BULLETIN TECHNIQUE

AGDEX 750

CONSEIL
DES
PRODUCTIONS
VÉGÉTALES
DU QUÉBEC

1993

Besoins en eau pour l'irrigation des cultures du sud-ouest du Québec

19

Québec

CONSEIL DES
PRODUCTIONS
VÉGÉTALES DU
QUÉBEC

1993

BULLETIN TECHNIQUE 19

Besoins en eau pour l'irrigation des cultures du sud-ouest du Québec

Le contenu de ce bulletin a été approuvé par la Section gestion des eaux de surface et souterraines à la ferme de la Commission de génie rural du CPVQ

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec, 1993
ISBN 2-551-13137-5

RÉDACTION

GALLICHAND, Jacques, ingénieur et agronome, département de génie rural, Université Laval, Sainte-Foy.

BROUGHTON, Robert S., ingénieur, Collège Macdonald, Sainte-Anne-de-Bellevue.

RÉVISION

ASSELIN, Rémi, ingénieur et agronome, MAPAQ, Nicolet.

BROCHU, Yvon, ingénieur, MAPAQ, Québec.

NAUD, Denis, ingénieur, MAPAQ, Québec.

SYLVESTRE, Gilbert, ingénieur, consultant en recherche, Saint-Louis de Gonzague.

APPROUVÉ PAR LA SECTION GESTION DES EAUX DE SURFACE ET SOUTERRAINES À LA FERME

ASSELIN, Rémi, ingénieur et agronome, MAPAQ, Nicolet.

BROCHU, Yvon, ingénieur, MAPAQ, Québec.

BROUGHTON, Robert S., ingénieur, Collège Macdonald, Sainte-Anne-de-Bellevue.

DUTIL, Jean-Pierre, ingénieur et agronome, Consultant B.P.R. ing., Québec.

GALLICHAND, Jacques, ingénieur et agronome, département de génie rural, Université Laval, Sainte-Foy.

KIRSCHBAUM, Alain, ingénieur et agronome, Soconag inc., Westmont.

NAUD, Denis, ingénieur, MAPAQ, Québec.

PAPINEAU, France, ingénieure, Collège Macdonald, Sainte-Anne-de-Bellevue.

PELLETIER, Marc-Antoine, ingénieur et agronome, Soconag inc., Westmont.

SAVOIE, Victor, ingénieur et agronome, MAPAQ, Nicolet.

SYLVESTRE, Gilbert, ingénieur, consultant en recherche, Saint-Louis de Gonzague.

ÉDITION

CROCHETIÈRE, France, agronome, Conseil des productions végétales du Québec, MAPAQ, Québec.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
INTRODUCTION		1
MÉTHODE		1
RÉSULTATS		3
EXEMPLE		4
CONCLUSION		5
Tableau 1.	Caractéristiques de rétention en eau des trois sols sélectionnés	6
Tableau 2.	Profondeurs d'enracinement des cultures étudiées	7
Tableau 3.	Besoins en irrigation de pointe	8
Tableau 4.	Besoins en irrigation saisonniers	9
Figure 1.	Évapotranspiration et précipitation moyenne pour une station représentative du sud-ouest du Québec	10
Figure 2.	Stations météorologiques faisant l'objet de la présente étude	10
Figure 3.	Caractéristiques de rétention des sols minéraux	11
Figure 4.	Saison de croissance pour chaque culture étudiée	11
Figure 5.	Besoins en irrigation de la pomme de terre cultivée sur un sol loameux	12
OUVRAGES CONSULTÉS		13

INTRODUCTION

Le sud-ouest du Québec est une région très importante pour la production de légumes et de maïs-grain. Bien qu'au Québec les précipitations soient abondantes, leur répartition n'est pas toujours idéale pour subvenir aux besoins en eau des plantes durant la saison de croissance. La Figure 1 montre qu'en moyenne l'évapotranspiration durant les mois de mai à août est supérieure aux précipitations. Ce déficit doit être comblé par l'irrigation si l'on veut maximiser les rendements.

