

# Rentabilité des cultures aux abords des cours d'eau

## Réalisé au courant des années 2002 et 2003

par l'équipe Grandes cultures et Conservation du MAPAQ  
Centre-du-Québec



Rédigé par André Brunelle, agr.  
Nicolet, décembre 2003

## A) Remerciements

Sincères remerciements aux producteurs qui ont collaboré à la réalisation de ce projet ainsi qu'aux conseillers agricoles du MAPAQ qui ont assuré la mise en place et le suivi des parcelles d'essai. Un merci particulier à MM. Denis Ruel et Michel Beaumier qui ont respectivement assuré le suivi administratif et une compilation partielle des résultats. Ce projet s'est réalisé grâce au financement obtenu via le programme « Introduction de nouvelles technologies, volet 5,1 ». Finalement nos remerciements à la compagnie Pickseed pour sa commandite des semences nécessaires à la mise en place des bandes enherbées ainsi qu'à M. Claude Girard du Conseil régional des Sociétés d'agriculture (CSRA) pour son rôle de fiduciaire des argents déposés au compte de cet organisme.

## B) Introduction

Aux fins du présent rapport la bande enherbée se définit comme une lisière enherbée et permanente de 1 à 2 mètres de largeur, étalée sur la portion horizontale du champ, en haut des talus des fossés et cours d'eau. Cette bande enherbée a pour rôle de filtrer et retenir les éléments solubles et en suspension qui autrement atteindraient le fossé. Les études menées par M. Duchemin montrent l'efficacité de ces dispositifs pour réduire la contamination des eaux courantes par les pesticides, le phosphore, les effluents des engrais organiques et finalement les sédiments et contaminants bactériologiques transportés par les eaux de ruissellement. Une étude réalisée par l'IRDA tend par ailleurs à illustrer que la bande de 1 mètre est en général aussi efficace que celle de 2 ou 3 mètres de largeur.

Malgré leur impact favorable sur la qualité des eaux, les bandes enherbées sont très peu présentes dans la région, les producteurs étant, sauf exception, peu enclins à soustraire les espaces nécessaires des superficies cultivées. Règle générale la perte de revenu anticipée nous apparaît la raison la plus souvent invoquée. Nous avons donc pensé à mesurer les rendements en bordure du champ et à les comparer à la moyenne de celui-ci tout en cherchant à identifier les causes de cette variation, le cas échéant. Finalement, nous avons cru bon de vérifier si,

une fois la bande enherbée mise en place, l'effet de bordure se déplacerait vers l'intérieur du champ.

### C) Objectifs

Les objectifs de ce projet s'étalant sur 2 années étaient de :

- a) au cours de l'année 2002, mesurer les rendements dans les deux premières lisières de 2 mètres de largeur (0 à 2 m) et (2 à 4 m) et comparer le rendement de ces lisières à celui obtenu dans les 10 mètres suivant qui sera retenu comme moyenne du champ et auquel un indice de rendement de 100 aura été attribué.
- b) Mesurer si en 2003, le gradient de rendement se déplace à l'intérieur du champ suite à l'enherbement de la première lisière (0-2 m).
- c) Déterminer (s'il y a lieu) la cause des gradients de rendement de façon à suggérer les correctifs appropriés.

### D) Méthodologie

- 1) Au cours de l'année 2002 dix champs de maïs ont été identifiés chez 10 fermes différentes, sur des sols dont la texture varie de sableuse à argileuse.
- 2) En bordure d'un fossé longitudinal (fossé de ligne) 3 lisières ont été identifiées soient :
  - a) une première lisière cultivée de 2 mètres de largeur, en bordure du fossé.  
Cette lisière sera désignée « 0-2 m » dans le rapport et correspond en pratique aux 2 premiers rangs de maïs;
  - b) une deuxième lisière de 2 mètres désignée « lisière 2-4 m » correspondant en pratique aux 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> rang de maïs;
  - c) une troisième lisière située environ entre 10 et 15 m de la bordure du champ qui représentera la moyenne du champ.

- 3) Pour chacune de ces trois lisières, les opérations suivantes ont été effectuées au cours de l'été 2002.
  - a) Prise d'un échantillon de sol en vue d'en obtenir les analyses de routine, la granulométrie et les oligoéléments.
  - b) Comptage du nombre d'épis et calcul du rendement théorique à partir du poids et du % d'humidité des épis à la récolte.

Dans chacune des 3 lisières, les épis ont été comptés et ramassés sur 2 sites échantillons. Pour chacune des 3 lisières, 10 épis prélevés au hasard ont alors été épanouillés et immédiatement pesés et ensuite séchés à l'air libre jusqu'à poids constant. Le rendement en grains a été calculé à partir d'un facteur d'ajustement permettant de convertir le poids des épis secs en rendement en maïs grain, connaissant le taux d'humidité à la récolte (voir annexe 1).

#### E) Méthodologie 2003

Au cours de l'année 2003, les opérations suivantes ont été effectuées.

- a) Mise en place d'une bande enherbée de 2 mètres de largeur dans l'emplacement de la lisière 0-2 m.
- b) Mesure du rendement dans les 3 nouvelles lisières qui se trouvent décalées de 2 m vers l'intérieur du champ.
- c) Examen d'au moins 1 profil de sol dans les rangs de bordure et à l'intérieur du champ afin de déterminer si le gradient de rendement ou l'absence de celui-ci pourrait être relié à des raisons agropédologiques notamment, structure, compaction, anoxie, profondeur d'enracinement, etc.

