Praticabilité des champs dans les basses terres du St. Laurent

P. RIVARD et C.A. MADRAMOOTOO

Département de génie rural, Collège Macdonald de l'université McGill, 21111 Chemin Bord-du-Lac, Sainte Anne-de-Bellevue, QC, Canada H9X 3V9. *Reçue le 25 novembre 1993; acceptée le 15 mars 1995.*

Rivard. P. et Madramootoo, C.A. 1995. **Praticabilité des champs dans les basses terres du St. Laurent**. Can. Agric. Eng. 37:067-072. Le programme de simulation du bilan hydrique DRAINMOD fut utilisé avec 23 ans de données météorologiques (1961-1983) afin de quantifier la durée de la praticabilité en champ sur deux séries de sol au Québec (argile Sainte Rosalie et sable-loameux Saint Jude). Les deux sols, semés en maïs grain (*Zea mays* L.), furent étudiés en combinaison avec quatre espacements de drains latéraux, et avec deux niveaux du volume d'air minimum (VAM) dans le sol, nécessitant ainsi seize simulations. Un drainage adéquat fut obtenu avec un espacement de 15 m pour les drains latéraux du sol argileux, et de 30 m pour le sable-loameux. Ces espacements, lorsque comparés à des espacements moins larges, n'ont réduit les jours praticables que par moins d'un jour. Le nombre de jours praticables d'avril à la fin de novembre fut grandement influencé par le genre de sol, l'espacement des drains, et le volume d'air minimum dans le sol. Le nombre de jours praticable sous plusieurs conditions est présenté. L'année très pluvieuse de 1972 fut analysée plus en détail. Sur une base annuelle, un espacement de 20 m pour l'argile Sainte Rosalie, comparé aux espacements de 5, 10 et 15 m, eut pour résultat de réduire de 18.2% les jours praticables. Un espacement de 35 m pour le sable-loameux Saint Jude, comparé aux espacements de 15, 20 et 30 m, eut pour résultat de réduire de 8.8% les jours praticables. Pour fins de praticabilité et pour un drainage adéquat, des espacements de 15 m et de 30 m sont recommandés pour l'argile Sainte Rosalie et le sable loameux Saint Jude, respectivement. Pour un VAM de 30 mm, ces espacements ont permis 89.9 and 88.4 jours praticables par saison, respectivement.

The water management model DRAINMOD was used with 23 years of climatic data (1961-1983) to quantify the time available for field machine trafficability on two Quebec soil types (Sainte Rosalie clay and Saint Jude sandy-loam). The two soils, cropped to grain corn, were studied in combination with four lateral subsurface drain spacings, combined with two minimum soil air volumes, resulting in sixteen simulations. Adequate drainage was provided by a 15 m lateral drain spacing for the clay soil and a 30 m spacing for the sandy loam. The number of trafficable days from April through November varied widely with soil type, drainage spacing and soil air volume. In the very wet year of 1972, a 20 m spacing for Sainte Rosalie clay resulted in an 18.2% reduction in annual trafficability, compared to 5, 10, and 15 m spacings. A 35 m spacing for Saint Jude sandy loam resulted in an 8.8% reduction in annual trafficability compared to 15, 20, and 30 m spacings. For the purposes of trafficability and adequate drainage, spacings of 15 m and 30 m are recommended for the Sainte Rosalie clay and Saint Jude sandy loam, respectively. For a minimum soil air volume of 30 mm, these drain spacings resulted in 89.9 and 88.4 trafficable days per season, respectively.

INTRODUCTION

Le drainage souterrain des terres agricoles est un des facteurs qui a le plus contribué au développement récent de l'agriculture québecoise. C'est maintenant la première amélioration à effectuer sur la plupart des terres de la province. Durant les 25 dernières années, les chercheurs et ingénieurs oeuvrant dans le domaine agricole on permis d'accroître les connaissances dans le domaine du design des systèmes de drainage agricole, permettant ainsi aux agriculteurs québécois des économies considérables et une performance accrue de leurs systèmes de drainage. Sur 2.6 Mha de sols à potentiel agricole au Québec, près de 0.6 Mha sont à ce jour drainés souterrainement (St. Yves 1986). Selon Madramootoo (1990), le double de cette superficie serait potentiellement drainable.

