

EFFET DU SOUS-SOLAGE SUR LA PRODUCTIVITÉ DES SOLS ET SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

MARC-OLIVIER GASSER¹, STÉPHANE MARTEL², LUC BELZILE¹, MARIE-HÉLÈNE PERRON¹, HÉLÈNE GRONDINES¹, MICHÈLE GRENIER¹

Collaborateurs : Les conseillers et conseillères en agroenvironnement de Chaudière-Appalaches, Louis Robert³, Michel Lemieux¹

Dix essais de sous-solage ont été suivis de 2012 à 2014 sur des entreprises agricoles de Chaudière-Appalaches. L'objectif était de vérifier si le sous-solage améliore la productivité des sols compacts, l'efficacité agronomique de l'azote et le bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES).

Les essais comportaient au moins trois parcelles témoins non sous-solées pour comparer les rendements aux parcelles sous-solées les deux années suivant l'opération. Les exportations de N, les teneurs en nitrate résiduel et les propriétés physiques du sol ont été comparées sur quelques sites pour documenter les effets du sous-solage sur ces paramètres. La rentabilité de l'opération, de

même que son impact sur les émissions de GES ont aussi été calculés sur chaque site.

Les conditions de sous-solage étaient idéales en général à la fin de l'été 2012, les sols étaient secs et les sous-soleuses ont été opérées à des profondeurs variant de 40 à 70 cm.

IMPACT MITIGÉ SUR LES RENDEMENTS

Le sous-solage n'a pas amené de hausse systématique des rendements : des augmentations significatives ont été mesurées seulement 3 sites-années sur 18. Des tendances à l'augmentation de rendement (>0,2 t/ha) ont tout de même été observées en 2013 (6/8 sites, dont 2 avec des hausses significatives). L'effet semblait

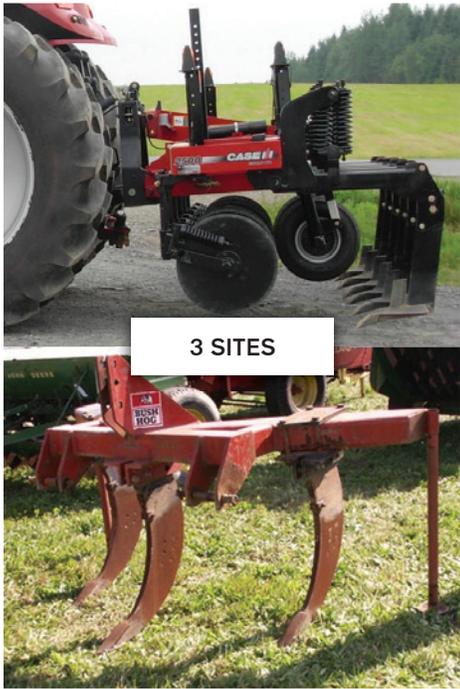
cependant s'estomper la deuxième année (2014), alors qu'un nombre plus restreint de sites avait des différences positives (3/10 sites) et significatives (1/10 sites). Des baisses de rendement (>0,2 t/ha) suite au sous-solage ont aussi été mesurées de façon plus marquée en 2014 (4/10 sites) par rapport aux résultats de l'année précédente 2013 (2/8 sites). Cinq producteurs ont cependant rapporté une amélioration générale de leur champ, soit au niveau des rendements produits ou de l'égouttement au printemps.

Tableau 1. Rendement des parcelles et appréciation de l'amélioration par les producteurs.

Site	Traitement*	Culture	2013		2014			Appréciation du producteur
			Rendement 15% hum. t/ha	Effet Traitement Prob. F	Culture	Rendement 15% hum. t/ha	Effet Traitement Prob. F	
1	NSS	Orge	2,0	0,33	Orge grainée	2,1	0,80	non
	SS		2,4			1,9		
2	NSS	Blé	5,7	0,70	Soya	4,1	0,32	oui
	SS		5,5			3,9		
3	NSS	Avoine	4,2	0,06	Soya	3,0	0,56	oui
	SS		4,9			2,8		
	SSB		4,3			2,9		
4	NSS	Maïs-ensilage	12,3	0,72	Soya	3,0	0,50	non
	SS		12,6			3,1		
5	NSS	Blé	2,0	0,04	Maïs-grain	5,7	0,38	oui (2013)
	SS		3,4			6,6		
6	NSS	Soya	2,1	0,38	Blé	3,0	0,41	oui
	SS		2,3			2,8		
7	NSS	Orge	2,3	0,27	Foin mil-trèfle	6,6	0,57	non
	SS		2,6			6,9		
8	NSS	Engrais vert	n.m.	-	Soya	2,9	0,09	oui
	SS		n.m.			3,4		
9	NSS	Millet perlé	n.m.	-	Seigle	1,4	0,79	non
	SS		n.m.			1,3		
10	NSS	Sorgho fourr.	4,9	0,10	Orge	5,0	0,58	non
	SS		4,4			5,1		

