Bénéfices des rotations en grandes cultures

Gilles Tremblay, agr., CÉROM

11 février 2016, Drummondville

“L’effet rotation”

- **Effet bénéfique persistant de la culture précédente ou interruption des impacts négatifs de la monoculture**

(Crookston et al., 1991)

- **Effet rotation: <u>combinaison d’effets bénéfiques</u>**
  - **Cultures diversifiées = différents systèmes racinaires (fasciculés, pivotants, exploite N-P-K dans ≠ horizons)**
  - **Effets sur la fertilité (m.o., activité biologique) et la structure du sol (agrégats, porosité)**

“L’effet rotation”

Réduction de l’incidence des maladies et insectes:

- ⇩ **fusariose de l’épi, sclérotinia**
- **<u>Pourritures racinaires</u>:**

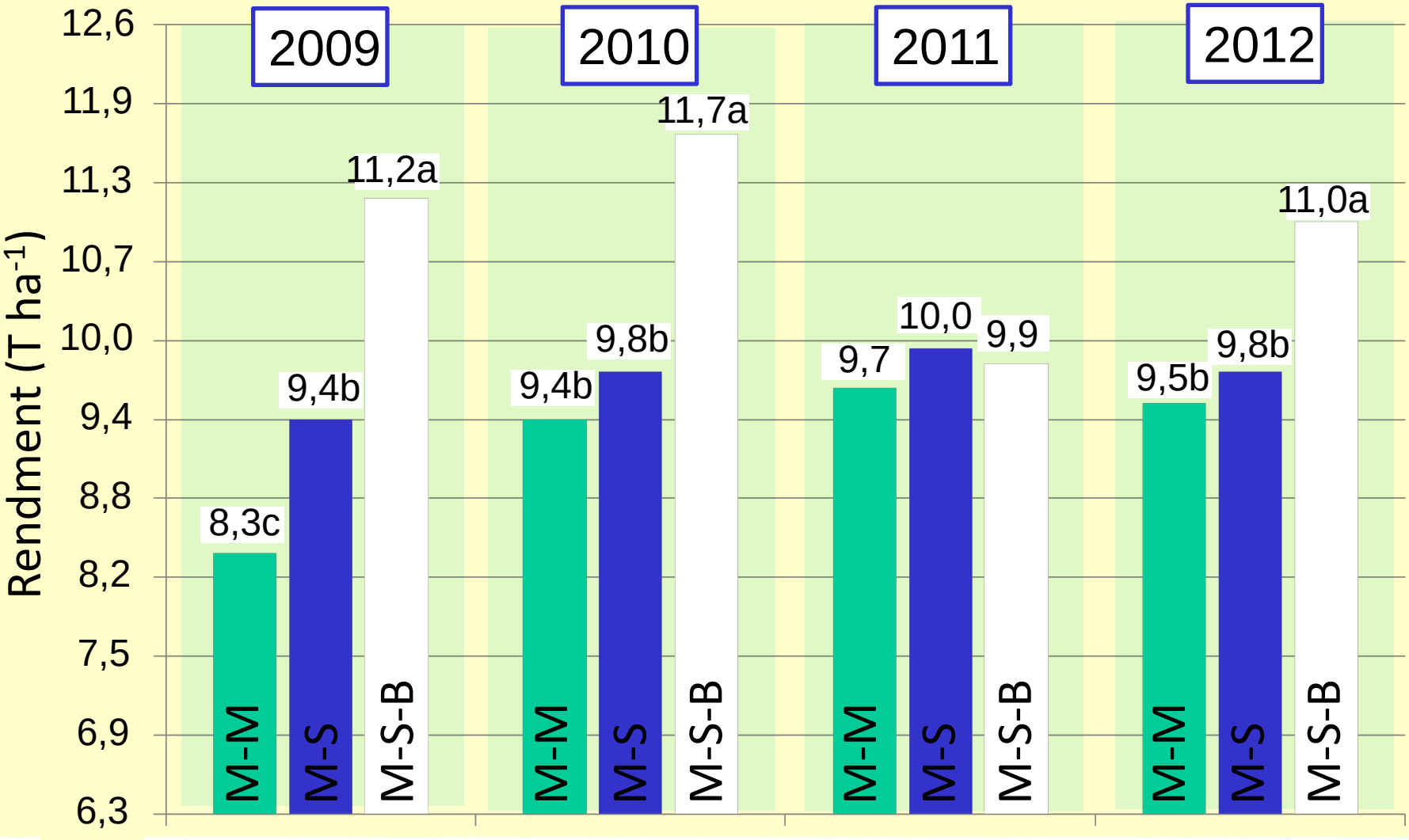
- **(Pouleur et Comeau, 2011)**

Effet des rotations sur le rendement

- **Rotation Maïs-soya: hausse de rendement: 5-27 % (maïs) et 5-17 % (soya) vs monoculture (avec fertilisation N)**
- **Rotation Maïs-soya-blé d'automne:**
  - **Gain de 12 % en maïs et de 10 % en soya vs Maïs-Soya (Moyenne sur 4 ans: 2009 à 2012)**
- **Rotation Maïs-soya-blé d'automne/ Trèfle rouge:**
  - **Gain de 5 % de plus (moyenne sur 3 ans: 2010-2012)**

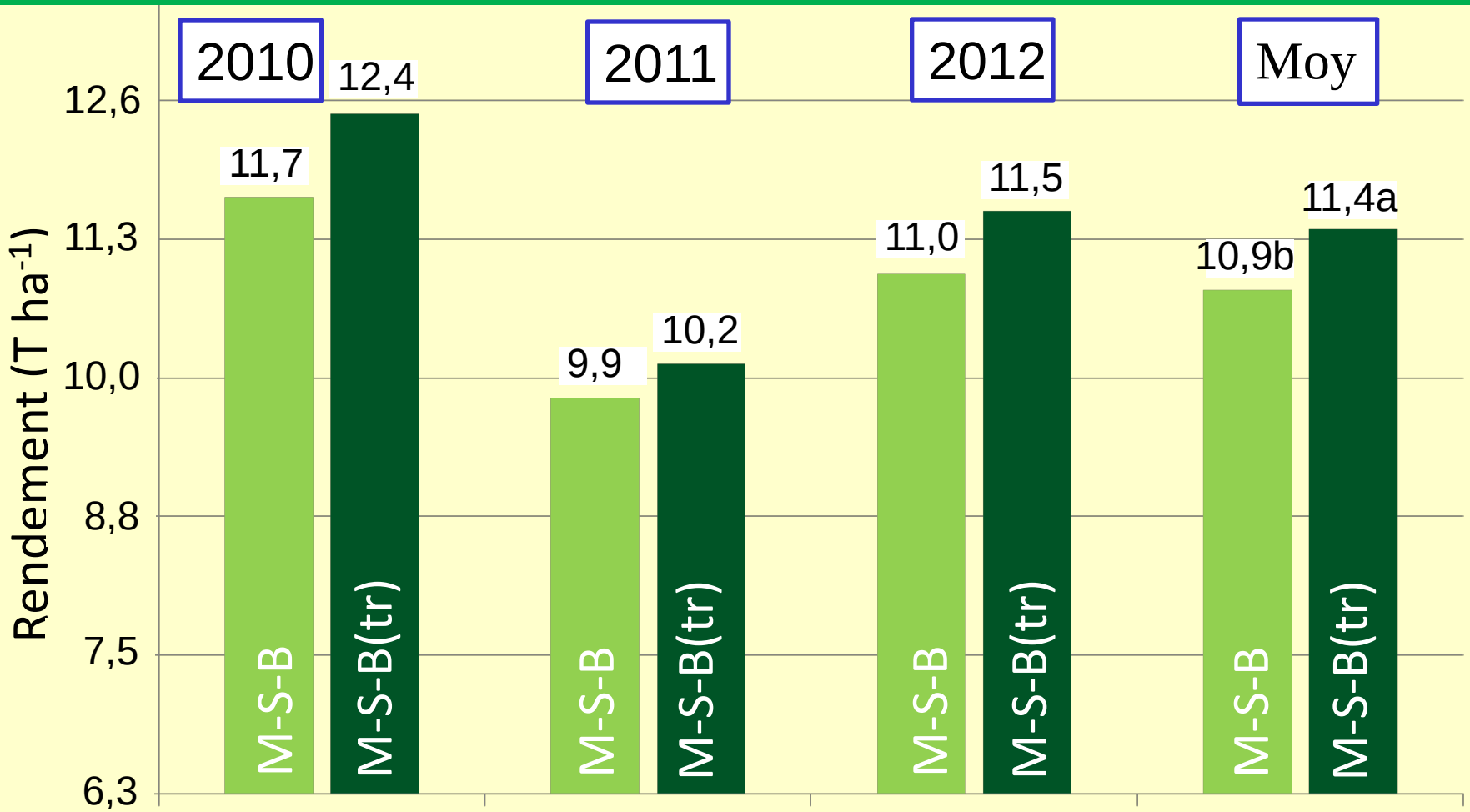
(Hooker et Deen, 2013)