En Amérique du Nord, plusieurs chercheurs ont étudié le design et la performance des matériaux des systèmes de drainage souterrains. La disposition des systèmes de drainage qui jadis fut établie de façon plus ou moins empirique, est maintenant réalisée à l'aide de techniques scientifiques telles les formules de Guyon et Hooghoudt (Broughton 1972) pour calculer l'espacement des drains souterrains pour divers types de sols. Un espacement adéquat des latéraux doit permettre un rendement optimal de la culture visée, tout en améliorant la disponibilité des champs à la circulation de la machinerie agricole (praticabilité), surtout au printemps et à l'automne.

Les argiles lourdes sont particulièrement sensibles à une dégradation par compactage causée par le passage fréquent de machineries lourdes par temps humide. Steinhardt et Trafford (1974) recommendent un drainage souterrain des argiles lourdes afin d'augmenter leur praticabilité et de réduire la dégradation de la structure de ces sols. Ils soulignent le manque d'information sur l'effet du drainage souterrain sur la longueur de la période de praticabilité. Au printemps (mai, juin), au Québec, en plus des eaux du dégel, il y a près de 150 mm de pluie, ceci lorsque l'agriculteur veut herser et semer. De plus, à l'automne les pluies sont souvent fréquentes lorsque des moissonneuse-batteuses très lourdes servent à la récolte, risquant ainsi d'endommager la structure du sol par l'accroissement de la compaction.

Il est rentable d'entrer aussitôt que possible au champ, puisqu'en travaillant la terre plus tôt, la période de végétation est accrue (Paul et DeVries 1983a, 1983b). Hassan et Broughton (1975) ont étudié la praticabilité des basses terres du St. Laurent. Leurs résultats nous ont permis d'établir les paramètres de praticabilité pour DRAINMOD (Tableau I).

Il n'existe pas de règle universelle sur le taux d'humidité que devrait avoir un sol pour éviter son compactage lors de

Tableau I. Paramètres utilisés dans DRAINMOD

Paramètres	Saint Jude	Sainte Rosalie	Unités
Profondeur des drains	1.0	1.0	m
Profondeur de la couche imperméable	3.0	3.0	m
Conductivité hydraulique (0-0.3 m)	17.6	4.0	mm /h
Teneur en eau volumique à saturation	0.62	0.54	mm^3/mm^3
Point de flétrissement	0.12	0.25	mm^3/mm^3
Accumulation de l'eau en surface	15.0	15.0	mm
Profondeur maximale d'enracinement pour le maïs	1.0	0.5	m
Précipitation minimales pour l'arrêt des travaux au champ	10.0	10.0	mm
Délai d'attente après une pluie pour le travail au champ	2.0	2.0	jours
Date du début des travaux au champ	1er mai	1er mai	
Date la plus hâtive des semis	9 mai	9 mai	
Nombre de jours de préparation du sol			

travaux culturaux. Selon Nolte et al. (1983), la plupart des études se basent sur le jugement de l'agriculteur ou du gérant de ferme pour évaluer si un champ est praticable ou non. Selon eux, les agronomes recommendent de semer le maïs (*Zea mays* L.) lorsque l'humidité du sol permet un bon contact grain-sol; tandis que les agriculteurs, eux, travailleront leurs champs que si le sol n'adhère pas aux instruments aratoires. D'après une étude faite sur quatre sols de la Caroline du Nord de texture limoneuses à sablo-limoneuse, un volume d'air minimum (VAM) d'entre 28 et 39 mm suffit pour labourer et préparer le lit de semences (Skaggs 1978).

