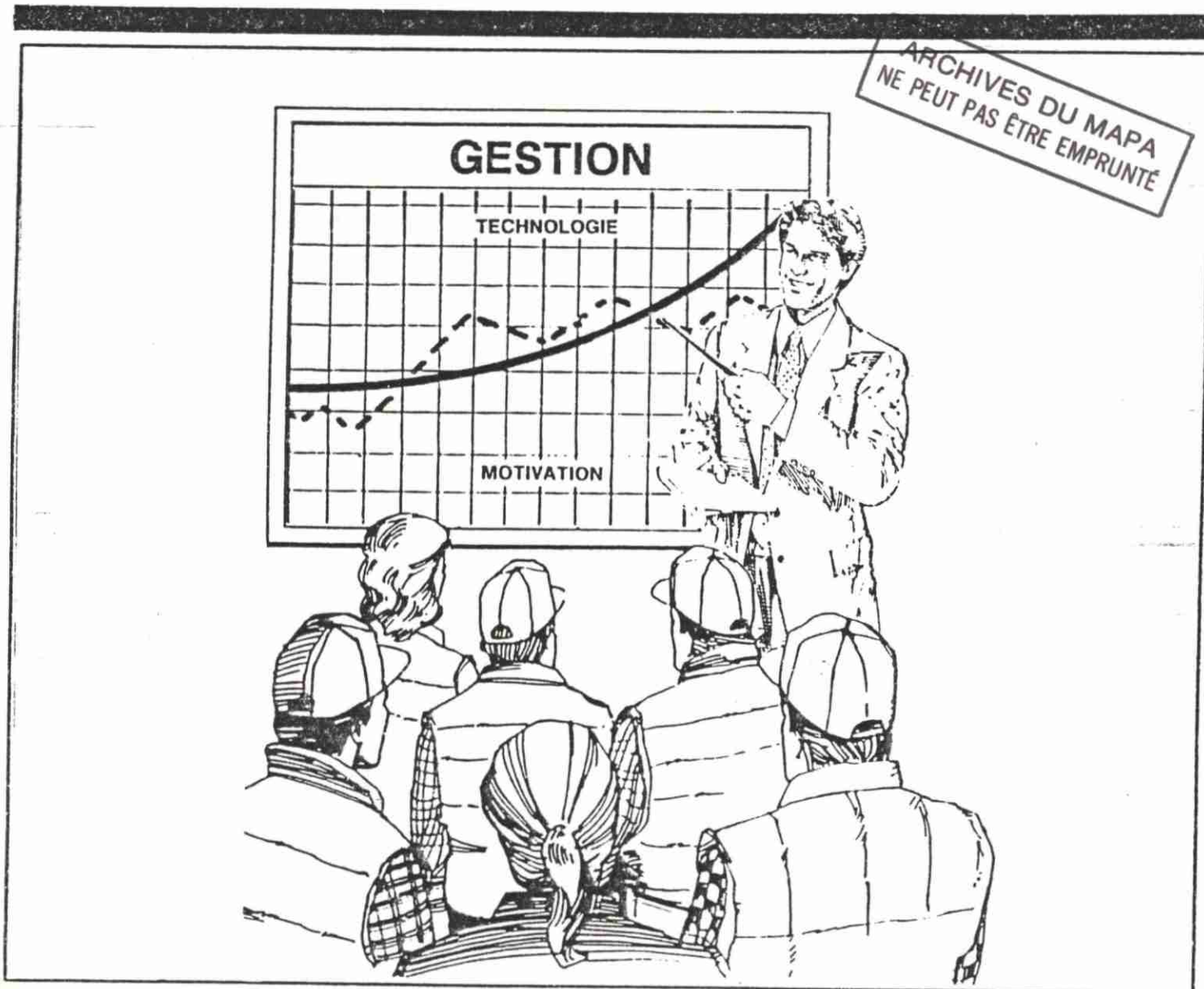


AR
12453
1989
QAG

SEMAINE DE LA CONSERVATION DES SOLS ET DE L'EAU

AUDITORIUM I.T.A. ST-HYACINTHE

24, 25 ET 26 JANVIER 1989



“Mon savoir... j’y vois”

À votre service...

**LE BUREAU RÉGIONAL DU MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES
ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC**

3230, rue Sicotte, C.P. 40, Saint-Hyacinthe, Qué. J2S 7B2 Téléphone (514) 773-3924

Directeur régional : Paul Sauvé, agr., M.B.A.

Le directeur y est entouré d'une équipe multidisciplinaire qui comprend des spécialistes en aménagement, développement professionnel agricole, grande culture horticultrice ornementale, horticultrice, serri cultrice, pommicultrice, zootechnie, génie rural, promotion agro-alimentaire et relève agricole, conservation des sols et de l'eau ainsi que l'hydraulique agricole.

Directeur régional adjoint : Jean Desjardins, agr.,

BUREAUX DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES (B.R.A.)

SAINT-HYACINTHE

3230, rue Sicotte
C.P. 40 Saint-Hyacinthe
Tél. : (514) 773-3924

Territoire desservi : St-Thomas d'Aquin, La Présentation, St-Denis, St-Damase, Notre-Dame, Douville, Ste-Madeleine, St-Charles, St-Barnabé, St-Jude, St-Bernard, St-Hyacinthe le Confesseur, La Providence, St-Joseph, Ste-Hélène, St-Nazaire, St-Liboire, Ste-Christine, Ste-Rosalie, St-Hugues, St-Éphrem d'Upton, St-Simon, St-André d'Acton, St-Théodore, St-Pie, St-Dominique.

SAINT-BRUNO

337 est, chemin des 25,
Saint-Bruno de Montarville,
Cité Chambly J3V 4P6 Tél. : 653-8061

Territoire desservi : Boucherville, Carignan, St-Basile le Grand, St-Marc, St-Bruno de Montarville, St-Hubert, Beloeil, Varennes, Calixa-Lavallée, St-Ambable, Verchères, Contrecoeur, Ste-Julie, Chambly, Greenfield Park, St-Lambert, Longueuil, St-Antoine-sur-Richelieu.

BEDFORD

9, rue du Pont
C.P. 110 Bedford
Tél. : (514) 248-3321

Territoire desservi : Bedford, Noyan, Frelighsburg, Pike River, Standbridge est et station, Dunham, Farnham, Notre-Dame de Stanbridge, St-Ignace, Ste-Sabine, Venise en Québec, Clarenceville, Cowansville, St-Armand et Rainville.

SOREL

101 rue du Roi
Sorel
Tél. : (514) 742-3758

Territoire desservi : Ste-Victoire, St-Ours, St-Rock, Ste-Anne de Sorel, Tracy, St-Robert, St-Aimé, Yamaska ouest, St-Louis, St-Pierre de Sorel.

MARIEVILLE

rue Ste-Marie
C.P. 249 Marieville
Tél. : (514) 480-4447

Territoire desservi : L'Ange Gardien, St-Césaire, St-Hilaire, Rougemont, St-Paul d'Abbotsford, Richelieu, St-Angèle de Monnoir, St-Jean Baptiste, Marieville, St-Mathias, Otterburn Park.

RETENEZ CES DATES

Journées d'information organisées par le M.A.P.A.Q.

Bureau régional de Saint-Hyacinthe en collaboration avec les Bureaux de Renseignements Agricoles

"MON SAVOIR... J'Y VOIS"

DÉCEMBRE						
D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

6 décembre

Journée d'information sur le transfert de ferme
Auditorium ITA

SOMMAIRE :

- "Vision nouvelle du transfert de ferme et alternatives"
- "La place de la femme dans l'agriculture de demain"

15 décembre

Journée d'information sur la pomiculture
Érablière La Gouderelle
136 Chemin sous-bois
Saint-Grégoire, cté Iberville

SOMMAIRE :

- "Dates de maturité comparée des variétés McIntosh, Spartan et Empire"
- "Niveaux de maturité comparés des pommiers nains, semi-nains et standard"

FÉVRIER						
D	L	M	M	J	V	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

2 février

Journée d'information sur la production du soya
Auditorium ITA

SOMMAIRE :

- "Étapes et critères de sélection menant à l'enregistrement d'une nouvelle variété de soya"
- "Perspectives de développement dans l'utilisation du soya"

9 février

Journée d'information sur la production bovine
vache-veau
Cowansville

SOMMAIRE :

- "Tour d'horizon de la production vache-veau régionale"
- "Semi finition des veaux d'emboûche"

9 février

Préparation au transfert de la ferme
Sainte-Victoire, salle municipale

SOMMAIRE :

- "Les nouvelles avenues de l'établissement en agriculture"
- "État de la situation de la relève agricole"

16 février

Journée provinciale de la pomiculture
Auditorium ITA

SOMMAIRE :

- "Le contrôle des acariens"
- "Nutrition des pommiers"

16 février

Journée d'information sur les cultures alternatives
Érablière Le Rossignol
Route 20, sortie 105
30 Montée des 42, Sainte-Julie

SOMMAIRE :

- "Canola, sarrasin, foin"
- "Mais éclaté, tournesol"

16 février

Journée d'information sur les petits fruits
ITA, local B-109

SOMMAIRE :

- "Régie de la fraisière, bleuets de qualité"
- "Production de framboises de qualité"

23 février

Journée d'information sur la production ovine
ITA, local B-109

SOMMAIRE :

- "Insémination artificielle des brebis"
- "Femelles hybrides, croisement et alimentation"

23 février

Journée d'information sur le lisier
ITA, Auditorium

SOMMAIRE :

- "Interaction du lisier avec l'activité microbienne du sol"
- "Phytotoxicité et valeur monétaire du lisier"

BIBLIOTHÈQUE
 Ministère de l'Agriculture, des
 Pêcheries et de l'Alimentation
 200, chemin Ste-Foy, 1er étage
 Québec (Québec), Canada
 G1R 4X6

JANVIER						
D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

17 janvier

Journée d'information sur le blé panifiable
Érablière Le Rossignol
(Rte 20, sortie 105)
30 Montée des 42, Sainte-Julie

SOMMAIRE :

- "Conditions d'entreposage"
- "Classification et commerce du blé"

17 janvier

Journée d'information sur la production de légumes en champ
ITA, local B-109

SOMMAIRE :

- "Techniques de pointe en production horticole"
- "Production de plants de qualité"

19 janvier

Journée d'information sur les bovins laitiers
Auditorium ITA

SOMMAIRE :

- "Conservation des ressources"
- "Structures d'entreposage du fumier et du lisier"

SEMAINE DE LA CONSERVATION DES SOLS ET DE L'EAU

24 janvier

Journée d'information sur la conservation des sols
Auditorium ITA

SOMMAIRE :

- "Perte acceptable de sol, rôle de la matière organique"
- "Le travail minimal du sol et la gestion des mauvaises herbes"

25 janvier

Journée de visites, conservation des sols et de l'eau

SOMMAIRE :

- "Tournée régionale pour voir l'effet de diverses techniques de conservation sur l'accumulation de neige sur les champs"

26 janvier

Journée d'information sur la conservation de l'eau
Auditorium, ITA

SOMMAIRE :

- "Qualité de l'eau et son utilisation optimale sur la ferme. Point de vue de spécialistes et agriculteurs sur le drainage de surface et les chambres de contrôle"

MARS						
D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

9 mars

Journée d'information sur le haricot sec
ITA, local B-109

SOMMAIRE :

- "Production de qualité et accès au marché"
- "Conditions de succès"

16 mars

Journée d'information porcine
ITA, Auditorium

SOMMAIRE :

- "Qualité des moulees et effet sur le classement"
- "Fève soya et régie en maternité"

T A B L E D E S M A T I È R E S

<u>Titre</u>	<u>Page</u>
Matière organique et conservation des sols	1
Le travail minimal du sol	7
Conservation des sols: Pourquoi il faut repenser le désherbage	16
L'érosion par le vent: quelques facteurs à considérer	20
La qualité de l'eau	24
L'aménagement du drainage superficiel: première mesure de conservation du sol et de l'eau	39
Étude de faisabilité sur le rendement économique d'un système d'irrigation par aspersion pour les sols composés de limon sableux de types St-Jude et St-Damase du comté de St-Hyacinthe	52
Contrôle de nappe et irrigation souterraine	62
Rentabilité économique d'une chambre de contrôle de nappe d'eau	79

RÉSUMÉ DE CONFÉRENCE
Journée d'information
MAPAQ, Saint-Hyacinthe

Matière organique et conservation des sols

Denis Angers, agronome
Agriculture Canada
Sainte-Foy

Le paysage agricole québécois s'est beaucoup modifié au cours des vingt ou trente dernières années. Par exemple, les superficies cultivées en maïs-grain sont passées de 3000 hectares en 1960 à 225,000 hectares en 1985. Grâce, entre autres, à l'apport accru de pesticides et de fertilisants, les rendements moyens en maïs-grain se sont améliorés au cours de ces années passant de 4.8 tonnes/hectare en 1960 à 6.3 tonnes/hectare en 1985. Cependant, ces nouvelles pratiques culturales n'ont pas été sans provoquer des changements importants aux propriétés des sols. On observe, dans beaucoup de champs, une dégradation des propriétés physiques du sol sous culture continue de maïs. Cette dégradation prend la forme de compactage et de formation de croûte de battance en surface. Il en résulte une diminution de l'infiltration de l'eau de pluie, un risque d'érosion hydrique plus élevé ainsi que des problèmes d'enracinement ou d'émergence des plantules. Il devient donc important de bien connaître les facteurs contrôlant la structure du sol afin de mieux planifier des stratégies d'intervention pour la conservation des sols à la ferme.

La structure du sol peut se définir comme étant l'arrangement des solides et des

vides dans le sol, en d'autres termes, «l'architecture» du sol. L'agrégat constitue l'unité structurale de base dans le sol. La stabilité structurale des agrégats se définit comme étant la résistance de ceux-ci face à différentes forces comme les gouttes de pluie, les instruments aratoires ou le poids de la machinerie.

La stabilité structurale du sol dépend des agents cimenteurs qui maintiennent les particules de sol en agrégats. L'agent cimenteur principal est la matière organique du sol. Elle agit comme une colle entre les particules de sol. Donc, en général, un sol ayant plus de matière organique aura une meilleure stabilité structurale, une meilleure résistance à la compaction et donc une densité apparente plus faible.

Les racines des plantes sont considérées comme étant une des meilleures sources de matière organique dans les sols. Les racines ont donc un effet important sur la structure des sols. L'effet des racines peut être direct par enchevêtrement des particules de sol, mais également indirect par leur décomposition qui entraîne une production de matière organique et une augmentation de l'activité microbienne dans le sol.

Dans l'ensemble, la culture de plantes fourragères pérennes entraîne une amélioration des propriétés physiques du sol alors que la culture continue du maïs provoque une dégradation de ces propriétés. Ce phénomène est bien illustré au tableau 1. Dans ce tableau, on compare la stabilité structurale de différents sols des comtés de Nicolet et de l'Assomption ayant été soit sous prairie pour plus de 5 ans, soit sous maïs pour plus de 5 ans. On remarque que la stabilité

des sols est de 10 à 47% plus élevée sous prairie que sous maïs. De même, la teneur en matière organique et polysaccharides est dans tous les cas plus élevée sous prairie que sous maïs. Ces données confirment de façon claire les observations visuelles souvent faites au champ.

Lors d'une étude récente, nous nous sommes intéressés de façon particulière à ce phénomène de changement de stabilité des sols sous différentes cultures. Nous avons donc établi des parcelles sur un sol argileux Kamouraska, un sol très similaire aux argiles de la plaine de Montréal. Nous avons comparé les effets du maïs, de l'orge et de la luzerne sur la stabilité structurale de ce sol. Nous avons également observé les changements dans des parcelles sans culture (jachère), comme témoin. Les données (figure 1) nous montrent que la première année, peu de différences apparaissent entre les cultures. Par contre, au cours de la deuxième année, les sols sous luzerne et orge montrent une stabilité plus grande que les sols sous maïs ou jachère. Il faut également noter que la stabilité sous maïs est la même que sous jachère. Ces résultats indiquent que les changements de stabilité dans ce sol peuvent être très rapides sous différentes cultures. Des analyses plus poussées nous ont permis de mettre en lumière que certaines fractions de la matière organique étaient impliquées dans la stabilisation des agrégats par les racines des plantes.

Les effets des rotations de culture sur la structure des sols du Québec sont, à toute fin pratique, inconnus. Toutefois, des données ontariennes sur un loam limoneux indiquent que les rotations incluant des cultures de céréales (orge ou blé d'hiver) ou de la luzerne entraînent une stabilité plus élevée du sol en comparaison avec des monocultures de maïs ou des rotations maïs-soya. Des

résultats obtenus sur un argile Brookston indiquent également une faible performance du soya pour l'amélioration de la structure des sols. Ces observations corroborent des données recueillies depuis très longtemps aux États-Unis qui démontrent que l'effet du soya sur la structure du sol est similaire à celui sur le maïs. A cet effet, nous avons implanté des expériences sur plusieurs sols du Québec afin de déterminer l'effet de la culture du soya sur la structure de nos sols.

Les travaux en cours visent également à déterminer les effets des cultures sur d'autres types de sol. Nous devons également étudier les effets de nouvelles cultures tel le canola. Ces connaissances nous permettront, à moyen terme, d'élaborer des stratégies d'intervention de conservation des sols basées sur l'utilisation de certaines cultures, soit en rotation, soit comme plante-abri, soit en cultures intercalaires. Ces travaux devront s'accompagner d'études socio-économiques.

Tableau 1.