#### F) Caractérisation des sols

Les résultats analytiques sont présentés en valeur absolue de même que sur une base d'indices afin de faciliter la comparaison des résultats d'un

site d'expérimentation à l'autre. La 3<sup>e</sup> lisière, soit la moyenne au champ s'est vue attribuer l'indice 100 et les résultats des deux autres lisières (0-2 m et 2-4 m) ont été calculés par rapport à cet indice. Supposons par exemple les rendements suivants :

Lisière 1 (0-2 m) 7 000 kg/ha

Lisière 2 (2-4 m) 8 000 kg/ha

Lisière 3 (moyenne du champ) 9 000 kg/ha

$$\text{Indice lisière 1} = \frac{100 \times 7000}{9000} = 77,8$$

**Tableau 1 - Caractérisation des sols (éléments majeurs)**

	pH eau	Indice pH eau	pH tampon	Indice pH tampon	P	Indice Phos.	K	Indice Potas.	Al	Saturation P	Indice Satu.P
Nom de la ferme									ppm	%	
Ferme Montplaisir - 1	7,5	104,2	7,5	100,0	56	59,6	149	102,8	370	6,8	101,5
Ferme Montplaisir - 2	7,3	101,4	7,5	100,0	113	120,2	205	141,4	413	12,2	182,1
Ferme Montplaisir - 3	7,2	100,0	7,5	100	94	100	145	100	630	6,7	100
Ferme Bertco - 1	6,4	106,7	6,9	100,0	44	68,8	295	135,3	939	2,1	56,8
Ferme Bertco - 2	6,7	111,7	7,1	102,9	23	35,9	291	133,5	932	1,1	29,7
Ferme Bertco - 3	6,0	100,0	6,9	100,0	64	100,0	218	100,0	773	3,7	100,0
Ferme Misyl - 1	7,1	112,7	7,5	108,7	39	59,1	54	81,8	826	2,1	63,6
Ferme Misyl - 2	6,9	109,5	7,3	105,8	42	63,6	50	75,8	841	2,2	66,7
Ferme Misyl - 3	6,3	100,0	6,9	100,0	66	100,0	66	100,0	891	3,3	100,0
Ferme Chalou - 1	6,0	103,4	6,8	101,5	31	29,0	235	162,1	811	1,7	26,2
Ferme Chalou - 2	5,9	101,7	6,8	101,5	62	57,9	219	151,0	752	3,7	56,9
Ferme Chalou - 3	5,8	100,0	6,7	100,0	107	100,0	145	100,0	735	6,5	100,0
Ferme Franclain - 1	7,6	101,3	7,5	100,0	5	6,8	44	107,3	22,4	2,8	6,3
Ferme Franclain - 2	7,6	101,3	7,5	100,0	16	21,9	38	92,7	43,9	16,1	36,5
Ferme Franclain - 3	7,5	100	7,5	100	73	100	41	100	74,3	44,1	100
Ferme Létourneau - 1	6,2	105,1	6,6	101,5	195	75,3	219	97,8	1010	8,6	71,1
Ferme Létourneau -2	6,1	103,4	6,5	100,0	152	58,7	132	58,9	1060	6,4	52,9
Ferme Létourneau - 3	5,9	100	6,5	100	259	100	224	100	954	12,1	100
Ferme Aclanta -1	5,1	102,0	6,0	100,0	72,0	31,3	61,0	35,3	1420,0	2,3	28,4
Ferme Aclanta -2	5,2	104,0	6,3	105,0	131,0	57,0	89,0	51,4	1070,0	5,5	67,9
Ferme Aclanta -3	5	100	6	100	230	100	173	100	1270	8,1	100
Ferme Reguet SENC - 1	6,3	116,7	6,8	109,7	129	106,6	276	114,5	930	6,2	124,0
Ferme Reguet SENC - 2	5,4	100,0	6,4	103,2	102	84,3	225	93,4	1100	4,2	84,0
Ferme Reguet SENC - 3	5,4	100	6,2	100	121	100	241	100	1080	5	100
Ferme Guyrojoy - 1	6,9	104,5	7,3	104,3	106	67,1	311	148,1	620	7,7	93,9
Ferme Guyrojoy - 2	7,2	109,1	7,5	107,1	120	75,9	325	154,8	595	9	109,8
Ferme Guyrojoy - 3	6,6	100	7	100	158	100	210	100	860	8,2	100
Ferme Ghislain Gervais - 1	7,9	98,8	7,5	100,0	18	25,0	689	85,5	905	1	25,0
Ferme Ghislain Gervais -2	8,1	101,3	7,5	100,0	64	88,9	927	115,0	770	3,7	92,5
Ferme Ghislain Gervais -3	8	100	7,5	100	72	100	806	100	811	4	100
Moyenne lisière 1	6,7	105,5	7,0	102,6	69,5	52,9	785,3	4,1	59,7	233,3	107,0
Moyenne lisière 2	6,6	104,3	7,0	102,6	82,5	66,4	757,7	6,4	77,9	250,1	106,8
Moyenne lisière 3	6,4	100,0	6,9	100,0	124,4	100,0	807,8	10,2	100,0	226,9	100,0

Le pH des sites échantillonnés est très variable, allant de fortement acide à la ferme Aclanta, à faiblement alcalin à la ferme Franclain. Les valeurs obtenues à la ferme Aclanta sont suffisamment faibles pour présumer d'un risque de toxicité par l'ion  $Al^{3+}$  qui, à ces pH peut se retrouver dans la solution du sol en concentration suffisante pour nuire au développement des racines et ainsi diminuer le rendement à moins qu'un chaulage de correction ait été apporté.

En moyenne, le pH eau est légèrement plus élevé en bordure du champ comme l'illustrent les indices de 105,5 et 104. Rien ne permet de croire que ces variations aient pu avoir une incidence quelconque sur les gradients de rendement d'un même champ.

La teneur en phosphore varie d'extrêmement faible à la ferme Franclain, à riche pour la moyenne du champ de la ferme Aclanta. Dans l'ensemble les teneurs sont moyennes. À la ferme Franclain les teneurs en P et Al et par conséquent le taux de saturation en P nous apparaissent peu fiables. Ceci est dû au pH élevé et à la présence possible de carbonates libres qui neutralisent l'extractif Mehlich 3. Il en est donc résulté un taux de phosphore anormalement faible et des taux d'aluminium extrêmement faibles de 22 à 74 ppm. En moyenne le taux de phosphore a augmenté de la bordure vers l'intérieur comme en témoignent les indices moyens qui passent de 52,9 à 66,4 et 100 pour les lisières 1, 2 et 3. Cette variation coïncide assez bien avec l'indice moyen de rendement. Toutefois, il serait inapproprié d'en tirer un lien de cause à effet déterminant puisque certains champs ont montré de très forts rendements hors des rangs de bordure (Montplaisir, Bertco, Franclain et Misyl) alors que la teneur en P était relativement faible. La teneur en potassium est en général bonne à élevée à l'exception des fermes Misyl et Franclain où celle-ci est très faible. Ces deux sites montrent quand même des rendements très acceptables à l'intérieur des champs.