Rendement en maïs selon 3 rotations (Ridgetown 2009-12)



Hooker et Deen, 2013

Rendement en maïs selon rotation avec ou sans EV de TR (Ridgetown 2010-12)



Hooker et Deen, 2013

Effet des rotations sur le rendement en maïs selon la fertilisation en N (2009-2012)

Rotation	0 N	60 N	120 N	180 N
	(t/ha)			
Soya-Maïs	6,0	9,0	10,7	11,4
Soya-Baut-Maïs	8,7	10,9	11,7	12,1
Soya-Baut/Tr-Maïs	9,2	12,3	12,8	12,3

Hooker et Deen, 2013

Effet des rotations sur le rendement

- **Rotation <u>avec prairies (légumineuses):</u>**
- **Étude de Grover et al. (2009) (É-U): moyenne 1990-2005**
  - **Maïs - Maïs: 9,7 t/ha**
  - **Soya - Maïs: 10,2 t/ha**
  - **4 ans Maïs - 4 ans luzerne: 10,9 t/ha (aug. de 7 à 12 %)**

Rendement en maïs (t/ha) en 1995 (moins bonne année)

Rotation	N minéral	Lisier bovins
Maïs - Maïs	4,9	5,4
Soya - Maïs	5,7	5,9
4 Maïs - 4 Luzerne	6,8	7,2

- **Effet des rotations et des travaux de sol sur les maladies des racines de différentes cultures commerciales**
- **1999-2004 (6 ans)**
- **Saint-Hyacinthe et Normandin**
- **Pouleur et Comeau (2011)**

Montérégie (Saint-Hyacinthe)

1. Soya-Maïs-Maïs
2. Maïs-Maïs-Soya
3. Maïs-Soya-Maïs
4. Soya-Blé-Maïs
5. Blé-Maïs-Soya
6. Maïs-Soya-Blé
7. Soya-Maïs-Blé
8. Maïs-Blé-Soya
9. Blé-Soya-Maïs
10. Soya-Maïs
11. Maïs-Soya
12. Maïs continu
13. Soya continu

Résultats: Pouleur et Comeau (2011)

- **« Les populations de champignons pathogènes présents dans les 12 premiers cm de sol ont été plus élevées en travail réduit qu'en labour aux deux stations de recherche.»**
- **« Cela n'exclut pas que les bons microorganismes puissent avoir augmenté aussi, mais nous ne l'avons pas mesuré.»**

Résultats: Pouleur et Comeau (2011)

- **« Ce qu'il faut retenir des présents résultats est la démonstration que les agents pathogènes sont plus abondants en travail réduit et qu'il est donc essentiel de faire des rotations adéquates pour réduire les risques de maladies quand on cultive en travail réduit.»**

Résultats: Pouleur et Comeau (2011)

- **« La monoculture et les rotations trop courtes ont fait nettement augmenter les pourritures des racines du maïs, du soya et du pois ainsi que les maladies foliaires de l'orge alors qu'elles ont fait diminuer les rendements de ces quatre cultures. »**

Résultats: Pouleur et Comeau (2011)

- **« Le travail réduit du sol (chisel) a fait augmenter les maladies de racines des cultures par rapport au labour surtout dans les monocultures et les rotations trop courtes. »**

Résultats: Pouleur et Comeau (2011)

- **« Chez le maïs, les rendements en rotation ont été plus élevés que ceux de la culture en continu et de la monoculture de deux ans. »**
- **« L'avantage des rotations en moyenne sur quatre ans a atteint 6,8 % sur labour alors qu'il a été de 7,7 % sur chisel. »**

Résultats: Pouleur et Comeau (2011)

- **« L'azote appliqué dans les rotations a produit plus de maïs par kg que l'azote appliqué dans les monocultures (en continu ou 2 ans). »**
- **« Les maladies de racines plus élevées dans les monocultures pourraient donc contribuer à réduire la rentabilité des fertilisants en rendant les racines moins efficaces à les prélever dans le sol. »**

Résultats: Pouleur et Comeau (2011)

- **« Chez le soya, l'avantage des rotations sur la monoculture a été de 6,3 % sur le labour et de 3,5 % sur chisel (rendement moyen sur quatre ans).»**
- **« Le soya a donné de meilleurs rendements après une pause de deux ans sans soya qu'après une pause de seulement une année sans soya.»**
- **« Ces observations concordent avec celles de recherches réalisées aux États-Unis et en Ontario et confirment que le soya tolère mal les rotations trop courtes.»**

Résultats: Pouleur et Comeau (2011)

- **« Les rotations trop courtes pourraient donc expliquer une partie des baisses de rendement observées au Québec depuis quelques années.»**