Il est important de pouvoir quantifier les besoins en eau des cultures afin de dimensionner les réservoirs et les systèmes d'irrigation. Pour une même région, les besoins en irrigation varieront selon le type de culture et selon le type de sol. La présente publication permet d'estimer les quantités d'eau nécessaires pour l'irrigation dans la région du sud-ouest du Québec en tenant compte du type de culture et du type de sol.

MÉTHODE

La figure 2 montre la région étudiée ainsi que la localisation des stations météorologiques ayant été utilisées. D'une station à l'autre le nombre d'années de relevés varie de 22 à 72. Les besoins en irrigation ont été déterminés en simulant quotidiennement la teneur en eau du sol telle qu'affectée par le

type de sol, le type de culture, la précipitation et l'évapotranspiration. Trois types de sol ont été considérés, soit : un sable loameux, un loam argileux et un sol organique. Pour les sols minéraux, les deux types de sol sélectionnés constituent les deux extrêmes en ce qui concerne la réserve en eau utile du sol, tel que montré à la figure 3. Les besoins en irrigation pour d'autres types de sol peuvent être interpolés en utilisant les valeurs obtenues pour ces deux types de sols. Les caractéristiques de rétention en eau des trois sols choisis sont présentées au tableau 1. Le tableau 2 présente les profondeurs maximales d'enracinement qui ont été utilisées pour les différentes cultures selon le type de sol.

Les simulations ont été effectuées en utilisant le Modèle Versatile développé par le Centre de Recherche sur les Terres d'Agriculture Canada. Le Modèle Versatile divise le profil du sol en plusieurs couches, et détermine la teneur en eau de chaque couche en tenant compte de l'évapotranspiration, de la précipitation, du ruissellement et du drainage. Le déficit hydrique a été déterminé quotidiennement pour les couches contenues dans la zone des racines, et additionné par périodes de sept jours pour donner le déficit hebdomadaire. Le déficit hydrique correspond à la différence entre l'évapotranspiration maximale et l'évapotranspiration réelle. Cette différence représente la quantité d'eau qu'il faudrait ajouter par irrigation pour que la culture évapotranspire au taux maximal, ce qui éviterait des baisses de rendements. La figure 4 présente la période de croissance considérée pour chaque culture. Dans le cas du brocoli, du céleri et de la laitue, trois

périodes de plantation (ou transplantation) ont été retenues : plantation hâtive, plantation à la mi-saison et plantation tardive.

RÉSULTATS

La figure 5 montre un résultat typique de cette analyse pour le cas de la pomme de terre (variété tardive) cultivée sur un sable loameux. Comme les déficits ont été calculés pour plusieurs années, il a été possible de définir le niveau de probabilité d'un déficit donné. La figure 5 montre le déficit hebdomadaire pour cinq niveaux de probabilité soit : 0,1, 0,2, 0,5, 0,8, et 0,9. Un niveau de probabilité correspond à la probabilité d'obtenir un déficit plus élevé qu'une valeur donnée. Par exemple, pour le mois de juillet à Valleyfield (figure 5), un déficit de 9 mm par semaine sera dépassé neuf années sur dix, tandis qu'un déficit de 31 mm par semaine ne sera dépassé qu'une année sur dix.

Les valeurs importantes pour la conception des systèmes d'irrigation sont:

1) le déficit de pointe hebdomadaire, qui sert à dimensionner le système d'irrigation (pompe, dimension des tuyaux, etc...);
2) le déficit annuel total, qui est utilisé dans le dimensionnement de la structure d'emmagasinage.

Le tableau 3 montre le déficit de pointe, et le tableau 4 le déficit annuel, pour les niveaux de probabilité de 0,1 et 0,5. Ces deux tableaux montrent la moyenne et l'écart maximal observé pour l'ensemble des stations analysées. Par exemple, pour le déficit de

pointe (tableau 3), la pomme de terre hâtive requiert en moyenne 18,3 mm par semaine. Cette valeur peut varier entre 16,8 à 21,7 mm par semaine selon la station météorologique. Comme l'écart entre les stations est faible, on suggère de baser les calculs sur la valeur moyenne.