Effet de 5 ans de monoculture de maïs ou de prairie sur le DMP, la teneur en matière organique et en polysaccharides de différents sols agricoles du Québec¹

Série	Argile (%)	Utilisation	DMP	Matière organique (%)	Polysaccharides (mg/100 g)
Loam-argileux	23	Prairie	1.86	4.69	340
Ste-Rosalie	27	Maïs	1.63	3.60	246
Loam-sableux	15	P	1.49	4.32	293
Courval	11	M	1.36	3.31	180
Sable-loameux	9	P	1.24	5.32	383
Achigan	8	M	0.77	2.97	200
Loam-argileux	36	P	2.41	10.31	618
Nicolet	40	M	1.68	9.27	503
Loam-argileux	15	P	1.67	8.19	530
Lévrard	14	M	1.51	6.66	295
Sable St-Amable	7	P	1.21	5.32	295
	4	M	0.89	4.52	185
Loam-limoneux	8	P	1.67	5.52	260
La Baie	10	M	1.33	4.80	208

¹ Tiré du mémoire de maîtrise de J. Elustondo, dép. des sols, Univ. Laval

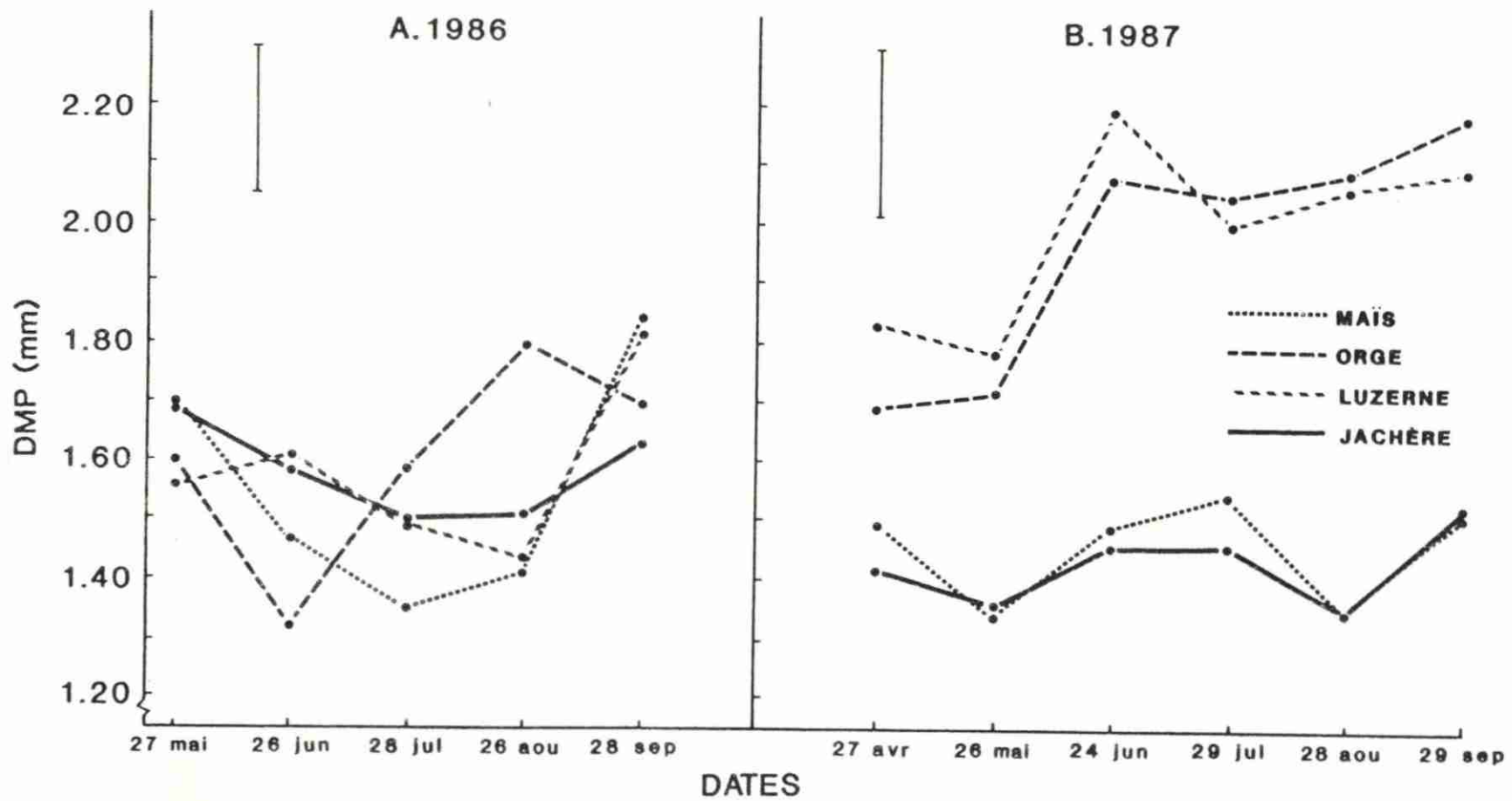


Figure 1. Diamètre moyen pondéré (DMP) des agrégats stables à l'eau d'une argile Kamouraska sous différentes cultures implantées en mai 1986 (Angers et Mehuis 1988, Can. J. Soil Sci.).

LE TRAVAIL MINIMAL DU SOL

Conséquences sur les propriétés du sol
et
les façons culturales

Conférence présentée le 24 janvier 1989

à

Saint-Hyacinthe

par

Michel Perron, agronome

M.A.P.A.Q.

Direction régionale de l'Estrie (05)

ROCK FOREST

Introduction

La conservation des sols s'avère un sujet de préoccupation de plus en plus grand pour l'ensemble des producteurs agricoles. Les exemples de compaction des sols et d'érosion par le vent et l'eau ne manquent pas. Nous essayons donc de trouver des méthodes qui nous permettront de mieux conserver cette ressource vitale et qui sont réalisables au niveau de nos fermes.

Objectifs

Beaucoup de problèmes de dégradation de nos sols sont reliés à des travaux culturaux et principalement ceux de préparation du sol en vue des semis. On visera donc à modifier ou à adapter nos travaux culturaux de manière à mieux conserver nos sols. On veut toutefois que ces modifications réduisent le moins possible la quantité et la qualité de nos récoltes et en n'augmentent pas les coûts. Les solutions qui sont le plus souvent envisagées sont la réduction des travaux préparatoires au semis. On parle alors de semis direct, sans aucun travail du sol ou des semis avec une réduction des travaux de préparation. Que ce soit un semis direct ou un travail réduit, les avantages, les inconvénients et les conséquences sont souvent les mêmes, mais à des degrés divers.

Les conséquences du travail réduit du sol

La réduction du travail du sol influence plusieurs aspects de nos sols; la matière organique, la structure des sols, l'érosion, l'utilisation des engrais et des amendements, le contrôle des mauvaises herbes, des insectes et des maladies.

La matière organique

La réduction des travaux de semis laisse à la surface des quantités de résidus qui peuvent être importantes et gênantes. Une récolte de maïs moyenne laisse 6 tonnes/hectare de M.S. à la surface sous forme de tiges et une récolte de céréales environ 3 tonnes/hectare.

Bien gérer cette quantité de débris végétaux peut devenir une source de matière organique importante qui aura un effet bénéfique sur la structure du sol.

A cause de la quantité importante de ces résidus on doit souvent adopter des façons culturales différentes. Ainsi l'utilisation d'un chisel permettant d'incorporer partiellement ces débris et l'ajout d'un équipement au semoir qui dégagera la ligne de semis des résidus devrait assurer un bon succès au semis. Le principe à retenir pour favoriser une bonne germination et une bonne levée est de permettre un bon contact de la graine avec le sol.

Il faut aussi se rappeler que la présence de résidus à la surface du sol ralenti le réchauffement de celui-ci au printemps. Ce phénomène est plus important pour les semis de maïs que pour ceux des plantes fourragères qui germent à une température plus basse. Des recherches effectuées au Wisconsin ont démontré que les résidus laissés à la surface retardaient la date du semis et réduisaient le rendement de maïs surtout lorsque les printemps sont froids, sur des sols humides et sur des expositions au nord. D'autres expériences au Minnesota ont démontré que le soya est moins sensible aux résidus laissés en surface que le maïs.

La structure du sol

Il est bien connu que le meilleur moyen de préserver et d'améliorer la structure d'un sol est d'introduire des rotations à base de plantes fourragères. Il est toutefois difficile d'introduire des plantes fourragères dans un système où les animaux ne sont pas présents sur la ferme. C'est à ce moment que la réduction des travaux culturaux prend de l'importance.

En réduisant le nombre de passages de la machinerie on diminue la compaction du sol principalement dans des conditions humides, le printemps. Les techniques de travail minimal du sol se prêtent mieux aux sols plus légers principalement pour les travaux de printemps. Dans les sols plus lourds certains travaux d'automne doivent être faits.

L'érosion

De nombreuses études ont démontré que les semis directs pouvaient réduire la perte de sol par l'érosion presque à zéro. C'est la façon la plus efficace de réduire l'érosion hydrique et éolienne.

Comme il est parfois difficile de faire des semis directs à cause des résidus de culture ou des contraintes de sols, on peut réduire l'érosion en laissant en surface une partie des résidus. Ceux-ci sont très efficaces pour réduire l'érosion éolienne et hydrique. D'après des études faites en Ontario on estime qu'une quantité aussi faible que 10% de la couche du sol couverte de résidus peut réduire les pertes à un dixième de ce qu'elles seraient en l'absence de résidus de tiges.

Utilisation des engrais et de la chaux

Les travaux réduits du sol réduisent d'une façon générale la perte d'engrais par lessivage et par érosion. Toutefois, certains engrais azotés lorsqu'ils ne sont pas incorporés peuvent s'évaporer partiellement. De plus, l'accumulation de résidus à la surface peut aussi nécessiter une quantité plus grande d'azote à court terme pour activer leur décomposition. À moyen et à long terme les débris laissés en surface ou légèrement incorporés augmentant la richesse du sol puisque dans le cas du maïs par exemple 40% de l'azote et de phosphore se trouvent dans les résidus.

Dans les sols pauvres à moyens on aura avantage à placer une partie des fertilisants près de la semence.

La chaux agricole atteint son maximum d'efficacité lorsqu'elle est incorporée et bien mélangée au sol. Les expériences menées à La Pocatière ont toutefois démontré que même appliqué à la surface, sans aucune incorporation le pH du sol était augmenté.

La répression des mauvaises herbes

Quand on parle de travail minimum du sol on pense immédiatement au problème des plantes nuisibles. Contrairement au labour qui retourne la végétation au complet et qui assure une assez bonne répression des vivaces, le chisel laisse beaucoup de plantes bien enracinées.

L'utilisation d'herbicides pour contrôler les vivaces est alors plus fortement à considérer. On doit aussi oublier les herbicides incorporés et même les prélevés qui doivent être appliqués sur une surface assez uniforme et exempte de débris.

Insectes et maladies

La présence de résidus à la surface peut surement aggraver des cas d'infestations par les insectes et les maladies. Il est toutefois possible de diminuer les risques en prenant certaines

précautions. Le choix d'une variété de maïs à tige solide réduira l'incidence des dégâts causés par la pyrale. Certains insectes pourront être reprimés seulement par la rotation des cultures, qu'il y ait résidus ou non à la surface, exemple la chrysomèle dans le maïs. Les dégâts causés par les limaces seront amoindris si on dégage la ligne de semis des résidus.

Pour réduire les maladies de fonte des semis on devra éviter de faire des dépressions dans la ligne de semis pour éviter l'accumulation de l'eau.

Conclusion

Le travail minimal s'avère sûrement à l'heure actuelle une méthode efficace de réduire la dégradation de nos sols principalement en culture continue comme le maïs. Une tonne de tige de maïs ou une demi-tonne à l'hectare de paille de céréales laissée en surface comme résidu sont suffisantes pour contrôler efficacement l'érosion.

En prenant certaines précautions lors des semis, le travail minimal permet d'obtenir des rendements qui se rapprochent de ceux obtenus en travail conventionnel.

Quant aux semis directs, ils exigent des semoirs appropriés. Ils se prêtent généralement mieux aux sols légers. D'après quelques

expériences en cours à La Pocatière, l'avenir de cette technique semble assez prometteur dans l'établissement des plantes fourragères.

24 janvier 1989

Ouvrages consultés

- BELZILE, L. 1988. Etablir les plantes fourragères sans travail du sol, est-ce possible? Colloque sur les plantes fourragères. C.P.V.Q.: 55-94.
- CONSEIL DES PRODUCTION VEGETALES DU QUEBEC. 1986. Bulletin Technique 13. La dégradation des sols agricoles, causes, effets, prévention et correction. AGDEX 570.
- KETCHESON, J.W., VYN, T.J. et DANYARD, T.B. 1986. Méthode de travail du sol pour la gestion des résidus et la lutte contre l'érosion. M.A.O. AGDEX 100/516.
- MICHAUD, A. et WEIL, A. 1987. Oui! Les façons culturales réduites sont possibles au Québec en production du maïs. Producteur de lait québécois. Octobre 1987: 34-39.
- MONCRIEF, J.F., TRUE, J.A. et MELLEMA, M.L. 1987. Tillage, Energy and Yields for Corn and Soybeans. Minnesota Extension Service University of Minnesota. AC-BU-3290.
- RANDALL, G.W. 1987. Matching Tillage and Cropping Systems to Clarion-Nicollet-Webster Soils. Conservation Tillage on wet soils. S.C.S.A. 1987: 93-117.
- WEILL, A. 1988. The effect of tillage reduction and fertilizer type on corn yield and soil properties. Thèse de doctorat. Departement of Agriculture Engineering, McGill University, Montreal.
- YOUNG, D. et Baldwin, C.S. 1986. Tillage Research with Corn and Soybeans. Highlights. Vol. 9, no 3, september 1986: 15-18.

CONSERVATION DES SOLS: POURQUOI IL FAUT REPENSER LE DÉSHÉRBAGE

Anne Légère

Station de recherches
Agriculture Canada
2560, boul. Hochelaga
SAINTE-FOY (Québec)
GLV 2J3

Le travail du sol fait partie intégrante des opérations de désherbage. Toute diminution du travail du sol s'accompagne nécessairement d'une diminution du niveau de répression des mauvaises herbes et les problèmes liés aux mauvaises herbes constituent l'un des freins les plus importants à l'adoption des pratiques culturales réduites. Les problèmes de mauvaises herbes se font sentir à très court terme alors que les bénéfices des pratiques de conservation ne se manifestent qu'à moyen ou à long terme. L'élimination de façons culturales diminuent les coûts associés à l'entretien et à l'opération de la machinerie mais suppose une dépendance accrue vis-à-vis la répression chimique. L'utilisation intensive de produits herbicides est coûteuse et préjudiciable à l'environnement. L'élaboration de programmes de répression est donc essentielle à la promotion et à l'adoption des pratiques culturales réduites. L'élaboration de tels programmes de répression suppose une connaissance préalable des effets des pratiques de conservation sur les communautés de mauvaises herbes et sur les méthodes de désherbage. Bien que les données originales propres aux conditions du Québec soient pratiquement inexistantes, on peut s'inspirer des données américaine et européenne pour tenter de cerner certains des effets de l'adoption des pratiques culturales réduites sur la gestion des mauvaises herbes.

Pratiques culturales réduites et communautés de mauvaises herbes

La réduction ou l'élimination de façons culturales entraîne des modifications majeures de l'agro-écosystème, lesquelles vont affecter la composition des communautés de mauvaises herbes et leur nuisibilité. Le labour et le hersage ont pour effet d'enfouir les graines de mauvaises herbes nouvellement produites et d'induire à divers degrés leur dormance. Du même coup, le travail du sol ramène d'autres graines à la surface et favorise leur germination. Pour plusieurs espèces de mauvaises herbes, les conditions créées par le brassage du sol sont essentielles à la germination.

La diminution du brassage du sol et la présence d'une quantité plus ou moins grande de résidus de culture modifient ces conditions de germination. Les espèces défavorisées par ces changements seront remplacées par d'autres espèces dont la germination s'accommode d'un minimum de perturbations. Ainsi, les graminées annuelles semblent particulièrement favorisées par les conditions de germination créées par les pratiques culturales réduites. Dans les céréales soumises à une culture sans labour, les panics, les sétaires et le pied de coq seraient favorisés aux dépens des amarantes, des chénopodes, de l'herbe à poux et du pourpier. L'importance des espèces à feuilles larges diminue au profit des graminées entraînant ainsi des changements importants au niveau de la composition

floristique des communautés de mauvaises herbes et de l'importance relative des espèces.

Les différents travaux de sol assurent généralement une répression satisfaisante des mauvaises herbes vivaces. Les perturbations fréquentes et répétées du sol affaiblissent et détruisent les organes (rhizomes, bulbes, tubercules) qui assurent la régénération de ces espèces vivaces. En réduisant le travail du sol, on favorise une plus grande stabilité du milieu, laquelle est essentielle au développement des espèces vivaces. L'adoption de pratiques culturales réduites favoriserait donc l'établissement d'espèces vivaces, difficiles à réprimer, tels le chiendent, le pissenlit, le chardon, etc.

Les travaux de sol effectués en vue de la préparation du lit de semence ont aussi pour effet d'éliminer les plantules et les mauvaises herbes vivaces présentes de telle sorte qu'au moment du semis, la plante cultivée n'a pas à compétitionner avec des mauvaises herbes déjà établies. La compétitivité relative des espèces en présence est étroitement reliée au moment de levée de celles-ci. Les espèces à levée hâtive disposent d'un avantage compétitif très net par rapport aux espèces à levée tardive. Dans les systèmes de production utilisant les pratiques culturales réduites, on devra veiller à redonner cet avantage compétitif à la plante cultivée en détruisant ou, tout au moins, en ralentissant la croissance des mauvaises herbes déjà en place.

Les résidus de culture qui procurent protection contre l'érosion et amendement organique au sol peuvent libérer des substances chimiques inhibitrices de la croissance. Ces substances allélopathiques affectent certaines espèces de mauvaises herbes alors que d'autres y sont insensibles. La présence de résidus de culture dans les systèmes utilisant les pratiques culturales réduites peut constituer une pression de répression pour certaines espèces de mauvaises herbes mais elle permettra l'établissement d'autres espèces qui pourront être tout aussi nuisibles à la culture.

Pratiques culturales réduites et herbicides

La répression des mauvaises herbes constitue un facteur déterminant pour l'adoption des pratiques culturales réduites. L'efficacité des herbicides devient de plus en plus critique à mesure que l'on diminue l'intensité du travail du sol. En adoptant le semis direct, on doit faire entièrement confiance aux produits chimiques pour le désherbage. Or, l'efficacité des herbicides telles que mesurée dans les systèmes conventionnels n'est pas forcément celles que l'on obtiendra avec les pratiques culturales réduites. Sous les conditions de pratiques culturales réduites, le choix des herbicides, les taux d'application, les volumes de bouillies, les modes et les temps d'application et enfin l'efficacité sont tous des paramètres qui devraient être réévalués en fonction des types de sol et des conditions climatiques du Québec.

Les mêmes facteurs qui apportent des changements importants au niveau des communautés de mauvaises herbes modifient aussi l'environnement pour les herbicides appliqués au sol. L'adoption de pratiques culturales réduites restreint totalement ou partiellement l'incorporation des herbicides. Les résidus à la surface du sol interceptent une quantité plus ou moins grande de solution

herbicide. La quantité de produit atteignant le sol et disponible pour réprimer les mauvaises herbes est donc relativement moins grande.

L'adoption de pratiques culturales réduites suppose très souvent une fertilisation de surface qui a pour effet d'acidifier le sol. De même, le taux de matière organique est souvent plus élevée à la surface de ces sols, suite à la décomposition des résidus de culture. Les triazines qui rencontrent de telles conditions sont soit adsorbés sur les colloïdes du sol, soit hydrolysés en présence de pH acides et voient donc leur activité et leur persistance diminuées d'autant. De même, il est possible que le spectre d'action des herbicides communément utilisés ne corresponde plus au cortège de mauvaises herbes qui apparaîtront sous les conditions de travail minimum du sol.

Pratiques culturales réduites, gestion des mauvaises herbes et recherche québécoise

En matière de désherbage, tout est donc à repenser, ou presque. Le succès des programmes en conservation des sols repose en grande partie sur la disponibilité de moyens de répression efficaces, économiquement rentables et sans problème pour l'environnement. Or, les moyens de répression utilisés actuellement dans les systèmes de production conventionnels ne sont pas adaptés aux pratiques culturales de conservation dont on ignore sous nos conditions les effets sur les communautés de mauvaises herbes et leur nuisibilité.