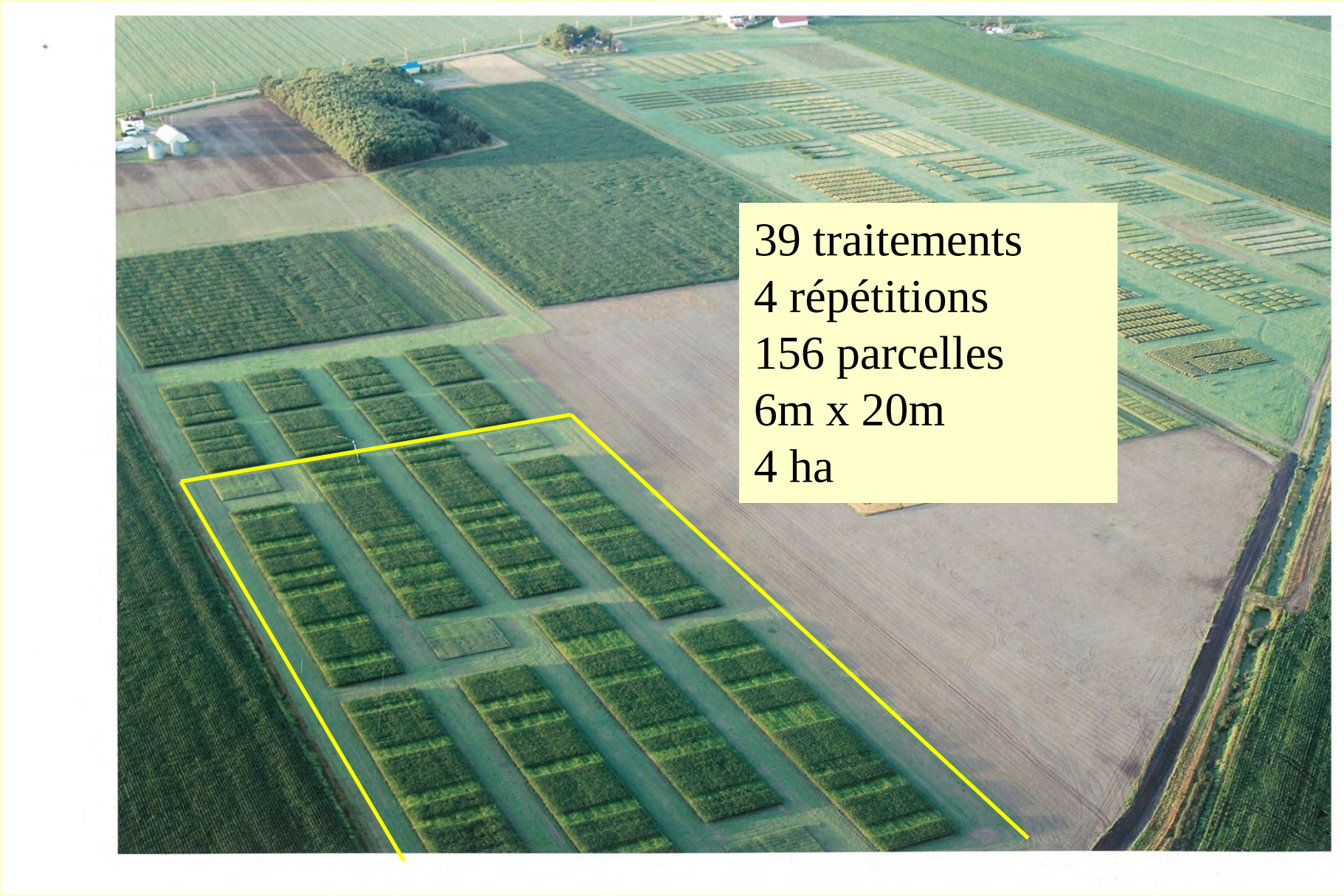
Parcelles de longue durée au site de Saint-Mathieu-de-Beloeil du CÉROM

- **Début:** 2008
- **Site:** Saint-Mathieu-de-Beloeil
- **Série:** St-Urbain (UB5)
- **pH eau:** 7,0
- **P_{M3} :** 113 kg/ha
- **P/Al :** 4,7
- **K_{M3} :** 1010 kg/ha
- **M.O. :** 5,1 %