Tableau 2 - Caractérisation des sols (suite)

	Mg	Ca	Al	Zn	Cu	B	Mn	Mat Org.	Sable	Limon	Argile	Texture
Nom de la ferme			ppm	ppm				%	%			
Ferme Montplaisir	223	7300	370	3,25	3,39	0,52	75,2	1,6	56	28	16	LS
Ferme Montplaisir	232	7240	413	3,64	3,19	0,56	79,0	1,8	44	35	21	L
Ferme Montplaisir	192	4830	630	2,28	2,40	0,68	66,8	3,0	48	24	28	LSA
Ferme Bertco	1520	5420	939	1,64	2,39	0,28	59,9	2,2	26	58	16	LLI
Ferme Bertco	1330	5180	932	1,45	2,04	0,29	54,0	2,1	28	54	18	LLI
Ferme Bertco	370	4050	773	1,43	1,33	0,32	27,1	2,7	54	26	20	LS – LSA
Ferme Misyl	64	3850	826	1,13	2,30	0,24	5,62	3,1	46	36	18	L
Ferme Misyl	57	3480	841	1,14	1,91	0,21	5,97	2,9	44	36	20	L
Ferme Misyl	141	3400	891	1,45	1,71	0,38	5,16	3,8	38	46	16	L
Ferme Chalou	779	3770	811	1,70	2,67	0,27	22,1	2,6	40	32	28	L – LA
Ferme Chalou	595	3430	752	1,82	1,97	0,25	16,2	2,9	52	28	20	LS – LSA
Ferme Chalou	400	3280	735	1,78	1,91	0,30	10,7	3,1	58	22	20	LS – LSA
Ferme Franclain	515	27200	22,4	5,29	3,73	0,96	20,1	6,9	32	43	25	L
Ferme Franclain	439	24700	43,9	6,02	3,68	1,1	17,1	8	31	44	25	L
Ferme Franclain	352	22900	74,3	7,36	4,1	1,19	13,8	9,8	22	49	29	LLI
Ferme Létourneau	165	4300	1010	3,08	3,87	0,34	92	6,3	38	37	25	L
Ferme Létourneau	128	3650	1060	2,68	4,19	0,34	61,2	5,4	34	44	22	L
Ferme Létourneau	215	3630	954	3,37	4,25	0,53	42,2	6,1	36	42	22	L
Ferme Aclanta	28,0	1040,0	1420,0	2,1	1,1	0,1	96,6	4,8	72,0	16,0	12,0	LS
Ferme Aclanta	47,0	1070,0	1070,0	4,7	1,6	0,2	147,0	3,7	64,0	17,0	19,0	LS
Ferme Aclanta	32	497	1270	3,35	1,63	0,11	90,2	2,7	80	12	8	SL
Ferme Reguet SENC	405	3520	930	4,55	2,11	0,29	236	5,2	54	24	22	LSA
Ferme Reguet SENC	300	2810	1100	4,29	1,69	0,19	285	5,4	46	26	28	LSA
Ferme Reguet SENC	325	3190	1080	6,3	3	0,25	247	8,3	46	27	27	L – LSA
Feme Guyrojoy	502	3280	620	2,29	2,77	0,38	32	1,9	60	22	18	LS
Feme Guyrojoy	564	3360	595	2,4	2,91	0,37	33,9	5,1	49	26	25	L
Feme Guyrojoy	387	3250	860	1,58	2,42	0,34	19	2,5	58	25	17	LS
Feme Ghislain Gervais	2250	12000	905					2,9	7	17	76	A – LO
Feme Ghislain Gervais	1910	17700	770					2,4	2	18	80	A – LO
Feme Ghislain Gervais	2170	16700	811					3	6	21	73	A – LO
Moyenne lisière 1	645,1	7168,0	785,3	2,8	2,7	0,4	71,1	3,8	43,1	31,3	25,6	
Moyenne lisière 2	560,2	7262,0	757,7	3,1	2,6	0,4	77,7	4,0	39,4	32,8	27,8	
Moyenne lisière 3	458,4	6572,7	807,8	3,2	2,5	0,5	58,0	4,5	44,6	29,4	26,0	



Les teneurs en magnésium sont en général satisfaisantes sauf à la ferme Aclanta où même l'intérieur du champ (lisière 3) montre une teneur nettement déficiente (32 kg/ha). Un fort gradient est observable à la ferme Mysil où les 2 premières lisières sont déficientes. Les rendements suivent ces tendances. Toutefois, il est impossible d'affirmer qu'il y ait un lien unique de cause à effet. Une visite des lieux, en juillet 2003, a montré un enracinement très superficiel dans les 2 premières lisières en raison d'une induration du sol causée par une structure fondante. La zone d'enracinement correspondait qu'à la profondeur du lit de semence préparé au printemps. Ce facteur très déterminant en 2003 a pu jouer tout autant en 2002. Il demeure que des teneurs en magnésium aussi faibles ne peuvent permettre d'escompter des rendements élevés. Les teneurs en calcium sont en général bonnes à élevées alors que les fermes Gervais et Franclain montrent des teneurs très élevées. Seule Aclanta montre des valeurs insuffisantes particulièrement pour l'échantillon représentant la moyenne du champ (497 kg/ha). Cette valeur résulte probablement d'un échantillonnage dans un secteur où l'horizon podzolique avait été ramené à la surface suite à la remise en culture. Nous avons constaté l'hétérogénéité des sols de ce champ lors d'une visite à l'automne 2003.