Par cette étude, nous tenons à sensibiliser les ingénieurs, les agronomes et les producteurs agricoles des bénéfices qu'apportent le drainage souterrain sur la praticabilité des terres cultivables. L'utilisation d'un modèle mathématique est le meilleur moyen pour prévoir la praticabilité au champ puisqu'il n'existe aucune méthode directe pour l'élaboration d'un calendrier d'opérations culturales au champ.

Nous avons utilisé DRAINMOD pour connaître le nombre de jours propices à la circulation au champ. Ce logiciel est d'une haute fiabilité (Nolte et al. 1983). Madramootoo (1990) a utilisé une approche semblable afin d'évaluer les bénéfices du drainage souterrain sur les rendements du maïs dans les basses terres du Saint Laurent au Québec. Nous nous attarderons seulement sur la praticabilité au champ sous différents espacements des drains et niveaux d'humidité du sol. Les extrants du modèle DRAINMOD pour le bilan hydrique sont présentés dans ce document.

METHODOLOGIE

Le logiciel de bilan hydrique DRAINMOD a fait l'objet de plusieurs rapports scientifiques, dont Skaggs (1978), donc nous ne le décrirons pas en détail ici. Skaggs et al. (1981) se sont servis de DRAINMOD pour étudier le drainage souterrain sur quelques sols de l'Ohio aux Etats-Unis, où les conditions sont semblables à celles que nous retrouvons dans les basses terres du Saint Laurent.

Description du modèle

Le modèle requiert plusieurs données relatives aux propriétés hydrologiques du sol, au système de drainage, aux plantes cultivées et au climat. Les intrants requis pour faire fonctionner ce logiciel sont énumérés par Skaggs (1978). En estimant le bilan hydrique, DRAINMOD calcule sur une base horaire, le taux d'infiltration, de drainage, d'irrigation et d'évapotranspiration. Lorsqu'une précipitation survient, la profondeur d'infiltration et le ruissellement de surface sont calculés à des intervalles de trois minutes. Pour chaque année de simulation, le logiciel prédit le niveau de la nappe d'eau, le débit des drains, le nombre de jours où le sol est praticable (workability), les jours secs et la quantité totale d'eau en excès dans le sol (SEW_x, où x est la hauteur limite d'eau) et les pertes de rendement causées par les excès d'eau, la sécheresse ou les délais de circulation dans des champs drainés ou irrigués. La réduction totale des rendements est alors estimée par le produit des trois facteurs de pertes de rendements. L'efficacité d'un espacement de drainage peut être évaluée en simulant des espacements différents sur plusieurs années.

Préparation de la modélisation

Les propriétés physiques et hydrologiques mesurées sur un sable loameux Saint Jude échantillonné à Nicolet (Madramootoo et al. 1992), et sur une argile lourde Sainte Rosalie échantillonnée à Saint Dominique (Enright 1989) au Québec, ont été utilisées pour comparer différents systèmes de drainage.

L'argile lourde Sainte Rosalie, un Luvisol brun gris, est composée à 62% d'argile, 27% de limon, et 11% de sable (Enright 1989). L'horizon Ac est brun gris foncé à gris foncé, friable lorsque humide et dur lorsque sec. L'horizon Bg, de couleur brun gris est bien structuré. L'horizon C, de couleur grise, se trouve à environ 0.6 m de profondeur et est très plastique et de forte adhésivité.

Le sable loameux Saint Jude, un Podzol ferro-humique à ortstein brun rouge, est composé à 2.9% d'argile, 9.5% de limon, et 87.6% de sable (Bastien et Madramootoo 1992). Le sol est de consistance très dure lorsqu'il est sec. L'horizon A est gris cendré, l'horizon Bg brun jaune à gris clair, et l'horizon Cg, qui se trouve à environ 0.6 m de la surface du sol, gris clair (Godbout 1957).