Facteurs étudiés

TS	ROT	FER	RÉS
CONVENTIONNEL	MSB	MINÉRALE	INTÉGRATION
SEMIS DIRECT	MSBPPP	ORGANIQUE	EXPORTATION
	MMM	AUCUNE	
	PPP		

CÉROM: Rotation de longue durée

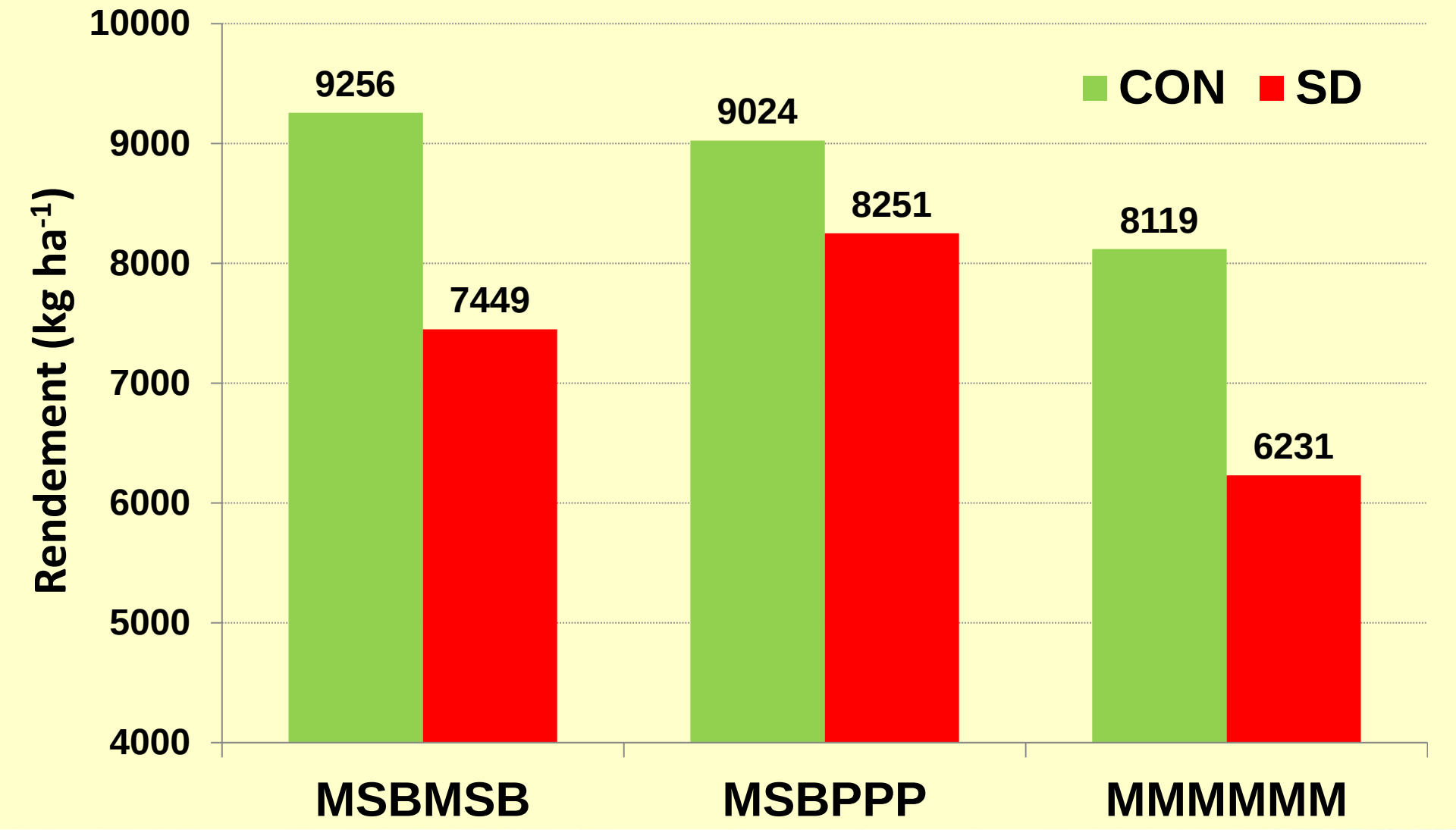


CÉROM: Rotation de longue durée

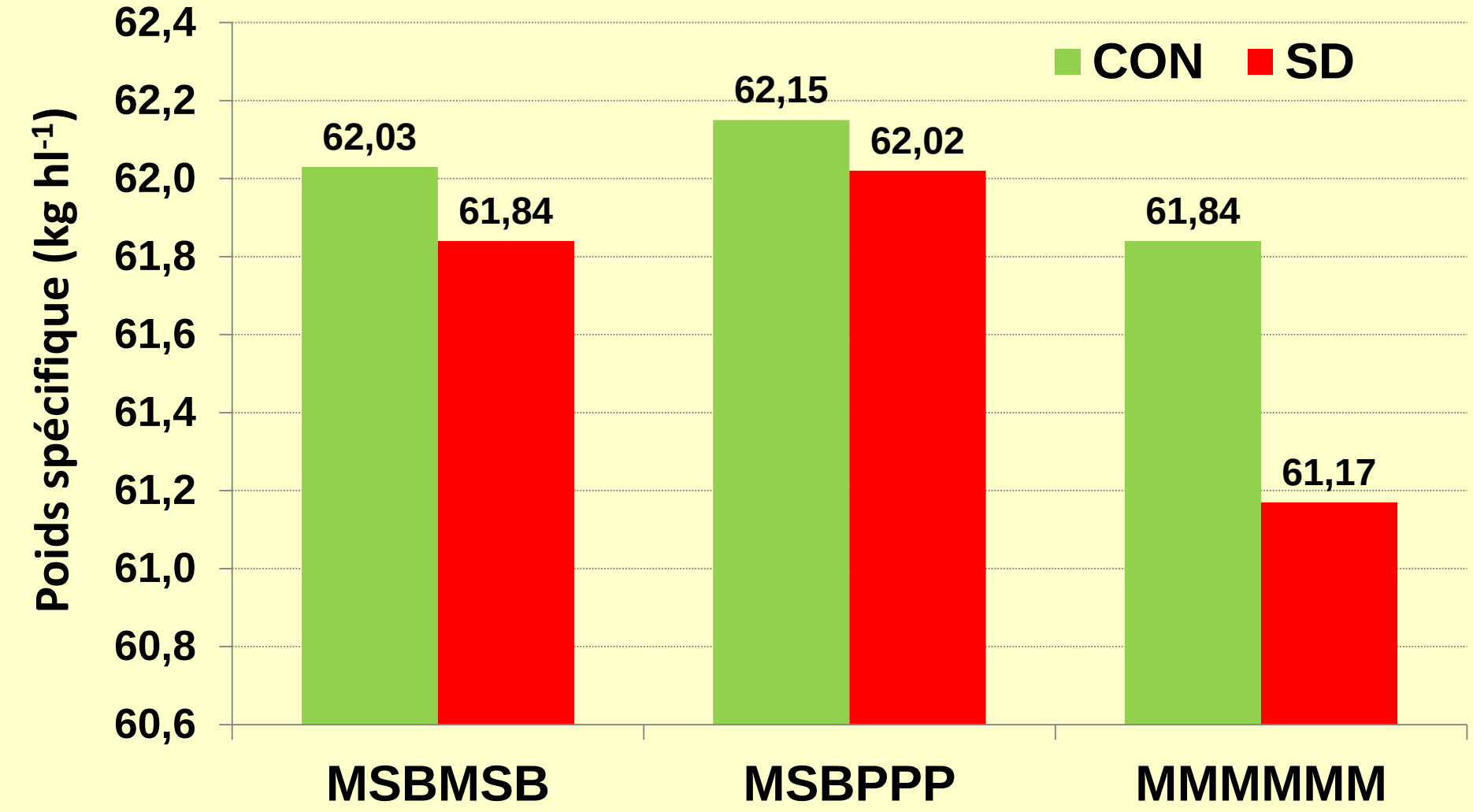
CÉROM: Rotation de longue durée

- Résultats 2014
- R1, R2 et R3 en maïs-grain
- Régies conventionnelle et SD
- Fertilisation minérale
- Résidus intégrés
- Rendements en grains
- Teneur en eau des grains
- Poids spécifique des grains

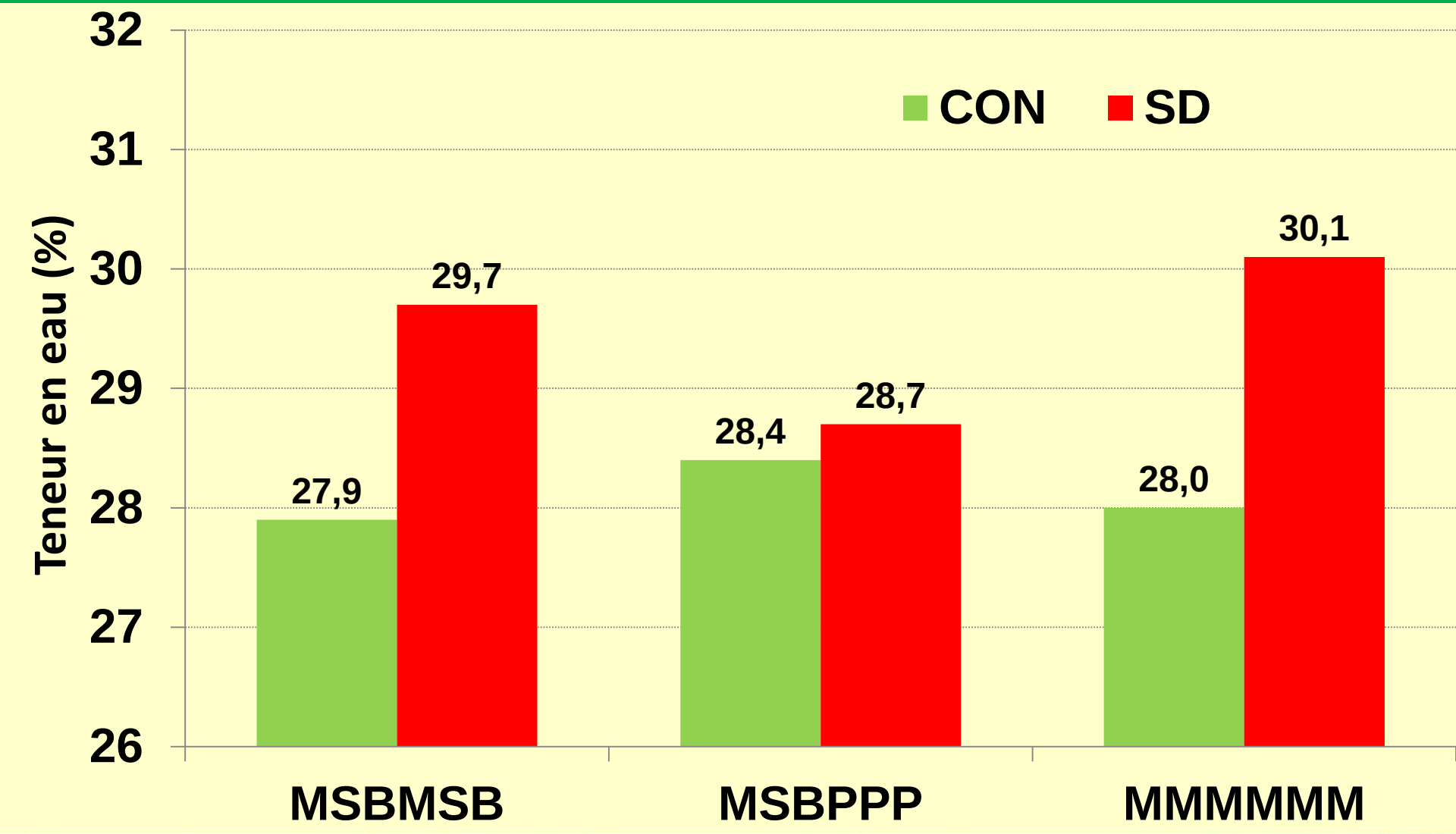
Rendement en maïs-grain selon rotation
(Saint-Mathieu-de-Beloeil 2014)



