

Caractérisation de l'usage de l'eau en irrigation

Rapport final

Rapport présenté au :

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de
l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

Projet IRDA # 901 051

Rédigé par :

Carl Boivin, agr., M.Sc.
Jérémy Vallée, agr., B. Sc.
Paul Deschênes, agr., M.Sc.
Mikael Guillou, agr., M.Sc.
Daniel Bergeron, agr., M.Sc.

Mars 2016



**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec 

L'IRDA a été constituée en mars 1998 par quatre membres fondateurs, soit le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), l'Union des producteurs agricoles (UPA), le Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et le Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche, de la Science et de la Technologie (MESRST).



Notre mission

L'IRDA a pour mission de réaliser des activités de recherche, de développement et de transfert en agroenvironnement visant à favoriser l'innovation en agriculture, dans une perspective de développement durable

Pour en savoir plus

www.irda.qc.ca



Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du MAPAQ

Équipe de réalisation du projet

Équipe IRDA et MAPAQ :

Carl Boivin, agr., M.Sc. - IRDA
Jérémy Vallée, agr. - IRDA
Paul Deschênes, agr., M.Sc. - IRDA
Stéphane Nadon, technicien agricole - IRDA
Mikael Guillou, agr., M.Sc. - MAPAQ - DAEDD
Daniel Bergeron, agr., M.Sc. - MAPAQ Capitale-Nationale
Mélissa Gagnon, agr. - MAPAQ Lanaudière
Lucie Caron, agr. - MAPAQ Outaouais-Laurentides
Isabelle Couture, agr., M.Sc. - MAPAQ Montérégie-Est
Christine Villeneuve, agr. - MAPAQ Montérégie-Ouest
Mario Leblanc, agr. M.Sc. - MAPAQ Montérégie-Ouest

Entreprises participantes :

Nous remercions les entreprises agricoles ayant participé aux essais de 2013 à 2015.

Clubs-conseils

Nadia Surdek, agr. - PleineTerre
Sophie Guimond, agr. - PleineTerre
Isabelle Dubé, agr. - Club-conseil Profit-eau-sol
Amélie Lepage, t.p. - Poussée de Croissance

Étudiants d'été 2013-2015 : Ariane Blais, Judith Breton, Jean-Sébastien Delisle, Laurie Delorme, Pierre-Marc Dionne, Mireille Dubuc Gagnon, François Dufour, Marc-Olivier Labrecque, Antoine Lamontagne, Florence Lebel-Guay, Sarah Lussier et Anne Tremblay-Gratton.

Les lecteurs qui souhaitent commenter ce rapport peuvent s'adresser à :

Carl Boivin
IRDA
2700, rue Einstein
Québec, (Québec) G1P 3W8
Téléphone : 418 643-2380, poste 430
carl.boivin@irda.qc.ca

Le rapport peut être cité comme suit :

Boivin, C., J. Vallée, P. Dechênes, M. Guillou et D. Bergeron. 2016. Caractérisation de l'usage de l'eau en irrigation. Rapport final remis au MAPAQ. IRDA. 229 p. incluant des annexes.

Table des matières

Glossaire.....	xi
Contexte	1
Description du projet.....	2
Objectif général.....	2
Objectifs spécifiques.....	2
Limites du présent rapport.....	3
MATÉRIEL ET MÉTHODE	5
Conditions météorologiques.....	5
Caractérisation physique du sol.....	5
Texture, matière organique et résidus	5
Courbe de désorption	5
Infiltromètre	5
Statut hydrique du sol.....	6
Sondes réflectométriques temporelles (TDR).....	6
Tensiomètres	6
Suivi de l'irrigation	7
Compteur d'eau	7
Débit des systèmes goutte à goutte	7
Évaluation du statut hydrique du sol en micro-irrigation, technique du cône d'humectation	7
Calibration des sondes TDR et Compteurs d'eau	11
TDR.....	11
Compteur d'eau	11
Récolte.....	11
RÉSULTATS	13
1 Site 1.....	1-1
2 Site 2.....	2-1
3 Site 3.....	3-1
4 Site 4.....	4-1
5 Site 5.....	5-1
6 Site 6.....	6-1
7 Site 7.....	7-1
8 Site 8.....	8-1
9 Site 9.....	9-1
10 Site 10.....	10-1
11 Site 11.....	11-1
12 Site 12.....	12-1

13	Site 13.....	13-1
14	Site 14.....	14-1
15	Site 15.....	15-1
16	Site 16.....	16-1
17	Site 17.....	17-1
18	Site 18.....	18-1
19	Site 19.....	19-1
20	Site 20.....	20-1
21	Site 21.....	21-1
22	Site 22.....	22-1
23	Site 23.....	23-1
24	Site 24.....	24-1
25	Site 25.....	25-1
	Références	15
	Annexe 1 Calibration des compteurs d'eau, Deschambault 2013.....	18
	Résultats	18
	Annexe 2 Essais d'uniformité du système d'irrigation	19
	Matériel et méthode.....	19
	Résultats	21
	Profil transversal	23
	Annexe 3 Mesure du volume d'application d'un canon enrouleur à l'aide de pluviomètres.....	25
	Matériel et méthode.....	25
	Résultats	25
	Estimation de l'évaporation des pluviomètres « maison ».....	27
	Photographies	29

Liste des figures

Figure 1. Arbre organisationnel de la présentation des fiches synthèses 2013-2015 (sol, irrigation, culture).	17
Figure 2. Arbre organisationnel de la présentation des fiches synthèses 2013-2015 (région, sol, irrigation, culture, texture).	18
Figure 3. Teneur en eau volumique (A), site 1, saison 2013.....	1-4
Figure 4. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel et précipitations au champ 1, site 1, saison 2014.	1-5
Figure 5. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel et précipitations au champ 2 site 1, saison 2014.	1-6
Figure 6. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et température de l'air, site 1, saison 2015.	1-7
Figure 7. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 2, saison 2013.	2-4
Figure 8. Suivi tensiométrique, site 2, saison 2013.....	2-5
Figure 9. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 2, saison 2014.	2-6
Figure 10. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 2, saison 2015.	2-7
Figure 11. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 3, saison 2013.	3-4
Figure 12. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 3, saison 2014.	3-5
Figure 13. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel et précipitations, site 3, saison 2015	3-6
Figure 14. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 4, saison 2013.	4-4
Figure 15. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 4, saison 2014.	4-5
Figure 16. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, irrigations, précipitations et température de l'air, site 4, saison 2015.	4-6
Figure 17. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 5, saison 2013.	5-4
Figure 18. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel et précipitations, site 5, saison 2014.	5-5
Figure 19. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, irrigations, précipitations et température, site 5, saison 2015.....	5-6
Figure 20. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 6, saison 2013.	6-4
Figure 21. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel et précipitations, site 6, saison 2014.	6-5

Figure 22. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et température de l'air, site 6, saison 2015.	6-6
Figure 23. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (c), site 7, saison 2013.	7-5
Figure 24. Potentiel matriciel, site 7, saison 2013.	7-6
Figure 25. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 7, saison 2014.	7-7
Figure 26. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 7, saison 2015.	7-8
Figure 27. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 8, saison 2013.	8-5
Figure 28. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 8, saison 2014.	8-6
Figure 29. Teneur en eau volumique, irrigations, précipitations et température de l'air, site 8, saison 2015.	8-7
Figure 30. . Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 9, saison 2013.	9-4
Figure 31. Teneur en eau volumique et précipitations, site 9, saison 2014.	9-5
Figure 32. Teneur en eau volumique, précipitations et température de l'air, site 9, saison 2015.	9-6
Figure 33. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 10, saison 2013.	10-5
Figure 34. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 10, saison 2014.	10-6
Figure 35. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 10, saison 2015.	10-7
Figure 36. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 11, saison 2013.	11-5
Figure 37. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 11, saison 2014.	11-6
Figure 38. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 11, saison 2015.	11-7
Figure 39. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 12, saison 2013.	12-10
Figure 40. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 12, saison 2014.	12-11
Figure 41. Teneur en eau volumique et irrigations, site 12, saison 2015.	12-12
Figure 42. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 13, saison 2013.	13-4
Figure 43. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 13, saison 2014.	13-5
Figure 44. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 13, saison 2015.	13-6

Figure 45. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 14, saison 2013.	14-4
Figure 46. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 14, saison 2014.	14-5
Figure 47. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 14, saison 2015.	14-6
Figure 48. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 15, saison 2013.	15-5
Figure 49. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 15, saison 2014.	15-6
Figure 50. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 15, saison 2015.	15-7
Figure 51. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 16, saison 2013.	16-4
Figure 52. Précipitations et irrigations, site 16, saison 2014.	16-5
Figure 53. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, irrigation, précipitations et température de l'air, site 16, saison 2015.	16-6
Figure 54. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 17, saison 2013.	17-4
Figure 55. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 17, saison 2014.	17-5
Figure 56. Teneur en eau volumique, précipitations et température de l'air, site 17, saison 2015.	17-6
Figure 57. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 18, saison 2013.	18-6
Figure 58. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 18, saison 2014.	18-7
Figure 59. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 18, saison 2015.	18-8
Figure 60. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 19, saison 2013.	19-6
Figure 61. Suivi tensiométrique, site 19, saison 2013.	19-7
Figure 62. Précipitations et irrigations, site 19, saison 2014.	19-8
Figure 63. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 19, saison 2015.	19-9
Figure 64. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 20, saison 2013.	20-6
Figure 65. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 20, saison 2014.	20-7
Figure 66. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 20, saison 2015.	20-8

Figure 67. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 21, saison 2013.	21-4
Figure 68. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 21, saison 2014.	21-5
Figure 69. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 21, saison 2015.	21-6
Figure 70. Précipitations (A) et température (B), site 22, saison 2013.	22-5
Figure 71. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 22, saison 2014.	22-6
Figure 72. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 22, saison 2015.	22-7
Figure 73. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 23, saison 2013.	23-5
Figure 74. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 23, saison 2014.	23-6
Figure 75. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 23, saison 2015.	23-7
Figure 76. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 24, saison 2013.	24-5
Figure 77. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 24, saison 2014.	24-6
Figure 78. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 24, saison 2015.	24-7
Figure 79. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 25, saison 2013.	25-5
Figure 80. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 25, saison 2014.	25-6
Figure 81. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations, irrigations et température de l'air, site 25, saison 2015.	25-7
Figure 82. Dispositif pour mesurer l'uniformité du système d'irrigation (haut du champ).	20
Figure 83. Dispositif pour mesurer l'uniformité du système d'irrigation (bas du champ).	20
Figure 84. Visualisation 3D des hauteurs d'eau mesurées, haut du champ.	22
Figure 85. Visualisation 3D des hauteurs d'eau mesurées, bas du champ.	23
Figure 86. Schéma d'installation pour évaluer le profil transversal du système (haut et bas).	24
Figure 87. Profil transversal du système.	24
Figure 88. Dispositif pour mesurer la hauteur d'eau d'application.	25
Figure 89. Profil transversal des hauteurs d'eau recueillies.	27

Liste des tableaux

Tableau 1. Résultats d'optimisation de l'irrigation.....	1
Tableau 2. Volume du cône d'humectation (cm ³), à la portée d'un goutteur, selon la profondeur d'enracinement et le diamètre du cône (cm) à sa base (profondeur maximale des racines).....	8
Tableau 3. Estimation du volume d'eau ciblé (cm ³) pour un apport lors d'un épisode d'irrigation pour un goutteur selon le volume du cône d'humectation (cm ³) et le statut hydrique du sol (cm ³ eau/cm ³ sol).	9
Tableau 4. Estimation de la durée (minute) d'un apport en eau par l'irrigation selon le volume d'eau ciblé / goutteur.	10
Tableau 5. Tableau synthèse des résultats 2013.....	14
Tableau 6. Tableau synthèse des résultats 2014.....	15
Tableau 7. Tableau synthèse des résultats 2015.....	16
Tableau 8. Débits mesurés lors des tests de calibration.	18
Tableau 9. Débits mesurés lors de la 2 ^e série de test de calibration.	18
Tableau 10. Volume et hauteur d'eau recueilli lors d'une irrigation.	21
Tableau 11. Volume et hauteur d'eau recueillis entre le 7 juillet et le 28 août 2014.....	26

Glossaire

Capacité au champ (CC) théorique : Corresponds à la teneur en eau contenue dans un sol à un potentiel matriciel de 33 kPa.

Capacité au champ (CC « *in situ* ») : Corresponds à la teneur en eau retenue dans un sol de 24 à 72 heures après un épisode de saturation. Le délai entre l'événement de saturation et la capacité au champ dépendra du temps nécessaire au drainage de l'eau libre du sol.

Courbe de désorption : Exprime la relation entre la teneur en eau d'un sol (θ) et le potentiel matriciel (ψ). La quantité d'eau disponible dans un sol est directement en lien avec le potentiel matriciel puisque celui-ci est la force à laquelle l'eau est retenue par les particules de sol. La courbe de désorption est propre à chaque sol.

Densité apparente : Obtenu par le rapport entre le poids du sol sec (48 heures à 105 °C) et son volume. L'unité retenue par le système international est le g/cm^3 .

Détritus : Correspond à des fragments grossiers du sol de diamètre supérieur à 2 mm, non considérés dans l'analyse texturale d'un sol.

Matière organique : Formée des molécules du sol contenant du carbone provenant des organismes vivants ou en cours de décomposition. Elle a un effet important sur la structure, la perméabilité, la porosité et l'aération du sol (CRAAQ, 2010).

Plateau de la courbe de désorption : Correspond à la zone de la courbe située entre la CC « *in situ* » et le point de flétrissement permanent, caractérisée par une pente presque nulle.

Point de flétrissement permanent : Correspond à la teneur en eau d'un sol à un potentiel matriciel de 1500 kPa. À cette tension, les plantes sont incapables de générer une tension supérieure à celle qu'exercent les particules de sol sur l'eau. À ce point, le plant montre des signes physiologiques de stress hydrique permanent.

Point de flétrissement temporaire : Corresponds à la teneur en eau retenue par un sol à un potentiel matriciel où la plante commence à démontrer des signes de stress hydrique. À cette tension, les plantes demeurent capables de prélever de l'eau du sol, mais de manière insuffisante pour maintenir la turgescence des tissus. À ce point, le plant montre des signes physiologiques de stress hydrique temporaire. Ce point est déterminé théoriquement à une tension de 100 kPa.

Potentiel matriciel (ψ_m) : Représente l'une des quatre forces du potentiel hydrique total d'un sol. Le potentiel matriciel représente la force d'attraction entre les molécules d'eau et les particules solides du sol. Par convention, l'eau libre dans un sol possède un potentiel matriciel de zéro. Le potentiel matriciel est donc toujours représenté par des valeurs négatives.

Réserve en eau utile du sol (RU) théorique : Corresponds à la quantité d'eau dans un sol entre la capacité au champ théorique et le point de flétrissement permanent.

Réserve en eau utile du sol (RU « in situ »): Corresponds à la quantité d'eau dans un sol entre la capacité au champ « in situ » et le point de flétrissement permanent.

Réserve facilement utilisable en eau (RFU) : Corresponds à la quantité d'eau dans un sol entre la capacité au champ « in situ » et le point de flétrissement temporaire.

RFU « Plateau » : Corresponds à une quantité d'eau estimée à partir de la courbe de désorption. Cette dernière se situe entre le point de la courbe où la pente est presque nulle et la capacité au champ « in situ ».

Réservoir en eau : Corresponds à la quantité d'eau disponible à une culture dans un volume de sol donné. Ce dernier est intimement lié à la RU « in situ » et considère la profondeur d'enracinement. Le réservoir variera donc en fonction du stade physiologique de la culture.

Saturation : Le sol est dans un état de saturation lorsque 100 % de ses pores sont remplis avec de l'eau. À ce point, le potentiel matriciel est nul (0 kPa) et l'eau se déplace librement dans le sol sous l'effet de la gravité (eau gravitaire ou eau libre)

Teneur en eau gravimétrique du sol (ω) : La méthode gravimétrique consiste à déterminer l'humidité et le poids de l'eau contenu dans un échantillon perturbé. Le poids humide est déterminé lors du prélèvement au champ tandis que le poids sec est déterminé suite au séchage de l'échantillon (24 à 48 heures à 105 °C ou lorsque l'échantillon ne perd plus de poids). La teneur en eau gravimétrique est calculée selon le rapport entre la perte de poids au séchage et le poids sec après séchage. Elle s'exprime selon la formule suivante :

$$\omega \text{ (g/g)} = \frac{(\text{Poids humide}) - (\text{Poids sec})}{\text{Poids sec}}$$

Teneur en eau volumique du sol (θ) : La méthode volumique consiste à déterminer le volume d'eau contenu dans un échantillon ayant un volume connu. Ces mesures s'obtiennent en séchant un échantillon non perturbé de sol et en mesurant son poids humide et sec. La teneur en eau volumique est ensuite calculée par le rapport entre le volume d'eau contenu dans l'échantillon et son volume. Lorsque la densité apparente d'un échantillon est connue, la teneur en eau volumique peut être calculée en multipliant la teneur en eau gravimétrique par le ratio des densités du sol et de l'eau. Elle s'exprime selon la formule suivante

$$\theta = \frac{\text{Volume d'eau}}{\text{Volume de sol}} \quad \theta = \frac{\text{Densité apparente du sol}}{\text{Densité de l'eau}} * \omega$$

Texture : Caractérise les particules solides d'un sol. La texture réfère aux proportions de sable, limon et d'argile contenues dans un sol. Généralement, la texture d'un sol est réalisée sur les particules solides d'un sol et n'inclus pas la partie organique. La texture d'un sol étant influencée par les processus de dégradation et d'altération de la roche mère lors de la formation d'un sol, elle reste stable dans le temps.

Contexte

Bien que le secteur de l'irrigation au Québec représente seulement 1,1% du volume d'eau d'irrigation et 2,1 % des superficies irriguées au Canada (Statistique Canada, 2013), cette activité constitue un élément important des prélèvements d'eau par l'agriculture. Une meilleure connaissance des usages actuels de l'eau et de l'optimisation possible de cette consommation est d'autant plus essentielle à une gestion durable des ressources, que les projections de modèles climatiques annoncent des périodes estivales plus chaudes (Ouranos, 2010). Plusieurs recherches récentes ont illustré l'effet variable de l'optimisation de l'irrigation sur le rendement ou la consommation d'eau (Tableau 1).

Tableau 1. Résultats d'optimisation de l'irrigation

Référence	Culture	Mode d'optimisation	Effet de l'irrigation sur le rendement	Effet de l'optimisation sur la consommation d'eau
Boivin et Landry, 2008	Pomme de terre 2007-2008	Tensiomètres et stade de culture	n.s. Années pluvieuses	
CRAM, 2007	Fraise Chou 2006-2007	Programme VSMB	NS Fraise NS choux 2006 Hausse de 9 % choux 2007	Fraise ↓ 50 % Choux ↑ 60 à 180 %
Boivin, 2008	Bleuet en corymbe	Tensiomètres	n.s.	↓ facteur 3 à 25
Bergeron, 2010	Fraise 2007-2008	Tensiomètres	Hausse de 5 %	
Rancourt, 2008	laitues pommées ou romaines, épinards et céleri	Tensiomètre	n.s.	↑ facteur 2 à 5
Rekika, 2009	Oignons en sols organiques 2008	Irrigation selon le stade de culture	n.s. Année pluvieuse	
Bergeron, 2008	Pomme de terre 2007	Rampe vs canons fixes	n.s. Année pluvieuse	↓ 22,5 % avec la rampe

n.s. : non significatif

La proportion des producteurs agricoles ayant une bonne connaissance des volumes d'eau qu'ils utilisent en irrigation est faible, selon diverses études hydrogéologiques.

- Montérégie Ouest : 11 % (Technorem, 2008a)
- Lanaudière, MRC Montcalm : 22 % (BPR, 2008)
- Montérégie Est : 35 % (Technorem 2009a)
- Laurentides, MRC des Deux Montagnes : 20 % (Technorem, 2008b)

Selon le rapport de l'AGECO (2007), seuls 18 % des producteurs utilisent des outils de gestion de l'irrigation (tensiomètres; logiciel avec données météo.). Les méthodes généralement employées étant davantage basées sur des observations visuelles du sol et de la culture, la météo ou la technique « à la main ».

Description du projet

Selon le Profil sectoriel de l'industrie horticole au Québec (ISQ-MAPAQ, 2014), il y a 5155 entreprises qui cultivent des pommes de terre, des légumes de champ, des pommes, des bleuets nains et en corymbe, des canneberges, des fraises et des framboises. Ces superficies en culture sont susceptibles de recevoir un apport en eau par l'irrigation et représentent donc un potentiel total de 86 000 ha. Des données issues du recensement de Statistiques Canada de 2006 indiquent que 24 847 ha étaient irrigués au Québec et que 49 694 ha étaient équipés pour recevoir un apport en eau par l'irrigation (Statistiques Canada, 2008; FAO, 2016).

Ce projet s'est intéressé à l'usage de l'eau d'irrigation dans le secteur maraîcher sur le territoire couvert par l'entente du Bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. Pour ce faire, 24 entreprises ont fait l'objet d'un suivi durant 3 saisons, soit de 2013 à 2015. Ces dernières sont situées dans les quatre régions suivantes : Montérégie Est, Montérégie Ouest, Montréal-Laval-Lanaudière et Laurentides. La superficie moyenne des entreprises sélectionnées était de 150 ha en culture dont 121 ha en culture horticole. L'entreprise typique recherchée (ce qui représente la médiane des entreprises sélectionnées) pour l'étude était une entreprise dont la superficie en culture était de 89 ha en culture dont 66 ha en culture horticole. Au total, c'est 75 sites qui ont fait l'objet d'une caractérisation.

Cette diversité de sites a permis d'acquérir des données en sols organiques et minéraux et dans une diversité de productions telles que le cantaloup, la carotte, le céleri, le concombre, le chou, le chou-fleur, la laitue, le melon, l'oignon, le poivron, la tomate et le zucchini. Certains sites ont été irrigués avec un système par aspersion (canon et gicleurs) alors que d'autres l'ont été par goutte à goutte. Enfin, différents systèmes culturaux, avec ou sans paillis de polyéthylène, sol butté, culture intercalaire, etc. ont été rencontrés.

Objectif général

Effectuer la caractérisation de l'usage de l'eau en production maraîchère dans quatre régions agricoles québécoises pour cibler des axes d'optimisation dans l'usage de la ressource.

Objectifs spécifiques

- Évaluer la dose d'application d'eau d'irrigation apportée par un épisode d'irrigation.
- Déterminer la réserve facilement utilisable par la culture pour chacune des entreprises participantes.
- Effectuer un suivi saisonnier de la régie du producteur.

Limites du présent rapport

Les particularités des différents systèmes cultureux amènent à discuter de certains facteurs importants qui doivent être considérés dans l'interprétation des données recueillies. Parmi ces facteurs, trois sont suffisamment importants pour être y regrouper les 25 sites caractérisés durant les trois années du projet. Ces groupes sont :

1. Les sols organiques;
2. Les sols minéraux où l'irrigation est apportée via un système par goutte à goutte;
3. Les sols minéraux où l'irrigation est apportée via un système par aspersion.

Le premier groupe (No 1) réunit les six sites en sol organique. Lors de l'analyse des résultats, il en est ressorti que la méthode de conductivité hydraulique en régime permanent de Topp et coll. (1993) qui a été utilisée pour établir les courbes de désorption en eau est inadaptée pour ce type de sol. Hormis le point à la saturation et celui à 1500 kPa (point flétrissement permanent), le statut hydrique du sol aux autres points de mesure n'était possiblement pas à l'équilibre avec la tension ciblée. Conséquemment, le contenu en eau du sol a été surévalué. Cette situation limite grandement l'interprétation des résultats. De plus, deux sites étaient irrigués avec un canon où il a été impossible d'installer le type de compteur d'eau utilisé.

En 2014, une courbe de désorption en eau pour les sol organique a été réalisée selon une méthode pondérale. Au total, trois sites sur six ont pu être caractérisés. En 2015, la caractérisation s'est poursuivi pour l'ensemble des sites en sol organique sur l'horizon 15-30 cm. De plus, certains sites déjà caractérisés durant les années précédentes ont fait l'objet d'une caractérisation supplémentaire.

Le groupe suivant (No 2) est formé des 15 sites en sol minéral irrigué avec un système par goutte à goutte. La distribution de l'eau dans le sol est un facteur important à considérer dans ce type de système cultural. Le volume de sol qui est exploité par les racines et qui est à la portée des apports en eau par l'irrigation est plus faible avec ce type de système d'irrigation, comparativement à l'aspersion. De plus, la présence d'un paillis de plastique à la surface du sol et le type de culture (parapluie ou entonnoir) sont des facteurs qui peuvent affecter le volume de sol qui sera à la portée des apports d'eau par les précipitations. Aussi, les propriétés physiques du sol sont déterminantes en ce qui a trait au volume de sol qui est gérable par l'irrigation. Ainsi, il est fort probable d'observer une problématique d'assèchement du sol en périphérie de la butte . Il est toutefois difficile de quantifier le volume de la zone de sol gérable sans réaliser plusieurs mesures. Cependant, à partir des résultats d'essais réalisés précédemment par la présente équipe de recherche (Boivin et Deschênes, 2011; Landry et Boivin, 2014), une estimation du volume de sol gérable a été réalisée par l'évaluation d'un cône d'humectation, selon la profondeur d'enracinement (TDR et culture). La méthodologie utilisée est présentée à la section suivante.

Le groupe des sites en sols minéraux (No 3) où l'apport en eau par l'irrigation est réalisé via un système par aspersion est composé de quatre sites. Ce groupe est le plus facile à interpréter, car dans la mesure où l'apport en eau rejoint 100 % de la surface de sol, cette eau rejoindra la majorité du volume de sol sous cette surface. Conséquemment, l'identification de la RU du sol et sa gestion sont facilitées. Cependant, certains facteurs peuvent affecter ce volume, comme le

type de culture, la pente, le taux d'infiltration du sol versus le taux d'application, la présence de billons et de pente, pour ne nommer que ceux-ci.

Les mesures effectuées par la sonde TDR permettent aussi d'évaluer la pertinence de la fréquence des épisodes d'irrigation et d'identifier un assèchement graduel du sol en absence ou non de précipitations. Le compteur d'eau, quant à lui, est utile pour évaluer le temps de chargement du système et pour mesurer la durée des apports par l'irrigation. De plus, il permet de confronter le débit d'application pratique à celui théorique et de suspecter une problématique de pression d'opération et d'uniformité. Le débit d'application théorique est calculé selon les chartes fournies par les fabricants selon une pression de travail utilisées par les producteurs. Toutefois, il est possible que la pression réelle au champ puisse différer grandement de celle attendue telle qu'observée lors d'essais d'uniformité de système goutte à goutte par Nadon et coll. (2016). De plus, la durée des épisodes qui est mesurée par le compteur permet de confronter la durée réelle d'un épisode à une durée qui tient compte des caractéristiques mesurées.

Hormis les sites en sols organiques, les sites sont présentés dans un ordre qui ne considère pas nécessairement les groupes discutés précédemment. Pour l'ensemble des sites, les données recueillies sur le terrain sont présentées dans des tableaux et des graphiques. Les valeurs et les données recueillies lors des essais reflètent, autant que nous sachions, l'usage de l'eau aux sites spécifiquement étudiés. Selon les sites et les années, l'acquisition des données n'a pu être possible de manière continue sur l'ensemble de la saison. Des bris techniques, des limites techniques ou un manque de compatibilité entre les équipements utilisés et les systèmes d'irrigation en place sont les principales raisons qui expliquent la non-continuité de l'ensemble des données. L'analyse de certains équipements est spécifique aux conditions d'essai et pourrait ne pas représenter les performances techniques normalement observées. Malgré toute l'attention portée au document, il est possible que certaines erreurs ou omissions puissent être présentes.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Conditions météorologiques

La température et la pluviométrie ont fait l'objet de mesures au cours de la saison de croissance pour l'ensemble des producteurs participants. La pluviométrie a été comptabilisée à l'aide d'un pluviomètre à bascule *Onset* (Hobo RG3-M) et d'un acquisateur d'événements de la même marque (UA-003-64). La température a été enregistrée à l'aide du même acquisateur de données (UA-003-64) inséré dans un écran à radiation solaire (*Onset*, RS1) pour garantir la lecture de la sonde de température avec une précision de 0,53 °C. Le tout a été installé sur un support métallique à environ 1,5 m du sol (Photographie 1).

Caractérisation physique du sol

Texture, matière organique et résidus

De 2013 à 2015, la caractérisation des sites expérimentaux a été effectuée sur l'horizon 0 à 30 cm. Un échantillonnage à l'aide de cylindres de sol a permis de mesurer la texture, la matière organique (MO) ainsi que le contenu en résidus. Le contenu en MO totale a été calculé selon le contenu en carbone total (C_{tot}), déterminé au LECO, avec un facteur de conversion de 1,724. La granulométrie a été déterminée par la méthode de l'hydromètre en six points, suivie d'un tamisage des sables (Gee et Bauder, 1968). La texture du sol a donc été déterminée grâce aux analyses granulométriques effectuées en laboratoire et du diagramme triangulaire des classes de texture de sols (AAC, 2002).

Courbe de désorption

Des échantillons de sols non perturbés ont aussi été prélevés à chacun des sites à deux profondeurs différentes (0-15 cm et 15-30 cm) afin d'établir en laboratoire les courbes de désorption en eau des sols (Topp et coll., 1993). L'information obtenue de ces courbes a permis de caractériser certaines propriétés physiques des sols comme, par exemple, la saturation (0 kPa), la capacité au champ théorique (33 kPa) et le point de flétrissement permanent (1500 kPa). En 2014 et 2015, une courbe de désorption en eau pour les sols organiques ainsi que certains nouveaux sites en sols minéraux a été réalisée à l'aide de tensiomètres (*Hortau*, Tx-80) et d'une balance précise au 0,01 g (*Shimadzu*, Tx4202L). Cette méthode a été développée pour combler les lacunes de la méthode traditionnelle de (Topp et coll., 1993) avec les sols organiques.

Infiltromètre

La conductivité hydraulique saturée (k_s) a été mesurée au cours de la saison de croissance 2013 et 2014 pour l'ensemble des sites à l'aide d'un infiltromètre à charge constante. Les mesures ont eu lieu principalement durant les mois de juillet et d'août. Les valeurs de conductivité ont été calculées selon l'écoulement par charge, gravité et capillarité. Les constantes λ retenues ont été de 487,9 pour les sols grossiers, 849,7 pour les sols sableux et structurés et 1935,9 pour les sols fins non structurés selon la méthode décrite par Banton et al. (1991). Les mesures ont été effectuées à 10 cm de profondeur et à proximité de la zone racinaire dans une zone représentative

de la topographie du champ. De plus, le test s'est réalisé à plusieurs endroits du champ pour s'assurer de la validité des mesures (Photographie 2).

Statut hydrique du sol

Sondes réflectométriques temporelles (TDR)

Le suivi du statut hydrique du sol était assuré par des sondes TDR (de l'anglais *Time Domain Reflectometry*) permettant de suivre l'évolution temporelle de la teneur en eau volumique du sol. Ce système, dont les instruments proviennent de la compagnie *Campbell Scientific*, est principalement constitué de deux sondes CS625 reliées à un acquiiseur de données CR200X. Les mesures ont été enregistrées sur l'acquiiseur à un intervalle de cinq minutes. En 2013-2014, les sondes TDR ont été insérées horizontalement dans le sol à 2 profondeurs (à 15 cm en surface et à 30 ou 40 cm en profondeur) différentes qui reflétaient la strate de sol explorée par le système racinaire des cultures (Photographie 3). En 2015, une sonde a été insérée de manière verticale tandis que l'autre, plus profonde a été installée de manière horizontale. La sonde verticale qui évaluait la teneur en eau moyenne sur l'horizon 0-30 cm avait pour but de mesurer le statut hydrique du sol dans une optique axée principalement sur la régie d'irrigation. De plus, le positionnement de la sonde à la verticale permettait d'éliminer le biais causé par l'assèchement de la butte mesuré par la sonde placée à l'horizontale et perpendiculaire au tube de goutte à goutte. L'assèchement de la butte dans les sections les plus éloignées du système d'irrigation a été mesuré plus particulièrement en 2013-2014, mais cette tendance à l'assèchement a été observée tout au long de la durée du projet. De manière générale, une attention particulière a été portée au positionnement des sondes afin que les mesures expriment bien le statut hydrique du sol auquel les cultures ont été soumises (type de système, culture, sols, etc.). Par exemple, dans les systèmes d'irrigation de goutte à goutte, à certaines occasions, les sondes ont été placées suffisamment éloignées du tube perforé pour ne pas que celui-ci influence trop fortement les mesures. Dans d'autres occasions, la sonde verticale fut placée à portée du système goutte-à-goutte pour ainsi permettre d'évaluer fidèlement la régie d'irrigation tout en tenant compte des limites de portée du système.

Tensiomètres

La tension de l'eau dans le sol (potentiel matriciel) a été mesurée sur certains sites expérimentaux (un site par région) avec des tensiomètres de marque *Hortau* (modèles Tx-3 et Tx-80) (Photographie 4). Deux sondes tensiométriques ont été installées à des profondeurs variant de 10 à 40 cm selon les cultures. Toutes ces données ont été enregistrées en temps réel à l'aide d'un ordinateur et du logiciel *Irrolis-Light* (version 1.9, version 3) de *Hortau*. De plus, en 2014, des tensiomètres de marque *Hortau* (modèles TX-80) ont été utilisés pour mesurer la capacité au champ *in situ*. En 2014 et 2015, les sites en sols organiques ont également été équipés de tensiomètres *Hortau* (modèles TX-80). Ces derniers ont été branchés sur les acquiiseurs de données CR200X.

Suivi de l'irrigation

Compteur d'eau

Le suivi des volumes d'eau utilisés lors des irrigations a été effectué à l'aide de compteurs d'eau (*Seametrics*, Tx-80 ou Tx-81) reliés par fil aux acquiiseurs de données *Campbell Scientific* CR200X. Les lectures des compteurs d'eau ont été enregistrées chaque minute. Selon le type de système d'irrigation, le compteur d'eau était installé à l'aide d'un raccord en laiton en forme de T (Photographie 5) ou d'une bague en acier (Photographie 6) s'adaptant au tuyau d'irrigation pouvant varier de 3,8 à 10,1 cm.

Débit des systèmes goutte à goutte

Au cours de l'été, des tests ont été effectués pour mesurer les débits des tubes perforés utilisés dans les systèmes de micro-irrigation goutte à goutte. Pour ce faire, un récipient en plastique a été enfoui sous le goutteur pour recueillir l'équivalent en eau d'un seul goutteur (Photographie 7) Le volume d'eau recueilli a ensuite été mesuré pour déduire le débit du tube.

Évaluation du statut hydrique du sol en micro-irrigation, technique du cône d'humectation

La méthode du « cône d'humectation » a été utilisée pour estimer le volume de sol à la portée d'un apport en eau par l'irrigation. À partir de ce volume, qui est à la portée d'un goutteur, le volume d'eau que ce cône pourrait contenir est estimé selon le statut hydrique du sol au moment de l'apport (consigne) et la valeur cible suivant l'apport (capacité au champ). Enfin, en intégrant les caractéristiques du système d'irrigation, il devient alors possible d'estimer une durée d'irrigation.

Dans les systèmes culturaux où l'irrigation est apportée via un système par goutte à goutte, une proportion du sol en périphérie de la butte est hors de portée des épisodes d'irrigation. Ainsi ce volume de sol, à moins d'être à la portée des précipitations, s'assèche progressivement (Boivin et Deschênes, 2011; Landry et Boivin, 2014). Cette problématique limite le volume d'eau pouvant être emmagasiné dans le sol et disponible pour la culture et devrait encadrer, d'une certaine façon, la gestion des apports en eau. À moins d'utiliser un arsenal de sondes mesurant les variations du statut hydrique du sol en périphérie de la butte, il est difficile de quantifier avec exactitude la zone de sol gérable.

Les dimensions du cône d'humectation sous le goutteur, dans le cadre de ce projet, ont été estimées à l'aide de la profondeur d'enracinement (hauteur du cône) et des résultats des projets précédemment cités (diamètre du cône). Le diamètre du cône a été ajusté en tenant compte de la texture du sol et de la proportion de détritrus. Dans le cadre de la présente étude, la profondeur d'enracinement utilisée à des fins d'analyses a été celle du stade « plein développement » de la culture. Le type de culture et les variations de teneur en eau volumique mesurées par la sonde TDR, installée à 30 ou 40 cm de profondeur dans le sol, suite à un épisode d'irrigation ont été également considérés. Une valeur élevée de densité apparente du sol et l'absence de réponse de la sonde TDR la plus profonde lors d'un épisode d'irrigation renseignent sur la probabilité importante que le système racinaire de la culture n'ait pu « traverser » cette zone de sol. Par

exemple, au Tableau 2, un enracinement de 40 cm renvoi un diamètre du cône d'humectation à sa base de 40 cm, générant un volume de sol à la portée d'un goutteur estimé à 16 588 cm³.

Tableau 2. Volume du cône d'humectation (cm³), à la portée d'un goutteur, selon la profondeur d'enracinement et le diamètre du cône (cm) à sa base (profondeur maximale des racines)

Profondeur enracinement (cm)							
Début saison	15	875					
	20	1166	2073				
Mi-saison	25	1458	2592	4050			
	30	1749	3110	4860	6998		
Plein développement	35	2041	3629	5670	8164	11 112	
	40	2333	4147	6480	9331	12 700	16 588
		15	20	25	30	35	40
		Diamètre du cône d'humectation (cm)					

À l'aide du Tableau 3, avec un volume de 16 000 cm³, pour une teneur en eau au moment de déclencher l'irrigation de 0,20 cm³eau/cm³sol (consigne) et une valeur cible de 0,29 (valeur à la CC), cela donne une capacité de rétention en eau de 1440 cm³ (4640 - 3200). Cette approche a ses limites et considère, entre autres, que le cône d'humectation est uniformément humecté.

Maintenant, avec le Tableau 4, il est possible d'estimer la durée d'un apport en eau de 1440 cm³. Ainsi, pour un système qui applique 0,20 gph/goutteur ou 12,6 cm³/min/goutteur, environ 120 minutes seraient nécessaires.

Tableau 3. Estimation du volume d'eau ciblé (cm³) pour un apport lors d'un épisode d'irrigation pour un goutteur selon le volume du cône d'humectation (cm³) et le statut hydrique du sol (cm³eau/cm³sol).

		750	1250	1750	2250	2750	3250	3750	4250	4750	5250	5750	6250	6750	8000	10000	12000	16000
Teneur en eau du sol (cm³ d'eau/cm³ sol)	0,15	113	188	263	338	413	488	563	638	713	788	863	938	1013	1200	1500	1800	2400
	0,16	120	200	280	360	440	520	600	680	760	840	920	1000	1080	1280	1600	1920	2560
	0,17	128	213	298	383	468	553	638	723	808	893	978	1063	1148	1360	1700	2040	2720
	0,18	135	225	315	405	495	585	675	765	855	945	1035	1125	1215	1440	1800	2160	2880
	0,19	143	238	333	428	523	618	713	808	903	998	1093	1188	1283	1520	1900	2280	3040
	0,20	150	250	350	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1250	1350	1600	2000	2400	3200
	0,21	158	263	368	473	578	683	788	893	998	1103	1208	1313	1418	1680	2100	2520	3360
	0,22	165	275	385	495	605	715	825	935	1045	1155	1265	1375	1485	1760	2200	2640	3520
	0,23	173	288	403	518	633	748	863	978	1093	1208	1323	1438	1553	1840	2300	2760	3680
	0,24	180	300	420	540	660	780	900	1020	1140	1260	1380	1500	1620	1920	2400	2880	3840
	0,25	188	313	438	563	688	813	938	1063	1188	1313	1438	1563	1688	2000	2500	3000	4000
	0,26	195	325	455	585	715	845	975	1105	1235	1365	1495	1625	1755	2080	2600	3120	4160
	0,27	203	338	473	608	743	878	1013	1148	1283	1418	1553	1688	1823	2160	2700	3240	4320
	0,28	210	350	490	630	770	910	1050	1190	1330	1470	1610	1750	1890	2240	2800	3360	4480
	0,29	218	363	508	653	798	943	1088	1233	1378	1523	1668	1813	1958	2320	2900	3480	4640
	0,30	225	375	525	675	825	975	1125	1275	1425	1575	1725	1875	2025	2400	3000	3600	4800
	0,31	233	388	543	698	853	1008	1163	1318	1473	1628	1783	1938	2093	2480	3100	3720	4960
	0,32	240	400	560	720	880	1040	1200	1360	1520	1680	1840	2000	2160	2560	3200	3840	5120
	0,33	248	413	578	743	908	1073	1238	1403	1568	1733	1898	2063	2228	2640	3300	3960	5280
0,34	255	425	595	765	935	1105	1275	1445	1615	1785	1955	2125	2295	2720	3400	4080	5440	
0,35	263	438	613	788	963	1138	1313	1488	1663	1838	2013	2188	2363	2800	3500	4200	5600	
0,36	270	450	630	810	990	1170	1350	1530	1710	1890	2070	2250	2430	2880	3600	4320	5760	
0,37	278	463	648	833	1018	1203	1388	1573	1758	1943	2128	2313	2498	2960	3700	4440	5920	
0,38	285	475	665	855	1045	1235	1425	1615	1805	1995	2185	2375	2565	3040	3800	4560	6080	
		750	1250	1750	2250	2750	3250	3750	4250	4750	5250	5750	6250	6750	8000	10000	12000	16000
		Volume du cône d'humectation (cm³)																

Tableau 4. Estimation de la durée (minute) d'un apport en eau par l'irrigation selon le volume d'eau ciblé / goutteur.

Volume d'eau / goutteur											
Gal / h	cm³ / h	cm³ / min									
0,13	492	8,2	30	61	91	122	152	183	244	366	488
0,17	644	10,7	23	47	70	93	117	140	186	280	373
0,20	757	12,6	20	40	59	79	99	119	159	238	317
0,24	908	15,1	17	33	50	66	83	99	132	198	264
0,27	1022	17,0	15	29	44	59	73	88	117	176	235
0,31	1173	19,6	13	26	38	51	64	77	102	153	205
0,34	1287	21,5	12	23	35	47	58	70	93	140	186
0,38	1438	24,0	10	21	31	42	52	63	83	125	167
			250	500	750	1000	1250	1500	2000	3000	4000
			Volume d'eau ciblé pour un apport / goutteur (cm³)								

Calibration des sondes TDR et Compteurs d'eau

TDR

Les sondes réflectométriques temporelles mesurent la teneur en eau volumique d'un sol de manière indirecte. En fait, ces dernières mesurent la constante diélectrique fortement corrélée avec la teneur en eau volumique d'un sol. La technique utilisée par les sondes réflectométriques temporelles dépend de la vitesse à laquelle une onde électromagnétique se propage à travers un conducteur métallique enfoui dans le sol. L'acquisiteur de données mesure ainsi le temps (fréquence) nécessaire à l'onde pour parcourir la longueur du conducteur¹. La fréquence obtenue est ensuite convertie en teneur en eau volumique du sol par des équations empiriques. Les valeurs obtenues avec ces dernières fournissent une approximation de la valeur réelle, mais celle-ci peut varier selon l'équipement et le sol. C'est pourquoi une calibration des sondes a été réalisée pour chaque site. La calibration consiste à faire varier la teneur en eau du sol en y injectant un volume d'eau connu (Photographie 8). Par la suite, la teneur en eau est déterminée par méthode gravimétrique (chaque échantillon est pesé et séché pendant 48 heures à 105 °C). Ces valeurs sont transformées et comparées aux valeurs issues de la sonde non calibrée. Finalement, une formule est dérivée de cette comparaison et permet de corriger les valeurs mesurées au cours de l'été. Également, une calibration des compteurs d'eau a été effectuée au cours de l'été 2013. La calibration des compteurs d'eau est présentée à Annexe 1.

Compteur d'eau

Les volumes d'eau mesurés par les compteurs d'eau (*Seametrics*, Tx-80 ou Tx-81) ont été comparés entre eux selon le type de raccord utilisé. Ainsi, un raccord de 5,1 cm et 7,6 cm ont été comparés pour évaluer la précision des équipements. De plus, un troisième compteur d'eau (*Lecompte*, LR-f) a été installé en série pour comparer les valeurs obtenues entre elles. De plus, les débits ont aussi été mesurés à l'aide de chaudières et d'un pluviomètre (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, Photographie 9).

Récolte

Seules les productions qui n'ont qu'une seule récolte par saison ont été récoltées. La récolte a consisté à prélever l'ensemble des parties aériennes des plants. Ainsi, les productions récoltées en fin de saison 2013 ont été notamment : la carotte, le céleri, le chou, le chou-fleur, la laitue et l'oignon. Selon le type de culture, les récoltes ont été prélevées de manière linéaire ou selon un nombre déterminé de plants. Les récoltes ont ensuite été séchées à 105 °C pendant 24 à 48 heures pour déterminer la masse sèche des produits récoltés. La masse sèche des récoltes fournira un indicateur de rendement fiable qui permettra de comparer les saisons entre elles. De plus, un rendement potentiel à l'hectare a été déterminé pour apprécier le rendement frais de la culture.

¹ En réalité, l'onde parcourt 2 fois la longueur du conducteur.

Présentation des résultats

Afin de faciliter l'interprétation des résultats présentés dans chacune des fiches synthèses suivantes, un exemple théorique de gestion de l'irrigation est présenté en considérant une efficacité de 100 % pour cette dernière. La courbe de désorption fournit de précieuses informations quant aux moments pour déclencher et cesser l'irrigation en fonction de l'état hydrique du sol. Deux méthodes sont présentées, soit la CC-1500 et la CC-Plateau. Les valeurs présentées avec la méthode CC-Plateau sont à privilégier selon nous, car cette dernière est conçue afin de pallier aux limites de la méthode CC-1500 dans la détermination de la RU. Pour une réserve en eau RFU plateau caractérisé par un intervalle de potentiel matriciel de 5-25 kPa, les valeurs de tension pour le démarrage et l'arrêt de l'irrigation seront 5 et 25 kPa respectivement. Ces valeurs de tension correspondent donc aux limites inférieure et supérieure de la réserve en eau facilement utilisable. L'équivalent hauteur d'eau (mm) indique les volumes d'eau à appliquer afin de recharger la RFU qui serait épuisée. La méthode de gestion de l'irrigation considère la profondeur d'enracinement de la culture. Ainsi, les valeurs indiquées sont présentées selon des profondeurs d'enracinement de 15 (0-15) ou de 30 (0-30) cm. Donc, pour recharger une RFU complètement épuisée (tension de 25 kPa), un apport d'eau d'irrigation de 14 ou de 21 mm devra être effectué pour un enracinement de 15 ou 30 cm respectivement. Théoriquement, et en considérant une efficacité d'application de l'eau d'irrigation de 100 %, la tension mesurée suite à cet épisode d'irrigation sera de 5 kPa. Le responsable de la gestion de l'irrigation doit donc être en mesure de connaître les taux d'application en eau de son matériel le plus précisément possible afin d'évaluer les méthodes introduites dans ce document.

RÉSULTATS

Le Tableau 5, Tableau 6 et Tableau 7 résumant les résultats des 25 fiches synthèses sur des aspects essentiels de l'irrigation. Les résultats sont par la suite classés selon le numéro de site (1 à 25) (section 1-1 et suivantes). Pour consulter une fiche synthèse selon les caractéristiques propres aux sites (culture, sols système d'irrigation, région), veuillez consulter la Figure 1 et la Figure 2.

Tableau 5. Tableau synthèse des résultats 2013.

Site	Irrigation			Risque de stress hydrique	Tendance saisonnière à l'assèchement (paillis plastique)	Autonomie du sol en fonction du système cultural (jours)
	Déclenchement	Durée	Fréquence			
1				Faible	Oui	≥ 10
2				Faible	Oui	≥ 5
3	Voir limites du rapport			Faible	Oui	≥ 5
4				Faible	Oui	≥ 10
5				Faible	Oui	≥ 5
6				Faible	Oui	≥ 5
7	nd	nd	nd	nd	Oui	≤ 2
8	nd	Excessive	nd	nd	nd	≤ 2
9	-	-	-	-	Oui	-
10	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen à Élevé	Non	≤ 2
11	nd	Excessive	nd	nd	Oui	≤ 2
12	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 1
13	-	Excessive	-	-	-	≤ 2
14	-	-	-	-	-	≤ 2
15	Tardif	Excessive	Insuffisante	Faible à Moyen	Oui	≤ 2
16	-	-	-	Faible	-	Minimum 5
17	-	-	-	Moyen	-	Minimum 5
18	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
19	Adéquat	Excessive	Adéquate	Faible	Non	≤ 2
20	Tardif	-	Insuffisante	-	Non	≤ 2
21	-	-	-	Moyen	-	-
22	-	-	-	-	-	≤ 2
23	Tardif	Adéquate	Insuffisante	Moyen	-	3-4
24	Tardif	Adéquate	Insuffisante	Faible à Moyen	-	2-3
25	-	Excessive	-	-	-	≤ 2

Tableau 6. Tableau synthèse des résultats 2014.

Site	Irrigation			Risque de stress hydrique	Tendance saisonnière à l'assèchement (paillis plastique)	Autonomie du sol en fonction du système cultural (jours)
	Déclenchement	Durée	Fréquence			
1				Faible	Oui	≥ 10
2				Faible	Oui	≥ 5
3	Voir limites du rapport			Faible	Oui	≥ 5
4				Faible	Oui	≥ 10
5				Faible	Oui	≥ 5
6				Faible	Oui	≥ 5
7	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
8	Tardif	Adéquate	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
9	Tardif	-	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
10	Tardif	Excessive	Insuffisante	Faible	Oui	≤ 2
11	Adéquat	Excessive	Adéquate	Faible	Non	
12	Tardif	Adéquate	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
13	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
14	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
15	Adéquat	Excessive	Adéquate	Faible	Non	≤ 2
16	-	-	-	-	-	-
17	Tardif	-	Insuffisante	Moyen	Non	≤ 2
18	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen	Non	≤ 2
19	Adéquat	Excessive	Adéquate	Faible	Non	≤ 2
20	Adéquat	Adéquate	Adéquate	Faible	Oui	≤ 2
21	-	-	-	-	-	-
22	Adéquat	Excessive	Insuffisante	Faible	Non	≤ 2
23	Tardif	Adéquate à Excessive	Insuffisante	Moyen	Non	2-3
24	Adéquat	Insuffisante	Adéquate	Faible	Non	4-5
25	Prématuré et Adéquat	Excessive	Adéquate et Excessive	Faible	Non	≤ 2

Tableau 7. Tableau synthèse des résultats 2015.

Site	Irrigation			Risque de stress hydrique	Tendance saisonnière à l'assèchement (paillis plastique)	Autonomie du sol en fonction du système cultural (jours)
	Déclenchement	Durée	Fréquence			
1				Faible à Modéré	-	≥ 10
2				Faible à Modéré	-	≥ 5
3				Faible à Modéré	-	≥ 5
4				Faible à Modéré	-	≥ 10
5				Faible à Modéré	-	≥ 5
6				Faible à Modéré	-	≥ 5
7	Adéquat	Excessive	Adéquate	Faible	Non	≤ 2
8	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
9	-	-	-	-	-	-
10	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
11	-	-	-	-	-	-
12	Adéquat	Adéquate	Adéquat	Faible	Oui	≤ 2
13	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
14	Tardif	Excessive	Insuffisante	Élevé	Non	≤ 2
15	Tardif	Excessive	Insuffisante	Faible à Moyen	Oui	≤ 2
16	-	-	Insuffisante	Moyen à Élevé	-	Minimum 5
17	-	-	Insuffisante	Moyen	-	≤ 4
18	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen à Élevé	Oui	≤ 2
19	Adéquat	Excessive	Adéquate	Faible	Non	≤ 2
20	-	Adéquate	-	-	Oui	≤ 2
21	-	Excessive	-	-	-	-
22	Tardif	Excessive	Insuffisante	Moyen	Oui	≤ 2
23	Tardif	Adéquate	Insuffisante	Faible à Moyen	-	2-3
24	Tardif	Insuffisante	Insuffisante	Faible	-	4-5
25	Adéquat	Excessive	Adéquate	Faible	Non	≤ 2

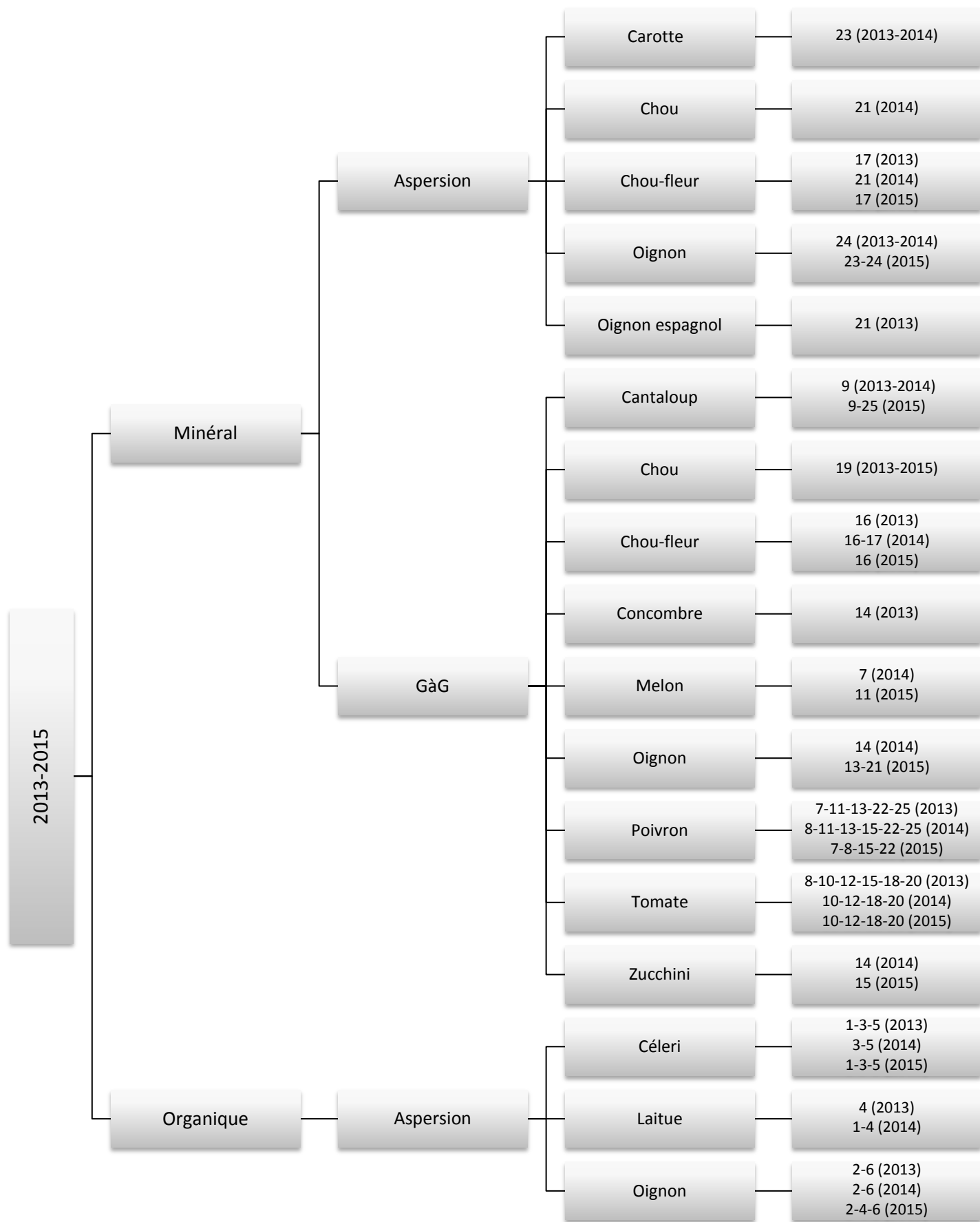


Figure 1. Arbre organisationnel de la présentation des fiches synthèses 2013-2015 (sol, irrigation, culture).

