha

■ Maïs, retour pois

■ Maïs, retour moutarde



- **Augmentation de l'efficacité du système racinaire par les mycorhizes: prélèvement du P et de l'eau**



Comment les intégrer dans la rotation?

- OBJECTIF : coloniser le sol avec des racines pour en améliorer la « santé » et la productivité.
 - Cultures de couverture – fin de saison
 - Cultures intercalaires – durant la saison
 - Cultures de couverture de pleine saison
- Annuelles
- Bisannuelles
- Vivaces

Comment les intégrer dans la rotation?

- OBJECTIF : coloniser le sol avec des racines pour en améliorer la « santé » et la productivité.
 - Cultures de couverture – fin de saison
 - Cultures intercalaires – durant la saison
 - Cultures de couverture de pleine saison
- Annuelles
- Bisannuelles
- Vivaces

CRUCIFÈRES



- **Fort volume de végétation**
- **Semences peu coûteuses**
- **Système racinaire structurant**
- **Besoins importants en azote**
- **Semis à la volée possible**
- **Pas d'association avec les mycorhizes**
- **Produit des cyanides qui affectent microorganismes nuisibles**

Radis fourrager – Kale fourrager

« coup de cœur »



LÉGUMINEUSES

- Fixation d'azote
- Production de polysaccharides
- Décomposition rapide des résidus (C/N faible)
- Diversité d'espèces
- Projet 2015-2016: « *Implantation en dérobée de légumineuses annuelles dans les céréales* »

POIS FOURRAGERS



Pois fourrager - radis



Pois d'hiver

VESCES

Légumineuses agressives, fixent beaucoup azote
Système racinaire très développé en surface Stimulent
l'activité biologique du sol



Vesce velue



Vesce Cahaba



TRÈFLES ANNUELS



Trèfle incarnat



Trèfle d'Alexandrie



Autres « coup de cœur »

Phacélie

Famille des hydrophyllacées
Stimule activité biologique du sol
Semences dispendieuses



Féverole

**Fixation importante
d'azote**

Bonne biomasse

Racine très structurante

**Très grosses semences
et dispendieuses**



Sarrasin

Association avec les mycorhizes
Mobilise grandes quantités de P
Sensible au froid



Culture de couverture “tardives”







Pois d'hiver





Les mélanges

“Si l’on ensemence deux parcelles de terre identiques, l’une avec une seule espèce d’herbe, l’autre avec une variété de genres, on récolte dans la seconde une plus grande et plus riche quantité de foin”.

Charles Darwin, *L’origine des espèces*, 1859

Quelles associations faire?

- Identifier 3 caractéristiques recherchées
- Choisir des espèces aux formes complémentaires
- Choisir taux de semis

- Total de 3 à 5 espèces complémentaires
- Plus que 5 espèces: retour sur l'investissement incertain

Quelques exemples



Radis, kale, pois d'hiver et phacélie.



Tournesol, ray-grass, pois fourrager, phacélie, vesce commune, kale et avoine.

SEMIS À LA VOLÉE, À LA DÉFOLIATION DU SOYA



Graminées

Améliore la structure

Allélopathique

Contrôle mauvaises herbes

Augmente disponibilité Mn (avoine)



Comment les intégrer dans la rotation?

- OBJECTIF : coloniser le sol avec des racines pour en améliorer la « santé » et la productivité.
 - Cultures de couverture – fin de saison
 - Cultures intercalaires – durant la saison
 - Cultures de couverture de pleine saison
- Annuelles
- Bisannuelles
- Vivaces

TRÈFLES VIVACES – dans les céréales



Trèfle rouge semé en même temps que la céréale

- Ray-grass intercalaire dans le maïs :
 - bonne compatibilité avec le maïs ;
supporte bien l'ombre et sa croissance est ralentie lorsque la température atteint 22 à 25°C.

RAY-GRASS intercalaire dans le maïs



2243 kg/ha m.s. – 67 kg/ha N – 128 kg/ha K2O



Rendement en maïs-grain avec ray-grass intercalaire – projet Réseau Innovagrains

Avec ray-grass	Sans ray-grass	Sans ray-grass	Avec ray-grass	Avec ray-grass	Sans ray-grass
13657 kg/ha maïs	12681	12727	14160	13463	14035
+ 976 kg/ha (+ 8%)			+ 1433 kg/ha (+ 11%)	-572 kg/ha (- 4%)	
1137 kg/ha m.s. ray-grass			1005	879	

Semis avec épandeur à engrais traditionnel



Ferme Réal et Serges Lanciaux

23 juin 2011 (Maïs au stade 6-7 feuilles)



Semis avec épandeur à engrais traditionnel
Passages chevauchés + épandeur réglé 1/2 dose



Ferme Réal et Serges Lanciaux

21 octobre 2011



Ferme Ajiro, Huntingdon



Expo-champs 2012

Seigle d'automne

Améliore la structure
Allélopathique
Très bonne résistance au froid



Intercalaires “coup de coeur” dans le maïs

Pois fourrager

« Équivalent » azoté important
Forte association avec les mycorhizes



Trèfle incarnat

Trèfle bi-annuel
Climat frais
Résistant au froid



Trèfle d'Alexandrie

Trèfle annuel
Climat chaud
Sensible au froid



Phacélie

Famille des hydrophyllacées
Stimule activité biologique du sol
Semences dispendieuses



Vesce

Velue: bi-annuelle

Commune et Cahaba : annuelles

Effet structurant sur le sol



Sarrasin

Association avec les mycorhizes
Mobilise grandes quantités de P
Sensible au froid



Association avec les mycorhizes
Mobilise grandes quantités de P
Sensible au froid



Chia









Inter Seeder™









6 row InterSeeder - \$31999

InterSeeder w/ one applicator your choice - \$34499

InterSeeder w/ both applicators - \$35950

InterSeeder w/ both applicators and grain drill conversion - \$41950

Interseeders can be customized to the customer's choice for options. You can pick any option above. Applicators are liquid fertilizer and herbicide. Drill spacing is 7.5 inches. When you interseed, you will have 3 drill units between 30 inch corn rows. The 2 row unit weighs 2200lbs and is 5ft wide, the 4 row unit is 11ft wide and weighs 4400 lbs, and the 6 row unit is 16ft wide and weighs 5600lbs. Both units are semi-mount hitched to the tractor. The tractor requirement for the 2 row is 50-60 hp, the 4 row is 80-90 hp, and the 6 row 115-130 hp. A rear mounted legume seed box is an option for all units, a truck hitch is available for the four row unit. It takes 6 (approx.) weeks to build and can be delivered by truck freight to your location for additional fees.