Les valeurs d'aluminium sont en général moyenne à l'exception des fermes Montplaisir et Franclain où elles sont respectivement faibles et excessivement faibles. Dans ce dernier cas, les valeurs de 22,4 ppm à 74,3 ppm sont non représentatives puisqu'elles reflètent davantage la présence de calcium « actif » dans le sol qui ne permet pas dans ces conditions à la solution Mehlich 3 d'extraire et maintenir en solution l'aluminium normalement extrait.

Les teneurs en Zn, sont en général moyennes à bonnes pour la culture de maïs à l'exception des sites Misyl et Bertco où elles peuvent être quelquefois basses. Toutefois, la teneur du sol en Zn extractible à la solution Mehlich 3 ne peut qu'être indicative puisque sa disponibilité diminue avec l'augmentation du pH eau et la teneur en phosphore assimilable du sol. L'historique du champ, l'observation des symptômes et la confirmation par l'analyse foliaire sont les meilleurs moyens de diagnostiquer une carence en Zn dans la culture de maïs. Contrairement à ce qui se produit pour l'aluminium et le phosphore, l'extractif Mehlich 3

demeure un extractif relativement fiable pour les oligoéléments même si le sol montre un pH élevé, puisque ceux-ci sont extraits par l'ion  $\text{NH}_4$  et l'agent chélatant EDTA de la solution extractive. Les teneurs en cuivre sont bonnes à élevées. Les teneurs en manganèse varient de très faibles à la ferme Misyl à exceptionnellement élevées à la ferme Reguet SENC. Toutefois le maïs est peu exigeant en cet élément. Les cultures plus exigeantes, telles les céréales à paille montreront fort probablement des signes évidents de carences si produites dans des conditions similaires à celles mentionnées plus haut pour la ferme Mysil.

En général, il n'y a que peu de différences entre la texture des différentes portions d'un même champ. Celles-ci en elles-mêmes n'ont pas eu d'incidence évidente sur le rendement.

#### G) Suivi agronomique des cultures

Au cours de l'été et l'automne 2002 un suivi agronomique des cultures a été effectué, le nombre et le poids des épis ainsi que le rendement ont été mesurés pour chacune des trois lisières. Le tableau 3 présente les données acquises au cours de cette période.

Tableau 3 - Suivi agronomique 2002

	Épis / site	Indice nb.épis	Poids moyen épis humides	Indice poids épis	Hum.grain	Indice hum.grain	Rendement	Indice rdt.
Nom de la ferme	1/2500 ha		Kg/1/2500 ha		%		Tm/ha	
Ferme Montplaisir	31	91,2	7,8	96,9	29,6	91,4	12,12	100,9
Ferme Montplaisir	32	94,1	8,05	100,0	31,4	96,9	12,21	101,7
Ferme Montplaisir	34	100	8,05	100	32,4	100	12,01	100
Ferme Bertco	21	80,8	4,1	61,7	34,1	102,4	5,98	60,7
Ferme Bertco	25	96,2	6,15	92,5	33	99,1	9,11	92,5
Ferme Bertco	26	100,0	6,65	100,0	33,3	100,0	9,85	100,0
Ferme Misyl	30	90,9	4,28	57,8	35,6	122,8	6,1	52,2
Ferme Misyl	29	87,9	5,9	79,7	35	120,7	8,48	72,5
Ferme Misyl	33	100,0	7,4	100,0	29	100,0	11,69	100,0
Ferme Chalou	19	135,7	2,52	61,5	31,5	93,2	3,82	63,9
Ferme Chalou	15	107,1	4,2	102,4	31,3	92,6	6,37	106,5
Ferme Chalou	14	100,0	4,1	100,0	33,8	100,0	5,98	100,0
Ferme Franclain	29	100,0	4,6	79,3	25,6	98,8	7,71	80,1
Ferme Franclain	21	72,4	4	69,0	27,2	105,0	6,53	67,8
Ferme Franclain	29	100	5,8	100	25,9	100	9,63	100
Ferme Létourneau	20	83,3	3,1	55,4	29,3	93,0	4,9	57,7
Ferme Létourneau	28	116,7	5,2	92,9	30,3	96,2	8,04	94,7
Ferme Létourneau	24	100	5,6	100	31,5	100	8,49	100
Ferme Aclanta	27,0	112,5	2,9	80,6	23,7	97,9	5,0	80,5
Ferme Aclanta	28,0	116,7	4,1	113,9	26,9	111,2	6,7	107,9
Ferme Aclanta	24	100	3,6	100	24,2	100	6,21	100
Ferme Reguet SENC	16	69,6	2,4	57,1	38,5	91,0	3,27	60,2
Ferme Reguet SENC	28	121,7	4,6	109,5	39,1	92,4	6,22	114,5
Ferme Reguet SENC	23	100	4,2	100	42,3	100	5,43	100
Ferme Guyrojoy	29	96,7	6,58	92,7	24,3	89,0	10,01	96,4
Ferme Guyrojoy	24	80,0	6,2	87,3	25,1	91,9	9,34	90,0
Ferme Guyrojoy	30	100	7,1	100	27,3	100	10,38	100
Ferme Ghislain Gervais	31,5	101,6	6,55	97,8	39,1	106,3	8,02	94,1
Ferme Ghislain Gervais	28,5	91,9	6,1	91,0	40,9	111,1	7,25	85,1
Ferme Ghislain Gervais	31	100	6,7	100	36,8	100	8,52	100
	Épis / site	Indice nb.épis	Poids moyen épis humides	Indice poids épis	Hum.grain	Indice hum.grain	Rendement	Indice rdt.
Lisière 1	25,4	96,2	4,5	74,1	31,1	98,6	6,7	74,7
Lisière 2	25,9	98,5	5,5	93,8	32,0	101,7	8,0	93,3
Lisière 3	26,8	100,0	5,9	100,0	31,7	100,0	8,8	100,0

Avant de débiter l'interprétation des données du tableau 3, il est bon de rappeler que les objectifs principaux du projet étaient de déterminer les rendements moyens obtenus en bordure du champ par rapport à la moyenne de celui-ci et de déterminer la cause de cette gradation si gradation il y a, bien entendu.