Un projet multidisciplinaire mettant en cause six chercheurs a été mis en place à La Pocatière, à l'été 1988, afin de répondre à quelques-unes de ces questions. Le projet, subventionné en partie par le développement régional et d'une durée de six ans, vise à identifier et à mettre en place des stratégies de répression des mauvaises herbes dans le but de développer des programmes de lutte intégrée (PLI) efficaces et économiquement rentables pour un système de production céréalière (orge) soumis à des pratiques culturales de conservation. Les objectifs devant conduire à la réalisation du but sont de mesurer l'efficacité et déterminer la pertinence agro-économique des différentes stratégies de répression, décrire le dynamisme des communautés de mauvaises herbes et mettre au point des méthodes d'évaluation des populations de mauvaises herbes afin d'élaborer un modèle de prédiction des pertes.

Ce projet consiste à examiner les effets de trois types de travail du sol et de trois niveaux de répression des mauvaises herbes sur un système de production d'orge. Les types de travail du sol considérés sont: 1) méthode conventionnelle - charrue à versoir à l'automne, vibro au printemps; 2) méthode de conservation - chisel à l'automne, vibro au printemps; 3) méthode de semis direct (no-till). Pour chacune de ces méthodes de travail du sol, on mesurera les effets des niveaux de répression chimique suivants: 1) répression intensive; 2) répression modérée ou économique; 3) aucune répression chimique. Le projet rend possible la collecte de données inédites concernant l'effet des pratiques culturales de conservation sur le dynamisme des communautés de mauvaises herbes. Nous croyons ces données essentielles au développement de PLI adaptés aux systèmes de production et aux conditions de croissance propres au Québec.

En guise de bibliographie, je propose la lecture de plusieurs chapitres tirés du

livre suivant: «Weed control in limited-tillage systems. 1985. A.F. Wiese, ed. Monograph no. 2. Weed Science Society of America. Champaign, IL, USA. 297 pp.»

- Chapitre 2 - Weed biology and its relationship to weed control in limited tillage systems. D.W. Stamford & A.F. Wiese. p. 15-25.
- Chapitre 3 - Principles of weed control for reduced-tillage corn production. G.B. Triplett Jr. p. 26-40.
- Chapitre 4 - Weed control in reduced-tillage soybean production. W.M. Lewis. p. 41-50.
- Chapitre 7 - Weed control in conservation tillage systems - small grains. G.A. Wicks. p. 77-92.
- Chapitre 13 - Managing minimum-tillage fields, fertility and soil type. G.W. Thomas. p. 211-226.
- Chapitre 14 - Soil factors affecting herbicide behavior in reduced-tillage systems. J.B. Weber & S.W. Lowder. p. 227-241.
- Chapitre 15 - Machinery for reduced tillage. M.R. Gebhart & K.J. Fornstrom. p. 242-254.
- Chapitre 17 - Economic appraisal of reduced-tillage practices. W.L. Harman & A.F. Wiese. p. 282-297.

L'ÉROSION PAR LE VENT; QUELQUES FACTEURS A CONSIDERER

par Hugues St-Pierre agr.
Conseiller régional
En Economie de la production
Région Richelieu

Depuis quelques années, la production laitière omniprésente dans notre région a pris un recul évident. Les cultures industrielles, les cultures céréalières sont devenues une caractéristique de notre secteur. Des prix intéressants à l'époque ont amené une spécialisation dans le domaine et de nombreuses fermes se sont axées vers la monoculture.

Bien que les scientifiques parlent d'un réchauffement à long terme de notre climat, il est bien évident que depuis les 2 ou 3 dernières années les cartes sont faussées et nous sommes aux prises avec quelques caprices météorologiques. Des hivers d'antan avec de grosses bordées ont fait place à de la pluie et des sols dénudés, laissés sans protection. Les étés chauds et humides... qui ne se souvient pas des tempêtes de sable du printemps dernier, et de la sécheresse qui a suivi...

Sans être alarmiste, et ne voulant pas jouer les météorologues, il reste que quand le vent souffle, que le ciel s'assombrit, une mince et peut-être très mince couche de sol se perd. Le problème est critique quand l'on sait que cette "très mince" couche de sol, est la meilleure partie du sol en terme de qualité.

Le présent document n'a pas le mérite d'être complet, il n'est que le survol de quelques points économiques en relation avec la perte plus ou moins grande de sol. Une estimation de certains facteurs de production le complète. Une réflexion que nous vous invitons à partager.

Perte de matière organique? \$\$\$

Estimer un % de perte de la matière organique demeure relativement facile à réaliser. Des analyses de sols prises à certains intervalles peuvent vous donner une évaluation grossière de la situation. Une méthodologie stricte et constante dans la prise d'échantillon peut offrir une indication intéressante. Mais le problème est d'autant plus évident. L'épaisseur d'une simple feuille de papier représente 2,5 tonnes de terre à l'hectare! Au prix que coûte la mousse de tourbe ou la terre noire, personne n'oserait faire la dépense... sans compter les frais d'épandage.

Travaux d'égouttement à reprendre? \$\$\$

Oui le vent vole le sol et le redistribue malheureusement à sa façon, suivant son bon vouloir. Pourtant personne n'est intéressée à faire recommencer une partie de ses fossés de façon régulière.

Compaction? \$\$\$

Les coûts annuels de carburant sont un bon indice; mais attention, il y a des fluctuations avec les années, surveillez les quantités consommées dans l'année.

Le tracteur ne se fait pas nécessairement vieux, il ne performe pas aussi bien que dans le passé? Pourtant, vous ne négligez pas son entretien!

Perte de rendement? \$\$\$

Un point bien chaud, avec les écarts d'approvisionnement en eau, il est plus difficile de trouver le coupable.

Augmentation des coûts d'engrais? \$\$\$

Un gros point à vérifier; le rendement se maintient mais les coûts d'engrais augmentent. Est-ce simplement le prix de l'engrais ou également les quantités.

La culture du maïs-grain en régie conventionnelle est réputée pour provoquer une perte de matière organique et une perte de sol. Chez nos voisins du sud, des études ont

démontré que sous des conditions normales en régie conventionnelle une perte de sol allant jusqu'à 7% a été observée. Nous vous proposons un budget dans différentes cultures avec une régie de conservation et sans régie de conservation, de façon à simuler la perte monétaire dont vous pouvez être victime, sans pour autant "identifier" un coupable. L'hypothèse de travail estime que le rendement accru lors de pratique minimale de conservation est de l'ordre de 5%. Les dépenses en fertilisation de maintenance sont de l'ordre elles-aussi de 5%. Pour éviter d'alourdir l'exemple, nous ne tenons pas compte des frais de carburant en plus ou en moins. Il n'est pas non plus prévu de capitalisation additionnelle en équipement nouveau; l'achat d'équipement au besoin peut-être réalisable quand le renouvellement de l'ancien équipement devient nécessaire.

Production Maïs-grain.

	Avec Conservation	Sans Con- servation	Votre Coût 88
Fertilisant seul	243,10\$/ha	255,90\$/ha	
Semi			
Engrais			
Herbicide	385,40\$/ha	398,20\$/ha	
Chaux			
Frais monétaires Totaux	872,40\$/ha	885,20\$/ha	
Rendement en +	52,00\$ (325kg/ha)	Nil	
Différence	64,80\$/ha	Nil	

Horticulture de champs \$/ha

Piment	Conventionnel	Conservation
+ 5% Rendement	4235,00\$ (700)	4447,00\$ (735)
+ 5% Fertilisant	389,00\$	370,00\$
Ecart en faveur	----- -	----- + 231,00\$

Pomme de terre	Conventionnel	Conservation
+ 5% Rendement	3598,00\$ (6,90\$/100lbs)	3778,00\$
+ 5% Fertilisant	474,00\$	450,00\$
Ecart en faveur	----- -	----- + 204,00\$

Bien entendu que ces 3 exemples uniques ne peuvent établir avec précision l'ensemble de la portée économique de la conservation, ils ne sont que des résultats sur une base annuelle, sans évaluer l'impact à long terme des économies reliées aux frais monétaires dûs à de meilleure pratique. Ils ne sont qu'à titre indicatif. On peut toutefois en tirer une conclusion intéressante, plus le revenu brut à l'hectare est élevé, (prix du marché sans tenir compte du paiement de stabilisation) plus vous pouvez être concerné par l'impact de mesure de conservation à adopter.

En effet, les écarts positifs en faveur des mesures de conservation affectent directement vos bénéfices en fin d'année financière, et indirectement votre qualité de vie.

LA QUALITÉ DE L'EAU
Un souci pour l'agriculture

Vers une meilleure gestion de l'eau
Semaine de la conservation du sol et de l'eau

Présenté par: Angèle St-Yves, ing. et agr., M.Sc.
Ministère de l'Environnement
Direction de l'assainissement agricole

St-Hyacinthe, le 26 janvier 1989

LA QUALITÉ DE L'EAU
Un souci pour l'agriculture

1. Introduction:

L'agriculture est intimement dépendante de la qualité et de la quantité de la ressource eau. On sait d'une part que la pluie (ou neige) qui tombe sur les terres agricoles peut s'évaporer, s'infiltrer dans le sol ou ruisseler en surface. La partie de l'eau qui s'infiltrer est soit entreposée dans le sol, utilisée par les cultures ou percole vers les nappes souterraines. Par ailleurs, l'eau ruisselée coule à la surface du sol et se concentre dans les cours d'eau. La quantité d'eau est généralement suffisante au Québec pour répondre aux besoins agricoles.

D'autre part, l'eau retenue dans le sol maintient la croissance de la végétation, alors que l'eau des nappes souterraines et l'eau de ruissellement servent à plusieurs usages souvent compétitifs (usage domestique, industriel, agricole, récréation, hydro-électricité, etc.). La qualité de toutes ces eaux peut être plus au moins altérée par les conditions du milieu où elles passent ou suite à l'usage qui en a été fait. La qualité de cette eau abondante peut devenir problématique même au Québec.

2. Problématique de la pollution des eaux en milieu agricole:

2.1 Sources ponctuelles et sources diffuses:

Les sources de pollution des eaux en milieu agricole se divisent en deux catégories, soit les sources ponctuelles et les sources diffuses. Les polluants agricoles de source ponctuelle proviennent d'un endroit précis, visible et identifiable; en cela, ils s'apparentent à certains polluants urbains (réseaux d'égouts municipaux) et industriels. Le rejet accidentel ou volontaire de déjection animale directement dans un cours d'eau en est un exemple.

Les polluants agricoles de source diffuse étroitement liés aux événements climatiques, sont ceux qui atteignent les cours d'eau par écoulement souterrain ou à la suite de précipitations générant du ruissellement de surface. Ils ne proviennent pas d'un point précis mais de l'ensemble du territoire agricole. L'épandage des déjections animales, des fertilisants chimiques et des pesticides, l'érosion du sol quelques exemples d'activités agricoles génératrices de pollution diffuse.

Dans le domaine agricole, la grande majorité des problèmes de pollution des eaux sont de source diffuse, ce qui complique la nature des interventions à privilégier pour les résoudre.

2.2 Évaluation de la qualité de l'eau en milieu agricole:

Aucune étude n'a été réalisée sur l'importance relative de la pollution totale des eaux d'origine agricole au Québec. Toutefois, dans quelques cas particuliers, il est possible de quantifier l'ampleur des problèmes de pollution qui affectent l'eau en milieu agricole. En voici quelques exemples:

2.2.1 Productions animales

a) Les fumiers:

Une étude réalisée par le ministère de l'Environnement (Gangbazo et Buteau, 1985 a, b, c) a révélé que dans les bassins versants des rivières l'Assomption, Yamaska et Chaudière l'apport des fertilisants par les déjections animales excède le besoin des cultures pratiquées. Dans plusieurs municipalités, les concentrations animales sont 2 à 4 fois supérieures à la limite maximale permise au point de vue environnemental. L'effet de l'élevage sur la pollution de ces rivières a aussi été mis en évidence pour ce qui concerne l'azote et le phosphore.

Par ailleurs, des échantillons d'eau pris dans des puits domestiques chez un éleveur de porcs de la Beauce démontrent la présence des quantités importantes de nitrates.

Payment et al (1986), dans une étude sur la pollution microbienne de la rivière l'Assomption estiment à plus de 10 milliards le nombre de virus entériques porcins véhiculés journallement par cette rivière et attribuent cette contamination à l'élevage intensif de porc pratiqué dans la région.

b) Eaux usées de laiterie de ferme:

La traite des vaches occasionne des eaux usées provenant principalement du lavage du lactoduc, des équipements de traite, du plancher de la laiterie et de celui du parloir de traite. Ces eaux usées contiennent surtout des résidus de lait et des produits de désinfection (à base de chlore) et de nettoyage, ces derniers étant faits à base de polyphosphates (Vallières, 1986).

En général, les eaux usées de laiterie de ferme sont déversées sur le sol à proximité d'un point d'eau ou même directement dans un cours d'eau par l'intermédiaire d'un fossé de ferme. Les quantités de phosphore ainsi déversées (0,5-3,0 g/vache. j) peuvent s'avérer problématiques pour les cours d'eau agricoles, particulièrement durant les périodes d'étiage.

2.2.2 Érosion hydrique

L'érosion hydrique résulte de la destruction des agrégats du sol sous l'impact des précipitations et du transport des particules détachées par les eaux de ruissellement. Ce phénomène qui existe naturellement devient cependant problématique lorsqu'il est amplifié par l'action humaine.

Le Québec n'échappe pas au phénomène d'érosion hydrique. Toutes les régions sont atteintes de façon plus ou moins prononcée; c'est le cas par exemple pour la plaine du Saint-Laurent. On a mesuré des taux d'érosion de 6 et 13 t/ha an pour la pomme de terre et le maïs respectivement. Un sol laissé à nu peut perdre annuellement encore davantage (plus de 30 t/ha) à cause de l'érosion hydrique.

Le ministère de l'Environnement (Bernard, 1985) a évalué les apports de matières en suspension (MES) et de phosphore (P) dans les bassins versants des Rivières Bayonne, Coaticook et Ouareau au Québec (tableau 1). Cette étude montre que dans les bassins cités, la pollution agricole par l'érosion hydrique est responsable de 91 à 99 pour cent des charges de MES d'une part et de 38 à 89 pour cent des charges de phosphore d'autre part.

2.2.3 Pesticides

Certains pesticides en raison entre autres de leur solubilité dans l'eau, leur utilisation à grande échelle et leur rémanence contribuent à la contamination des eaux en milieu agricole. Une étude du ministère de l'Environnement (Beaudoin, 1982) démontre la rémanence dans la nappe phréatique de carbofuran et de métribuzine utilisés principalement dans des cultures de pommes de terre sur sol sablonneux, à des concentrations dépassant la norme de 10 mg/l dans l'eau potable.

2.2.4 Eaux de drainage souterrain

Des relevés effectués par le ministère de l'Environnement démontrent que l'eau qui s'échappe de drains souterrains peut contenir des grandes quantités de coliformes ainsi que des teneurs en azote ammoniacal au-delà des normes, aussi bien au printemps, à l'été qu'à l'automne.

3. Effets de la pollution agricole sur les usages de l'eau:

Quelle que soit leur source (ponctuelle ou diffuse), les polluants agricoles peuvent être de nature organique (matières en suspension, pesticides), inorganique (azote, phosphore) et microbienne (coliformes, virus, etc.). Ces polluants affectent les divers usages de l'eau, que ce soit la consommation humaine et animale, l'irrigation, la baignade, la pêche sportive, etc.

Les matières inorganiques et surtout le phosphore véhiculés par les eaux de ruissellement sont responsables de la prolifération des algues et autres plantes aquatiques. Ce problème a été mis en évidence par Plinski et Magnin (1983) pour la rivière l'Achigan et la partie inférieure de la rivière l'Assomption.

La pollution agricole affecte aussi les prises d'eau pour la consommation humaine et animale. Les polluants en cause sont généralement les bactéries coliformes et les virus, l'azote ammoniacal et les matières en suspension. Boucher (1985) situe l'ampleur de ce phénomène pour l'usine de filtration d'eau de la ville de Repentigny qui puise son eau à l'embouchure de la rivière l'Assomption et connaît des problèmes de haute teneur en azote ammoniacal.

4. Recommandations pour la qualité des eaux pour usage agricole:

Les recommandations pour la qualité des eaux pour usage agricole visent d'abord l'eau destinée à la consommation humaine, puis l'eau destinée à l'abreuvement des animaux d'élevage et l'eau utilisée pour l'irrigation des cultures.

Ces recommandations comptent des paramètres inorganiques, organiques, physiques, radiologiques et microbiologiques.

4.1 L'eau destinée à la consommation humaine:

Les approvisionnements en eaux brutes publiques comprennent les eaux de surface et les eaux souterraines. Au Québec, le fleuve St-Laurent sert de source d'approvisionnement à plus de 50 % de la population. Cette eau est traitée afin de fournir à l'utilisateur une eau purifiée, bonne au goût et de belle apparence.

En milieu agricole, cependant, le plus souvent les approvisionnements se font à même des puits, une eau souterraine généralement non traitée. Il est sage de procéder à l'analyse périodique afin de s'assurer de la bonne qualité de cette eau.

Il faut rappeler que l'utilisation d'une eau de qualité médiocre peut accroître les risques pour le consommateur si cette eau contient des produits nuisibles à la santé. La prudence exige de protéger les approvisionnements en eaux afin d'assurer de bonnes sources d'eau potables. Ainsi, des mesures de dépollution et de bonnes pratiques d'aménagement des bassins versants préviendront la contamination des eaux par des produits indésirables d'origine agricole, municipale ou industrielle.

Le tableau 1 résume les recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada.

4.2 L'eau destinée à l'abreuvement des animaux:

Une alimentation en eau de bonne qualité est essentielle pour l'élevage des animaux puisqu'une eau de mauvaise qualité peut se traduire par des pertes économiques pour l'éleveur et par un produit de qualité inférieure pour le consommateur.

De plus, certains polluants présents dans l'eau de consommation animale peuvent être transmis des animaux aux consommateurs et présenter un danger pour la santé du public. Citons les salmonelles.

Les paramètres retenus pour qualifier une eau visent les polluants, les substances toxiques, les organismes pathogènes et les parasites dont la présence dans l'eau peut être une cause de dépérissement, de morbidité et de mortalité chez les animaux d'élevage.

Le tableau 2 résume les recommandations pour la qualité de l'eau destinée à l'abreuvement des animaux d'élevage. On constate qu'elles se rapprochent à certains égards des recommandations pour l'eau destinée à la consommation humaine. Les animaux selon leur espèce, leur âge et leur état physique sont affectés plus ou moins gravement par une eau ne répondant pas à ces normes.

4.3 L'eau utilisée pour l'irrigation des cultures:

Bien que l'irrigation ne soit pratiquée que sur une petite partie des productions végétales du Québec, il est essentiel d'utiliser une eau de bonne qualité car les cultures visées représentent, le plus souvent, une valeur économique substantielle.