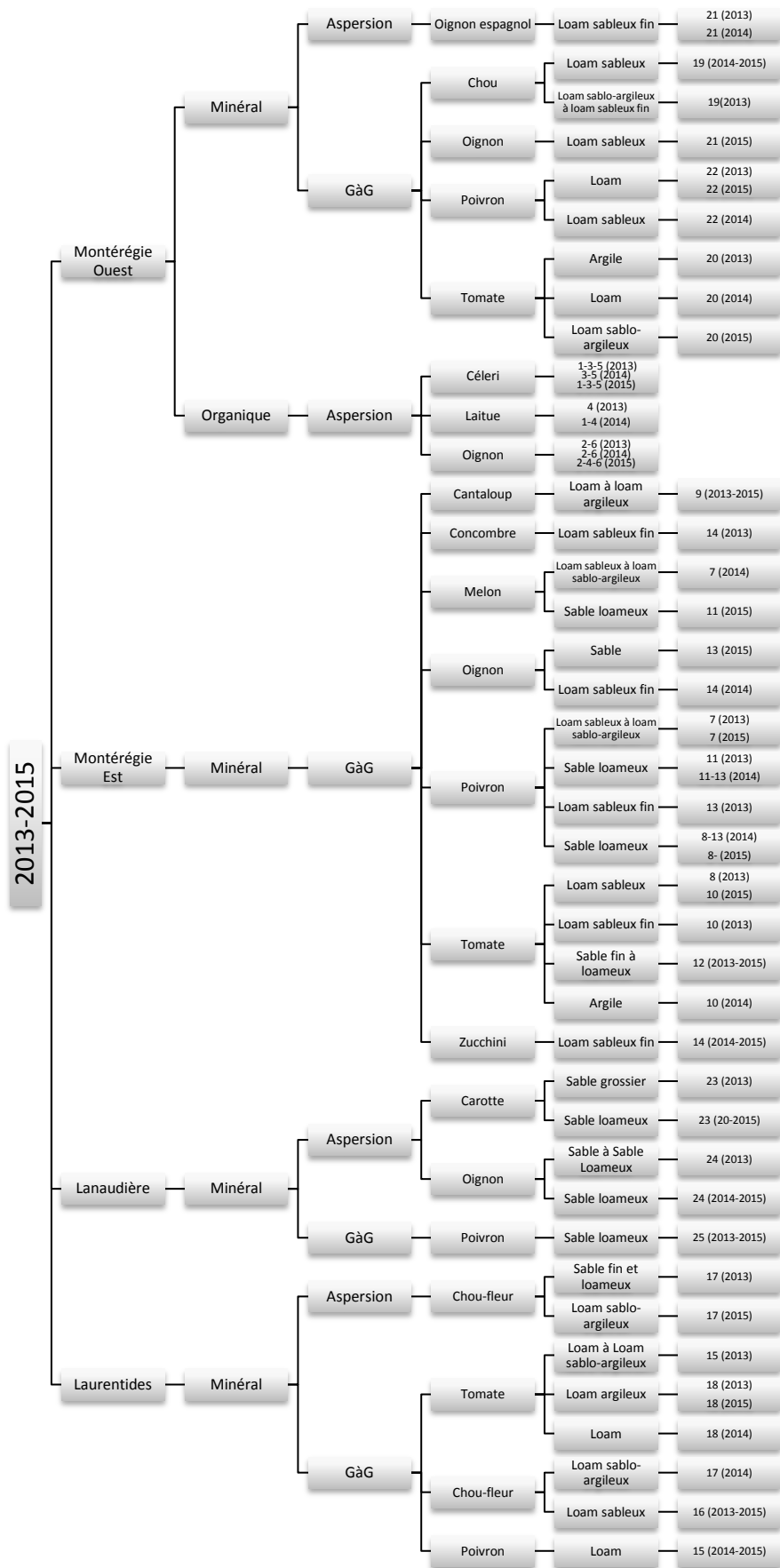


Figure 2. Arbre organisationnel de la présentation des fiches synthèses 2013-2015 (région, sol, irrigation, culture, texture).

1 Site 1

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Ouest		
Culture	Céleri	Laitue pommée semée/laitue romaine plantée	Céleri
Rotation	nd		
Type de sol	Organique		
Type de système d'irrigation	Aspersion		

Culture

Date approximative plantation/semis	10 juin	16 juin/30 juillet	11 juin
Date ou fin approximative récolte	15 septembre	11 août/4 septembre	9 septembre
Durée croissance (nb jours)	97	57/37	91
TDR fonctionnel (nb jours)	61	81	84

Type de sol

Texture	Sol organique
Série de sol	St-Isidore
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	0,3
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	0,3
Matière organique (%)	62,7-68
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0,19-1,63
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	2,9

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel et rivière
Type	Gicleur Rain-Bird 46H, buse 5/32"
Débit gicleur théorique (lpm)	19,7 @ 50 psi
Débit gicleur pratique (lpm)	[6,9 - 11,5]
Espacement entre les gicleurs (m)	10
Espacement entre 2 lignes (m)	20
Linéaire mesuré (m)	860
Superficie considérée (ha)	0,86

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013-2014	Saturation	0	0,879	0,897
	CC <i>in situ</i>	5*	0,705	0,705
	Plateau	17,5	nd	0,573
	CC théorique	33	0,585	0,559
	Point de flétrissement permanent	1500	0,315	0,315
2014	Saturation			
	CC <i>in situ</i>			
	Plateau		nd	
	CC théorique			
	Point de flétrissement permanent			
2015	Saturation	0	-	0,771
	CC <i>in situ</i>	5*	-	0,684
	Plateau	-	-	-
	CC théorique	33	-	0,558

*Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	58	58	116
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	29	29	58
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[5, 17,5]	20	20	40
	Consigne	Plateau	17,5	-	-	-
2014	100 % RU					
	50 % RU					
	RFU		nd			
	Consigne					
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -32	[5, 32]	-	18,9	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Volume		
				(m ³)	(m ³ /ha)	(mm)
2013	25 juillet	Avec	234	175,2	203,7	20,4
	Moyenne		-	-	-	-
	Total colligé		234	175,2	203,7	20,4
2014	30 juillet	Avec	105	102,5	119,2	12,0
	Moyenne		-	-	-	-
	Total colligé		105	102,5	119,2	12,0
2015	11 juin	Avec	74	43,5	50,5	5,1
	Moyenne		-	-	-	-
	Total colligé		74	43,5	50,5	5,1

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	nd	359 (26 mai-2 sept)	326
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	92/94	91/91
Irrigué (mm)	20,4	12	5,1
Jours mesurés / jours durée de croissance	61/97	66/94	84/91
Total (mm)	nd	371	331,1

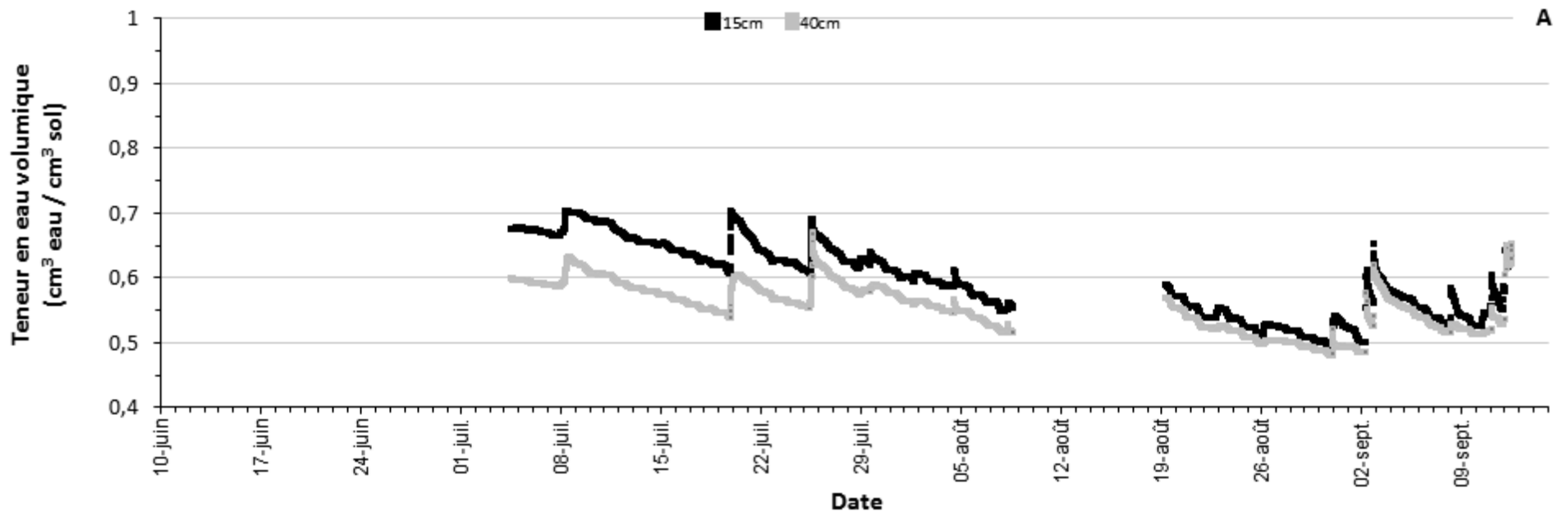


Figure 3. Teneur en eau volumique (A), site 1, saison 2013.

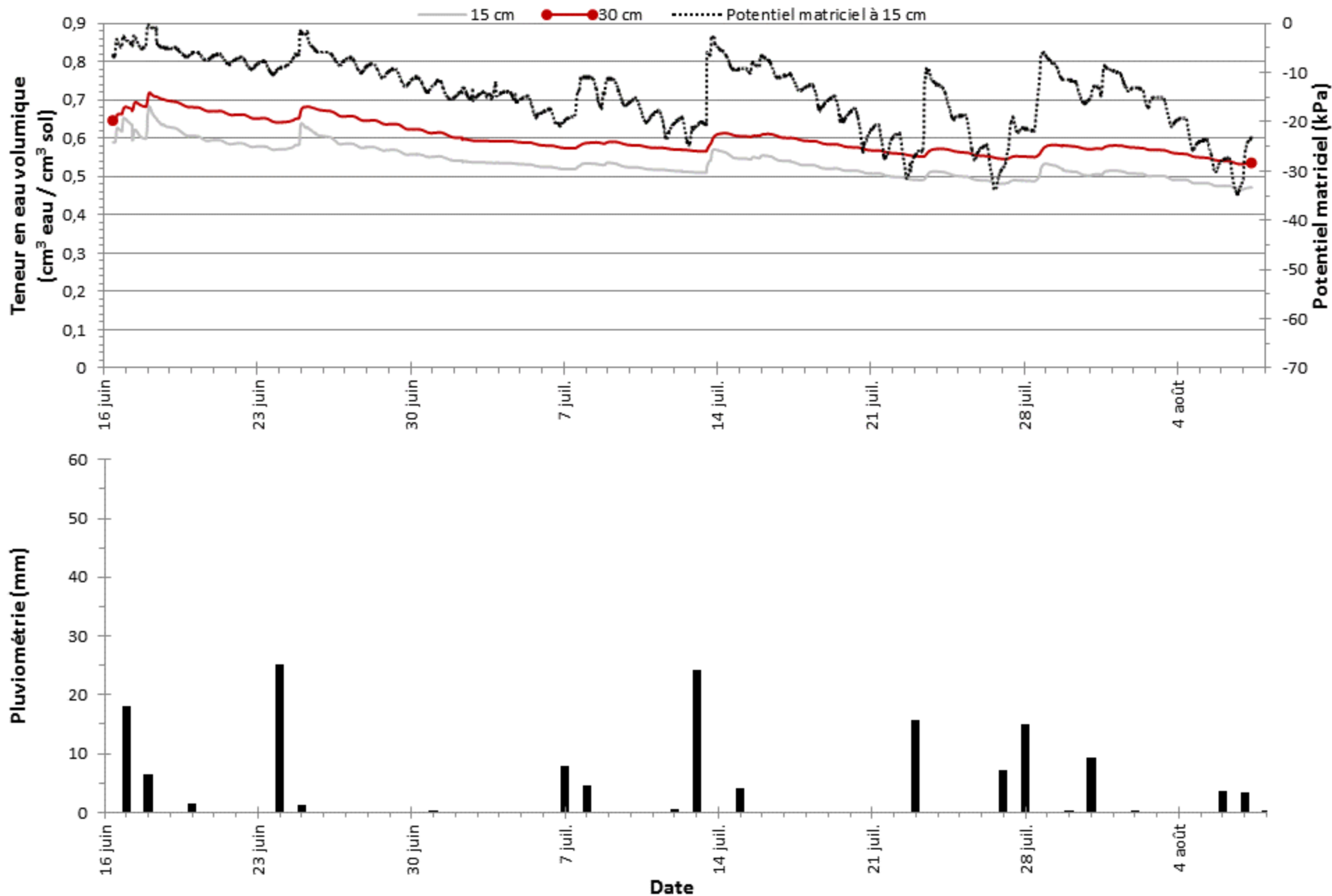


Figure 4. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel et précipitations au champ 1, site 1, saison 2014.

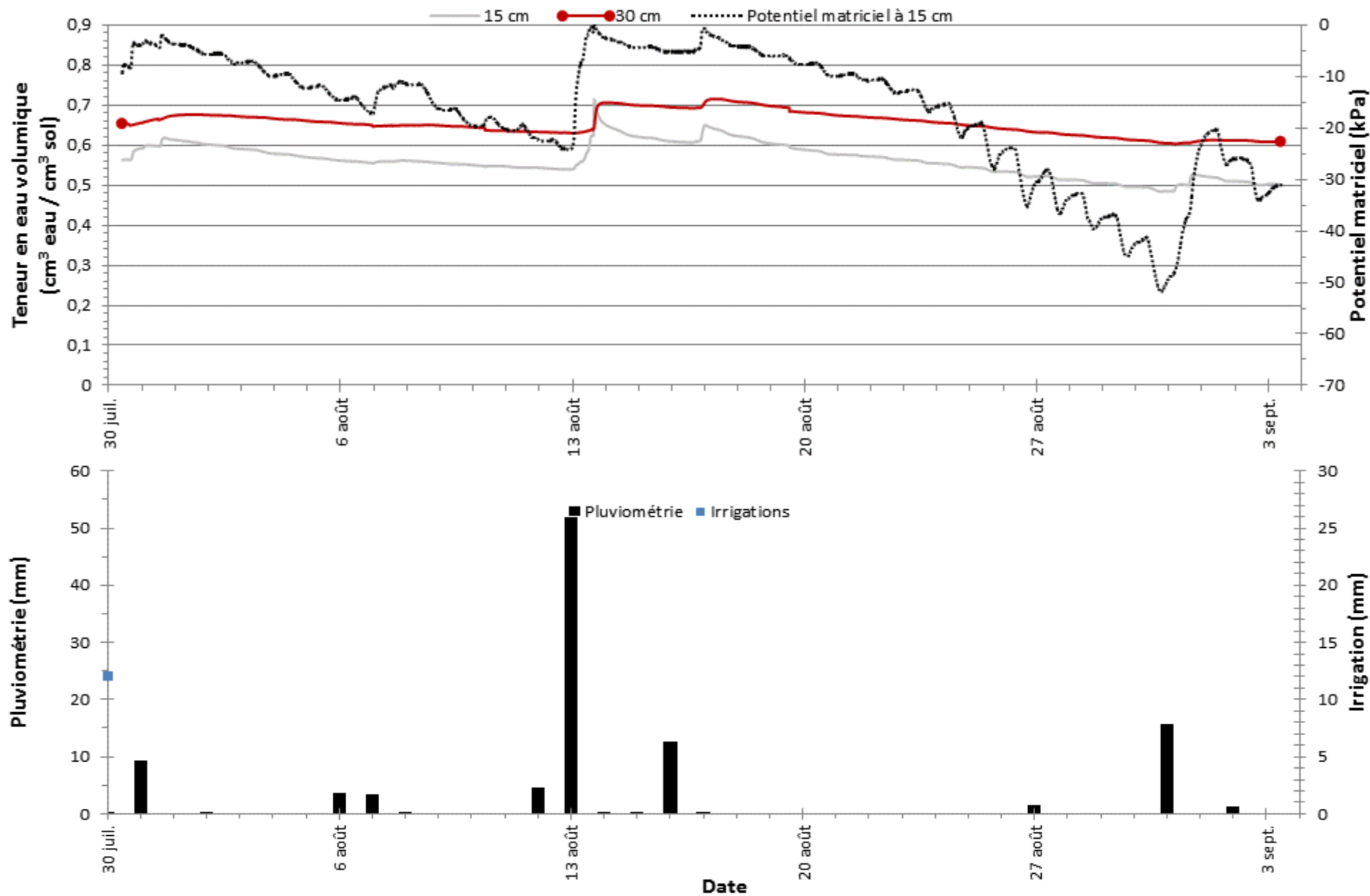


Figure 5. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel et précipitations au champ 2 site 1, saison 2014.

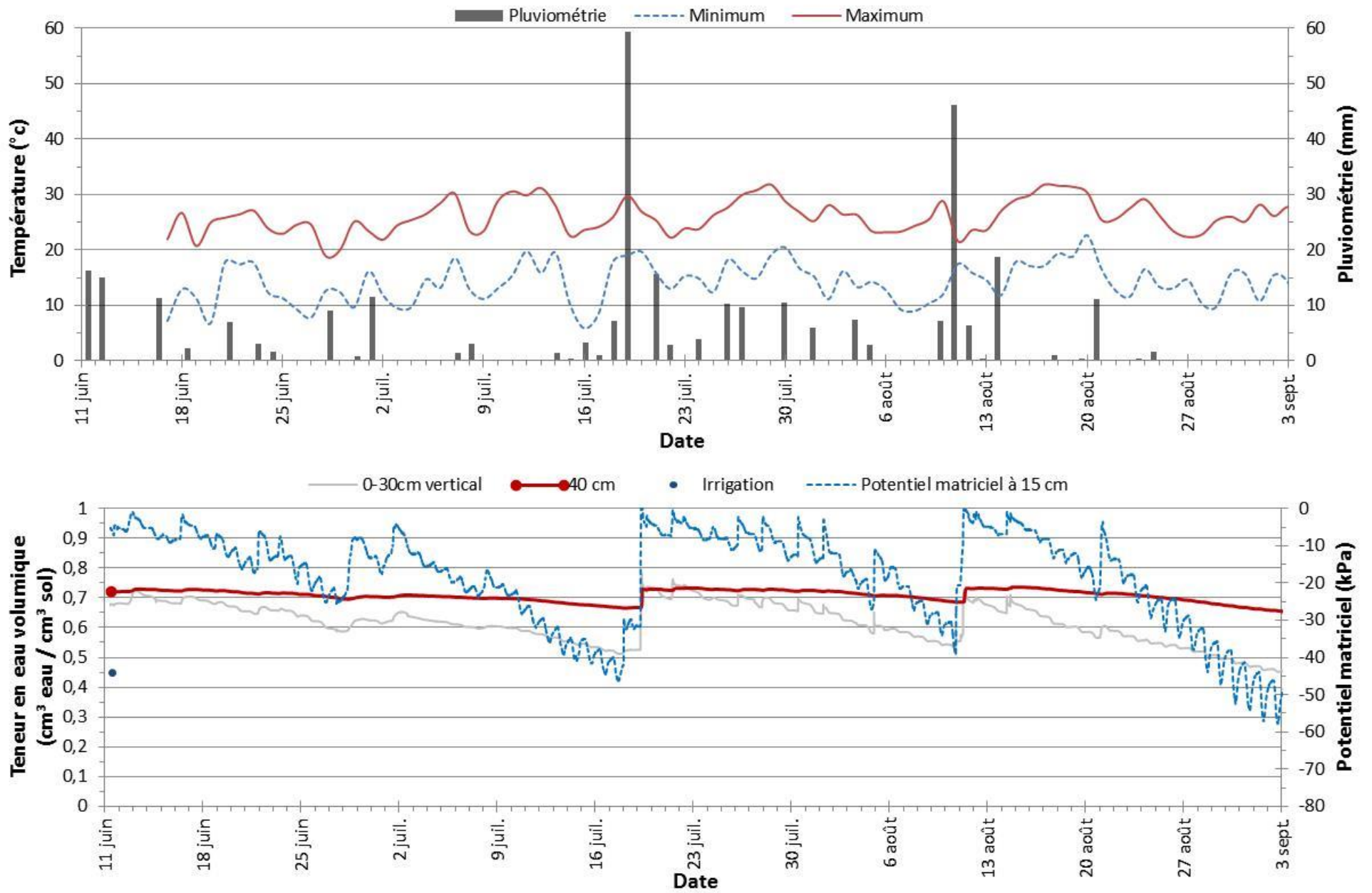


Figure 6. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et température de l'air, site 1, saison 2015.

2 Site 2

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Ouest		
Culture	Oignon		
Rotation	Carotte, oignon, radis, oignon		
Type de sol	Organique		
Type de système d'irrigation	Aspersion		

Culture

Date approximative plantation/semis	2 mai	12 mai	14 mai
Date ou fin approximative récolte	11 septembre		9 septembre
Durée croissance (nb jours)	132	123	119
TDR fonctionnel (nb jours)	92	85	85

Type de sol

Texture	Sol organique		
	Nobel et St-Isidore	Verchères et Ste-Thérèse	Nobel et St-Isidore
Série de sol			
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	0,26	0,31	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	0,25	-	0,35
Matière organique (%)	77,3	-	80,5
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	1,62	-	6,3
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	2,2	1,7	nd

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel
Type	Canon
Débit canon (lpm)	1287
Portée du canon (m)	65,8
Vitesse d'avancement (cm/min)	68,6

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,858	0,853
	Point de flétrissement permanent	1500	0,336	0,336
2014	Saturation	0	0,920	-
	CC <i>in situ</i>	3-4	0,758	-
	Plateau	-	-	-
	CC théorique	33	0,519	-
	Point de flétrissement permanent	-	-	-
2015	Saturation	0		0,81
	CC <i>in situ</i>	3-4		0,65
	Plateau	-	-	-
	CC théorique	33	-	0,53
	Point de flétrissement permanent	-	-	-

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	46	46	91
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	23	23	46
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 17,5]	21	21	42
	Consigne	Plateau	17,5	-	-	-
2014	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -50	[3-4, 50]	50	-	-
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -60	[3-4, 60]	-	25,5	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Volume*		
				(m ³)	(m ³ /ha)	(mm)
2013	27 juillet	Sans	nd	nd	284	28,4
	6 août	Sans	nd	nd	318	31,8
	21 août	Sans	nd	nd	349	34,9
	Moyenne		nd	nd	317	31,7
	Total colligé		nd	nd	951,2	95,1
2014	24 juillet	Sans	nd	nd	152,4	15,2
	23 août	Sans	nd	nd	152,4	15,2
	Moyenne		nd	nd	152,4	15,2
	Total colligé		nd	nd	304,8	30,5
2015	24 août	Sans	nd	nd	285,1	28,5
	Moyenne		nd	nd	-	-
	Total colligé		nd	nd	285,1	28,5

* selon la charte du fabricant du canon

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	285	322	395*
Jours mesurés / jours durée de croissance	102/132	109/123	118/123
Irrigué (mm)	95	30	28,5
Jours mesurés / jours durée de croissance	132/132	123/123	123/123
Total (mm)	381	352	423,5

* Pluviométrie site 5, 2015.

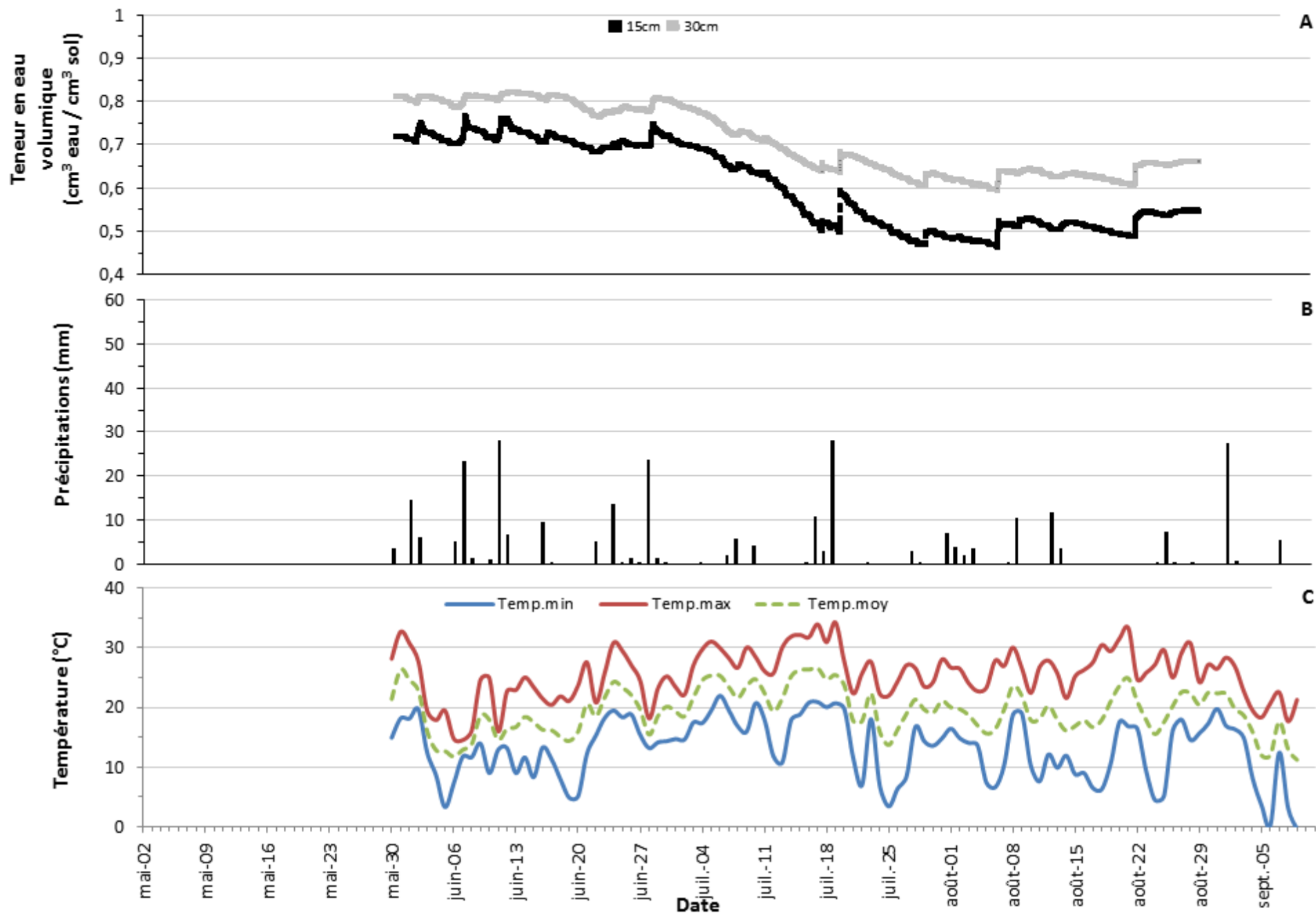


Figure 7. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 2, saison 2013.

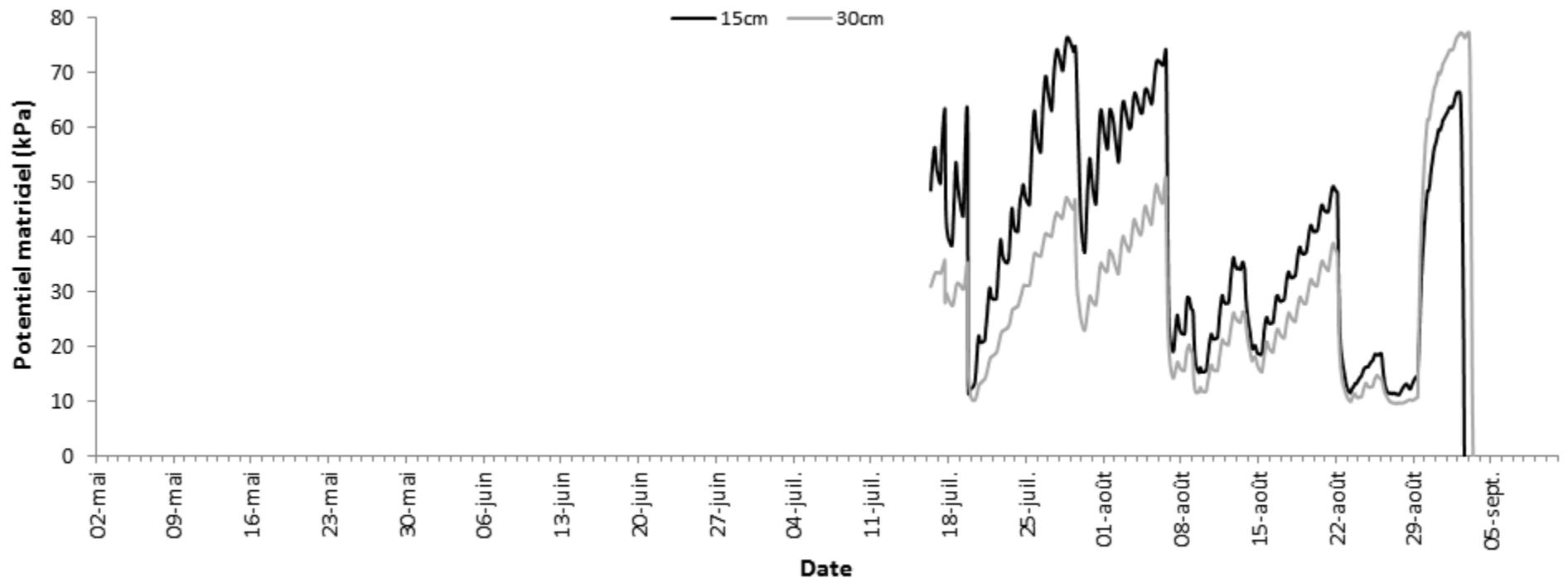


Figure 8. Suivi tensiométrique, site 2, saison 2013.

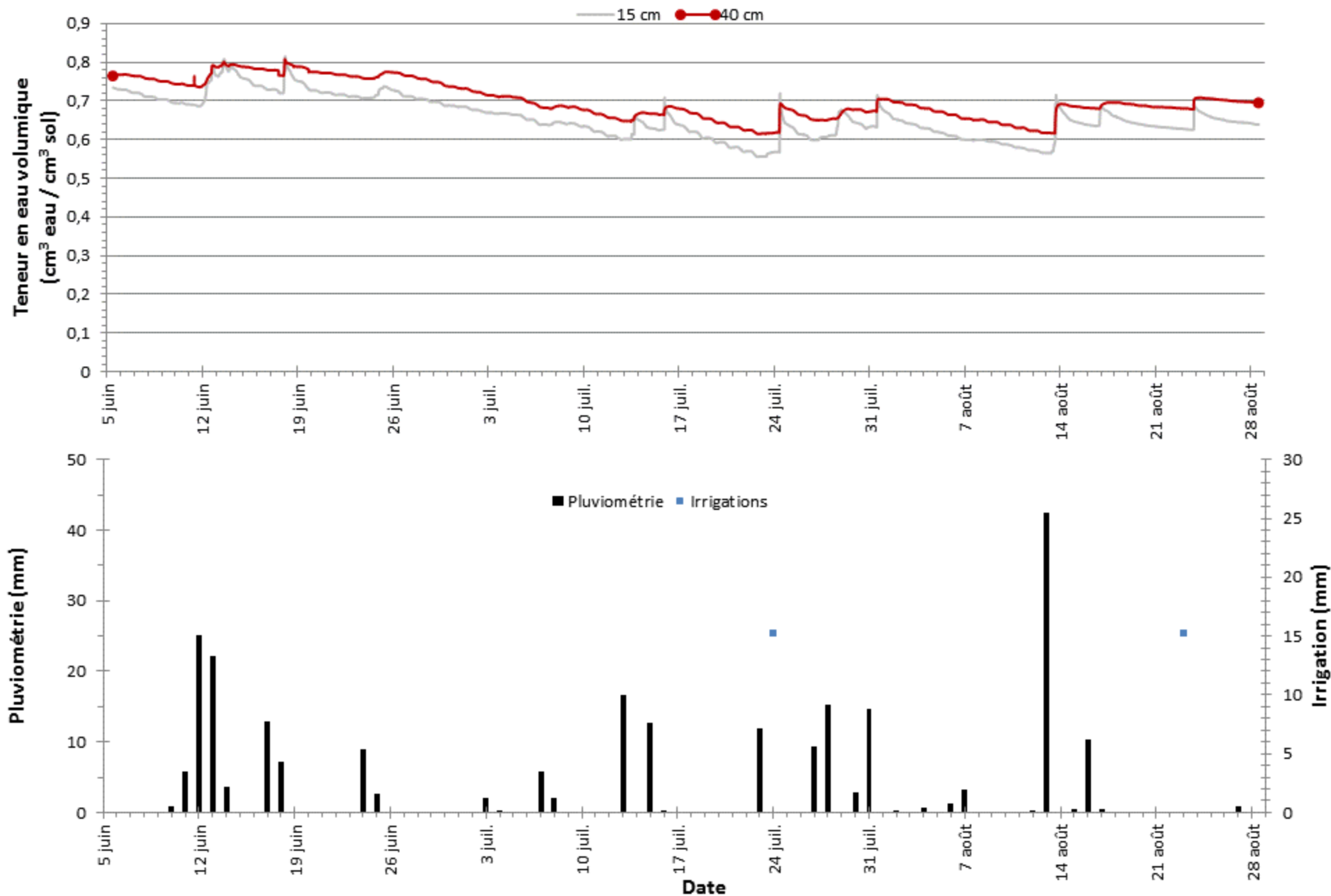


Figure 9. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 2, saison 2014.

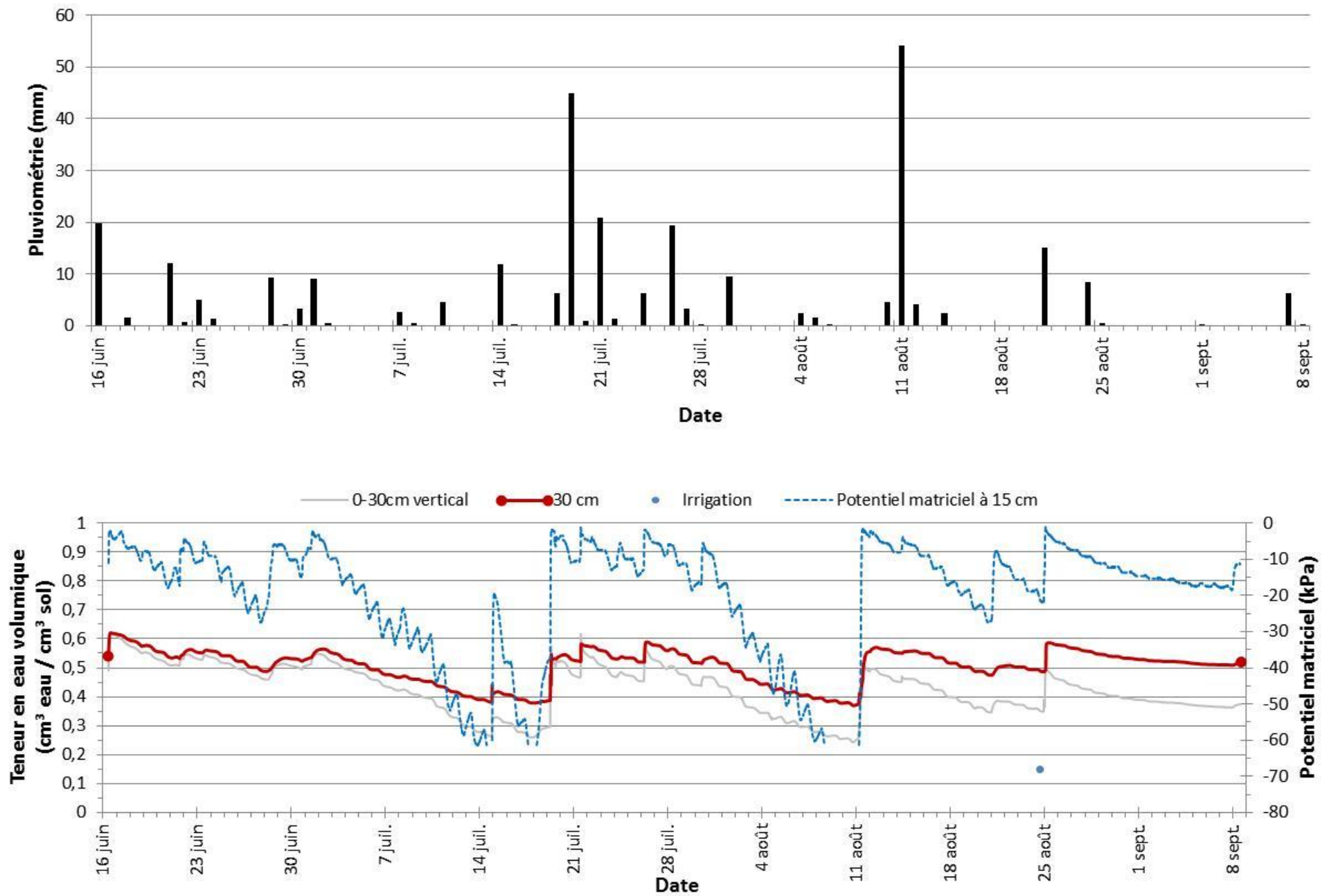


Figure 10. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 2, saison 2015.

3 Site 3

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Ouest		
Culture	Céleri		Laitue pommée
Rotation	Laitue pommée (2012)-Céleri (2013)-Céleri (2014)- Laitue pommée (2015)		
Type de sol	Organique		
Type de système d'irrigation	Aspersion		

Culture

Date approximative plantation/semis	5 juillet	17 juin	1 ^{er} juillet
Date ou fin approximative récolte	7 octobre	29 août	28 août
Durée croissance (nb jours)	94	74	59
TDR fonctionnel (nb jours)	51	74	57

Type de sol

Texture	Sol organique		
Série de sol	St-Dominique		
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	0,27		-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	0,27		0,25
Matière organique (%)	76		80,5
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	1,07		5,8
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	0,4		

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel		
Type	Gicleur Rain-Bird 46H, buse 11/64"		
Débit gicleur théorique (lpm)	24,2 @ 50 psi		
Débit gicleur pratique (lpm)	24,4		
Espacement entre les gicleurs (m)	9		
Espacement entre 2 lignes (m)	9		
Linéaire mesuré (m)	920		nd
Superficie considérée (ha)	0,828		nd

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,921	0,91
	CC <i>in situ</i>	5*	0,729	0,729
	Plateau	17,5	nd	0,559
	CC théorique	33	0,564	0,564
	Point de flétrissement permanent	1500	0,391	0,391
2014	Saturation			
	CC <i>in situ</i>			
	Plateau		nd	
	CC théorique			
	Point de flétrissement permanent			
2015	Saturation	0	-	0,87
	CC <i>in situ</i>	5	-	0,67
	Plateau	-	-	-
	CC théorique	33	-	0,48**
	Point de flétrissement permanent	1500	-	-

* Estimée à 15 cm de profondeur

** Valeur moyenne

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	51	51	101
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	25	25	51
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[5, 17,5]	27	27	54
2014	100 % RU					
	50 % RU		nd			
	RFU					
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -60	[5, 60]	-	36	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Volume		
				(m ³)	(m ³ /ha)	(mm)
2013	15 juillet	Avec	157	373,3	450,8	45,1
	16 juillet	Avec	120	295,4	356,7	35,7
	18 juillet	Avec	109	285,5	344,9	34,5
	20 juillet	Avec	22	55,3	66,8	6,7
		Moyenne	102	252,4	304,8	30,5
	Total colligé	408	1009,5	1219,2	121,9	
2014	20 juin	Avec	136	170,0	205,3	20,5
	19 juillet	Avec	186	nd	nd	nd
	23 août	Avec	185	229,3	276,9	27,7
	28 août	Avec	217	275,4	332,6	33,2
		Moyenne	181	224,9	271,6	27,1
	Total colligé	724	674,7	814,8	81,4	
2015				nd		

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	320,4	236	162
Jours mesurés / jours durée de croissance	94/94	74/74	41/59
Irrigué (mm)	121,9	134,8	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	51/94	74/74	nd
Total (mm)	442,3	370,8	nd

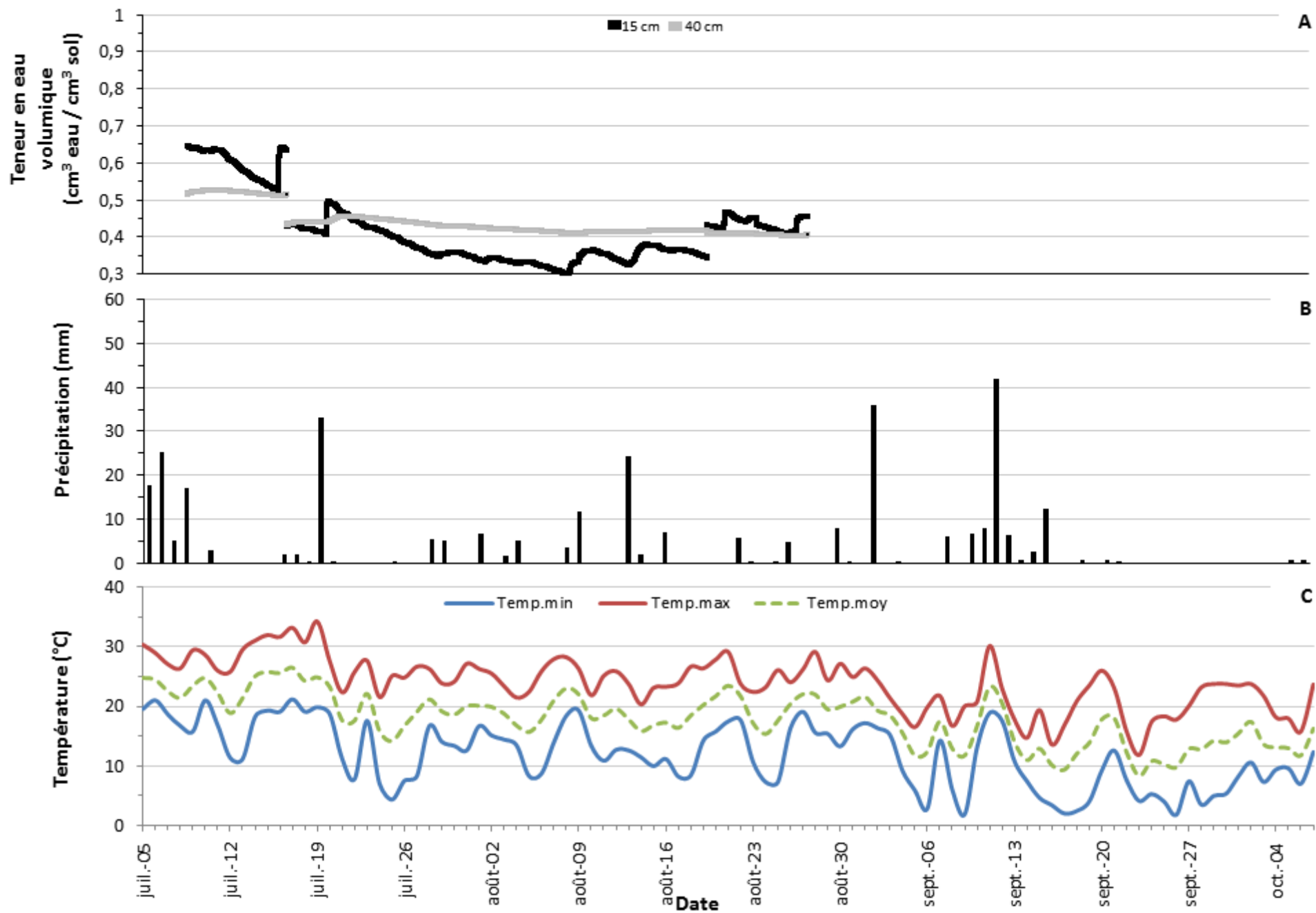


Figure 11. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 3, saison 2013.

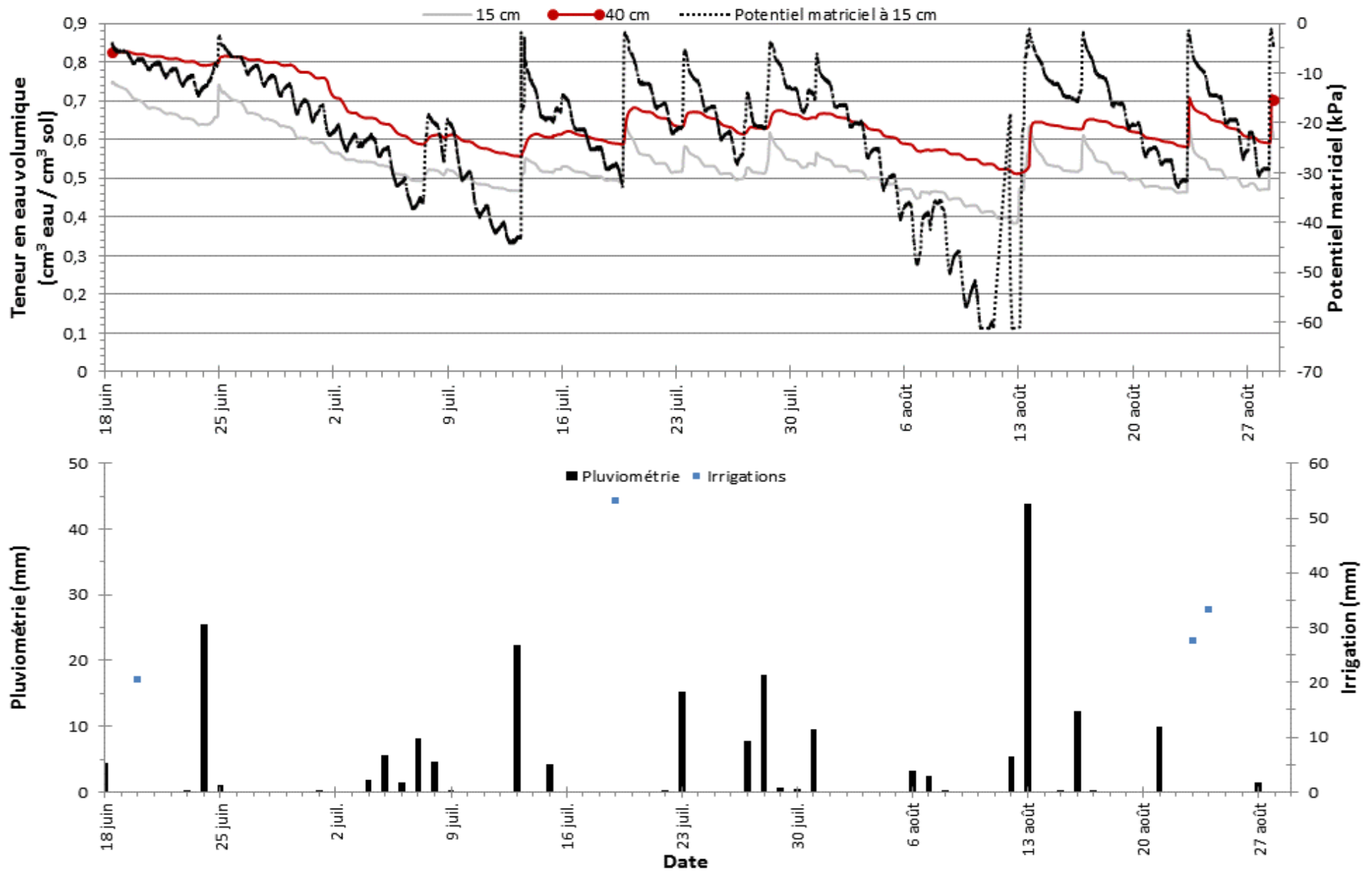


Figure 12. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 3, saison 2014.

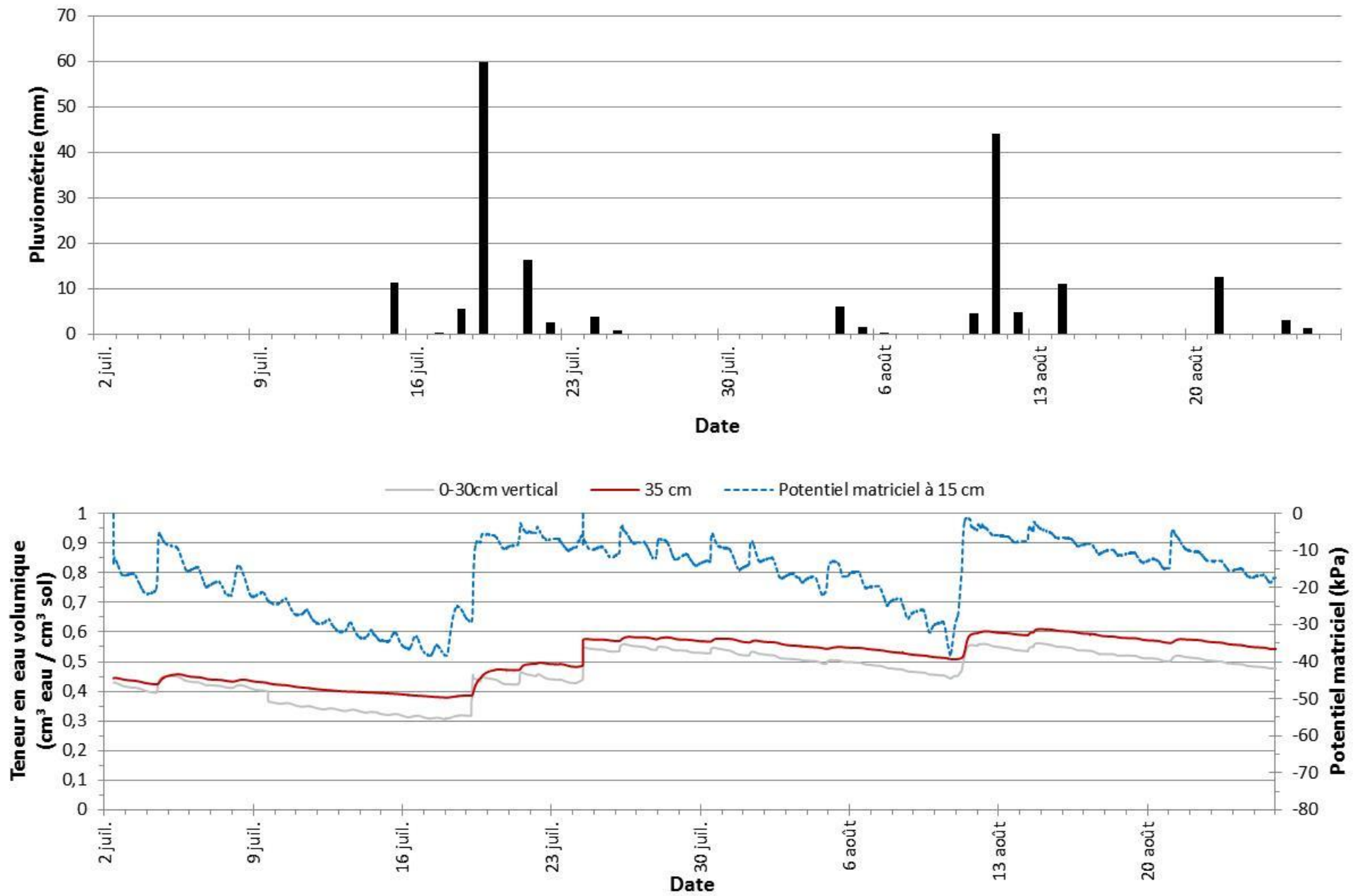


Figure 13. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel et précipitations, site 3, saison 2015

4 Site 4

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Ouest		
Culture	Laitue semée	Laitue/laitue	Oignon
Rotation	Laitue-laitue-(laitue)-oignon		
Type de sol	Organique		
Type de système d'irrigation	Aspersion		

Culture

Date approximative plantation/semis	15 juillet	22 mai/1 ^{er} juillet	4 mai
Date ou fin approximative récolte	30 septembre	2 juillet/29 juillet	10 août
Durée croissance (nb jours)	77	41/29	99
TDR fonctionnel (nb jours)	26	64	88

Type de sol

Texture	Sol organique		
Série de sol	Verchères et Ste-Thérèse		
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	0,53		-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	0,53		0,27
Matière organique (%)	37,6		37,3
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0,8		2,8
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	nd		8,0

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel alimenté par puit		
Type	Gicleur Rain-Bird 46H, buse 5/32"		
Débit gicleur théorique (lpm)	21,2 @ 60 psi		
Débit gicleur pratique (lpm)	44,5		
Espacement entre les gicleurs (m)	18		
Espacement entre 2 lignes (m)	18		
Linéaire mesuré (m)	585		
Superficie considérée (ha)	1,05		

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,827	0,795
	CC <i>in situ</i>	5*	0,615	0,615
	Plateau	33	0,557	0,452
	CC théorique	33	0,557	0,452
	Point de flétrissement permanent	1500	0,259	0,259
2014	Saturation			
	CC <i>in situ</i>			
	Plateau		nd	
	CC théorique			
	Point de flétrissement permanent			
2015	Saturation	0	-	0,76
	CC <i>in situ</i>	5	-	0,66
	Plateau	-	-	-
	CC théorique	33	-	0,52
	Point de flétrissement permanent	1500	-	-

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	53	53	106
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	27	27	54
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 33]	24	24	48
2014	100 % RU					
	50 % RU		nd			
	RFU					
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -60	[5, 60]	-	28,5	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Volume		
				(m ³)	(m ³ /ha)	(mm)
2013	Aucune irrigation					
	Moyenne		-	-	-	-
	Total colligé		-	-	-	-
2014	30 mai	Avec	56	85,0	80,9	8,1
	30 juillet	Avec	105	102,5	97,6	9,8
	Moyenne		80,5	93,75	89,3	9,0
	Total colligé		161	187,5	178,5	17,9
2015	16 mai	Avec	85	128,2	122,1	12,2
	17 mai	Avec	79	126,4	120,4	12,0
	22 mai	Avec	46	69,2	65,9	6,6
	23 mai	Avec	73	105,9	100,9	10,1
	24 mai	Avec	78	120,9	115,1	11,5
	28 mai	Avec	82	99,3	94,6	9,5
	6 juillet	Avec	77	124,1	118,2	11,8
	7 juillet	Avec	106	150,0	142,9	14,3
	8 juillet	Avec	90	139,8	133,1	13,3
	9 juillet	Avec	118	113,9	108,5	10,8
	10 juillet	Avec	89	122,7	116,8	11,7
	15 juillet	Avec	134	168,1	160,1	16,0
	16 juillet	Avec	111	173,7	165,4	16,5
	17 juillet	Avec	96	159,6	152,0	15,2
Moyenne		90	128,7	122,6	12,3	
Total colligé		1264	1801,8	1716,0	171,6	

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	94,4	205,8	428,4
Jours mesurés / jours durée de croissance	77/77	65/70	97/99
Irrigué (mm)	-	17,9	171,6
Jours mesurés / jours durée de croissance	26/77	64/70	88/99
Total (mm)	nd	223,7	600

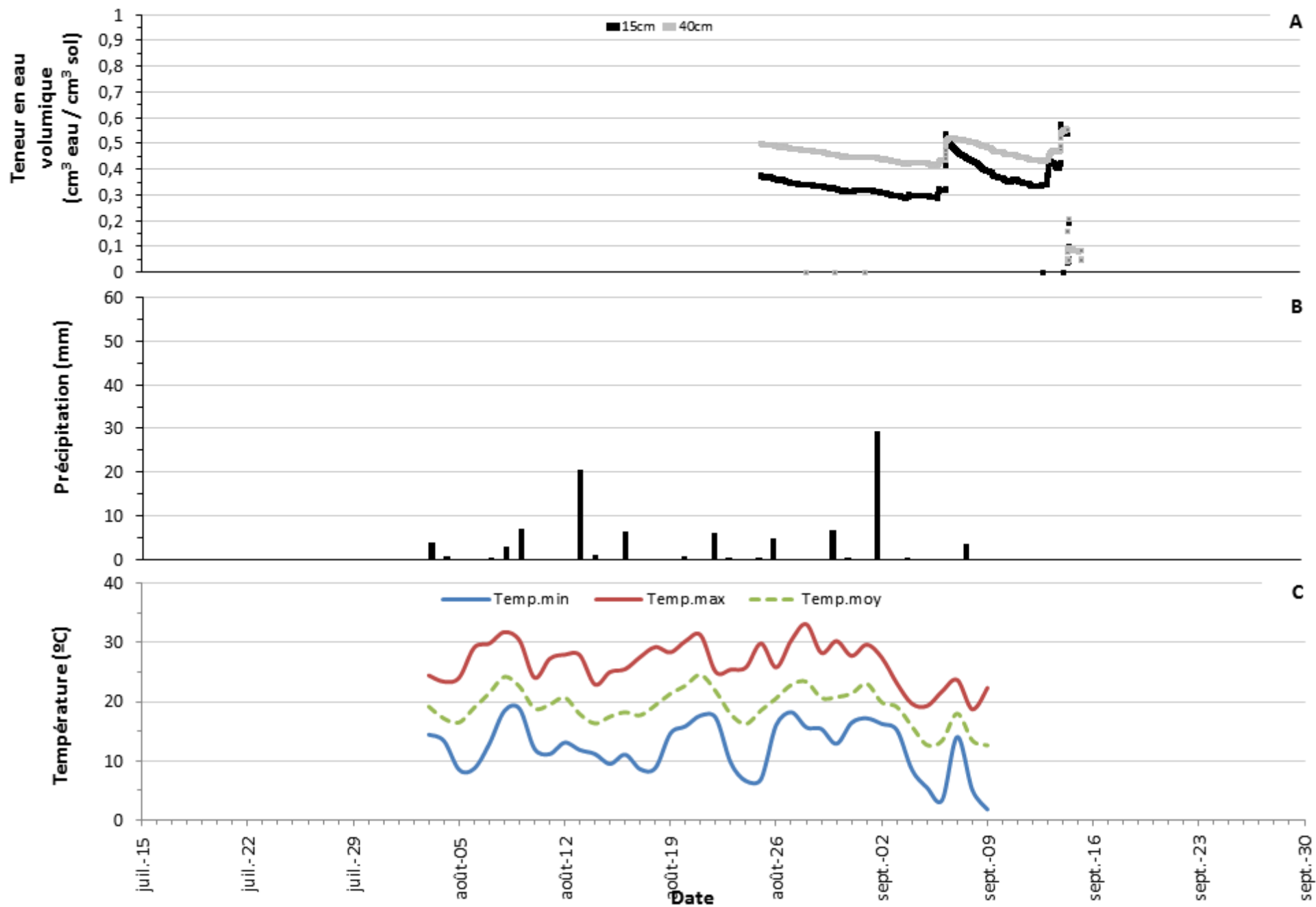


Figure 14. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 4, saison 2013.