Le nombre moyen d'épis par unité de surface est sensiblement le même dans les 3 lisières. L'indice moyen du nombre d'épis passant de 96,2 à 98,5 pour les lisières 1 et 2.

Le tableau 3 montre que les rendements vont de 6,7 à 8,0 et 8,8 t/ha ce qui produit un indice moyen de rendement de 74,7, 93,3 et 100 % pour les lisières 1, 2 et la moyenne du champ respectivement. Le nombre d'épis par unité de surface varie très peu dans les 3 lisières (de 25,4 à 26,8). La population ne peut donc pas expliquer la gradation moyenne de rendement. Cette gradation de rendement trouve son explication dans le poids des épis dont l'indice moyen se rapproche sensiblement de celui du rendement moyen. En clair, la gradation du rendement origine de la petite taille des épis et non pas du nombre d'épis ou du taux d'humidité du grain. Il ne reste qu'à connaître la ou les causes principales du faible développement des épis dans un grand nombre des sites observés. En effet, seuls les sites des fermes Montplaisir, Guyrojoy et Gervais ont montré en 2002, une culture dont le rendement fut relativement uniforme jusqu'en bordure du champ.

### Tableau 4 - Suivi agronomique 2003

Compilation résultats bandes enherbées 2003

Nom de la ferme	Culture	Pop .		Poids hum. 10 épis(kg)	Hum.récolte %	Rdt.15.5% kg/ha	Rdt relatif %
		Pop./ha	1/2500 ha				
Ferme Montplaisir	Mais	74000	30	2,57	29,3	12064	107
Ferme Montplaisir	Mais	75000	30	2,32	29,9	10945	97
Ferme Montplaisir	Mais	76000	30	2,33	29,4	11233	100
Ferme Mysil	Mais	66000	26	1,03	30,8	4207	39
Ferme Mysil	Mais	73000	29	1,19	33,1	5208	48
Ferme Mysil	Mais	80000	32	2,28	33,1	10936	100
Ferme Bertco	Mais	65000	26	1,82	25,2	8106	109
Ferme Bertco	Mais	77000	31	1,49	26,7	7649	103
Ferme Bertco	Mais	68000	27	1,63	26,1	7450	100
Ferme Chalou	Mais	65000	26	1,75	26,4	7584	66
Ferme Chalou	Mais	78000	31	1,33	28,3	6691	58
Ferme Chalou	Mais	85000	34	2,08	28,1	11495	100
Ferme Franclain	Orge				14,7	1908	62
Ferme Franclain	Orge				14,2	3217	104
Ferme Franclain	Orge				15,9	3087	100
F P.Létourneau	Mais	71000	29	1,6	30,6	7154	85
F P.Létourneau	Mais	71000	29	1,8	34,2	7613	90
F P.Létourneau	Mais	69000	28	2	31,9	8423	100
Ferme Guyrojoy	Mais	69000	28	1,95	26,3	8970	83
Ferme Guyrojoy	Mais	69000	28	2,33	27,4	10542	98
Ferme Guyrojoy	Mais	70000	28,5	2,45	30,2	10788	100
Ferme Réguet SENC Mais ensil.		64000	26			9534	94
Ferme Réguet SENC Mais ensil.		58660	23			12114	120
Ferme Réguet SENC Mais ensil.		48660	19			10086	100
Ferme Aclanta	Orge				13,7	3405	102
Ferme Aclanta	Orge				13,7	3313	99
Ferme Aclanta	Orge				13,9	3335	100
	Moy.Lis.1	68333	28	1,79	28,1	8014	82
	Moy.Lis.2	73833	30	1,74	29,9	8108	82,3
	Moy.Lis.3	74667	30	2,13	29,8	10054	100,0

Au début de l'année 2003, une bande enherbée de 2 m de largeur a été mise en place. Un suivi agronomique a été effectué sur les 3 lisières ainsi décalées de 2 m vers l'intérieur du champ. L'objectif était de déterminer si le gradient de rendement serait maintenu suite à la mise en place de la bande enherbée. Le tableau 4 ci-dessus montre que les gradients moyens de rendement en maïs grain (6 fermes) sont de 71, 82,3 et 100 par lisière 1, 2 et la moyenne du champ respectivement. Dans l'ensemble, l'ampleur du gradient s'est maintenue suite à la mise en place de la bande enherbée. À noter qu'en 2003, seule la ferme Montplaisir montre pour une 2<sup>e</sup> année un rendement élevé jusqu'en bordure du champ. La ferme Guyrojoy qui affichait de bons résultats en 2002 voit apparaître un gradient de rendement significatif en 2003. Un profil agropédologique effectué à l'automne 2003 montrera que la compaction effectuée au printemps explique les faibles rendements des rangs de bordure. Dans l'ensemble la moyenne des populations de maïs grain a montré un plus fort gradient qu'en 2002. Ceci est dû en particulier aux fermes Mysil et Chalou où la population de la lisière 1 (2 premiers rangs) en production était considérablement moindre que celle de la moyenne du champ. Un profil agropédologique situé dans chacune de ces zones de faible population et rendement a révélé une structure fondante et une induration du sol qui ont limité l'établissement des plantules et l'enracinement dans les 10 premiers centimètres. Tout comme en 2002, le gradient de rendement s'explique principalement par le poids des épis bien que la population moyenne de la lisière 1 soit environ 10 % inférieure à la moyenne du champ (tableau 4).

#### H) Analyse des causes de la présence ou absence de gradient de rendement en bordure des champs

Au cours de l'année 2003, nous avons étudié au moins un profil de sol dans les rangs en bordure afin de comparer les caractéristiques du sol en cet endroit avec celles observées quelques mètres plus loin à l'intérieur du champ. Nous avons comme objectif de déterminer s'il était possible d'identifier des caractères morphologiques observables dans les premiers 50 cm (mais principalement dans les premiers 20 cm) qui pourraient être reliés à des différences de développement de la culture.