La courbe de rétention en eau du sol, la conductivité capillaire, la conductivité hydraulique en milieu saturé et la profondeur du sous-sol imperméable sont requises pour le fonctionnement de DRAINMOD. Les courbes de rétention en eau pour les deux sols apparaissent à la Figure 1. Le programme SoilPrep, qui fait partie de DRAINMOD, fut utilisé pour obtenir les courbes du volume d'eau drainé en fonction de la profondeur de la nappe phréatique et les cour-

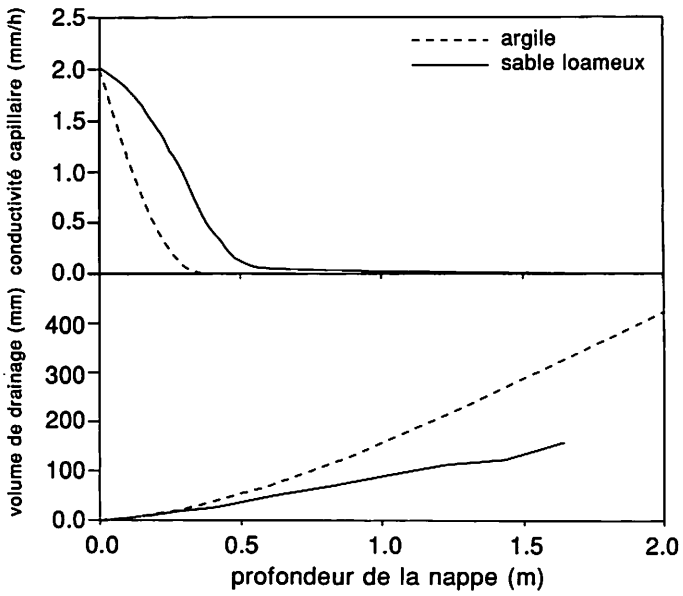

Fig. 1. Courbes de rétention en eau.

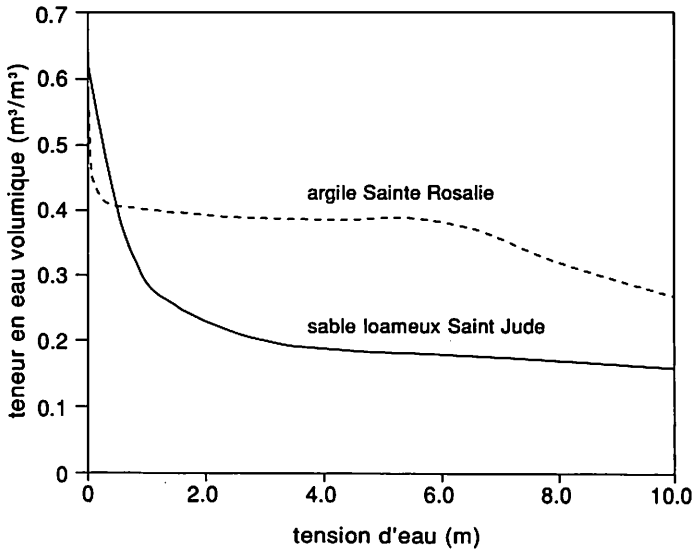

Fig. 2. Courbes de conductivité capillaire.

bes de conductivité capillaire en fonction de la profondeur de nappe (Figure 2). Les principales informations sur les sols apparaissent au Tableau I.

Etant donné que la culture du maïs est un important secteur de l'agriculture québecoise, toutes les simulations furent basées sur les besoins hydriques de cette plante. Il a été assumé que les préparations du sol débutaient après le 1er mai et que les récoltes devaient être complétées avant le 15 novembre. L'enracinement maximum du maïs est de 0.5 m dans les sols argileux et de 1.0 m dans les sables loameux (Madramootoo 1990). L'évolution de la longueur des racines d'un plant de maïs au cours d'une saison apparaît au Tableau II.