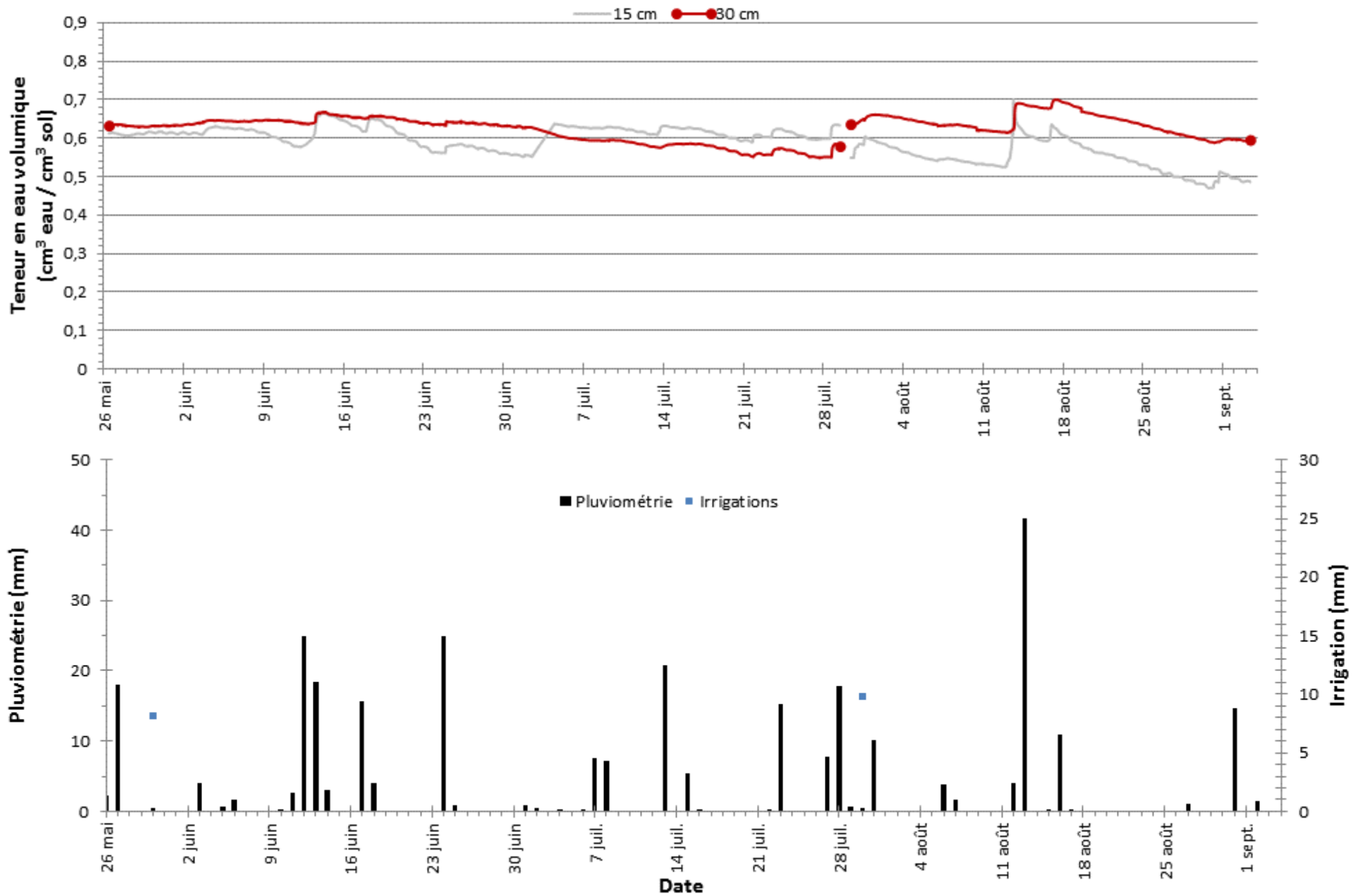


Figure 15. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 4, saison 2014.

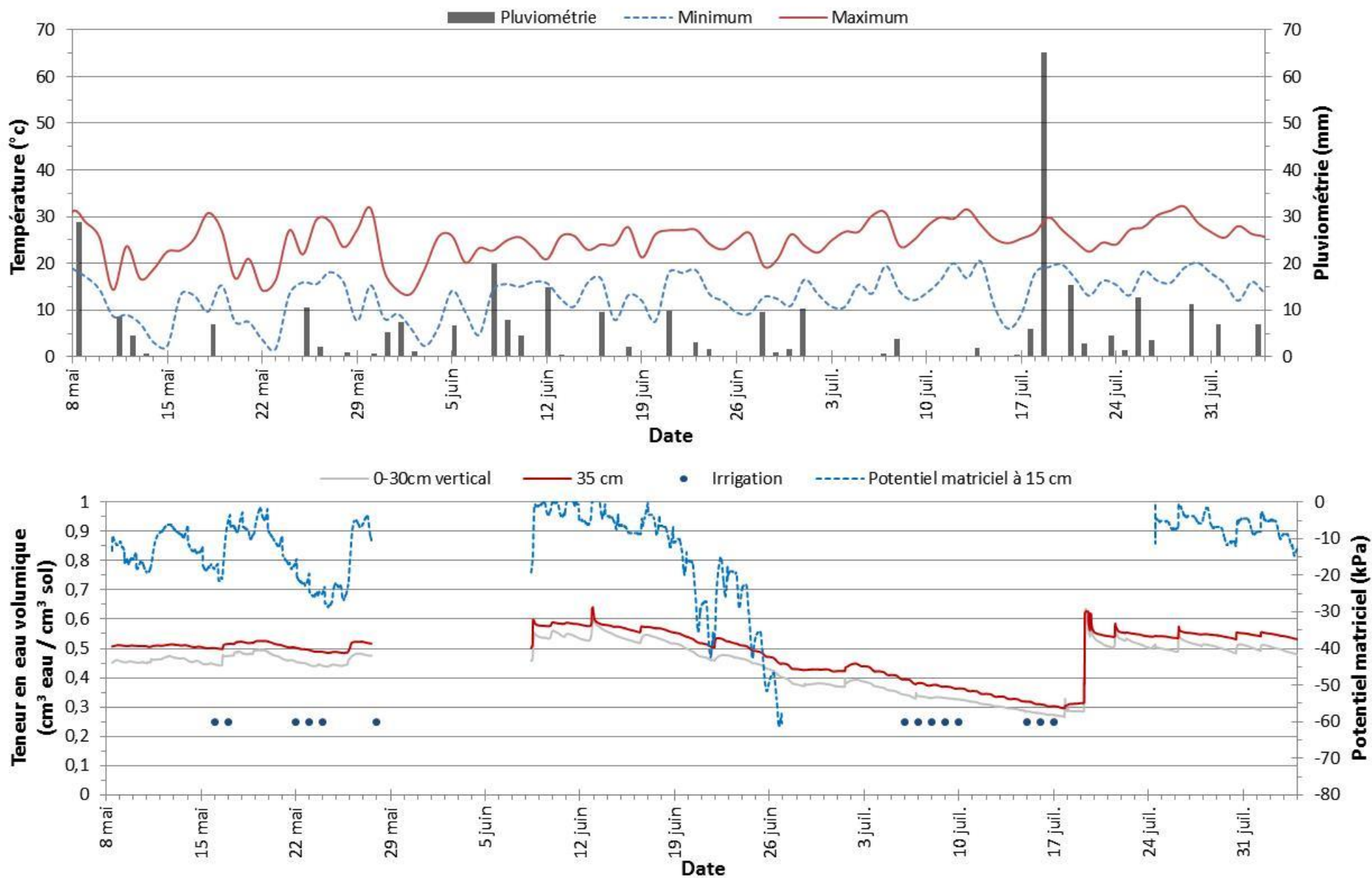


Figure 16. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, irrigations, précipitations et température de l'air, site 4, saison 2015.

5 Site 5

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Ouest		
Culture	Céleri		
Rotation	nd		
Type de sol	Organique		
Type de système d'irrigation	Aspersion		

Culture

Date approximative plantation/semis	30 avril	9 mai	nd
Date ou fin approximative récolte	16 juillet	17 juillet	9 juillet
Durée croissance (nb jours)	77	69	nd
TDR fonctionnel (nb jours)	47	36	49

Type de sol

Texture	Sol organique		
Série de sol	La rabastalière	Nobel et St-Isidore	
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	0,27	0,27	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	0,26	-	0,7
Matière organique (%)	76,3	-	79,5
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	3,5	-	9,1
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	1,8	3,5	-

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel	
Type	Canon	Gicleurs Nelson R2000
Débit gicleur théorique (lpm)	nd	2,64 gpm @ 60 psi
Débit gicleur pratique (lpm)		nd*
Espacement entre les gicleurs (m)		9
Espacement entre 2 lignes (m)		nd
Linéaire mesuré (m)		135
Superficie considérée (ha)		0,12

*fonctionnement en alternance avec nombre variable

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,880	0,881
	CC <i>in situ</i>	5*	0,594	0,594
	Plateau	17,5	nd	0,485
	CC théorique	33	0,554	0,484
	Point de flétrissement permanent	1500	0,336	0,336
2014	Saturation	0	0,934	nd
	CC <i>in situ</i>	3	0,829	nd
	Plateau	-	-	nd
	CC théorique	33	0,574	nd
	Point de flétrissement permanent	nd	nd	nd
2015	Saturation	0	-	0,81
	CC <i>in situ</i>	5	-	0,68
	Plateau	-	-	-
	CC théorique	33	-	0,56
	Point de flétrissement permanent	1500	-	-

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	39	39	78
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	19	19	38
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 17,5]	16	16	32
	Consigne	Plateau	17,5	-	-	-
2014	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -50	[3, 50]	44	-	-
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -50	[5, 50]	-	24	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Volume		
				(m ³)	(m ³ /ha)	(mm)
2013	Aucune irrigation					
		Moyenne	-	-	-	-
		Total colligé	-	-	-	-
2014	Aucune irrigation					
		Moyenne	-	-	-	-
		Total colligé	-	-	-	-
2015	23 mai	Avec	171	25,2	207,7	20,8
	25 mai	Avec	200	46,2	380,6	38,1
	30 mai	Avec	182	43,0	354,4	35,4
		Moyenne	184	38,2	314,3	31,4
		Total colligé	553	114,5	942,8	94,3

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	380,2	139,8	161,6
Jours mesurés / jours durée de croissance	77/77	55/69	19 mai au 9 juillet
Irrigué (mm)	nd	nd	94,3
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	nd	nd
Total (mm)	nd	nd	255,9*

*Total partiel

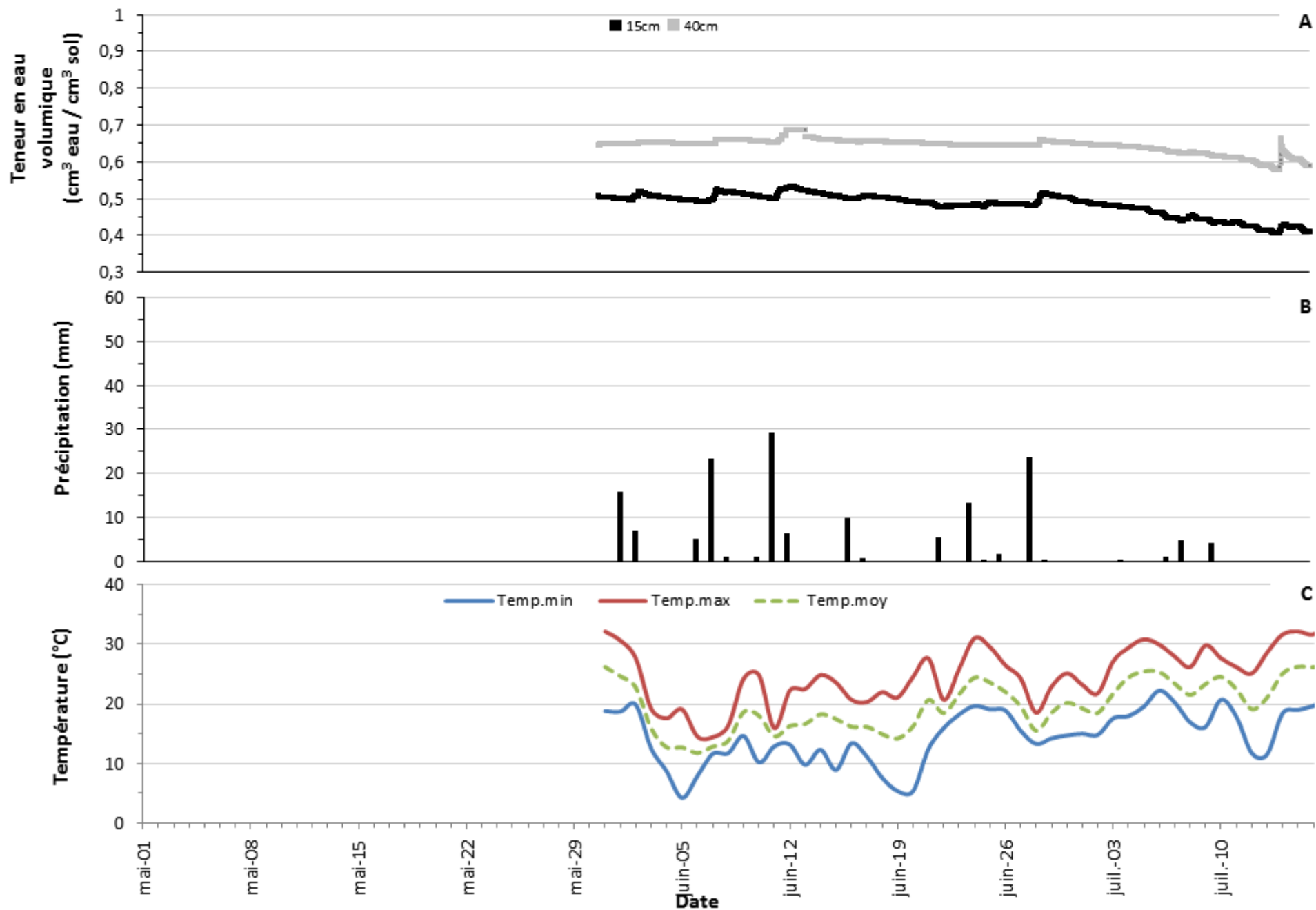


Figure 17. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 5, saison 2013.



Figure 18. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel et précipitations, site 5, saison 2014.

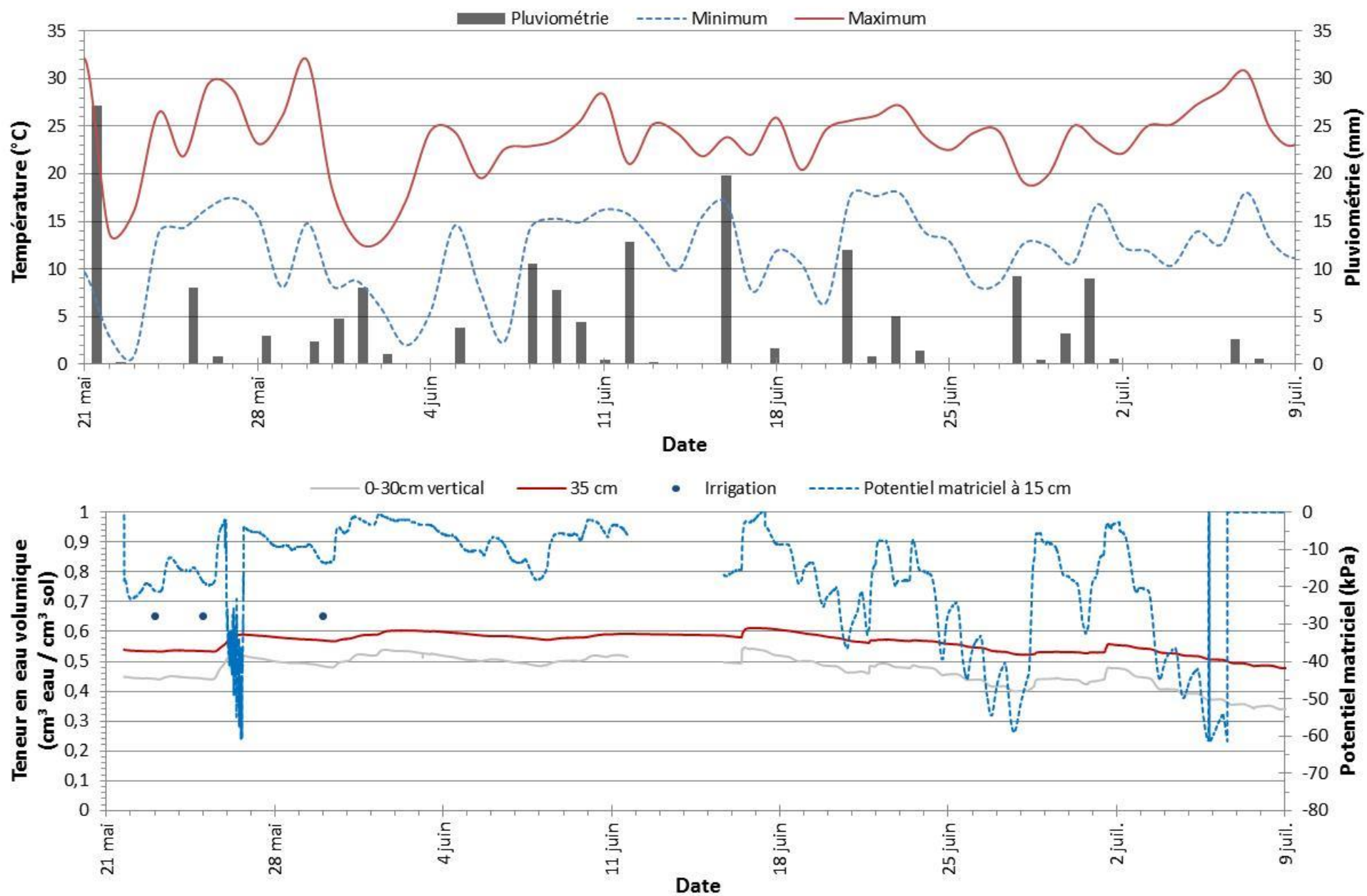


Figure 19. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, irrigations, précipitations et température, site 5, saison 2015.

6 Site 6

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Ouest		
Culture	Oignon		
Rotation	Oignon - radis - carotte		
Type de sol	Organique		
Type de système d'irrigation	Aspersion		

Culture

Date approximative plantation/semis	29 avril	5 mai	7 mai
Date ou fin approximative récolte	16 juillet	11 septembre	24 septembre
Durée croissance (nb jours)	78	129	140
TDR fonctionnel (nb jours)	48	88	101

Type de sol

Texture	Sol organique		
	Verchères et Sainte-Thérèse	Nobel et St-Isidore	Verchères et Sainte-Thérèse
Série de sol			
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	0,3	0,29	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	0,3	nd	0,3
Matière organique (%)	79,9	nd	71,4
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	1,1	nd	7,7
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	5,6	1,9	-

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel
Type	Canon et rampe
Débit gicleur (lpm)	nd
Espacement entre les gicleurs (m)	
Espacement entre 2 lignes (m)	
Linéaire mesuré (m)	
Superficie considérée (ha)	

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,828	0,852
	CC <i>in situ</i>	5*	0,612	0,612
	Plateau	33	0,513	0,519
	CC théorique	33	0,513	0,519
	Point de flétrissement permanent	1500	0,357	0,357
2014	Saturation	0	0,747	nd
	CC <i>in situ</i>	3	0,614	nd
	Plateau	-	-	nd
	CC théorique	33	0,458	nd
	Point de flétrissement permanent	-	-	nd
2015	Saturation	0	-	0,80
	CC <i>in situ</i>	5	-	0,68
	Plateau	-	-	-
	CC théorique	33	-	0,52
	Point de flétrissement permanent	1500	-	-

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	38	38	76
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	19	19	38
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 33]	15	15	30
	Consigne	Plateau	33	-	-	-
2014	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -60	[3, 60]	29,6	-	-
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -80	[5, 80]	-	36	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Volume		
				(m ³)	(m ³ /ha)	(mm)
2013	Aucune irrigation					
		Moyenne	-	-	-	-
		Total colligé	-	-	-	-
2014	Aucune irrigation					
		Moyenne	-	-	-	-
		Total colligé	-	-	-	-
2015	Aucune irrigation					
		Moyenne	-	-	-	-
		Total colligé	-	-	-	-

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	157	268	435,8
Jours mesurés / jours durée de croissance	48/78	100/129	129/140
Irrigué (mm)	-	-	-
Jours mesurés / jours durée de croissance	-	-	-
Total (mm)	157	268	435,8

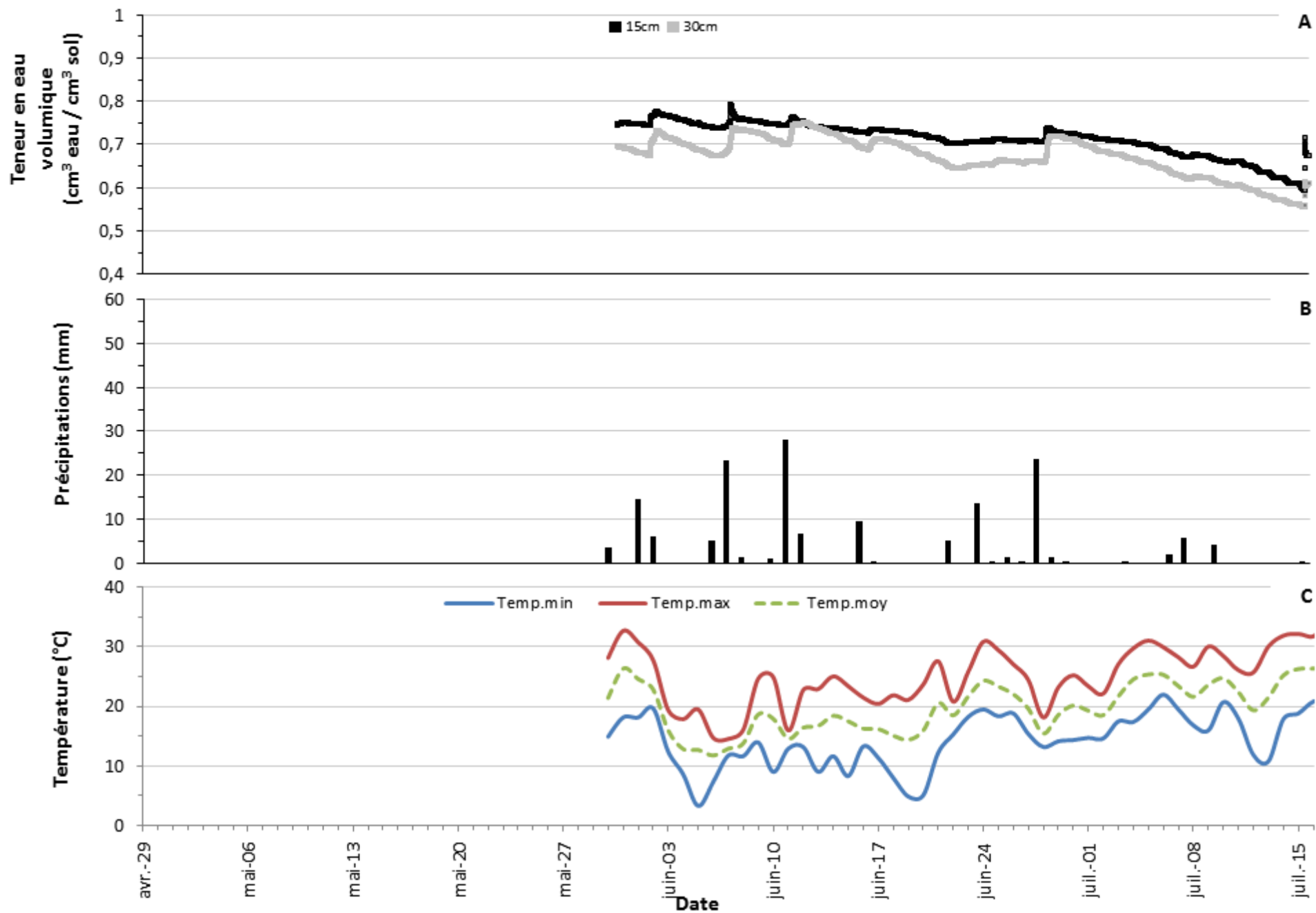


Figure 20. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 6, saison 2013.

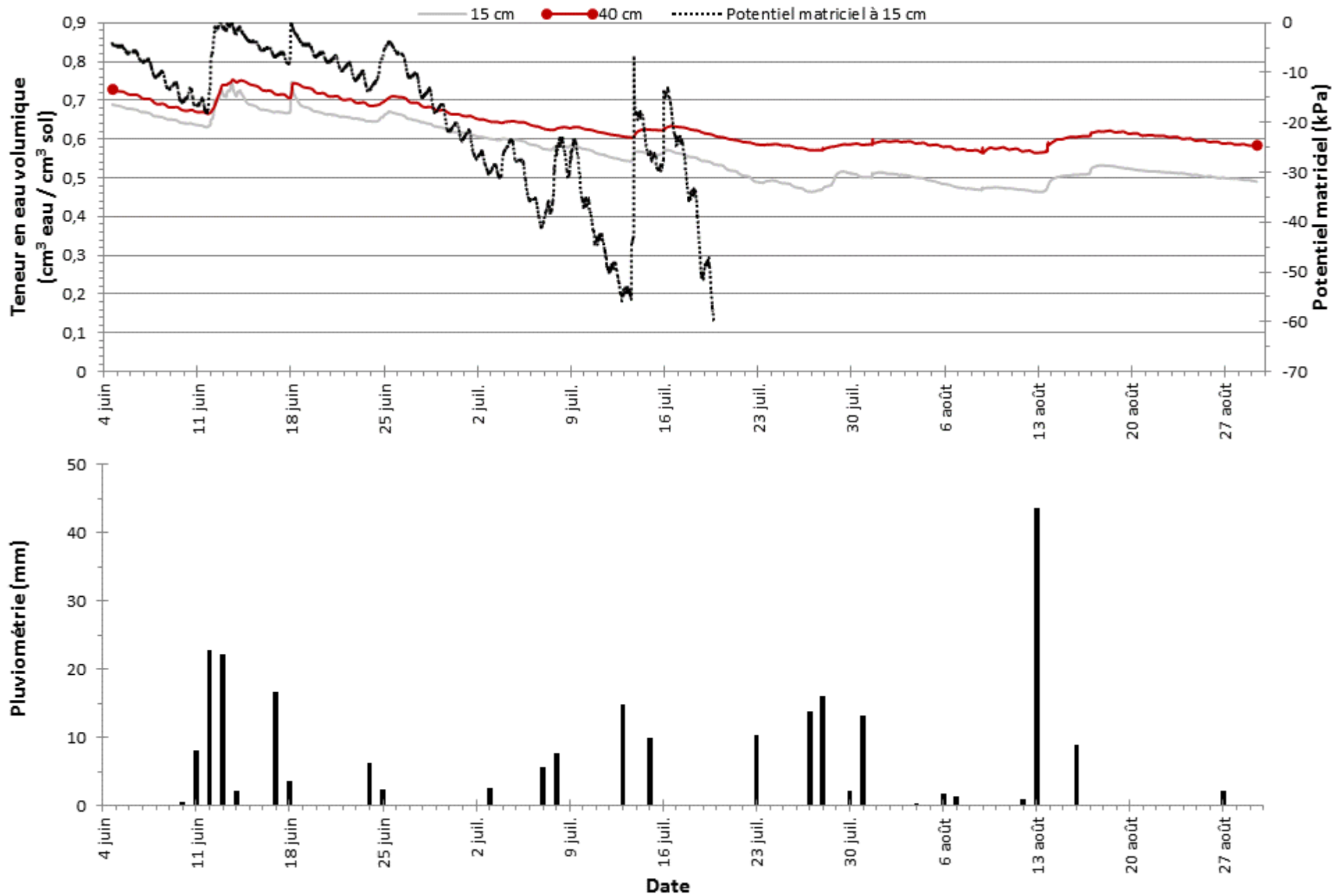


Figure 21. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel et précipitations, site 6, saison 2014.

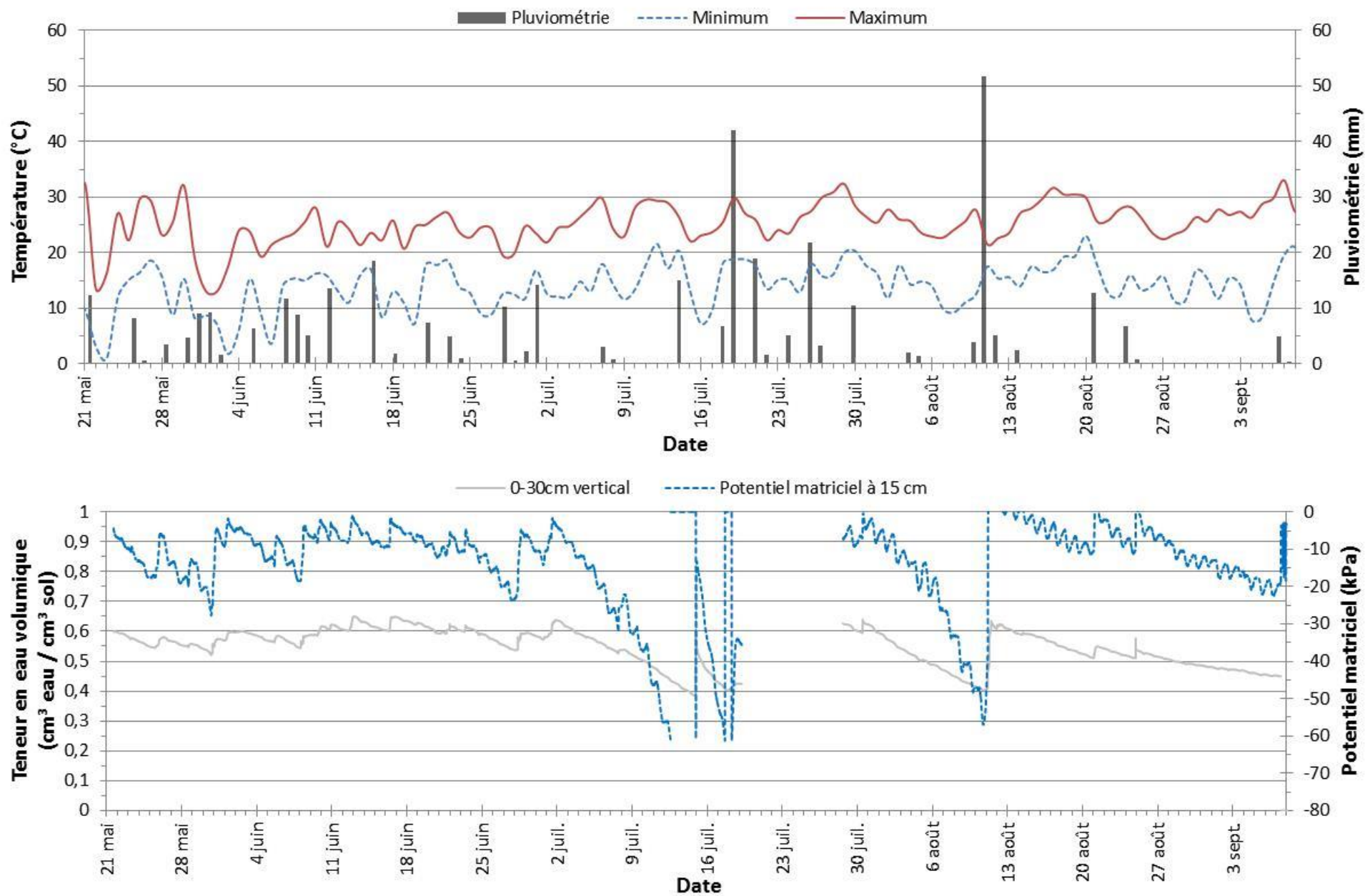


Figure 22. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et température de l'air, site 6, saison 2015.

7 Site 7

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Est		
Culture	Poivron	Melon	Poivron
Rotation	Melons/concombres (2012), poivrons/aubergines (2013), melons/concombres (2014), poivrons/aubergines (2015)		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	16 avril (semis) 2 juin (plantation champ)	26 mai	3 juin
Date ou fin approximative récolte	1 ^{ère} semaine d'octobre	2 ^e semaine septembre	2 ^e semaine d'octobre
Durée croissance (nb jours)	168	111	129
TDR fonctionnel (nb jours)	65	105	103

Type de sol

Texture	Loam sableux à loam sablo-argileux
Série de sol	Rubicon
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,3
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,25
Matière organique (%)	2,8
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	13,1
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	2,1

Système d'irrigation

Source	Ruisseau		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	30		
Pression d'opération visée (psi)	15		
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	5,46 / 0,44 @ 15 psi		
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,98 / 0,26 @ 15 psi		
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	732	1344	1667
Superficie considérée (ha)	0,11	0,2	0,27
Volume théorique du cône (cm ³)	11 112	12 700	11 112
Volume cible (cm ³)	-	600	600

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013-2015	Saturation	0	0,479	0,522
	CC <i>in situ</i>	5*	0,277	0,298
	Plateau	25	0,231	0,251
	CC théorique	33	0,229	0,248
	Point de flétrissement permanent	1500	0,092	0,103

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013-2015	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	27	29	56
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	14	15	28
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 25]	7	7	14
	Consigne	Plateau	25	-	-	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne		-	-	-	-	-	-
	Total		-	-	-	-	-	-
2014	6 juin	Avec	121	1,08	9,8	2183,1	364	329
	9 juin	Avec	85	1,16	7,4	1647,1	275	231
	23 juin	Avec	103	1,21	9,3	2070,1	345	280
	28 juin	Avec	100	1,21	9,0	2018,5	336	272
	1 juillet	Avec	121	1,10	10,0	2228,2	371	329
	3 juillet	Avec	121	1,12	10,1	2248,9	375	329
	8 juillet	Avec	129	1,18	11,3	2528,0	421	351
	10 juillet	Avec	106	1,13	8,9	1994,5	332	289
	18 juillet	Avec	111	1,05	8,7	1949,9	325	302
	19 juillet	Avec	97	0,97	7,0	1566,9	261	264
	21 juillet	Avec	150	1,09	12,2	2719,7	453	408
	22 juillet	Avec	159	1,12	13,3	2958,0	493	433
	2 août	Avec	145	1,08	11,7	2608,7	435	395
	5 août	Avec	120	1,06	9,5	2127,1	355	327
	7 août	Avec	249	0,97	18,0	4011,9	669	678
	8 août	Avec	300	0,93	20,8	4633,7	772	817
	10 août	Avec	57	0,97	4,1	918,5	153	155
	27 août	Avec	225	1,20	20,1	4484,8	747	613
	28 août	Avec	276	1,07	22,0	4913,7	819	751
	Moyenne		146	1,08	11,7	2621,6	437	398
Total		2775	-	223,2	49811,2	-	-	
2015	25 juin	Avec	80	0,86	6,4	1150,7	192	218
	5 juillet	Avec	50	0,87	4,0	726,3	121	136
	6 juillet	Avec	98	0,89	8,1	1458,8	243	267
	7 juillet	Avec	55	0,89	4,5	816,3	136	150
	11 juillet	Avec	72	0,87	5,8	1038,4	173	196
	13 juillet	Avec	88	0,90	7,3	1316,6	219	240
	14 juillet	Avec	36	0,55	1,8	331,8	55	98
	17 juillet	Avec	59	0,56	3,1	553,0	92	161
	23 juillet	Avec	89	0,87	7,2	1296,5	216	242
	29 juillet	Avec	104	0,94	9,0	1627,5	271	283
	31 juillet	Avec	62	0,83	4,8	860,3	143	169
	2 août	Avec	81	0,89	6,7	1208,1	201	221
	3 août	Avec	74	0,84	5,7	1032,7	172	201
5 août	Avec	190	0,93	16,4	2957,2	493	517	

6 août	Avec	77	0,54	3,8	688,1	115	210
7 août	Avec	158	0,90	13,2	2375,7	396	430
8 août	Avec	94	0,88	7,7	1381,7	230	256
9 août	Avec	50	0,94	4,4	785,6	131	136
10 août	Avec	76	0,73	5,1	926,1	154	207
15 août	Avec	73	0,89	6,0	1080,4	180	199
17 août	Avec	175	0,95	15,4	2763,3	461	476
18 août	Avec	90	0,97	8,1	1451,7	242	245
19 août	Avec	160	0,93	13,8	2476,2	413	436
20 août	Avec	170	0,94	14,8	2664,1	444	463
21 août	Avec	109	0,93	9,4	1694,1	282	297
22 août	Avec	133	0,93	11,5	2068,1	345	362
24 août	Avec	152	0,84	11,9	2136,6	356	414
25 août	Avec	220	0,83	17,0	3054,7	509	599
26 août	Avec	78	0,88	6,4	1145,9	191	212
27 août	Avec	134	0,90	11,2	2007,7	335	365
28 août	Avec	233	0,97	20,8	3749,0	625	634
31 août	Avec	88	0,87	7,1	1282,2	214	240
1 sept.	Avec	105	0,88	8,5	1532,6	255	286
2 sept.	Avec	91	0,68	5,7	1029,3	172	248
3 sept.	Avec	60	0,93	5,1	925,3	154	163
4 sept.	Avec	81	0,89	6,7	1198,0	200	221
5 sept.	Avec	130	0,89	10,7	1928,8	321	354
	Moyenne	105	0,86	8,5	1533,0	255	285
	Total	3875	-	315,2	56 719,3	-	-

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	416,2	408,4	413,8
Jours mesurés / jours durée de croissance	121/168	111/111	111/129
Irrigué (mm)	-	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	-	111/111	103/129
Total (mm)	416,2	nd	nd

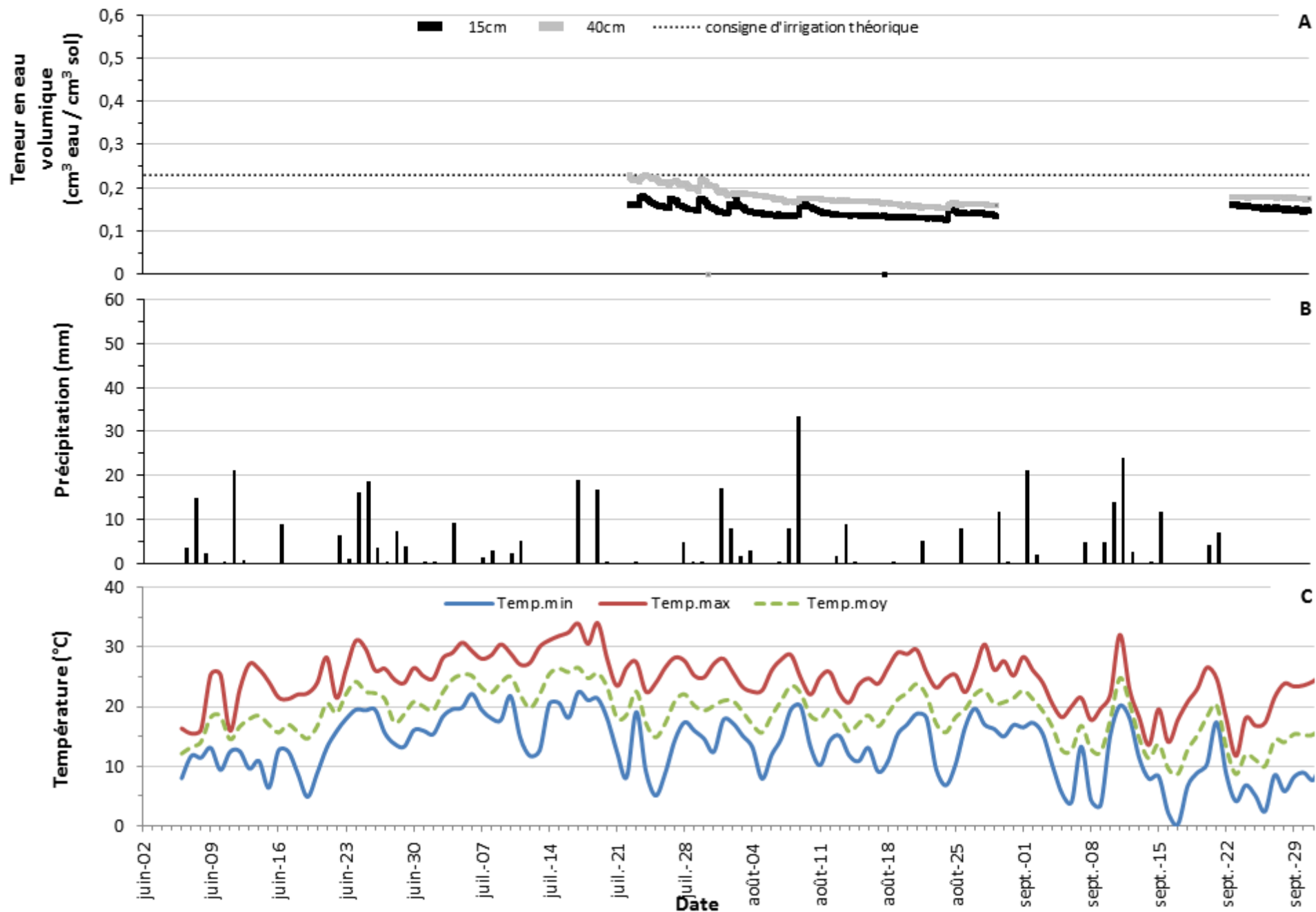


Figure 23. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (c), site 7, saison 2013.

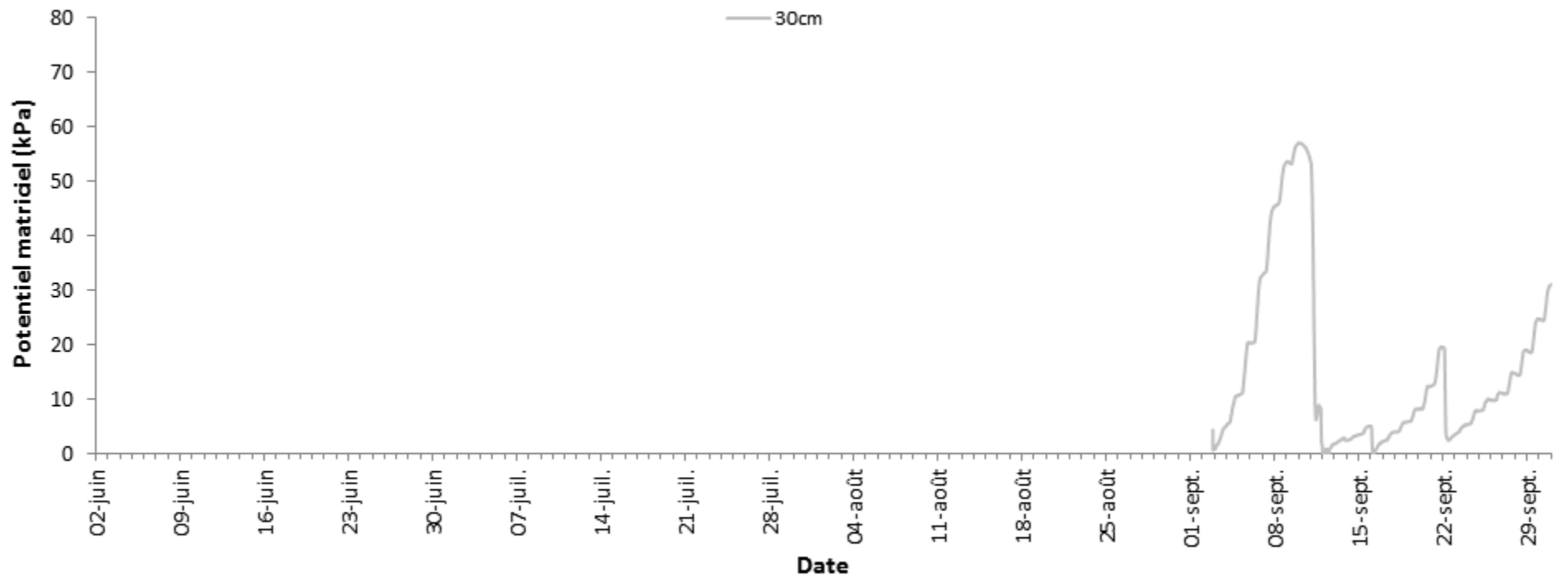


Figure 24. Potentiel matriciel, site 7, saison 2013.

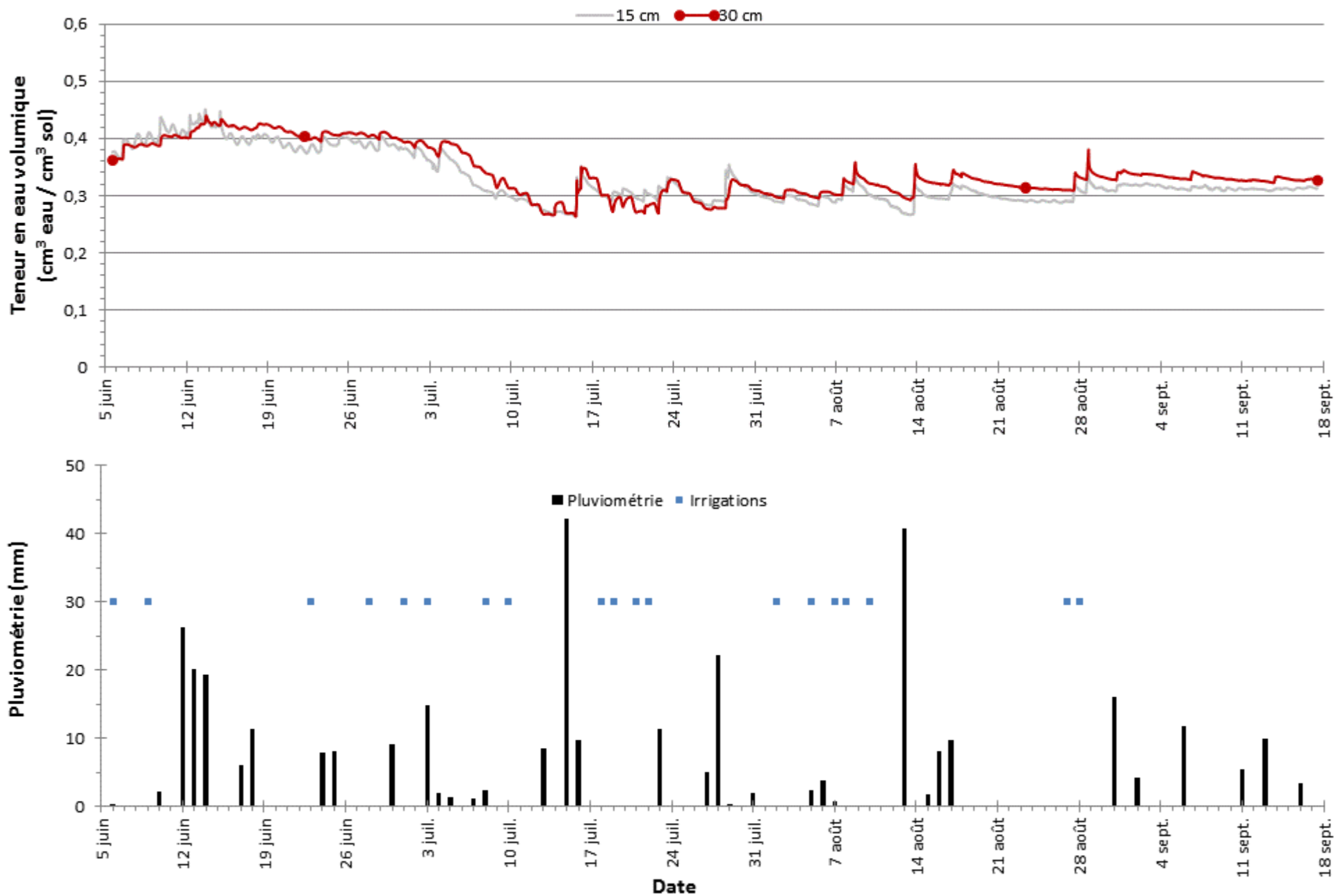


Figure 25. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 7, saison 2014.

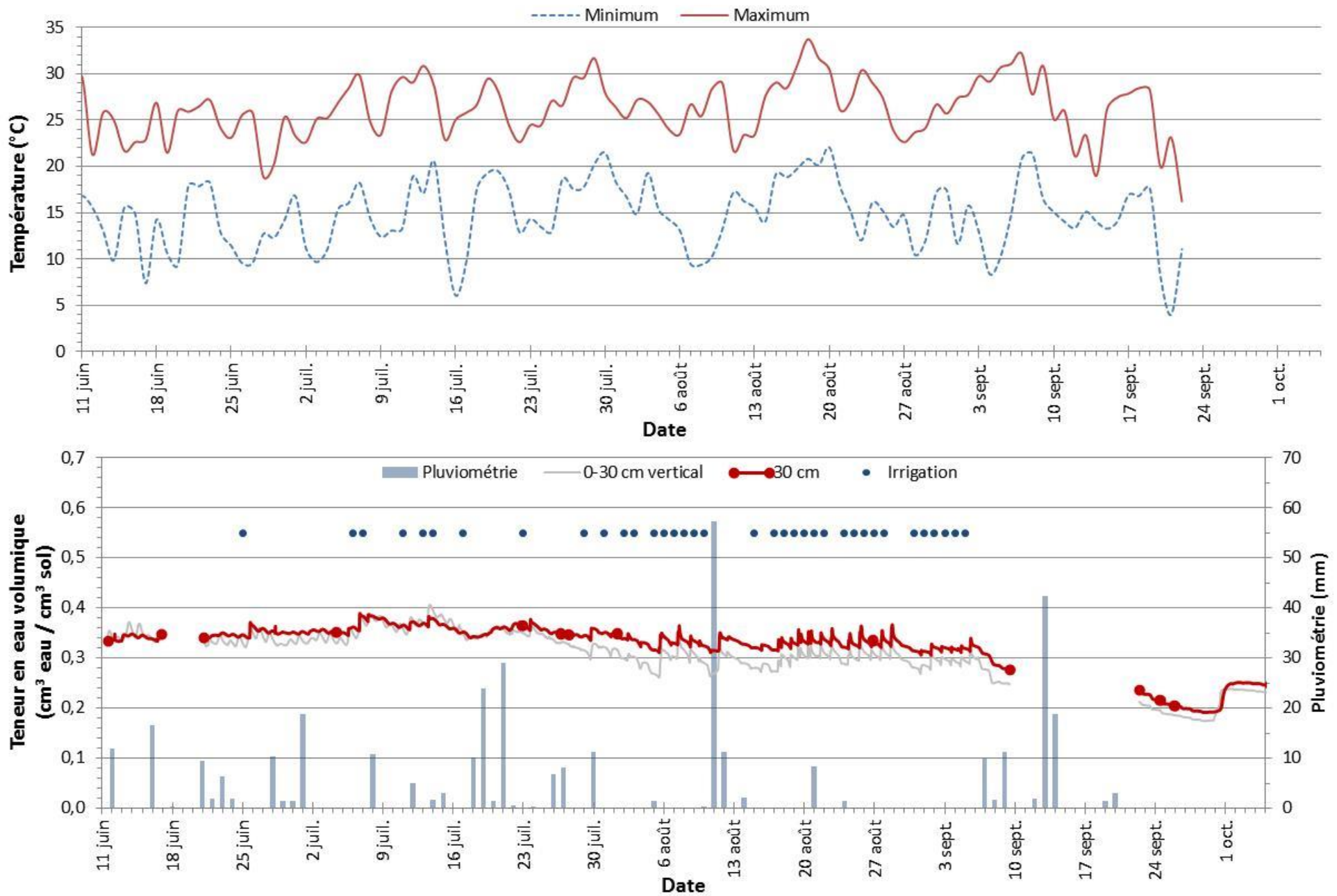


Figure 26. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 7, saison 2015.