Poids spécifique des grains selon rotation
(Saint-Mathieu-de-Beloeil 2014)



Teneur en eau des grains selon rotation
(Saint-Mathieu-de-Beloeil 2014)



CÉROM: Rotation de longue durée

- **« Les rendements moyens en maïs-grain pour les rotations de 3 et de 6 ans ont significativement été supérieurs par plus de 900 kg/ha aux rendements d'une monoculture en maïs-grain, soit une augmentation de 10 à 15 %.»**
- **« Les poids spécifiques des grains de la monoculture en maïs étaient en moyenne inférieurs par plus d'un demi kg/hl aux poids spécifiques des grains des rotations de 3 et de 6 ans.»**

CÉROM: Rotation de longue durée

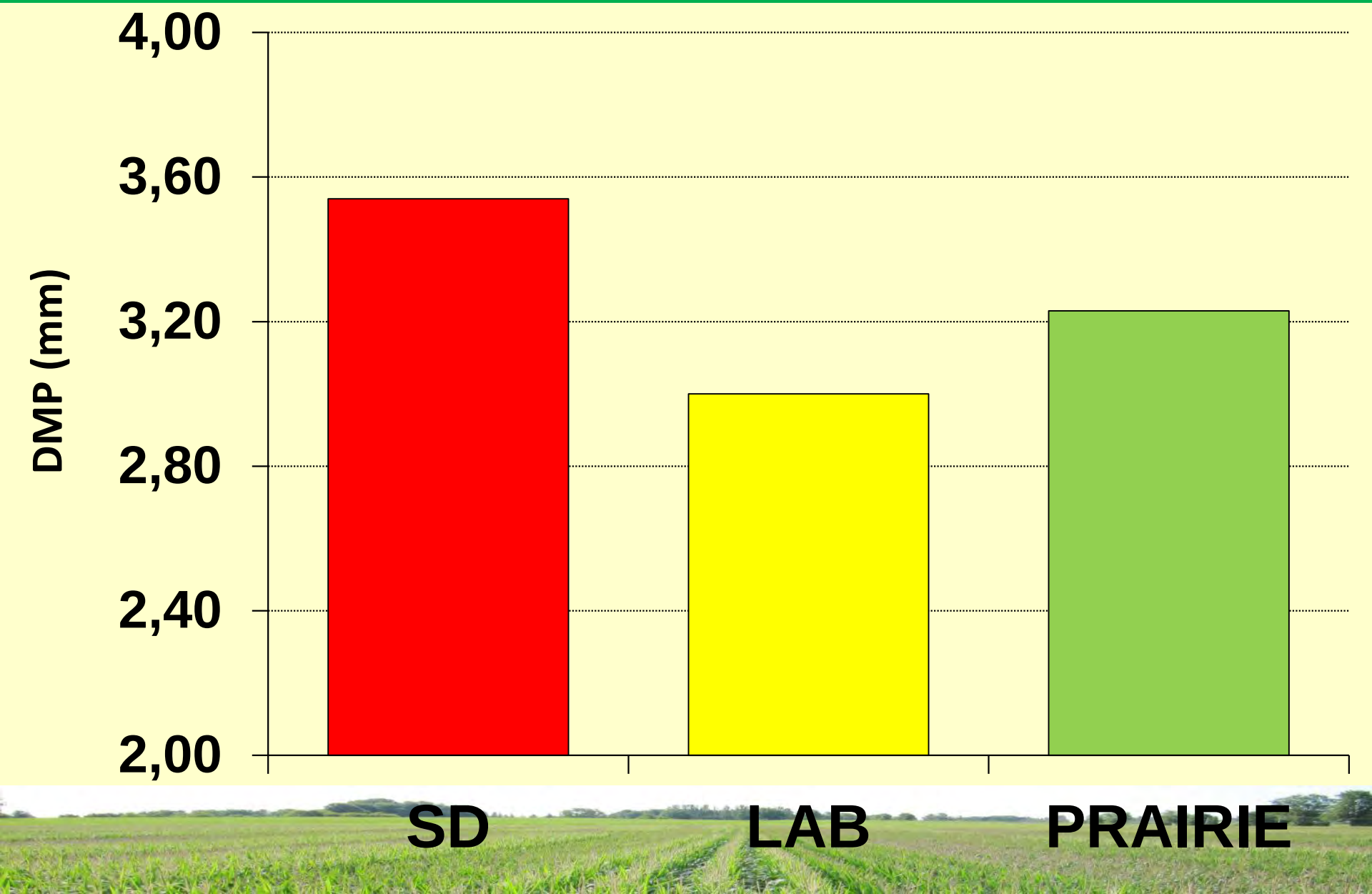
- **Évaluation de la stabilité des agrégats du sol**

- **Septembre 2013 (cycle complet)**
- **Toutes les unités expérimentales**
- **Horizon 0-7,5 cm**
- **Méthode Angers et al. (2008)**
- **Diamètre moyen pondéré (DMP)**