Les systèmes de drainage souterrain des basses terres du Saint Laurent sont habituellement installés à 1.0 m de profondeur (Madramootoo 1990). D'après les études de Broughton (1972), le sous-sol imperméable des terres argileuses se situe à près de 3.0 m de la surface. Broughton (1972) recommande un coefficient de drainage de 10 mm/jour pour ces terres. Pour cette étude, des espacements de 5, 10, 15, et 20 m ont été utilisés pour l'argile Sainte Rosalie, et des espacements de 15, 20, 30 et 35 m pour le sable-loameux Saint Jude, en vue de faire une étude comparative des designs de systèmes de drainage sur la praticabilité d'une terre agricole.

Table II. Evolution de l'enracinement effectif du maïs au cours d'une saison de croissance

Date	Profondeur effective d'enracinement (mm)
25 mai	40
15 juin	150
30 juin	300
10 juillet	380
20 juillet	450
1er août	500
30 août	300

La profondeur effective du sous-sol imperméable et le diamètre effectif des drains sont fonctions de l'espacement entre chaque drain et sont calculés automatiquement par DRAINMOD. L'accumulation de l'eau à la surface du sol lors d'averses a été estimée à 15 mm maximum (Madramootoo 1990). Un sommaire des paramètres généraux du système de drainage apparaît au Tableau I.

Les données climatiques requises sont les précipitations horaires et les températures maximale et minimale de la journée. Le modèle utilise l'équation de Thornthwaite (Skaggs 1978) pour calculer l'évapotranspiration journalière. La latitude de la station météorologique de l'Aéroport International de Dorval, Montréal et le paramètre appelé "Indice de Chaleur" (Heat Index) de cette même station sont également requis. Seules les données météorologiques prises entre 1961 et 1983 étaient suffisamment complètes pour obtenir une simulation adéquate.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats des simulations sur la praticabilité pour chaque mois à différents espacements apparaissent au Tableau III. Les mois où la praticabilité est importante sont mai, lors de la préparation du sol et des semences, et octobre lors de la récolte. La praticabilité varie selon le volume d'air du sol; si l'on accepte un volume d'air plus faible (ou niveau de la nappe phréatique plus haute), la praticabilité augmente généralement (Tableau III). Il est important de noter que la moyenne du nombre de jours praticables pour chaque mois est accompagnée par le nombre minimum de jours praticables ($\alpha = 0.22$, Nolte et al. 1983). Par exemple, sur une argile Sainte Rosalie drainée à tous les 20 m, on peut espérer, si l'on exige un VAM de 45 mm dans le sol, avoir au moins 16.5 jours au mois de mai pour préparer son terrain et faire ses semences, près de quatre années sur cinq (Tableau III).

La différence entre le nombre de jours praticables à un VAM de 30 mm et celui de 45 mm (Tableau III) est représentative de la capacité d'un espacement de drains latéraux de

Tableau III. Nombre de jours praticables au champ, moyenne pour les années 1961 à 1983.

Jours praticables au champ (1er mai au 15 novembre)
Espacement des latéraux de drainage (m)

Argile Sainte Rosalie	5				10				15				20			
	Volume d'air minimum (mm)				Volume d'air minimum (mm)				Volume d'air minimum (mm)				Volume d'air minimum (mm)			
	30		45		30		45		30		45		30		45	
Mois	Moyenne	Minimum*	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum
mai	27.1	24.5	27.1	24.5	27.1	24.5	27.0	24.5	27.0	24.5	25.8	24.2	25.5	23.5	21.3	16.5
juin	12.4	10.6	12.4	10.6	12.4	10.6	12.4	10.6	12.4	10.6	12.4	10.6	12.3	10.6	11.9	10.3
septembre	13.2	10.5	13.2	10.5	13.2	10.5	13.1	10.5	13.1	10.5	13.1	10.5	13.1	10.5	13.1	10.5
octobre	26.1	23.5	26.1	23.5	26.1	23.5	25.9	23.5	25.8	23.5	24.8	21.7	25.0	23.5	24.1	21.7
novembre	11.6	9.6	11.6	9.6	11.6	9.6	11.6	9.6	11.6	9.6	10.7	8.0	11.0	8.2	9.2	6.0
Total	90.4	78.7	90.4	78.7	90.4	78.7	90.0	78.7	89.9	78.7	86.8	75.0	86.9	76.3	79.6	65.0