8 Site 8

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Est		
Culture	Tomate miniature	Piment de conserverie	
Rotation	Maïs sucré ou soya - tomate		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	26 mai	1 ^{er} juin	25 mai
Date ou fin approximative récolte	20 octobre	Début septembre	Fin septembre
Durée croissance (nb jours)	147	110	129
TDR fonctionnel (nb jours)	81	94	119

Type de sol

Texture	Loam sableux	Loam sableux à sable loameux	
Série de sol	Joseph	Aston	
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,39	1,35	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,53	1,45	1,68
Matière organique (%)	1,88	2,05	1,4
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	1,92	1,44	3,6
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	1,7	2,0	1,7

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	20		
Pression d'opération visée (psi)	12		
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	5,09 / 0,41 @ 12 psi		
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,62 / 0,16 @ 12 psi		
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	2800	14 104	8338
Superficie considérée (ha)	0,45	2,29	1,38
Volume théorique du cône (cm ³)	16 588	11 112	11 112
Volume cible (cm ³)	840	480	650

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,413	0,338
	CC <i>in situ</i>	5*	0,246	0,269
	Plateau	25	0,189	0,218
	CC théorique	33	0,186	0,214
	Point de flétrissement permanent	1500	0,056	0,059
2014	Saturation	0	0,527	0,470
	CC <i>in situ</i>	5*	0,238	0,274
	Plateau	20	0,203	0,229
	CC théorique	33	0,196	0,222
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,081
2015	Saturation	0	-	0,346
	CC <i>in situ</i>	4*	-	0,269
	Plateau	15	-	0,21
	CC théorique	33	-	nd
	Point de flétrissement permanent	1500	-	-

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	28	31	59
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	14	16	30
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[5, 25]	8	8	16
	Consigne	Plateau	25	-	-	-
2014	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	26	31	57
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	13	16	29
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[5, 20]	8	9	17
	Consigne	Plateau	20	-	-	-
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[4, 15]		9	

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	6 août	Avec	147	0,13	4,4	315,9	38	181
	7 août	Avec	249	0,11	6,2	453,6	54	306
	11 août	Avec	138	0,35	10,9	793,9	95	170
	12 août	Avec	133	0,32	9,7	701,5	84	164
	16 août	Avec	130	0,37	11,0	801,6	95	160
	18 août	Avec	147	0,36	12,0	872,4	104	181
	21 août	Avec	141	0,33	10,7	776,2	92	173
	24 août	Avec	160	0,26	9,7	702,3	84	197
		Moyenne		156	0,28	9,3	677,2	92
	Total		1 245	-	74,7	5 417,4	-	-
2014	1 ^{er} juillet	Avec	119	0,18	25,5	361,1	75	256
	2 juillet	Avec	116	0,20	27,7	392,4	82	250
	3 juillet	Avec	133	0,26	40,3	570,9	119	286
	5 juillet	Avec	239	0,22	62,6	888,0	185	515
	6 juillet	Avec	139	0,22	35,6	505,2	105	299
	9 juillet	Avec	115	0,15	20,3	288,2	60	248
	15 juillet	Avec	80	0,14	13,5	190,8	40	172
	18 juillet	Avec	133	0,16	24,8	351,0	73	286
	22 juillet	Avec	141	0,15	24,9	353,0	74	304
	24 juillet	Avec	265	0,16	50,9	721,9	150	570
	25 juillet	Avec	171	0,14	28,0	397,0	83	368
	1 ^{er} août	Avec	160	0,22	40,9	579,3	121	344
	3 août	Avec	138	0,22	36,3	514,1	107	297
	7 août	Avec	130	0,24	37,1	526,7	110	280
	16 août	Avec	114	0,23	30,3	430,3	90	245
	27 août	Avec	77	0,26	23,5	333,7	70	166
	29 août	Avec	55	0,25	16,3	231,8	48	118
	1 ^{er} sept.	Avec	86	0,24	24,7	349,7	73	185
	5 sept.	Avec	121	0,24	33,5	474,6	99	260
	24 sept.	Avec	133	0,20	30,9	437,6	91	286
25 sept.	Avec	85	0,19	19,1	271,2	56	183	
26 sept.	Avec	155	0,17	31,5	446,5	93	334	
28 sept.	Avec	148	0,18	31,8	450,4	94	319	
	Moyenne		133	0,2	30,9	437,6	91	286
	Total		3053	-	709,8	10 065,4	-	-

2015	17 juin	Avec	80	0,27	15,2	365,6	56	127
	19 juin	Avec	199	0,14	18,9	453,2	70	316
	26 juin	Avec	212	0,27	39,2	939,3	145	337
	7 juillet	Avec	147	0,48	49,4	1185,8	182	234
	12 juillet	Avec	215	0,27	41,0	982,4	151	342
	14 juillet	Avec	173	0,36	42,9	1029,8	158	275
	17 juillet	Avec	175	0,44	53,7	1289,2	198	278
	23 juillet	Avec	159	0,44	48,6	1166,8	180	253
	3 août	Avec	100	0,43	30,2	725,0	112	159
	5 août	Avec	194	0,28	37,4	896,3	138	308
	7 août	Avec	92	0,23	14,5	346,6	53	146
	18 août	Avec	192	0,40	53,6	1285,3	198	305
	20 août	Avec	191	0,42	55,4	1328,4	204	304
	26 août	Avec	169	0,49	57,0	1367,4	210	269
	27 août	Avec	52	0,43	15,5	371,0	57	83
	28 août	Avec	180	0,47	58,7	1408,1	217	286
	30 août	Avec	184	0,23	29,8	714,4	110	293
	3 sept.	Avec	162	0,49	54,9	1315,7	202	258
	4 sept.	Avec	177	0,43	53,0	1270,5	195	281
	5 sept.	Avec	171	0,45	54,0	1294,2	199	272
	7 sept.	Avec	182	0,28	35,3	847,6	130	289
19 sept.	Avec	351	0,20	48,3	1157,5	178	558	
21 sept.	Avec	134	0,34	31,3	751,6	116	213	
	Moyenne	169	0,36	40,8	977,9	150	269	
	Total	3891	-	937,7	22 491,7	-	-	

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	428,6	345	396
Jours mesurés / jours durée de croissance	126/147	103/110	129/129
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	81/147	84/110	119/129
Total (mm)	nd	nd	nd

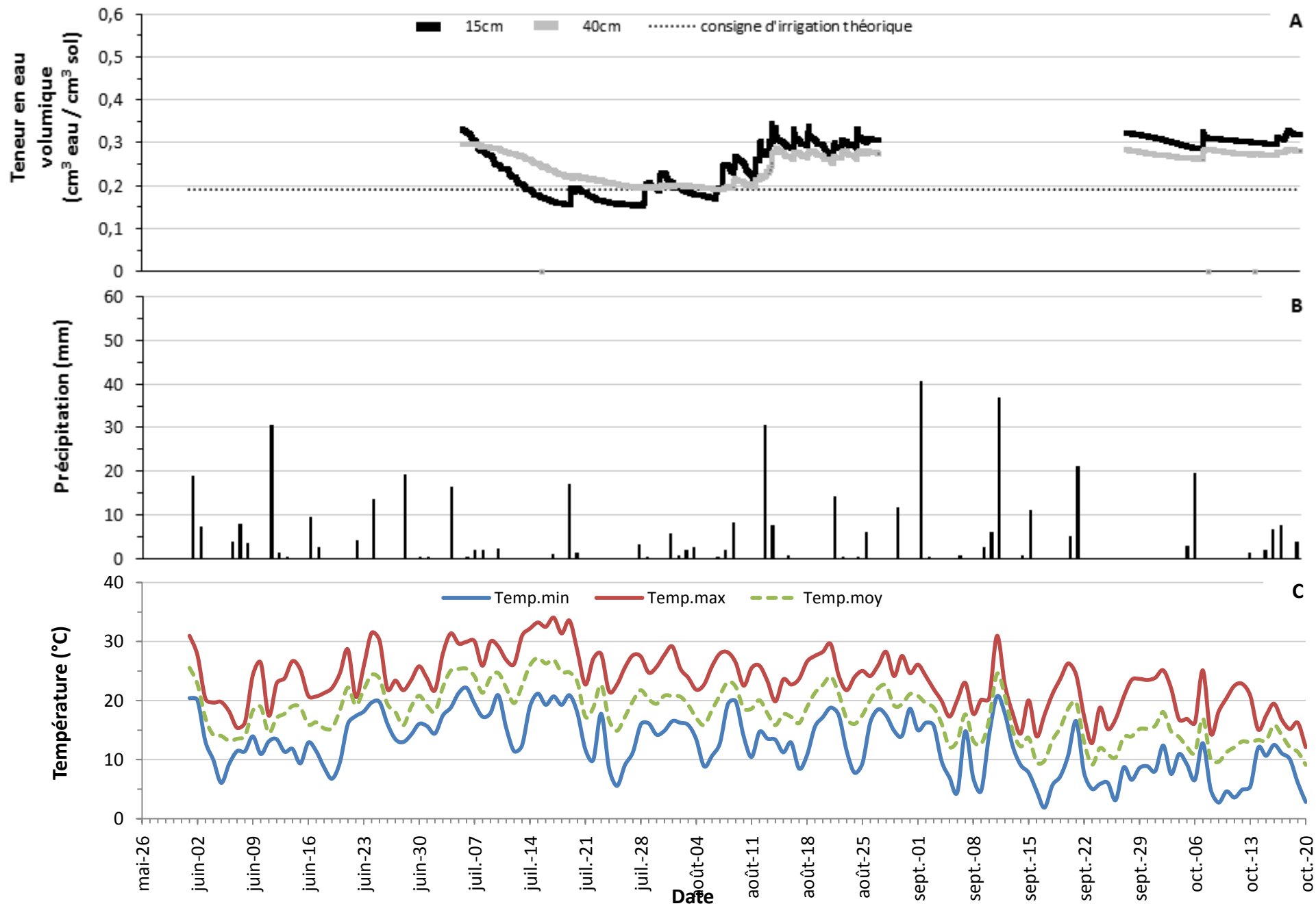


Figure 27. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 8, saison 2013.

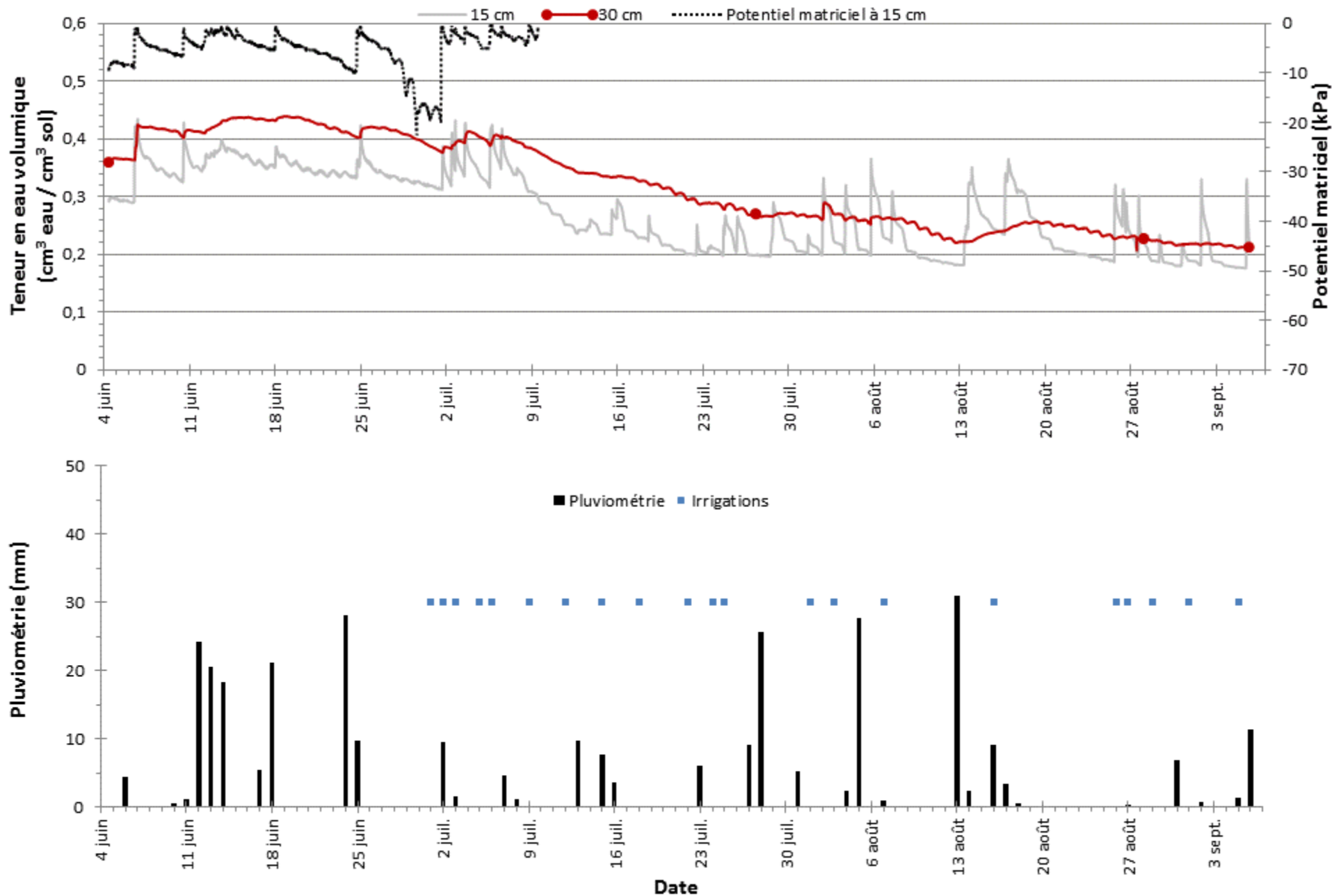


Figure 28. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 8, saison 2014.

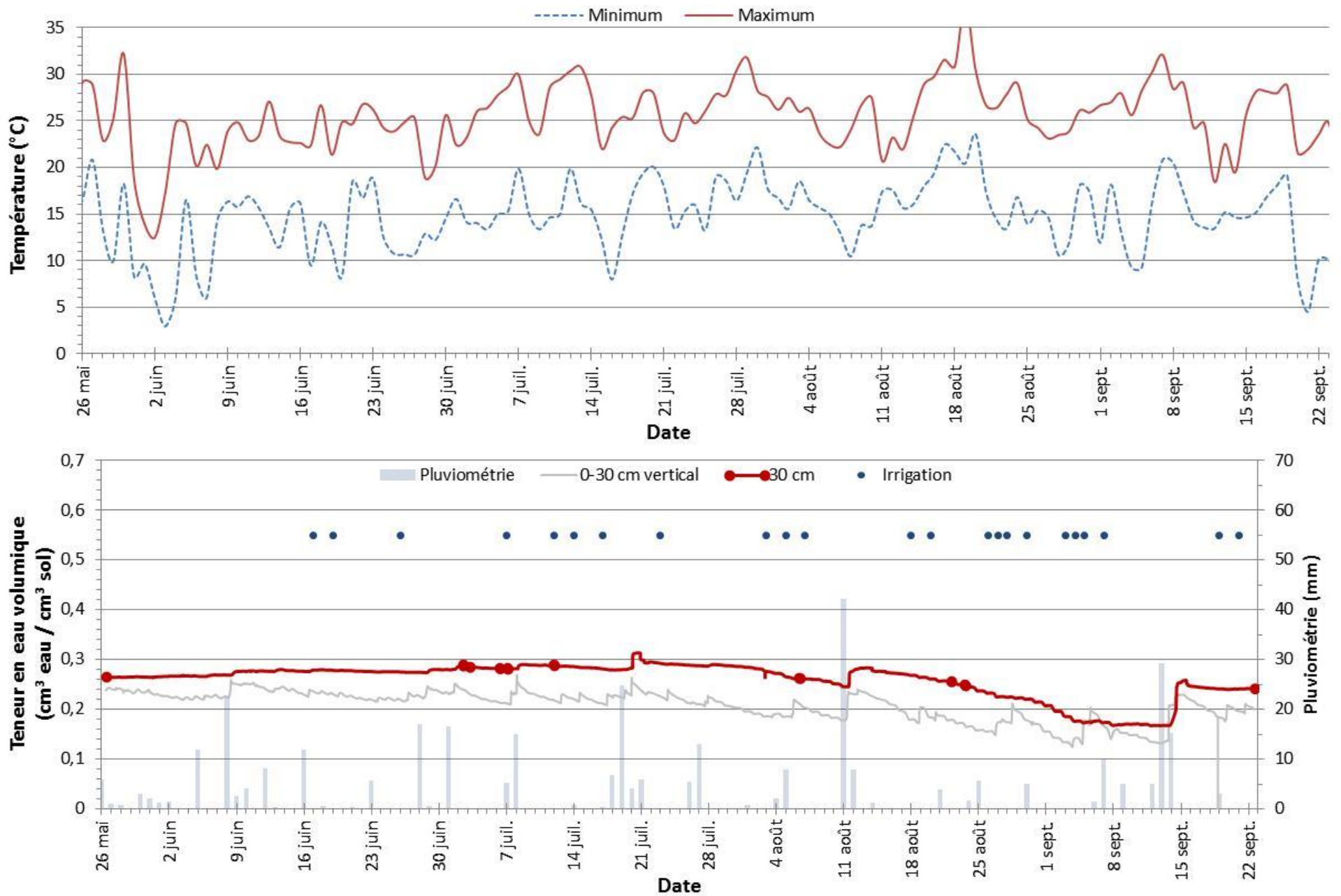


Figure 29. Teneur en eau volumique, irrigations, précipitations et température de l'air, site 8, saison 2015.

9 Site 9

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Est		
Culture	Cantaloup		
Rotation	Cantaloup – maïs sucré – oignon – pomme de terre		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	15 mai	22 mai	11 mai
Date ou fin approximative récolte	1 ^{er} août (récolte sur 3 à 4 semaines)	Début août	Champ trop humide/arrêt récoltes
Durée croissance (nb jours)	78	80	nd
TDR fonctionnel (nb jours)	54	60	104

Type de sol

Texture	Loam à loam argileux
Série de sol	Corbin
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,27
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,5
Matière organique (%)	2,4
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	10,2

Système d'irrigation

Source	Ruisseau	
Type	Gag	
Espacement entre les goutteurs (cm)	20	
Pression d'opération visée (psi)	8	
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	4,22 / 0,34 @ 8 psi	
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,51 / 0,13 @ 8 psi	
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	3627	nd
Superficie considérée (ha)	0,55	nd
Volume théorique du cône (cm ³)	11 112	
Volume cible (cm ³)	960	

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013-2015	Saturation	0	0,504	0,444
	CC <i>in situ</i>	5*	0,291	0,324
	Plateau	15	0,213	0,278
	CC théorique	33	0,210	0,279
	Point de flétrissement permanent	1500	0,098	0,106

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013-2015	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	29	33	62
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	15	16	31
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 15]	12	7	19
	Consigne	Plateau	15	-	-	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			Volume cible (% vol. cible)
					(m ³)	(m ³ /ha)	(cm ³ /goutteur)	
2013				Non irrigué				
2014				Non irrigué				
2015				Non irrigué				

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	160	372,8	544,2
Jours mesurés / jours durée de croissance	57/78	80/80	12 mai -14 sept.
Irrigué (mm)	-	-	-
Jours mesurés / jours durée de croissance	-	-	-
Total (mm)	160	372,8	544,2

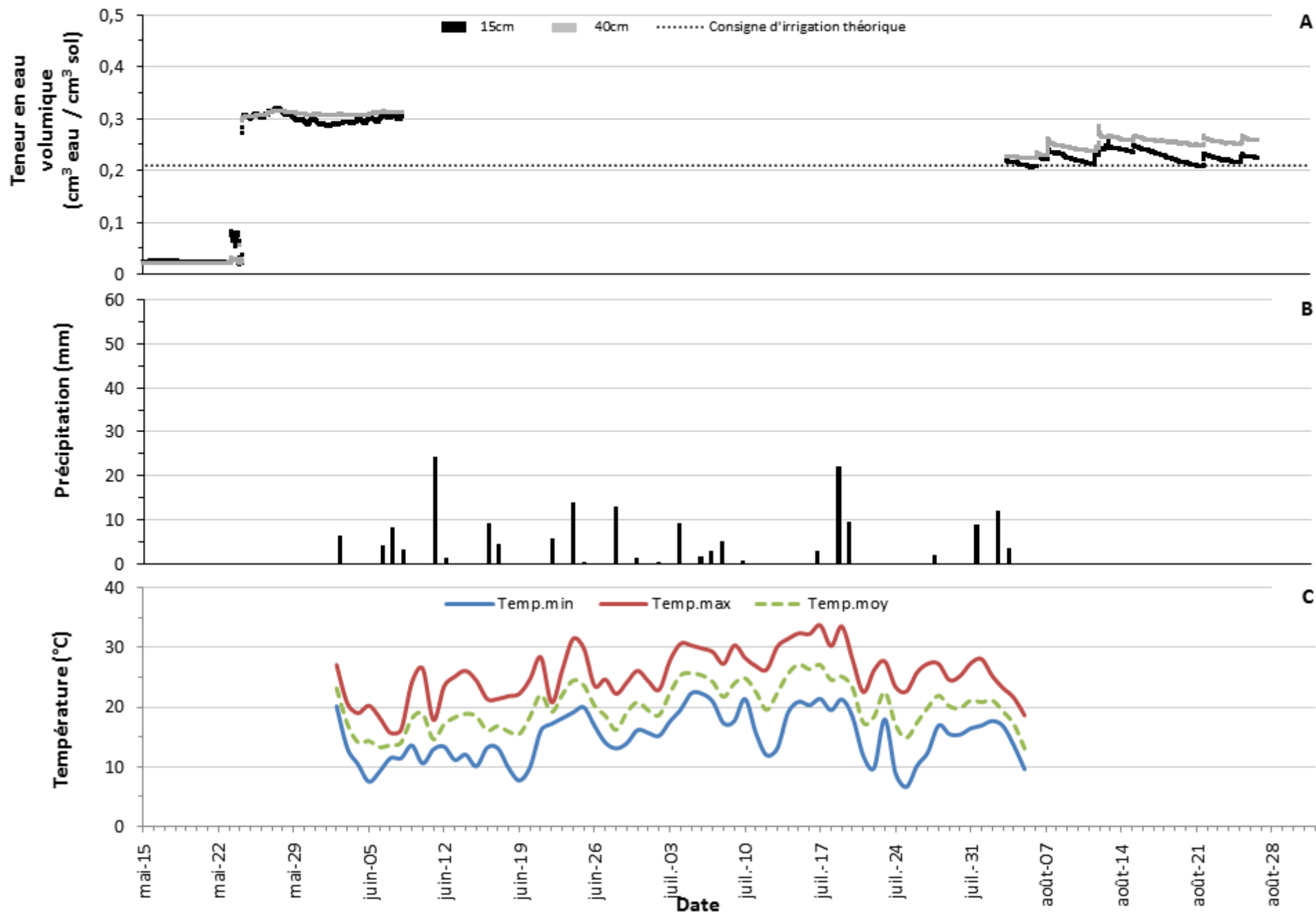


Figure 30. . Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 9, saison 2013.

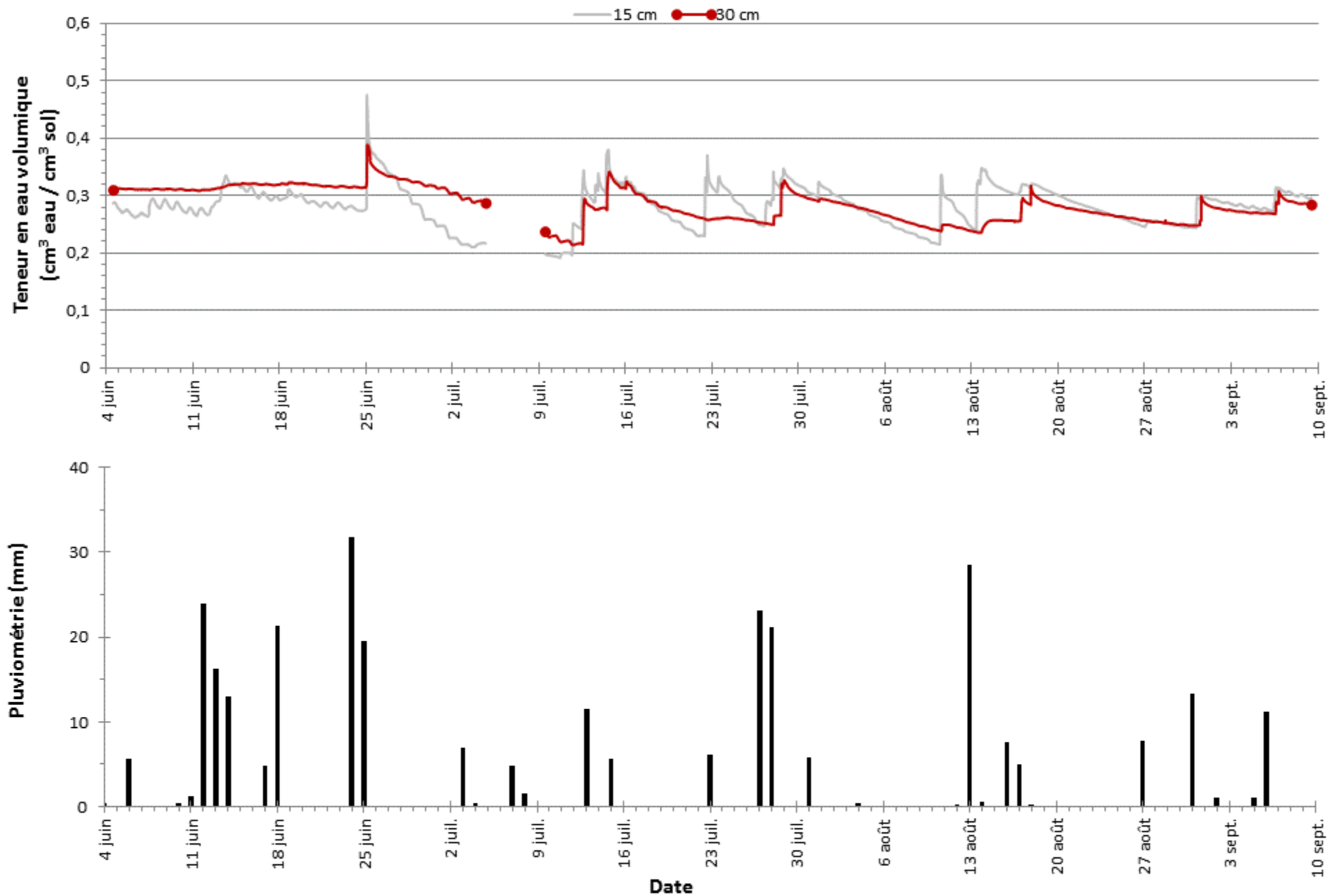


Figure 31. Teneur en eau volumique et précipitations, site 9, saison 2014.

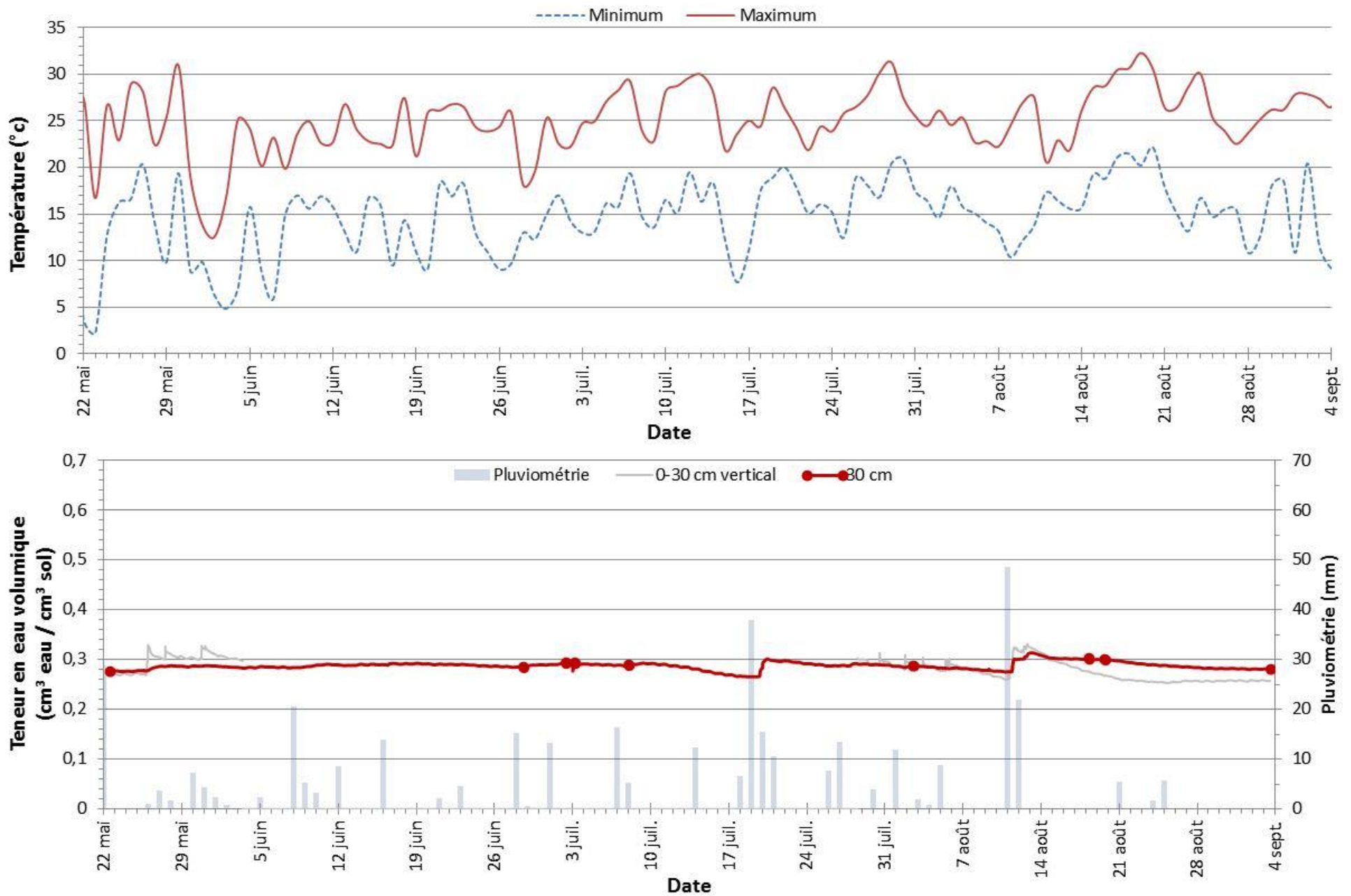


Figure 32. Teneur en eau volumique, précipitations et température de l'air, site 9, saison 2015.

10 Site 10

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Est		
Culture	Tomate		
Rotation	Tomate, maïs sucré		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	nd	Début juin	Début juin
Date ou fin approximative récolte	nd	Fin septembre	Début octobre
Durée croissance (nb jours)	nd	122	123
TDR fonctionnel (nb jours)	80	101	122

Type de sol

Texture	Loam sableux fin	Argile	Loam sableux fin
Série de sol	Corbin	St-Hyacinthe	Corbin
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,41	1,38	1,41
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,55	1,78	1,55
Matière organique (%)	2,7	1,98	2,7
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0,4	0,31	0,4
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	1,3	0,8	1,3

Système d'irrigation

Source	Étang artificiel		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	20		
Pression d'opération visée (psi)	10		
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	4,59 / 0,38 @ 10 psi		
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,58 / 0,15 @ 10 psi		
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	1650	620	684
Superficie considérée (ha)	0,25	0,09	0,1
Volume théorique du cône (cm ³)	16 588		
Volume cible (cm ³)	800	480	800

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013 et 2015	Saturation	0	0,485	0,414
	CC <i>in situ</i>	5*	0,319	0,366
	Plateau	20	0,228	0,333
	CC théorique	33	0,220	0,332
	Point de flétrissement permanent	1500	0,070	0,068
2014	Saturation	0	0,480	0,326
	CC <i>in situ</i>		nd	
	Plateau	33	0,282	0,299
	CC théorique	33	0,282	0,299
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,201

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013 et 2015	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	37	45	82
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	19	22	41
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 20]	14	5	19
2014	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500				
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500		nd		
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau				

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	7 juillet	Avec	324	0,16	6,9	845,4	106	385
	10 juillet	Avec	283	0,16	6,3	777,8	97	336
	13 juillet	Avec	290	0,17	6,8	837,2	105	344
	25 juillet	Avec	349	0,18	8,6	1063,6	133	414
	28 juillet	Avec	244	0,16	5,2	640,5	80	290
	1 ^{er} août	Avec	335	0,17	7,5	924,9	116	398
	7 août	Avec	290	0,14	5,4	666,0	83	344
	16 août	Avec	316	0,16	6,7	824,2	103	375
	19 août	Avec	309	0,12	5,1	801,4	79	367
		Moyenne		304	0,16	6,5	801,4	100
	Total		2740	-	58,6	7212,7	-	-
2014	7 juillet	Avec	312	0,6	10,1	2941,5	613	618
	21 juillet	Avec	324	0,5	9,1	2647,4	552	641
	4 août	Avec	81	0,5	2,5	721,9	150	160
	7 août	Avec	384	0,4	7,8	2270,8	473	760
	11 août	Avec	344	0,2	3,1	909,2	189	681
	24 août	Avec	61	0,5	1,8	520,8	109	121
	Moyenne		251	0,4	5,8	1668,6	348	497
	Total		1506	-	34,5	10 011,7	-	-
2015	15 juin	Avec	220	0,41	5,1	1505,2	188	261
	19 juin	Avec	193	0,69	7,6	2226,7	278	229
	25 juin	Avec	213	0,63	7,7	2243,2	280	253
	27 juin	Avec	171	0,36	3,5	1035,8	129	203
	3 juillet	Avec	295	0,57	9,6	2796,2	350	350
	6 juillet	Avec	177	0,65	6,5	1908,3	239	210
	9 juillet	Avec	201	0,54	6,2	1820,4	228	239
	11 juillet	Avec	231	0,36	4,8	1403,2	175	274
	13 juillet	Avec	207	0,44	5,2	1514,6	189	246
	16 juillet	Avec	222	0,68	8,6	2520,1	315	264
	21 juillet	Avec	161	0,55	5,1	1487,0	186	191
	24 juillet	Avec	216	0,39	4,7	1386,7	173	257
	28 juillet	Avec	166	0,62	5,9	1722,6	215	197
	30 juillet	Avec	171	0,68	6,7	1947,6	243	203
	1 août	Avec	175	0,69	6,9	2011,2	251	208
	3 août	Avec	172	0,70	6,8	2001,3	250	204
	5 août	Avec	182	0,70	7,3	2121,4	265	216
10 août	Avec	173	0,71	7,0	2056,2	257	205	
19 août	Avec	254	0,71	10,3	3008,7	376	302	
20 août	Avec	180	0,63	6,5	1905,0	238	214	
23 août	Avec	241	0,67	9,2	2687,9	336	286	

25 août	Avec	170	0,48	4,7	1366,0	171	202
1 sept.	Avec	214	0,61	7,4	2158,6	270	254
	Moyenne	200	0,59	6,7	1949,3	244	238
	Total	4605	-	153,3	44 834,2	-	-

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	399	341,2	315,8
Jours mesurés / jours durée de croissance	(14 juin au 20 octobre)	103/122	123/123
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	61/122	122/123
Total (mm)	nd	nd	nd

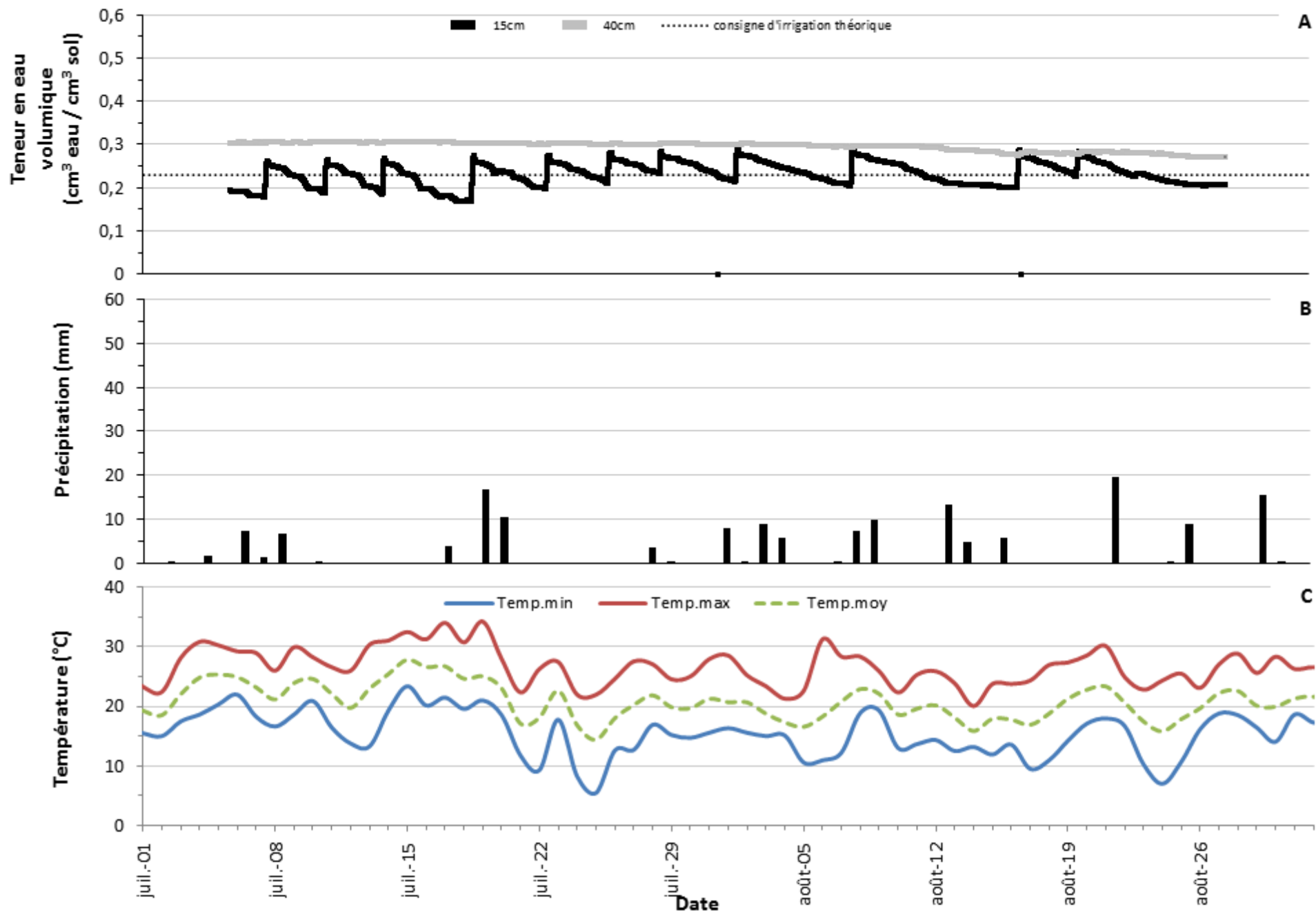


Figure 33. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 10, saison 2013.

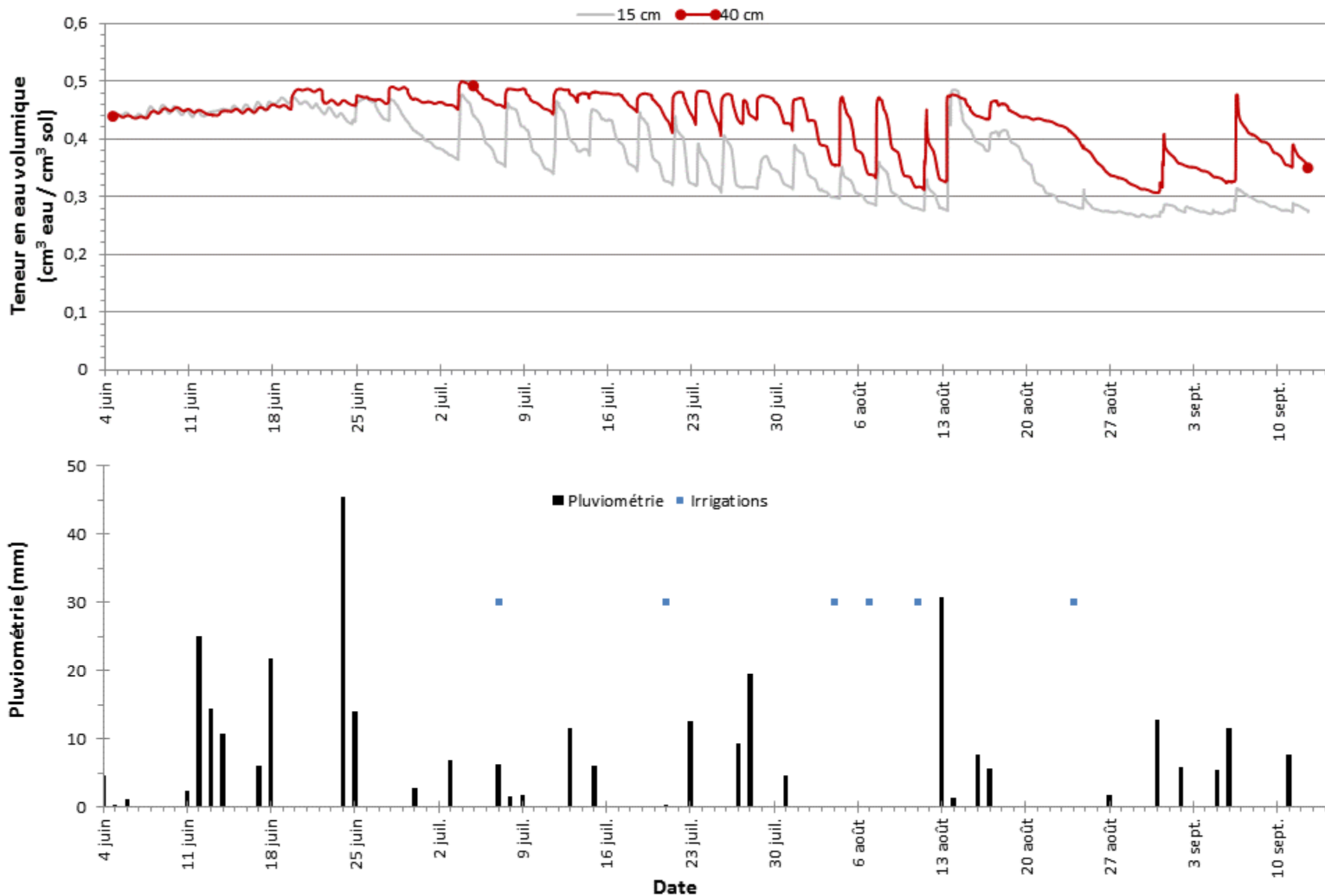


Figure 34. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 10, saison 2014.

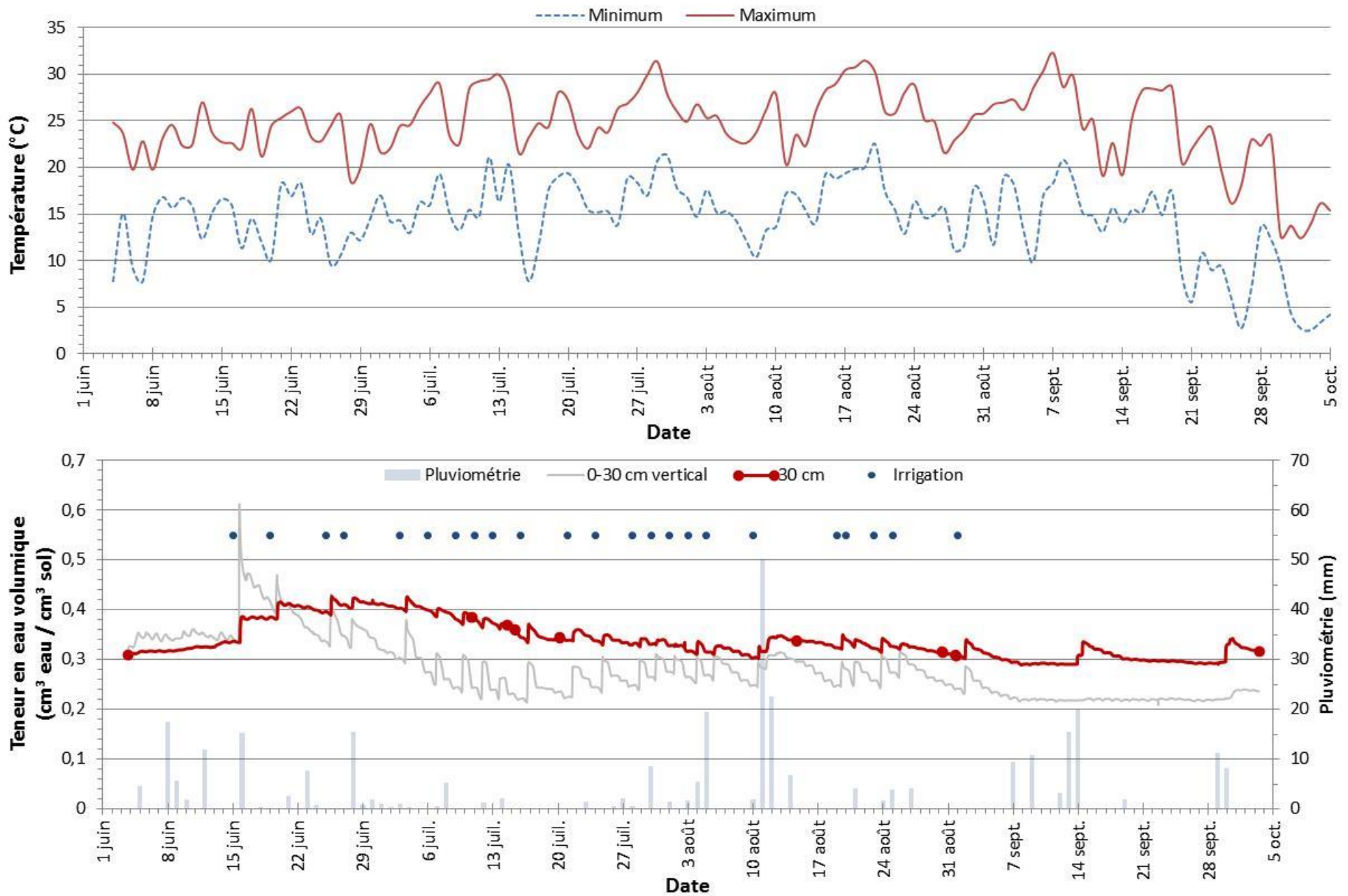


Figure 35. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 10, saison 2015.

11 Site 11

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Est		
Culture	Poivron		Melon
Rotation	Poivron– haricot – concombre - melon		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	15 mai	Début juin	25 juin
Date ou fin approximative récolte	10 octobre	Début octobre	Champ trop humide/arrêt récoltes
Durée croissance (nb jours)	148	122	nd
TDR fonctionnel (nb jours)	84	42	74

Type de sol

Texture	Sable loameux
Série de sol	Joseph
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,12
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,27
Matière organique (%)	3,7
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0,4
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	4,5

Système d'irrigation

Source	Étang		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	20		
Pression d'opération visée (psi)	8		
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	4,22 / 0,34 @ 8 psi		
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,51 / 0,13 @ 8 psi		
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	800	700	1609
Superficie considérée (ha)	0,13	0,11	0,23
Volume théorique du cône (cm ³)	11 112		
Volume cible (cm ³)	600	960	780*

*Moyenne combinée des analyses de 2013 et 2014

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013 (2015)	Saturation	0	0,513	0,431
	CC <i>in situ</i>	7,5*	0,236	0,283
	Plateau	25	0,190	0,237
	CC théorique	33	0,181	0,234
	Point de flétrissement permanent	1500	0,063	0,067
2014 (2015)	Saturation	0	0,544	0,454
	CC <i>in situ</i>	5*	0,236	0,261
	Plateau	25	nd	0,171
	CC théorique	33	0,146	0,134
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,053

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013 (2015)	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[7,5, 1500]	26	32	58
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [7,5, 1500]	13	16	29
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 25]	7	7	14
	Consigne	Plateau	25	-	-	-
2014 (2015)	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	27	34	61
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	14	17	31
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 25]	10	17	27
	Consigne	Plateau	25	-	-	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	7 juillet	Avec	35	1,1	2,6	654,5	109	50
	12 juillet	Avec	175	1,1	12,6	3158,0	526	248
	15 juillet	Avec	254	1,1	18,6	4658,8	776	360
	7 août	Avec	97	0,3	2,1	531,7	89	137
	19 août	Avec	198	0,3	3,4	854,4	142	281
	28 août	Avec	208	0,2	3,5	864,4	144	295
		Moyenne		161	0,7	7,1	1854,5	309
	Total		967	-	42,9	10 721,6	-	-
2014	18 juin	Avec	42	1,6	3,8	1098,5	114	37
	20 juin	Avec	186	2,6	27,9	7969,7	830	165
	24 juin	Avec	216	2,6	32,9	9401,2	979	191
	27 juin	Avec	442	2,6	67,1	19 171,7	1997	391
	7 juillet	Avec	692	0,3	10,1	2889,1	301	613
	8 juillet	Avec	204	1,9	23,1	6612,0	689	181
	18 juillet	Avec	104	2,2	13,6	3879,4	404	92
	20 juillet	Avec	270	2,4	38,6	11 020,3	1148	239
	21 juillet	Avec	212	2,2	27,5	7853,4	818	188
	22 juillet	Avec	289	3,2	54,4	15 529,6	1618	256
	3 août	Avec	192	3,2	36,4	10392,6	1083	170
	5 août	Avec	120	2,2	15,7	4472,2	466	106
	6 août	Avec	375	3,1	68,7	19 626,8	2044	332
	8 août	Avec	204	3,4	40,5	11 562,0	1204	181
	12 août	Avec	118	3,1	21,5	6146,3	640	104
	14 août	Avec	278	3,4	54,9	15 694,0	1635	246
	18 août	Avec	252	3,4	50,4	14 412,7	1501	223
20 août	Avec	248	2,7	39,0	11 147,0	1161	220	
	Moyenne		246,9	2,6	34,8	9937,7	1035	218
	Total		4444	-	626,1	178 878,7	-	-
2015	Arrêt des récoltes							

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	483,6	361,8	389,4
Jours mesurés / jours durée de croissance	135/148	108/122	16 juin-5 octobre
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	nd	nd
Total (mm)	nd	nd	nd

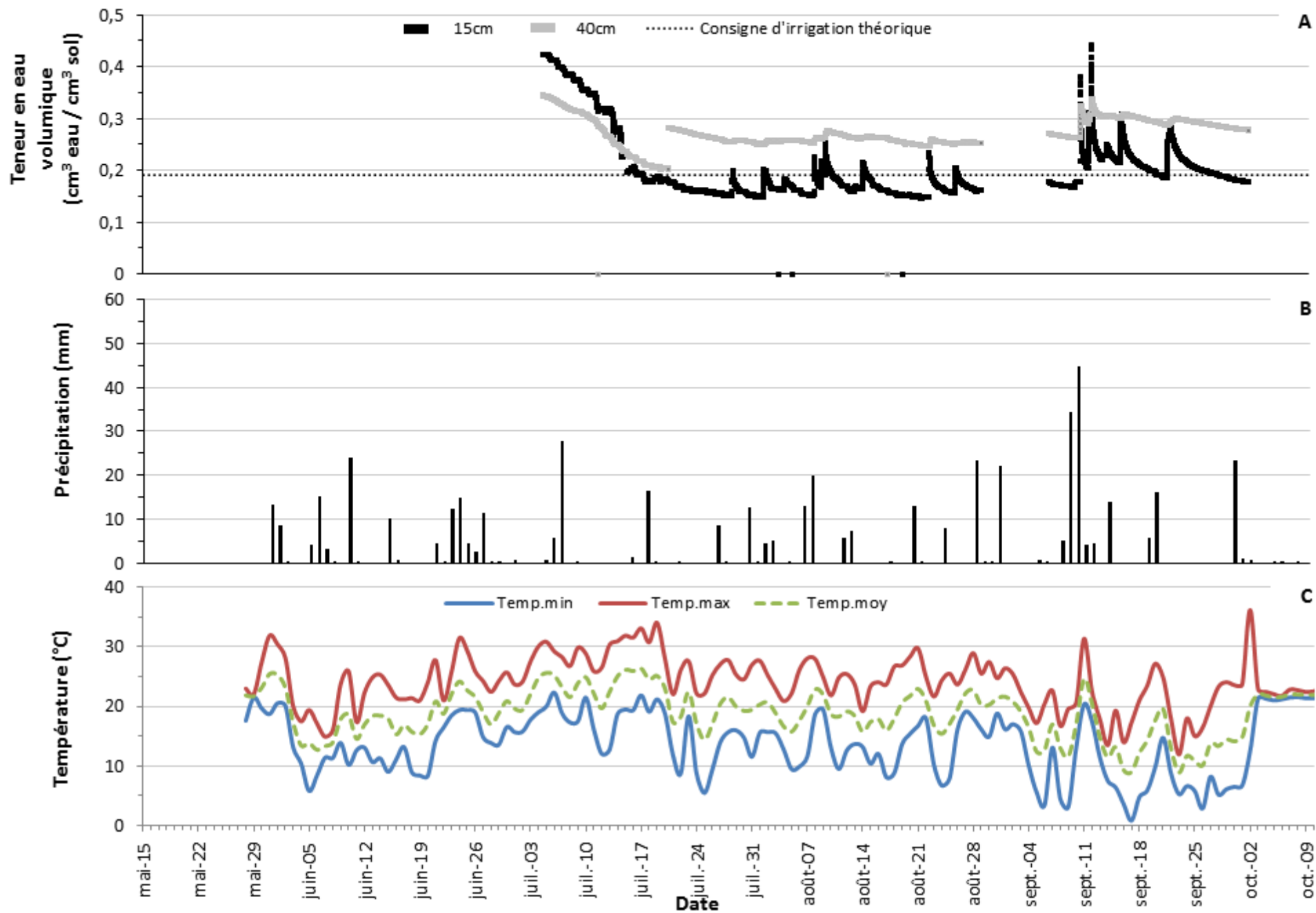


Figure 36. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 11, saison 2013.

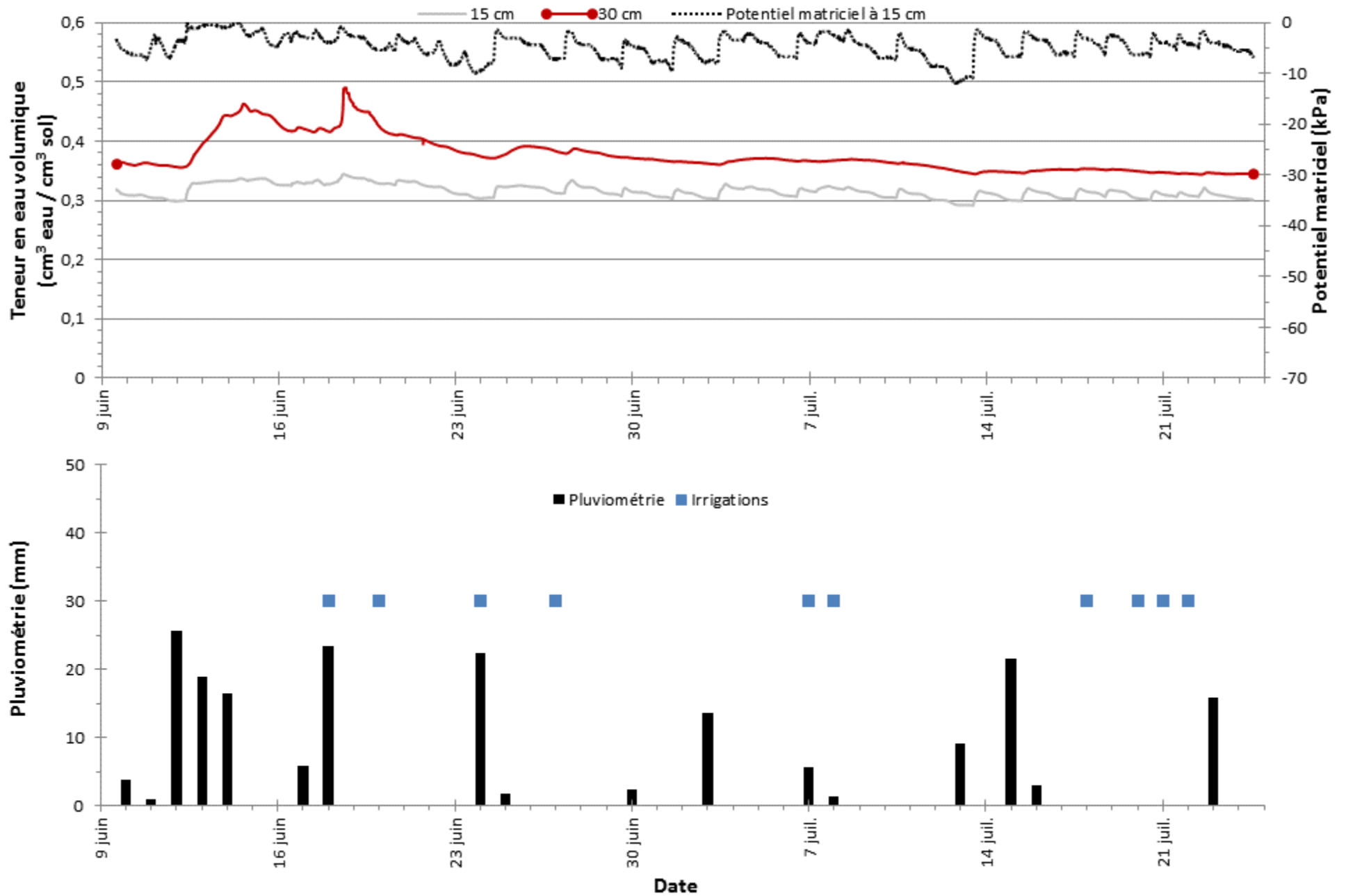


Figure 37. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 11, saison 2014.

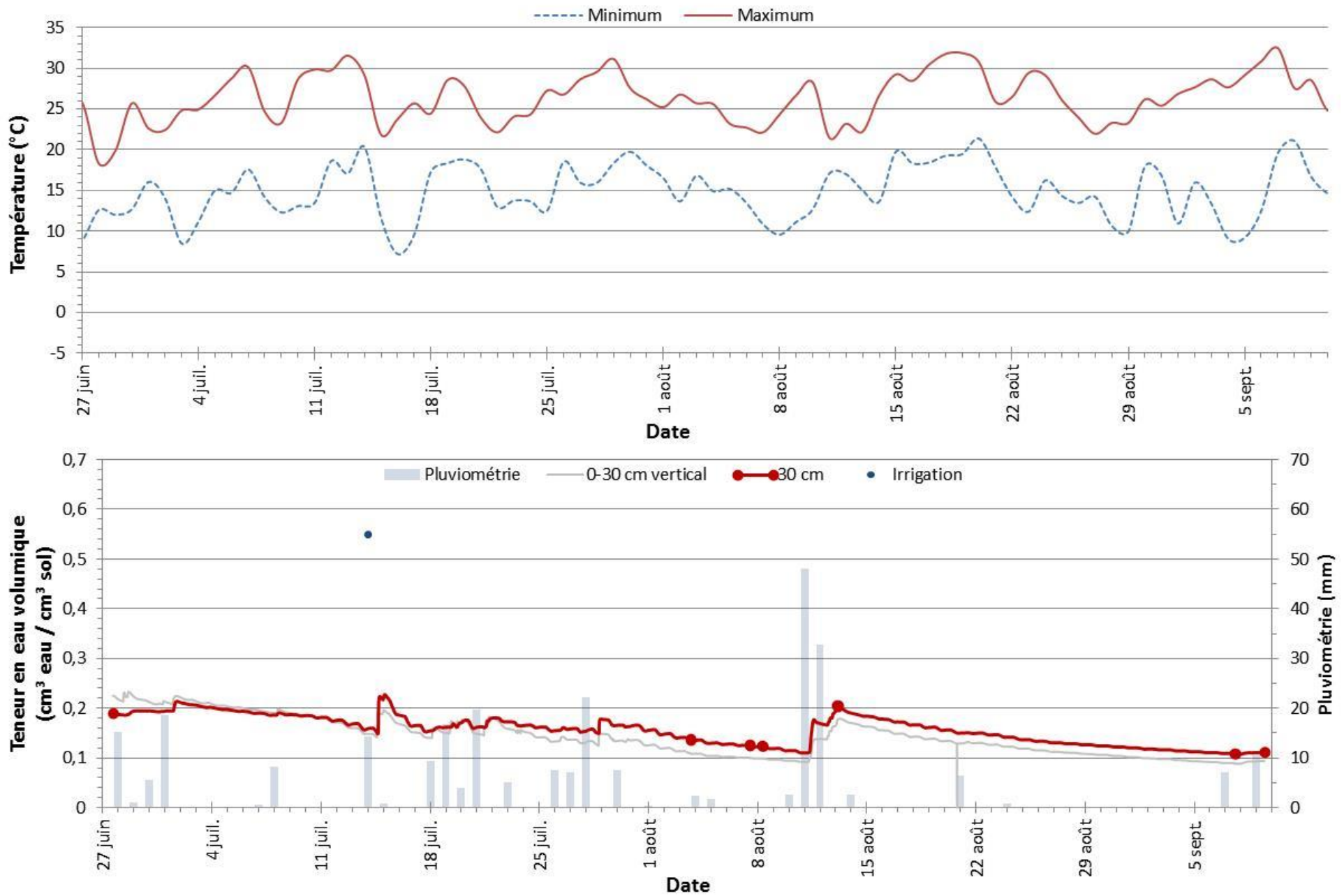


Figure 38. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 11, saison 2015.