EXEMPLE

Les valeurs des tableaux 3 et 4 représentent uniquement les quantités d'eau requises par les plantes. Pour calculer le volume d'eau total requis pour l'irrigation, il faut tenir compte de la non-uniformité d'application. Dans le cas d'un système d'irrigation par aspersion, l'efficacité d'application au champ est d'environ 70 %.

Considérons un producteur horticole voulant irriguer du céleri qu'il a transplanté dans un champ de 10 hectares au début mai sur un sol organique. Il veut connaître la quantité d'eau dont il aura besoin pour irriguer ce champ de la transplantation jusqu'à la récolte. Le producteur décide d'utiliser le déficit pour une année moyenne (p=0,5). Au tableau 4 on trouve donc la valeur de 40,4 mm pour une probabilité de 0,5 dans le cas du céleri transplanté tôt. Comme l'efficacité d'application au champ est de 70%, la hauteur d'eau requise est 40,4 / 0,70 = 58 mm. Pour le champ de 10 ha, la quantité totale d'eau nécessaire pour combler les besoins annuels (1 fois sur 2) sera de: 10 ha x 10000 m^2/ha x 0,058 m = 5800 m^3 d'eau.

CONCLUSION

Ce document permet d'évaluer rapidement, pour la région sud-ouest du Québec, la quantité d'eau nécessaire pour répondre à des besoins en irrigation (1 année sur 2 et 9 années sur 10). Pour les autres régimes, une méthode plus détaillée devra être utilisée.

Tableau 1. Caractéristiques de rétention en eau des trois sols sélectionnés.

	Contenu en eau (mm/m)			Eau disponible (mm/m) (1)
	Point de flétrissement	Capacité au champ	Saturation	
Sable loameux	97	167	400	70
Loam argileux	186	439	490	253
Sol organique	230	720	840	490

(1) L'eau disponible aux plantes est la différence entre la quantité d'eau contenue dans un sol à capacité au champ et celle contenue dans un sol au point de fétrissement.

Tableau 2. Profondeurs d'enracinement des cultures étudiées.

	Profondeur d'enracinement (cm)			
		Maximale		
Culture	Initiale	Sable loameux	Loam argileux	Sol organique
Maïs	5	100	80	-
Fève soya	5	60	50	-
Pomme de terre	5	40	-	-
Choux	10	50	40	-
Brocoli	5	50	40	-
Carottes	5	-	-	70
Oignons	5	-	-	30
Laitue	5	-	-	30
Céleri	10	-	-	30

Tableau 3. Besoins en irrigation de pointe.

Culture[1]	Type de sol[2]	Besoin en irrigation de pointe (mm par semaine) p = 0,1 Moyenne	p = 0,1 Écart	p = 0,5 Moyenne	p = 0,5 Écart
Maïs	LA	13,4	11,2-16,1	8,3	6,3-10,5
Maïs	SL	24,6	21,7-27,3	13,4	9,1-18,2
Fève soya	LA	18,2	16,1-21,7	13,2	11,2-15,4
Fève soya	SL	27,0	24,5-30,8	15,5	11,9-19,6
Pomme de terre (Vh)	SL	30,7	27,3-36,4	18,3	16,8-21,7
Pomme de terre (Vt)	SL	29,1	26,6-31,5	18,5	16,1-21,7
Choux	LA	10,3	8,4-11,2	6,3	4,9- 7,0
Choux	SL	18,2	16,1-18,9	6,1	3,5- 7,7
Brocoli (D)	LA	15,6	14,0-16,8	10,9	9,8-11,9
Brocoli (D)	SL	24,0	22,4-25,2	13,7	10,5-15,4
Brocoli (M)	LA	9,3	7,0-10,5	5,1	4,2- 5,6
Brocoli (M)	SL	17,7	14,7-18,9	5,8	3,5- 7,7
Brocoli (F)	LA	4,0	3,5- 4,9	0,2	0,0- 0,7
Brocoli (F)	SL	7,4	7,0- 7,7	1,2	0,7- 2,1
Carottes	O	3,0	2,1- 3,5	0,5	0,0- 0,7
Oignons	O	12,1	11,9-12,6	5,4	4,2- 6,3
Laitue (D)	O	8,4	7,7- 9,1	2,3	2,1- 2,8
Laitue (M)	O	5,8	4,9- 6,3	1,6	0,7- 2,1
Laitue (F)	O	1,9	1,4- 2,1	0,0	0,0- 0,0
Céleri (D)	O	14,0	13,3-14,7	7,0	5,6- 8,4
Céleri (M)	O	12,4	11,9-12,6	6,1	4,9- 7,0
Céleri (F)	O	6,3	4,0- 7,0	2,3	1,4- 2,8