Les recommandations de qualité présentées au tableau 3 ont été établies pour protéger les cultures les plus sensibles contre des concentrations toxiques d'ions dissous et d'autres constituants de l'eau d'irrigation. En outre, elles permettent l'irrigation sur une longue période avant que les seuils de phytotoxicité ne soient atteints. Elles sont basées sur l'application de 1 000 mm d'eau par an.

5. Conclusion:

L'agriculture demeure le plus gros utilisateur d'eau. À cet égard, l'eau constitue l'intrant le plus important sur une ferme. La qualité de l'eau est un souci quotidien pour l'agriculture, que ce soit pour la consommation humaine, animale ou l'utilisation à des fins d'irrigation. Les risques sanitaires et économiques liés à la qualité de l'eau sont évidents et incitent l'agriculteur à rester vigilant. Comme tous les intervenants,

l'agriculteur doit se préoccuper de la qualité de l'eau qu'il utilise. Il doit aussi réduire les sources de pollution de l'eau qu'il crée lui-même. Dans ce cas, il est souvent le premier à en subir les revers. Le Québec est riche en eau, on connaît la popularité du drainage en agriculture. Une concertation de tous les intervenants en vue d'assurer à cette grande quantité d'eau une qualité acceptable reste pressante pour la survie de l'agriculture aussi.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BEAUDOIN, C., 1982. Étude de la rémanence de pesticides retenus dans la nappe phréatique à Sainte-Catherine de Portneuf. Ministère de l'Environnement, direction de l'assainissement agricole, 50 p.

BERNARD, C., 1985. Le contrôle de la pollution agricole diffuse. Conférence présentée aux assises annuelles 1985 de l'AQTE, 29 p.

BOUCHER, P., 1985. Impact de la pollution sur le traitement des eaux de la rivière l'Assomption à la centrale de filtration de Repentigny. Sciences et techniques de l'eau 18 (3): 267-276.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT (CCMRE), 1987. Recommandations pour la qualité des eaux au Canada.

GANGBAZO, G. ET BLAIS, Y, 1987. Établissement d'un réseau de qualité de l'eau en milieu agricole: cas du Ruisseau-des-Anges (l'Assomption); conférence présentée aux assises annuelles 1987 de l'Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE).

GANGBAZO, G. ET BUTEAU, J. 1985a. Analyse de la gestion des fumiers dans le bassin versant de la rivière Yamaska: État de la situation et éléments de solution. Ministère de l'Environnement du Québec, Québec, 83 p. Envirodoq 850513.

GANGBAZO, G. ET BUTEAU, J. 1985b. Analyse de la gestion des fumiers dans le bassin versant de la rivière Yamaska: État de la situation et éléments de solution. Ministère de l'Environnement du Québec, Québec, 106 p. Envirodoq 1850515.

GANGBAZO, G. ET BUTEAU, J. 1985c. Analyse de la gestion des fumiers dans le bassin versant de la rivière Chaudière: État de la situation et éléments de solution. Ministère de l'Environnement du Québec, Québec, 91 p. Envirodoq 850514.

PAYMENT, P., AFFOYON, F., DIFRANCO, E., ET TRUDEL, M. 1986. Pollution de la rivière l'Assomption et de ses affluents par les virus entériques porcins. *Revue internationale des sciences de l'eau*. 2 (4): 113-116.

PLINSKI, M. ET MAGNIN, E. 1983. Phytoplancton de la rivière l'Achigan et de la partie inférieure de la rivière l'Assomption. *Science et techniques de l'eau*, 16 (4): 351-356.

VALLIÈRES, M., 1986. Épuration des eaux usées de laiterie de ferme. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de l'assainissement agricole, Sainte-Foy, 47 p. Envirodoq 850802.

Tableau 1: Évaluation des apports de matières en suspension et de phosphore dans les bassins versants des rivières Bayonne, Coaticook et Ouareau (Bernard, 1985).

Polluants	Rivière Bayonne		Rivière Coaticook		Rivière Ouareau	
	t/an	% (1)	t/an	% (1)	t/an	% (1)
<u>Matières en suspension:</u>						
. sources urbaines et industrielles;	36	0,5	218	4	609	9
. érosion.	6 700	99,5	5 255	96	6 380	91
<u>Phosphore total:</u>						
. sources urbaines et industrielles;	1,3	10,8	12,3	62,1	11,6	55
. érosion.	10,7	89,2	7,5	37,9	9,5	45

(1) Pourcentage par rapport à la charge totale.

Tableau 2: Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada 1978.
Source: Santé et Bien-être social Canada, d'après CCMRE.

Paramètre	Concentrations maximales acceptables dans l'eau potable (mg. L ⁻¹)
Paramètres inorganiques	
Argent	0,05
Arsenic	0,05
Baryum	1,0
Bore	5,0
Cadmium	5 ug. L ⁻¹
Chlorures	250
Chrome	0,05
Cuivre	1,0
Cyanures	0,2
Fer	0,3
Fluorures	1,5
Manganèse	0,05
Matières solides dissoutes totales	500
Mercurure	1 ug. L ⁻¹
Nitrates (en N)	10,0
Nitrites (en N)	1,0
pH	6,5 - 8,5
Plomb	0,05
Sélénium	0,01
Sulfates	500
Sulfures (en H ₂ S)	0,5
Uranium	0,02
Zinc	5,0
Paramètres organiques	
Acide nitrilotriacétique (ANT)	0,05
Calbaryl	70 ug. L ⁻¹
Chlordane (isomères totaux)	7 ug. L ⁻¹
2,4-D	0,1
DDT (isomères totaux)	0,03
Diazinon	14 ug. L ⁻¹
Dieldrine + aldrine	0,7 ug. L ⁻¹
Endrine	0,2 ug. L ⁻¹
Heptachlore + époxyheptachlore	3 ug. L ⁻¹
Lindane	4 ug. L ⁻¹
Méthoxychlore	0,1
Méthyl-parathion	7 ug. L ⁻¹
Parathion	35 ug. L ⁻¹
Pesticides (totaux)	0,1
Phénols	2 ug. L ⁻¹
2, 4, 5-TP	0,01
Toxaphène	5 ug. L ⁻¹
Trihalométhanes	0,35
Paramètres physiques	
Couleur	15 UCV
Température	15° C
Turbidité	5 UNT
Paramètres radiologiques	
¹³⁷ Cs (Césium)	50 Bq. L ⁻¹
¹³¹ I (Iode)	10 Bq. L ⁻¹
²²⁶ Ra (Radium)	1 Bq. L ⁻¹
⁹⁰ Sr (Strontium)	10 Bq. L ⁻¹
³ H (Tritium)	40 000 Bq. L ⁻¹
Paramètres radiologiques	
Micro-organismes:	
a) Aucun échantillon ne devrait contenir plus de 10 coliformes par 100 ml;	
b) Au moins 90 pour cent des échantillons prélevés durant une période de 30 jours doivent être exempts de coliformes;	
c) Pas plus de deux échantillons prélevés consécutivement au même endroit ne doivent contenir de coliformes et;	
d) Aucun des coliformes décelés ne doit être de type coliforme fécal.	

Tableau 3: Recommandations pour la qualité de l'eau destinée à l'abreuvement des animaux d'élevage, d'après CCRME.

Paramètre	Recommandation (mg-L ⁻¹)
<u>Principaux ions et substances nutritives</u>	
Calcium	1 000
Nitrates plus nitrites	100
Nitrites seulement	10,0
Sulfates	1 000
Matières solides dissoutes Totales (salinité)	3 000
<u>Métaux lourds et ions à l'état de traces</u>	
Aluminium	5,0
Arsenic	0,5
	5,0 (s'il n'est pas ajouté à l'alimentation)
Béryllium	0,1
Bore	5,0
Cadmium	0,02
Chrome	1,0
Cobalt	1,0
Cuivre	1,0 (bétail)
	5,0 (porc et volaille)
	0,5 (mouton)
Fluorures	2,0
	1,0 (en présence de fluorures dans l'alimentation)
Mercure	0,003
Molybdène	0,5
Nickel	1,0
Plomb	0,1
Sélénium	0,05
Uranium	0,2
Vanadium	0,1
Zinc	50,0
<u>Pesticides</u>	
Se référer à l'eau potable, au tableau 1	
<u>Paramètres biologiques</u>	
Algues bleu-vert	Éviter les proliférations d'algues bleu-vert
Agents pathogènes et parasites	Utiliser de l'eau de haute qualité (tableau 1)
<u>Ions importants</u>	
Chlorures	100-700
Sodium	sols: déterminer le coefficient d'adsorption du sodium
Teneur en matières solides dissoutes totales (salinité)	500-3500 (à cette concentration, certaines cultures sensibles risquent d'être menacées;
<u>Métaux lourds et ions à l'état de traces</u>	
Aluminium	5,0
Arsenic	0,1
Béryllium	0,1
Bore	0,5-6,0 (voir tableau 4-8)
Cadmium	0,01
Chrome	0,1
Cobalt	0,05
Cuivre	0,2 (cultures sensibles)
	1,0 (cultures tolérantes)
Fer	5,0
Fluorures	1,0
Lithium	2,5

Tableau 4: Recommandations pour la qualité de l'eau d'irrigation d'après CCRME

Paramètre	Recommandation (mg - L ¹)
	Tous les sols
Manganèse	0,2
Molybdène	0,01
	0,05 (usage intermittent en sols acides)
Nickel	0,2
Plomb	0,2
Sélénium	0,02
	0,05 (usage intermittent)
Uranium	0,01
Vanadium	0,1
Zinc	1,0 (pH du sol 6,5)
	5,0 (pH du sol 6,5)
<u>Pesticides</u>	
	0,2 - 1,5 selon l'herbicide et la culture visée
<u>Paramètres biologiques</u>	
Agents pathogènes	100 coliformes fécaux par 100 mL
pour les humains	1 000 coliformes totaux par 100 mL
et pour les animaux	

L'AMENAGEMENT DU DRAINAGE SUPERFICIEL :

PREMIERE MESURE DE CONSERVATION DU SOL ET DE L'EAU.

par

Rémi Asselin, agronome et ingénieur

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation

460, boulevard Louis-Frédéric

NICOLET
JOG IEO

NICOLET, Janvier 1989.

1.0 INTRODUCTION

Le drainage superficiel est important pour assurer une bonne production des cultures. S'il est mal conçu, il est coûteux et il peut contribuer à l'érosion. Un aménagement rationnel du drainage superficiel contribuera à la conservation du sol et de l'eau.

2.0 NECESSITE DU DRAINAGE SUPERFICIEL

2.1 DEFINITION

On peut définir le drainage de surface par un aménagement du sol qui vise essentiellement à : 1) éviter que l'eau stagne sur le terrain et, 2) évacuer dans un délai raisonnable le surplus d'eau qui ne s'infiltré pas.

Un drainage de surface déficient peut se visualiser sous la forme d'un terrain irrégulier et parsemé de dépressions qui retiennent l'eau et submergent les plantes pour des périodes plus ou moins prolongées.

2.2 STAGNATION DE L'EAU EN SURFACE

La période pendant laquelle les plantes peuvent tolérer une submersion dépend de l'espèce cultivée, du stade de croissance, du type de sol et de la température. Les sols à pH neutre avec un contenu élevé en matière organique et une température élevée vont manquer d'oxygène assez rapidement affectant ainsi les plantes. Les sols sableux peuvent tolérer une submersion plus prolongée que les argiles et les limons.

Il semble que le maïs est plus tolérant à la submersion que les légumineuses. Par contre, les cultures de luzerne et de blé d'hiver ne tolèrent pas l'accumulation d'eau durant l'hiver.

Le drainage superficiel et le drainage souterrain sont complémentaires l'un de l'autre. En effet, le drainage souterrain réduit le ruissellement tandis que le drainage de surface diminue l'écoulement des drains. Le drainage de surface est important lors d'évènements pluvieux de longue durée. En effet, lors des pluies de longue durée et d'intensité modérée, le profil devient saturé et de l'accumulation en surface pourra se produire dans les terrains irréguliers. En conséquence, le drainage souterrain devra évacuer l'eau accumulée dans ces dépressions ce qui augmente la durée de saturation du profil et le risque de dommage aux cultures.

2.3 LE BESOIN DES SOLS

De façon générale, tous les sols requièrent un drainage en surface dans nos conditions même si le drainage souterrain existe. Bien que le drainage en surface soit important pour les sols ayant des perméabilités de faibles à élevées, sa valeur est d'autant plus grande dans les sols où la conductivité est très faible et lorsque la nappe d'eau est peu profonde.

En ce sens, on portera une attention particulière aux sols ayant une conductivité hydraulique inférieure à 0,05 m/j ou ceux dont la profondeur perméable est inférieure à 1 mètre. Dans ces cas, le drainage souterrain n'est pas réalisable soit techniquement ou économiquement, et l'aménagement de surface devient le mode de drainage à préconiser.

Les sols limoneux, lorsqu'ils manquent d'humus et de calcium et contiennent moins de 10 pour cent d'argile sont appelés limons battants. Les pluies les tassent formant une croûte de battance avec une infiltration réduite ce qui les rend imperméables en surface. Ces limons sont particulièrement difficiles à assainir étant donné leur faible infiltration d'une part et leur susceptibilité à l'érosion d'autre part.

Dans ces cas, non seulement le modelé du terrain est nécessaire pour le drainage mais également l'amélioration de la stabilité structurale et de l'activité biologique par les amendements, la prairie et le travail du sol en bonnes conditions.

2.4 DRAINAGE DE SURFACE ET QUALITE DES EAUX

Règle générale, on a avantage à drainer souterrainement les sols. D'une part, les rendements sont supérieurs, et d'autre part, le drainage souterrain réduit le ruissellement de surface ce qui a pour effet de diminuer les pertes d'éléments fertilisants et de pesticides.

Des travaux faits en Ohio sur une période de 10 ans ont démontré que le drainage souterrain permettait de réduire de façon importante les sédiments, les pertes de fertilisants et de pesticides (Tableaux 1 et 2).

Ceci montre bien que l'on doit aménager le drainage superficiel de façon à favoriser l'infiltration et à réduire le plus possible le ruissellement de l'eau.

Tableau 1. Effet du type de drainage sur la qualité de l'eau.

Drainage	Année	Perte moyenne annuelle (kg/ha)			
		Sédiment	NO ₃ -N	P total	K soluble
Souterrain	69-79	1374	16,6	1,2	21,5
Surface	69-79	2267	10,6	2,1	30,1

Source : Schwak, G.O. et al. 1985, p. 15.

Tableau 2. Qualité ⁽¹⁾ de l'eau de drainage dans une culture de maïs durant la saison de végétation.

Réparation de sol Drainage	Concentration en mg/l			
	Conventionnel		No-till	
	Souterrain	Surface	Souterrain	Surface
Sédiments	880	1238	177	277
Solides dissous	2204	1075	1082	1062
NO ₃ -N	15,7	18,1	8,6	14,5
Phosphore P*	0,6	5,0	0,5	1,8
Potassium K*	5,1	11,7	3,0	17,0
Atrazine	0,073	0,105	0,102	0,174
Dicamba	0,001	0,002	0,004	0,005

* pour saisons 1970-71.

(1) Source : Schwab et al (1985). Pour les saisons 1969-71.

3.0 METHODES D'AMENAGEMENT PROPOSEES

Les exigences des cultures et de la circulation de la machinerie agricole seront assurées par la combinaison rationnelle du drainage souterrain et du drainage superficiel.

Le drainage souterrain vise : 1) à contrôler la profondeur de la nappe; 2) à combler dans certains cas, les besoins en eau du sol par l'irrigation souterraine. Toutefois, cette deuxième fonction du drainage souterrain exige des conditions particulières qui doivent être identifiées par une étude approfondie du site. Nous croyons que le drainage souterrain doit être réalisé prioritairement partout où il est techniquement et économiquement faisable.

Les objectifs que devra rencontrer le drainage superficiel sont les suivants : 1) assurer une répartition uniforme de la précipitation et favoriser son infiltration, 2) évacuer les eaux qui ne s'infiltreront pas tout en évitant l'érosion, 3) causer un minimum d'entraves à la circulation de la machinerie et aux opérations culturales.

Il peut sembler contradictoire d'exiger que l'aménagement en surface doit favoriser l'infiltration d'une part, et évacuer les eaux qui ne s'infiltreront pas d'autre part. Cette antithèse se vérifie facilement sur des aménagements à fortes pentes comme les planches arrondies durant les orages d'été lorsque le sol est en déficit hydrique. Une bonne partie de la précipitation peut ruisseler alors que le sol ne peut pas pour répondre aux besoins en eau des cultures. En ce sens, l'aménagement de surface doit éliminer le ruissellement, mais ne pas le favoriser, surtout en période sèche.

L'aménagement du drainage souterrain et de surface doit s'élaborer à partir de l'étude des propriétés physiques du sol et de la topographie du terrain. C'est en connaissant la texture, la conductivité hydraulique, la profondeur perméable du sol ainsi que la topographie que l'ingénieur en agriculture pourra recommander la formule d'assainissement pouvant le mieux répondre au besoin de la ferme. Le tableau 3 nous guide dans le choix d'un mode de drainage en fonction de ces paramètres.

Tableau 3. Choix du drainage en fonction de la topographie et des propriétés du sol.

Conductivité hydraulique (K) et Profondeur (P) du sol	PENTE DU TERRAIN (S) EN %		
	S < 0,15%	0,15% < S < 0,5	0,50% < S < 2,0
K < 0,03 m/j 1 < P < 2 m OU K > 0,03 m/j P < 0,6 m	Planche à pente faible et constante (A)	Planche à l'ersant à la pente du terrain (B)	Aplanissement + rigole d'interception + voie d'eau engazonnée (C)
0,03 < K < 0,2 m/j 1 < P < 2 m	(A) + D.S.	(B) + D.S.	(C) + D.S.
K > 2,0 m/j	Aplanissement + D.S.	Aplanissement + D.S.	(C) + D.S.

D.S. = DRAINAGE SOUTERRAIN

3.1 DESCRIPTION DES TYPES DE TRAVAUX

3.1.1 Planches à pente faible et constante

Le modelé en planche à pente faible et constante est le mieux adapté aux terrains dont la pente naturelle est inférieure à 0,15 pour cent (figure 2).

La largeur de la planche dépendra de la géométrie de la ferme, de la topographie et des quantités de sol à déplacer. La largeur minimale recommandée est de 60 mètres à cause de la dimension des lots et aussi à cause de la machinerie de confection.

La pente des versants peut être aussi faible que 0,15 pour cent mais ne devrait pas excéder 0,5 pour cent afin de minimiser le déplacement de sol. Aucune contrepente ou dépression ne doit subsister sur les versants.

3.1.2 Modelage de planche à 1 versant

Ce type de construction s'applique avantageusement dans les terrains où la pente est comprise entre 0,15 et 0,5 pour cent. Cette forme consiste plus ou moins à aplanir le terrain selon sa plus grande pente et à construire une raie de curage suivant la plus faible pente (figure 4). La largeur du versant dépend de la topographie. Il doit être d'au moins 30 m si l'on cultive sur la longueur de la planche et pour en faciliter la construction.