*NSS : non sous-solé; SS : sous-soleuse conventionnelle; SSB : sous-soleuse montée sur bélier / n.m. : non mesuré

DÉCOMPACTEUSE DE SEMELLES DE LABOUR



SOUS-SOLEUSES COMMERCIALES



SOUS-SOLEUSES PROFONDES



SUIVI DES PROPRIÉTÉS DES SOLS

Les propriétés physiques du sol ont été relevées intensivement sur trois sites en sols à texture fine (loam limoneux à argile lourde) et les résultats indiquent des signes évidents de compaction en profondeur, ainsi qu'une proportion élevée des pores saturés en eau et un manque d'air dans les horizons en profondeur (figure 1). Le sous-solage a toutefois produit des effets variables pour améliorer cette situation, soit des effets positifs une fois sur trois. L'effet du sous-solage sur les prélèvements en azote par les cultures et sur l'azote résiduel en fin de saison (nitrate) a aussi été relativement marginal et inégal. Les exportations de N ont été significativement plus élevées seulement sur 2 sites chaque année, tandis que l'azote résiduel était faiblement influencé par le sous-solage (2 sites en deuxième année) ou par le surplus de N calculé à partir des apports d'engrais azotés et des prélèvements.

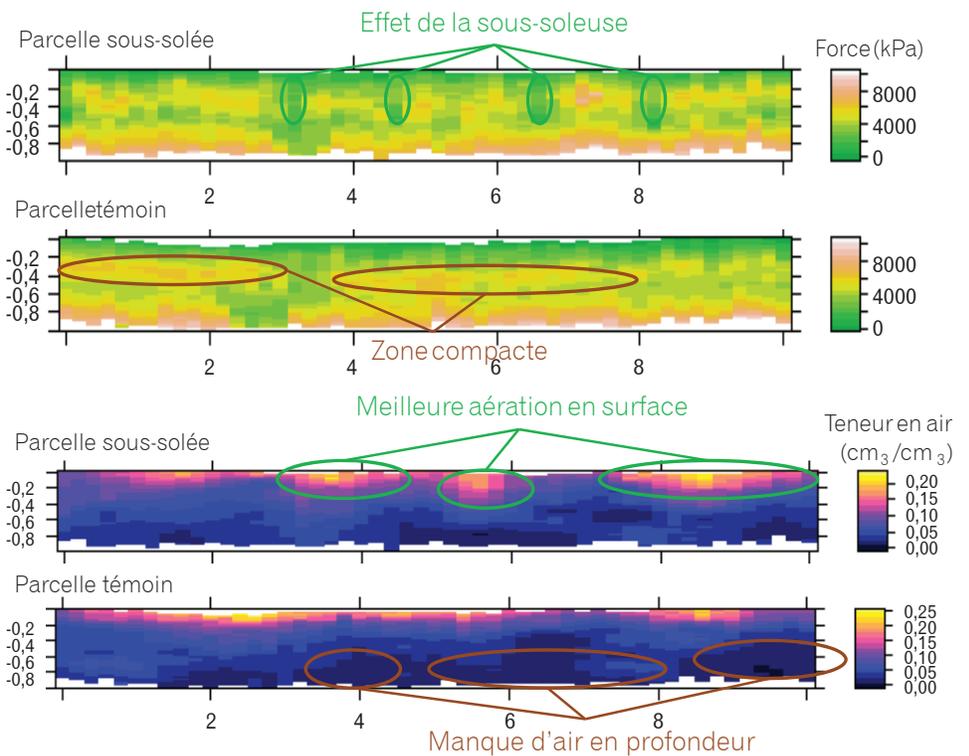


Figure 1. Profils de résistance à la pénétration d'un cône et de teneur en air dans une parcelle sous-solée et témoin (distances en m).

LES ÉMISSIONS DE GES

- Les émissions de CO₂ liées à la consommation de carburant pour le sous-solage sont négligeables comparativement aux émissions de N₂O liées à la gestion de l'azote au champ.
- Les émissions de N₂O sont amplifiées par la compaction des sols.

Le sous-solage réalisé dans des conditions optimales permettrait de **réduire les émissions de GES de 50 à 75 %** par rapport à un sol compact.

RENTABILITÉ DU SOUS-SOLAGE

- Les coûts pour réaliser le sous-solage ont été calculés pour chaque site et ont varié de 113 à 153 \$/ha.
- Plusieurs facteurs font varier le coût de sous-solage et l'énergie requise pour les travaux dont :

- le type de sol;
- la profondeur de sous-solage;
- la puissance du tracteur;
- le type de sous-soleuse (nombre de dents, présence d'ailettes, conformation du bâti et des étançons, etc.).