(1) Vh et Vt signifient variété hâtive et tardive,
D, M et F signifient plantation en début, au milieu et en fin de saison,
(2) LA = loam argileux; SL = sable loameux; O = sol organique.

Tableau 4. Besoins en irrigation saisonniers.

		Besoins en irrigation saisonniers (mm)			
		p = 0,1		p = 0,5	
Culture[1]	Type de sol[2]	Moyenne	Écart	Moyenne	Écart
Maïs	LA	146,6	114,1-172,9	74,4	49,7- 97,3
Maïs	SL	267,7	215,6-301,7	84,2	54,6-116,2
Fève soya	LA	210,5	177,8-241,5	134,4	106,4-164,5
Fève soya	SL	335,4	293,3-361,9	126,0	82,6-168,0
Pomme de terre (Vh)	SL	257,9	231,0-290,5	127,1	96,6-159,6
Pomme de terre (Vt)	SL	341,0	305,2-368,2	150,7	110,6-189,0
Choux	LA	108,9	95,9-114,8	53,9	44,1- 59,5
Choux	SL	178,5	158,2-192,5	42,7	26,6- 57,4
Brocoli (D)	LA	92,1	81,9- 97,3	49,9	42,0- 54,6
Brocoli (D)	SL	177,8	162,4-189,0	66,3	52,5- 74,2
Brocoli (M)	LA	71,2	58,8- 77,0	30,8	22,4- 37,1
Brocoli (M)	SL	135,8	117,6-149,8	32,9	18,9- 48,3
Brocoli (F)	LA	21,2	16,1- 25,9	0,2	0,0- 0,7
Brocoli (F)	SL	44,6	39,2- 47,6	2,6	1,4- 4,2
Carottes	O	26,6	18,9- 33,6	2,1	0,0- 4,2
Oignons	O	113,6	101,5-121,1	41,3	31,5- 49,7
Laitue (D)	O	28,0	24,5- 32,2	5,1	4,2- 6,3
Laitue (M)	O	31,3	24,5- 35,0	5,1	2,8- 6,3
Laitue (F)	O	7,5	4,9- 9,1	0,0	0,0- 0,0
Céleri (D)	O	97,8	89,6-105,0	40,4	32,2- 49,7
Céleri (M)	O	99,4	88,9-105,7	39,0	32,2- 43,4
Céleri (F)	O	52,5	42,7- 58,8	11,2	6,3- 14,7

(1) Vh et Vt signifient variété hâtive et tardive,
D, M et F signifient plantation en début, au milieu et en fin de saison,
(2) LA = loam argileux; SL = sable loameux; O = sol organique.