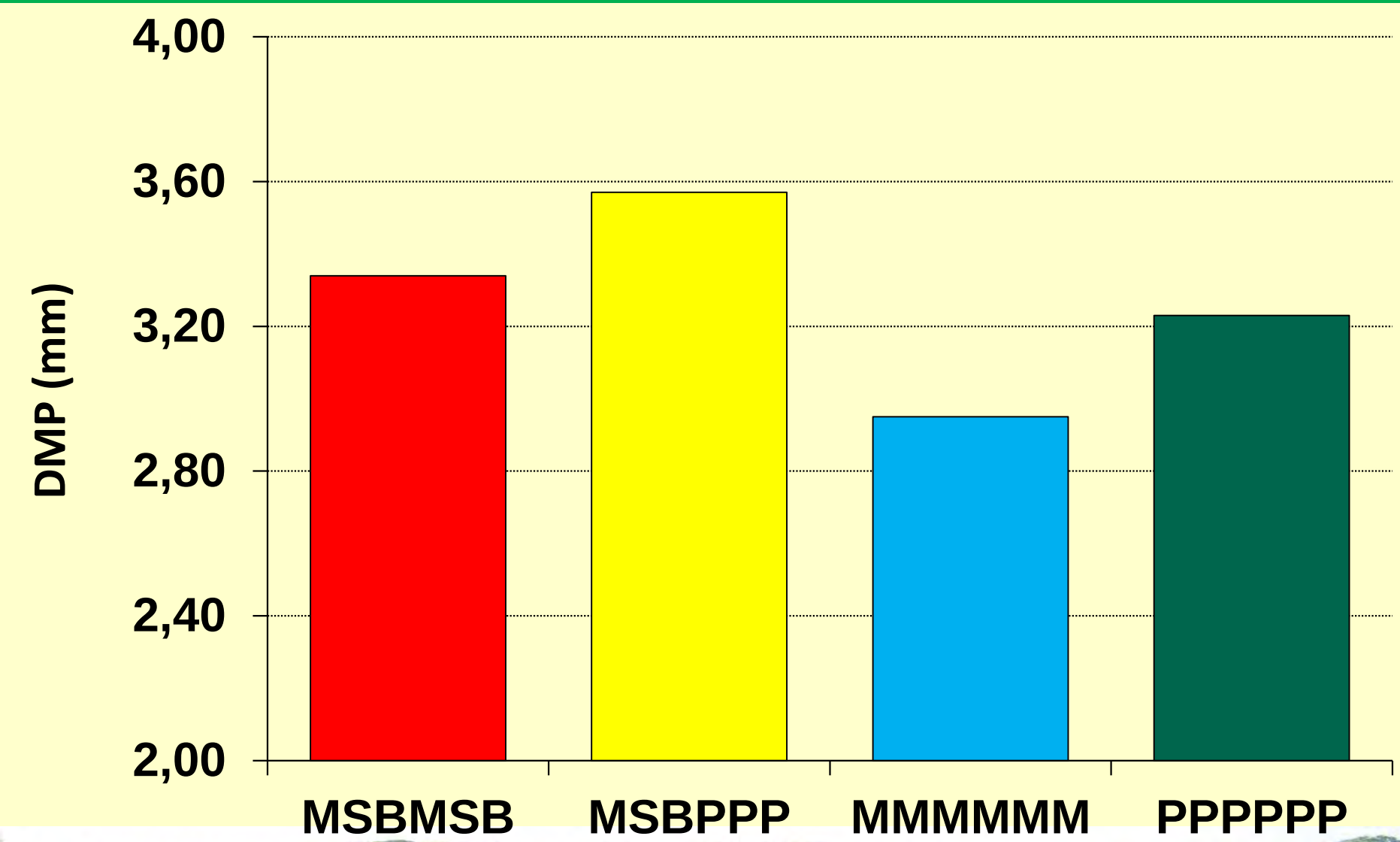
CÉROM: Rotation de longue durée

- Évaluation de la stabilité des agrégats du sol

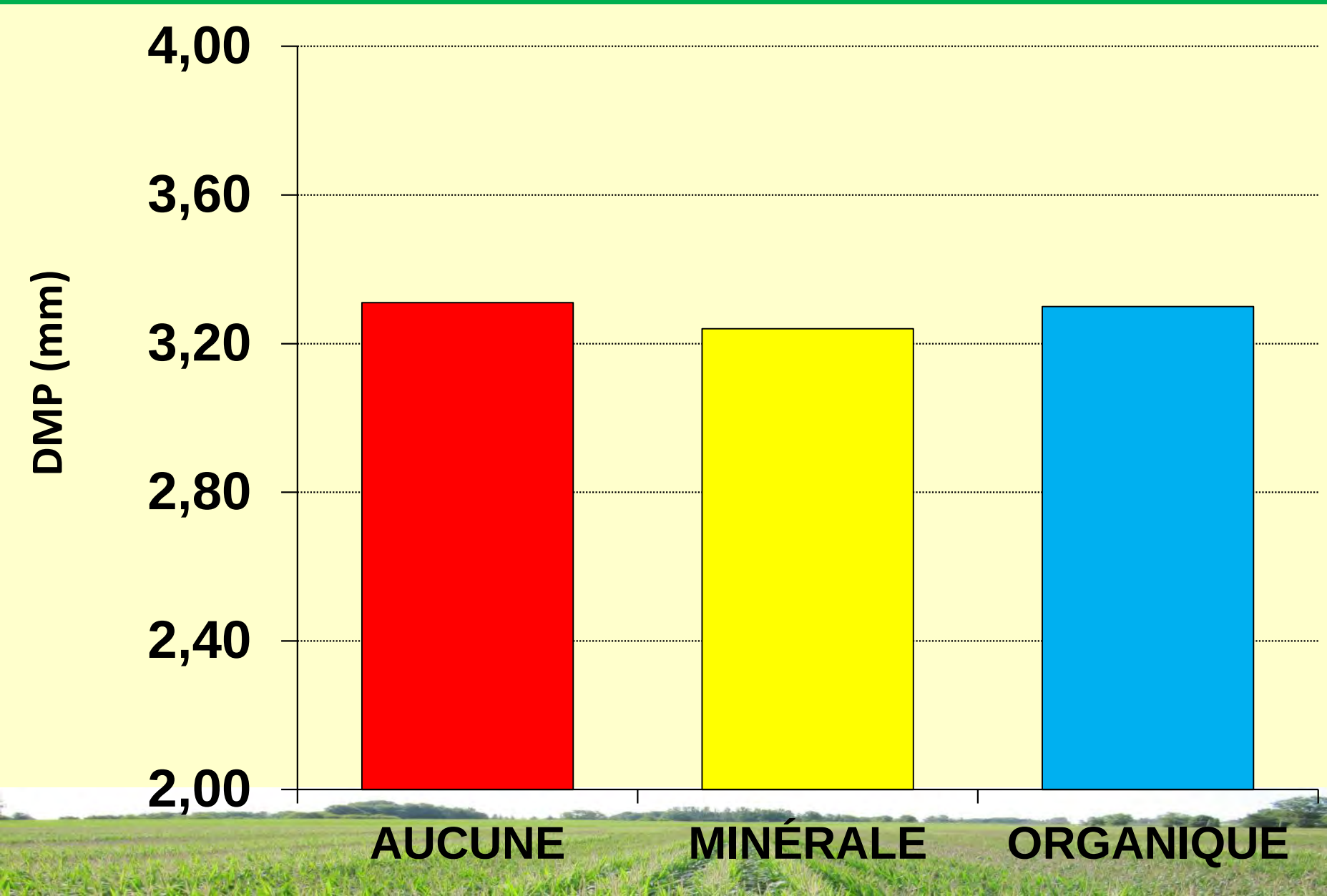
Stabilité des agrégats du sol selon le travail du sol (Saint-Mathieu-de-Beloeil 2013)



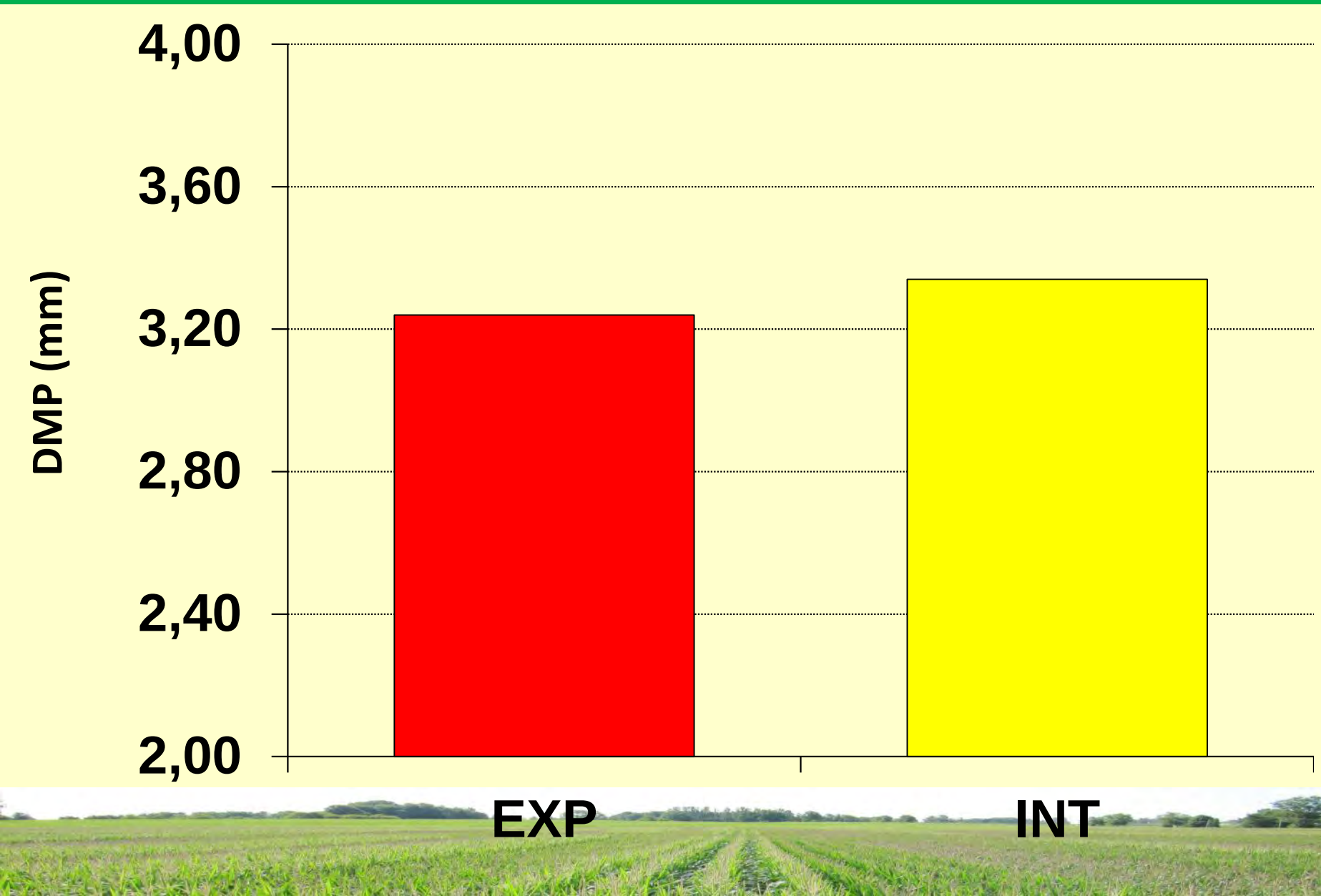
Stabilité des agrégats du sol selon la rotation (Saint-Mathieu-de-Beloeil 2013)