Avantages du semis dans des sillons

1. Augmente la fenêtre pour les semis
2. Réduit la dépendance par rapport aux précipitations
3. Permet de diminuer le taux de semis
4. Permet un plus grand choix d'espèces (plus coûteuses et/ou plus exigeantes)
5. Peut contribuer au contrôle des mauvaises herbes

Rendements en maïs-grain (kg/ha) en 2015

Site Rendement maïs (kg/ha)	St-Urbain	Rigaud	Huntingdon	St-Édouard
<i>Trèfle d'Alexandrie</i>	15 145 ^{abc}	14 123 ^a	14 677 ^a	N/D
<i>Pois fourrager</i>	15 351 ^{abc}	13 038 ^{ab}	15 250 ^a	N/D
<i>Trèfle incarnat</i>	16 217 ^{ab}	12 674 ^b	15 238 ^a	N/D
<i>Phacélie</i>	14 921 ^{bc}	N/D	14 832 ^a	N/D
<i>Fenugrec</i>	14 452 ^c	12 880 ^b	14 588 ^a	N/D
<i>Vesce Cahaba</i>	16 541 ^a	13 274 ^{ab}	14 129 ^a	N/D
<i>Caméline ou chia*</i>	N/D	N/D	N/D	13 956
<i>Témoin</i>	14 785 ^c	12 846 ^b	15 030 ^a	13 844

Rendements en maïs-grain (kg/ha) en 2016



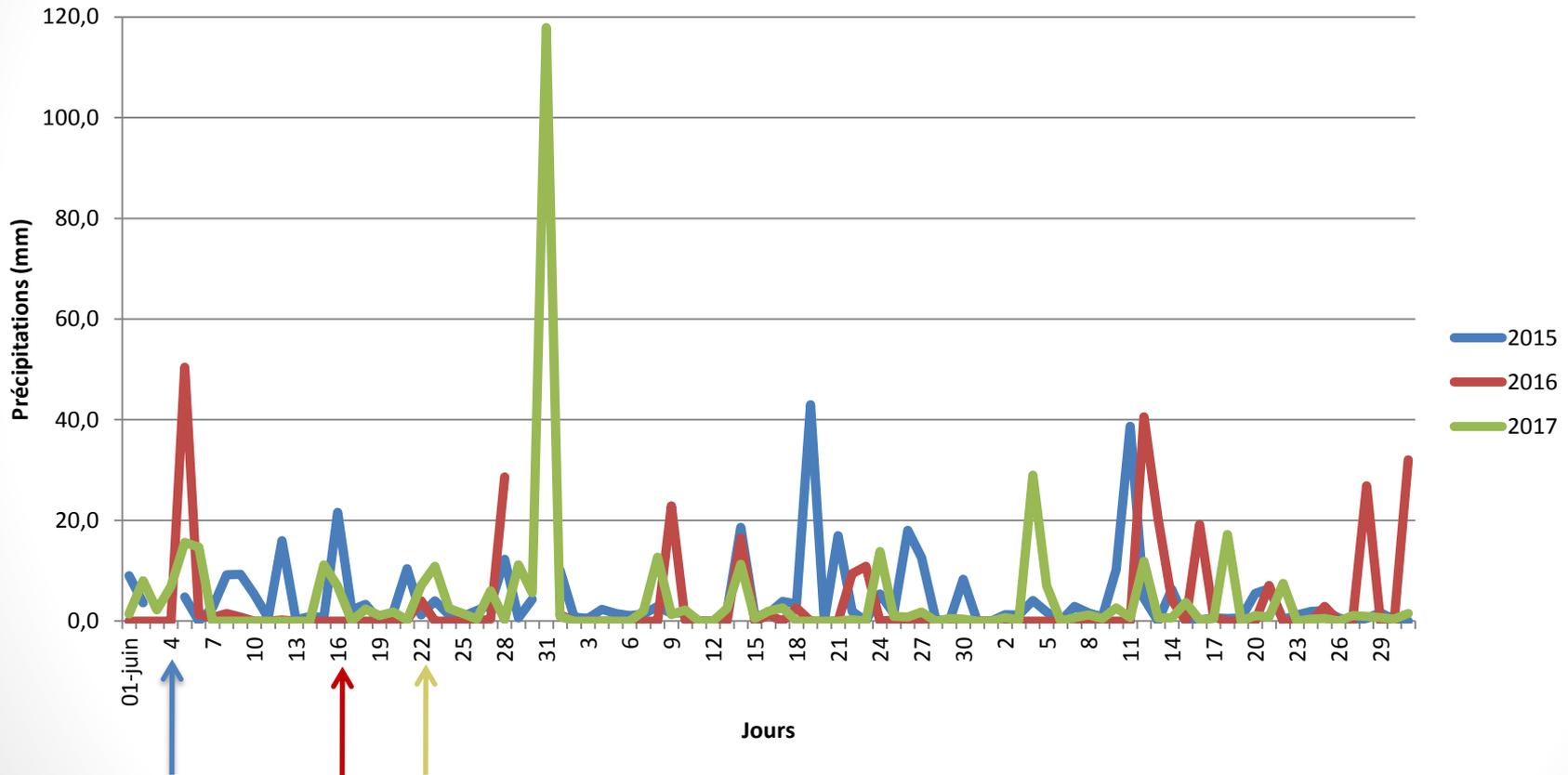
Site	St-Urbain	Rigaud	Huntingdon	St-Edouard
Rendement maïs (kg/ha)				
<i>Trèfle d'Alexandrie</i>	9 025 a	N/D	N/D	N/D
<i>Pois fourrager</i>	8 897 a	N/D	10 830 a	9 522 a
<i>Trèfle incarnat</i>	8 559 a	N/D	10 756 a	10 680 a
<i>Phacélie</i>	8 877 a	N/D	N/D	N/D
<i>Vesce Cahaba</i>	9 108 a	N/D	N/D	10 526 a
<i>Chia</i>	8 959 a	7 099 a	10 548 a	10 421 a
<i>Sarrasin</i>	N/A	N/A	10 744 a	N/A
<i>Lentille</i>	N/A	7 468 a	N/A	N/A
<i>Témoin</i>	9 057 a	7 013 a	11 078 a	10 392 a