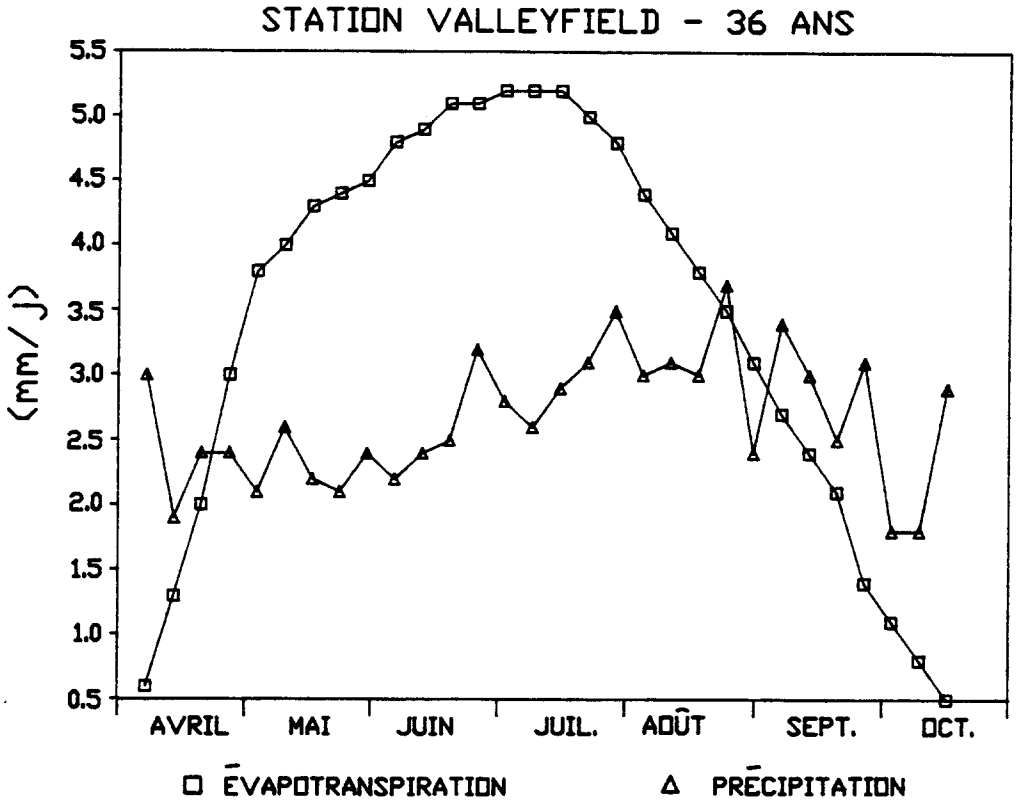

Figure 1. Évapotranspiration et précipitation moyenne pour une station représentative du sud-ouest du Québec.