Espacement des latéraux de drainage (m)

Sable-loameux Saint Jude	15				20				30				35			
	Volume d'air minimum (mm)				Volume d'air minimum (mm)				Volume d'air minimum (mm)				Volume d'air minimum (mm)			
	20		30		20		30		20		30		20		30	
Mois	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum
mai	27.1	24.5	27.1	24.5	27.1	24.5	27.1	24.5	24.9	22.9	22.9	18.9	26.2	24.2	24.8	22.9
juin	12.4	10.6	12.5	10.7	12.4	10.6	12.4	10.6	12.3	10.6	12.2	10.3	12.4	10.6	12.3	10.6
septembre	13.4	11.5	13.2	10.4	13.3	11.3	13.3	11.3	13.2	11.0	13.2	10.5	13.2	11.0	13.2	11.0
octobre	26.5	23.5	26.6	24.2	26.4	23.5	26.4	23.5	26.3	23.5	23.3	23.7	26.3	23.5	26.4	23.5
novembre	11.7	9.6	11.7	9.0	11.7	9.6	11.7	9.6	11.7	9.6	11.7	9.7	11.7	9.6	11.7	9.6
Total	91.1	79.7	91.1	78.8	90.9	79.5	90.9	79.5	88.4	77.6	83.3	73.1	89.8	78.9	88.4	77.6

maintenir un certain VAM; plus la différence est grande moins l'espacement est efficace. Pour l'argile Sainte Rosalie au mois de mai, la baisse de jours praticables moyenne et minimum entre un VAM de 30 et de 45 mm, sont de moins de 2 jours chacun, pour les espacements de 5, 10, ou 15 m (Tableau III). La différence n'est au plus que de 3.1 jours pour la saison entière. Cependant, à un espacement de 20 m, les jours praticables en mai diminuent entre 4 et 7 jours, et pour la saison entière entre 7 et 11. Au mois d'octobre et novembre la durée praticable diminue en moyenne de seulement 24 heures par mois lorsqu'on compare l'espacement de 15 m à ceux de 5 et 10 m. Avec un espacement de 20 m la différence est de plus de 32 heures par mois. De plus l'espacement de 15 m est plus efficace en drainage puisqu'il réduit le ruissellement moyen par année de 93 mm pour l'espacement de 20 m, à seulement 80 mm par année. Donc, un espacement de 15 m semble être le design le plus efficace pour cette situation.

Dans les mêmes conditions, l'écartement optimal pour le sable-loameux Saint Jude se situe près de 30 m (Tableau III). Cet espacement permet d'observer une différence de praticabilité de deux jours en mai et de trois jours en octobre, tandis qu'il n'y a aucune différence des espacements de 15 et 20 m, et seulement un jour et demi pour la saison entière avec un espacement de 35 m. Par contre, à l'espacement de 35 m le ruissellement moyen par année est 17% de plus qu'à l'espacement de 30 m. Donc l'espacement de 30 m semble être le design le plus efficace pour cette situation.

Une analyse des précipitations pour la période 1961-1983 montre que l'année 1971 fut la plus sèche (620 mm), et 1972 la plus humide (939 mm). La moyenne pour cette période fut de 806 mm (Tableau IV). En 1971, les différences en jours praticables entre les espacements de 15 m et 20 m (argile) et entre les espacements de 30 m et 35 m (sable-loameux) furent de moins d'un jour par saison. Ceci s'explique par le fait que le système de drainage, par rapport aux conditions météorologiques, eut peu d'influence sur le niveau d'aération du sol. Par contre, durant l'année la plus humide, 1972, l'on devrait trouver des différences plus grandes puisque le système de drainage aura une influence beaucoup plus grande

Tableau IV. Précipitation et jours praticables pour deux sols entre le 1er mai et le 1er novembre