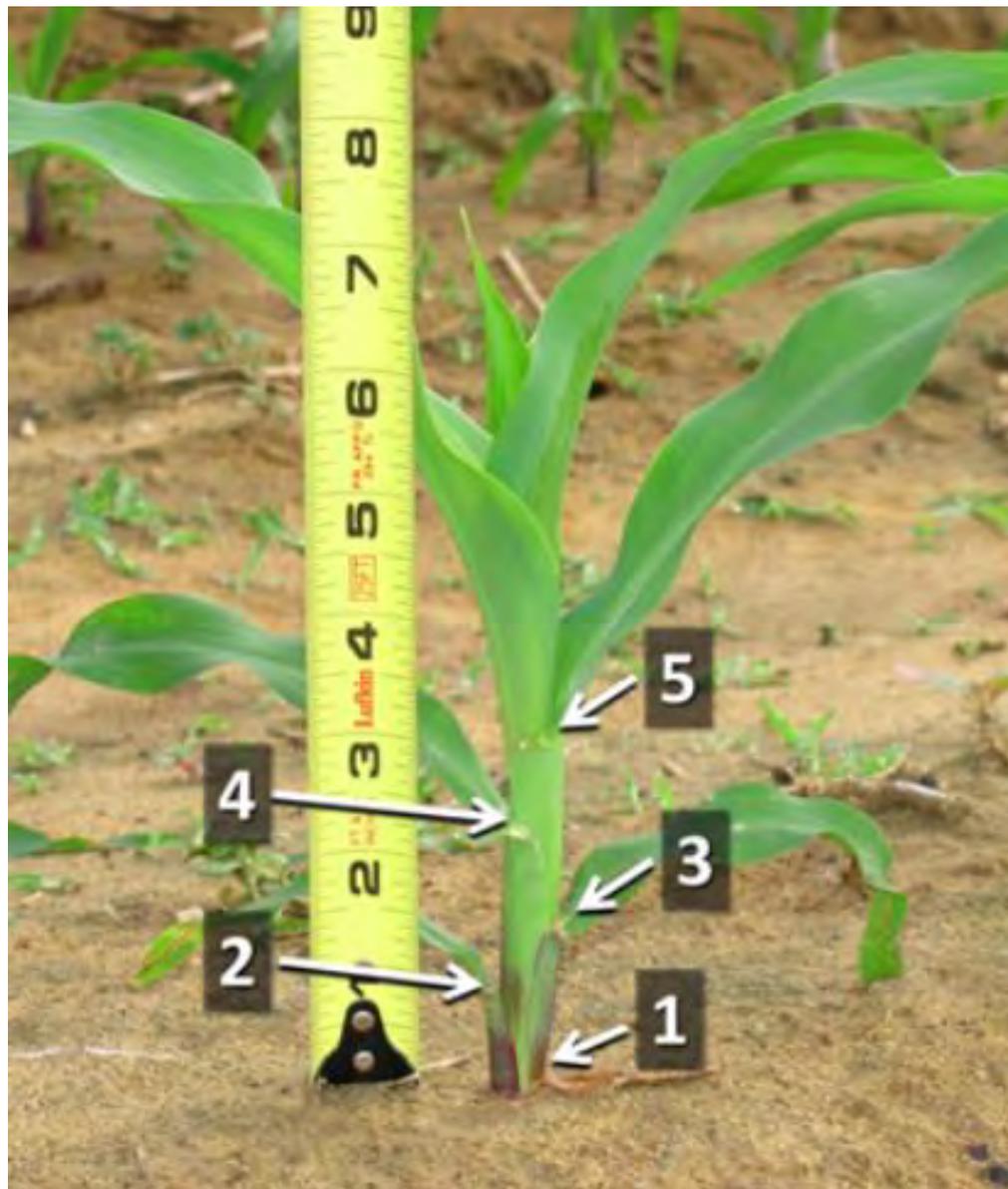
Rendements en maïs-grain (kg/ha) en 2017

Site	St-Urbain	Rigaud	Huntingdon	St-Édouard
Rendement maïs (kg/ha)				
<i>Trèfle d'Alexandrie</i>	-	-	-	-
<i>Pois fourrager</i>	14 613 a	15 387 a	13 590 ab	-
<i>Trèfle incarnat</i>	14 881 a	15 045 a	13 276 ab	13 091a
<i>Phacélie</i>	-	-	-	-
<i>Vesce Cahaba</i>	-	-	-	-
<i>Chia</i>	14 869 a	14 374 a	12 207 b	12 013 a
<i>Sarrasin</i>	14 482 a	14 987 a	14 465 a	12 480 a
<i>Lentille</i>	-	-	-	-
<i>Témoin</i>	15 284a	14 856 a	12 862 ab	13 004 a
<i>Féverole</i>	-	-	13 866 ab	-

Précipitations journalières (mm) à la station de Ste-Clothilde pour les mois de juin, juillet et août - 2015, 2016 et 2017