12 Site 12

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Est		
Culture	Tomate en grand tunnel		
Rotation	Tomate – pépinière de fraises		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	1 ^{er} mai	Début mai	9 mai
Date ou fin approximative récolte	1 ^{er} octobre	Début octobre	mi-octobre
Durée croissance (nb jours)	153	153	160
TDR fonctionnel (nb jours)	83	87	136

Type de sol

Texture	Sable fin et loameux
Série de sol	Joseph
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,41
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,61
Matière organique (%)	2,0
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0,4
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	nd

Système d'irrigation

Source	Lac		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	20		
Pression d'opération visée (psi)	8		
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	4,22 / 0,34 @ 8 psi		
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,51 / 0,13 @ 8 psi		
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	2500	3775	4077
Superficie considérée (ha)	0,4	0,54	0,64
Volume théorique du cône (cm ³)	11 112		
Volume cible (cm ³)	800		

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013-2015	Saturation	0	0,441	0,336
	CC <i>in situ</i>	7,5*	0,259	0,285
	Plateau	25	0,179	0,220
	CC théorique	33	0,176	0,214
	Point de flétrissement permanent	1500	0,041	0,041

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013-2015	100 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	[7,5, 1500]	33	37	70
	50 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	50 % [7,5, 1500]	16	18	34
	RFU	CC <i>in situ</i> -Plateau	[7,5, 25]	12	11	23

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	15 juillet	Avec	271	0,34	19,1	1529,2	162	240
	18 juillet	Avec	228	0,38	17,7	1416,6	150	202
	20 juillet	Avec	187	0,29	10,9	874,9	93	166
	24 juillet	Avec	230	0,34	16,0	1278,3	135	204
	25 juillet	Avec	211	0,28	12,0	959,0	101	187
	28 juillet	Avec	185	0,34	12,9	1033,6	109	164
	1 ^{er} août	Avec	174	0,36	12,7	1014,4	107	154
	2 août	Avec	45	0,35	3,3	261,4	28	40
	3 août	Avec	391	0,32	25,7	2057,7	218	346
	5 août	Avec	230	0,36	16,9	1353,8	143	204
	9 août	Avec	175	0,36	13,0	1036,9	110	155
	13 août	Avec	183	0,36	13,4	1071,4	113	162
	17 août	Avec	167	0,35	12,1	967,5	102	148
	18 août	Avec	193	0,35	13,7	1099,8	116	171
	20 août	Avec	216	0,35	15,4	1229,8	130	191
23 août	Avec	163	0,35	11,6	925,4	98	144	

	26 août	Avec	168	0,36	12,5	1001,1	106	149
	8 sept.	Avec	199	0,32	13,1	1044,0	110	176
	15 sept.	Avec	194	0,31	12,2	975,6	103	172
	18 sept.	Avec	176	0,29	10,5	837,8	89	156
	19 sept.	Avec	239	0,28	14,0	1117,3	118	212
	26 sept.	Avec	219	0,28	12,6	1009,2	107	194
	Moyenne		202	0,33	13,7	1112,7	139	215
	Total		4444	-	301,2	24 480,4		-
2014	29 juin	Avec	61	0,45	8,7	459,8	48	54
	1 juillet	Avec	139	0,36	15,8	838,3	87	123
	8 juillet	Avec	50	0,41	6,5	344,5	36	44
	12 juillet	Avec	119	0,37	13,7	724,5	75	105
	19 juillet	Avec	118	0,40	14,8	785,1	82	104
	30 juillet	Avec	208	0,34	22,0	1163,8	121	184
	4 août	Avec	322	0,41	41,3	2186,5	228	285
	11 août	Avec	123	0,32	12,4	654,4	68	109
	19 août	Avec	172	0,36	19,3	1024,5	107	152
	24 août	Avec	146	0,28	12,8	678,6	71	129
	2 sept.	Avec	82	0,29	7,5	398,7	42	73
		Moyenne		140	0,36	15,9	841,7	105
	Total		1540	-	174,8	9258,7		-
2015	23 mai	Avec	170	0,31	17,8	888,2	111	181
	26 mai	Avec	142	0,32	15,3	760,4	95	151
	27 mai	Avec	112	0,32	11,9	595,1	74	119
	28 mai	Avec	82	0,31	8,4	418,8	52	87
	29 mai	Avec	84	0,31	8,8	439,2	55	89
	30 mai	Avec	83	0,31	8,7	433,0	54	88
	30 mai	Avec	84	0,31	8,7	434,9	54	89
	31 mai	Avec	84	0,31	8,8	437,7	55	89
	31 mai	Avec	83	0,31	8,7	432,0	54	88
	1 juin	Avec	84	0,32	8,9	441,1	55	89
	1 juin	Avec	84	0,31	8,8	438,0	55	89
	2 juin	Avec	84	0,31	8,8	438,6	55	89
	4 juin	Avec	84	0,31	8,8	437,1	55	89
	5 juin	Avec	84	0,31	8,7	435,3	54	89
	5 juin	Avec	84	0,31	8,7	435,7	54	89
	6 juin	Avec	84	0,31	8,7	435,4	54	89
	6 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,3	55	89
	7 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
7 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89	
8 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89	

8 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
9 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
9 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
10 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
10 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
11 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
11 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
12 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
12 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
13 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
13 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
14 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
14 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
15 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
15 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
16 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
16 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
17 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
17 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
18 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
18 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
19 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
19 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
20 juin	Avec	83	0,30	8,3	415,1	52	88
23 juin	Avec	85	0,31	8,7	435,9	54	90
24 juin	Avec	70	0,31	7,2	357,3	45	74
24 juin	Avec	84	0,30	8,4	420,9	53	89
25 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
25 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
26 juin	Avec	84	0,31	8,8	440,2	55	89
27 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
27 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
28 juin	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
1 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
2 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
2 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
3 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
3 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
4 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
4 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
5 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
5 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
6 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89

6 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
7 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
9 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
9 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
10 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
10 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
11 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
11 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
12 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
12 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
13 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
13 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
14 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
15 juillet	Avec	29	0,31	3,0	148,1	19	31
16 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
16 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
17 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
18 juillet	Avec	83	0,30	8,3	416,1	52	88
18 juillet	Avec	46	0,30	4,6	229,9	29	49
19 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
19 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
20 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
20 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
21 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
21 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
22 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
24 juillet	Avec	73	0,31	7,5	375,7	47	78
25 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
25 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
26 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
26 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
27 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
27 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
28 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
28 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
29 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
29 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
30 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
30 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
31 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
31 juillet	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
1 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
1 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89

2 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
2 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
3 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
3 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
4 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
4 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
5 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
5 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
6 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
6 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
7 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
7 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
8 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
8 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
9 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
9 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
10 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
10 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
11 août	Avec	83	0,37	10,2	507,3	63	88
11 août	Avec	83	0,36	10,1	504,6	63	88
13 août	Avec	84	0,37	10,4	519,7	65	89
14 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
14 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
15 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
15 août	Avec	84	0,36	10,1	504,6	63	89
16 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
16 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
17 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
17 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
18 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
18 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
19 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
19 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
20 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
20 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
21 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
21 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
22 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
22 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
23 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
23 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
24 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
24 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89

25 août	Avec	83	0,30	8,3	415,6	52	88
27 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
28 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
29 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
29 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
30 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
30 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
31 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
31 août	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
1 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
1 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
2 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
2 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
3 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
3 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
4 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
4 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
5 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
5 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
6 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
6 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
7 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
7 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
8 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
8 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
9 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
9 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
10 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
10 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
11 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
11 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
12 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
12 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
13 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
13 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
14 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
14 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
15 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
15 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
16 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
16 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
17 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
17 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89

18 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
18 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
19 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
19 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
20 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
20 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
21 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
21 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
22 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
22 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
23 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
23 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
24 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
24 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
25 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
25 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
26 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
26 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
27 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
27 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
28 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
28 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
29 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
29 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
30 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
30 sept.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
1 oct.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
1 oct.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
2 oct.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
2 oct.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
3 oct.	Avec	83	0,32	8,8	440,7	55	88
3 oct.	Avec	44	0,31	4,6	230,2	29	47
4 oct.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
4 oct.	Avec	84	0,31	8,8	436,1	55	89
5 oct.	Avec	83	0,32	8,9	443,5	55	88
Moyenne		84	0,31	8,8	437,5	55	89
Total		19 072	-	1992,6	99 310,4	-	-

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	(grand tunnel)		
Jours mesurés / jours durée de croissance	-	-	-
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	nd	nd
Total (mm)	nd	nd	nd

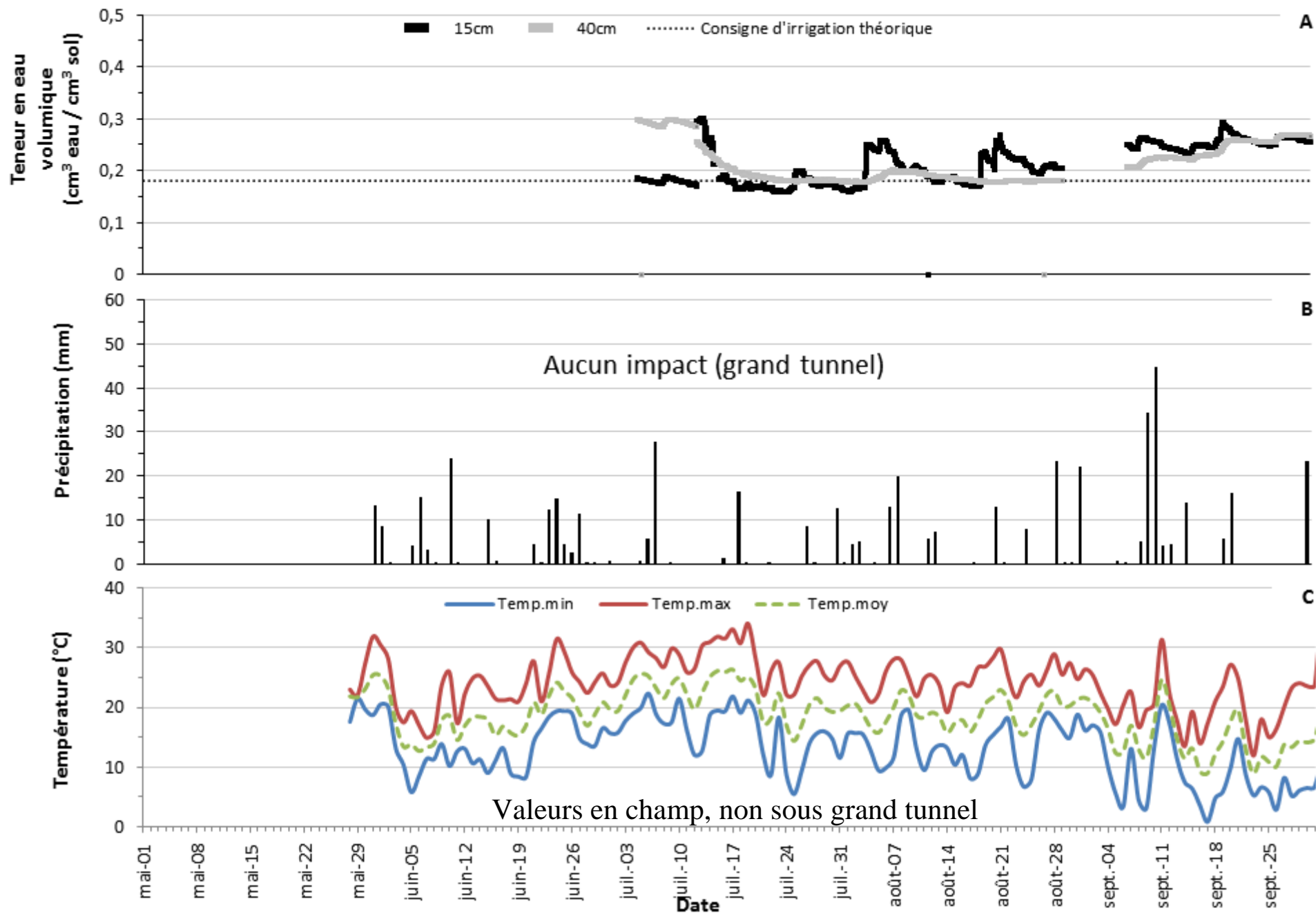


Figure 39. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 12, saison 2013.

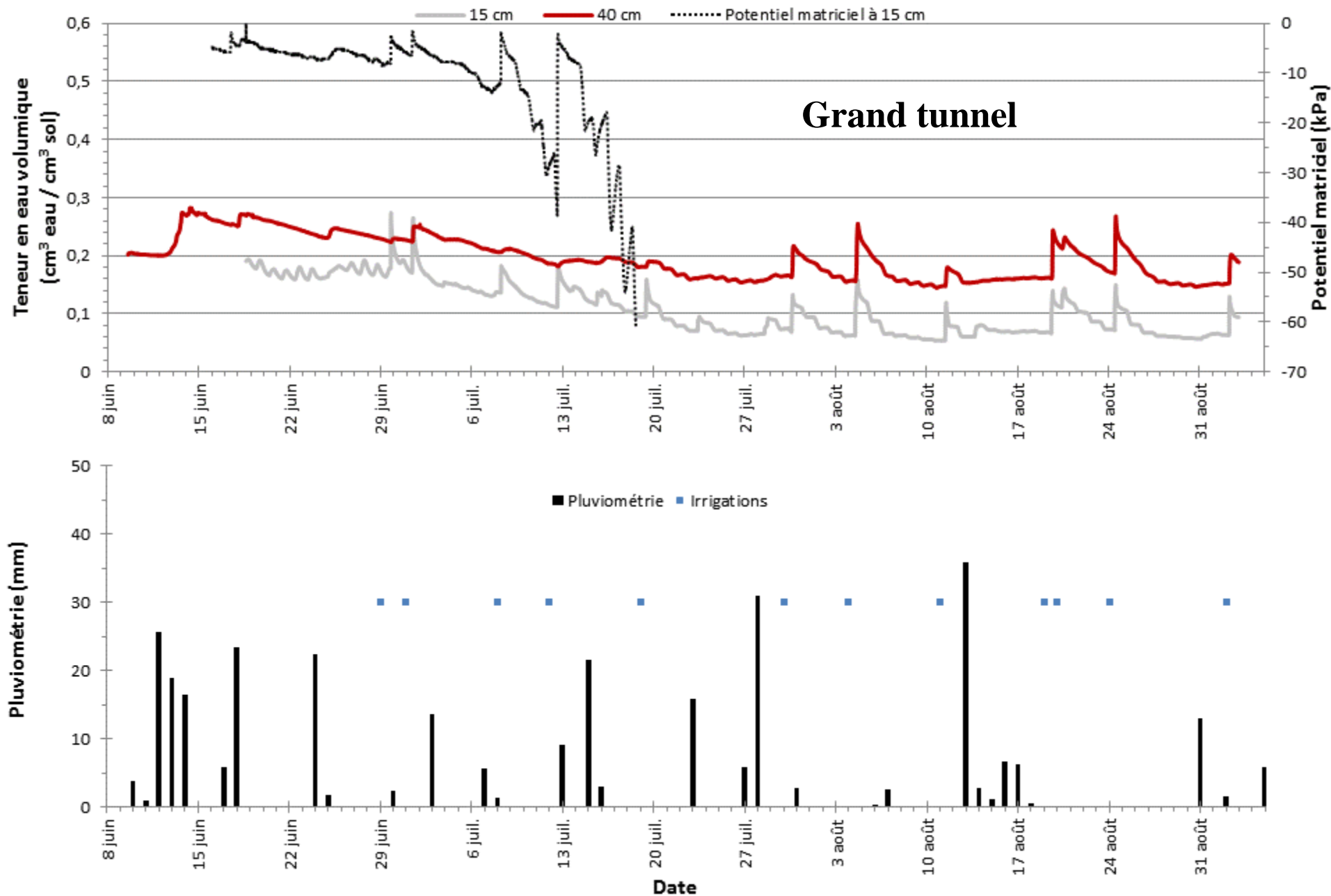


Figure 40. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 12, saison 2014.

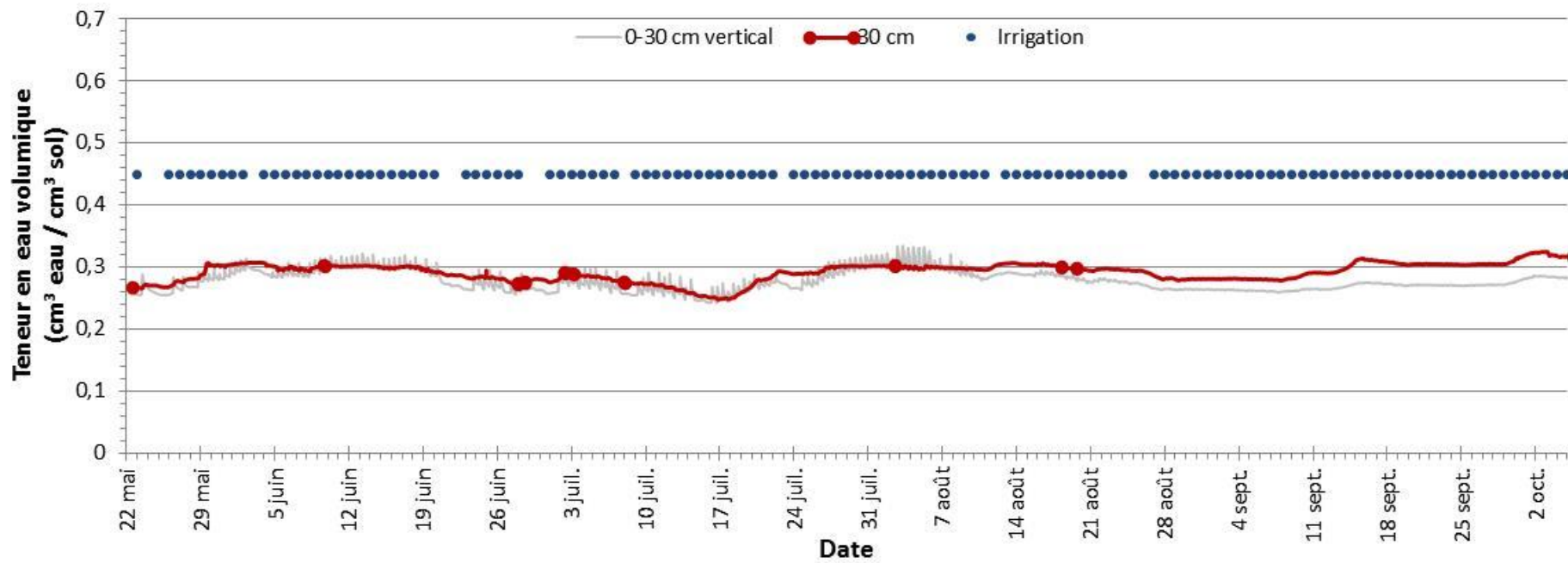


Figure 41. Teneur en eau volumique et irrigations, site 12, saison 2015.

13 Site 13

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Est		
Culture	Poivron		Oignon
Rotation	Poivron – oignon – cantaloup – (engrais verts)		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	25 mai	26 mai	25 mai
Date ou fin approximative récolte	15 octobre	Fin octobre	14 août
Durée croissance (nb jours)	143	150	82
TDR fonctionnel (nb jours)	74	124	58

Type de sol

Texture	Loam sableux fin	Sable loameux	Sable
Série de sol	Rubicon		
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,25	1,04	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,53	1,36	1,33
Matière organique (%)	2,6	3,75	5,4
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	4,6	0,17	0,3
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	3,6	0,3	3,4

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel		
Type	Gag (2 tubes par butte)		
Espacement entre les goutteurs (cm)	30		
Pression d'opération visée (psi)	8		
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	2,73 x 2 / 0,22 x 2 @ 8psi		
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,51 / 0,13 @ 8 psi		
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	2310	3078	10 168
Superficie considérée (ha)	0,21	0,27	0,94
Volume théorique du cône (cm ³)	11 112	11 112	6998
Volume cible (cm ³)	900	1100	500

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,493	0,395
	CC <i>in situ</i>	5*	0,289	0,311
	Plateau	25	0,203	0,247
	CC théorique	33	0,200	0,243
	Point de flétrissement permanent	1500	0,059	0,067
2014	Saturation	0	0,579	0,502
	CC <i>in situ</i>	4*	0,309	0,339
	Plateau	20	0,194	0,246
	CC théorique	33	0,184	0,230
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,044
2015	Saturation	0	-	0,462
	CC <i>in situ</i>	5	-	0,389
	Plateau	20	-	0,329
	CC théorique	33	-	0,279
	Point de flétrissement permanent	1500	-	-

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	35	37	72
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	17	18	35
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[5, 25]	13	10	23
2014	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[4, 1500]	40	44	84
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [4, 1500]	20	22	42
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[4, 20]	17	15	33
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[5, 20]	-	9	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	15 juillet	Avec	170	0,45	9,74	1284,5	143	160
		Moyenne	-	0,45	-	-	143	160
		Total	170	-	9,74	1284,5		-
2014	25 juillet	Avec	148	0,53	13,5	1314,2	119	114
	1 août	Avec	174	0,80	23,7	2314,1	210	134
	8 août	Avec	145	0,56	13,9	1358,7	124	112
	11 août	Avec	282	0,70	33,6	3279,2	298	218
	23 août	Avec	263	0,68	30,5	2977,2	271	203
	26 août	Avec	192	0,60	19,8	1930,1	175	148
	1 octobre	Avec	200	0,66	22,5	2195,0	200	155
		Moyenne	200,6	0,65	22,5	2195,5	200	155
	Total	1404	-	157,7	15 368,6	-	-	
2015	1 août	Avec	144	0,48	38,5	1154,6	231	245
	4 août	Avec	126	0,47	32,6	976,9	195	214
	6 août	Avec	93	0,36	18,8	563,6	113	158
		Moyenne	121	0,44	30,0	898,4	180	206
	Total	363	-	89,9	2695,1	-	-	

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	462	334,9	363,6*
Jours mesurés / jours durée de croissance	134/143	55/150	82/82
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	97/150	58/82
Total (mm)	nd	nd	nd

*Pluie complétée avec le site #7

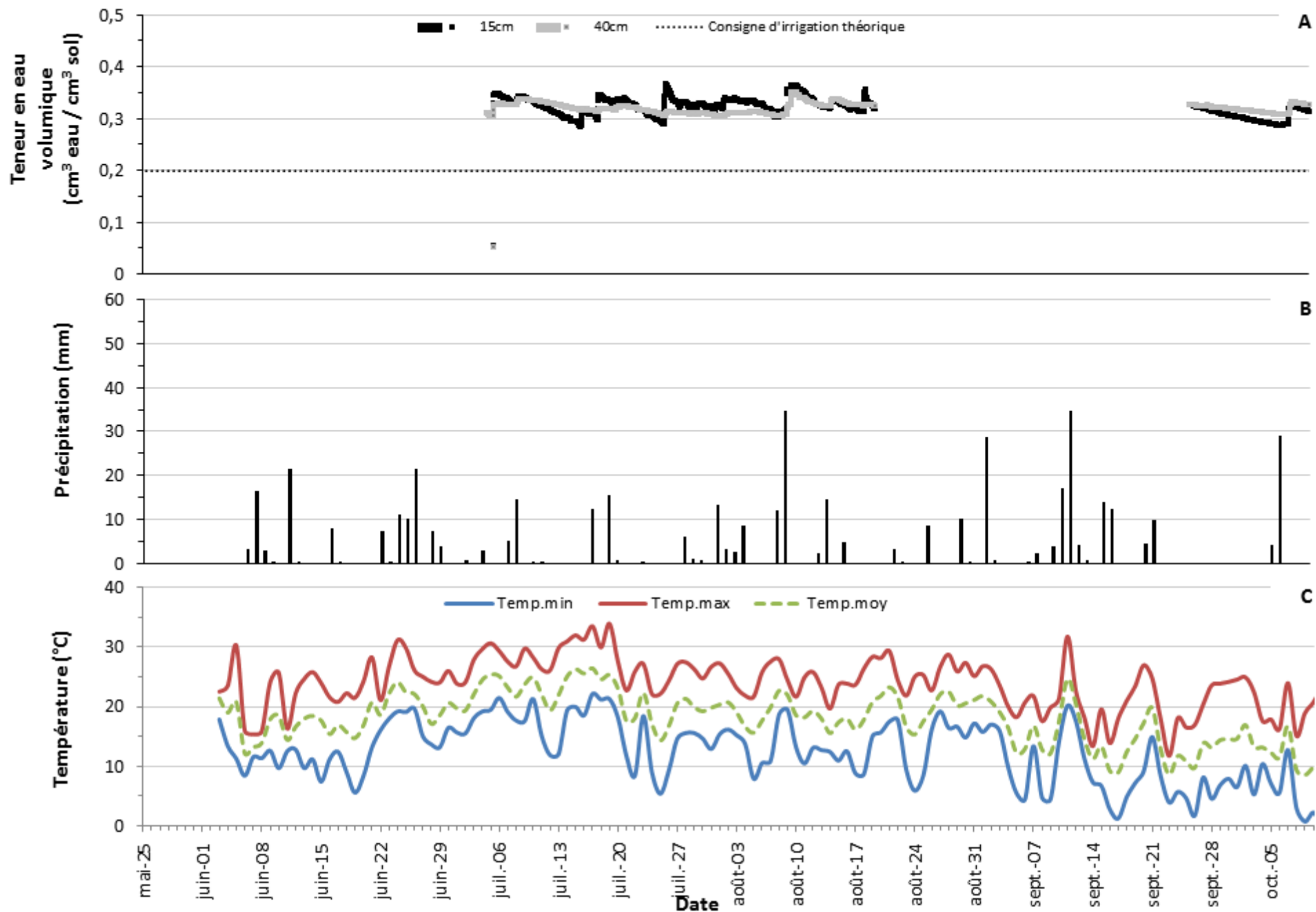


Figure 42. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 13, saison 2013.

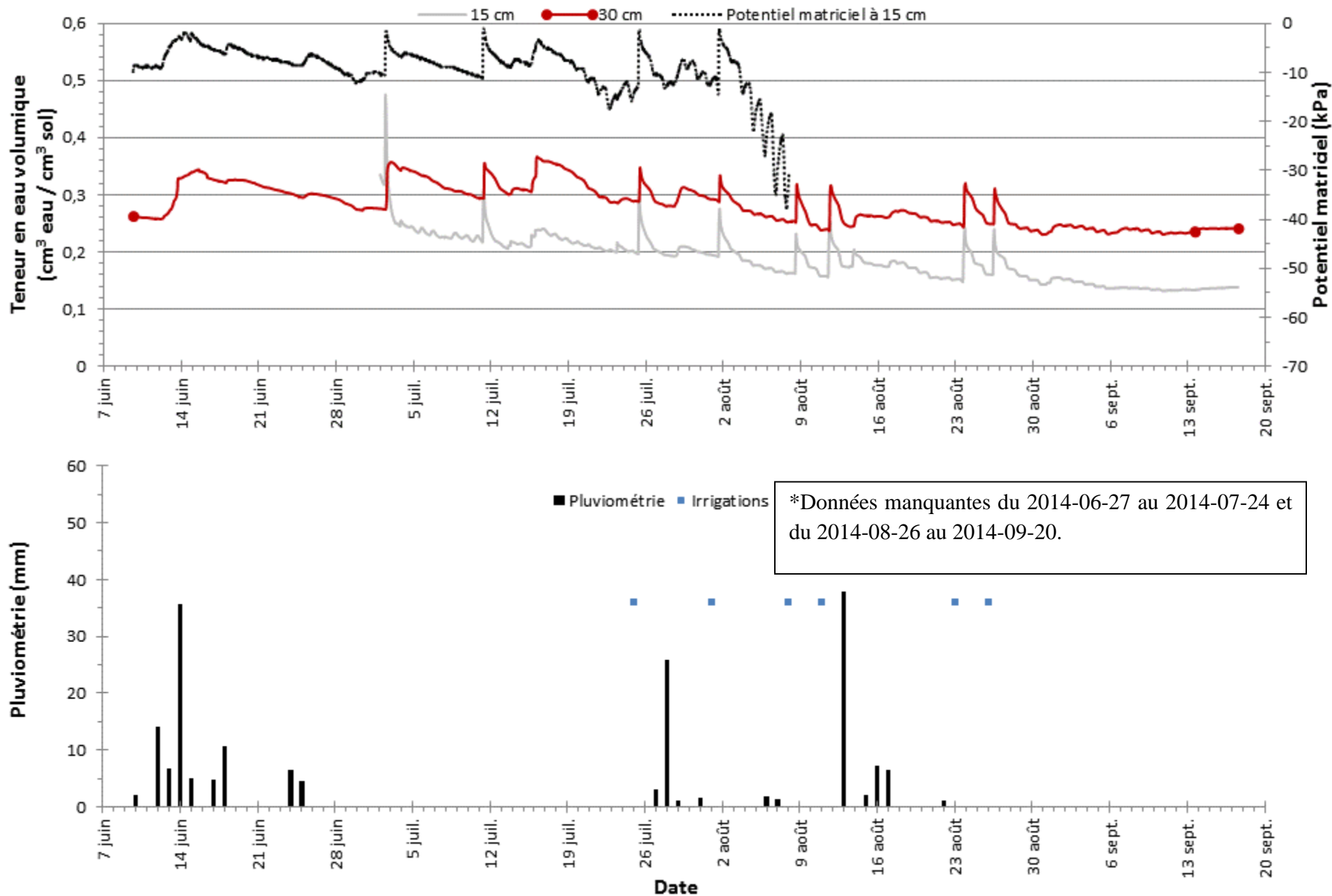


Figure 43. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 13, saison 2014.

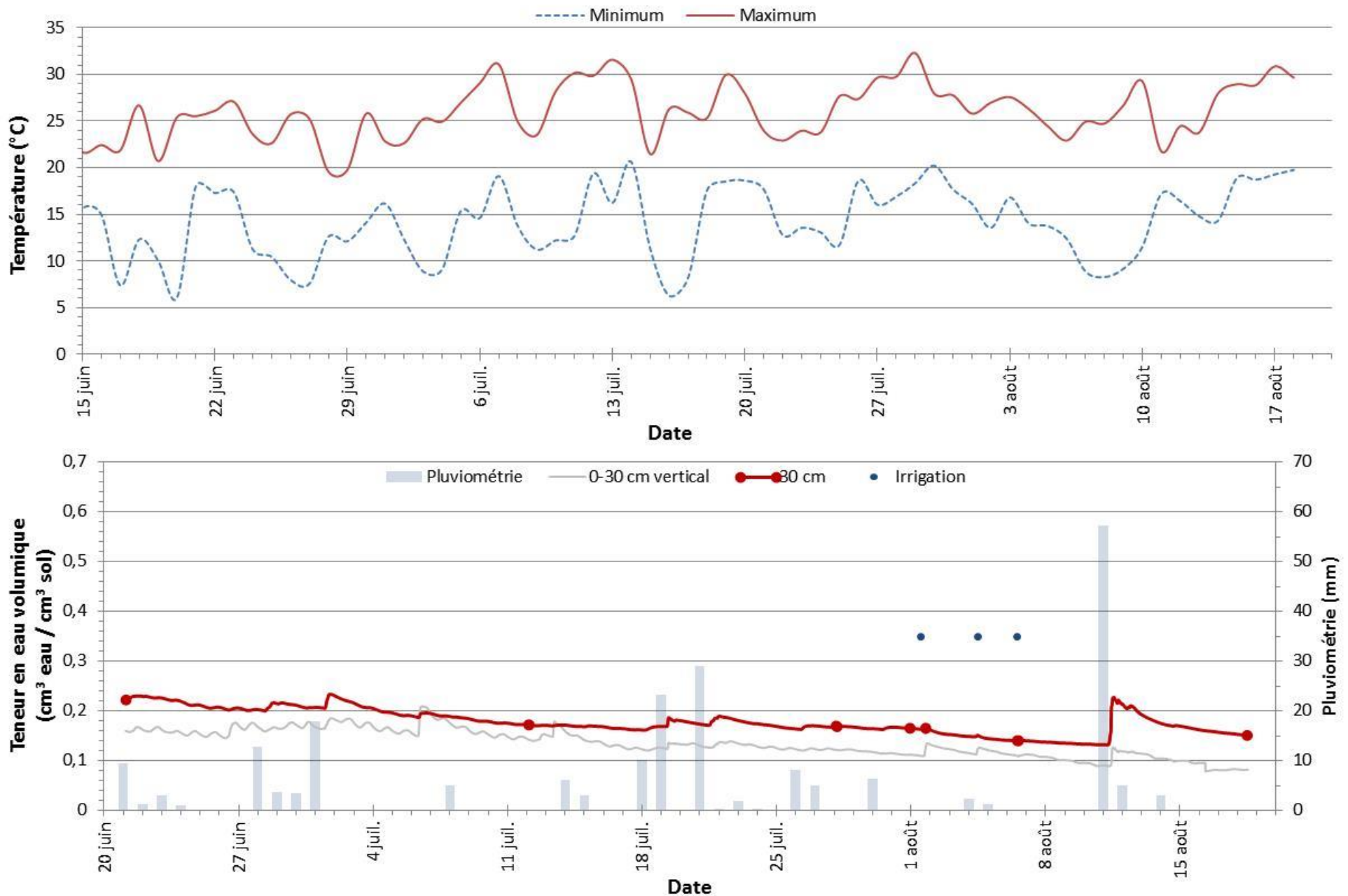


Figure 44. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 13, saison 2015.

14 Site 14

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Est		
Culture	Concombre	Oignon/zucchini	Zucchini
Rotation	Concombre, fleurs coupées, maïs grain, oignon, aubergine		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	10 mai	9 mai/28 juillet	2 mai
Date ou fin approximative récolte	15 juin (récolte pendant 5 semaines)	13 juillet/fin septembre	7 juillet
Durée croissance (nb jours)	36	65/56	67
TDR fonctionnel (nb jours)	23	59/65 44/56	63

Type de sol

Texture	Loam sableux fin
Série de sol	Joseph
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,5
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,79
Matière organique (%)	1,5
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0,14
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	3,8

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	nd	20	
Pression d'opération visée (psi)	nd	10 (estimée)	
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	nd	4,59 / 0,38 @ 10 psi	
Débit goutteur (lph/goutteur/gph/goutteur)	nd	0,58 / 0,15 @ 10 psi	
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	nd	7500	6978
Superficie considérée (ha)	nd	1,14	1,14
Volume théorique du cône (cm ³)	6998	8164	8164
Volume cible (cm ³)	270	400	400

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013-2015	Saturation	0	0,449	0,322
	CC <i>in situ</i>	5*	0,272	0,277
	Plateau	20	0,230	0,243
	CC théorique	33	0,222	0,240
	Point de flétrissement permanent	1500	0,075	0,077

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013-2015	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[4-5, 1500]	35	34	70
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [4-5, 1500]	18	17	35
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[4-5, 20]	13	9	21

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	14 juillet	Avec	135	nd	35,8	nd	nd	nd
	15 juillet	Avec	134	nd	32,2	nd	nd	nd
		Moyenne	135	nd	34	nd	nd	nd
		Total	269	nd	68,0	nd	nd	nd
2014	15 mai	Avec	83	0,19	9,9	264,5	66	197
	22 mai	Avec	142	0,31	27,9	743,6	186	337
	2 juillet	Avec	111	0,23	16,1	428,5	107	264
	6 juillet	Avec	229	0,32	45,1	1202,5	301	544
	7 juillet	Avec	85	0,32	16,9	449,9	112	202
	9 juillet	Avec	167	0,20	20,8	555,6	139	397
	25 juillet	Avec	192	0,30	36,4	970,2	243	456
	25 août	Avec	188	0,33	38,2	1019,6	255	447
		Moyenne	150	0,27	26,4	704,3	176	355
		Total	1197	-	211,3	5634,4	-	-
2015	22 mai	Avec	206	0,33	39,0	1145,2	286	489
	23 juin	Avec	153	0,35	30,6	897,3	224	363
	26 juin	Avec	147	0,38	31,7	930,4	233	349
	6 juillet	Avec	250	0,37	52,8	1549,5	387	594
		Moyenne	189	0,36	38,5	1130,6	283	449
	Total	756	-	154,1	4522,3	-	-	

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	155,2	386,4	165,8
Jours mesurés / jours durée de croissance	(15 mai au 20 juillet)	(9 mai au 11 sept)	48/67
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	59/65 44/56	63/67
Total (mm)	nd	nd	nd

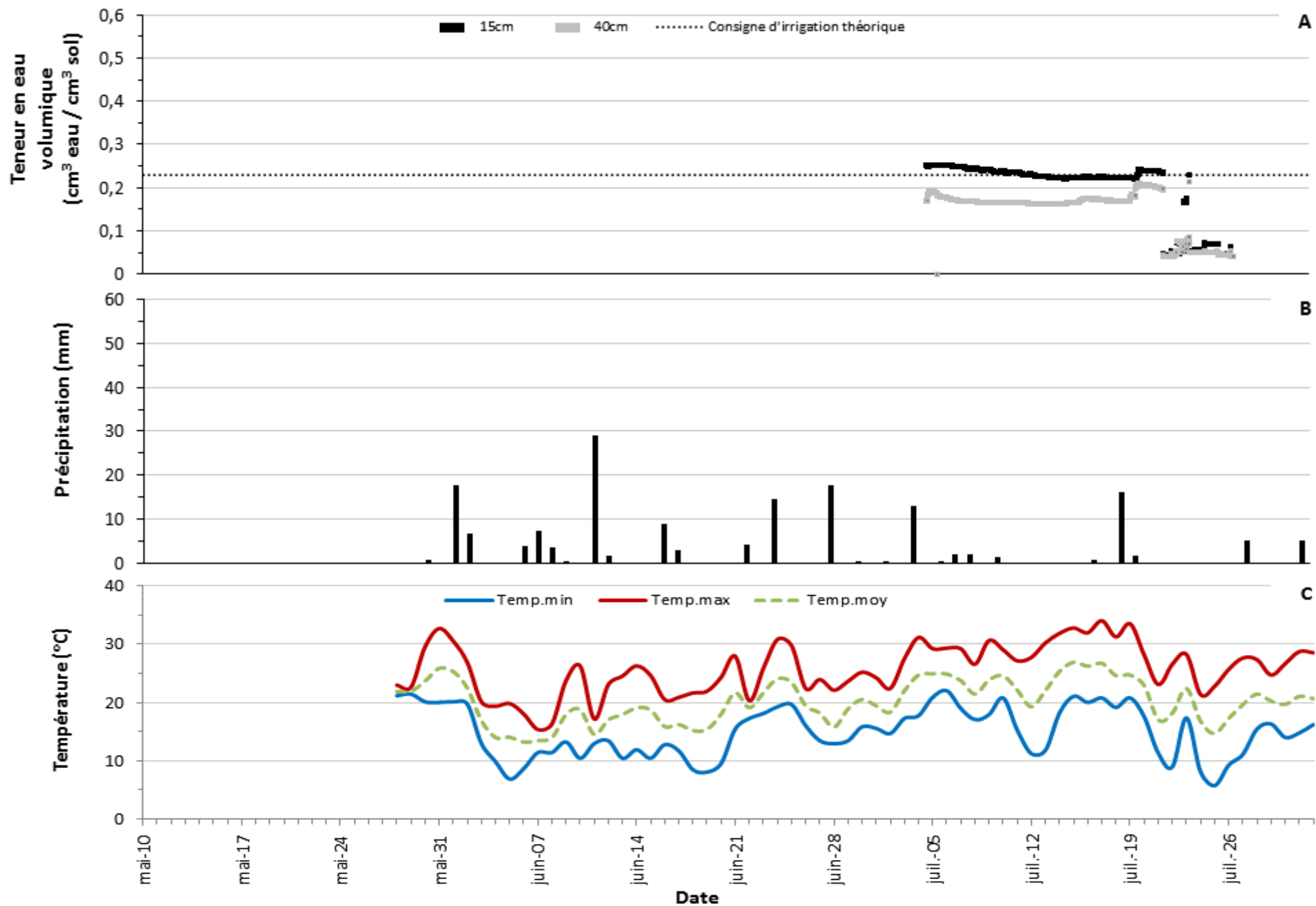


Figure 45. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 14, saison 2013.

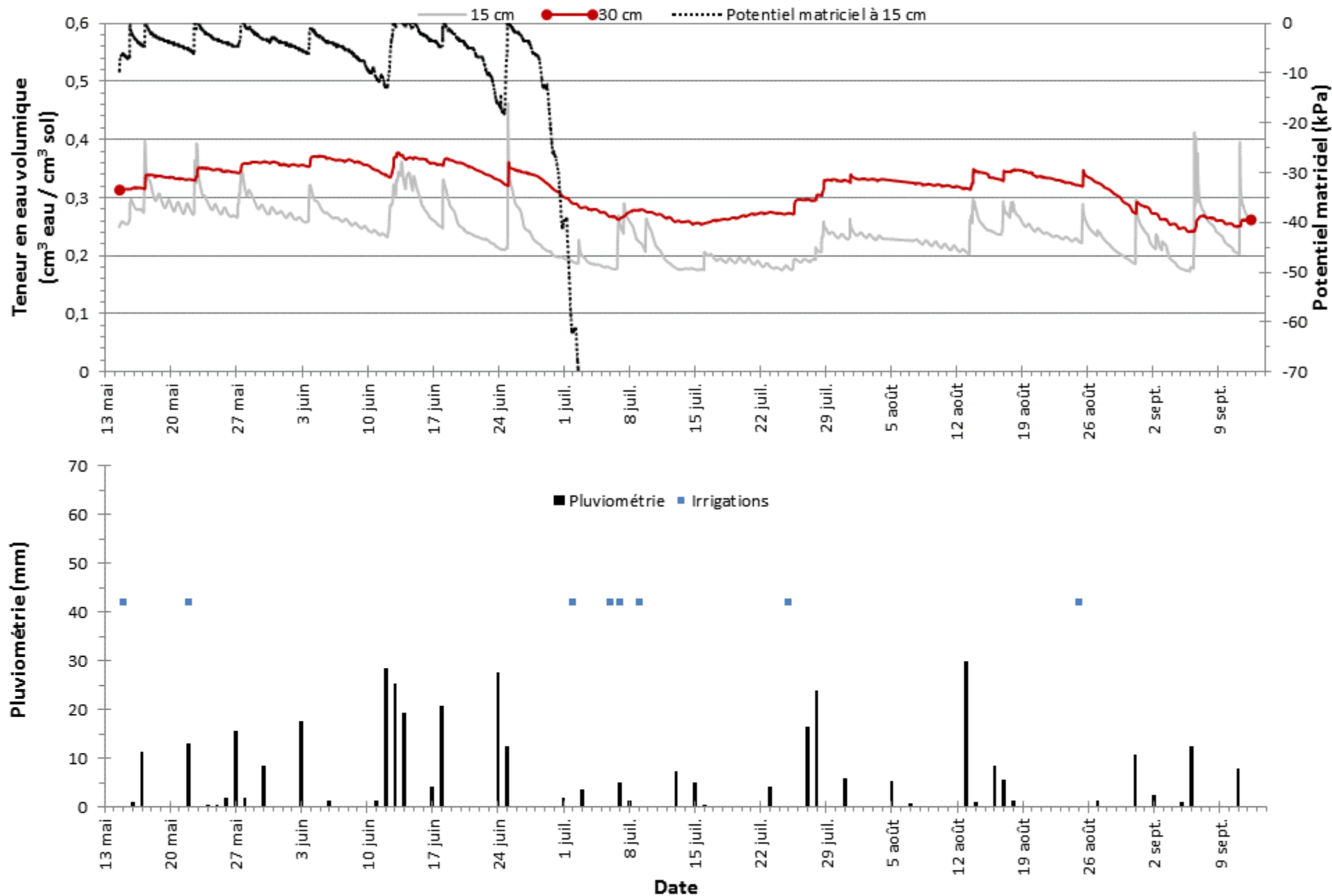


Figure 46. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 14, saison 2014.

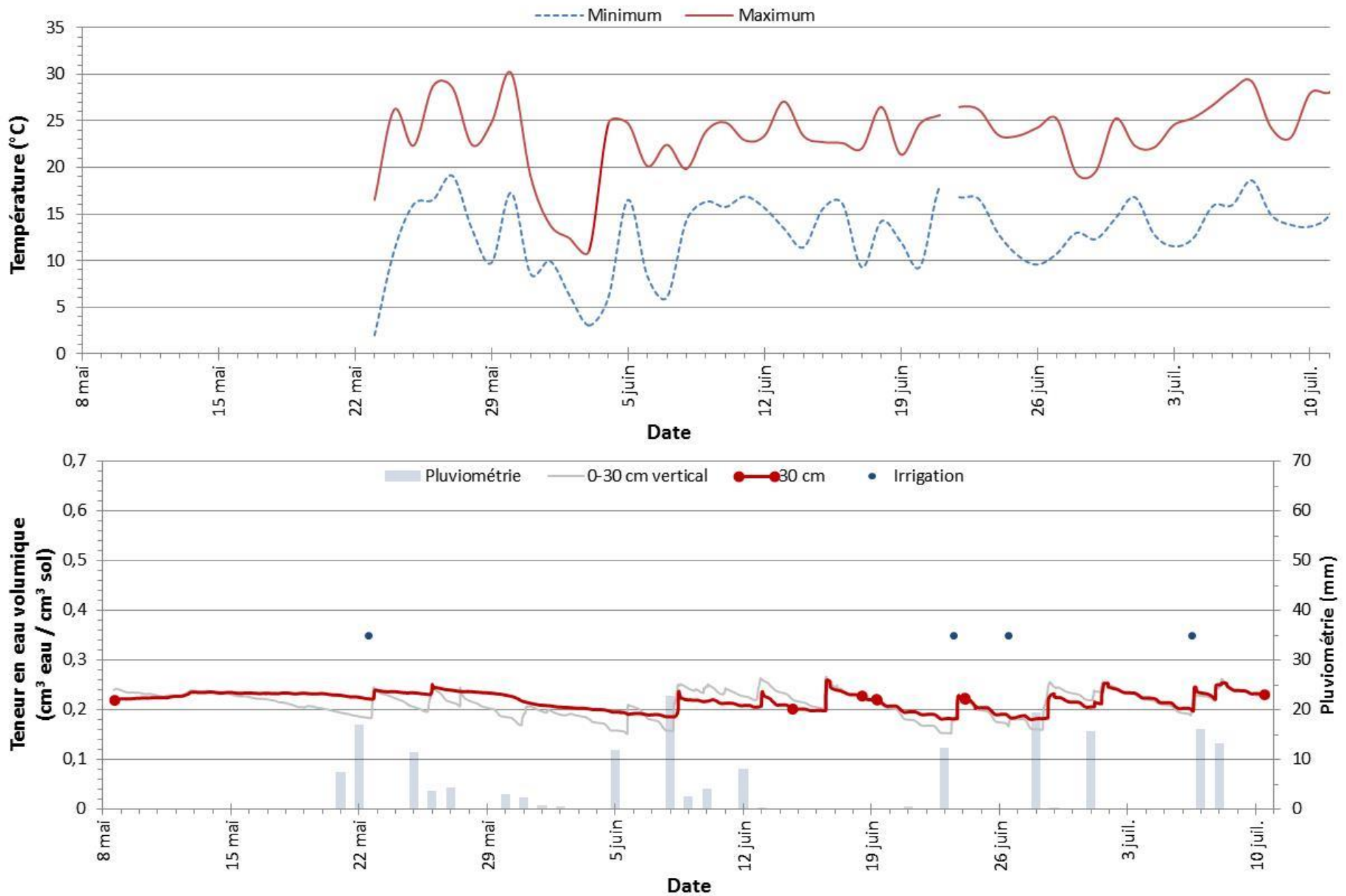


Figure 47. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 14, saison 2015.

15 Site 15

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Laurentides		
Culture	Tomate	Poivron	Poivron
Rotation	Tomate - poivron – Chou-fleur		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	10 mai	25 mai	15 mai
Date ou fin approximative récolte	21 août	1 ^{er} octobre	5 octobre
Durée croissance (nb jours)	103	129	143
TDR fonctionnel (nb jours)	97	118	90

Type de sol

Texture	Loam à loam sablo-argileux	Loam	Loam à loam sablo-argileux
Série de sol	St-Bernard		
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,23	1,28	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,49	1,46	1,14
Matière organique (%)	4,5	2,9	-
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	10,9	8,6	-
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	21,8	10,6	-

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	20		
Pression d'opération visée (psi)	8		
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	4,22 / 0,34 @ 8 psi		
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,51 / 0,13 @ 8 psi		
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	4848	7129,6	4318
Superficie considérée (ha)	0,92	1,35	0,82
Volume théorique du cône (cm ³)	16 588	11 112	
Volume cible (cm ³)	720	700	1100

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,525	0,444
	CC <i>in situ</i>	5*	0,337	0,344
	Plateau	15	0,267	0,304
	CC théorique	33	0,274	0,307
	Point de flétrissement permanent	1500	0,116	0,126
2014	Saturation	0	0,530	0,440
	CC <i>in situ</i>	4*	0,294	0,317
	Plateau	nd	nd	nd
	CC théorique	33	0,246	0,291
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,125
2015	Saturation	0	-	0,582
	CC <i>in situ</i>	5*	-	0,406
	Plateau	25	-	0,302
	CC théorique	33	-	0,293
	Point de flétrissement permanent	1500	-	-

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	33	33	66
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	17	16	33
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 15]	11	6	17
	Consigne	Plateau	15	-	-	-
2014	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500		nd		
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500				
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau				
	Consigne	Plateau				
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 25]	-	16	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	9 juillet	Avec	253	0,58	57,0	2446,7	340	287
	11 juillet	Avec	210	0,62	50,9	2183,6	303	238
	13 juillet	Avec	205	0,54	43,1	1849,3	257	233
	14 juillet	Avec	185	0,47	34,1	1464,5	203	210
	15 juillet	Avec	36	0,42	5,9	250,6	35	41
	16 juillet	Avec	130	0,38	19,4	833,2	116	147
	17 juillet	Avec	136	0,62	32,9	1409,1	196	154
	Moyenne		165	0,52	34,8	1431,7	199	187
Total		1155	-	243,3	10 437	-	-	
2014	2 juillet	Avec	156	0,49	43,9	1280,1	183	182
	4 juillet	Avec	178	0,54	54,8	1599,1	228	208
	5 juillet	Avec	195	0,51	56,6	1652,0	236	228
	10 juillet	Avec	191	0,52	56,4	1645,5	235	223
	11 juillet	Avec	117	0,46	30,8	899,7	129	137
	16 juillet	Sans	nd	nd	nd	nd	nd	-
	18 juillet	Sans	nd	nd	nd	nd	nd	-
	20 juillet	Sans	nd	nd	nd	nd	nd	-
	21 juillet	Sans	nd	nd	nd	nd	nd	-
	23 juillet	Sans	nd	nd	nd	nd	nd	-
	25 juillet	Avec	47	0,46	12,4	362,0	52	55
	26 juillet	Avec	166	0,47	44,1	1286,8	184	194
	30 juillet	Avec	161	0,48	44,4	1295,9	185	188
	2 août	Avec	164	0,47	43,6	1273,2	182	191
	4 août	Avec	161	0,47	43,0	1253,9	179	188
	6 août	Avec	169	0,45	43,8	1278,6	183	197
	22 août	Avec	210	0,49	58,3	1699,7	243	245
	24 août	Avec	339	0,45	87,1	2541,7	363	396
	26 août	Avec	178	0,45	45,8	1336,4	191	208
	27 août	Avec	166	0,45	42,7	1246,6	178	194
29 août	Avec	351	0,44	88,0	2567,2	367	410	
1 ^{er} sept.	Avec	170	0,46	44,5	1298,4	185	198	
2 sept.	Avec	167	0,41	39,5	1151,6	165	195	
4 sept.	Avec	168	0,42	40,5	1181,5	169	196	
Moyenne		182	0,47	48,4	1413,2	202	212	
Total		3454	-	920,5	26 850	-	-	
2015	3 juillet	Avec	393	0,57	79,6	3747,7	341	292
	10 juillet	Avec	328	0,53	61,1	2877,4	262	244
	12 juillet	Avec	230	0,71	57,9	2722,6	248	171

14 juillet	Avec	191	0,57	38,7	1819,1	165	142
17 juillet	Avec	261	0,54	50,1	2358,2	214	194
23 juillet	Avec	163	0,50	28,6	1345,9	122	121
24 juillet	Avec	141	0,51	25,6	1202,6	109	105
27 juillet	Avec	204	0,49	35,7	1681,6	153	151
29 juillet	Avec	150	0,57	30,4	1431,2	130	111
31 juillet	Avec	216	0,67	51,1	2405,0	219	160
2 août	Avec	209	0,65	48,0	2259,8	205	155
4 août	Avec	145	0,28	14,2	669,1	61	108
5 août	Avec	104	0,51	18,8	886,4	81	77
8 août	Avec	205	0,57	41,5	1950,8	177	152
16 août	Avec	208	0,68	50,0	2351,5	214	154
18 août	Avec	47	0,66	11,0	515,9	47	35
	Moyenne	200	0,56	40,1	1889,1	172	148
	Total	3195	-	642,3	30 224,9	-	-

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	462	363	379,8
Jours mesurés / jours durée de croissance	99/103	118/129	119/143
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	107/129	90/143
Total (mm)	nd	nd	nd

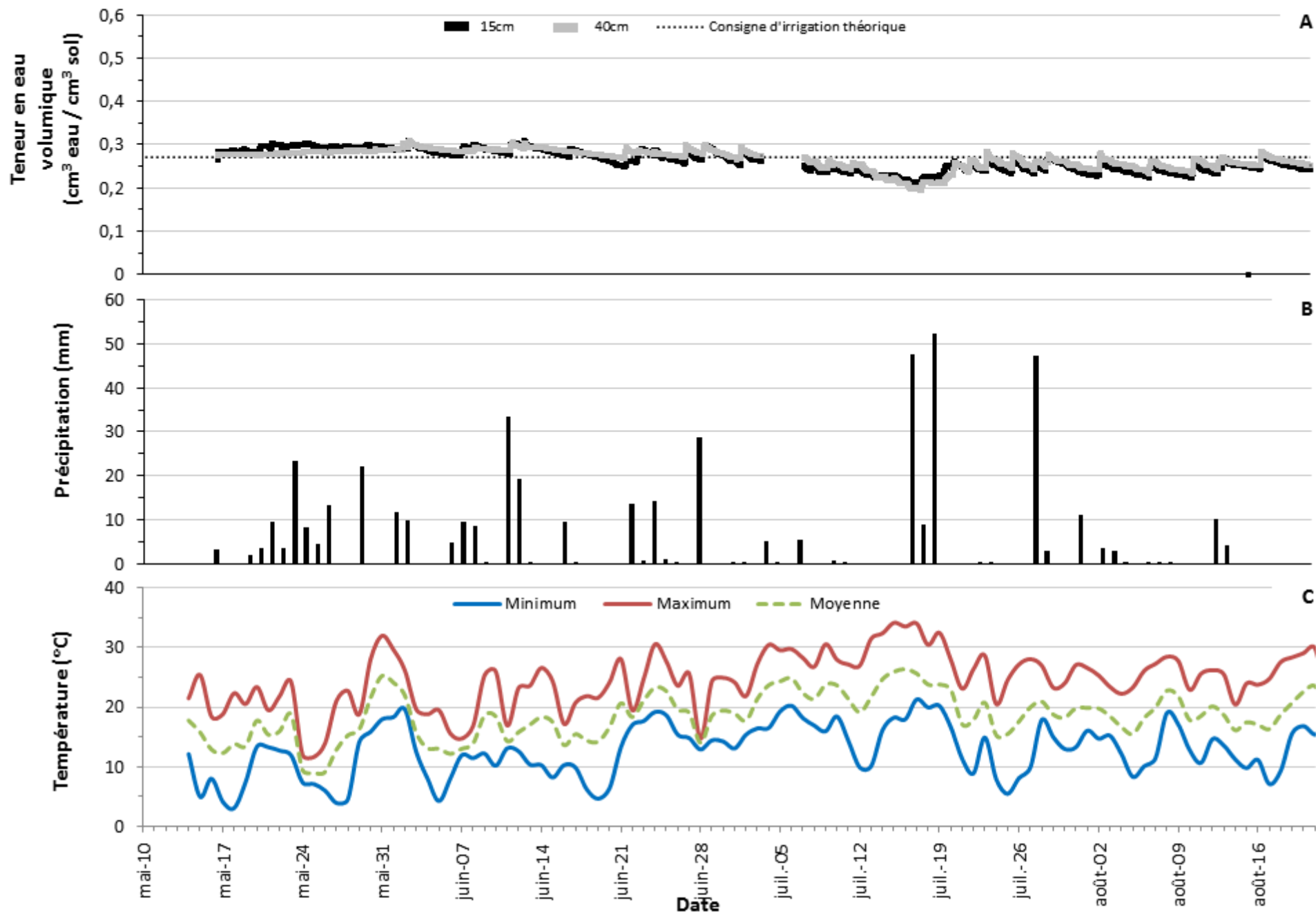


Figure 48. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 15, saison 2013.