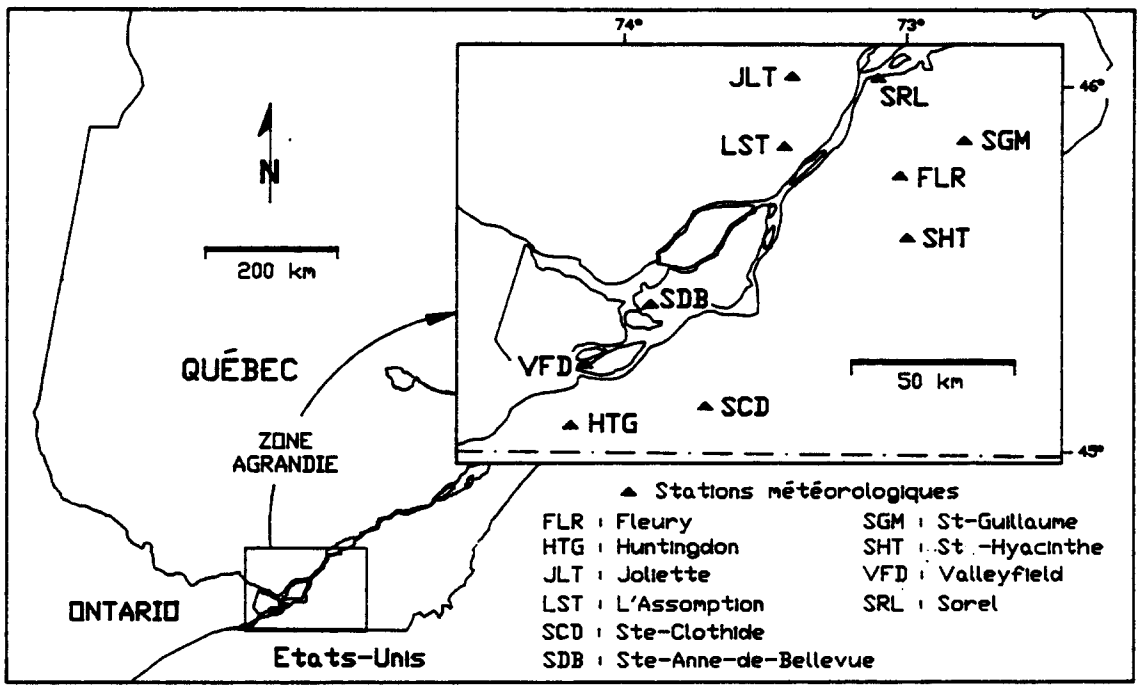

Figure 2. Stations météorologiques faisant l'objet de la présente étude.

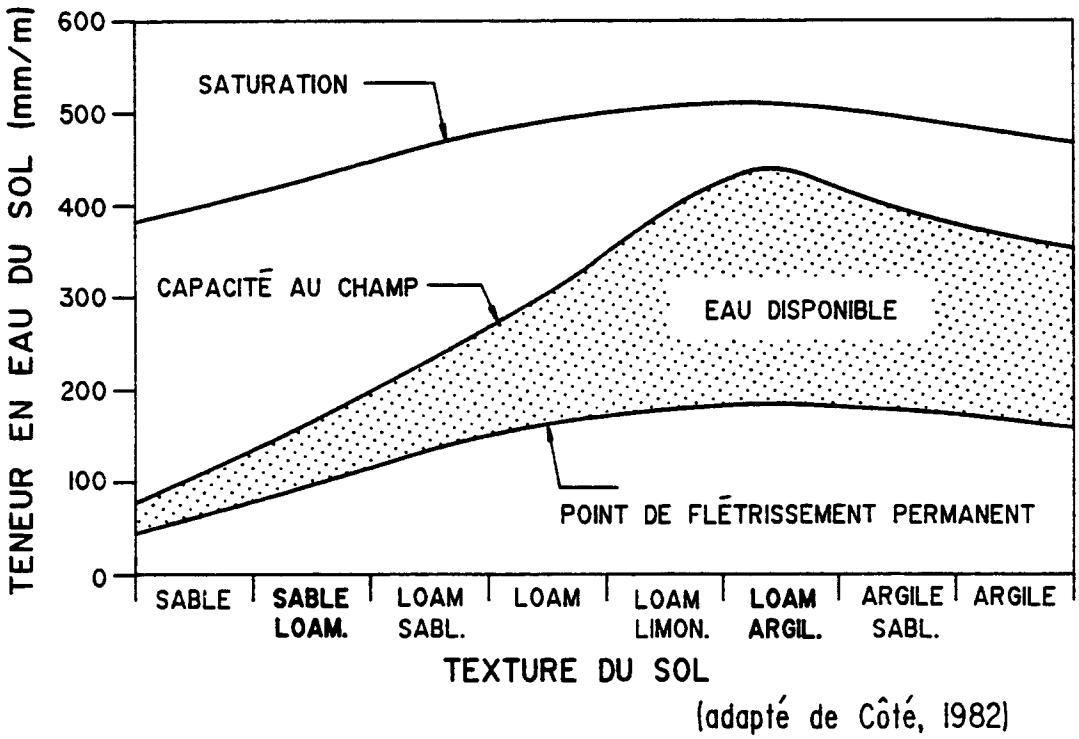

Figure 3. Caractéristiques de rétention d'eau des sols minéraux.