- Précipitations
- Profondeur
- Herbicides
- Stade maïs (V4 à V6)



Mais au stade V5: compter le nombre de collets visibles

- Rendement maïs
- Orientation des rangs (Nord-Sud)
- Architecture du maïs

**IMPLANTATION À GRANDE ÉCHELLE DE CULTURES
INTERCALAIRES DANS LE MAÏS-GRAIN À L'AIDE D'UN
SEMOIR MODIFIÉ À CETTE FIN**

- Collaboration de plusieurs CCAE en Montérégie
- Financé par le MAPAQ, Prime-Vert Sous-volet 3.1 – Approche régionale
- Durée de 2 ans (2016 et 2017)
- Semis ± 300 hectares avec un semoir Great Plains « minimum till » modifié
- 38 producteurs agricoles de la Montérégie

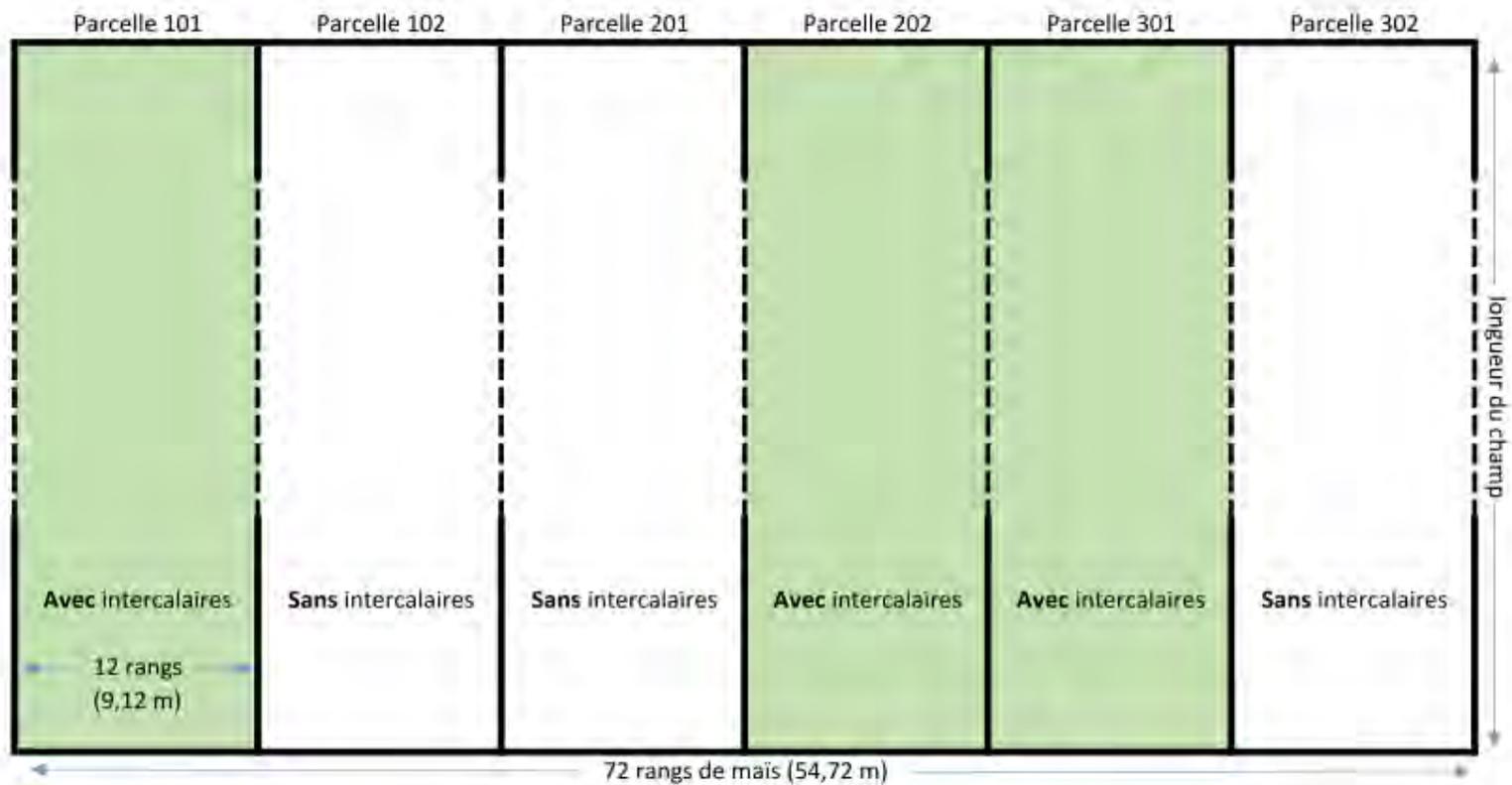


CASE IH

G988806

"Harvest Starts Here."
Great Plains

1500



= avec intercalaires
 = sans intercalaires

- Semis après les traitements herbicides (glyphosate) et l'application d'azote en post-levée
- 12 kg/ha d'un mélange trèfle incarnat, radis fourrager, ray-grass (recommandation de 20 kg/ha pour un semis à la volée)
- Coût pour le mélange: 58\$/ha

