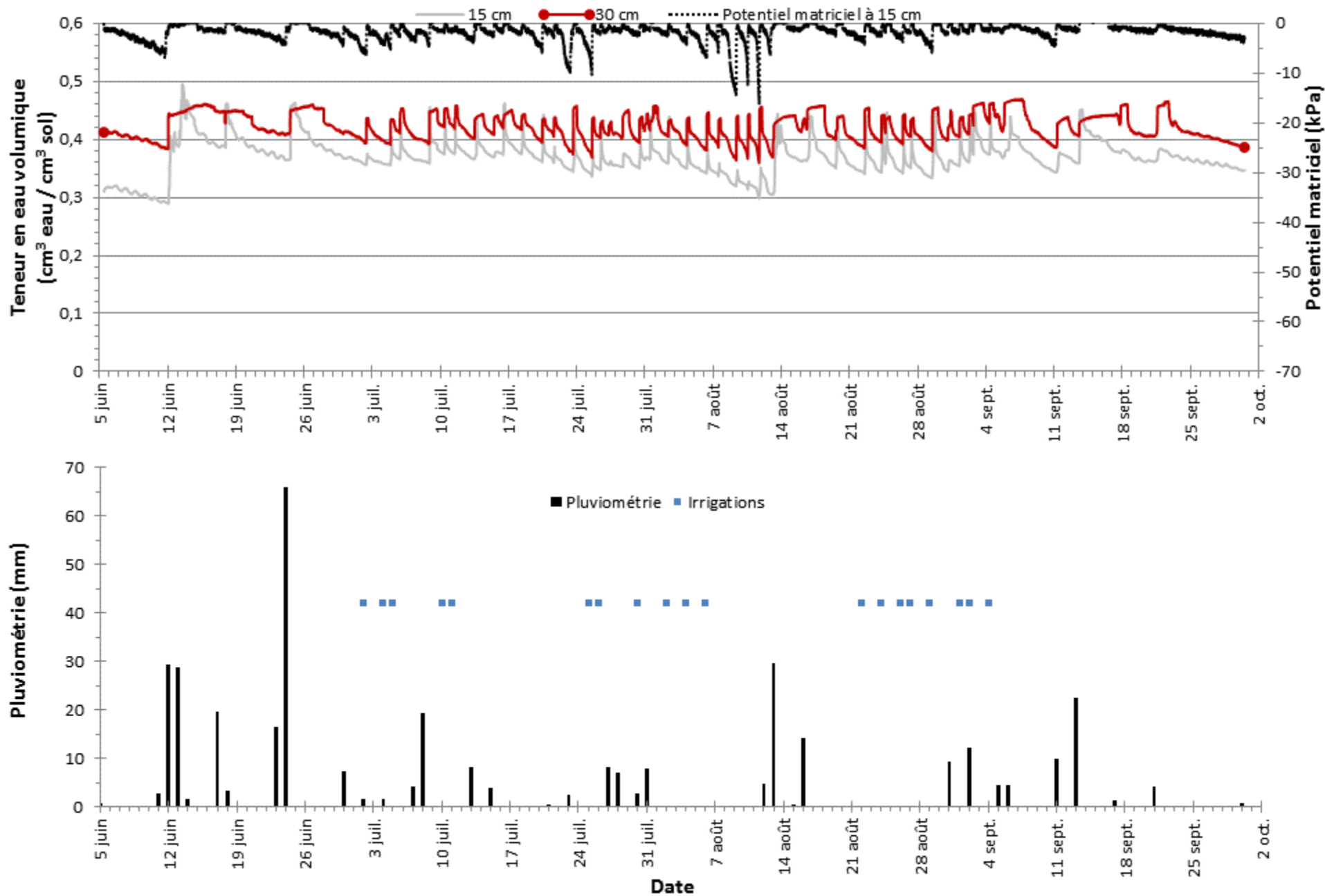


Figure 49. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 15, saison 2014.

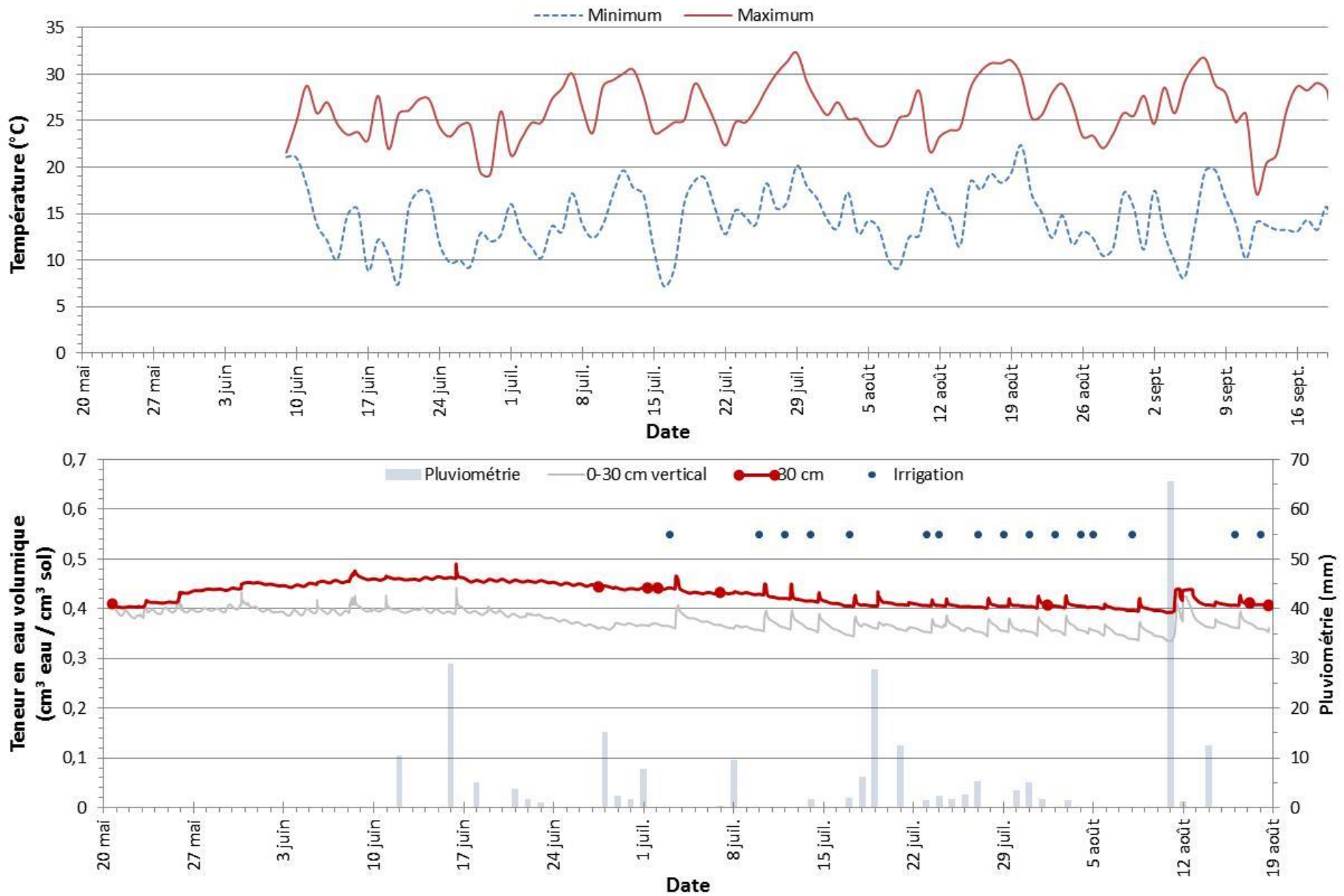


Figure 50. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 15, saison 2015.

16 Site 16

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Laurentides		
Culture	Chou-fleur		
Rotation	nd		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	nd	9 mai	12 juin
Date ou fin approximative récolte	nd	4 juillet	18 août
Durée croissance (nb jours)	nd	56	62
TDR fonctionnel (nb jours)	69	32/56	59/62

Type de sol

Texture	Loam sableux fin	Loam sableux	
Série de sol	Oka	Larose	
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,30	1,28	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,47	1,40	1,6
Matière organique (%)	3,2	2,15	-
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0,5	7,44	-
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	6,8	12,5	-

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	nd	20 cm	
Pression d'opération visée (psi)	nd	8	
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	nd	4,1 / 0,34 @ 8 psi	
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	nd	0,53 / 0,14 @ 8 psi	
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	nd	11 394	11 928
Superficie considérée (ha)	nd	1,14	1,19
Volume théorique du cône (cm ³)	6998		
Volume cible (cm ³)	745	675	900

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,484	0,424
	CC <i>in situ</i>	5-7,5*	0,341	0,356
	Plateau	15	0,230	0,234
	CC théorique	33	0,222	0,229
	Point de flétrissement permanent	1500	0,075	0,07
2014	Saturation	0	0,577	0,486
	CC <i>in situ</i>	4*	0,312	0,286
	Plateau	20	0,219	0,218
	CC théorique	33	0,195	0,207
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,067
2015	Saturation	0	-	0,475
	CC <i>in situ</i>	4*	-	0,311
	Plateau	20	-	0,182
	CC théorique	33	-	0,159
	Point de flétrissement permanent	1500	-	nd

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5-7,5, 1500]	45	41	86
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5-7,5, 1500]	22	20	42
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5-7,5, 15-20]	21	16	37
	Consigne	Plateau	15-20			
2014	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[4, 1500]	37	33	70
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [4, 1500]	18	16	34
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[4, 20]	14	10	24
	Consigne	Plateau	20	-	-	-
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 20]	-	19	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
		Moyenne	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		Total	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2014	8 juin	Avec	80	0,21	15,8	282,4	42	97
	11 juin	Avec	40	0,19	6,9	123,6	18	48
		Moyenne	60	0,2	11,4	203	30	73
		Total	120		22,8	406	-	-
2015				nd				

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	399,2	195	297
Jours mesurés / jours durée de croissance	14 mai au 30 juillet	44/56	62/62
Irrigué (mm)	nd		nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd		nd
Total (mm)	nd	nd	nd

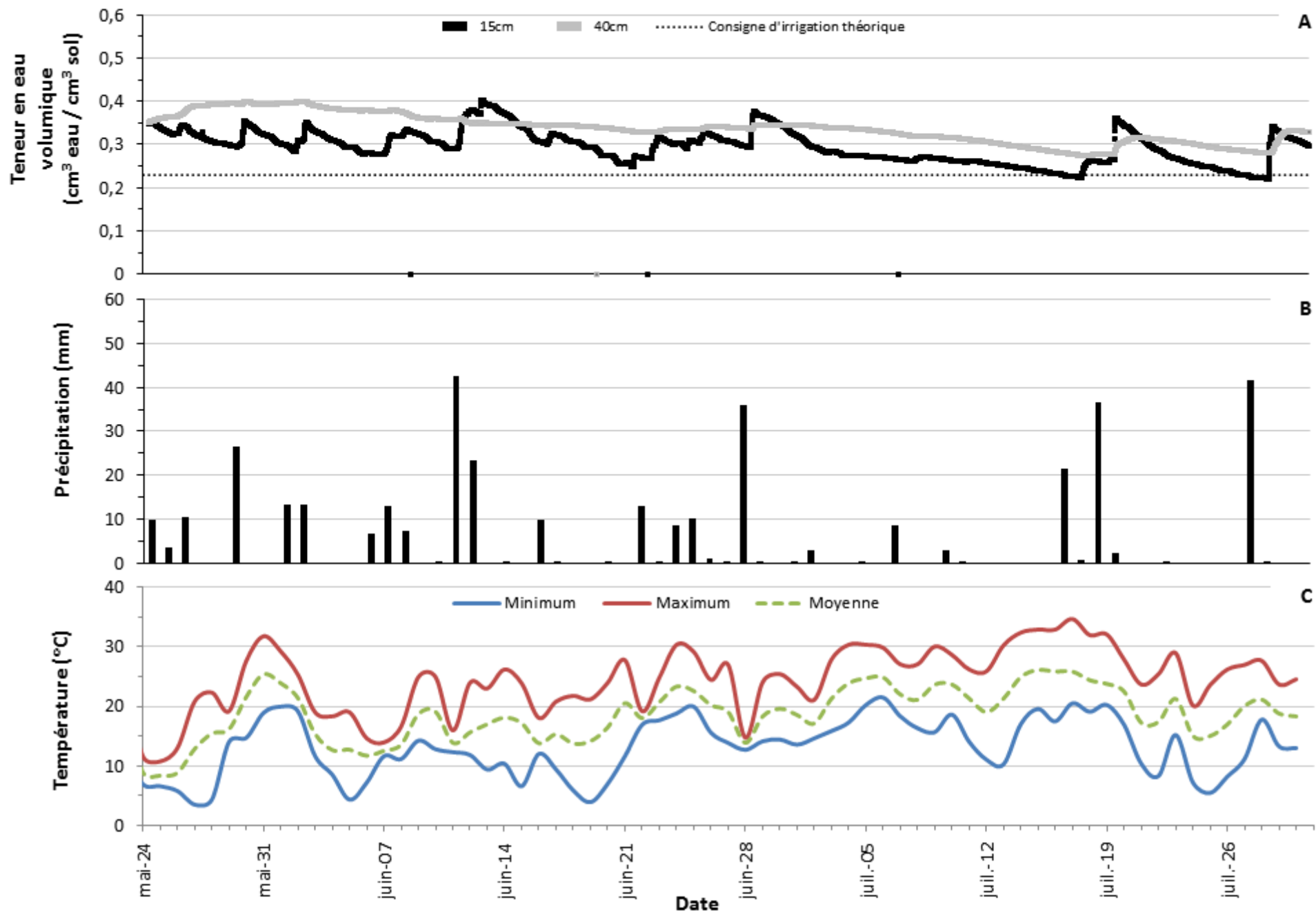


Figure 51. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 16, saison 2013.

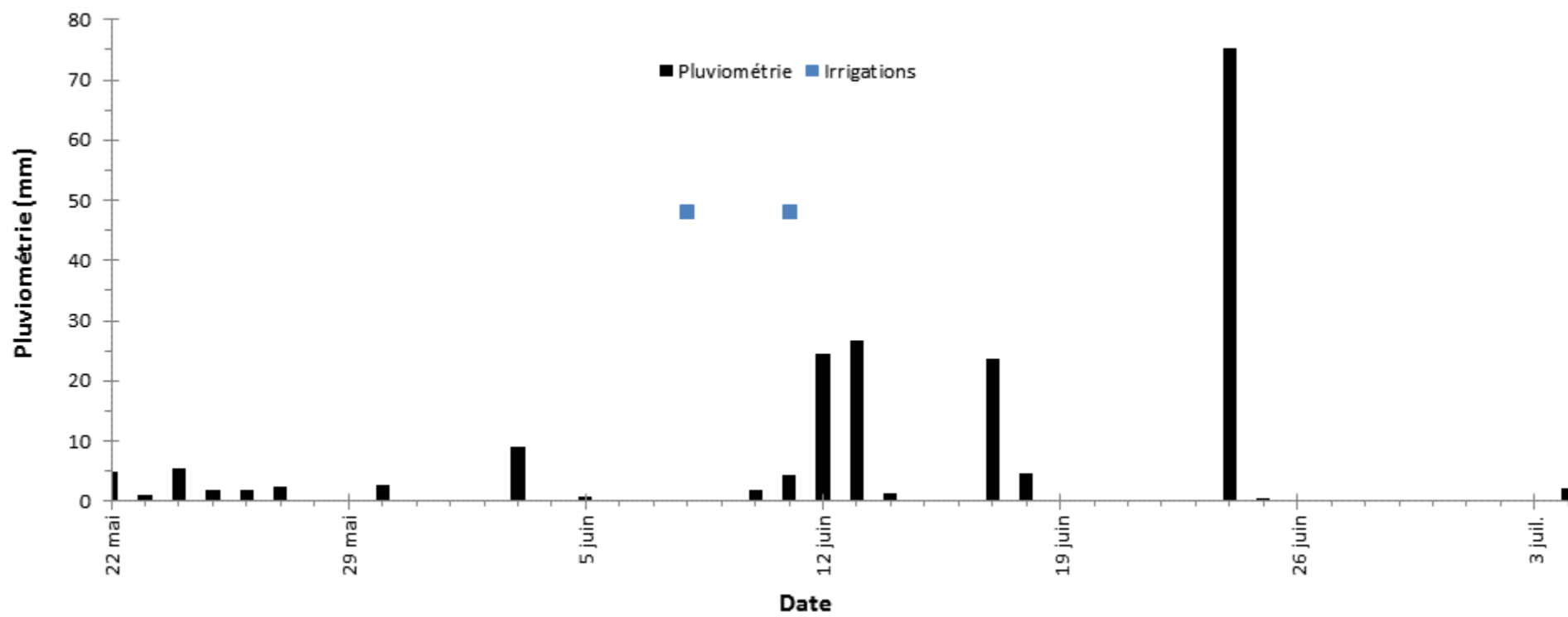


Figure 52. Précipitations et irrigations, site16, saison 2014.

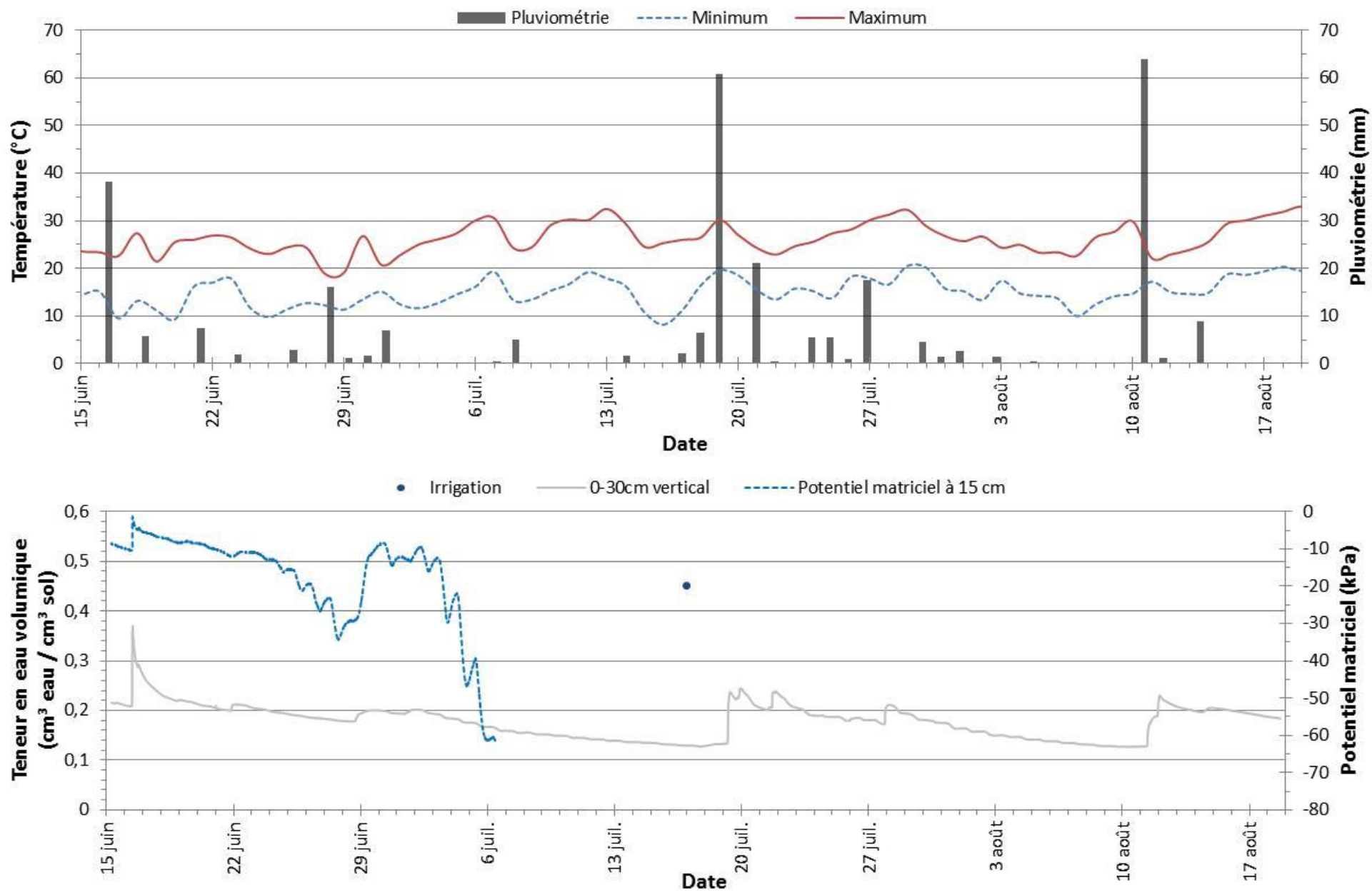


Figure 53. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, irrigation, précipitations et température de l'air, site 16, saison 2015.

17 Site 17

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Laurentides		
Culture	Chou-fleur		
Rotation	Chou-fleur, maïs grain		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Aspersion	Micro-irrigation	Aspersion

Culture

Date approximative plantation/semis	6 juin	19 mai	nd
Date ou fin approximative récolte	21 août	15 juillet	8 juillet
Durée croissance (nb jours)	76	57	nd
TDR fonctionnel (nb jours)	69	41	49

Type de sol

Texture	Sable fin et loameux	Loam sablo-argileux	
Série de sol	St-Damase	Chicot	
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,04	1,13	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,43	1,27	1,22
Matière organique (%)	4,3	4,75	7,0
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	5,5	1,27	8,8
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	11,5	14,4	-

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel		
Type	Gicleurs	Gag	Gicleurs
Espacement entre les goutteurs (cm)	-	nd	-
Pression d'opération visée (psi)	-	nd	-
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	-	nd	-
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	-	nd	-
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	-	nd	-
Superficie considérée (ha)	-	nd	-
Volume théorique du cône (cm ³)	-	6998	-
Volume cible (cm ³)	-	835	-

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,603	0,463
	CC <i>in situ</i>	5*	0,347	0,363
	Plateau	15	0,254	0,206
	CC théorique	33	0,229	0,212
	Point de flétrissement permanent	1500	0,094	0,070
2014	Saturation	0	0,590	0,526
	CC <i>in situ</i>	4*	0,417	0,375
	Plateau	33	0,298	0,310
	CC théorique	33	0,298	0,310
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,131
2015	Saturation	0	-	0,530
	CC <i>in situ</i>	4-5*	-	0,459
	Plateau	35	-	0,394
	CC théorique	33	-	nd
	Point de flétrissement permanent	1500	-	nd

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	[5, 1500]	38	44	82
	50 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	50 % [5, 1500]	19	22	41
	RFU	CC <i>in situ</i> - Plateau	[5, 15-20]	14	24	38
	Consigne	Plateau	15-20	-	-	-
2014	100 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	[4, 1500]	43	37	80
	50 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	50 % [4, 1500]	22	18	40
	RFU	CC <i>in situ</i> - Plateau	[4, 33]	18	10	28
	Consigne	Plateau	33	-	-	-
2015	RFU	CC <i>in situ</i> - Plateau	[4-5, 35]	-	10	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)
2013	19 août	Sans	120	nd	nd	nd	nd	nd
	20 août	Sans	60	nd	nd	nd	nd	nd
		Moyenne	90	nd	nd	nd	nd	nd
		Total	180	nd	nd	nd	-	-
2014	21 juin	Sans	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	28 juin	Sans	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	2 juillet	Sans	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	5 juillet	Sans	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	12 juillet	Sana	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		Moyenne	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Total	nd	nd	nd	nd	-	-	
2015	Aucune irrigation							

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	290	224,4	210,8
Jours mesurés / jours durée de croissance	69/76	41/57	19 mai au 9 juillet
Irrigué (mm)	nd	nd	-
Jours mesurés / jours durée de croissance	0/76	0/57	-
Total (mm)	nd		

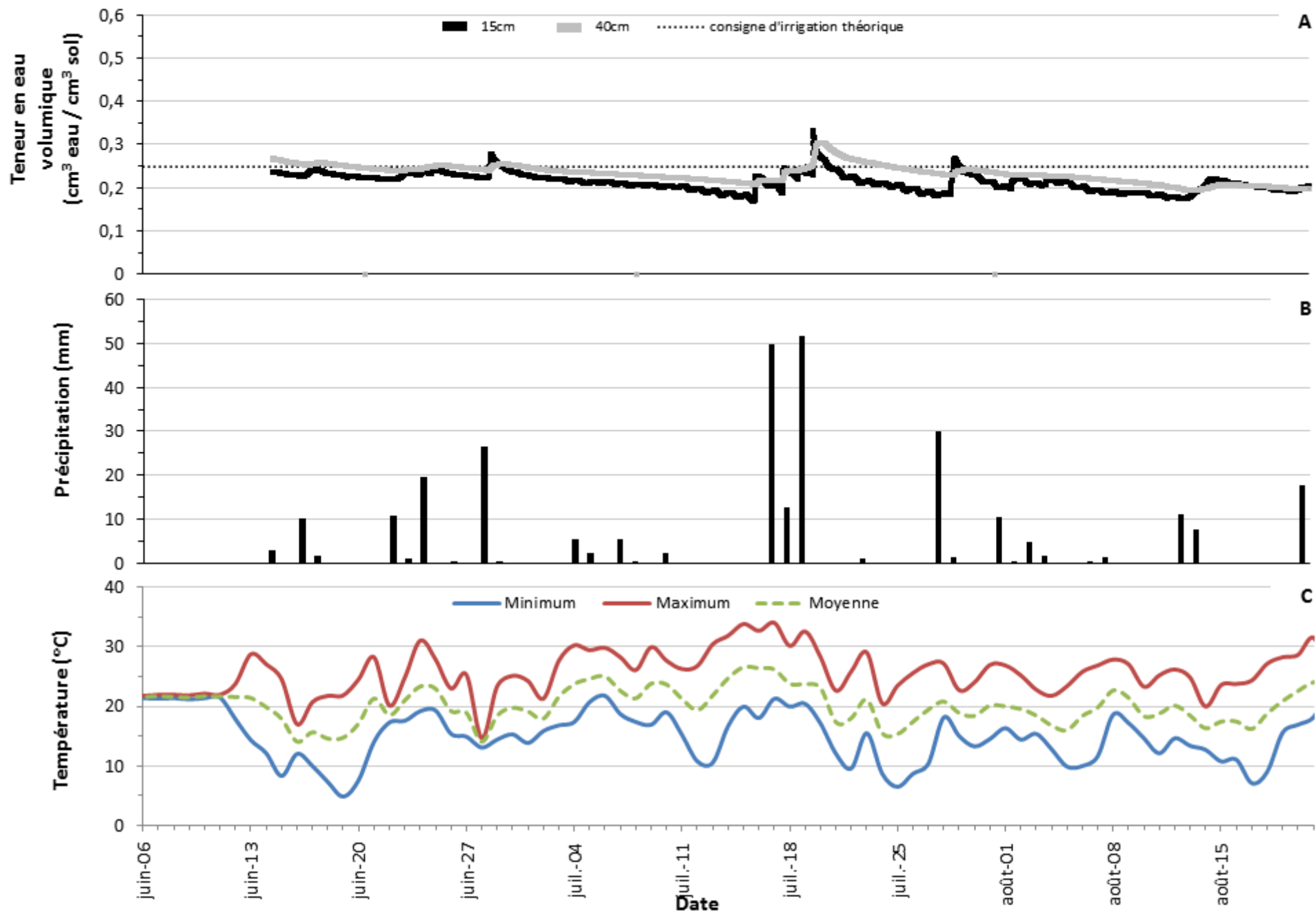


Figure 54. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 17, saison 2013.

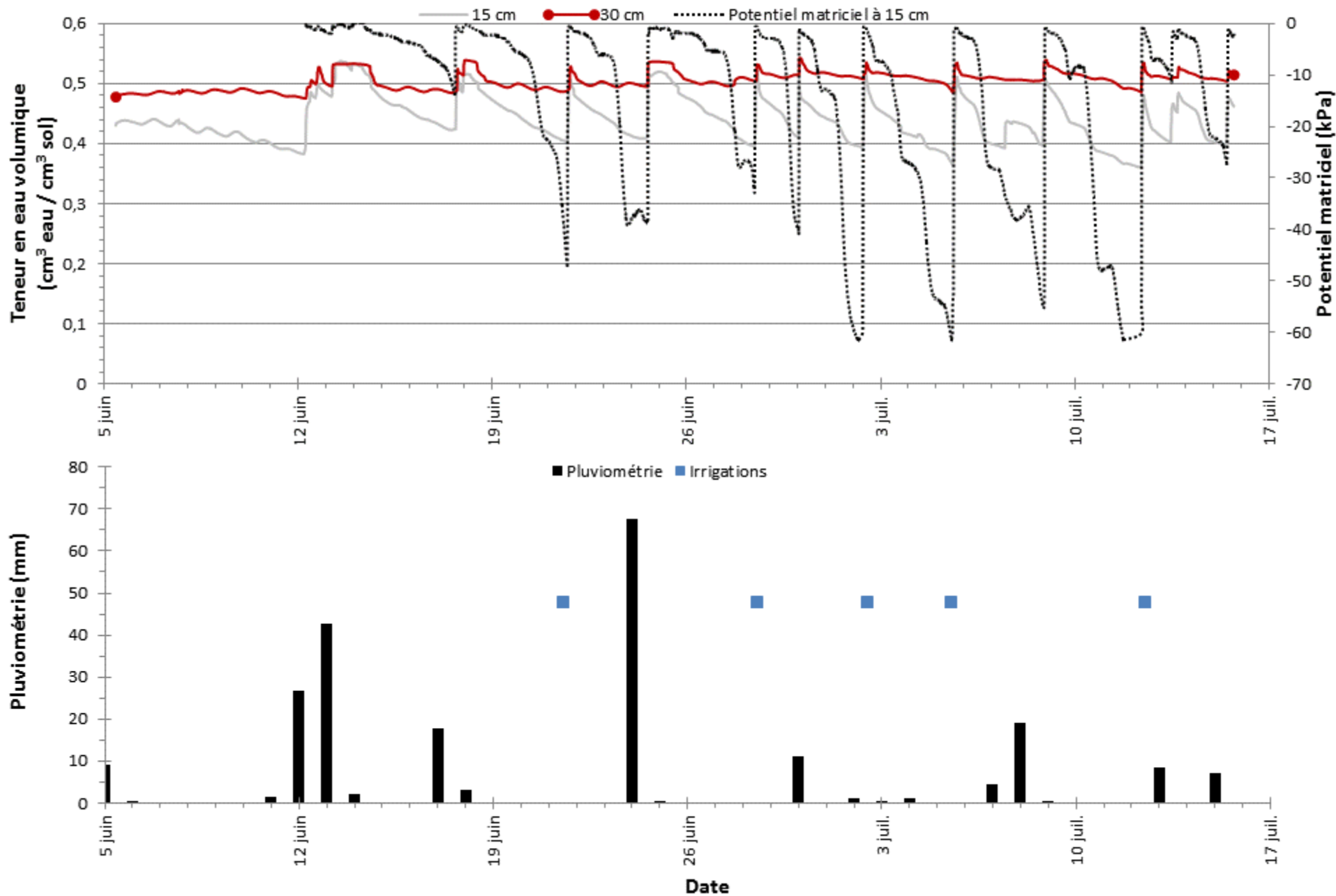


Figure 55. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 17, saison 2014.

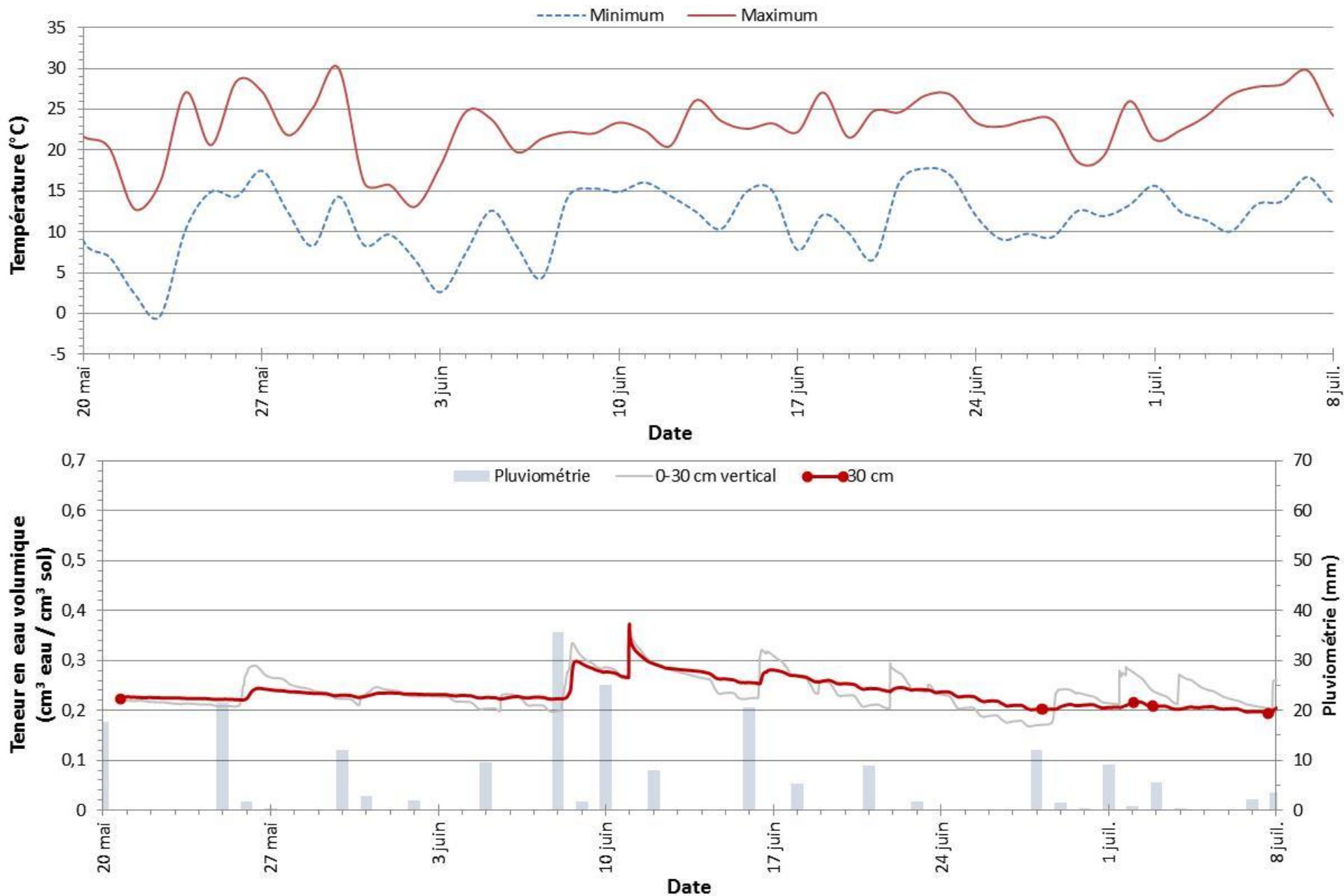


Figure 56. Teneur en eau volumique, précipitations et température de l'air, site 17, saison 2015.

18 Site 18

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Laurentides		
Culture	Tomate		
Rotation	Tomate, chou, maïs grain, engrais verts		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	25 mai	20 mai	18 mai
Date ou fin approximative récolte	2 octobre	1 ^{er} octobre	12 octobre
Durée croissance (nb jours)	130	136	147
TDR fonctionnel (nb jours)	92	132	116

Type de sol

Texture	Loam argileux	Loam	Loam argileux
Série de sol	Dalhousie		
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,11	1,13	1,11
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,54	1,16	1,54
Matière organique (%)	3,9	4,3	3,9
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0,1	0,4	0,1
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	0,8	3,0	0,8

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	20		
Pression d'opération visée (psi)	12		
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	5,1 / 0,41 @ 12 psi		
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,62 / 0,16 @ 12 psi		
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	7059	9493	6072
Superficie considérée (ha)	1,5	2,0	1,3
Volume théorique du cône (cm ³)	16 588		
Volume cible (cm ³)	800	960	800

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,596	0,431
	CC <i>in situ</i>	5*	0,291	0,357
	Plateau	15	0,242	0,313
	CC théorique	33	0,242	0,306
	Point de flétrissement permanent	1500	0,113	0,117
2014	Saturation	0	0,577	0,570
	CC <i>in situ</i>	5*	0,330	0,316
	Plateau	nd	nd	nd
	CC théorique	33	0,266	0,280
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,118
2015	Saturation	0	-	0,471
	CC <i>in situ</i>	3*	-	0,399
	Plateau	nd	-	0,350
	CC théorique	33	-	nd
	Point de flétrissement permanent	1500	-	nd

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	[5, 1500]	27	26	63
	50 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	50 % [5, 1500]	13	18	31
	RFU	CC <i>in situ</i> - Plateau	[5, 15]	7	7	14
	Consigne	Plateau	15	-	-	-
2014	100 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	[5, 1500]	32	30	62
	50 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	50 % [5, 1500]	16	15	31
	RFU	CC <i>in situ</i> - Plateau		nd		
	Consigne	Plateau				
2015	RFU	CC <i>in situ</i> - Plateau	[3, 15]	-	7	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	8 juillet	Avec	156	0,67	40,5	1750,6	219	159
	13 juillet	Avec	986	0,77	291,5	12 586,3	1573	1007
	15 juillet	Avec	98	0,55	20,8	900,1	113	100
	17 juillet	Avec	321	0,76	94,5	4081,1	510	328
	22 juillet	Avec	142	0,63	34,5	1491,1	186	145
	26 juillet	Avec	68	0,75	19,7	852,3	107	69
	1 ^{er} août	Avec	356	0,71	97,4	4203,5	525	363
	6 août	Avec	89	0,72	24,6	1063,5	133	91
	8 août	Avec	337	0,81	105,6	4559,4	570	344
	12 août	Avec	318	0,81	99,0	4273,5	534	325
	15 août	Avec	153	0,72	42,2	1824,1	228	156
	17 août	Avec	216	0,91	76,2	3290,2	411	221
	20 août	Avec	603	0,94	219,1	9459,0	1182	616
	13 sept.	Avec	102	0,81	31,9	1375,7	172	104
	17 sept.	Avec	36	0,95	13,2	569,9	71	37
		Moyenne		265,4	0,77	80,7	3485,4	424
	Total		3981	-	1210,8	52 280,3	-	-
2014	21 juin	Avec	157	0,08	9,5	207,1	22	134
	26 juin	Avec	124	0,58	54,4	1192,7	124	105
	30 juin	Avec	108	0,67	55,3	1212,1	126	92
	2 juillet	Avec	163	0,61	75,1	1644,8	171	139
	10 juillet	Avec	133	0,57	57,4	1258,4	131	113
	16 juillet	Avec	425	0,54	130,5	2857,8	298	361
	17 juillet	Avec	758	0,60	268,7	5886,7	613	645
	18 juillet	Avec	712	0,50	202,8	4442,8	463	605
	21 juillet	Avec	167	0,63	38,3	840,0	87	142
	24 juillet	Avec	231	0,59	49,7	1089,1	113	197
	25 juillet	Avec	173	0,63	98,8	2165,1	226	147
	29 juillet	Avec	78	0,51	31,9	699,3	73	66
	2 août	Avec	373	0,58	169,6	3715,7	387	317
	4 août	Avec	129	0,58	49,1	1075,7	112	110
	6 août	Avec	314	0,39	149,5	3274,1	341	267
9 août	Avec	280	0,33	92,1	2016,7	210	239	
11 août	Avec	589	0,51	196,0	4293,2	447	501	
19 août	Avec	246	0,40	109,8	2405,3	251	209	

24 août	Avec	296	0,47	141,9	3107,5	324	252	
26 août	Avec	157	0,37	60,6	1327,4	138	134	
9 sept.	Avec	261	0,30	115,4	2529,0	263	222	
10 sept.	Avec	635	0,28	278,6	6103,4	636	540	
15 sept.	Avec	56	0,75	16,7	365,2	38	48	
16 sept.	Avec	14	0,43	3,5	76,0	8	12	
17 sept.	Avec	135	0,44	51,9	1137,0	118	115	
	Moyenne	268,5	0,49	100,3	2196,9	229	228	
	Total	6713,4		2507,1	54 922,2	-	-	
2015	12 juin	Avec	100	0,59	31,4	982,0	123	129
	26 juin	Avec	100	0,63	33,5	1047,7	131	129
	3 juillet	Avec	71	0,59	22,2	692,6	87	92
	6 juillet	Avec	94	0,64	32,1	1003,1	125	121
	9 juillet	Avec	112	0,63	37,5	1172,5	147	145
	11 juillet	Avec	270	0,62	89,9	2810,8	351	349
	14 juillet	Avec	319	0,60	102,6	3206,4	401	412
	21 juillet	Avec	78	0,51	21,1	658,8	82	101
	27 juillet	Avec	226	0,64	77,5	2424,3	303	292
	28 juillet	Avec	135	0,58	41,9	1309,1	164	174
	5 août	Avec	124	0,63	41,4	1293,5	162	160
	7 août	Avec	209	0,69	76,9	2405,1	301	270
	16 août	Avec	217	0,70	80,8	2526,6	316	280
	17 août	Avec	147	0,60	47,0	1468,6	184	190
	20 août	Avec	205	0,64	69,5	2173,0	272	265
	23 août	Avec	166	0,67	58,9	1842,1	230	214
	24 août	Avec	118	0,59	37,0	1156,4	145	152
	3 sept.	Avec	175	0,58	54,5	1702,7	213	226
	4 sept.	Avec	267	0,73	103,5	3236,3	405	345
	6 sept.	Avec	365	0,66	127,5	3985,3	498	471
9 sept.	Avec	589	0,66	208,4	6515,1	814	761	
17 sept.	Avec	132	0,63	44,4	1388,6	174	171	
24 sept.	Avec	116	0,61	37,5	1172,7	147	150	
	Moyenne	188	0,63	64,2	2007,5	251	243	
	Total	4335	-	1477,0	46 173,2	-	-	

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	498	339	485,6
Jours mesurés / jours durée de croissance	130/130	132/136	136/147
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	nd	nd

Total (mm)	nd	nd	nd
-------------------	-----------	-----------	-----------

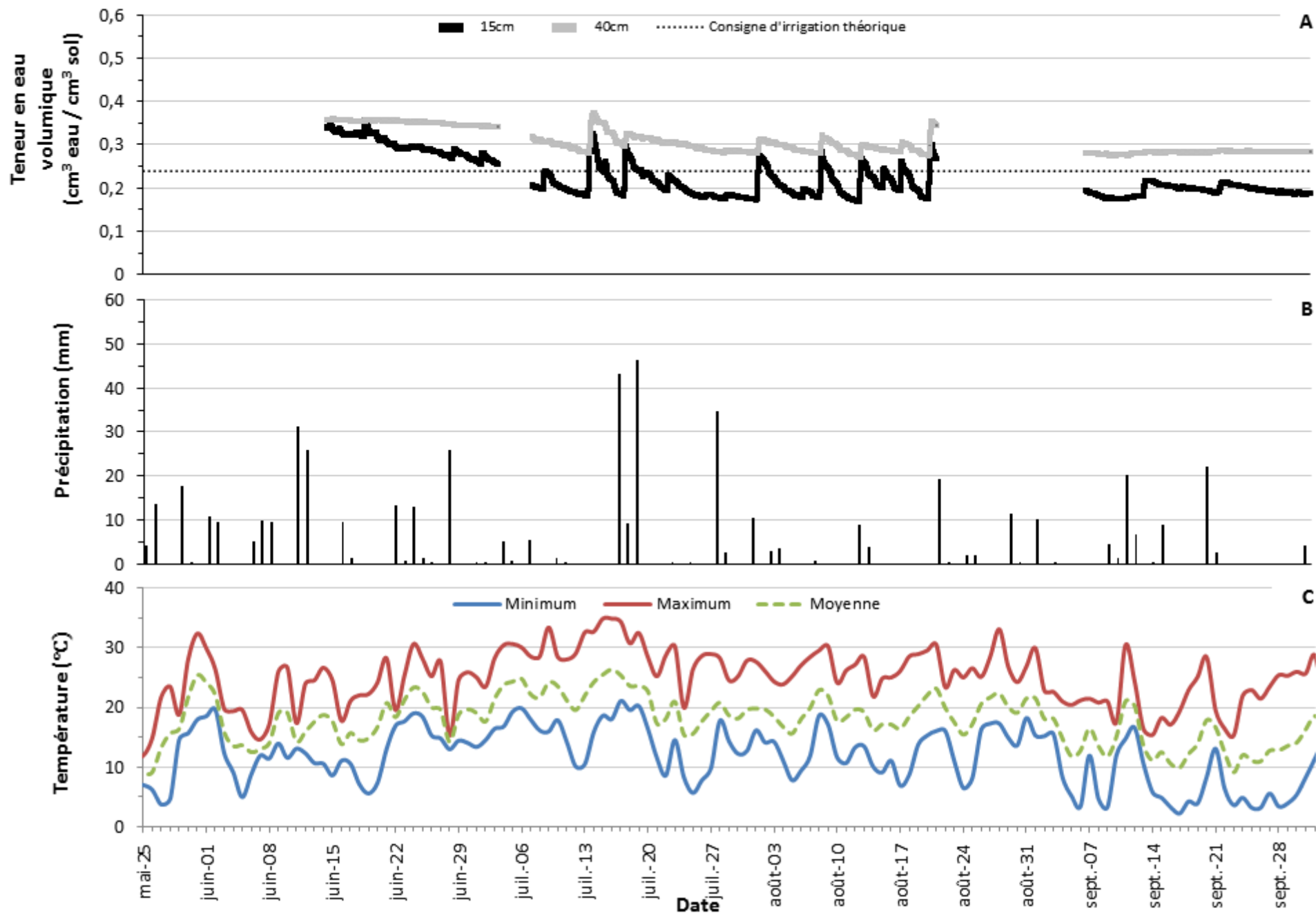


Figure 57. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 18, saison 2013.

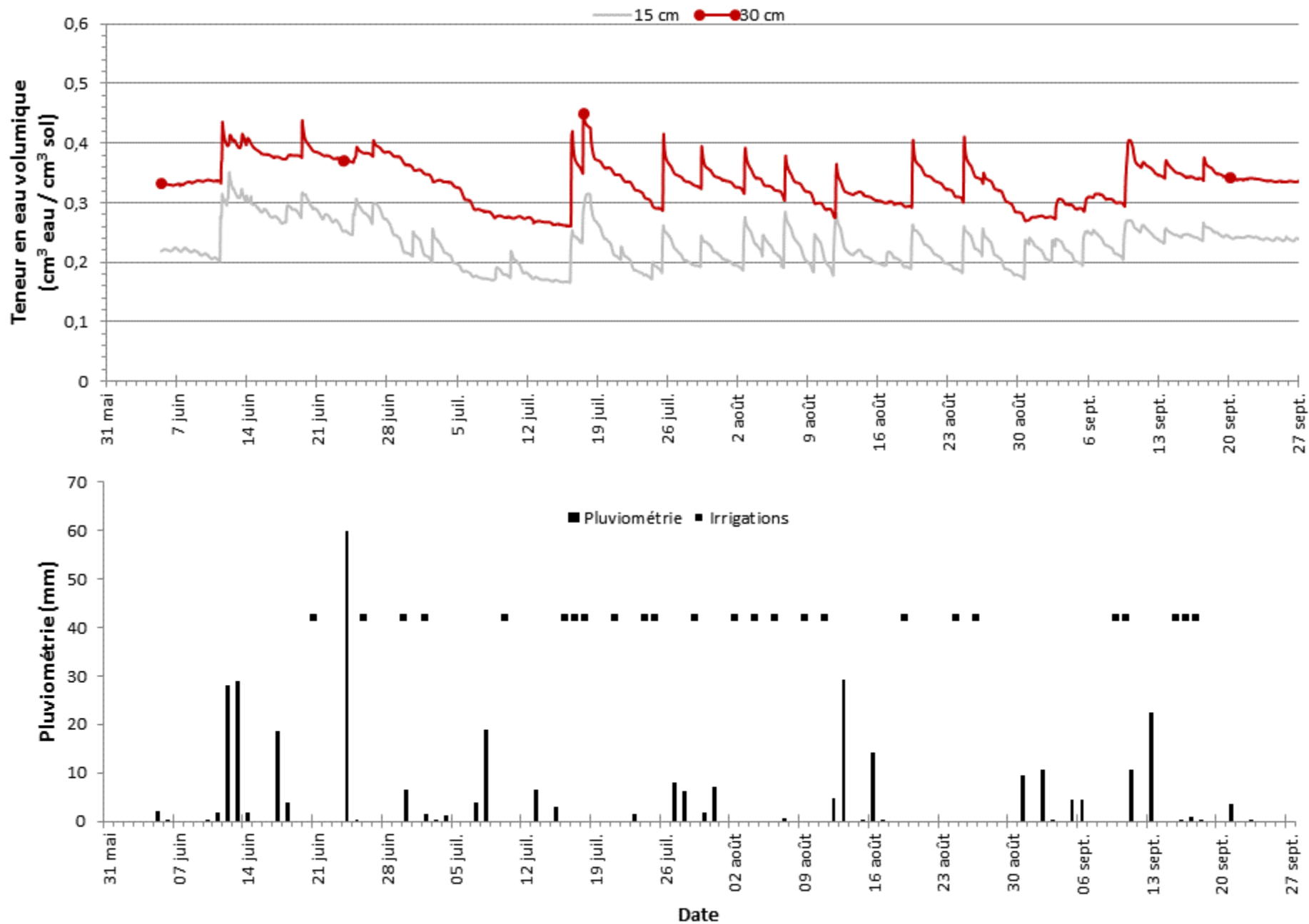


Figure 58. Teneur en eau volumique, précipitations et irrigations, site 18, saison 2014.

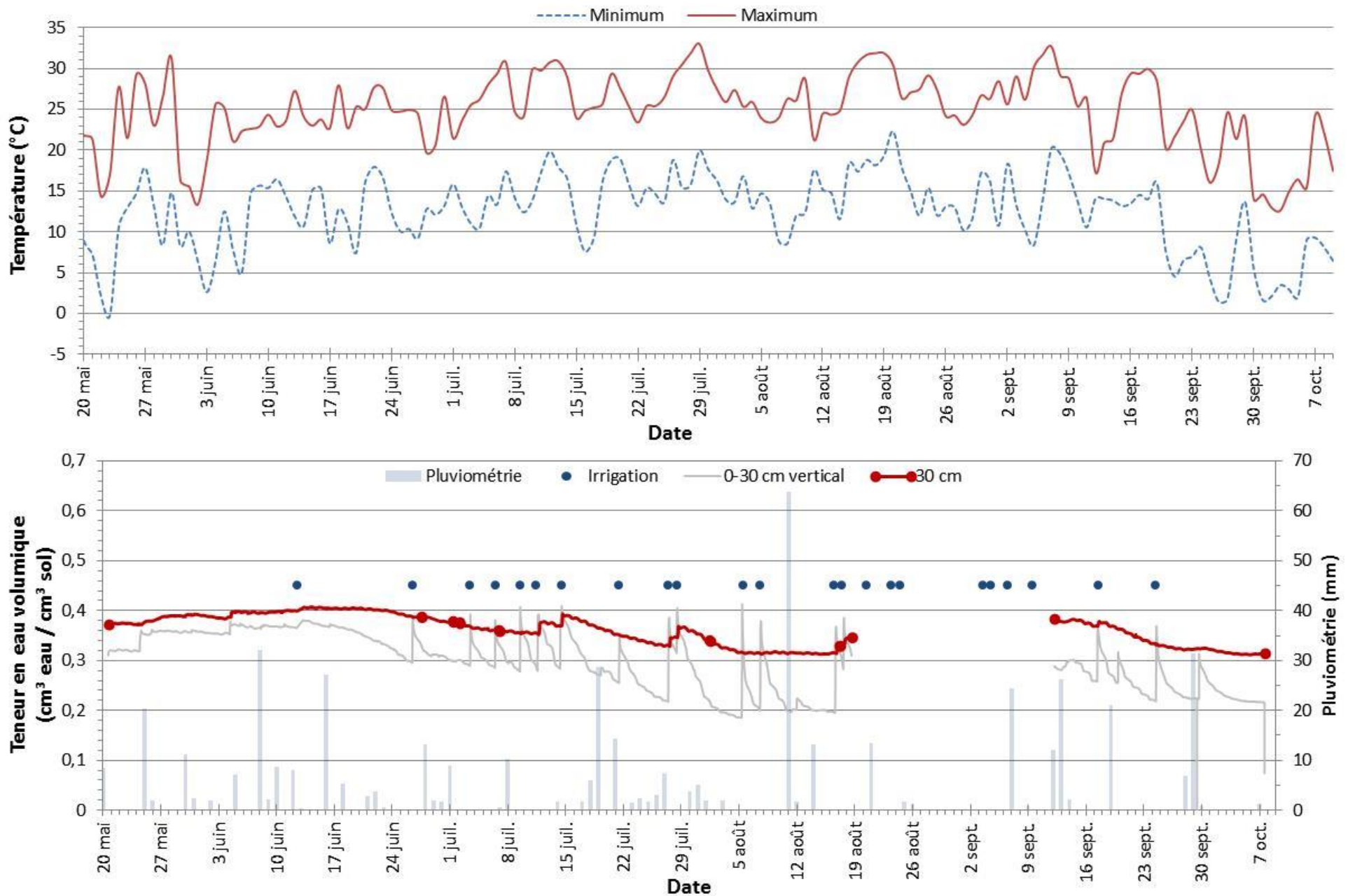


Figure 59. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 18, saison 2015.