3.1.3 Aplanissement du sol

Dans les terrains dont la pente se situe entre 0,5 et 2 pour cent, les travaux recommandés sont de l'aplanissement dans le sens de la plus grande pente en vue d'éliminer les dépressions dont la profondeur ne dépasse pas 30 centimètres et répartir l'écoulement sur toute la surface.

Dans le cas où des dépressions ne peuvent pas être remblayées, elles pourront être drainées soit par une canalisation de surface peu profonde ou une canalisation souterraine (figure 6).

Dans le cas de terrains en pente longue et régulière, l'aplanissement fait suivant la pente sera combiné à des rigoles d'interception dans le but de raccourcir la longueur de la pente (figure 7). L'espacement des rigoles dépendra de plusieurs facteurs dont la pente, la récurrence des précipitations, le type de cultures.

3.1.4 Les rigoles d'interception

Les rigoles d'interception sont des canaux peu profonds et évasés placés en travers de la plus grande pente. Ils servent à raccourcir la longueur de la pente et à acheminer l'eau vers une voie d'eau engazonnée (figure 8).

Elles seront aussi utilisées pour évacuer l'eau provenant des raies de curage dans les cas où leur longueur excède les limites permises. Elles pourront être également utiles pour capter et évacuer l'eau au pied d'un coteau.

Les rigoles d'interception seront de forme triangulaire. Leur profondeur minimale sera de 150 mm alors que 450 mm sera considéré comme un maximum. Les côtés auront une pente inférieure à 1:10 de façon à ce que la machinerie puisse les traverser. Le fermier doit prendre soin de relever les instruments lorsqu'il traverse les canaux d'interception.

3.1.5 Les voies engazonnées

La voie d'eau engazonnée est une canalisation peu profonde et de forme parabolique que l'on maintient en végétation de façon permanente. Le couvert végétal a pour but de ralentir la vitesse de l'eau, de stabiliser et de maintenir le sol en place (figure 9). Elle sera utilisée partout où l'on doit évacuer de l'eau dans des pentes supérieures à 2 pour cent.

L'ensemencement d'une voie d'eau engazonnée doit se faire au printemps jusqu'au 15 juin ou à la fin de l'été du 15 août au 15 septembre. Le mélange comprendra de la fétuque, du raygrass et du pâturin. Les taux de semis sont de l'ordre de 60 à 100 kg/ha.

3.2 REALISATION DES TRAVAUX

3.2.1 Levé topographique

Un levé topographique est essentiel pour établir les pentes du terrain et concevoir des travaux impliquant un déplacement minimal de sol. Un plan des travaux situant les types d'ouvrages, les pentes à respecter, l'emplacement des canalisations, est un prérequis avant l'entrée d'une machine au champ.

Idéalement, la planification des travaux de drainage et de conservation devraient être faite en même temps. Ainsi, la réalisation des travaux devrait inclure drainage souterrain, drainage superficiel et mesures de protection contre l'érosion.

3.2.2 Réalisation des travaux

Aucun travaux d'aplanissement ne devrait être fait sur les sols à texture fine lorsqu'ils sont humides, car les mottes qui sont alors formées ne seront pas granulées avant plusieurs années par les effets du gel.

Ces travaux sont le mieux réalisés en été lorsque le sol est sec. A cet effet, le producteur a avantage de prévoir une culture, comme l'orge, qui libèrera le champ assez tôt. Pendant les opérations d'aplanissement, le passage d'une herse ameublira le sol et facilitera son transport. Les travaux d'aplanissement engendrent une compaction du sol; un labour doit être fait après les travaux pour briser cette couche avant de procéder à un ensemencement quelconque.

L'aplanissement peut être réalisé par des niveleuses de ferme à grande portée de 10 m et plus (figure 10). Ces outils exigent un tracteur avec une puissance de 75 kW ayant des roues jumelées pour diminuer le compactage, mais principalement pour augmenter la traction. Le producteur ayant sa niveleuse peut faire un premier travail préliminaire d'aplanissement, et il peut réaliser des planches en faîte dont la pente peut se situer entre 0,5 et 1 pour cent.

L'obtention d'un travail fini avec des pentes aussi faibles que 0,15 pour cent et sans contrepente exige une niveleuse contrôlée au laser (figure 11). L'aplanissement au laser peut atteindre des précisions très grandes. Par exemple, on rapporte des aplanissements faits aux Etats-Unis pour l'irrigation de surface avec des pentes inférieures de l'ordre de 4 cm par 400 mètres.

Dans nos conditions pour des terrains dont la rugosité est moyenne, c'est-à-dire que l'amplitude entre les buttes et les dépressions ne dépasse pas 30 centimètres, l'aplanissement exigera de 3 à 5 heures par hectare. Dans les terrains où les planches sont fortement arrondies, on peut utiliser un buteur pour effectuer un aplanissement préliminaire avant le passage de la niveleuse au laser. Toutefois, cette opération augmente considérablement les coûts des aménagements.

La méthode la plus économique consiste à labourer successivement ou utiliser une niveleuse de ferme afin de remblayer les raies de curage. Lorsque la dénivellation entre le sommet de la planche et la raie de curage est de l'ordre de 30 à 40 cm, on pourra aplanir avec la niveleuse au laser.

3.2.3 Suivi des travaux

Pour les deux ou trois années suivant la construction initiale, nous recommandons une culture annuelle comme l'orge, qui permettra de répéter l'aplanissement afin de remblayer les dépressions mineures apparues subséquentement à la reprise de densité du sol.

Maintenir le champ en bonnes conditions après la réalisation des travaux est de toute première importance. A cet effet, les labours et le travail du sol doivent être faits avec précaution. L'utilisation d'une charrue à versoirs réversibles est recommandée.

Enfin, il faut se mettre dans l'idée que l'aplanissement ou le passage de la niveleuse doit se répéter assez régulièrement pour corriger les imperfections laissées par les instruments de culture. Une niveleuse de ferme devrait donc devenir un instrument aratoire au même titre qu'une herse.

3.2.4 Résultats obtenus à date

La technique d'aplanissement des sols est utilisée depuis au moins 30 ans aux Etats-Unis pour répondre aux besoins du drainage de surface. On rapporte que dans les champs aplanis, les semis étaient réalisés de 1 à 2 semaines plus tôt, et des champs de luzerne avaient des durées de 5 à 10 ans. D'autres avantages comme l'amélioration du rendement des machineries agricoles, un ressuyage plus uniforme du champ après les pluies sont également cités dans la littérature.

Nous avons quelques fermes dans la région de Nicolet où des aplanissements avec des pentes aussi faibles que 0,15 pour cent ont été réalisés. Les observations recueillies à date ont montré que ces champs ont permis un accès plus hâtif au printemps et un ressuyage plus uniforme à la suite des pluies. Pour la plupart, ces fermes sont drainées et elles produisent du maïs-grain ou des céréales à paille. Un producteur laitier cultive avec succès une luzernière depuis 1985 sur une planche en faite d'une largeur de 200 m avec des versants ayant une pente de 0,2%.

Une enquête, effectuée par Urgel Delisle & Associés (1987) auprès de producteurs pratiquant de l'aplanissement depuis plusieurs années, a montré que ces producteurs ont observé que ces aménagements entraînaient un ressuyage plus uniforme et plus rapide du sol ainsi que des augmentations de rendements.



SOCONAG INC

EXPERTISES AGRICOLES

RESUME POUR LA JOURNEE D'INFORMATION AGRICOLE

TENUE A L'ITAA DE ST-HYACINTHE

LE 26 JANVIER 1989

D'UNE

ETUDE DE FAISABILITE

SUR LE RENDEMENT ECONOMIQUE

D'UN SYSTEME D'IRRIGATION PAR ASPERSION

POUR LES SOLS COMPOSES DE LIMON-SABLEUX

DE TYPES ST-JUDE ET ST-DAMASE

DU COMTE DE ST HYACINTHE

Préparé par

Marc Antoine Pelletier, M.Sc. ingénieur

Robert G. Malouin B.Sc. agro-économiste

et

Alain Kirschbaum B.Sc. ingénieur

Effectuée dans le cadre du Projet I-3141-212, du programme
d'aide à l'innovation technologique d'Agriculture Canada.

AVANT-PROPOS

La plaine de Montréal connaît un déficit hydrique net pendant la période estivale. Ce déficit entraîne dans les sols légers à faible rétention d'eau, des diminutions de récoltes importantes. L'irrigation permet de suppléer à ce déficit et prévient donc ces pertes. Une recherche effectuée au Bureau de Renseignements Agricoles de St-Hyacinthe en 1984 (Michon L., P. Sullivan et Y. Pesant) sur les précipitations enregistrées dans cette région, révélait que le maïs-grain avait besoin en moyenne de 96mm de plus d'eau par saison de croissance. Cette étude était alors basée sur une moyenne calculée de 40 années. De plus, ils constatèrent que la seule région de St-Hyacinthe compte de 2000 à 3000 hectares de sols légers qui souffrent de ce déficit hydrique.

En 1983 et 1984 deux années consécutives de sécheresse provoquèrent la colère et la crainte chez les producteurs agricoles qui ne réussissaient pas à maximiser leur production de maïs-grain dont le prix grimpait pour atteindre des sommets d'environ 190 \$/tonne.

En décembre 1984, des réunions regroupant plusieurs producteurs et productrices agricoles, eurent lieu dans les locaux du B.R.A. de St-Hyacinthe et nous ont permis de cerner le problème et d'entrevoir des solutions. Naturellement l'irrigation était la solution au problème, la question était de savoir si celle-ci était rentable suite aux investissements qu'elle nécessite.

Dès lors, nous savions que les producteurs de tabac ou de pommes de terres dans la région de Joliette réussissaient à fournir les quantités d'eau nécessaires à leurs productions et ce, grâce à l'irrigation par aspersion (micro à macro aspersion) tout en démontrant et ce, depuis longtemps, la rentabilité de leurs systèmes d'irrigation.

C'est alors que ce sont établis les bases qui nous ont permis de préparer l'étude avant-projet. Le ministère de l'Agriculture du Canada, quant à lui, décidait d'aller de l'avant pour financer cette étude qui évaluerait la rentabilité économique d'un investissement que M. Jacques Gratton, producteur agricole, venait de faire pour l'achat d'un système d'irrigation par aspersion. De 1985 à 1988 le projet fut mis à exécution et nous sommes ici aujourd'hui pour vous présenter un résumé des résultats de cette étude.

N.B. Pour de plus amples informations veuillez me faire parvenir vos noms et adresses et il me fera plaisir de vous fournir une copie du rapport final.

M.A. Pelletier

RESUME

La rentabilité économique d'un système d'irrigation a été évaluée sur une période de quatre années consécutives (1985 à 1988). L'étude est basée sur des essais comparatifs effectués sur des parcelles de Maïs, de Soya, de Pois de conserverie et de Blé dans la région de St-Hyacinthe.

PARAMETRES DE BASE

Classification pédologique

Les types de sols sur lesquels l'irrigation fut pratiquée sont classifiés comme des sables St-Damase et St-Jude.

La classification complète des 2 séries de sol ci-haut fut effectuée à partir des 2 cartes des sols du comté de St-Hyacinthe, émise par le ministère de l'Agriculture du Québec.

Les sols concernés dans cette étude sont drainés souterrainement. Ceci prolonge la saison de croissance en permettant un accès plus rapide au champs au printemps lors des semis et un accès plus tard en automne lors de la récolte. Mais le drainage contribue aussi à l'assèchement de ces sols et, la destruction de leur matière organique par l'oxydation et au lessivage des fertilisant et des pesticides dans nos cours d'eau.

Les différentes zones de sol sur la propriété de M. Gratton sont montrées à la Figure 1.

Caractéristiques climatiques

La région de St-Hyacinthe est sujette à des variations climatiques typiques d'une zone tempérée.

Le Tableau 1. qui suit réfère aux données de précipitation et d'évaporation entre 1981 et 1986 mesurées à la station climatologique de St-Hyacinthe pour les mois de juillet et août.

Selon cette base et pour ces années, en aucun cas les quantités d'eau extraites par évapo-transpiration sont inférieures aux quantités fournies par les précipitations.

Les années 1982 à 1985 (quatre années sur six) quant à elles indiquent que des baisses de rendements ont été occasionnées.

Période critique de croissance

Bien que l'irrigation soit bénéfique pendant toute la saison estivale lorsqu'un manque d'eau sévit, les experts s'entendent pour dire qu'une période bien particulière, dans la croissance des plants de maïs, a des effets déterminants sur les rendements. Nous avons nommé cette période, la période critique de croissance. Elle débute le 15 juillet et se termine le 15 août. Durant cette période, l'eau est un facteur déterminant quant aux rendements escomptés.

Tableau 1. Données de précipitation et évaporation mesurées à la station climatologique de St-Hyacinthe pour les mois de juillet et août (1981-1986).

ANNEE	JUILLET		AOÛT		DEFICIT HYDRIQUE (mm)
	Préc. (mm)	Evap. (mm)	Préc. (mm)	Evap. (mm)	
1981	110,6	82,9	143,0	172,8	2,1
1982	56,0	199,6	163,7	153,2	133,1
1983	107,3	175,2	62,9	166,4	171,4
1984	62,9	241,7	105,5	149,3	222,6
1985	99,7	134,3	69,8	116,0	80,8
1986	122,6	119,0	146,2	160,8	11,0
MOY.:	93,2	158,8	115,2	153,1	103,5

Source: Environnement Canada

METHODE

Pour chacune des cultures considérées, les rendements entre parcelles non-irriguées et parcelles irriguées furent comparés. Dans les parcelles de maïs, les rendements furent en plus comparés sur la base du contrôle de drainage (contrôlé et non-contrôlé).

Les rendements ont été compilés après chaque saison de croissance et ont été utilisés comme intrant à un modèle économétrique afin de déterminer si l'irrigation est une pratique rentable dans cette région et pour ces types de cultures.

Afin de respecter l'exigence de rotation que ces cultures imposaient, la disposition des parcelles à l'exception du maïs est différente pour chacune des années du projet.

Aménagement des parcelles de maïs

Pour la culture du maïs, quatre parcelles ont été aménagées et ont été traitées de la même façon tout au long du projet. Celles-ci étaient composées de deux parcelles irriguées dans un sens et deux parcelles contrôlées par une chambre de contrôle de drainage dans l'autre sens.

La différence d'élévation entre la zone irriguée et non-irriguée était d'environ 60 cm. Habituellement la portée d'une chambre de contrôle se fait sentir sur environ 50 cm de dénivelé; c'est donc dire que cette différence d'élévation ne nous permettait pas de vérifier l'effet de la chambre de contrôle dans le secteur non-irrigué.

Stations piézométriques

Les tensiomètres qui étaient installés à différentes profondeurs furent graduellement délaissés pour des raisons de fiabilité des appareils.

Les piézomètres installés dans chacune des parcelles servaient à vérifier les niveaux et variations de la nappe phréatique, en fonction des précipitations et des apports d'eau par irrigation.

Chambre de contrôle

Une chambre de contrôle fut installée en 1985 dans les parcelles de maïs afin de réduire le drainage excessif. Un trop-plein situé à environ 60 cm de la surface du sol assurait une évacuation des eaux excédentaires lors de forte précipitation. L'installation de la chambre nous permettait de déterminer l'effet du contrôle du drainage sur les rendements des parcelles irriguées.

En 1987 la chambre de contrôle fut modifiée, car certaines difficultés de fonctionnement furent constatées en 1985-1986. La colonne était difficilement ajustable et provoquait une moins bonne gestion que celle escomptée. Elle fut alors enlevée et remplacée par une chambre de contrôle à flotte, de façon à ce que l'ajustement se fasse par un simple déplacement de la flotte sur la corde (figure 2a & 2b).

Figure 1. Croquis montrant une station tensiométrique et piézométrique retrouvées dans chacune des 8 parcelles étudiées.

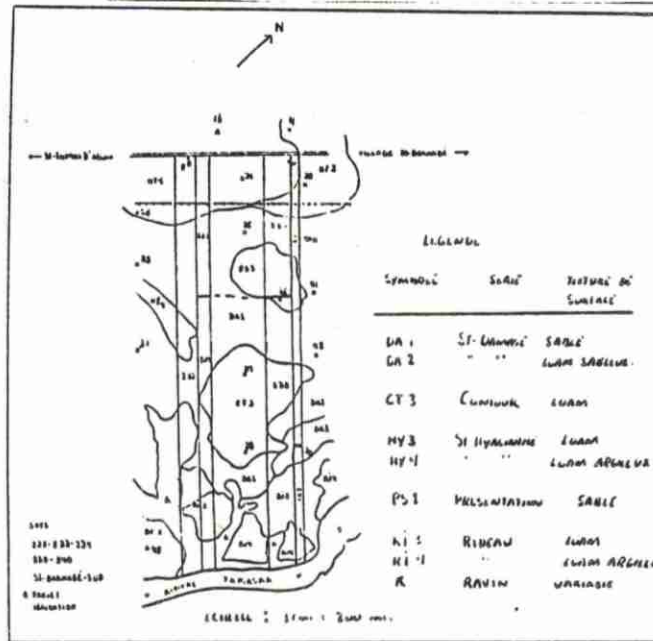
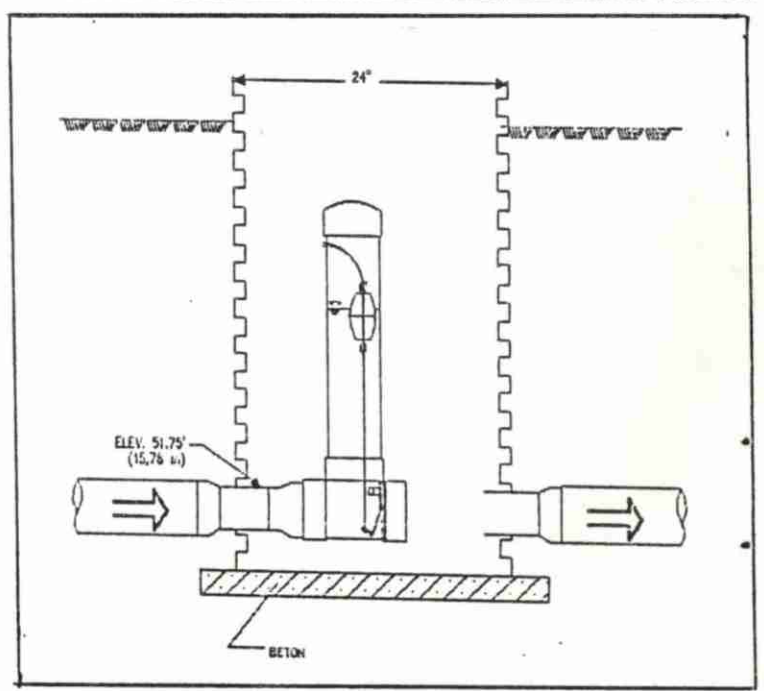
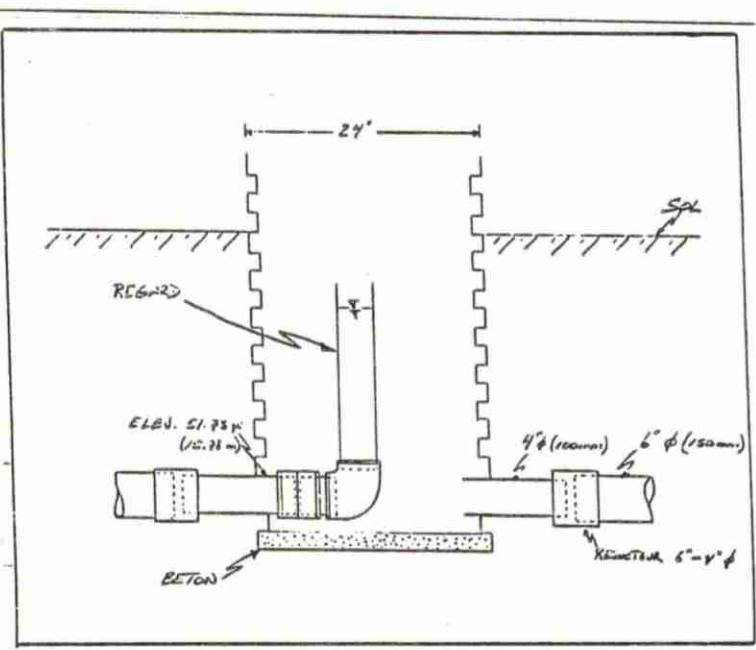


Figure 2. Vue en coupe de la chambre de contrôle installée sur le réseau de drainage dans les parcelles de Maïs. a) 1985 - 1986 b) 1987 - 1988



Composantes du système d'irrigation

Station de pompage

- Pompe Hale Model 60 FM-M
60 M³/hr (220 gpm), 8,0 Bar (116 psi)
- Moteur Perkins Model 354po.cu., 140 hp à 1850 rpm

Réseaux de conduites

- Conduite de suction de 150mm dia., relié à une "cage grillagée" de 1500mm de dia., dans la Rivière Yamaska
- Conduite de pression d'aluminium, model Ring-Lock et Wide Rain de 150mm de dia. reliant la station de pompage à l'enrouleur

Enrouleur et canon

- Enrouleur HUDIG Model IROMAT type II TD,
80m x 400m d'aspersion simultanée
- Canon Nelson Irrigation Corporation Model P-200,
buse 32,70 mm dia.