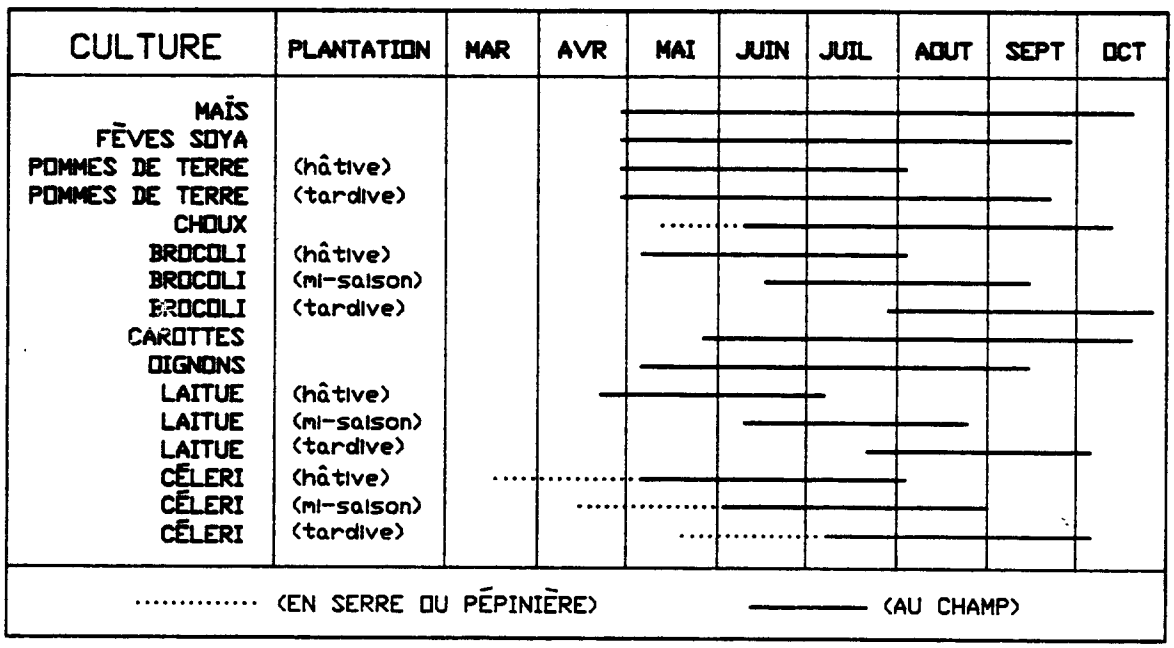

Figure 4. Saison de croissance pour chaque culture étudiée.