19 Site 19

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Ouest		
Culture	Choux automne		
Rotation	Tomates, poivrons, choux,		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	Fin juin	24 juin	Fin juin
Date ou fin approximative récolte	3 octobre	6 octobre	10 octobre
Durée croissance (nb jours)	100	104	104
TDR fonctionnel (nb jours)	39	58	67

Type de sol

Texture	Loam sablo-argileux à loam sableux fin	Loam sableux	
	Norton ou Ste-Philomène	Ste-Philomène	Norton
Série de sol	Norton ou Ste-Philomène	Ste-Philomène	Norton
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,37	1,64	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,48	1,73	1,43
Matière organique (%)	2,8	1,41	3,2
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	5,0	31,2	12,8
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	nd	21,4	-

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	30	30	20
Pression d'opération visée (psi)	10	10	12
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	4,5 / 0,362 @ 10 psi		5,1 / 0,41 @ 12 psi
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,91 / 0,24 @ 10 psi		0,62 / 0,16 @ 12 psi
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	3208,8	12 719,9	6405
Superficie considérée (ha)	0,5	1,9	1,0
Volume théorique du cône (cm ³)	8164		
Volume cible (cm ³)	960	400	675

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,486	0,458
	CC <i>in situ</i>	2,5-5*	0,300	0,281
	Plateau	15	0,223	0,249
	CC théorique	33	0,216	0,247
	Point de flétrissement permanent	1500	0,092	0,089
2014	Saturation	0	0,408	0,368
	CC <i>in situ</i>	4*	0,244	0,221
	Plateau	20	0,194	0,199
	CC théorique	33	0,187	0,192
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,075
2015	Saturation	0	-	0,453
	CC <i>in situ</i>	4,5*	-	0,282
	Plateau	15	-	0,201
	CC théorique	33	-	nd
	Point de flétrissement permanent	1500	-	nd

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	[2,5-5, 1500]	25	29	53
	50 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	50 % [2,5-5, 1500]	12	14	27
	RFU	CC <i>in situ</i> -Plateau	[2,5-5, 15]	5	5	10
	Consigne	Plateau	15	-	-	-
2014	100 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	[4, 1500]	25	22	47
	50 % RU	CC <i>in situ</i> -1500	50 % [4, 1500]	13	11	24
	RFU	CC <i>in situ</i> -Plateau	[4, 20]	8	3	11
	Consigne	Plateau	20	-	-	-
2015	RFU	CC <i>in situ</i> -Plateau	[4,5, 15]	-	12	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	14 juillet	Avec	192	0,88	29,6	2808,5	293	303
	9 sept.	Avec	144	0,86	21,7	2062,1	215	228
	14 sept.	Avec	142	0,87	21,7	2065,3	215	224
	17 sept.	Avec	105	0,87	16,0	1518,6	158	166
	19 sept.	Avec	121	0,86	18,3	1740,5	181	191
	21 sept.	Avec	168	0,86	25,4	2413,3	251	265
	24 sept.	Avec	124	0,89	19,3	1836,5	191	196
	26 sept.	Avec	124	0,89	19,3	1837,6	191	196
	28 sept.	Avec	133	0,87	20,4	1934,9	202	210
	30 sept.	Avec	112	0,88	17,4	1650,0	172	177
	2 octobre	Avec	129	0,93	21,2	2009,7	209	204
		Moyenne		136	0,88	20,9	1988,8	207
	Total		1494	-	230,3	21 877	-	-
2014	30 juin	Sans	-	-	-	-	-	-
	11 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-
	18 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-
	21 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-
	25 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-
	30 juillet	Avec	254	0,62	109,2	2616,9	654	964
	2 août	Avec	308	0,53	113,1	2710,4	678	1168
	4 août	Avec	107	0,23	16,8	403,5	101	406
	7 août	Avec	54	0,08	2,8	68,1	17	205
	9 août	Avec	210	0,72	105,3	2522,4	631	796
	11 août	Avec	299	0,50	104,2	2495,7	624	1133
	12 août	Avec	289	0,64	128,0	3068,0	767	1094
	19 août	Avec	368	0,60	154,8	3710,3	928	1396
	21 août	Avec	374	0,63	163,7	3923,5	981	1416
	24 août	Avec	305	0,78	165,3	3961,4	990	1156
	25 août	Avec	356	0,74	183,2	4390,5	1098	1351
	26 août	Avec	371	0,68	175,0	4192,8	1048	1406
	27 août	Avec	64	0,87	39,0	933,4	233	243
	28 août	Avec	344	0,63	150,9	3617,0	904	1304
	29 août	Avec	349	0,43	105,5	2528,0	632	1325
30 août	Avec	312	0,51	110,3	2643,0	661	1185	
1 ^{er} sept.	Avec	377	0,66	172,0	4120,5	1030	1428	
2 sept.	Avec	342	0,43	102,0	2445,3	611	1295	
3 sept.	Avec	370	0,44	114,2	2736,3	684	1404	
4 sept.	Avec	361	0,57	143,6	3441,0	860	1370	

5 sept.	Avec	373	0,59	153,6	3680,2	920	1415	
8 sept.	Avec	330	0,55	125,8	3014,0	753	1251	
9 sept.	Avec	66	0,91	41,8	1001,4	250	251	
17 sept.	Avec	280	0,49	95,7	2293,1	573	1061	
18 sept.	Avec	71	0,72	35,7	854,3	214	269	
19 sept.	Avec	85	0,73	43,0	1030,4	258	322	
20 sept.	Avec	79	0,71	38,9	931,9	233	300	
24 sept.	Avec	82	0,46	26,3	631,3	158	311	
25 sept.	Avec	69	0,53	25,6	612,8	153	262	
26 sept.	Avec	71	0,69	34,2	818,8	205	269	
27 sept.	Avec	93	0,82	52,8	1266,2	317	353	
28 sept.	Avec	92	0,85	54,2	1299,4	325	349	
29 sept.	Avec	74	0,82	42,0	1005,3	251	281	
30 sept.	Avec	68	0,78	36,9	884,0	221	258	
1 ^{er} oct.	Avec	107	0,77	57,3	1373,5	343	406	
	Moyenne	221,5	0,62	92,1	2206,4	552	840	
	Total	7754	-	3222,7	77 224,6	-	-	
2015	10 juillet	Avec	158	0,62	52,2	1629,7	241	242
	14 juillet	Avec	200	0,58	62,0	1934,7	287	306
	17 juillet	Avec	147	0,64	49,9	1559,4	231	225
	23 juillet	Avec	125	0,62	41,3	1289,7	191	191
	27 juillet	Avec	143	0,62	47,5	1483,0	220	219
	29 juillet	Avec	156	0,63	52,7	1647,0	244	239
	1 août	Avec	198	0,56	59,0	1842,6	273	303
	3 août	Avec	156	0,60	50,3	1571,7	233	239
	5 août	Avec	155	0,62	51,2	1598,8	237	237
	9 août	Avec	200	0,61	65,0	2029,6	301	306
	13 août	Avec	136	0,62	44,9	1401,4	208	208
	15 août	Avec	128	0,62	42,4	1325,0	196	196
	17 août	Avec	171	0,62	56,3	1758,8	261	262
	19 août	Avec	176	0,62	57,8	1804,4	267	269
	20 août	Avec	220	0,58	68,6	2142,2	317	337
	22 août	Avec	199	0,62	65,9	2058,5	305	305
	24 août	Avec	194	0,61	63,2	1972,1	292	297
	26 août	Avec	194	0,62	64,1	2001,3	296	297
	28 août	Avec	226	0,57	68,7	2144,2	318	346
	30 août	Avec	203	0,58	63,3	1976,1	293	311
1 sept.	Avec	211	0,58	65,2	2036,3	302	323	
2 sept.	Avec	187	0,56	56,2	1754,5	260	286	
4 sept.	Avec	229	0,60	73,0	2278,5	338	351	
6 sept.	Avec	222	0,60	71,0	2216,5	328	340	
8 sept.	Avec	245	0,58	76,4	2386,4	354	375	
10 sept.	Avec	205	0,60	65,4	2040,9	302	314	

12 sept.	Avec	232	0,64	79,8	2491,5	369	355
17 sept.	Avec	146	0,62	47,9	1497,2	222	224
18 sept.	Avec	114	0,56	33,9	1058,7	157	175
19 sept.	Avec	79	0,52	21,8	679,2	101	121
21 sept.	Avec	111	0,57	34,1	1063,7	158	170
22 sept.	Avec	144	0,47	36,0	1124,9	167	220
23 sept.	Avec	72	0,52	20,0	624,7	93	110
24 sept.	Avec	95	0,51	25,7	802,9	119	145
25 sept.	Avec	122	0,65	42,2	1317,7	195	187
26 sept.	Avec	146	0,65	50,9	1588,9	235	224
27 sept.	Avec	69	0,34	12,5	390,5	58	106
28 sept.	Avec	115	0,64	39,5	1233,4	183	176
3 oct.	Avec	116	0,63	39,1	1220,1	181	178
5 oct.	Avec	82	0,45	19,7	616,5	91	126
7 oct.	Avec	91	0,53	25,6	798,6	118	139
Moyenne		159	0,58	50,3	1570,5	233	243
Total		6518	-	2062,2	64 392	-	-

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	318	213,6	315,4
Jours mesurés / jours durée de croissance	100/100	104/104	104/104
Irrigué (mm)	nd		nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	39/100	58/104	67/104
Total (mm)	nd	nd	nd

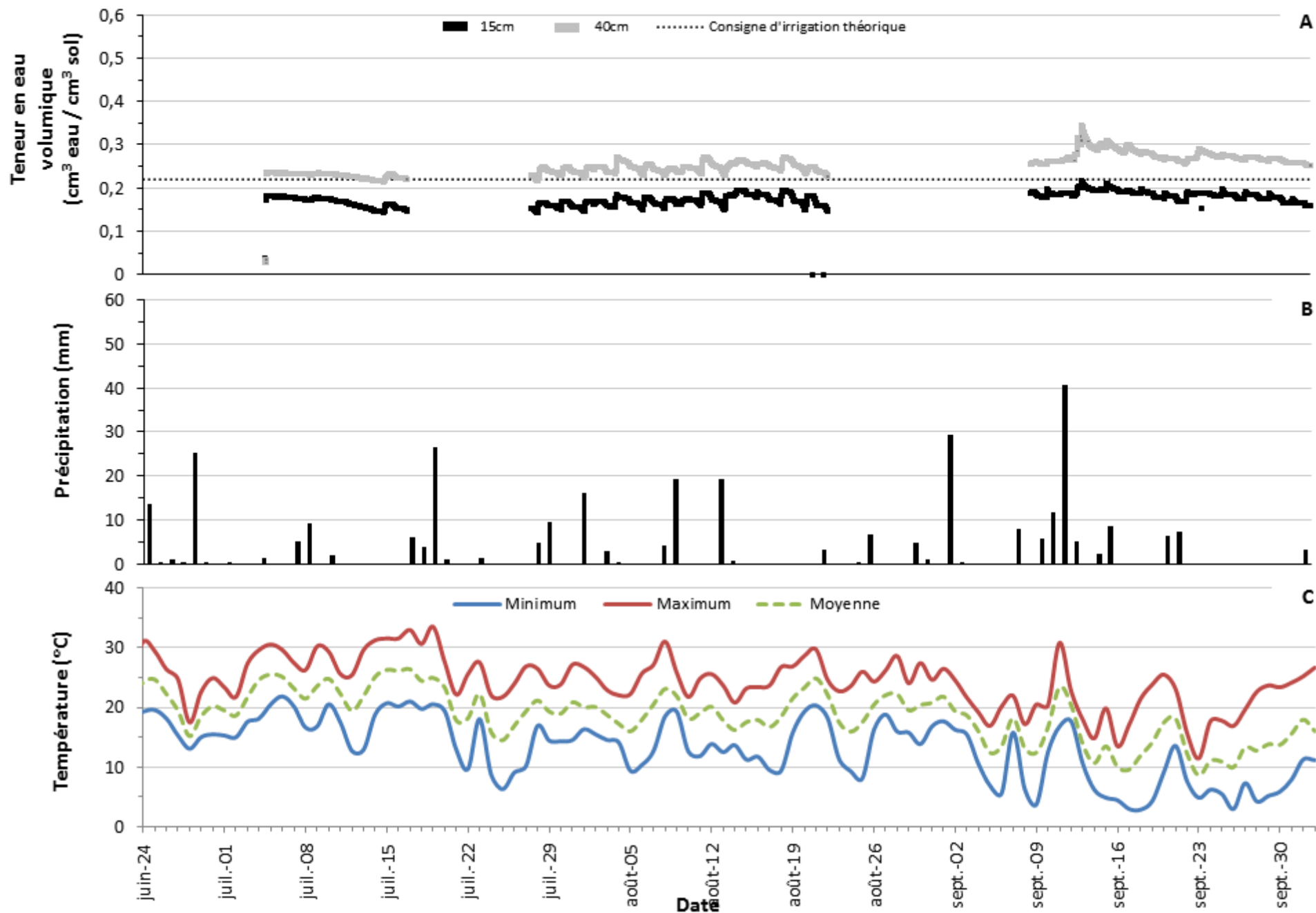


Figure 60. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 19, saison 2013.

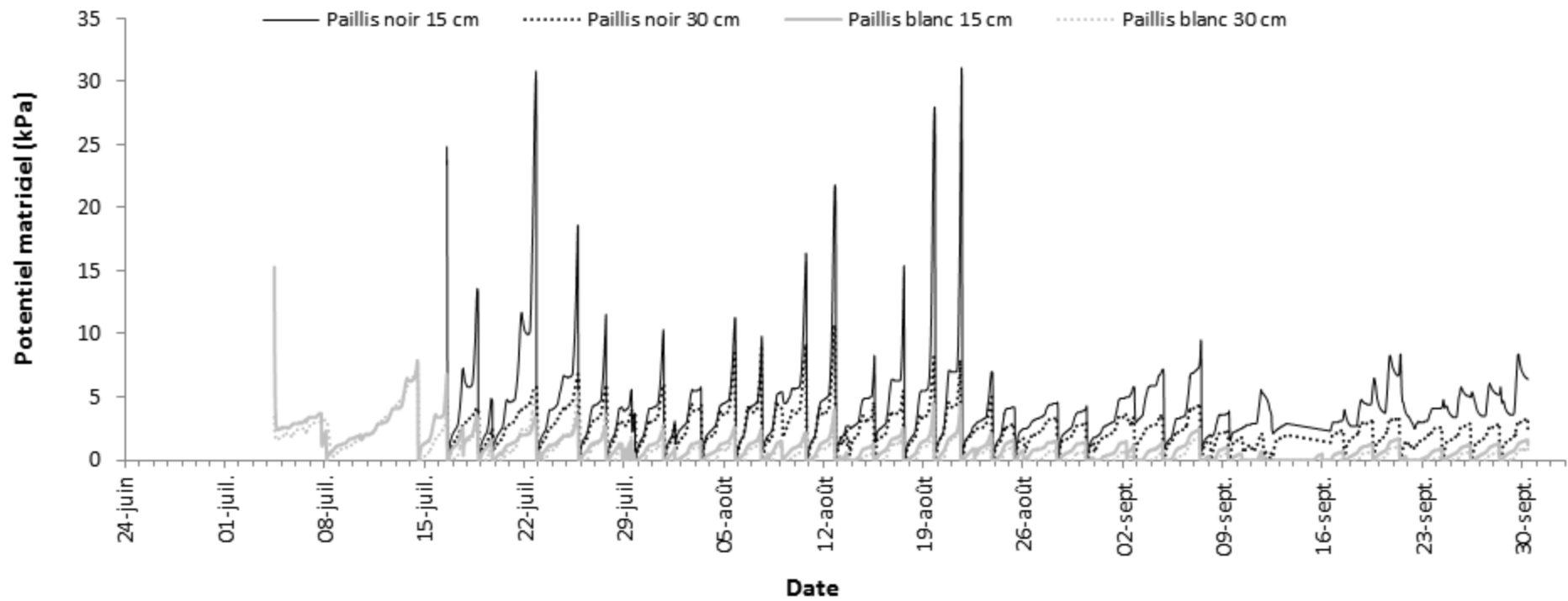


Figure 61. Suivi tensiométrique, site 19, saison 2013.

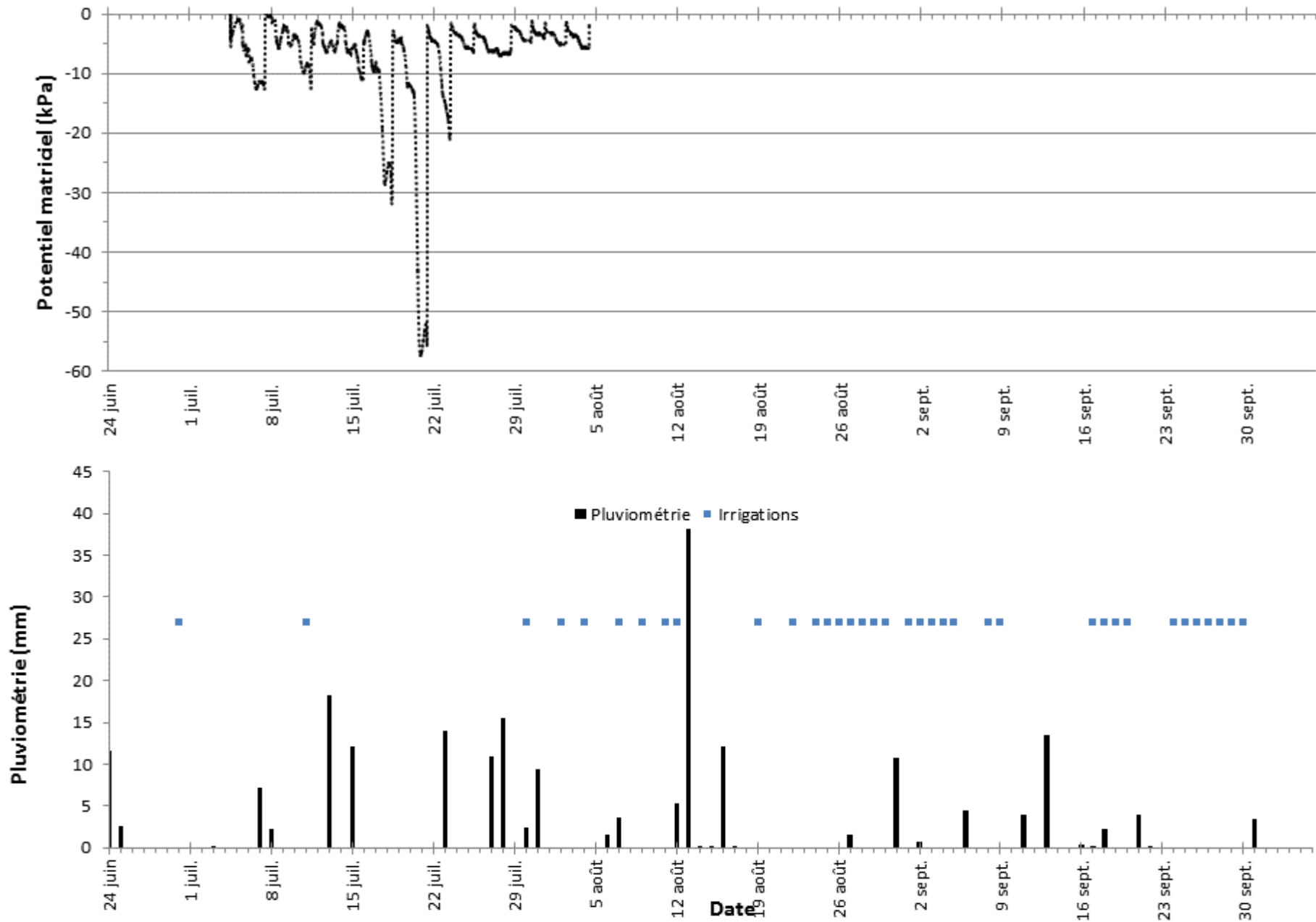


Figure 62. Précipitations et irrigations, site 19, saison 2014.

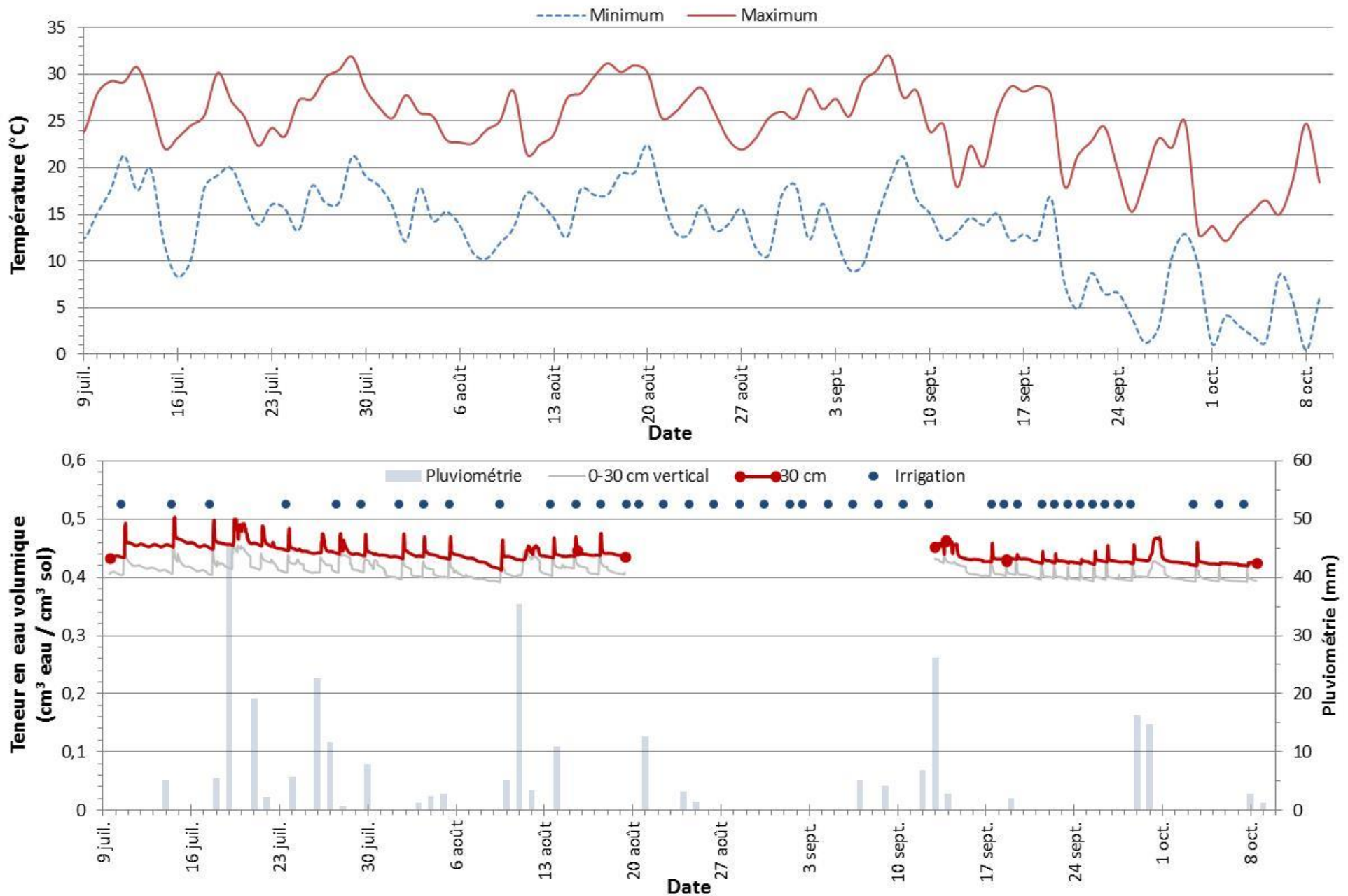


Figure 63. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 19, saison 2015.

20 Site 20

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Ouest		
Culture	Tomate		
Rotation	Tomate, maïs grain (2), orge		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	1 ^{er} juin	15 mai	15 mai
Date ou fin approximative récolte	10 octobre	1 ^{er} octobre	1 ^{er} octobre
Durée croissance (nb jours)	101	139	139
TDR fonctionnel (nb jours)	131	131	133

Type de sol

Texture	Argile	Loam	Loam sablo-argileux
Série de sol	Ste-Rosalie		
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,07	1,11	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,18	1,26	1,46
Matière organique (%)	4,9	5,5	3,1
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0	2,1	3,2
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	16,5	4,0	-

Système d'irrigation

Source	Puit		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	20		
Pression d'opération visée (psi)	8		
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	4,22 / 0,34 @ 8 psi		
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,51 / 0,13 @ 8 psi		
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	nd	4121,4	2197
Superficie considérée (ha)	nd	0,7	0,4
Volume théorique du cône (cm ³)	16 588		12 500
Volume cible (cm ³)	1045	1120	1000

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,605	0,576
	CC <i>in situ</i>	5*	0,349	0,378
	Plateau	33	0,286	0,353
	CC théorique	33	0,286	0,353
	Point de flétrissement permanent	1500	0,163	0,195
2014	Saturation	0	0,573	0,518
	CC <i>in situ</i>	5*	0,367	0,404
	Plateau	nd	nd	nd
	CC théorique	33	0,304	0,357
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,141
2015	Saturation	0	-	0,395
	CC <i>in situ</i>	5*	-	0,313
	Plateau	20	-	0,234
	CC théorique	33	-	nd
	Point de flétrissement permanent	1500	-	nd

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	28	27	56
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	14	14	28
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 33]	10	4	14
	Consigne	Plateau	33	-	-	-
2014	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	34	39	73
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	17	19	36
	RFU		nd			
	Consigne					
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 20]	-	12	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)*	Volume cible (% vol. cible)
2013	14 juillet	Avec	317	nd	nd	nd	nd	nd
	17 juillet	Avec	183	nd	nd	nd	nd	nd
	18 juillet	Avec	226	nd	nd	nd	nd	nd
	22 juillet	Avec	434	nd	nd	nd	nd	nd
	23 juillet	Avec	83	nd	nd	nd	nd	nd
	27 juillet	Avec	257	nd	nd	nd	nd	nd
	30 juillet	Avec	373	nd	nd	nd	nd	nd
	20 août	Avec	127	nd	nd	nd	nd	nd
		Moyenne		250	nd	nd	nd	nd
	Total		2000	nd	nd	nd	nd	nd
2014	7 juin	Avec	69	0,48	11,0	554,6	50	50
	9 juin	Avec	282	0,46	43,2	2178,6	195	206
	17 juin	Avec	152	0,46	22,9	1157,9	103	111
	21 juin	Avec	177	0,48	28,1	1417,6	127	129
	23 juin	Avec	180	0,48	28,7	1446,7	129	131
	10 juillet	Avec	109	0,32	11,6	583,9	52	79
	11 juillet	Avec	234	0,36	28,1	1417,1	127	171
	12 juillet	Avec	150	0,46	22,9	1157,4	103	109
	13 juillet	Avec	189	0,46	28,9	1456,2	130	138
	15 juillet	Avec	202	0,50	33,2	1676,0	150	147
	27 juillet	Avec	66	0,33	7,2	364,5	33	48
	01 août	Avec	226	0,36	27,2	1370,9	122	165
	04 août	Avec	282	0,29	27,2	1371,4	122	206
	06 août	Avec	244	0,32	25,7	1296,9	116	178
	23 août	Avec	251	0,35	29,1	1467,9	131	183
	25 août	Avec	284	0,28	26,6	1340,6	120	207
	27 août	Avec	314	0,34	35,7	1799,5	161	229
	31 août	Avec	32	0,24	2,6	129,2	12	23
	2 sept.	Avec	279	0,34	31,1	1568,3	140	203
	5 sept.	Avec	264	0,29	25,2	1273,2	114	193
8 sept.	Avec	232	0,33	25,4	1281,3	114	169	
	Moyenne		201,0	0,38	24,8	1252,9	112	146
	Total		4218	-	521,4	26 310,0	-	-
2015	21 mai	Avec	148	0,54	14,4	1331,3	133	121
	22 mai	Avec	144	0,51	13,3	1228,2	123	118
	26 mai	Avec	173	0,51	15,9	1472,0	147	142
	29 mai	Avec	175	0,47	15,0	1384,2	138	144

3 juin	Avec	152	0,43	11,7	1080,3	108	125
6 juin	Avec	100	0,53	9,6	884,4	88	82
12 juin	Avec	199	0,49	17,6	1626,3	163	163
15 juin	Avec	134	0,50	12,2	1126,5	113	110
19 juin	Avec	255	0,32	14,9	1381,1	138	209
22 juin	Avec	303	0,37	20,0	1852,2	185	249
24 juin	Avec	155	0,50	14,0	1295,7	130	127
26 juin	Avec	211	0,50	19,1	1764,2	176	173
30 juin	Avec	186	0,50	16,8	1554,5	155	153
4 juillet	Avec	253	0,33	15,0	1384,8	138	208
6 juillet	Avec	125	0,34	7,7	714,2	71	103
7 juillet	Avec	203	0,30	11,0	1017,6	102	166
8 juillet	Avec	155	0,26	7,3	676,1	68	127
9 juillet	Avec	198	0,20	7,1	652,3	65	162
10 juillet	Avec	113	0,28	5,8	533,3	53	93
11 juillet	Avec	146	0,29	7,7	714,6	71	120
12 juillet	Avec	179	0,24	7,6	703,3	70	147
13 juillet	Avec	158	0,26	7,4	680,1	68	130
14 juillet	Avec	186	0,26	8,7	809,2	81	153
15 juillet	Avec	187	0,26	8,6	795,3	80	153
16 juillet	Avec	191	0,25	8,5	784,3	78	157
17 juillet	Avec	190	0,26	8,9	825,3	83	156
18 juillet	Avec	163	0,26	7,7	715,5	72	134
21 juillet	Avec	183	0,28	9,2	854,6	85	150
25 juillet	Avec	169	0,26	7,9	735,0	74	139
26 juillet	Avec	144	0,28	7,2	666,1	67	118
28 juillet	Avec	184	0,30	10,0	925,7	93	151
29 juillet	Avec	181	0,31	10,0	921,9	92	148
30 juillet	Avec	176	0,30	9,4	870,3	87	144
31 juillet	Avec	137	0,26	6,3	587,3	59	112
1 août	Avec	153	0,27	7,6	699,3	70	125
2 août	Avec	126	0,28	6,4	596,0	60	103
3 août	Avec	115	0,26	5,5	506,9	51	94
4 août	Avec	124	0,26	5,7	528,0	53	102
6 août	Avec	149	0,23	6,1	564,2	56	122
7 août	Avec	95	0,23	4,0	367,2	37	78
8 août	Avec	116	0,25	5,1	475,9	48	95
9 août	Avec	93	0,23	3,9	360,4	36	76
11 août	Avec	94	0,23	3,9	363,6	36	77
15 août	Avec	155	0,28	7,9	733,2	73	127
17 août	Avec	172	0,33	10,4	958,4	96	141
18 août	Avec	122	0,33	7,2	662,4	66	100
20 août	Avec	115	0,32	6,6	609,1	61	94

22 août	Avec	196	0,28	10,0	925,7	93	161
24 août	Avec	163	0,31	9,1	841,8	84	134
25 août	Avec	173	0,29	9,0	831,7	83	142
28 août	Avec	200	0,30	11,0	1012,8	101	164
29 août	Avec	117	0,26	5,5	512,5	51	96
30 août	Avec	175	0,29	9,1	844,5	84	144
31 août	Avec	111	0,25	5,1	470,4	47	91
1 sept.	Avec	144	0,24	6,2	576,5	58	118
2 sept.	Avec	136	0,27	6,6	614,1	61	112
3 sept.	Avec	111	0,27	5,4	503,0	50	91
4 sept.	Avec	177	0,27	8,5	788,4	79	145
5 sept.	Avec	190	0,26	9,0	833,5	83	156
6 sept.	Avec	123	0,26	5,7	523,5	52	101
7 sept.	Avec	130	0,23	5,5	504,1	50	107
10 sept.	Avec	123	0,26	5,7	531,0	53	101
12 sept.	Avec	133	0,26	6,2	577,8	58	109
17 sept.	Avec	130	0,31	7,2	661,8	66	107
18 sept.	Avec	145	0,27	7,2	662,1	66	119
21 sept.	Avec	153	0,29	8,1	746,6	75	125
23 sept.	Avec	134	0,28	6,8	628,7	63	110
28 sept.	Avec	152	0,29	7,8	725,7	73	125
	Moyenne	157	0,31	8,9	827,8	83	129
	Total	10 701	-	608,6	56 288,6	-	-

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	607,8	415	470,2
Jours mesurés / jours durée de croissance	93/101	130/139	133/139
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	nd	nd
Total (mm)	nd	nd	nd

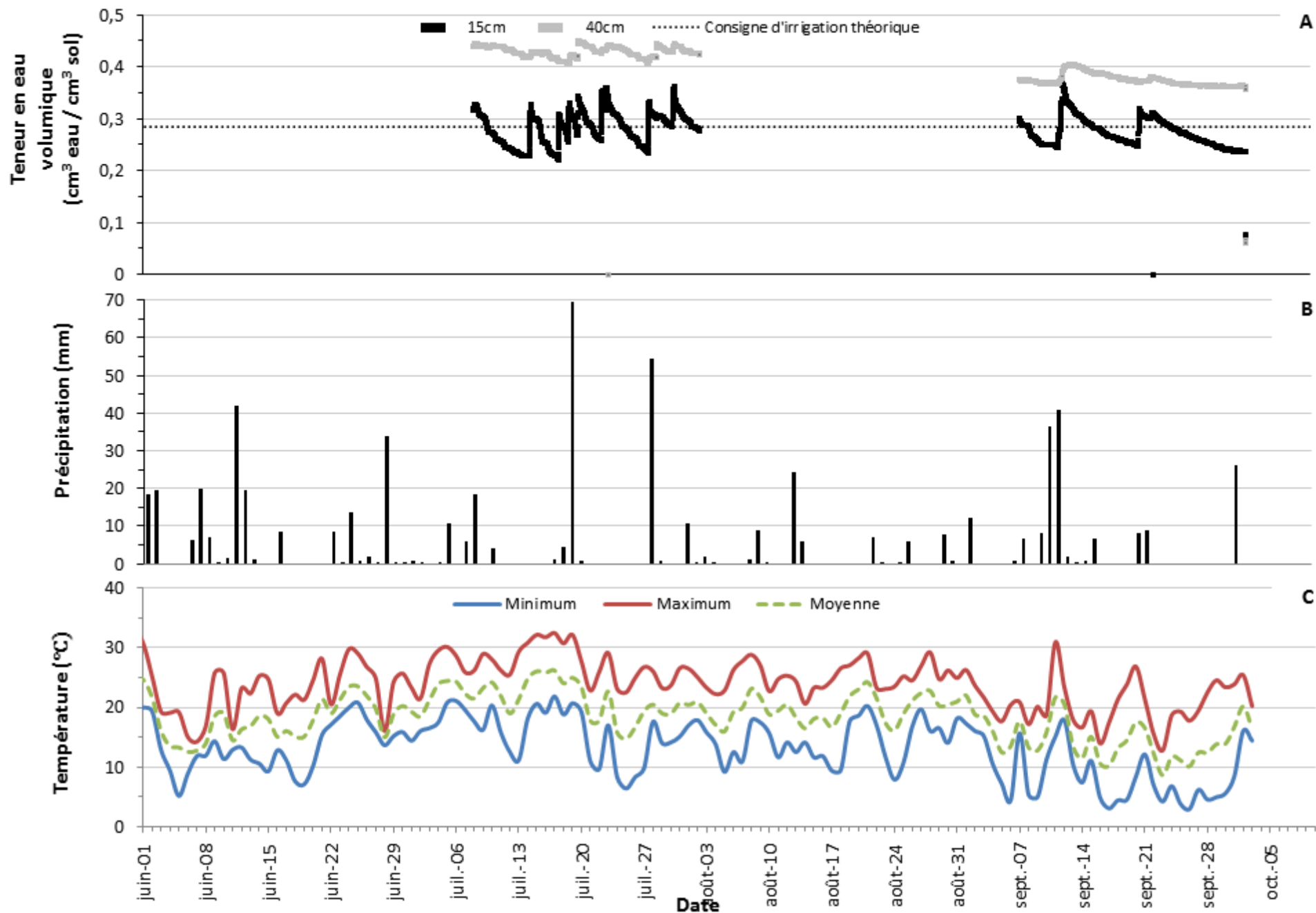


Figure 64. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 20, saison 2013.

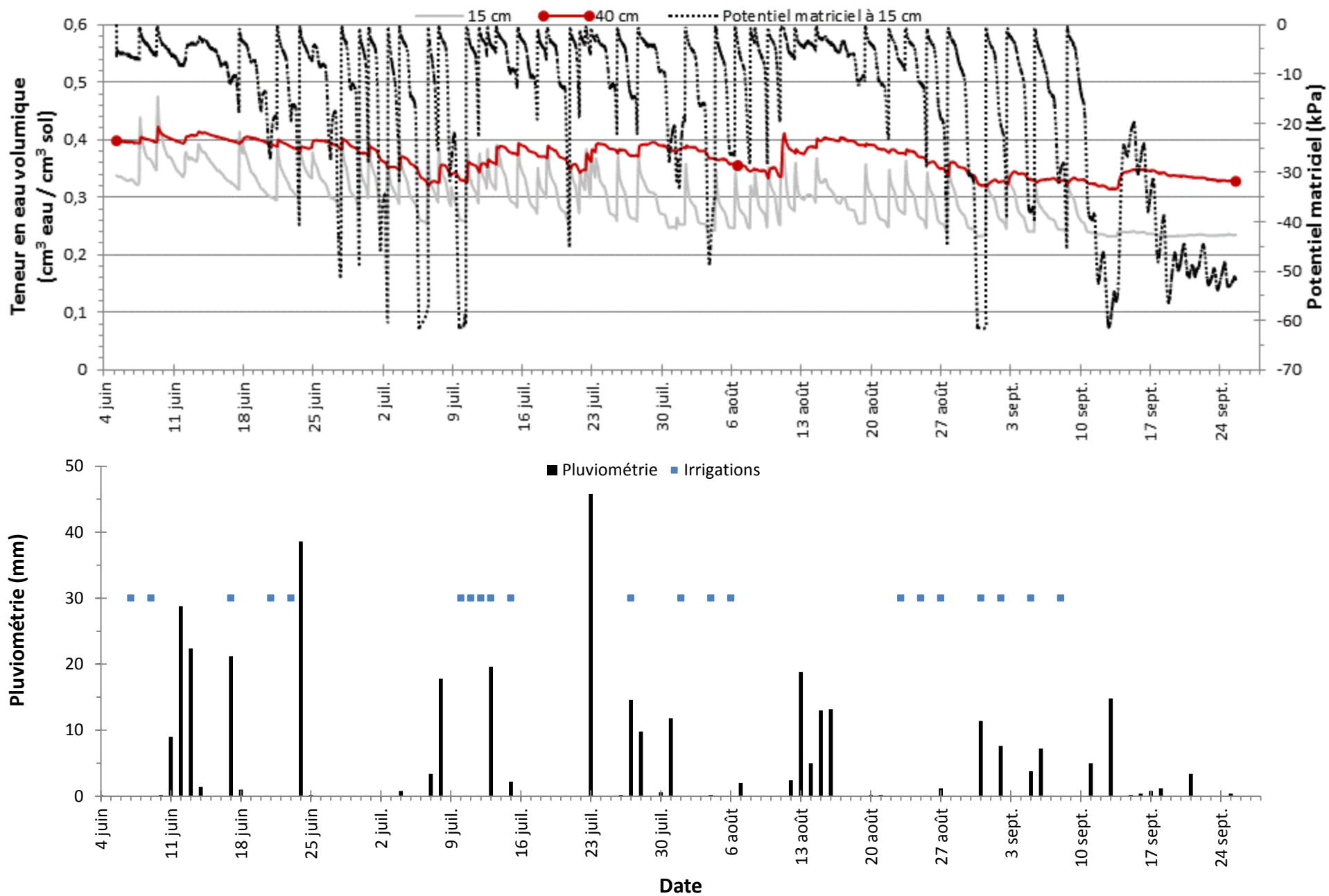


Figure 65. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 20, saison 2014.

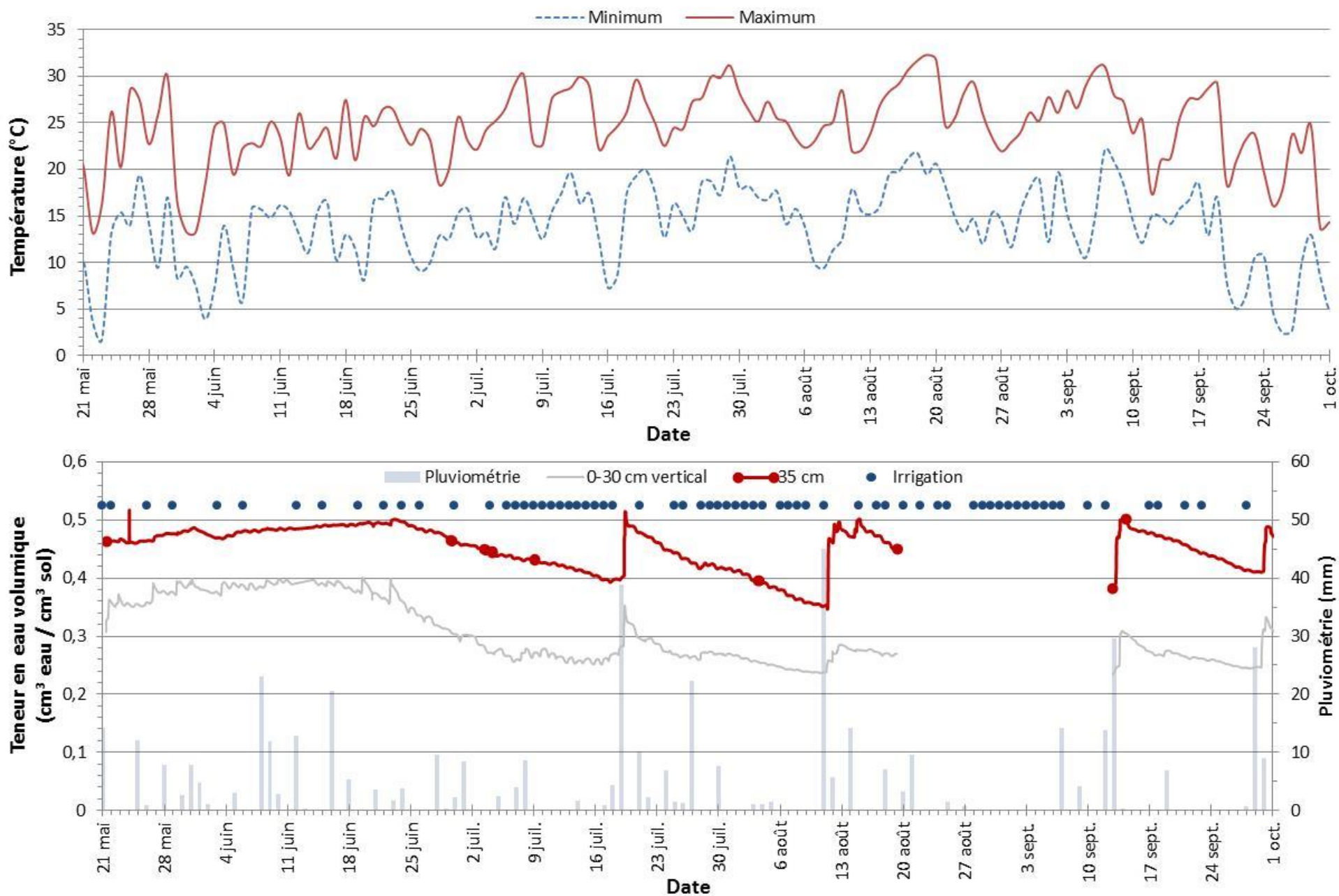


Figure 66. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 20, saison 2015.

21 Site 21

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Ouest		
Culture	Oignon espagnol	Chou	Oignon
Rotation	Soya – oignon – chou - oignon		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Aspersion et micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	29 avril	Début juin	29 avril
Date ou fin approximative récolte	18 septembre	21 août	Fin juillet
Durée croissance (nb jours)	142	81 (estimé)	90 (estimé)
TDR fonctionnel (nb jours)	80	78	30

Type de sol

Texture	Loam sableux fin	Loam sableux
Série de sol	Lafrenière et Botreaux	
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,62	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,65	1,73
Matière organique (%)	2	1,4
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	1,74	6,2
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	2,3	nd

Système d'irrigation

Source	Lac artificiel		
Type	Sime K1, buse 8 mm	Gag	
Débit gicleur théorique (lpm)	69 @ 43,5 psi		
Débit gicleur pratique (lpm)	nd	66,8	-
Espacement entre les gicleurs (m)	nd	18,3	-
Espacement entre 2 lignes (m)	nd	Une seule ligne	-
Espacement entre les goutteurs (cm)	-	-	20
Pression d'opération visée (psi)	-		7
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	-	-	3,9 / 0,31 @ 7 psi
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	-	-	0,47 / 0,12 @ 7 psi
Linéaire mesuré (m)	nd	321	4860
Superficie considérée (ha)	nd	0,9	0,39
Volume théorique du cône (cm ³)	-	-	8164
Volume cible (cm ³)	-	-	550

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,358	0,358
	CC <i>in situ</i>	5*	0,287	0,302
	Plateau	20	0,230	0,266
	CC théorique	33	0,225	0,264
	Point de flétrissement permanent	1500	0,073	0,074
2014	Saturation	0	0,358	0,358
	CC <i>in situ</i>	5*	0,287	0,302
	Plateau	20	0,230	0,266
	CC théorique	33	0,225	0,264
	Point de flétrissement permanent	1500	0,073	0,074
2015	Saturation	0	-	0,345
	CC <i>in situ</i>	5*	-	0,244
	Plateau	15	-	0,175
	CC théorique	33	-	nd
	Point de flétrissement permanent	1500	-	nd

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	32	34	66
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	16	17	33
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 20-30]	9	9	18
	Consigne	Plateau	20-33	-	-	-
2014	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	32	34	66
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	16	17	33
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 20-30]	9	9	18
	Consigne	Plateau	20-33	-	-	-
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 20-30]	-	8	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Volume		
				(m ³)	(m ³ /ha)	(mm)
2013	Pas d'irrigation					
	Moyenne			-	-	-
	Total colligé			-	-	-
2014	11 juillet	Avec	84	101,1	114,8	11,5
	Moyenne			nd		
	Total colligé			nd		

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)*	Volume cible (% vol. cible)
2015	26 juin	Avec	241	0,51	48,6	2032,9	370	359
	5 juillet	Avec	309	0,50	61,2	2558,3	465	461
	9 juillet	Avec	333	0,28	37,8	1579,6	287	497
	11 juillet	Avec	483	0,15	28,2	1180,8	215	720
	13 juillet	Avec	215	0,55	46,7	1953,0	355	321
	Moyenne		316	0,40	44,5	1860,9	338	472
	Total		1581	-	222,5	9304,6	-	-

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	246,4	247	250,4*
Jours mesurés / jours durée de croissance	109/142	74/78	19 mai au 25 juillet
Irrigué (mm)	-	11,4	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	-	74/78	nd
Total (mm)	246,4	258,4	nd

* Pluviométrie site 6

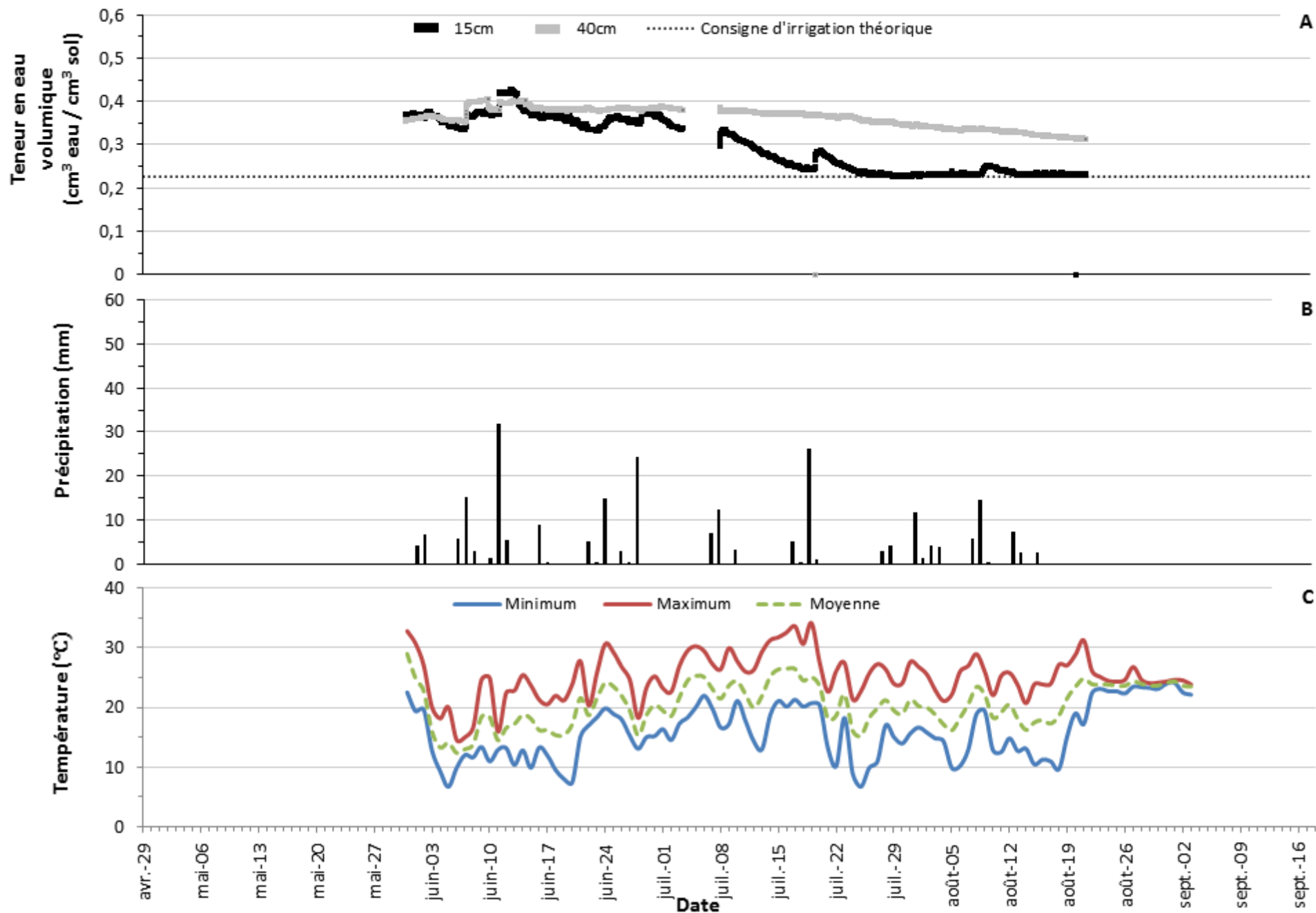


Figure 67. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 21, saison 2013.

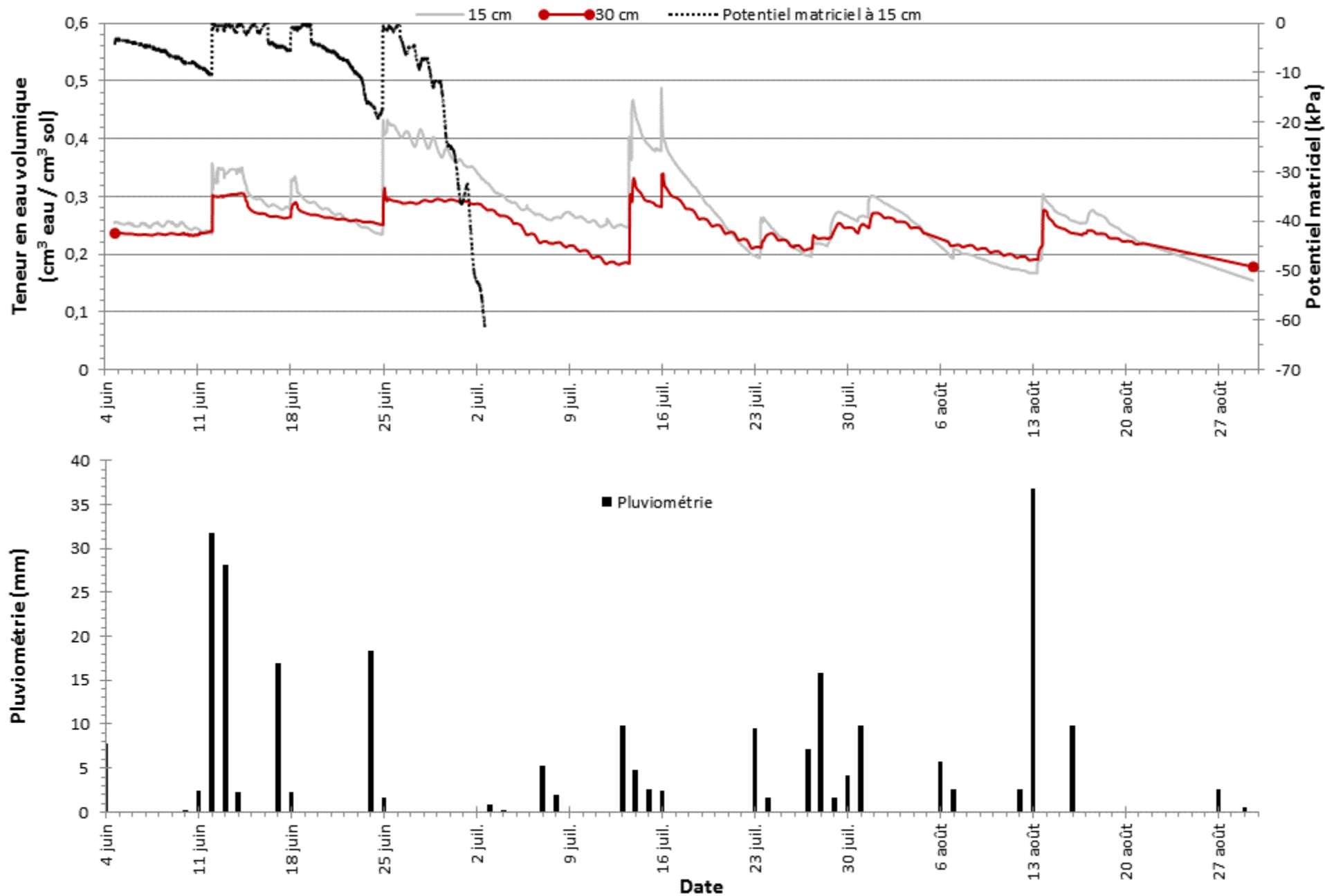


Figure 68. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 21, saison 2014.

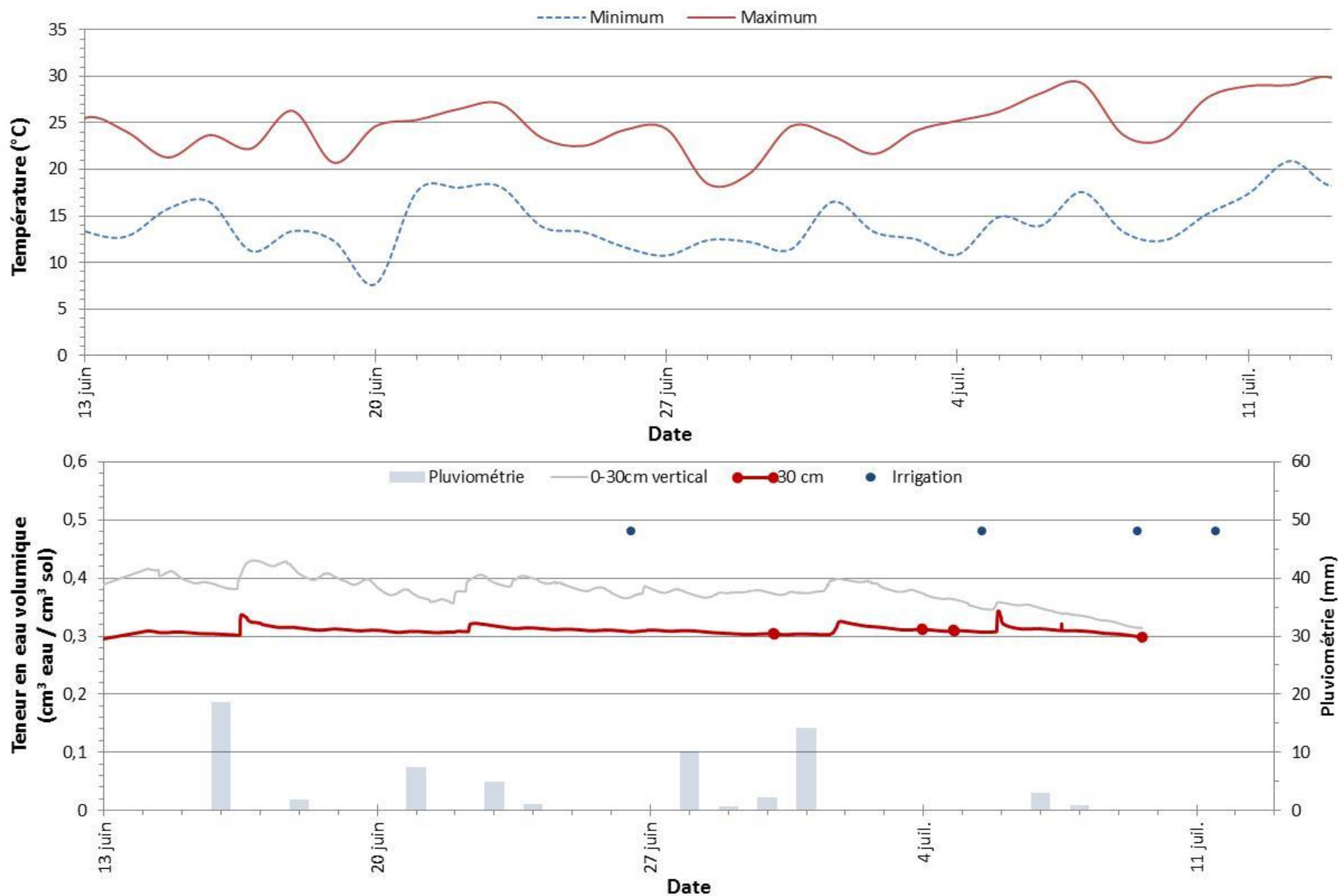


Figure 69. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 21, saison 2015.