SEMS-DIRECT
CULTURES COUVERTURE



PRAIRIE



LABOUR
AVEC INTERCALAIRES



LABOUR
SANS INTERCALAIRES

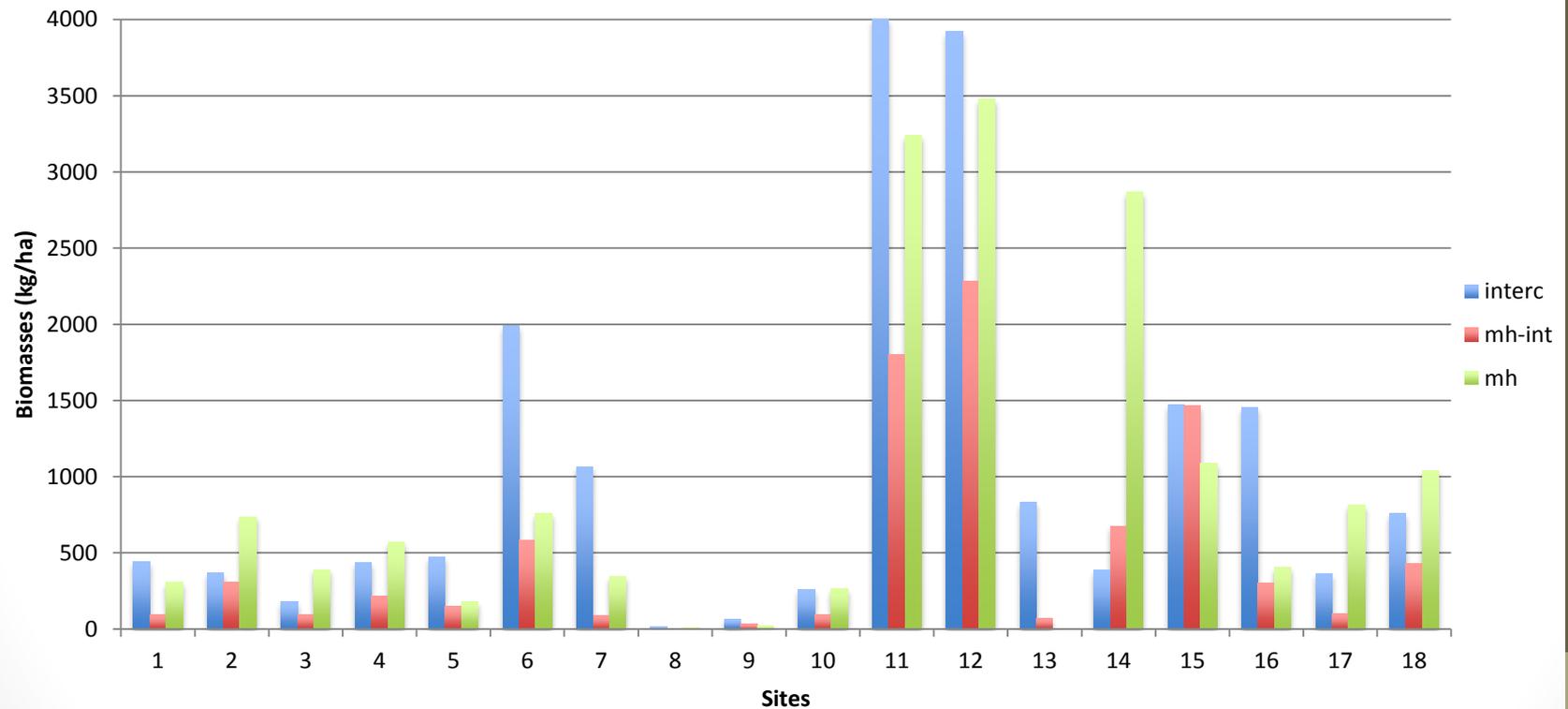


RETOUR
PRAIRIE

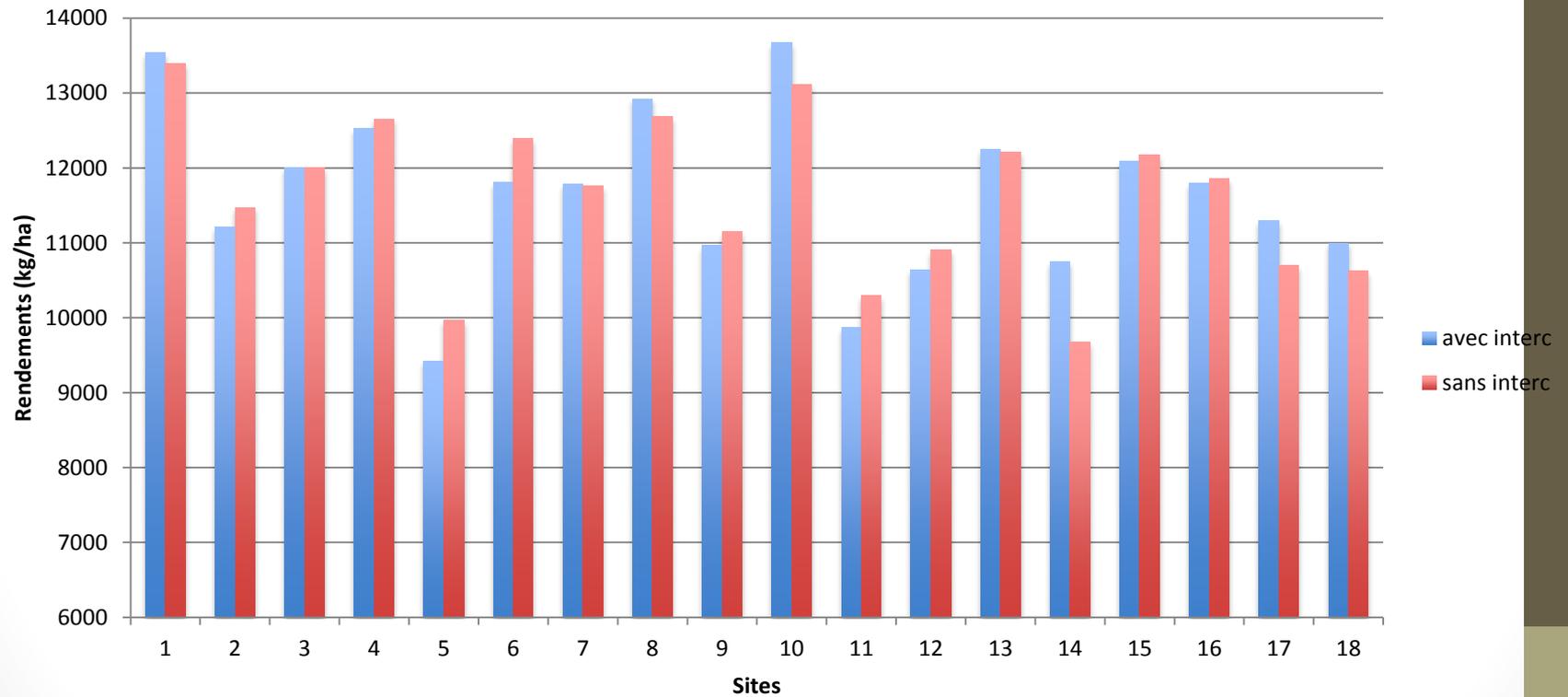