- Les gains de rendement nécessaires pour rentabiliser le sous-solage sont plus facilement atteignables lorsqu'ils sont obtenus sur une période d'au moins trois ans après l'opération. L'atteinte du seuil de rentabilité dépend aussi de la séquence des cultures subséquentes (figure 3).

Puisque des gains de rendement sont plus facilement atteignables dans le maïs-grain, les producteurs auraient avantage à sous-soler après la récolte des céréales et de semer du maïs-grain l'année suivante.

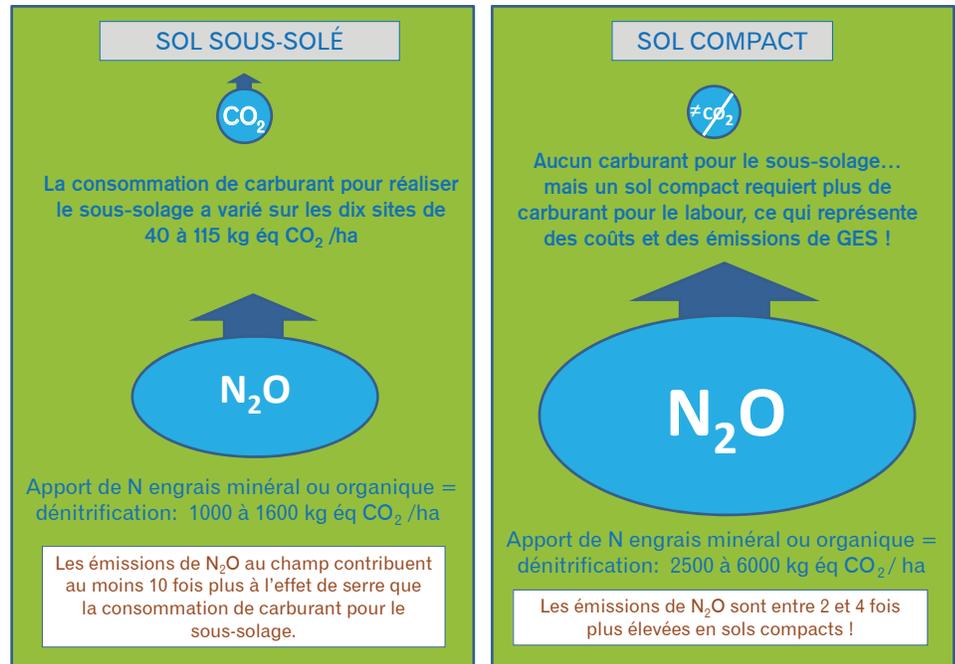


Figure 2. Les émissions de GES dans un sol compact et dans un sol avec sous-solage.

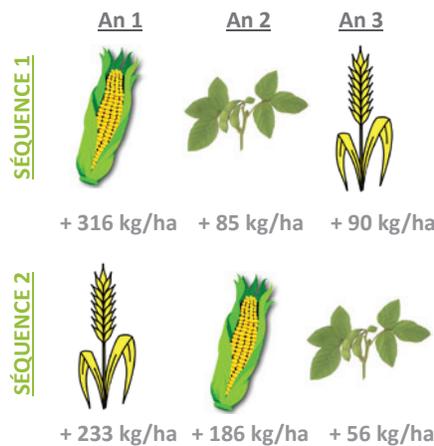


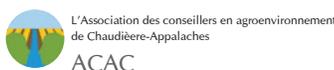
Figure 3. Seuil de rentabilité du sous-solage selon deux séquences culturales anticipées d'une rotation maïs, soya et blé.

IMPLICATIONS PRATIQUES

- Avant tout, il importe de minimiser les risques de compaction au champ, afin de préserver la productivité des sols et de réduire les émissions de GES liées à la gestion de l'azote.
- Les émissions de GES liées à la consommation de carburant pour le sous-solage sont négligeables par rapport aux bénéfices qu'il peut générer en réduisant les émissions de N₂O.
- Le sous-solage est tout de même une opération dispendieuse. Il peut être rentabilisé par des augmentations de rendement, s'il est bien réussi et si les cultures subséquentes sont bien planifiées. Cette opération mérite cependant d'être suivie par diverses mesures au champ afin de vérifier son efficacité.

Pour information supplémentaire, voir le rapport *Améliorer la productivité des sols par le sous-solage pour réduire les émissions de GES* sur le site de l'IRDA.

PARTENAIRES DE RÉALISATION ET DE FINANCEMENT



Ce projet a été réalisé en vertu du programme Prime-Vert, sous-volet 8.4, et bénéficie d'une aide financière provenant du Fonds vert du gouvernement du Québec et administrée par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.



POUR EN SAVOIR DAVANTAGE

Marc-Olivier Gasser, agr. Ph. D.
418 643-2380, poste 650
marc-o.gasser@irda.qc.ca