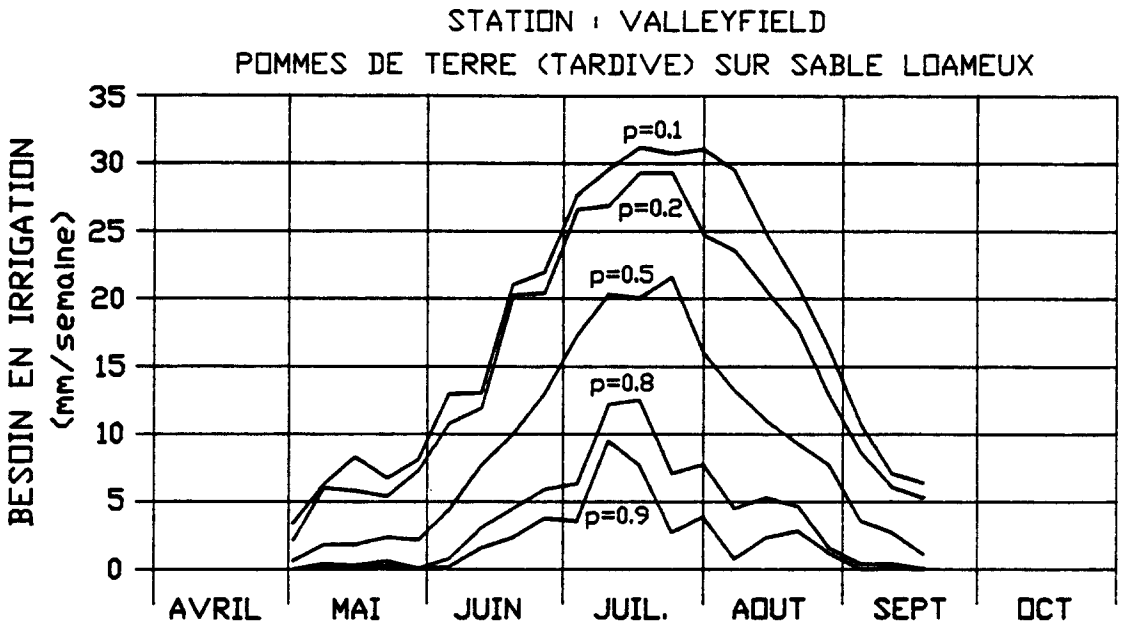

Figure 5. Besoins en irrigation de la pomme de terre cultivée sur sable loameux.

OUVRAGES CONSULTÉS

BAIER, W., J.A. DYER and W.R. SHARP. 1979. The versatile soil moisture budget. Tech. Bull. 87. Agrometeorology Section, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, ON. 52 p.

BAIER, W. and G.W. ROBERTSON. 1966. A new versatile soil moisture budget. Can. J. Plant Sci. 46:299-315.

BAIER, W. and G.W. ROBERTSON. 1970. Climatic estimates of average and probable irrigation requirements and of seasonal drainage in Canada. J. Hydrol. 10:20-37.

BAIER, W. and D.A. RUSSELO. 1968. A computer program for estimating risks of irrigation requirements from climatic data. Tech. Bull. 59. Agrometeorology Section, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, ON. 48 p.

BOELTER, D.M. 1964. Water storage characteristics of several peats in situ. Soil Sc. Soc. Proc. 28:433-435.

BOISVERT, J.B., J.A. DYER and D. BREWIN. 1990. Versatile soil moisture budget reference manual - VB4. Tech. Bull. Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, ON. (en préparation).

COLIGADO, M.C., W. BAIER and W.K. SLY. 1968. Risk analyses of weekly climatic data for agricultural and irrigation planning : L'assomption, PQ. (Tech. Bull. 26); Lennoxville, PQ (Tech. Bull. 27). Agrometeorology Section, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, ON. 8 p.

CÔTÉ, D. 1982. Les façons culturales. Conseil des Productions Végétales du Québec - Sols. Québec, PQ. 42 pp.

DOORENBOS, J. and W.O. PRUITT. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage paper 24. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 144 p.

DYER, J.A. and A.R. MACK. 1984. The versatile soil moisture budget, version three. Contribution No. 82-33. Land Resource Research Institute, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, ON. 24 p.

ENVIRONMENT CANADA. 1982. Canadian climate normals. Vol. 2. Temperature, 1951-1980. Atmospheric Environment Service, Ottawa, ON. 306 p.

LAKE, E.B. and R.S. BROUGHTON. 1969. Irrigation requirements in south western Québec. Can. Agric. Eng. 11:28-31,38.

MASSIN, B. 1971. Les déficits hydriques au Québec. Publ. M.P.-34. Direction Générale des eaux, Ministère des Richesses Naturelles, Gouvernement du Québec, Québec, PQ. 284 p.

ROCHETTE, P. 1988. Contributions au zonage agroclimatique du Québec méridional. Ph. D. Thesis. Département de Phytologie. Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Sainte-Foy, PQ. 264 p.

SLY, W.K. and M.C. COLIGADO. 1974. Agroclimatic maps for Canada - derived data : Moisture and critical temperatures near freezing. Tech. Bull. 81. Agrometeorology Research and Service, Chemistry and Biology Research Institute, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, ON. 29 p.