À la ferme Montplaisir il n'y a pas eu de gradation de rendement en 2002 et 2003 (figure 1). Lors de notre visite, nous avons constaté que l'enracinement et la structure ne différaient pas sensiblement, quelle que soit la position du profil examiné. Tant dans les rangs de bordure que plus à l'intérieur du champ, la structure de l'horizon de labour était granulaire et bien développée (figure 2). La couleur (10YR3/2) indiquait une aération tout à fait satisfaisante. Ces caractéristiques jointes à l'absence de zone compactée ou anoxique à la base du labour favorisent un enracinement profond. Cela, à notre avis, a permis d'éviter les stress hydriques de l'été et contribué à l'uniformité des rendements. À la ferme Mysil par contre le gradient de rendement est prononcé et s'est maintenu en 2003. La figure 3 permet d'apprécier un effet de bordure qui s'estompe graduellement sur environ 6 rangs. Le sol de surface est dur, la figure 4 montre un enracinement horizontal et très superficiel dans les premiers 7-10 cm qui correspondent à la profondeur du lit de semence. Ce sol ayant été labouré à l'automne 2002, a donc été retassé au cours des travaux de semis de 2003, vraisemblablement réalisés en conditions trop humides. Les effets de ce travail en conditions humides ont été d'autant plus néfastes que la structure n'est pas stable et que le sol est moins en mesure de résister ou de récupérer suite à un tassement de printemps.

Le profil de sol (figure 5) de la ferme Bertco permet d'illustrer ce que nous croyons être un problème très fréquemment rencontré en bordure longitudinale du champ. Il s'agit d'un labour plat où les débris sont enfouis en un matelas horizontal qui favorise l'apparition de conditions d'anaérobiose. Afin d'éviter de créer un dernier sillon trop profond, le producteur tend à diminuer la profondeur de labour en s'approchant des cours d'eau. Il en résulte un labour plus plat qui place les débris en couche horizontale au fond du sillon au lieu de les distribuer sur toute la profondeur du travail. L'activité biologique qui carbure à même le carbone oxydable des résidus de culture diminue graduellement dans la partie supérieure du sol. Il en résulte une structure de plus en plus fragile avec les risques d'encroûtement qui en résultent. Les labours trop minces ne permettent pas la reprise de la totalité de la portion supérieure du sol qui a été tassée au cours de l'année de production. La couche de débris trop horizontale repose alors sur une couche moins perméable où l'eau tend à demeurer trop longtemps. La couche de débris qui est le siège d'une plus



grande consommation d'oxygène que le milieu environnant prend alors une teinte plus terne (gris ou gris bleu) que les environs immédiats (figure 6).

La ferme Chalou montre un fort gradient de rendement tant en 2002 qu'en 2003 (figure 7). Les causes nous apparaissent très similaires à celles observées à la ferme Misyl. À noter l'enracinement très superficiel des plus petits plants en raison de l'encroûtement de ces sols suite à un manque d'activité biologique, causée par une mauvaise gestion des résidus de culture suite au labour trop mince et donc trop plat (figure 8).

En 2002, le site de la ferme Franclain montrait une assez forte gradation des rendements dans les 2 premières lisières. Par contre, la moyenne du champ se situait à 9,6 t/ha ce qui est excellent pour cette région climatique. Ces rendements élevés ont été obtenus sur des sols en apparence excessivement pauvres en phosphore. Toutefois, ces valeurs ne sont pas fiables puisque l'extractif Mehlich 3 est neutralisé par des doses excessives de calcium et donne des résultats aberrants, en particulier pour le dosage du phosphore et de l'aluminium. L'utilisation de la méthode Olsen ( $\text{NaHCO}_3$ ) aurait permis de doser le phosphore assimilable d'une façon beaucoup plus fiable. Il faut donc croire que le phosphore était disponible en quantité suffisante étant donné les bons rendements moyens obtenus.

Au cours de la saison 2003, l'examen du profil a montré un sol friable, riche en matière organique. La culture d'orge montrait un enracinement profond et un bon développement sur ce sol travaillé à la rotobêche à l'automne 2002. Il semble qu'ici aussi, un développement racinaire suffisant est associé à une performance agronomique acceptable.

Le champ à la ferme Létourneau a montré un fort gradient de rendement en 2002 (57, 94 et 100). Celui-ci est demeuré assez manifeste en 2003, (85, 90, 100). L'examen du sol a montré un sous-sol naturellement compact et dense que les racines pénètrent peu. En clair, une grande portion des racines se retrouvent dans l'horizon de labour. Il s'avère que celui-ci étant moins épais en bordure du fossé, en raison d'un labour plus mince, et dans une certaine mesure de la conformation en planche arrondie qui résulte en un déplacement du sol arabe vers le centre de la planche. Ce fort gradient de rendement s'est manifesté malgré une

teneur en P et K plus qu'adéquate et une population satisfaisante dans la lisière 1. Encore une fois le rendement est relié au développement des épis (tableaux 3 et 4) qui nous semble, comme partout ailleurs, relié à la profondeur d'enracinement.

Les rendements à la ferme Aclanta ont montré un gradient en 2002 et ont été plus uniformes en 2003. Lors de l'inspection des sols en 2003, la culture était d'apparence uniforme jusqu'en bordure de la bande enherbée. L'analyse du sol montre cependant des teneurs en P et K qui sont marginales même insuffisantes pour escompter en tout temps des rendements uniformes. Le pH eau du champ était insuffisant lors de l'échantillonnage. Ce site illustre lui aussi l'intérêt d'échantillonner séparément les bordures de champ afin d'en évaluer la fertilité. Une bonne richesse du sol ne peut compenser un enracinement insuffisant mais demeure elle aussi essentielle à l'obtention de rendements satisfaisants.

Le site de la ferme Reguet SENC a produit de bas rendements de maïs grain en 2002. En 2003 les rendements en maïs ensilage ont été faibles à modérés (tableau 4). Il faut mentionner toutefois que ce sol qui a été remis en culture récemment se caractérise par une forte variabilité spatiale. Des zones d'horizon podzolique ramenées en surface par un labour relativement profond de même qu'un égouttement variable (figure 9). Ces deux facteurs ont amené une grande variabilité spatiale qui a compliqué l'échantillonnage.