CEDULE D'IRRIGATION

1985

En 1985, il fut difficile à la fois de répondre complètement au besoin en eau et de maintenir une application uniforme d'eau, car quelques incidents survenus durant l'été 1985 ont perturbé le bon fonctionnement du système d'irrigation. Comme par exemple:

- le bris de la pompe par "cavitation", causé par l'insuffisance des dimensions de la cage d'entrée d'eau (qui a pour but d'éviter le colmatage des algues en provenance de la rivière Yamaska) a mis la pompe hors d'état de fonctionner entre le premier juillet et le premier août.
- 3 rats musqués, au moment où l'opérateur a du ouvrir le réseau pour y effectuer des changements, se sont introduits dans le réseau de conduites. Après quelques heures de marche du système, la pression et le débit à la buse du canon n'avaient pas atteints leur niveaux normaux. Ces rongeurs ont été retrouvés après quelques jours à plusieurs endroits dans le réseau (coudes, "T", valves).

Pour l'année 1985, il fut donc difficile d'obtenir des rendements optimums, si l'on tient compte que l'utilisation du système n'a pas été maximisée.

1986

Aucune irrigation n'as été pratiquée pendant l'année 1986, compte tenu de la fréquence et de l'intensité élevées des précipitations, soit 268,8mm du 1er juillet au 31 août.

1987

En 1987 l'irrigation fut pratiquée de façon à tenir compte du bilan hydrique, des valeurs tensiométriques et piézométriques.

1988

En 1988 l'irrigation fut pratiquée de façon à tenir compte du bilan hydrique et des valeurs piézométriques.

RENDEMENTS DES CULTURES

Le rendement des cultures de Maïs de soya et de pois pour les années 1985, 1986 et 1987 sont indiqués aux Tableaux suivants. Au moment d'aller sous presse, nous n'avons pas pu inclure les résultats de 1988 car ces derniers n'avaient pas été traités. Cependant, ceux-ci sont présentés lors de la conférence du 26 janvier et sont retrouvés dans le rapport final.

Tableau 2 Différences de rendements dans les cultures de maïs, de soya et de pois de conserverie pour 1985, 1986 et 1987.

1985					1987				
Type de culture	Rendement avec irrigation (t/ha)	Rendement sans irrigation (t/ha)	Augmentation du rendement (%)	Augmentation du rendement (t/ha)	Type de culture	Rendement avec irrigation (t/ha)	Rendement sans irrigation (t/ha)	Augmentation du rendement (%)	Augmentation du rendement (t/ha)
Mais N.-Cont	8.41	4.51	86.65	3.91	Mais N.-Cont	5.47	3.97	37.58	1.49
Mais Cont.	8.97	4.57	96.11	4.39	Mais Cont.	6.13	3.72	64.92	2.41
Soya	2.17	1.71	26.46	0.45	Soya	1.96	1.11	76.67	0.85
Pois	4.08	3.65	11.66	0.43	Pois	4.33	4.04	7.03	0.28
1986									
Type de culture	Rendement avec irrigation (t/ha)	Rendement sans irrigation (t/ha)	Augmentation du rendement (%)	Augmentation du rendement (t/ha)					
Mais N.-Cont	6.03	6.44	-6.47	-0.42					
Mais Cont.	6.05	6.10	-0.94	-0.06					

** Aucune parcelles irriguée pendant l'été 1986

EVALUATION DE LA RENTABILITE DU SYSTEME D'IRRIGATION

L'évaluation de la rentabilité économique du système d'irrigation est basée sur les profits encourus par l'augmentation des rendements, ainsi que sur les coûts résultants des frais fixes et des frais variables tels que décrits dans le Tableau 3.

Tableau 3. Identification des catégories de frais reliés au modèle économétrique.

Catégorie	Frais fixes	Frais variables
Assurances	X	
Financement & intérêt	X	
Amortissement	X	
Réparations	X	X
Main d'oeuvre	X	X
Combustible diesel		X
Séchage & entreposage		X

CONCLUSIONS

Au moment d'aller sous presse, nous n'avons pas pu inclure les conclusions générales car les résultats de 1988 n'avaient pas été traités. Cependant, celles-ci sont présentées lors de la conférence du 26 janvier et sont retrouvées dans le rapport final.

N.B. Pour de plus amples informations veuillez me faire parvenir vos noms et adresses et il me fera plaisir de vous fournir une copie du rapport final.

M.A. Pelletier

Pierre Bournival
Ingénieur, M.Sc.

CONTROLE DE NAPPE
ET
IRRIGATION SOUTERRAINE

Cegep
St-Jean-sur-Richelieu

Introduction

Au Québec, procéder au drainage des terres agricoles s'est avéré indispensable. Cette technique a permis d'extraire rapidement des sols le surplus d'eau de la fonte des neiges et des pluies excessives de l'automne. Ainsi, de grandes superficies sont devenues plus productives et le passage de la machinerie lourde s'est grandement amélioré. Aussi, dans certaines régions du Québec, la période potentielle de croissance s'est allongée et l'utilisation de variétés à grand rendement a rendu profitable l'installation des systèmes de drainage.

Le climat du Québec au cours de la saison de végétation est très variable. Du fait d'une très grande augmentation de la température durant l'été et de la distribution aléatoire des précipitations, les cultures souffrent de stress causé par des apports hydriques insuffisants.

Certains chercheurs ont démontré que, sur les sols ayant une faible capacité de rétention, il y a un apport d'eau insuffisant pour combler les besoins des cultures 4 années sur 5. Pour pallier à ce problème, il est donc important de ne pas surdrainer les sols agricoles.

Le contrôle de nappe est une technique qui permet de garder l'eau dans le sol à la disposition des plantes. Autrement, l'eau provenant de la fonte des neiges ou des pluies de l'été serait drainée vers les fossés.

Malgré cet effort de conservation, si le sol atteint des niveaux d'humidité insuffisants pour alimenter la plante en eau, il pourra peut-être s'avérer possible de remonter le niveau d'humidité du sol en irriguant souterrainement. Cette technique se pratique en ajoutant de l'eau via le réseau de drains souterrains du système de drainage.

Ces pratiques fort simples font appel à une connaissance approfondie des sols et de leurs propriétés hydrodynamiques, de même qu'à une bonne compréhension de la relation sol-eau-air-plante.

Il devient donc essentiel de sensibiliser la population agricole à ces nouveaux outils et de leur faire prendre conscience de l'importance d'une bonne gestion des eaux dans un objectif de production optimale des cultures.

LA NOTION DE CONTROLE DE NAPPE

Définition du contrôle de nappe

Les débuts du contrôle de la nappe phréatique remontent à l'époque du drainage des premiers sols. En effet, en abaissant la nappe à l'aide de drains, on venait d'exercer un contrôle sur ses fluctuations saisonnières tout en permettant un travail plus hâtif du sol et l'emploi de variétés à haut rendement.

Dans le design du système de drainage, l'espacement des drains est directement lié à la profondeur de pose de ces derniers. Donc, plus l'installation des drains est profonde et plus grand est l'écartement entre les latéraux, ce qui implique une diminution du coût du matériel à l'hectare. Il a donc été normal à ce moment d'implanter les drains à une profondeur maximale limitée par la capacité physique de la machine de pose.

Dès lors cependant, il apparut que les cultures sur des sols ayant une faible rétention d'eau souffraient de stress hydrique durant la saison de végétation. Les drains étant posés à une profondeur maximale de 2 m, on ne pouvait donc plus sur ces sols compter sur une remontée capillaire à partir de la nappe pour suppléer aux besoins en eau des cultures. Pour résoudre ce problème, il s'est développé une série de structures appelées à contrôler le drainage des eaux d'infiltration et à maintenir la nappe dans les limitations imposées par les cultures, le type de sol et le climat. Ces structures améliorent de façon substantielle le système d'égouttement du sol en contrant un drainage excessif.

Le contrôle de nappe s'avère donc, en fait, un contrôle du drainage pour éviter un assèchement hâtif du sol.

Avantages du système de contrôle de nappe

Par la pose de structures de contrôle, on peut entreposer dans le sol une partie des eaux de la fonte des neiges au printemps pour usage ultérieur par les plantes. De même, lors des pluies d'été, une partie de l'eau qui serait habituellement drainée peut demeurer dans le sol pour servir plus tard en saison lors des périodes sèches. Une plus grande disponibilité de l'eau signifie une augmentation des rendements. On pense aussi que le contrôle de la nappe, en maintenant les drains submergés pendant une plus grande période, pourrait diminuer l'activité des bactéries ferrogineuses de certains sols et contrer la formation d'ocre et le colmatage des drains. De plus, le contrôle de la nappe peut grandement diminuer l'affaissement des sols organiques causé par l'oxydation des particules du substratum.

Structures de contrôle

On retrouve différents types de structures de contrôle qui se branchent directement sur le réseau de drainage (figure 1, 2 et 3). Elles remplissent à priori les mêmes fonctions. Elles contrôlent le drainage en établissant le niveau de nappe optimum et permettent aussi le débordement des eaux de drainage lors des fortes pluies. La différence majeure réside dans la vitesse de drainage des eaux de surplus. Installées sur des réseaux de drains dont l'espacement a été calculé pour un écoulement libre de l'eau aux sorties, ces structures diminuent la charge sur le réseau ce qui abaisse le taux de drainage journalier ou la vitesse de rabattement de la nappe.

La structure proposée aux Etats-Unis par Advanced Drainage System et distribuée au Québec (figure 4) a l'avantage, par son système de flotte, de rétablir la pleine charge sur le système de drainage en faisant sortir l'eau par le bas de la chambre de contrôle. Les structures à écoulement par le haut peuvent donc, pour éviter les problèmes d'inondation, être modifiées par l'ajout de flotte et de clapet de caoutchouc.

Critères d'installation

Topographie

Les champs pouvant être contrôlés sont généralement plats ou avec une très faible pente et sans dépression trop forte. Si le champ est en pente, il s'avérera nécessaire d'utiliser de petites chambres de contrôle pour créer une nappe d'eau en escalier suivant la pente du terrain (figure 5). Quelquefois, un nivellement de surface sera nécessaire pour éviter d'inonder certaines parties des champs.

Sous-sol

Une couche de sol imperméable ou une nappe d'eau permanente doit être présente très près sous le niveau des drains. Cette couche a pour effet d'empêcher toute perte d'eau par percolation profonde. Il faut aussi éviter de contrôler la nappe d'un champ trop près d'un fossé profond. Ce dernier aurait tendance à drainer l'eau accumulée dans le sol.

Type de sol

La seule restriction sur le type de sol, lorsque l'on veut faire du contrôle de nappe, est liée à son débit capillaire. Tout sol ayant un faible débit capillaire oblige le maintien d'une nappe trop élevée pour rencontrer les besoins en eau de la plante. Si la nappe est maintenue à ce niveau, une hypoxie des racines est induite. On retrouve dans cette catégorie les sols ayant un fort pourcentage d'argile et une structure mal élaborée ainsi que certains sols limoneux. De plus, à cause de leur texture particulière, les sols argileux ont tendance à disperser leur structure lorsqu'ils sont submergés sur une longue période, ce qui en diminue la conductivité hydraulique.

Hauteur optimale de la nappe

Remontée capillaire vs débit capillaire

Pour déterminer la profondeur de la nappe sous le système racinaire d'une culture dans l'optique de lui fournir l'eau nécessaire à son bon rendement, il est essentiel de distinguer les différences existant entre remontée capillaire et débit capillaire.

La remontée capillaire peut se définir comme étant la hauteur totale de remontée d'un liquide dans un médium poreux. Un médium possédant des pores fins aura une meilleure remontée capillaire comparé à un médium ayant des pores grossiers (figure 6 et tableau 1).

Le sol agit de la même façon. Les argiles ont une remontée capillaire de 1.5 m versus les sables avec 0.28 m. Cependant, les pores fins dans le sol ne permettent pas un passage rapide de l'eau. La vitesse de ce passage ou le débit de l'eau dans le sol sera donc d'autant plus petit que les pores seront fins. Au contraire, dans les sols légers, le débit capillaire est d'autant plus grand que grossit le volume des pores du sol.

Le débit capillaire est donc la quantité d'eau qu'un sol peut transiter à partir de la nappe vers un point de demande quelconque. Ce débit sera inversement proportionnel à la distance entre le point de demande et le niveau de la nappe (figure 7).

Profondeur du système racinaire

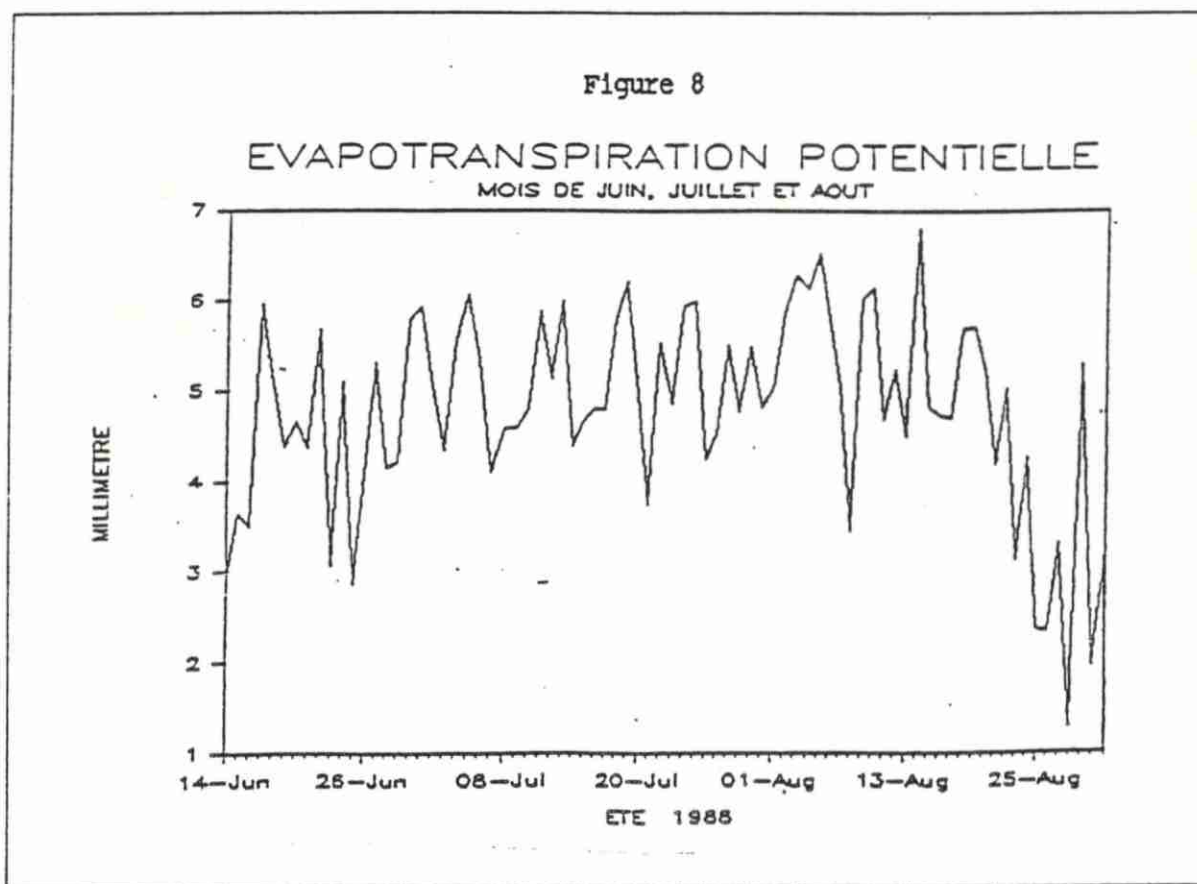
Si l'on doit respecter le 10 % minimum d'oxygène disponible aux racines et si l'on considère que dans un profil hydrique normal, plus de 50 % de l'eau est assimilée dans le dernier tiers des racines, il faudra alors connaître la profondeur du système racinaire pour ajuster la profondeur de la nappe. Ces valeurs doivent de préférence être prises in situ, du fait qu'une semelle de labour ou un changement abrupt de pH pourraient grandement modifier les valeurs tabulées.

TABLEAU 2: Données générales sur la profondeur d'enracinement de certaines cultures à maturité.