SEMS-DIRECT, FUMIER,
CULTURES COUVERTURE

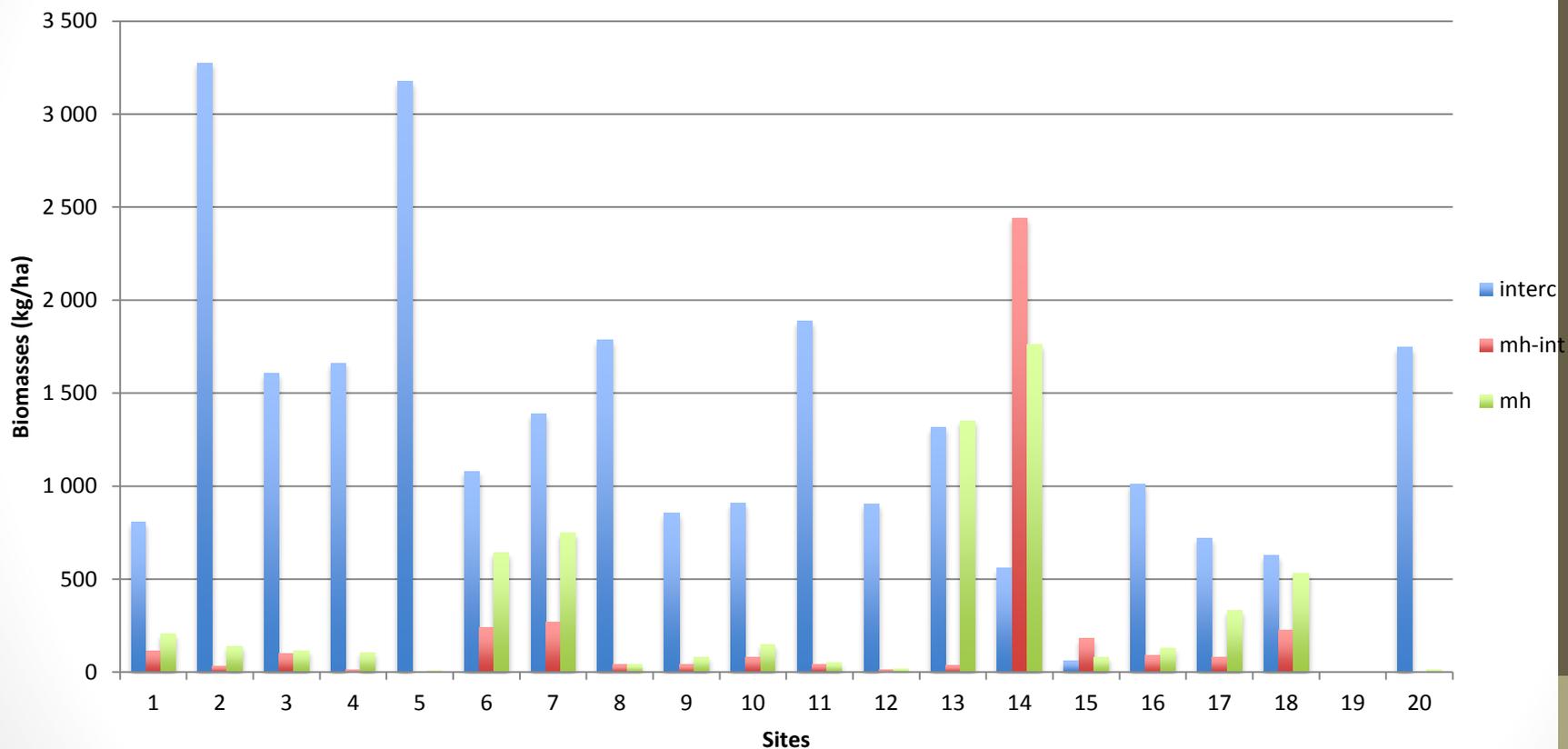
Biomasses (kg/ha) des cultures intercalaires et des mauvaises herbes aux 18 sites d'essais en Montérégie en 2016