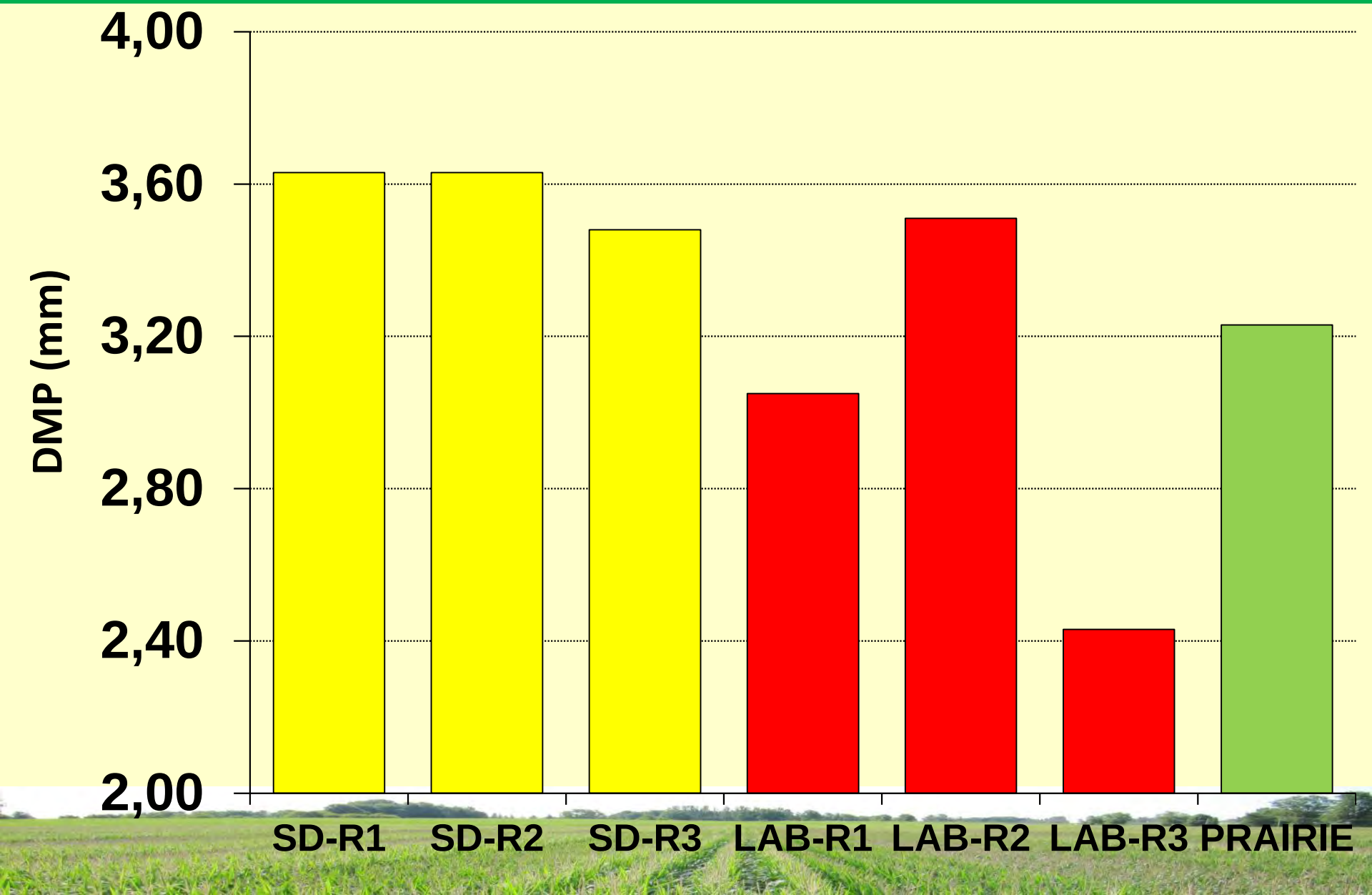
Stabilité des agrégats du sol selon la fertilisation (Saint-Mathieu-de-Beloeil 2013)