Culture	Profondeur d'enracinement (D) m	Culture	Profondeur d'enracinement (D) m
Arbres fruitiers	1,0 - 2,0	Maïs	1,0 - 1,7
Betteraves sucrières	0,7 - 1,2	Ensilage	1,0 - 1,7
Blé	1,0 - 1,55	Melons	1,0 - 1,5
(maturation)	1,0 - 1,5	Oignons	0,3 - 0,5
Carottes	0,5 - 1,0	Orge	1,0 - 1,5
Céleri	0,3 - 0,5	Pâturages	0,5 - 1,5
Choux	0,4 - 0,5	Pois	0,6 - 1,0
Concombres	0,7 - 1,2	Patates	0,4 - 0,6
Fraises	0,2 - 0,3	Patates sucrées	1,0 - 1,5
Epinards	0,3 - 0,5	Raisin	1,0 - 2,0
Grains (petits)	0,9 - 1,5	Soya	0,6 - 1,3
Haricots	0,5 - 0,7	Sorgho	1,0 - 2,0
Laitue	0,3 - 0,5	Tabac (hâtif)	0,5 - 1,0
Légumes	0,3 - 0,6	Tabac (tardif)	0,5 - 1,0
Lin	1,0 - 1,5	Tomates	0,7 - 1,5
Luzerne	1,0 - 2,0	Tournesol	0,8 - 1,5
		Trèfle	0,6 - 0,9

Détermination de la profondeur de la nappe

Pour déterminer la profondeur de la nappe, il faut connaître les besoins journaliers en eau des plantes. Au Québec dans la vallée du Richelieu, on peut estimer à 5 mm/j. l'évapotranspiration potentielle moyenne (figure 8). A partir de cette valeur et à l'aide du graphique de débit capillaire pour différents sols, on peut estimer la profondeur de la nappe sous le système racinaire. En ajoutant la profondeur du système racinaire, on arrive à la profondeur sous la surface du sol.



Limitations du système

Si la profondeur de la nappe sous la surface du sol a été choisie et que de légères ondulations sont présentes sur le terrain, le débit capillaire sera modifié à ces positions et pourra même devenir nul si les variations de terrain deviennent trop importantes.

La section ayant un bon débit capillaire constituera une section efficace. Lorsque l'on retrouve sur un champ une pente régulière, certaines modifications pourront être apportées au système de drainage dans le but d'avoir une surface efficace la plus grande possible.

De plus, si l'on considère une précipitation mensuelle de 100 mm par mois et qu'une évapotranspiration de 5 mm/j. est applicable durant les mois chauds d'été, il faudra s'attendre à ce que le système de contrôle de nappe ne puisse suppléer à tous les besoins en eau. En fait, un déficit de 50 mm d'eau est quand même à prévoir durant ces mois pour certaines cultures.

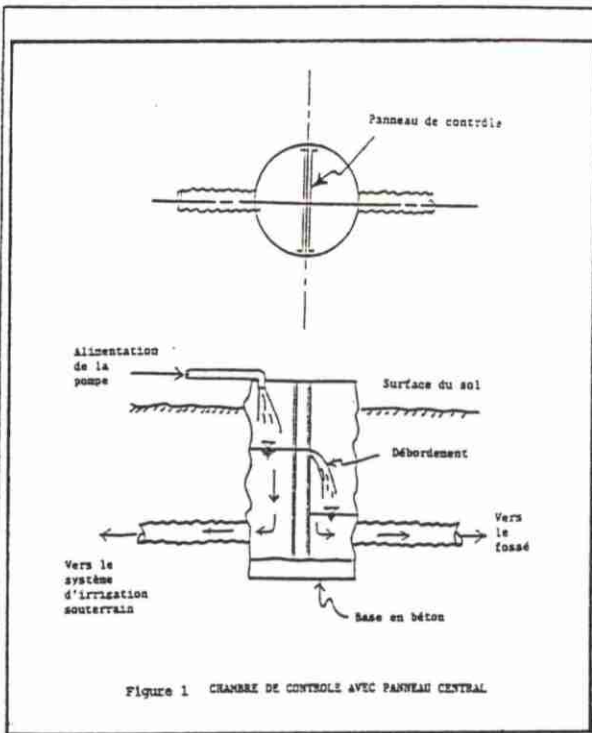


Figure 1 CHAMBRE DE CONTROLE AVEC PANNEAU CENTRAL

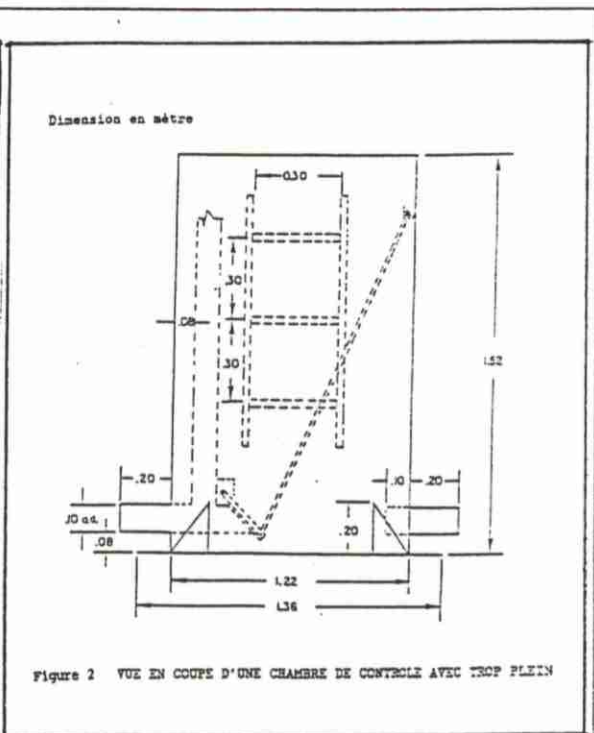


Figure 2 VUE EN COUPE D'UNE CHAMBRE DE CONTROLE AVEC TROP PLEIN

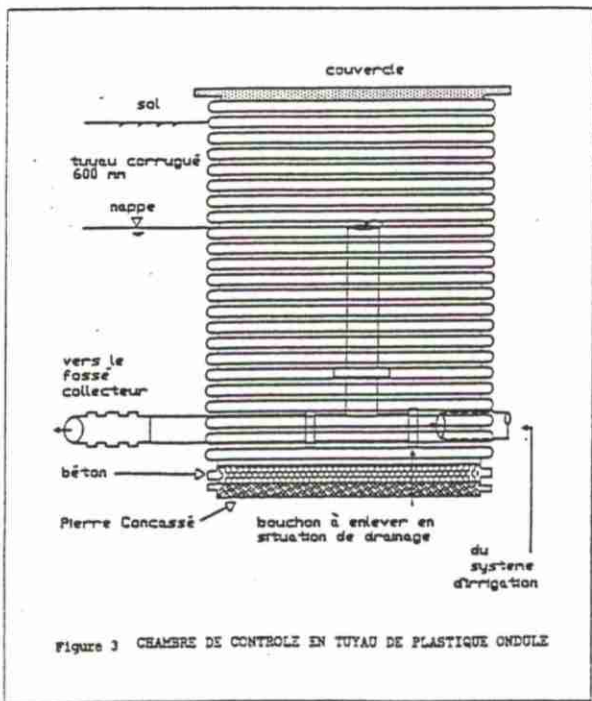


Figure 3 CHAMBRE DE CONTROLE EN TUYAU DE PLASTIQUE ONDULE

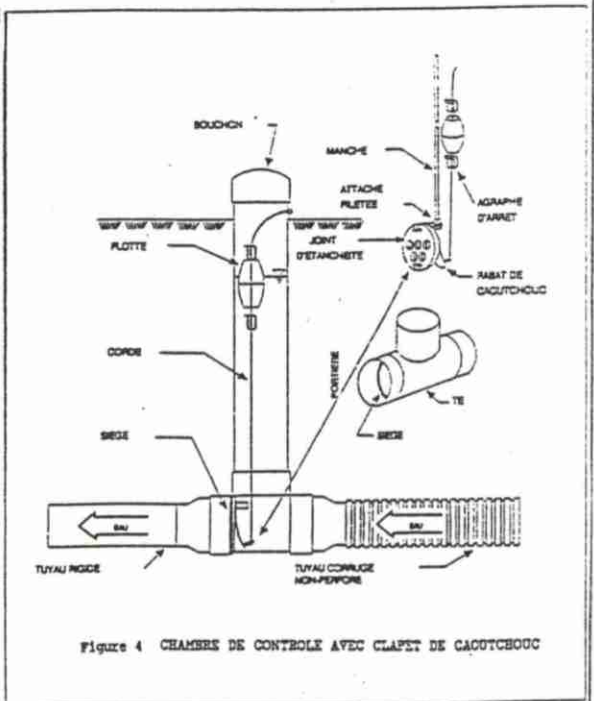
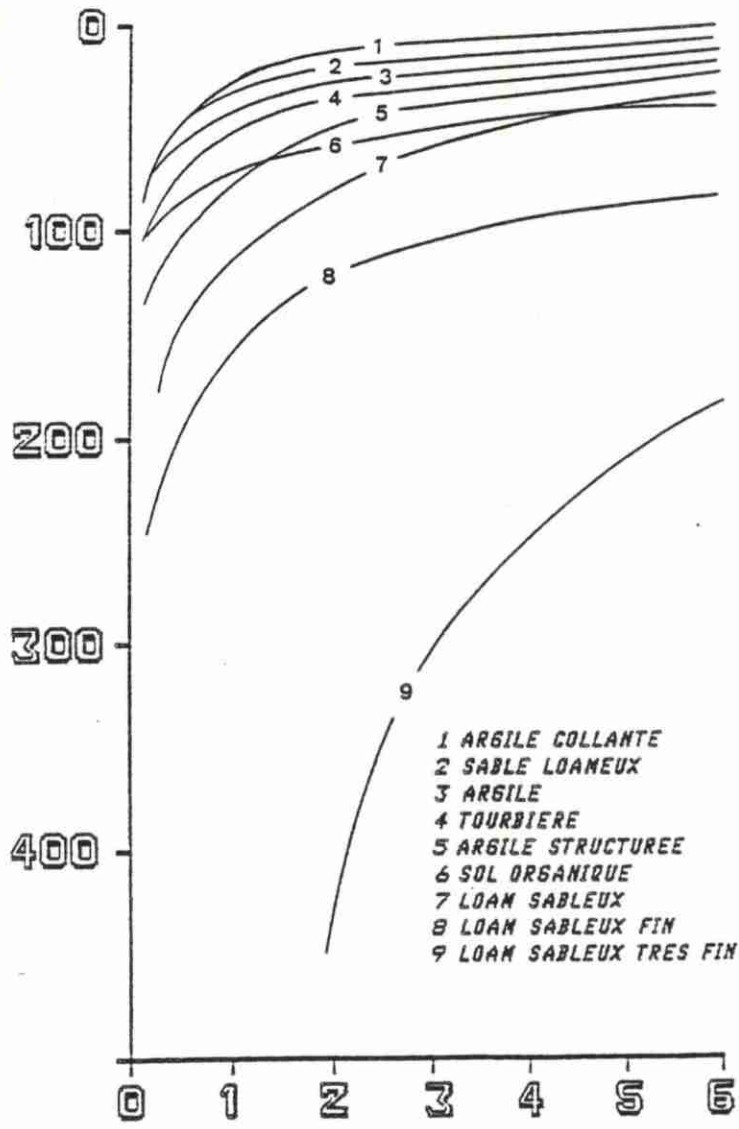


Figure 4 CHAMBRE DE CONTROLE AVEC CLAPET DE CAOUTCHOUC

PROFONDEUR DE LA NAPPE
 MOINS LES RACINES (CM)



- 1 ARGILE COLLANTE
- 2 SABLE LOAMEUX
- 3 ARGILE
- 4 TOURBIERE
- 5 ARGILE STRUCTUREE
- 6 SOL ORGANIQUE
- 7 LOAM SABLEUX
- 8 LOAM SABLEUX FIN
- 9 LOAM SABLEUX TRES FIN

DEBIT CAPILLAIRE (MM/JR)

FIGURE 7 DEBIT CAPILLAIRE

[D'APRES DOOREMBS ET PRUITT 1977]

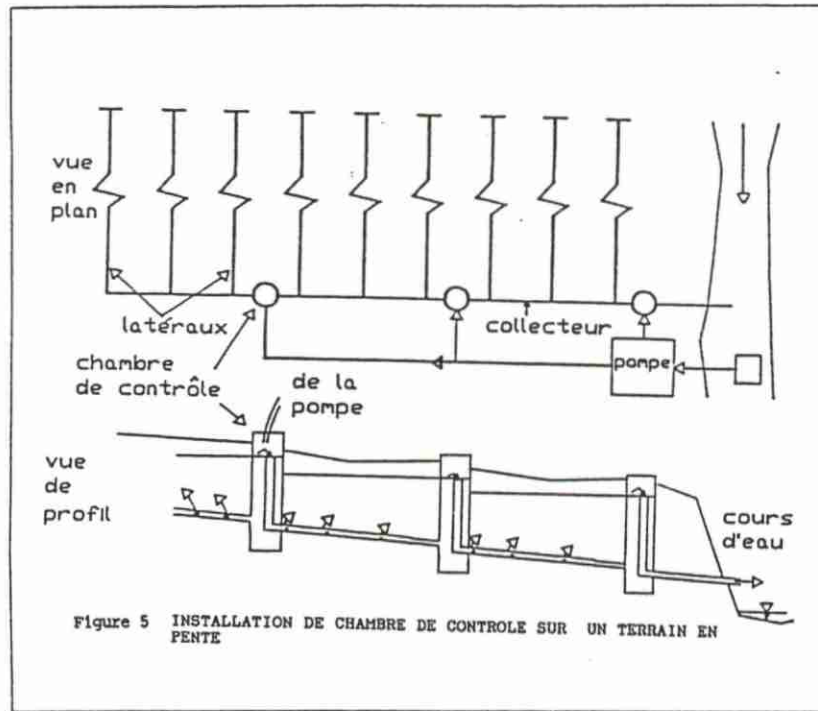
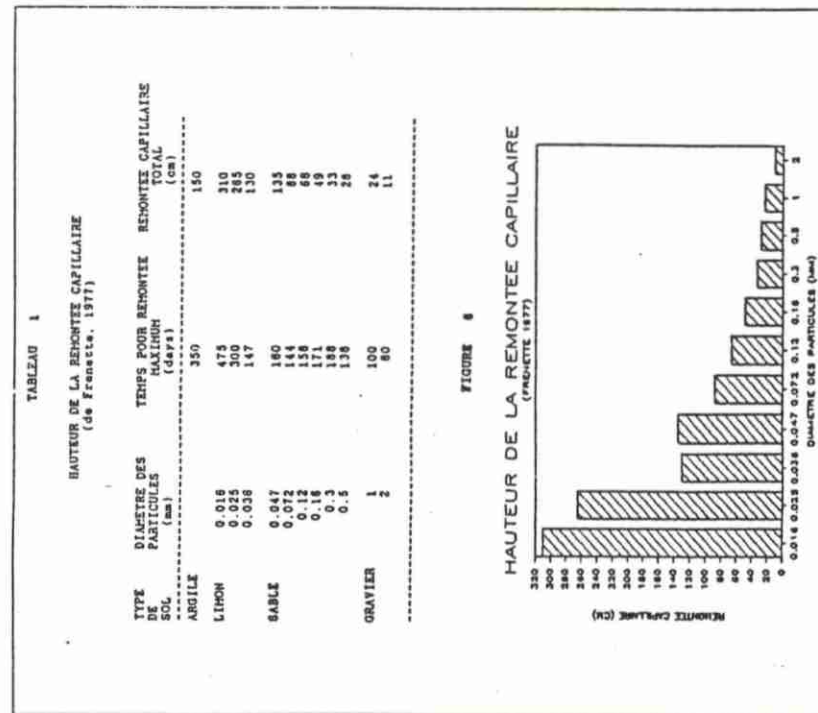


Figure 5 INSTALLATION DE CHAMBRE DE CONTROLE SUR UN TERRAIN EN PENTE



COMPRENDRE LA TECHNIQUE DE L'IRRIGATION SOUTERRAINE

La petite histoire

L'irrigation souterraine se pratique depuis fort longtemps en Hollande. La majeure partie des terres agricoles de ce pays étant plus basses que le niveau moyen de la mer, il faut contrôler le niveau de la nappe dans le sol pour obtenir un rendement optimal des cultures. Pendant les grandes périodes d'évapotranspiration, on permet à l'eau de remonter dans le sol pour suppléer aux besoins des plantes.

Dès 1920, l'irrigation souterraine était pratiquée aussi bien sur les sols sablonneux que sur les sols organiques et argileux.

En 1948, l'irrigation souterraine fait son apparition aux Etats-Unis. Des canaux régulièrement espacés dont le niveau d'eau est maintenu constant contrôlent et alimentent la nappe phréatique.

A partir de 1952, on utilise des drains taupe pour irriguer les sols argileux. L'utilisation d'une période d'irrigation en alternance avec des périodes d'assèchement permet d'éviter le problème de défloculation de ces sols.

Les critères de design d'un système d'irrigation souterrain utilisant les drains furent établis en 1975 par des chercheurs américains et quatre ans plus tard, on adoptait des standards d'installation.

Au Québec, c'est en 1982 que le collège Macdonald démontrait de bonnes augmentations de rendement de maïs sur le sol sablonneux en utilisant ce type de système.

En 1985, le MAPAQ expérimente cette technique d'irrigation sur d'autres types de sol. Les résultats furent encourageants. Suite à la refonte des programmes agricoles de 1987, le MAPAQ offre des subventions de 50 % du prix d'achat et de l'installation de chambre de contrôle.

Principes et techniques de l'irrigation souterraine

L'irrigation souterraine est une technique qui consiste à remonter la nappe phréatique à un certain niveau sous la surface du sol en ajoutant de l'eau au système de drainage. Le niveau choisi est déterminé par le type de culture et de sol et doit être maintenu le plus constant possible pendant la période de végétation.

La figure 9 nous montre l'état de la nappe entre deux drains quant à trois situations possibles.

1. Drainage:
le sol est drainé de son eau de surplus et la nappe est plus basse au-dessus des drains.
2. Contrôle de nappe:
le système de drainage est bloqué à l'aide d'une chambre de contrôle et la nappe est uniforme sur toute la superficie du champ contrôlé.
3. Irrigation souterraine:
de l'eau est envoyée dans le système de drainage et la nappe est plus élevée au-dessus des drains.

Mouvement de l'eau dans le sol

Lors du processus d'irrigation souterraine, l'eau amenée à la chambre de contrôle doit parcourir le réseau de drainage et sortir à un certain point par les pertuis du tuyau. Ensuite l'eau suit un parcours dans le sol qui sera plus ou moins long.

Si l'eau sort par le dessus du drain, son parcours dans le sol sera court et elle se rendra au niveau de la nappe à la verticale du drain. Par contre, si l'eau sort par le côté du drain, son cheminement dans le sol sera beaucoup plus long (figure 9). La friction de l'eau sur les particules de sol provoquera une perte de pression qui sera proportionnelle à la longueur du parcours. La pression étant diminuée, la nappe sera plus basse au centre entre deux latéraux comparativement à la nappe au-dessus des drains. Ce phénomène provoque la déflexion de la nappe phréatique entre deux drains (figure 10). Cette déflexion sera plus ou moins grande selon la perméabilité du sol et l'écartement entre 2 drains.