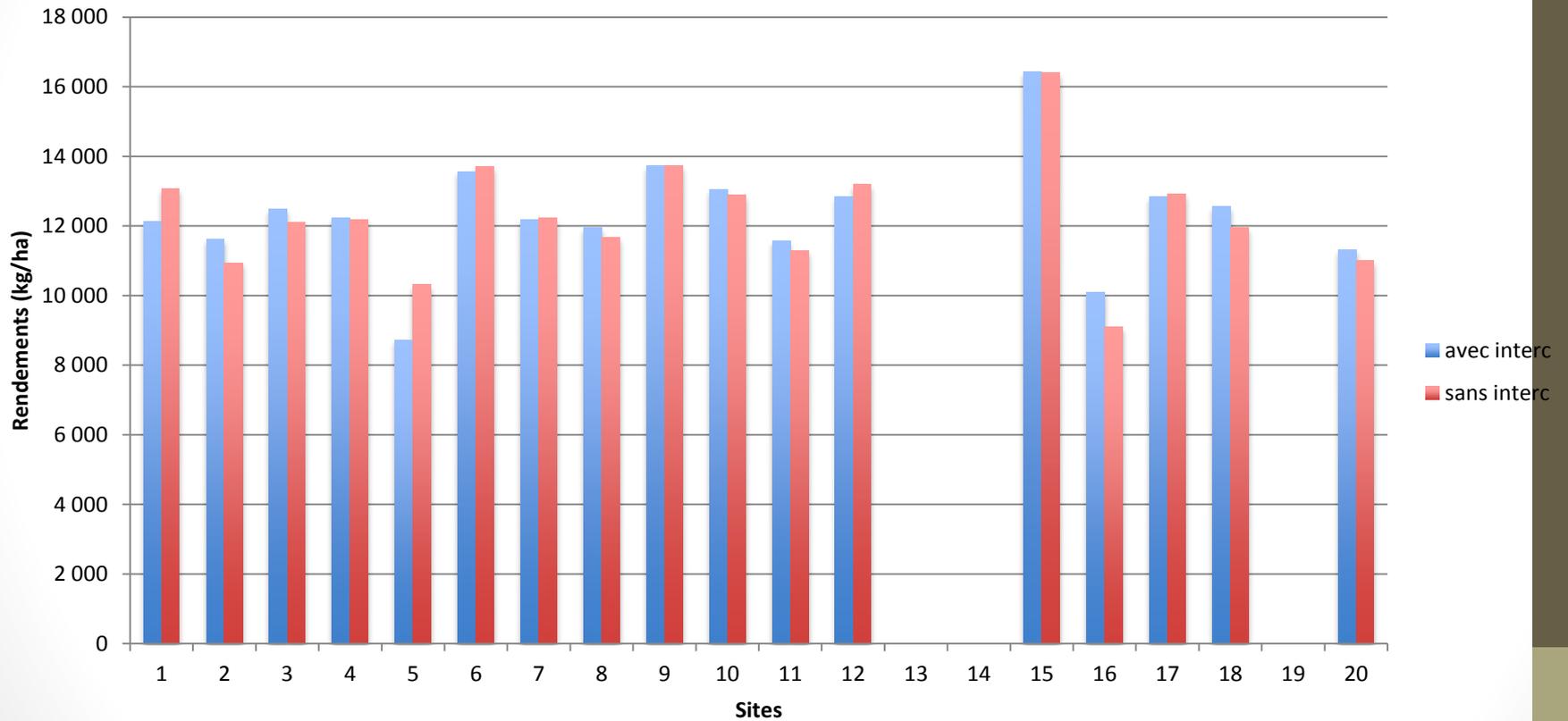
Rendements en maïs-grain (kg/ha) avec et sans intercalaires aux 18 sites d'essais en 2016



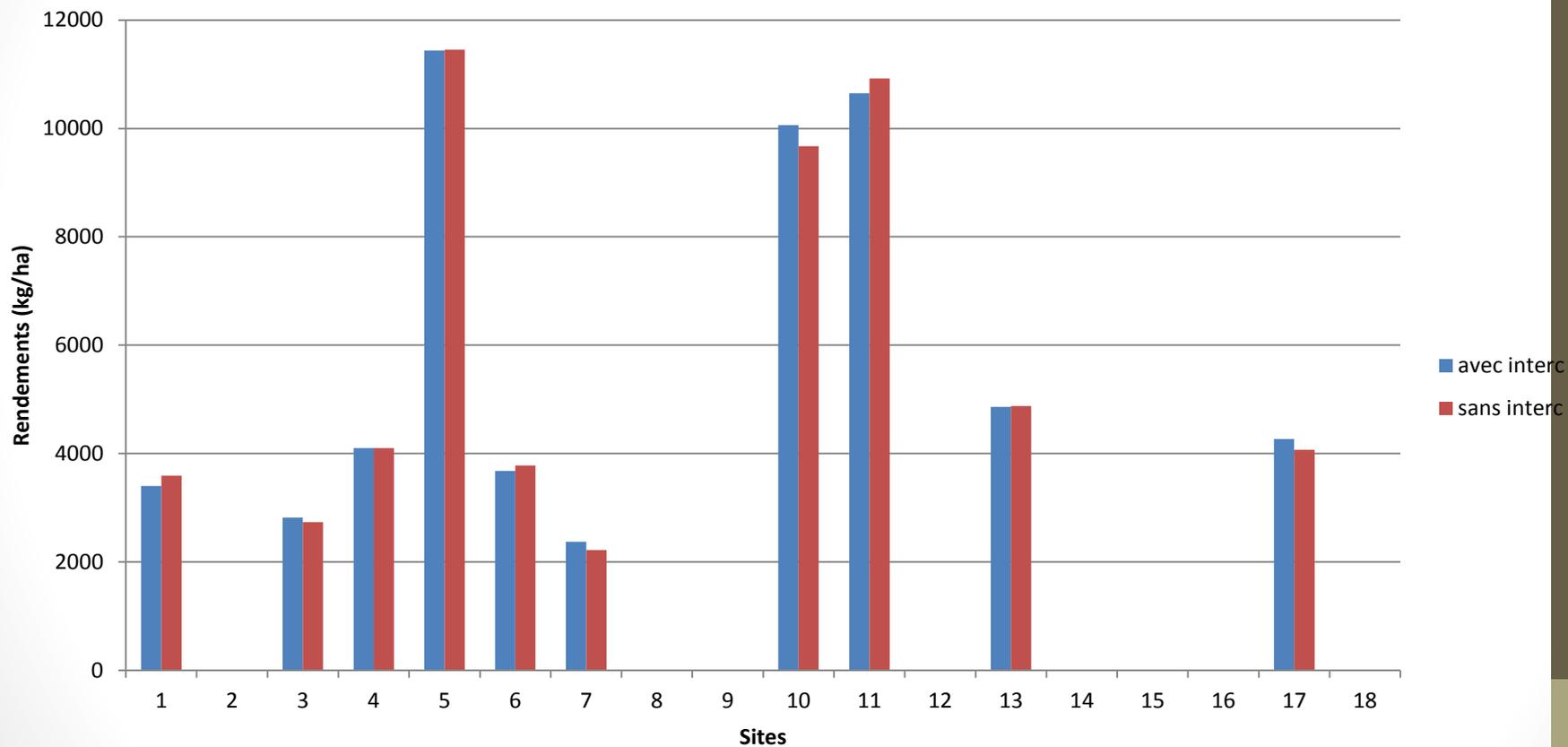
Biomasses (kg/ha) des cultures intercalaires et des mauvaises herbes aux 20 sites d'essais en Montérégie en 2017