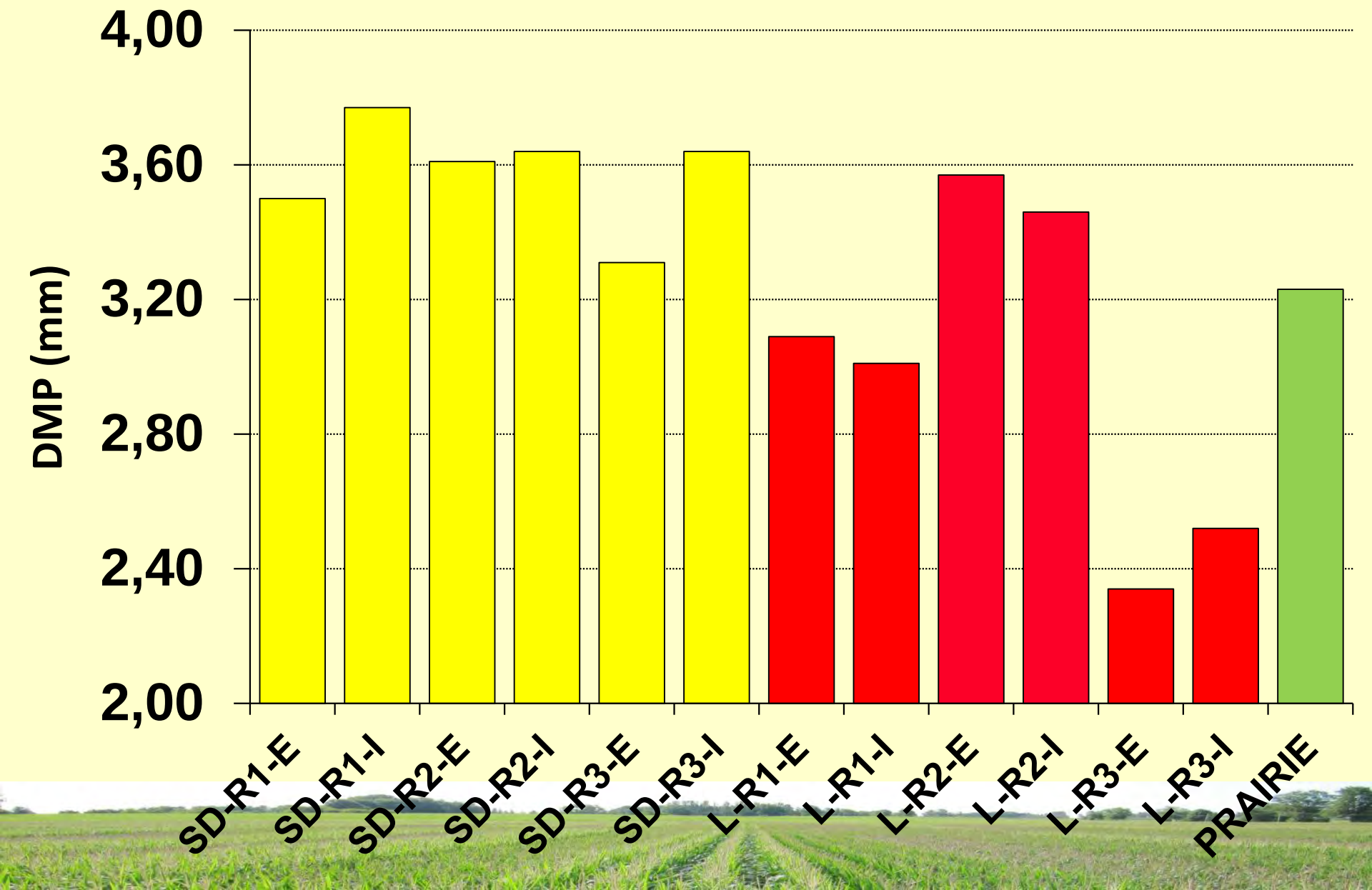
Stabilité des agrégats du sol selon la gestion des résidus (Saint-Mathieu-de-Beloeil 2013)



Stabilité des agrégats du sol selon l'interaction TS x ROT (Saint-Mathieu-de-Beloeil 2013)



Stabilité des agrégats du sol selon l'interaction TS x ROT x RÉS (Saint-Mathieu-de-Beloeil 2013)

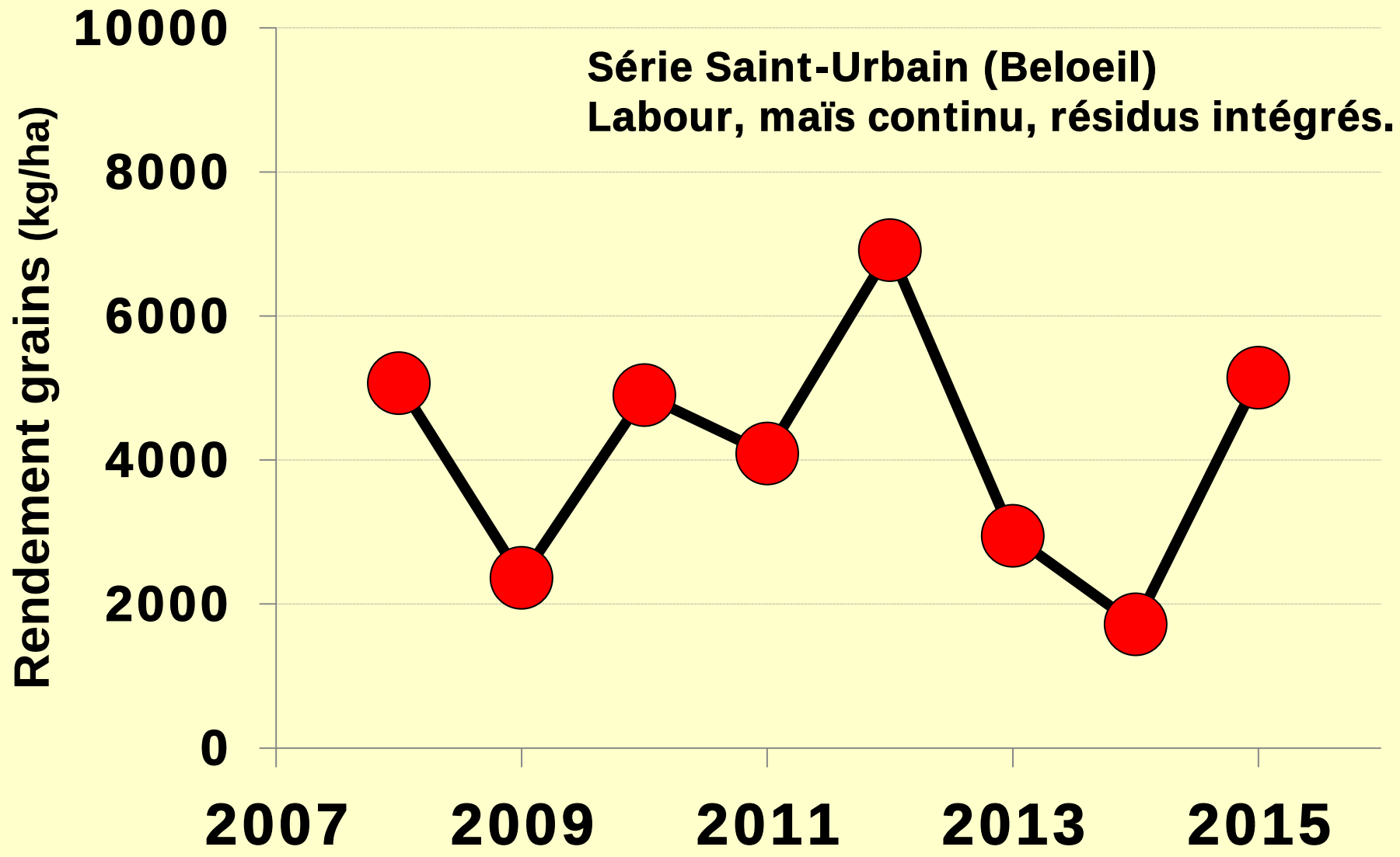


CÉROM: Rotation de longue durée

- Saison 2015
- M(S)B
- M(S)BPPP
- M(M)M
- P(P)P

Conditions climatiques

Rendement Maïs-grain (0N)



Rendements Soya en 2015 (kg/ha)

RÉGIE	DIRECT	4838
	LABOUR	4840
ROTATION	MSB	4838
	MSBPPP	4840
RÉSIDUS *	EXPORTÉS	4874
	INTÉGRÉS	4804
FERTILISATION	MINÉRALE	4857
	ORGANIQUE	4818
	AUCUNE	4843

Conclusions (1)

- **Le semis direct a un impact positif plus important sur le DMP que le labour.**

- **Le DMP le plus élevé est associé à la rotation MSBPPP, suivis par les rotations MSBMSB et PPPPPP, tandis que la rotation MMMMMM présente le DMP le plus faible.**

Conclusions (2)

- **L’effet rotation est une réalité qui se traduit par de multiples avantages (sol, phytoprotection, rendement).**

- **Effets sur les rendements variables d’une année à l’autre, mais permet d’atténuer les aléas climatiques.**

- **Expérience au CÉROM: une rotation MSB a permis des augmentations significatives des rendements de maïs de 10 à 15 % tout en améliorant la structure du sol (DMP)**