Année	Précipitation (mm)	Argile Sainte Rosalie Volume d'air minimum de 45 mm Jours praticables		Sable-loameux Saint Jude Volume d'air minimum de 30 mm Jours praticables	
		Espacement 15 m	Espacement 20 m	Espacement 30 m	Espacement 35 m
1961	808	88.9	88.9	90.9	88.2
1962	794	97.1	97.1	91.3	87.5
1963	875	86.8	81.6	86.1	83.5
1964	734	99.8	96.6	100.2	99.7
1965	881	80.9	75.3	81.9	80.7
1966	777	92.2	90.8	93.2	93.2
1967	764	92.5	72.8	84.9	73.3
1968	713	99.3	93.9	101.1	101.1
1969	845	81.2	79.1	89.2	89.2
1970	782	90.1	85.8	90.1	90.1
1971	620	102.5	101.9	102.5	102.5
1972	939	76.5	62.6	78.0	71.1
1973	915	86.7	83.1	86.7	86.7
1974	853	81.3	74.0	82.8	78.3
1975	911	61.4	54.5	83.1	83.1
1976	860	80.6	59.1	86.2	85.6
1977	840	68.7	51.9	79.1	79.1
1978	720	95.9	91.2	96.6	93.4
1979	851	95.3	85.4	93.3	91.7
1980	864	93.8	86.1	92.1	90.8
1981	899	83.5	70.6	83.8	79.1
1982	630	99.0	99.0	101.0	101.0
1983	837	68.6	50.4	65.8	60.9
Moyenne	814	87.1	79.6	88.7	86.5

Tableau V. Date moyenne de semis pour la période 1961-1983

Espacement (m)	Argile Sainte Rosalie		Sable-loameux Saint Jude	
	Volume d'air minimum (mm)			
	30	45	20	30
5	14 mai	14 mai	-	-
10	14 mai	14 mai	-	-
15	14 mai	16 mai	14 mai	14 mai
20	16 mai	25 mai	14 mai	14 mai
30	-	-	15 mai	17 mai
35	-	-	17 mai	19 mai

sur l'aération du sol. En effet, pour l'argile Sainte Rosalie la différence entre les espacements de 15 m et 20 m est de près de deux semaines, tandis que pour le sable-loameux Saint Jude, la différence entre les espacements de 30 m et 35 m est de près d'une semaine.

Pour les deux sols et chacun des espacements, le nombre de jours praticables est inversement proportionnel (α = 0.01, Spearman Rank Correlation Test) à la précipitation saisonnière (Tableau IV). De plus, les différences entre le nombre de jours praticables pour les deux espacements pour chacun des deux sols sont inversement proportionnels (α = 0.01, Spearman Rank Correlation Test) à la précipitation saisonnière.

Les dates moyennes de semis pour deux VAM différents sont présentées au Tableau V. D'après les simulations faites avec DRAINMOD pour une argile Sainte Rosalie, drainée à tous les 15 m, un agriculteur pourrait semer dès le 14 ou 16 mai pour 30 mm ou 45 mm de VAM, respectivement. Ceci n'est qu'au plus deux jours plus tard qu'à l'espacement minimum de 5 m; par contre, avec un espacement de 20 m, le délai des semis est de 2 ou 9 jours, pour 30 mm ou 45 mm de VAM, respectivement.

Pour le sable loameux Saint Jude, le délai de la date de semis moyenne pour l'espacement de 30 m, par rapport à l'espacement minimum de 15 m, est de 1 à 3 jours, pour 20 ou 30 mm de VAM, respectivement, tandis qu'à l'espacement de 35 m le délai est de 3 à 5 jours, respectivement. Donc

les espacements de 15 m pour l'argile Sainte Rosalie et de 30 m pour le sable-loameux Saint Jude donnent chacun un délai minime dans la date moyenne de semis si on les compare aux espacements plus larges.