Le site de la ferme Guyrojoy a connu de bons rendements en maïs grain tant en 2002 qu'en 2003. Le gradient de rendement de l'une ou des deux premières lisières par rapport à la moyenne du champ a été observé en 2002 et 2003. L'inspection des sols faite au cours de la saison 2003 a montré que les zones, où les plants étaient plus courts, étaient associées à une compaction printanière (figure 10).

### Analyse des résultats

L'examen des profils de sol des sites à fort gradient de rendement a très clairement démontré que lorsque présents, les faibles rendements des premières lisières étaient très fortement liés à une faible profondeur

d'enracinement. Ce faible enracinement a résulté de l'une des 4 causes suivantes.

- a) Une structure instable qui a causé une reprise de densité du profil à l'exception de la zone de préparation du lit de semence. Dans ces cas, les racines se sont essentiellement développées dans les 7-10 premiers centimètres du sol. Ce phénomène est particulièrement évident aux sites Chalou et Mysil. Cette prise en masse du sol sous le lit de semence est caractéristique des sols de texture sableuse et/ou limoneuse qui manquent d'activité biologique. En l'absence d'un pourcentage suffisant d'argile qui contribue à la structure, cette dernière dépend presque entièrement de l'activité biologique. Cette activité biologique s'alimente essentiellement au carbone oxydable apporté par les débris de culture. Toutefois, ces débris sont souvent enfouis en une couche horizontale au fond du sillon en raison d'un labour trop plat. Ils ne peuvent alors assurer une activité biologique sur toute la profondeur de l'horizon de labour. Peu à peu, les sols sableux et limoneux perdent leur stabilité structurale et s'égouttent trop lentement au printemps en plus de devenir durs et massifs en période sèche. L'impact des travaux de printemps fait en condition le moins humide est alors très grand puisque le sol reprend difficilement une structure qui puisse évacuer l'eau et permettre l'aération du sol. Dans ces conditions les racines superficielles ne peuvent fournir une alimentation en eau adéquate au cours des mois d'été. Une photo prise à la ferme Bertco (figure 6) illustre l'impact d'un lit de débris sur la profondeur d'enracinement du maïs.
- b) Une compaction résultant du passage de charges trop lourdes en conditions trop humides. Ce phénomène a été observé à la ferme Guyrojoy même si ce sol comporte des matériaux argileux qui font une très belle structure granulaire en surface et polyédrique sub-angulaire en profondeur. Malgré la qualité intrinsèque de ce sol, les travaux de printemps effectués avec une machinerie lourde a causé un compactage superficiel qui a nui au développement des racines dans les premiers rangs de maïs.
- c) Un enracinement limité par un sous-sol naturellement dense et dur. Ce phénomène a été remarqué au site de la ferme Létourneau. Ceci est dû à la présence d'un matériau d'origine glaciaire (till) qui présente parfois un

faciès dense et très peu perméable . La profondeur d'enracinement est alors presque totalement limitée à la profondeur maximale du travail primaire effectué sur ce sol. Très souvent le producteur fera installer un système de drainage souterrain pour constater une amélioration évidente que sur une étroite lisière au-dessus du drain. Une observation du profil de sol révélera que la nappe phréatique n'est pas principalement en cause et que l'amélioration est davantage reliée au fractionnement de ce matériel dense par le passage de la taupe.

Dans le cas de la ferme Létourneau, l'épaisseur de la couche de surface a pu être réduite lors de la mise en forme des planches rondes. De plus, les producteurs réduisent souvent la profondeur du labour en bordure des fossés de façon à éviter la formation d'un sillon trop profond et l'arrondissement excessif de la planche. Il vaudrait beaucoup mieux maintenir la profondeur du labour de façon à éviter le labour plat et ses fâcheuses conséquences quitte à adosser de temps en temps en bordure de cours d'eau et « finir » au centre de la planche.

#### d) Les éléments fertilisants

Il peut arriver que la teneur en un ou plusieurs éléments fertilisants puisse varier considérablement entre la bordure et la moyenne du champ. Ainsi, par exemple, les éléments associés davantage à la matière organique pourront montrer d'importantes variations si le sol de surface a été déplacé par le nivellement ou la mise en forme des planches rondes. En sol sableux, la réduction du taux de matière organique dans les bordures de champ, réduira la capacité d'échange cationique et la capacité de rétention en eau. Il en résultera un milieu où la fluctuation du pH et le risque de sécheresse seront plus grands. La caractérisation des sols des 10 sites révèle que le phosphore était l'élément principal montrant le plus fort gradient spatial. Il faut se garder toutefois de faire un lien trop direct entre la teneur en phosphore et le rendement. À titre d'exemple, les fermes Mysil et Bertco ont produit des rendements élevés à l'intérieur du champ même si les teneurs en P étaient un peu plus qu'en bordure mais tout de même très faibles. Il y aurait, par contre, toujours avantage à échantillonner séparément les bordures de champ afin de corriger des déséquilibres d'éléments fertilisants majeurs ou mineurs de même que toute variation importante de pH.

## Recommandations

La diminution de rendement en bordure des champs n'est pas une fatalité. Elle peut être évitée en diagnostiquant la source du problème et en apportant les correctifs requis. Le présent suivi a montré hors de tout doute qu'une profondeur d'enracinement insuffisante était généralement en cause. Voici donc les principales recommandations tirées des informations acquises via ce projet.