Rendements en maïs-grain (kg/ha) avec et sans intercalaires aux 20 sites d'essais en 2017



Rendements (kg/ha) 2017 du maïs ou du soya semés dans les 18 sites de 2016



« Coup de cœur » dans le soya

Légumineuses intercalaires vivaces



Trèfle Huia



Trèfle blanc nain « Dutch Cashmere »

Lotier



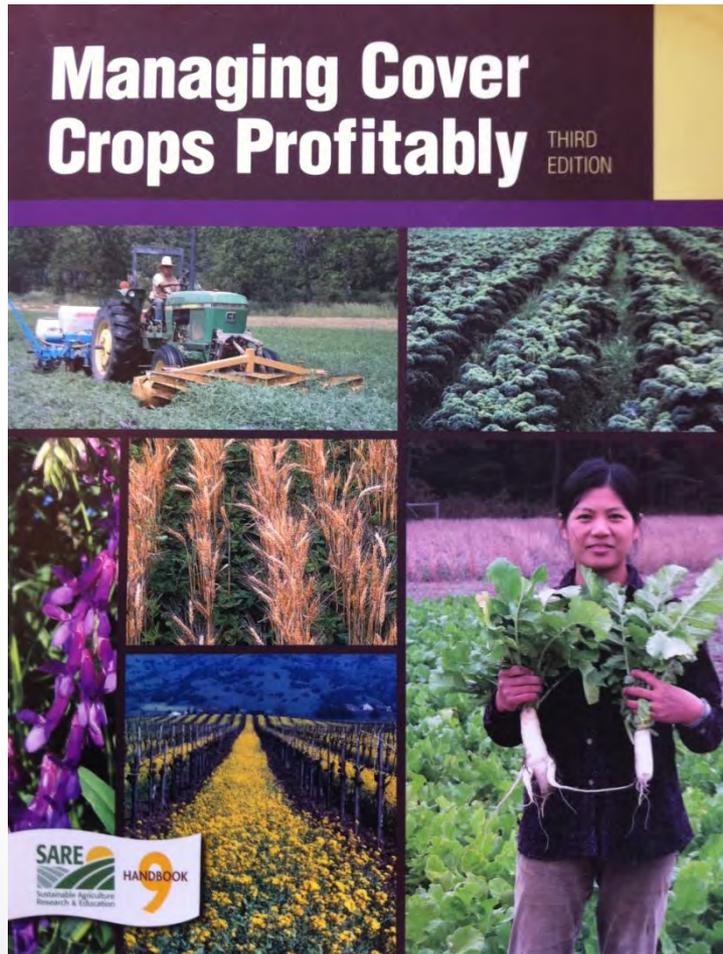




CONCLUSION

- Les bénéfices des cultures de couverture dépassent largement les questions d'érosion et de captage des éléments fertilisants.
- Ils sont cependant moins évidents, difficilement quantifiables et se capitalisent avec le temps.
- Tout reste à découvrir et à expérimenter!

POUR EN SAVOIR PLUS



<http://www.sare.org/>

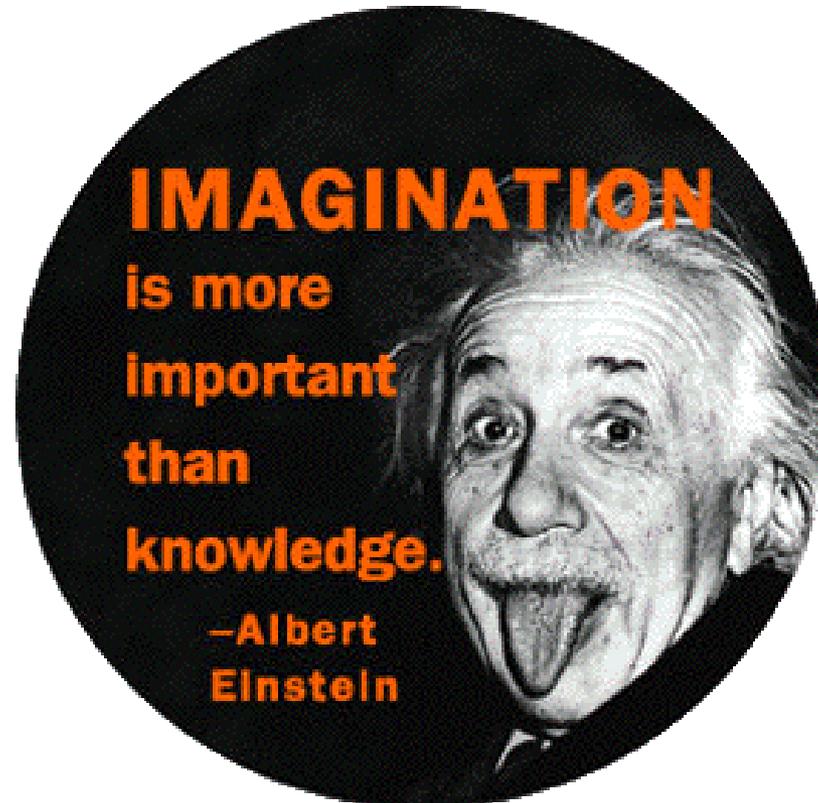


<http://www.amazon.ca/>



- <https://www.facebook.com/groups/culturesdecouverteqc/>
- Plus de 1 600 membres
- Échanges entre producteurs
- Photos et documents de référence
- Diffusion de journées d'information

Vers une agriculture plus « imaginative » !





MERCI !