CONCLUSIONS

Grâce au logiciel DRAINMOD, deux sols ont été étudiés pour la culture du maïs avec quatre espacements différents de latéraux de drainage pour chaque sol afin de déterminer l'espacement optimal pour un système de drainage sur ces sols. Des espacements de 5, 10, 15, et 20 m furent utilisés pour l'argile Sainte Rosalie et des espacements de 15, 20, 30, et 35 m pour le sable loameux Saint Jude. La simulation fût basée sur les données météorologiques moyennes pour 23 ans, provenant de Dorval, Québec. La saison de culture dura du 1er mai au 15 novembre.

Les jours praticables annuels et mensuels et la date de semis moyenne pour différents espacements et volumes d'air minimum désirés furent calculés et analysés. Pour l'année la plus humide, 1972, un espacement de 20 m sur un argile Sainte Rosalie a causé une diminution des jours praticables par année de 18.2%, comparé aux espacements de 5, 10, et 15 m. Pour cette même année, un espacement de 35 m sur un sable-loameux Saint Jude a causé une diminution de 8.8% comparé aux espacements de 15, 20, et 30 m. Ces mêmes espacements maximums causèrent un délai de quelques jours à deux semaines de la date du premier semis.

Pour permettre un drainage adéquat et allonger la période de jours praticables d'un terrain agricole, il apparaît qu'un espacement de 15 m des latéraux sur une argile Sainte Rosalie soit suffisant pour la culture du maïs sur les basses terres du Saint Laurent. Sur un sable loameux Saint Jude, dans les mêmes conditions climatiques, l'espacement optimal est de 30 m. Le choix de ces espacements est donc justifié sur une base de praticabilité des terres cultivables.

REFERENCES

Bastien, C. et C.A. Madramootoo. 1992. Presence of pesticides in agricultural runoff from two potato fields in Québec. *Canadian Water Resources Journal* 17(3):200-212.

Broughton, R.S. 1972. The performance of subsurface drainage on two soil types in the St. Lawrence lowlands. Unpublished Ph.D. thesis. McGill University, Montreal, QC.

Enright, P. 1989. Simulation of rainfall excess on a flat rural watershed in Quebec. Unpublished M.Sc. thesis. McGill University, Montreal, QC.

Godbout, G. 1957. Etude pédologique du comté de Berthier. Sainte Anne-de-la-Pocatière, QC: Ecole supérieur d'agriculture, Division des sols.

Hassan, A. et R.S. Broughton. 1975. Soil moisture criteria for tractability. *Canadian Agricultural Engineering* 17(2):124-129.

Madramootoo, C.A. 1990. Assessing drainage benefits on a heavy clay soil in Quebec. *Transactions of the ASAE* 33(4):1217-1223.

Madramootoo, C.A., K.A.W. Wiyo et P. Enright. 1992. Nutrient losses through tile drains from two potato fields. *Applied Engineering in Agriculture* 8(5):639-646.

Nolte, B.H., N.R. Fausey et R.W. Skaggs. 1983. Time available for field work on two Ohio soils. *Transactions of the ASAE* 26(2):445-451.

Paul, C.L. et J. Devries. 1983a. Soil traficability in spring. 1. Simulation of the drainage process. *Canadian Journal of Soil Science* 63:15-26.

Paul, C.L. et J. Devries. 1983b. Soil traficability in spring. 2. Prediction and the effects of subsurface drainage. *Canadian Journal of Soil Science* 63:27-35.

Skaggs, R.W. 1978. A water management model for shallow water table soils. Report No. 134. Water Resources Research Institute of the University of North Carolina, North Carolina State University, Raleigh, NC.

Skaggs, R.W., N.R. Fausey et B.H. Nolte. 1981. Water management model evaluation from north central Ohio. *Transactions of the ASAE* 24(4):922-928.

St. Yves, A. 1986. Le drainage souterrain et l'ingénieur en génie rural du Québec. Sainte Foy, QC, Canada: Association des ingénieurs en génie rural du Québec.

Steinhardt, R. et B.D. Trafford. 1974. Some effects of subsurface drainage and ploughing on the structure and compactability of a clay soil. *Journal of Soil Science* 25(2):138-152.