Critères de conception

Ecartements des latéraux

Lors du processus d'irrigation souterraine, au moment d'une forte demande d'eau par le système racinaire des plantes, il se crée une déflexion de la nappe qui dépend de l'espacement des latéraux (figure 11). Cette déflexion aura pour effet de créer des apports inégaux d'eau aux racines, ce qui pourrait provoquer des écarts de maturité des cultures d'un même champ. Pour diminuer cet effet, il faut donc restreindre la déflexion.

On utilise habituellement comme règle du pouce un écartement, pour l'irrigation souterraine, qui équivaut à 60 % de l'écartement calculé pour un réseau de drainage. Cet écartement engendre une faible déflexion sans une augmentation prohibitive des immobilisations.

Topographie

Lors de la mise en plan du système d'irrigation souterrain, le concepteur doit, à partir de l'écartement calculé, placer ses drains de façon à pouvoir placer le minimum de chambres de contrôle tout en ayant la plus grande superficie efficace possible. Les drains seront donc placés perpendiculairement à la ligne de pente du terrain, ce qui permettra d'établir une nappe en escalier.

La modification d'un système de drainage existant apporte beaucoup plus de problèmes. Il faut en premier lieu prévoir un drain entre deux latéraux existant, ce qui ramène l'espacement à 50 % de ce qui avait été prévu pour un système de drainage. De plus, pour augmenter la surface efficace, la pose de collecteurs supplémentaires perpendiculaires à la ligne de drain est souvent essentielle.

Types de sol

Comme dans le cas du contrôle de nappe, en irrigation souterraine, le sol doit posséder une bonne perméabilité. Il est rentable, selon certains auteurs, d'irriguer un sol ayant une conductivité hydraulique supérieure à 0.5 m/j.. Sous ce niveau, le faible écartement des drains entraîne des coûts d'immobilisation difficiles à amortir. Notons par contre que pour certaines cultures faites sur sols organiques, cette restriction s'applique avec plus de souplesse. En effet, leur plus grande valeur économique à l'hectare permette de meilleurs investissements. Pour éviter toute percolation en profondeur de l'eau d'irrigation, il est indispensable d'avoir la présence d'une couche imperméable sous le niveau des drains. Cette couche imperméable peut être remplacée par une nappe phréatique permanente.

Installation de la chambre de contrôle

Dans le but de limiter les pertes d'eau par percolation, une section de collecteur non perforé de $1/2$ de l'écartement calculé entre deux latéraux doit être posée en amont de la chambre de contrôle (figure 12). De plus, cette dernière doit être suffisamment large pour permettre l'installation de flotte de contrôle de niveau. Finalement, son emplacement doit être choisi pour ne pas nuire aux travaux culturaux.

Limitations du système

Texture des sols

Des expériences sont présentement en cours pour déterminer si la structure des sols argileux peut être modifiée par la présence d'une nappe d'eau permanente et élevée dans le sol. Une perte de la structure de ces sols entraîne un abaissement de la conductivité hydraulique, ce qui cause des problèmes de drainage, un rabattement de la nappe plus lent et une mauvaise infiltration. En fait, l'expérience de drainage nous montre que sur ces mêmes sols, le fait d'abaisser la nappe pendant une période suffisamment longue pour en permettre le séchage et le gel, peut favoriser l'augmentation de la perméabilité par un facteur de 10. En Hollande, on procède donc sur ces sols à une irrigation ponctuelle, c'est-à-dire une irrigation faite lors des stades critiques de croissance des plantes. A ces moments, on augmente la nappe de façon rapide pour gorger le sol en eau jusqu'à capacité au champ, puis l'on rabaisse la nappe au niveau des drains. Grâce à la grande réserve utilisable des sols argileux, la demande des plantes est comblée pour un certain temps.

De plus, sur ces sols, le seuil d'humidité de 20 % créant des conditions idéales à la compaction peut être atteint très près sous le niveau du sol, à cause de la grande remontée capillaire. Il serait donc bon de ne pas travailler ces sols lors de la présence d'une nappe élevée.

Pente de terrain

On estime qu'une pente de 1 % du terrain constituerait une limite pour l'installation d'un système d'irrigation souterrain. Cette pente impliquerait une chambre de contrôle tous les 36 à 40 mètres dans le sens de la pente.

Perte d'eau par percolation

Si le champ à irriguer est entouré de fossés profonds, la quantité d'eau perdue sur le périmètre peut être très importante. Selon la configuration de la parcelle, elle peut représenter jusqu'à 20 % de la quantité d'eau requise pour l'irrigation.

L'eau d'irrigation

La qualité de l'eau est très importante en irrigation souterraine. La prolifération d'algues et de bactéries dans les cours d'eau et les étangs de ferme entraîne, si cette eau est utilisée, le colmatage partiel des drains. Il en résulte une demande de pression plus grande pour faire transiter l'eau au travers des pertuis du drain. Pour contrer cette demande, le niveau d'eau dans la chambre de contrôle doit être remonté. Evidemment la chambre de contrôle impose des limites physiques. Il serait donc sage d'installer un filtre à l'entrée de la pompe même si à l'automne les drains sont débarrassés

de la majeure partie des dépôts lorsque le système s'inverse pour passer en mode de drainage.

Il est aussi important que l'eau d'irrigation, si elle provient d'un puits profond, ne contienne pas d'ions ferreux qui pourraient précipiter et colmater de façon permanente les drains.

Avantages

L'irrigation souterraine et le contrôle de nappe, s'ils sont combinés au système de drainage, permettent une diminution d'investissement appréciable par rapport au système d'irrigation conventionnel. Si un système de drainage est déjà présent, on estime le coût d'un système d'irrigation souterrain à environ 10 % du coût d'un système par aspersion. Pour un système bien installé, la demande en eau est souvent moins grande, car l'eau étant fournie directement aux racines, les pertes par évaporation sont diminuées. Un autre avantage important est l'élimination des retards dans les travaux aux champs causés par les systèmes d'irrigation conventionnels. En gardant la surface du sol toujours sèche, on permet un meilleur contrôle des mauvaises herbes par sarclage. L'irrigation souterraine permet aussi un ralentissement de l'oxydation et une diminution de l'affaissement des sols organiques. Certains auteurs soutiennent que le contrôle de la nappe peut diminuer de 75 % cet affaissement.

La remontée de la nappe en période de jachère peut aussi diminuer grandement l'incidence de l'érosion éolienne. Enfin, en éliminant le drainage en saison de végétation, le lessivage des éléments nutritifs du sol est ralenti, ce qui permet une augmentation de la production et une diminution de la pollution des cours d'eau.

Calcul d'approvisionnement en eau

Le calcul d'approvisionnement d'eau aux fins de design peut se faire via 2 méthodes:

- 1° En tenant compte des précipitations, ce qui implique des fluctuations importantes de la nappe phréatique.
- 2° En ne tenant pas compte des précipitations, ce qui aura pour effet de pouvoir maintenir la nappe de façon constante au même niveau.

Exemple de calcul I

Région: Saint-Jean-sur-Richelieu
Superficie: 10 ha

Evapotranspiration 5 mm/j.
 Juillet 31 j.
Eau évaporée 155 mm

Pluviosité juillet 100 mm
Déficit juillet 55 mm

Eau requise juillet: $55 \text{ mm} \times 10 \text{ ha} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{\text{ha}} \times \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}$

: 5500 m³
ou 5 500 000 litres
ou 123,2 l/min

Il faut donc un débit moyen de 123,2 l/min. pour arriver à combler le déficit hydrique. Malheureusement, cette équation prend pour acquis que les pluies sont réparties de façon uniforme au cours de la saison de végétation, ce qui n'est absolument pas le cas. Avec ce calcul la pompe pourra subvenir à un besoin moyen de 1,77 mm d'eau par jour. Pour les longues périodes sans eau, il y aura une grande fluctuation de la nappe et risque de stress hydrique pour les plantes.

Exemple de calcul II

Région: Saint-Jean-sur-Richelieu
Superficie: 10 ha

Evapotranspiration 5mm/j.
 Juillet 31 j.
Eau évaporée 155 mm

Eau requise juillet: $155 \text{ mm} \times 10 \text{ ha} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{\text{ha}} \times \frac{1 \text{ m}}{10000 \text{ mm}}$

: 15500 m³
ou : 15 500 000 litres
ou : 347,2 l/min

Ce calcul montre qu'il faut 347,2 l/min pour maintenir la nappe constante. Il y aura donc perte d'eau par drainage lors des fortes précipitations, ces dernières n'ayant pas accès à une zone sèche.

Perte d'eau en périphérie

En plus des besoins en eau des plantes, il faudra lors du design calculer la perte d'eau sur le périmètre de la parcelle.

La gestion des eaux souterraines

On peut difficilement improviser un système d'irrigation souterrain. Comme le système conventionnel, il doit être planifié et sa gestion demande une certaine pratique.

A cause de la grande difficulté à entièrement mécaniser le système, un réseau de puits d'observation de la nappe sera nécessaire pour permettre à l'exploitant d'avoir des points de référence pour appuyer ses décisions. Par exemple, tôt au printemps, la nappe doit être suffisamment basse pour permettre les travaux aux champs. Dès que les semailles sont terminées, le système est fermé pour remonter la nappe au niveau déterminé. Plus tard en saison, le niveau peut être abaissé pour suivre le développement du système racinaire. Lors des récoltes, la nappe est à nouveau abaissée pour permettre le passage de la machinerie lourde. Le système est ainsi laissé ouvert tout l'hiver pour prévenir les risques de gel du sol, ce qui retarderait le bon fonctionnement des drains au printemps. Dans certains cas, plutôt que de maintenir la nappe à un niveau constant dans le sol, certains vont préférer irriguer lors de périodes précises durant la saison de végétation (floraison, épiaison, etc.).

Expérience au Québec

On a constaté une augmentation de plus de 80 % du rendement d'une culture de maïs grain grâce à l'installation d'un système d'irrigation souterrain. Voilà les résultats obtenus en sol sablonneux sur la ferme de Léandre Charbonneau de Sainte-Victoire du Richelieu, en 1983 et 1985.

En 1985, les rendements de la pomme de terre en sol sablonneux étaient augmentés de 67 %. Cette expérience sous l'égide du MAPAQ fut conduite par M. Desmarais chez messieurs Ouellet et Valois dans le comté de Nicolet.

En 1986, à cause de la grande pluviosité de l'été, les résultats furent moins convaincants.

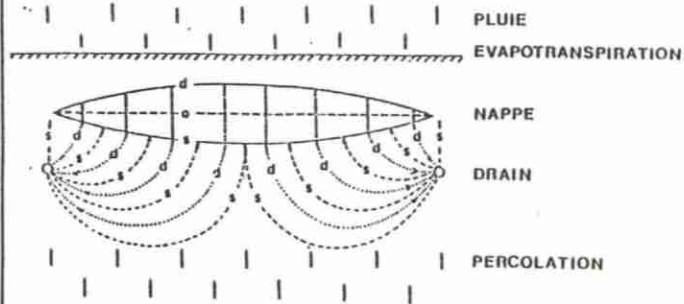


Figure 9
 FORME DE LA NAPPE PHREATIQUE SELON LE MODE DE GESTION DES EAUX.
 s = IRRIGATION SOUTERRAINE
 o = CONTROLE DE LA NAPPE
 d = DRAINAGE

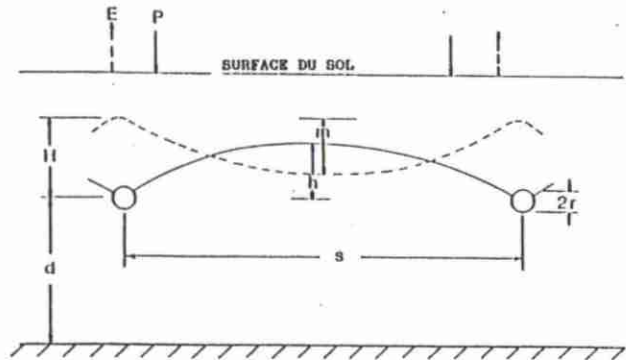


Figure 10
 REPRESENTATION DE LA NAPPE D'EAU EN MODE DRAINAGE ET IRRIGATION SOUTERRAINE. A REMARQUER LA DEFLEXION DE LA NAPPE « LORS DU PROCESSUS D'IRRIGATION.

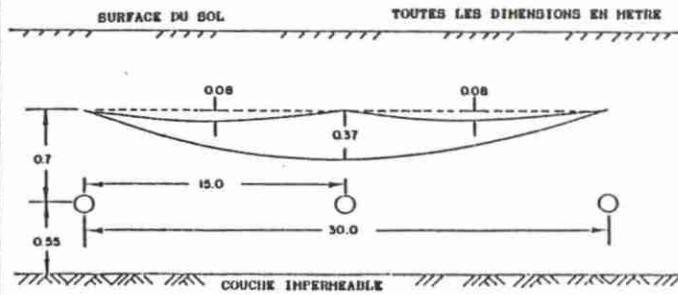


Figure 11
 EFFET DE L'ESPACEMENT DES DRAINS SUR LA DEFLEXION DE LA NAPPE PHREATIQUE. A REMARQUER QUE POUR UNE DIMINUTION DE UNE DEMIE DE L'ESPACEMENT LA DEFLEXION EST DIMINUEE PAR UN RAPPORT DE 4.5.

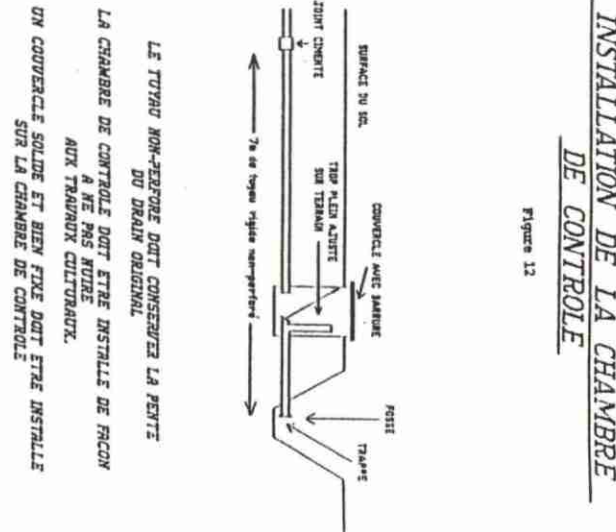


Figure 12

INSTALLATION DE LA CHAMBRE DE CONTROLE

LE TUYAU NON-PERFORE DOIT CONSERVER LA PENTE DU DRAIN ORIGINAL.
 LA CHAMBRE DE CONTROLE DOIT ETRE INSTALLEE DE FACON A NE PAS NUIRE AUX TRAVAUX CULTURAUX.
 UN COUVERCLE SOLIDE ET BIEN FIXE DOIT ETRE INSTALLE SUR LA CHAMBRE DE CONTROLE.

RENTABILITE ECONOMIQUE D'UNE CHAMBRE DE CONTROLE DE NAPPE D'EAU

par Hugues St-Pierre agr.
Conseiller régional
En Economie de la production
Région Richelieu

Depuis quelques années un élément nouveau est apparu dans les facteurs de production soit la gestion de l'eau. L'industrie propose actuellement aux agriculteurs la vente et l'installation d'une chambre de contrôle de nappe opérant à l'aide des systèmes de drainage déjà en place. Lors d'une nouvelle installation d'un système de drainage, on peut prévoir la pose éventuelle de telles chambres. Dans le présent document, nous nous attarderons à la rentabilité d'un tel investissement en terme de rendement additionnel nécessaire pour amortir cette capitalisation sans toutefois tenir compte de l'efficacité de l'installation. Grâce à différents projets réalisés au cours de 1988, nous sommes en mesure d'évaluer le prix de revient à l'agriculteur d'une chambre prise individuellement.

**Estimation du coût d'achat et
d'installation d'une chambre de contrôle**

Paramètres généraux rencontrés

Type de sol: Sable, limon sableux, limon argileux

Type de pente des superficies contrôlées: 0,05% à 0,15%

Nombres d'hectares contrôlés/chambre: 6,5ha par chambre en
moyenne

Prix moyen pondéré par chambre

Coût des plans	71,60\$
Excavation	120,85\$
Coût de la chambre (200mm) (escompte enlevé)	762,45\$ (a)
Tuyau non-perforé (6m aval, 6m amont)	63,00\$
Goudron + Tape + Taxe	9,00\$

1026,90\$ à 50% (b) = 513,45\$ par
chambre

- (a) la chambre était livrée avec 2 piézomètres
(piézomètres additionnels: 15\$/unité)
- (b) le MAPAQ subventionne à 50% ces coûts

"Kit" de Régie:

Sonde sonore		
Tarrière	185,00\$: 6* =	30,85\$ par
Manche fileté		chambre
Etui		

* Moyenne de chambres par dossier étudié: 6 chambres
par ferme. Il est possible d'utiliser un seul "kit"
pour un nombre beaucoup plus grand de chambre.

Prix total de "revient" par chambre: (513,45\$ + 30,85\$) = 544,30\$

Besoin de financement

A) Capital 544,30\$: 3 ans* =	181,43\$
B) Frais d'intérêt (3ans à 12 3/4%) =	104,10\$
Coût annuel	<u>285,53\$</u>

* Compte tenu du type d'investissement, une période d'amortissement de 3 ans a été prévue.

Coût frais variables annuels (Entretien, réparations)

1026,90 X 2% annuel = 20,54\$

Coût annuel total/chambre = 285,53\$ + 20,54\$ = 306,07\$

Coût annuel total/ha = 306,07\$: 6,5ha = 47,08\$/ha

SEUIL MINIMAL D'AUGMENTATION DE RENDEMENT POUR AUTOFINANCER L'INVESTISSEMENT

Catégorie	Prix (\$/T)*	Quantité à produire/ha	R.M. T/ha	R.V. T/ha	%R
Maïs-grain#2	165,00	285kg	6,25	6,535	4,5%
Blé fourrager	188,00	250kg	3,80	4,05	6,5%
Orge	155,00	305kg	3,60	3,90	8,3%
Avoine	175,00	269kg	3,0	3,30	10%
Soya	334,00	140kg	2,5	2,64	5,6%

* Prix du marché le 13 janvier 1988

Piment	7\$/boisseau	6,7 boiss.	700	707	1%
Cornichon	6\$/bte 6 dz.	7,85 btes	700	708	1%
Aubergine	6\$/boisseau	7,85 boiss.	1000	1008	< 1%
Tomate	6\$/bte 20 lbs	7,85 btes	1200	1208	< 1%

R.M.: Rendement moyen R.V.: Rendement visé

% R: % d'augmentation de rendement.

Comme vous êtes à même de constater, plus les rendements sont importants à l'hectare, plus le % d'augmentation du rendement nécessaire diminue.

D'un pourcentage entre 5 et 10% pour les grandes cultures, les cultures maraîchères ont besoin d'une augmentation peu élevée pour rembourser l'investissement.

Il demeure cependant important de se rappeler que l'ennemi numéro 1 de votre chambre de contrôle demeure l'eau. Sans eau, elle ne peut rien contrôler.

Bibliothèque Cécile-Rouleau



QMC A 567 408