- 1) Si le travail primaire du sol se fait à la charrue, s'assurer d'un labour dressé et d'une profondeur égale sur toute la surface du champ. Le labour dressé permettra à la charrue de répartir les débris sur toute la profondeur de travail et ainsi assurer une meilleure activité biologique qui assurera une bonne structure et une résistance à l'encroûtement. Afin d'éviter de déplacer de la terre vers le centre de la planche à chaque labour, le producteur verra à rapporter de la terre dans le dernier sillon via un nivellement léger ou encore en adossant en bordure des raies de curage et fossés pour finir au centre de la planche. Un apport de fumier incorporé superficiellement suffit souvent à éviter l'encroûtement de la surface du sol. Cela n'exclut pas toutefois le besoin de distribuer les résidus de culture le plus uniformément possible.
- 2) Lorsque le sous-sol est naturellement dur, compact et peu perméable comme cela est parfois le cas pour certains tills appalachiens, un labour plus profond et un apport de fumier et autres débris végétaux pourra être fait jusqu'en bordure du champ de façon à compenser le déplacement de terre qui se fait lors de la confection des planches. Dans ces sols, il serait utile d'expérimenter un sous-solage fait en conditions sèches sur un champ hersé afin que du sol de surface descende en profondeur et permette ainsi la colonisation par des racines. Attendre un an pour évaluer les effets avant d'aller plus avant.
- 3) Les charges lourdes peuvent compacter le sol. Si cette compaction se fait au printemps, la culture montrera les effets d'un enrachement trop superficiel accompagné parfois d'une anoxie (manque d'aération) plus ou moins prononcée si une nappe perchée repose sur la zone compactée et peu perméable. Les effets de la compaction sont assez souvent plus

manifestes en bordure du champ que plus au centre parce que le sol est souvent plus humide et plus pauvre en matière organique en bordure qu'au centre de la planche.

- 4) Échantillonner séparément au moins une fois la lisière moins productive afin de déterminer si oui ou non un élément nutritif est déficient. Dans les sols sableux podzolisés, la confection des planches rapproche l'horizon podzolique de la surface au point où celui-ci est parfois visible. Cet horizon brun rougeâtre n'est pas colonisé par les racines. Des mesures correctives doivent alors être mises en oeuvre.

### Conclusion

Des études récentes menées au Québec montrent l'effet filtrant d'une bande enherbée et son effet sur la rétention du phosphore, des herbicides et des contaminants bactériens. Si les études subséquentes confirment ces résultats et précisent les modalités d'action de cette bande enherbée, celle-ci deviendra un élément de premier ordre d'une agriculture que la société voudra de plus en plus consciente de l'environnement. La présence de la bande enherbée sera toutefois moins lourde de conséquence économique si les rendements sont uniformes jusqu'en bordure de celle-ci. Les observations au champ montrent que la présence de la bande enherbée éloigne le dernier sillon du fossé et réduit la possibilité d'affaissement des talus. L'entretien du fossé serait ainsi moins onéreux. Chose certaine, les bandes enherbées contribueront à l'image d'une agriculture progressiste et faciliteront son acceptation par le milieu rural et les organismes réglementaires.

**André Brunelle**, agronome

MAPAQ - Conseiller régional en grandes cultures et sols

### Bibliographie

Anonyme 1993. Sites de démonstrations pour évaluer l'impact d'une bande riveraine en milieu agricole.  
Projet n° 22-13765-580-042. Entente Canada Québec.

Duchemin M, Lafrance P. et Bernard C. Les bandes enherbées; une pratique de conservation efficace la pollution diffuse. IRDA, Sainte-Foy, Québec



Figure 1  
Un champ uniforme jusqu'en bordure  
(Ferme Montplaisir, été 2003)



Figure 2  
Une bonne structure granulaire jusqu'en  
bordure (Ferme Montplaisir, été 2003)



Figure 3  
Un fort gradient de développement  
(Ferme Mysil, été 2003)



Figure 4  
Un enracinement très superficiel et  
horizontal (Ferme Mysil, été 2003)





Figure 5  
Les conséquences d'un labour trop plat  
(Ferme Bertco, été 2003)



Figure 6  
Les racines se sont arrêtées au contact  
d'un matelas de débris végétaux trop  
dense (Ferme Bertco, été 2003)



Figure 7  
Un gradient de rendement significatif  
(Ferme Chalou, été 2003)



Figure 8  
Un enracinement faible dans un sol  
induré (Ferme Chalou, été 2003)



Figure 9

Un sol dont le drainage et les caractéristiques chimiques varient sur de courtes distances (Ferme Reguet, automne 2003)



Figure 10

Des racines prises dans une zone compactée lors de travaux de printemps (Ferme Guyrojoy, été 2003)



## Annexe 1

Facteur d'ajustement lorsque l'on procède au pesage des épis entiers  
pour convertir en maïs grain à 15,5%

---

% d'humidité du grain	Facteur d'ajustement	% d'humidité réel	Facteur d'ajustement
10	1,1405	27,5	1,5250
10,5	1,1471	28	1,5380
11	1,1541	28,5	1,5505
11,5	1,1613	29	1,5635
12	1,1687	29,5	1,5764
12,5	1,1766	30	1,5897
13	1,1846	30,5	1,6026
13,5	1,1931	31	1,6156
14	1,2015	31,5	1,6287
14,5	1,2105	32	1,6423
15	1,2195	32,5	1,6549
15,5	1,2287	33	1,6678
16	1,2384	33,5	1,6804
16,5	1,2486	34	1,6935
17	1,2590	34,5	1,7061
17,5	1,2698	35	1,7192
18	1,2809	35,5	1,7322
18,5	1,2924	36	1,7454
19	1,3041	36,5	1,7586
19,5	1,3161	37	1,7719
20	1,3285	37,5	1,7851
20,5	1,3400	38	1,7986
21	1,3537	38,5	1,8119
21,5	1,3664	39	1,8256
22	1,3794	39,5	1,8392
22,5	1,3927	40	1,8530
23	1,4056	41	1,8808
23,5	1,4192	42	1,9091
24	1,4327	43	1,9376
24,5	1,4460	44	1,9666
25	1,4595	45	1,9960
25,5	1,4735	46	2,0251
26	1,4877	47	2,0550
26,5	1,4999	48	2,0855
27	1,5123	49	2,1164
		50	2,1473

Ex : maïs épi à 30 % ÷ 1,5897 = poids du maïs grain à 15,5%

*Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation*

Québec 