22 Site 22

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Montérégie Ouest		
Culture	Poivron		
Rotation	Poivron, comcombre, chou, maïs		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	nd	15 mai	15 mai
Date ou fin approximative récolte	nd	1 ^{er} octobre	9 octobre
Durée croissance (nb jours)	nd	139	147
TDR fonctionnel (nb jours)	36 jours (bris équipement)	132	140

Type de sol

Texture	Loam	Loam sableux	Loam
Série de sol	St-Bernard	St-Amable	St-Bernard
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,17	1,29	-
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,44	1,55	1,33
Matière organique (%)	4,3	2,4	-
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	15,9	0,2	-
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	nd	4,0	-

Système d'irrigation

Source	Puit		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	nd	20	30
Pression d'opération visée (psi)	nd	8	Non régulé
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	nd	4,2 / 0,34 @8 psi	4,5 / 0,362 @10 psi
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	nd	0,51 / 0,13 @8 psi	0,9 / 0,24 @10 psi
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	nd	19 390,8	4280
Superficie considérée (ha)	nd	2,8	0,7
Volume théorique du cône (cm ³)	11 112		
Volume cible (cm ³)	645	600	750

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,599	0,469
	CC <i>in situ</i>	5*	0,331	0,315
	Plateau	20	0,273	0,278
	CC théorique	33	0,269	0,273
	Point de flétrissement permanent	1500	0,105	0,109
2014	Saturation	0	0,510	0,409
	CC <i>in situ</i>	4*	0,231	0,277
	Plateau	nd	nd	nd
	CC théorique	33	0,190	0,243
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,091
2015	Saturation	0	-	0,547
	CC <i>in situ</i>	5*	-	0,349
	Plateau	25	-	0,281
	CC théorique	33	-	nd
	Point de flétrissement permanent	1500	-	nd

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	34	31	65
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	17	16	33
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} ⁻ Plateau	[5, 20]	11	6	17
	Consigne	Plateau	20	-	-	-
2014	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[4, 1500]	21	28	49
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [4, 1500]	11	14	25
	RFU		nd			
	Consigne					
2015	RFU	CC _{<i>in situ</i>} ⁻ Plateau	[5, 25]	-	10	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Débit (lph/goutteur)	Volume			
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*
2013	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
		Moyenne	nd	nd	nd	nd	nd	
		Total	nd	nd	nd	nd	nd	
2014	9 juin	Avec	261	0,28	114,8	1231,0	205	355
	29 juin	Sans	-	-	-	-	-	-
	2 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-
	7 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-
	8 juillet	Avec	208	0,36	117,2	1256,8	209	283
	11 juillet	Avec	285	0,36	159,7	1713,2	286	388
	12 juillet	Avec	403	0,40	248,4	2664,1	444	549
	17 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-
	19 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-
	21 juillet	Avec	44	0,38	25,9	278,0	46	60
	30 juillet	Avec	209	0,44	141,3	1515,9	253	284
	2 août	Avec	557	0,30	257,0	2755,9	459	758
	6 août	Sans	-	-	-	-	-	-
	11 août	Sans	-	-	-	-	-	-
19 août	Sans	-	-	-	-	-	-	
23 août	Avec	433	0,30	202,9	2175,9	363	589	
24 août	Avec	63	0,31	29,9	320,3	53	86	
25 août	Avec	271	0,30	124,7	1337,4	223	369	
28 août	Avec	225	0,31	108,7	1166,0	194	306	
2 sept.	Avec	539	0,29	240,8	2582,2	430	734	
6 sept.	Avec	32	0,26	13,2	141,2	24	44	
8 sept.	Avec	221	0,28	97,9	1049,7	175	301	
		Moyenne	267,9	0,33	134,5	1442,0	240	365
		Total	3751	-	1882,3	20 187,7	-	-
2015	27 mai	Avec	189	0,74	32,9	2346,0	313	382
	6 juin	Avec	125	0,75	21,9	1559,4	208	252
	3 juillet	Avec	401	0,56	52,7	3749,7	500	810
	7 juillet	Avec	652	0,60	91,2	6493,1	866	1316
	12 juillet	Avec	424	0,82	81,8	5823,1	776	856
	15 juillet	Avec	562	0,78	102,3	7286,2	971	1135
	31 juillet	Avec	606	0,80	114,1	8124,3	1083	1223
	5 août	Avec	501	0,86	100,7	7170,4	956	1011
	8 août	Avec	663	0,79	122,3	8712,8	1162	1339
	19 août	Avec	602	0,78	110,4	7860,7	1048	1215
25 août	Avec	791	0,83	153,0	10 897,9	1453	1597	
30 août	Avec	712	0,87	144,9	10 318,6	1376	1437	

5 sept.	Avec	672	1,00	157,2	11 195,3	1493	1357
22 sept.	Avec	553	0,65	84,5	6021,0	803	1116
Moyenne		532	0,77	97,9	6968,5	929	1075
Total		7453	-	1369,9	97 558,5	-	-

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	468,8	278,8	437,4*
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	131/139	142/147
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	nd	nd
Total (mm)	nd	nd	nd

*Pluviométrie site 19

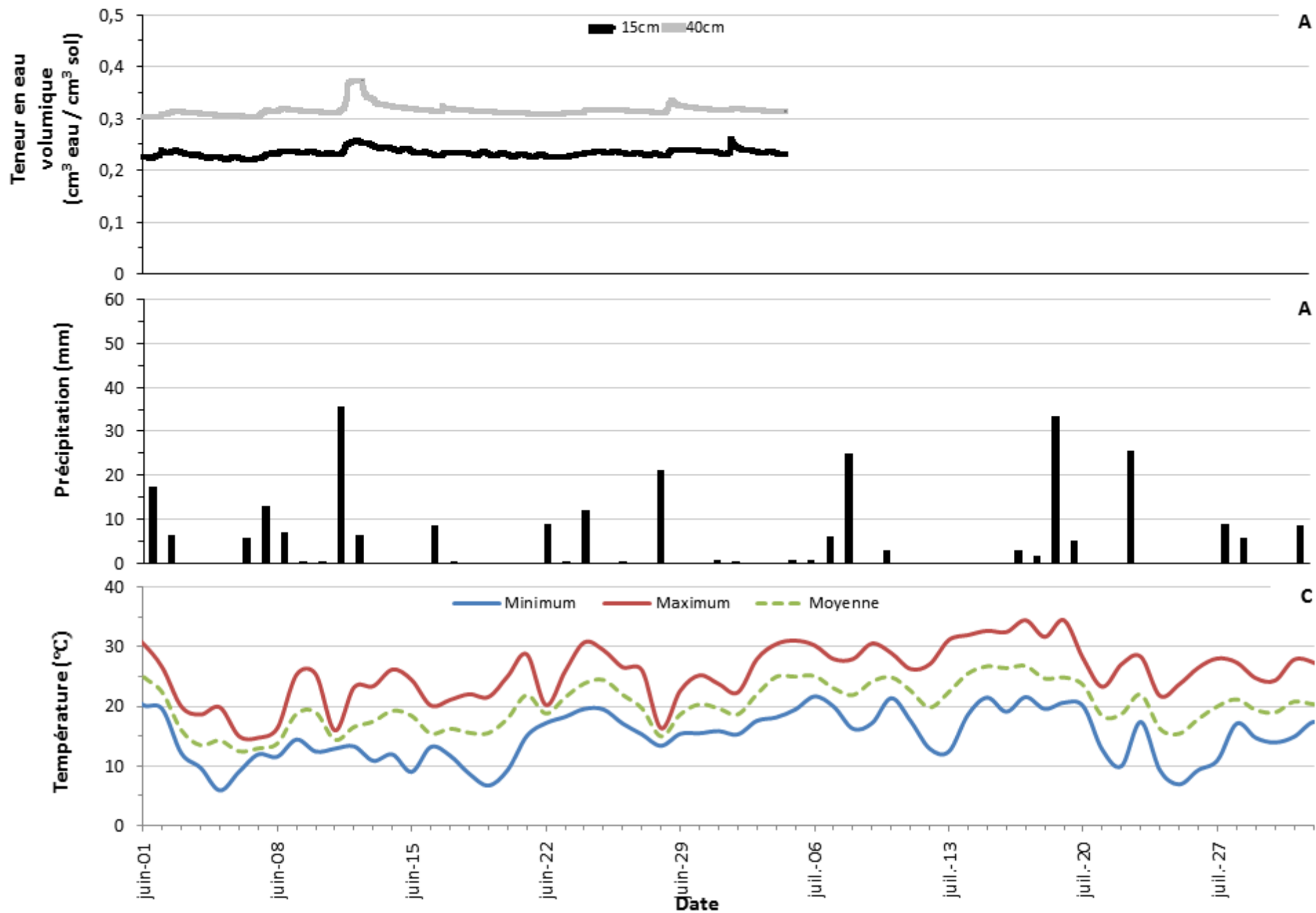


Figure 70. Précipitations (A) et température (B), site 22, saison 2013.

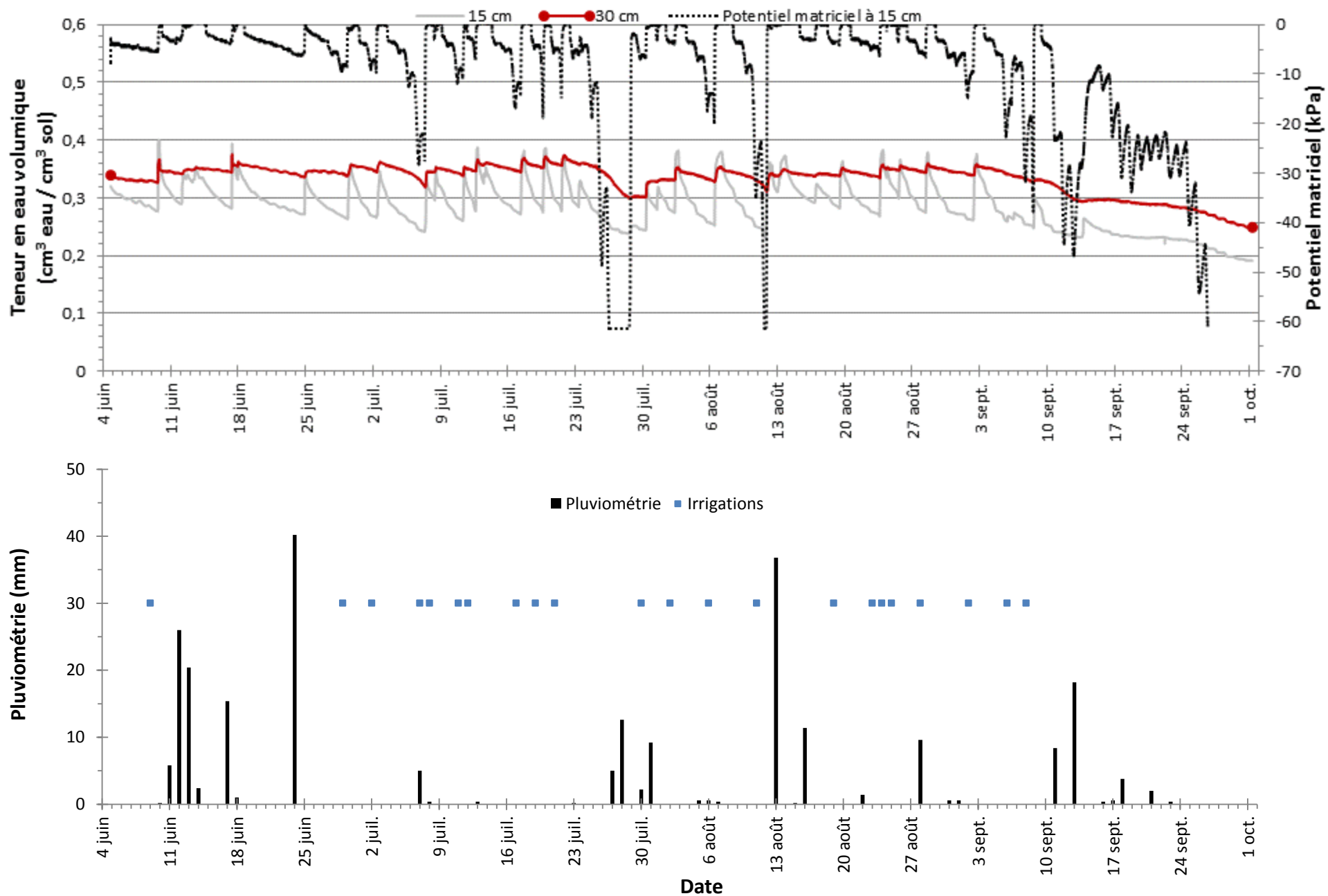


Figure 71. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 22, saison 2014.

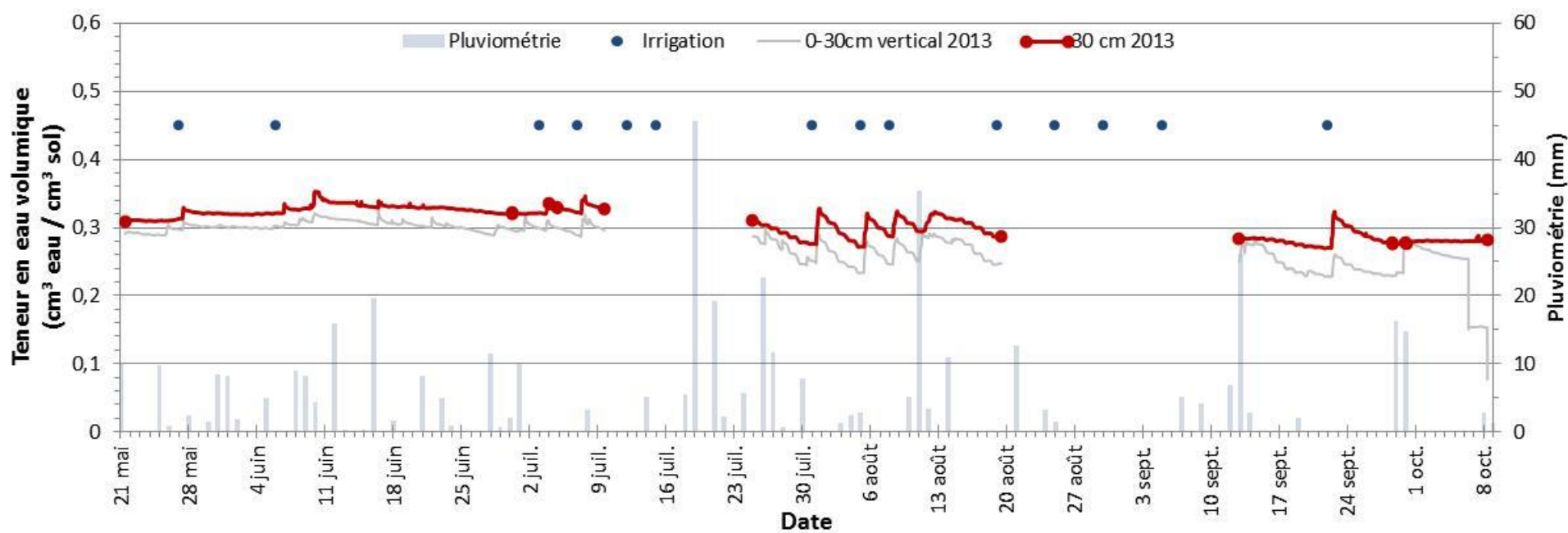
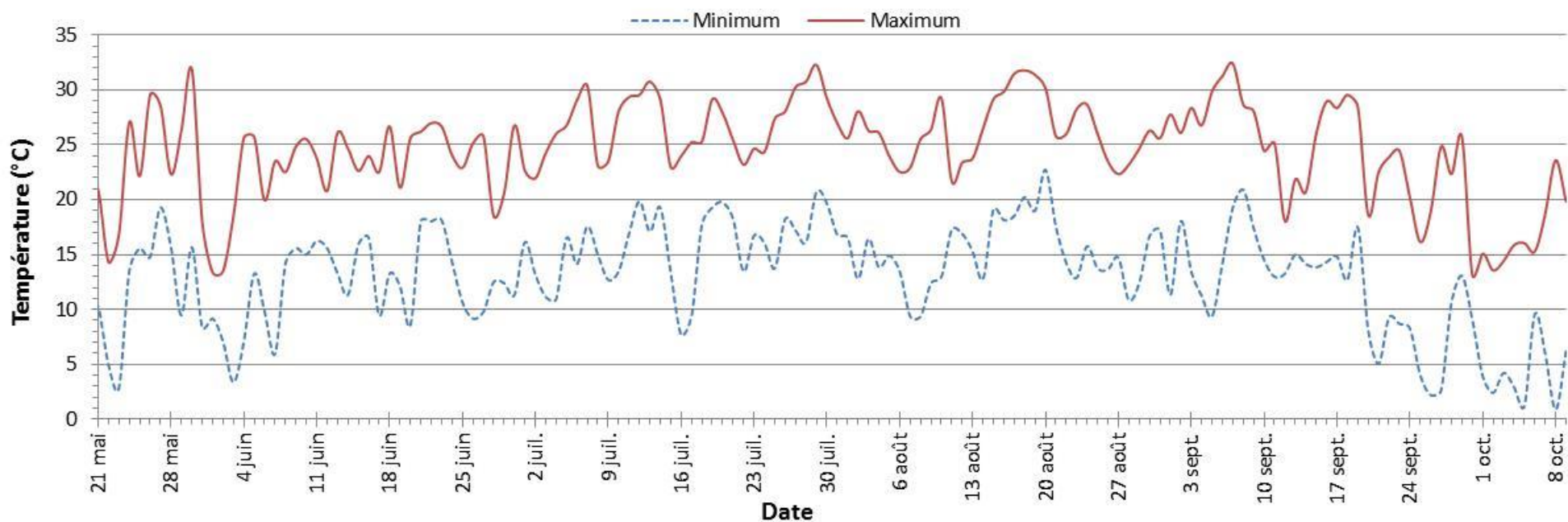


Figure 72. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 22, saison 2015.

23 Site 23

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Lanaudière		
Culture	Carotte		Oignon
Rotation	Carotte, oignon, maïs		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Aspersion		

Culture

Date approximative plantation/semis	24 avril	24 avril	Début mai
Date ou fin approximative récolte	20 août	11 août	15 septembre
Durée croissance (nb jours)	118	109	130 (estimé)
TDR fonctionnel (nb jours)	91	98	104

Type de sol

Texture	Sable grossier	Sable loameux	Sable grossier à sable loameux
Série de sol	Uplands		
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,31	1,32	
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,44	1,50	1,44-1,5
Matière organique (%)	3,06	2,11	2,1-3,06
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	28,1	16,8	16,8-28,1
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	27,0	33,2	27-33,2

Système d'irrigation

Source	Étangs d'irrigation		
Type	Gicleur VYR-70, buse 7,14 mm		
Débit théorique du gicleur (lpm)	69,5 @ 70 psi		
Débit pratique du gicleur (lpm)	75	64	72
Espacement entre les gicleurs (m)	27,6		
Espacement entre 2 lignes (m)	25,3		26,5
Linéaire mesuré (m)	10,5* gicleurs		10 Alternance
Superficie considérée (ha)	0,7		0,7

*Il y avait 21 gicleurs sur la ligne fonctionnant en alternance (21 gicleurs/2 séries d'irrigation=10,5 gicleurs par série d'irrigation).

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,507	0,451
	CC <i>in situ</i>	2,5-5*	0,210	0,200
	Plateau	20	0,152	0,134
	CC théorique	33	0,148	0,126
	Point de flétrissement permanent	1500	0,054	0,047
2014-2015	Saturation	0	0,504	0,462
	CC <i>in situ</i>	5*	0,170	0,192
	Plateau	20	0,136	0,149
	CC théorique	33	0,129	0,143
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,047

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[2,5-5, 1500]	23	24	47
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [2,5-5, 1500]	12	12	24
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[2,5-5, 20]	9	11	20
	Consigne	Plateau	20	-	-	-
2014-2015	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	19	22	40
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	9	11	20
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} - Plateau	[5, 20]	5	8	13
	Consigne	Plateau	20	-	-	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Volume			
				(m ³)	(m ³ /ha)	(mm)	
2013	14 juillet	avec	66	47,0	64,2	6,4	
	15 juillet (1)	avec	153	107,8	147,0	14,7	
	15 juillet (2)	avec	68	55,3	75,4	7,5	
	16 juillet	avec	194	146,3	199,5	20,0	
	25 juillet	avec	174	135,3	184,5	18,5	
	26 juillet	avec	209	155,7	212,3	21,2	
	30 juillet (1)	avec	141	107,6	146,7	14,7	
	30 juillet (2)	avec	182	144,5	197,0	19,7	
	9 août (1)	avec	156	130,6	178,1	17,8	
	9 août (2)	avec	152	135,6	184,9	18,5	
	12 août (1)	avec	235	177,7	242,4	24,2	
	12 août (2)	avec	84	70,3	95,9	9,6	
	12 août (3)	avec	159	127,4	173,7	17,4	
	20 août (1)	avec	208	175,1	238,9	23,9	
	20 août (2)	avec	180	137,3	187,3	18,7	
		Moyenne		157,4	123,6	168,5	16,9
		Total colligé		2361	1853,5	2528,0	252,8
2014	20 juin	Avec	118	65,3	88,4	8,8	
	21 juin	Avec	158	98,3	133,1	13,3	
	22 juin	Avec	100	64,7	87,5	8,8	
	29 juin	Avec	198	153,5	207,8	20,8	
	29 juin	Avec	161	114,1	154,5	15,5	
	1 ^{er} juillet	Avec	198	128,0	173,2	17,3	
	2 juillet	Avec	179	129,6	175,5	17,5	
	18 juillet	Sans	nd	nd	nd	nd	
	22 juillet	Avec	230	166,3	225,1	22,5	
	25 juillet	Avec	192	149,7	202,6	20,3	
	25 juillet	Avec	142	102,2	138,3	13,8	
	4 août	Avec	162	114,3	154,7	15,5	
	5 août	Avec	135	96,1	130,1	13,0	
	8 août	Avec	247	173,7	235,1	23,5	
	9 août	Avec	214	150,8	204,1	20,4	
	Moyenne		173,9	121,9	165	16,5	
	Total colligé		2434	1706,6	2310,1	231	
2015	25 juin	Avec	172	86,4	123,7	12,4	
	26 juin	Avec	200	143,3	205,3	20,5	
	5 juillet	Avec	175	132,3	189,5	19,0	
	6 juillet	Avec	171	128,3	183,7	18,4	

11 juillet	Avec	157	122,2	175,0	17,5
28 juillet	Avec	182	134,6	192,8	19,3
18 août	Avec	170	126,4	181,0	18,1
24 août	Avec	167	125,0	179,0	17,9
28 août	Avec	164	119,9	171,7	17,2
	Moyenne	173	124,3	178,0	17,8
	Total	1558	1118,4	1601,7	160,2

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	341	395	365,2
Jours mesurés / jours durée de croissance	98/118	102/109	19 mai au 9 septembre
Irrigué (mm)*	129	116	111,8
Jours mesurés / jours durée de croissance	49/118	78/109	104/130
Total (mm)	470	511	477

*Valeurs estimées

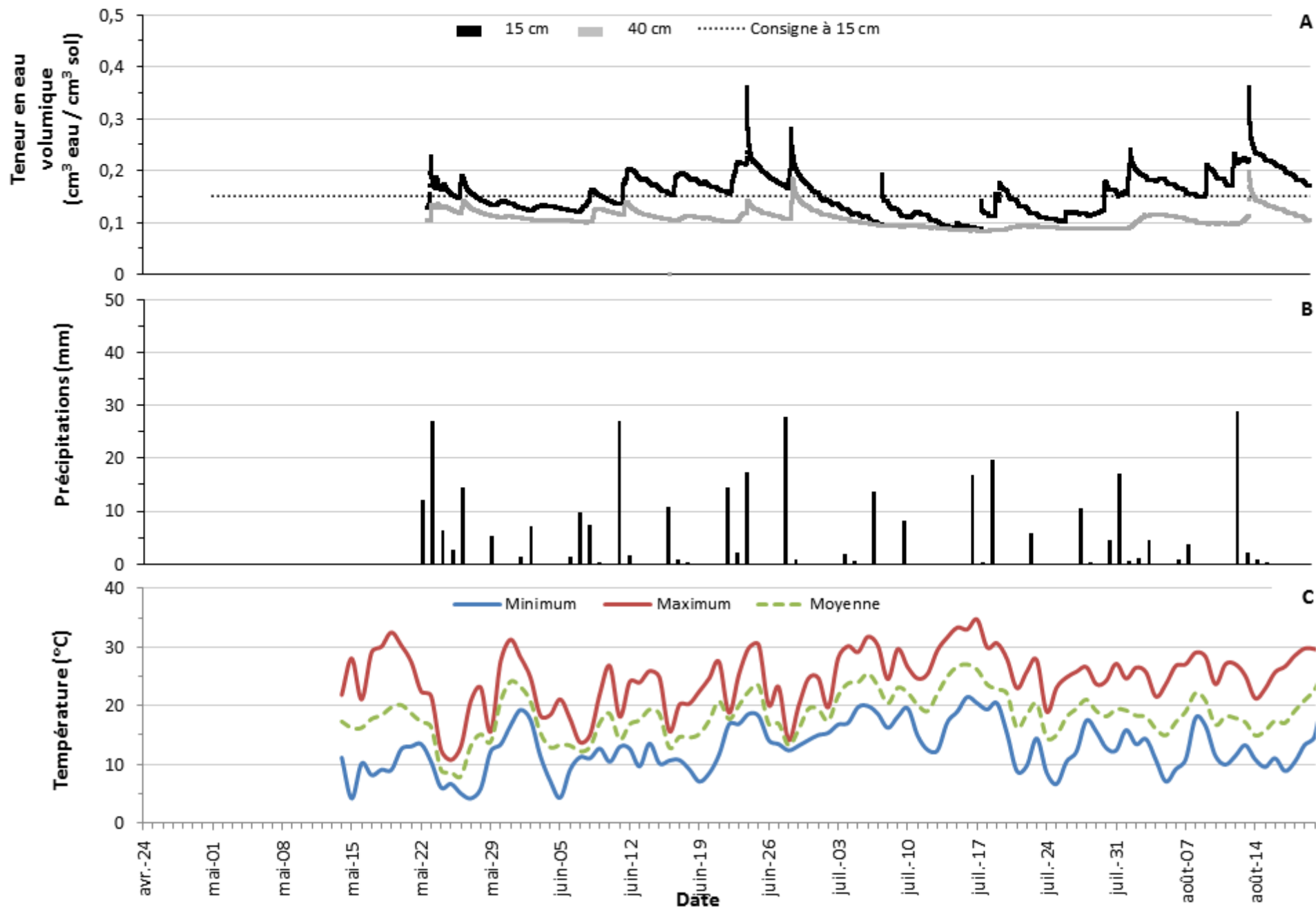


Figure 73. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 23, saison 2013.

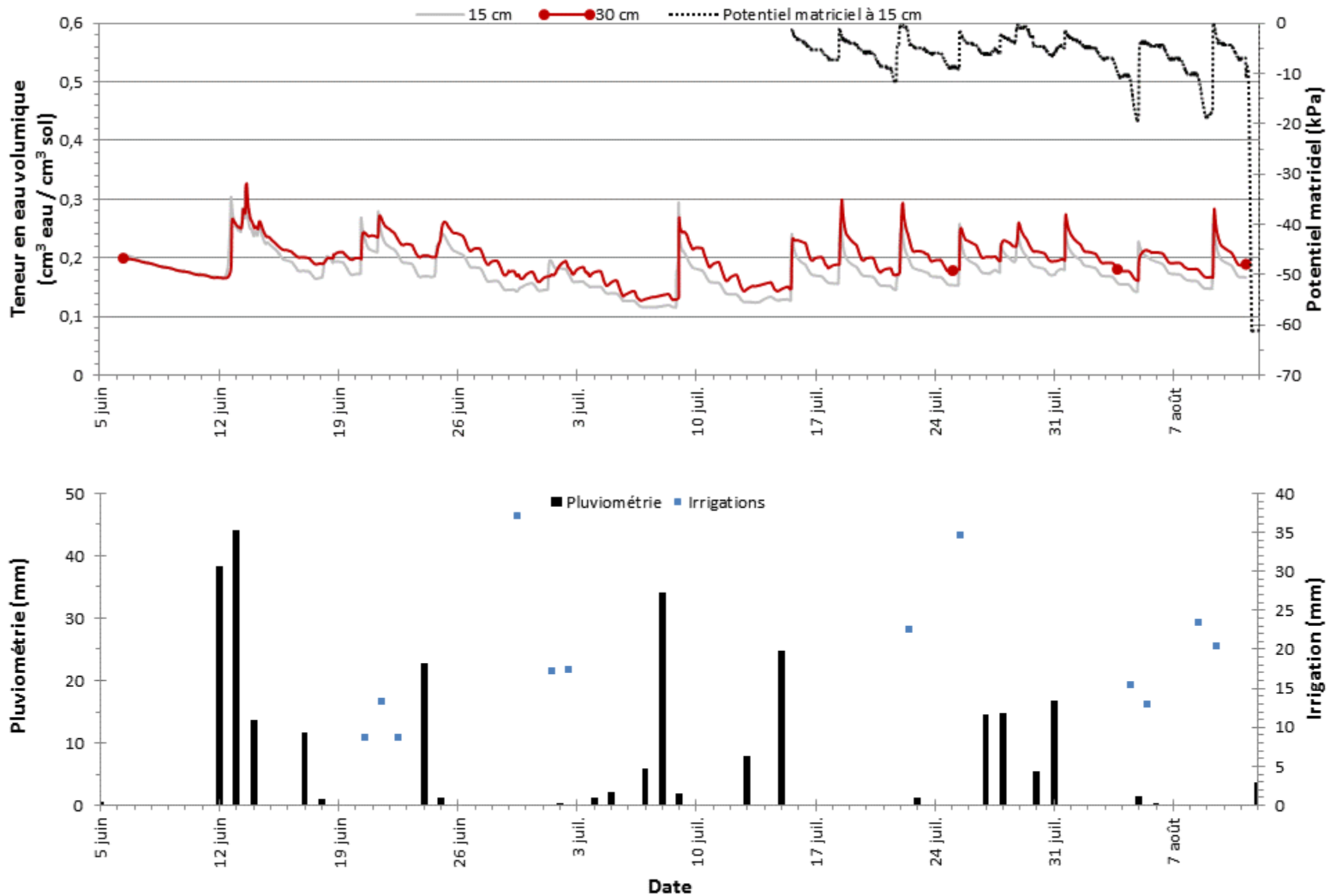


Figure 74. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 23, saison 2014.

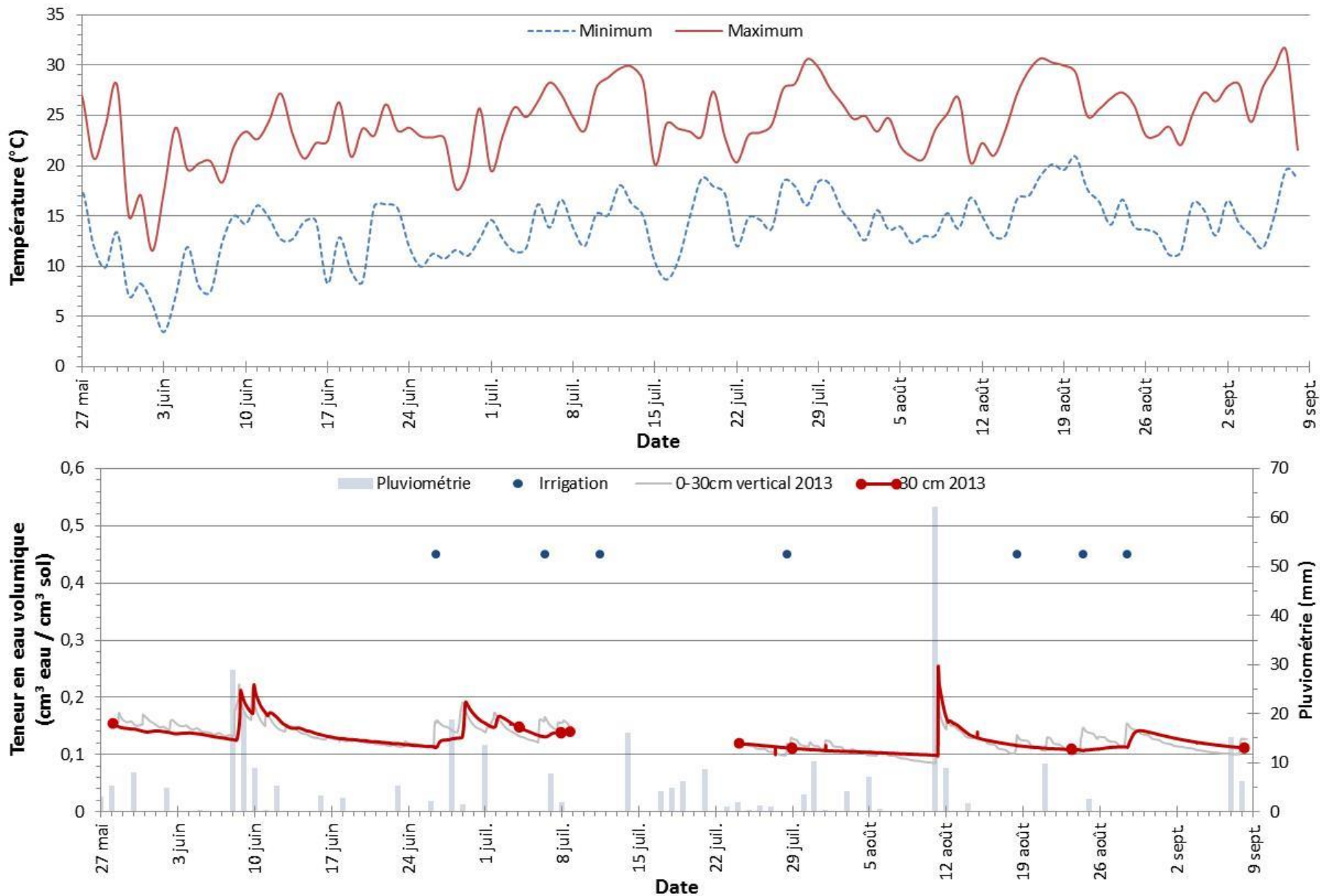


Figure 75. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 23, saison 2015.

24 Site 24

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Lanaudière		
Culture	Oignon		
Rotation	Oignon, haricot extra-fin, maïs		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Aspersion		

Culture

Date approximative plantation/semis	24 avril	5 mai	28 avril
Date ou fin approximative récolte	20 août	10 septembre	25 septembre
Durée croissance (nb jours)	118	129	150
TDR fonctionnel (nb jours)	48	98	103

Type de sol

Texture	Sable à sable loameux	Sable loameux
Série de sol	Uplands	Achigan
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,45	1,36
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,41	1,41
Matière organique (%)	2,85	3,25
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	0,5	0,17
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	12,4	2,8

Système d'irrigation

Source	Étangs d'irrigation		
Type	Gicleur VYR-70, buse 5,55 mm		
Débit gicleur théorique (lpm)	42,7 @70 psi		
Débit gicleur pratique (lpm)	44,1	40	42,1
Espacement entre les gicleurs (m)	27,4		
Espacement entre 2 lignes (m)	24,7	25,6	25,2
Linéaire mesuré (m)	520,6	465,8	548
Superficie considérée (ha)	1,3	1,2	1,4

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013	Saturation	0	0,441	0,470
	CC <i>in situ</i>	5-7,5*	0,300	0,194
	Plateau	25	0,204	0,152
	CC théorique	33	0,201	0,152
	Point de flétrissement permanent	1500	0,050	0,042
2014-2015	Saturation	0	0,478	0,486
	CC <i>in situ</i>	5*	0,362	0,360
	Plateau	20	0,243	0,231
	CC théorique	33	0,235	0,221
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,057

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5-7,5, 1500]	36	22	58
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5-7,5, 1500]	18	11	29
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5-7,5, 25]	14	6	21
	Consigne	Plateau	25	-	-	-
2014-2015	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	46	45	91
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	23	23	46
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 20]	17	18	35
	Consigne	Plateau	20	-	-	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minutes)	Volume		
				(m ³)	(m ³ /ha)	(mm)
2013	5 juillet	Avec	293	247,1	192,2	19,2
	14 juillet	Avec	263	218,8	170,2	17,0
	25 juillet	Avec	144	119,7	93,1	9,3
	12 août	Avec	277	232,1	180,5	18,0
	19 août	Avec	256	214,8	167,1	16,7
		Moyenne		246,6	206,5	160,6
	Total colligé		1233	1 032,5	802,9	80,3
2014	28 juin	Avec	291	175,4	147,1	14,7
	1 ^{er} juillet	Avec	202	122,3	102,6	10,3
	19 juillet	Avec	199	122,6	102,8	10,3
	22 juillet	Avec	2	1,5	1,2	0,1*
	23 juillet	Avec	179	115,7	97,0	9,7
	5 août	Avec	243	149,9	125,7	12,6
	10 août	Avec	17	11,4	9,6	1,0*
	11 août	Avec	161	99,3	83,3	8,3
	Moyenne		162	99,8	83,7	11,0
	Total colligé		1294	798,1	669,3	66,9
2015	24 juin	Avec	138	110,9	73,8	7,4
	5 juillet	Avec	185	148,7	99,0	9,9
	12 juillet	Avec	219	172,6	114,9	11,5
	16 juillet	Avec	139	108,3	72,1	7,2
	28 juillet	Avec	220	180,3	120,1	12,0
	17 août	Avec	171	134,8	89,8	9,0
	25 août	Avec	316	258,5	172,2	17,2
	30 août	Avec	225	180,9	120,5	12,0
	Moyenne		202	161,9	107,8	10,8
	Total		1613	1295,0	862,5	86,3

* Non comptabilisés dans la moyenne

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	448,9	523	354
Jours mesurés / jours durée de croissance	98/118	129/129	19 mai au 9 septembre
Irrigué (mm)	72,4	66,9	86,3
Jours mesurés / jours durée de croissance	48/118	77/129	103/150
Total (mm)	521,3	589,9	440,3

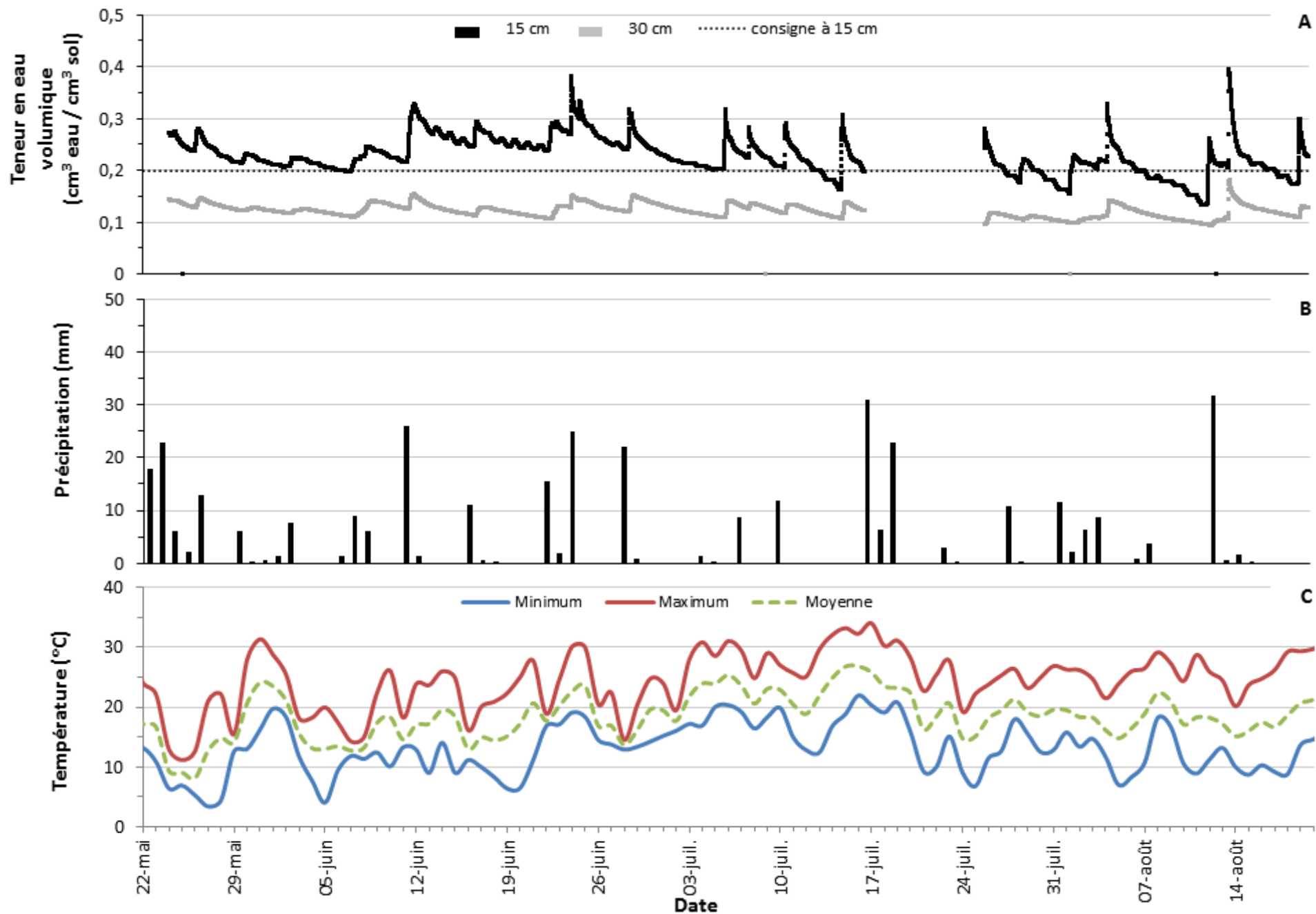


Figure 76. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 24, saison 2013.

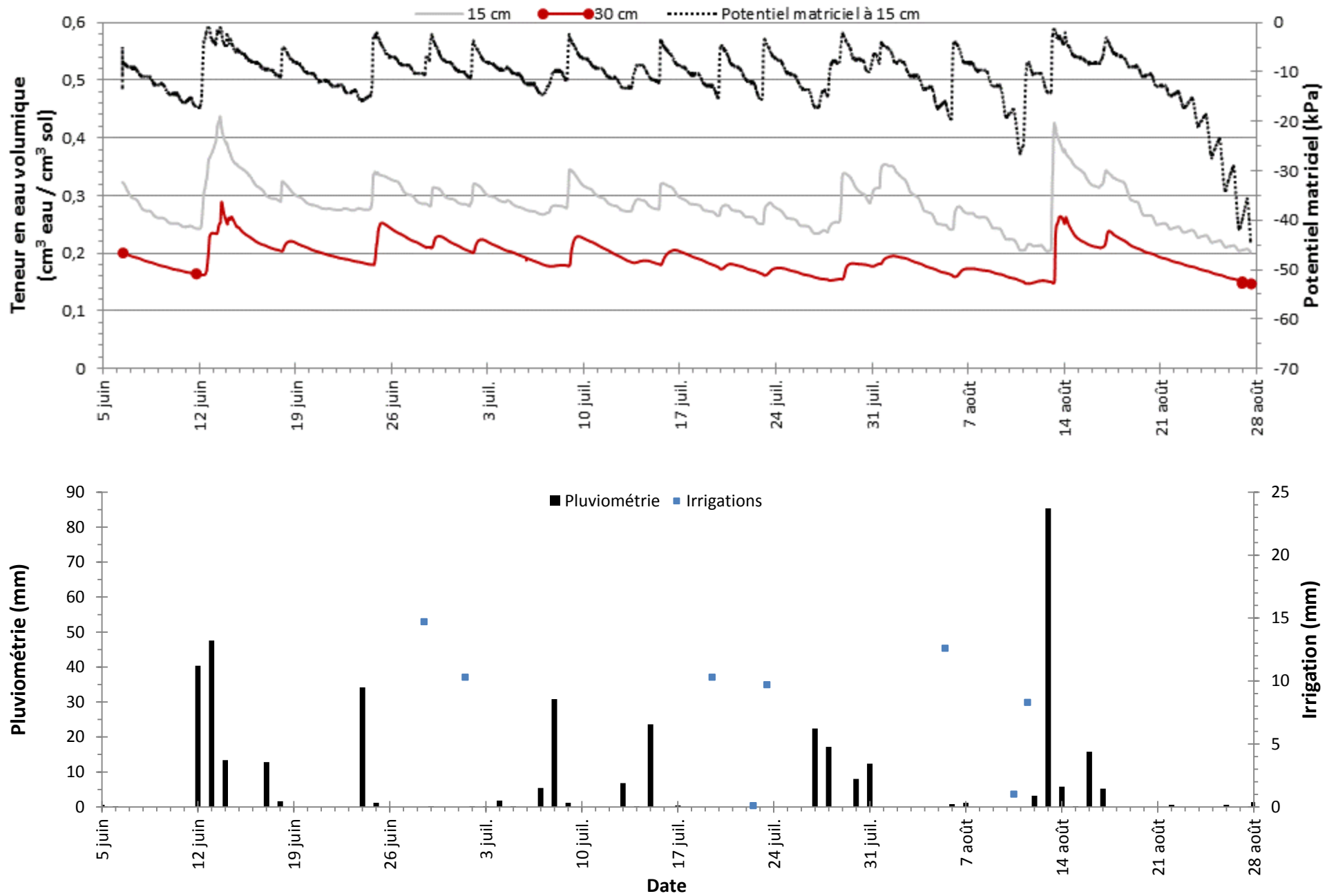


Figure 77. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 24, saison 2014.

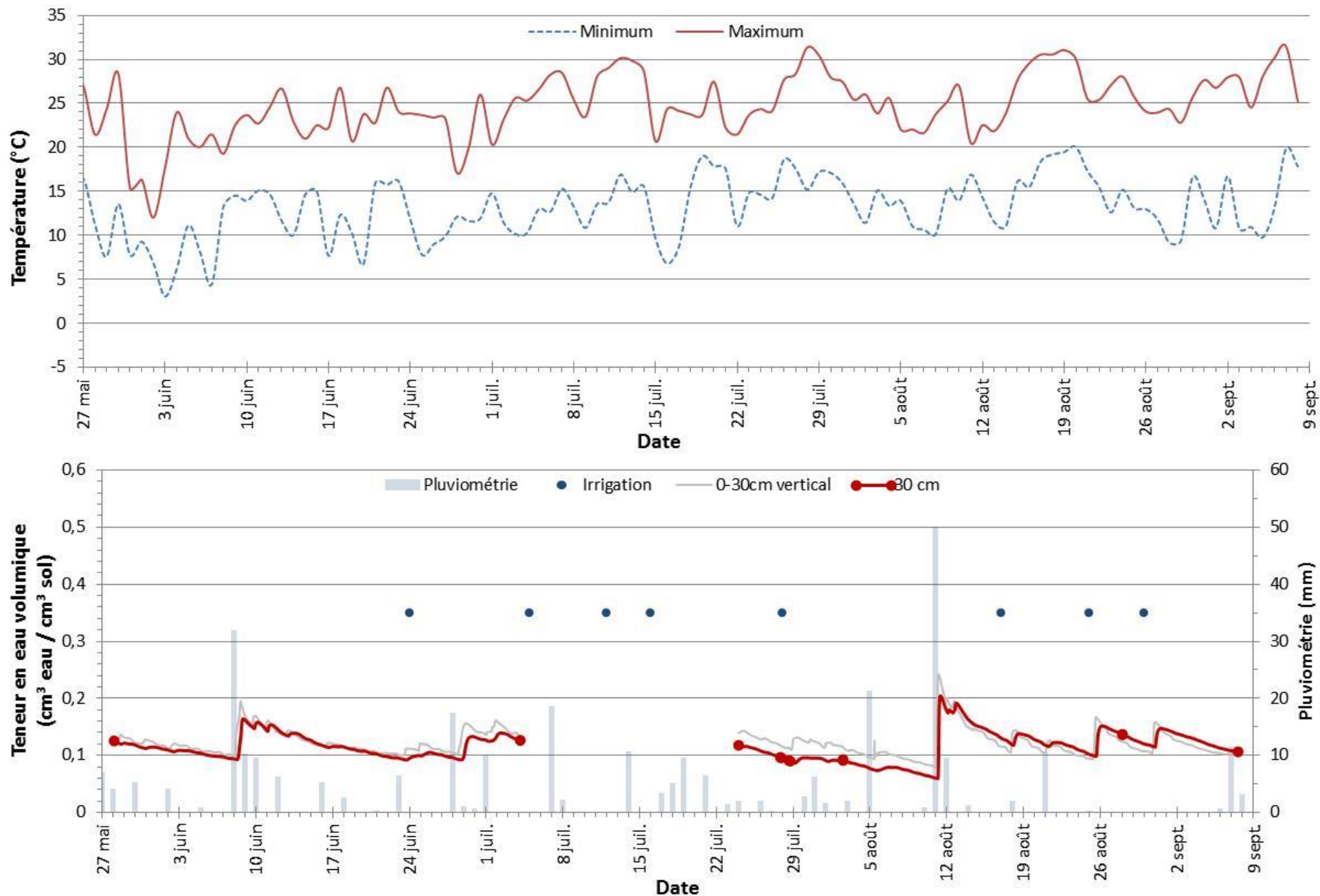


Figure 78. Teneur en eau volumique, précipitations, irrigations et température de l'air, site 24, saison 2015.

25 Site 25

Généralité du site	2013	2014	2015
Région	Lanaudière		
Culture	Poivron		Cantaloup
Rotation	Brocoli, poivron, maïs, cantaloup, brocoli, maïs		
Type de sol	Minéral		
Type de système d'irrigation	Micro-irrigation		

Culture

Date approximative plantation/semis	nd	Fin mai	26 mai
Date ou fin approximative récolte	1 ^{er} octobre		7 septembre
Durée croissance (nb jours)	nd	122	104
TDR fonctionnel (nb jours)	65	117/122	87

Type de sol

Texture	Sable loameux	Sable loameux	Sable loameux
Série de sol	Lanoraie	Chaloupe	Lanoraie
Densité apparente (0-15 cm) (g/cm ³)	1,08	1,1	1,08
Densité apparente (15-30 cm) (g/cm ³)	1,31	1,42	1,31
Matière organique (%)	3,95	2,55	3,95
Détritus > 2 mm (%) (0-30 cm)	1,65	0,41	1,65
Conductivité hydraulique saturée (cm/h)	16,8	6,8	16,8

Système d'irrigation

Source	Rivière		
Type	Gag		
Espacement entre les goutteurs (cm)	40		
Pression d'opération visée (psi)	10		
Débit tube théorique (lpm/100 m / gpm/100')	3,1 / 0,25 @ 10 psi		3,4 / 0,271 @ 10 psi
Débit goutteur théorique (lph/goutteur / gph/goutteur)	0,91 / 0,2 @ 10 psi		0,91 / 0,24 @ 10 psi
Linéaire mesuré par le compteur d'eau (m)	8425	24478 (estimé)	6429
Superficie considérée (ha)	nd	4,5 (estimé)	1,2
Volume théorique du cône (cm ³)	11 112		
Volume cible (cm ³)	840	1200	840

Saison	Point de la courbe de désorption	Potentiel matriciel (kPa)	Teneur en eau volumique (cm ³ eau/cm ³ sol)	
			0-15 cm	15-30 cm
2013-2015	Saturation	0	0,579	0,499
	CC <i>in situ</i>	5-7,5*	0,230	0,290
	Plateau	20	0,163	0,233
	CC théorique	33	0,162	0,229
	Point de flétrissement permanent	1500	0,066	0,085
2014	Saturation	0	0,604	0,464
	CC <i>in situ</i>	5*	0,321	0,406
	Plateau	20	0,197	0,236
	CC théorique	33	0,185	0,222
	Point de flétrissement permanent	1500	nd	0,068

* Estimée à 15 cm de profondeur

Saison	Réserve en eau	Méthodes	Potentiel matriciel (kPa)	Équivalent hauteur d'eau (mm)		
				0-15 cm	15-30 cm	0-30 cm
2013-2015	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5-7,5, 1500]	22	31	53
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5-7,5, 1500]	11	15	27
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5-7,5, 20]	8	9	17
	Consigne	Plateau	20	-	-	-
2014	100 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	[5, 1500]	38	44	82
	50 % RU	CC _{<i>in situ</i>} -1500	50 % [5, 1500]	19	22	41
	RFU	CC _{<i>in situ</i>} -Plateau	[5, 20]	19	19	38
	Consigne	Plateau	20	-	-	-

Saison	Date	Avec/Sans instrument	Durée (minute s)	Débit (lph/goutteur)	Volume				
					(m ³)	(cm ³ /goutteur)	Volume cible (% vol. cible)	Volume cible (% vol. cible)*	
2013	13 juillet	Avec	182	0,97	61,3	2 954,7	352	274	
	16 juillet	Avec	181	0,78	48,7	2 349,0	280	273	
	26 juillet	Avec	339	0,55	64,8	3 125,8	372	511	
	31 juillet	Avec	408	0,66	92,6	4 468,5	532	615	
	5 août	Avec	217	0,77	57,6	2 776,2	330	327	
	7 août	Avec	265	0,78	71,7	3 456,3	411	400	
	10 août	Avec	239	0,74	61,4	2 961,6	353	360	
	12 août	Avec	263	0,73	66,8	3 221,2	383	397	
	18 août	Avec	192	0,71	47,2	2 278,4	271	290	
	1 ^{er} oct.	Avec	328	0,88	99,8	4 812,1	573	495	
		Moyenne		261	0,76	62,2	3240,4	386	394
		Total		2 614	-	325	32 403,7	-	-
2014	2 juillet	Avec	440	0,47	381,8	3426,8	286	464	
	8 juillet	Avec	67	0,40	49,8	446,7	37	71	
	11 juillet	Avec	568	0,30	318,2	2855,6	238	600	
	14 juillet	Avec	250	0,42	195,6	1755,2	146	264	
	17 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-	
	19 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-	
	21 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-	
	23 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-	
	25 juillet	Sans	-	-	-	-	-	-	
	27 juillet	Avec	367	0,48	328,1	2944,9	245	387	
	30 juillet	Avec	194	0,42	151,8	1362,1	114	205	
	4 août	Avec	293	0,46	250,6	2249,3	187	309	
	7 août	Avec	38	0,33	23,0	206,4	17	40	
	9 août	Sans	-	-	-	-	-	-	
	10 août	Sans	-	-	-	-	-	-	
	11 août	Sans	-	-	-	-	-	-	
	12 août	Sans	-	-	-	-	-	-	
	21 août	Sans	-	-	-	-	-	-	
	23 août	Avec	77	0,41	59,3	531,8	44	81	
	24 août	Avec	264	0,41	199,7	1792,1	149	279	
25 août	Avec	261	0,43	209,8	1882,9	157	276		
26 août	Avec	225	0,40	168,6	1513,3	126	238		
27 août	Avec	242	0,43	192,1	1724,3	144	255		
28 août	Avec	251	0,41	190,6	1710,5	143	265		
30 août	Avec	200	0,44	163,5	1467,7	122	211		
5 sept.	Avec	212	0,38	148,0	1328,4	111	224		

	17 août	Sans	-	-	-	-	-	-
	27 sept.	Avec	359	0,37	244,7	2195,8	183	379
		Moyenne	253	0,41	192,7	1729,0	144	267
		Total	4308	-	3275,3	29 393,8	-	-
2015	4 juillet	Avec	379	1,18	118,2	7474,6	890	683
	5 juillet	Avec	202	1,18	62,8	3968,9	472	364
	6 juillet	Avec	343	0,69	62,1	3923,9	467	618
	8 juillet	Avec	494	0,59	76,8	4855,5	578	890
	10 juillet	Avec	247	1,02	66,5	4203,7	500	445
	12 juillet	Avec	242	0,90	57,7	3646,6	434	436
	14 juillet	Avec	198	0,91	47,3	2987,4	356	357
	16 juillet	Avec	235	0,88	54,6	3453,4	411	424
	18 juillet	Avec	192	0,89	44,9	2840,2	338	346
	27 juillet	Avec	305	0,80	64,5	4075,1	485	550
	29 juillet	Avec	193	0,88	44,8	2833,6	337	348
	31 juillet	Avec	270	0,90	63,9	4040,4	481	487
	2 août	Avec	169	0,85	37,7	2384,4	284	305
	4 août	Avec	201	0,86	45,4	2869,9	342	362
	9 août	Avec	227	0,75	44,7	2824,3	336	409
	18 août	Avec	217	0,92	52,5	3317,0	395	391
	20 août	Avec	174	0,91	41,9	2649,5	315	314
	22 août	Avec	149	0,92	36,1	2281,2	272	269
	24 août	Avec	203	0,89	47,4	2998,8	357	366
	26 août	Avec	176	0,90	41,9	2649,4	315	317
30 août	Avec	192	0,93	46,9	2964,8	353	346	
		Moyenne	238	0,89	55,2	3487,7	415	430
		Total	5008	-	1158,7	73 242,5	-	-

*Selon le débit théorique du fabricant

Volume d'eau	2013	2014	2015
Pluie mesurée (mm)	413	462,8	371
Jours mesurés / jours durée de croissance	(14 mai au 1 ^{er} octobre)	122/122	19 mai au 7 septembre
Irrigué (mm)	nd	nd	nd
Jours mesurés / jours durée de croissance	nd	117/122	87/104
Total (mm)	nd	nd	nd

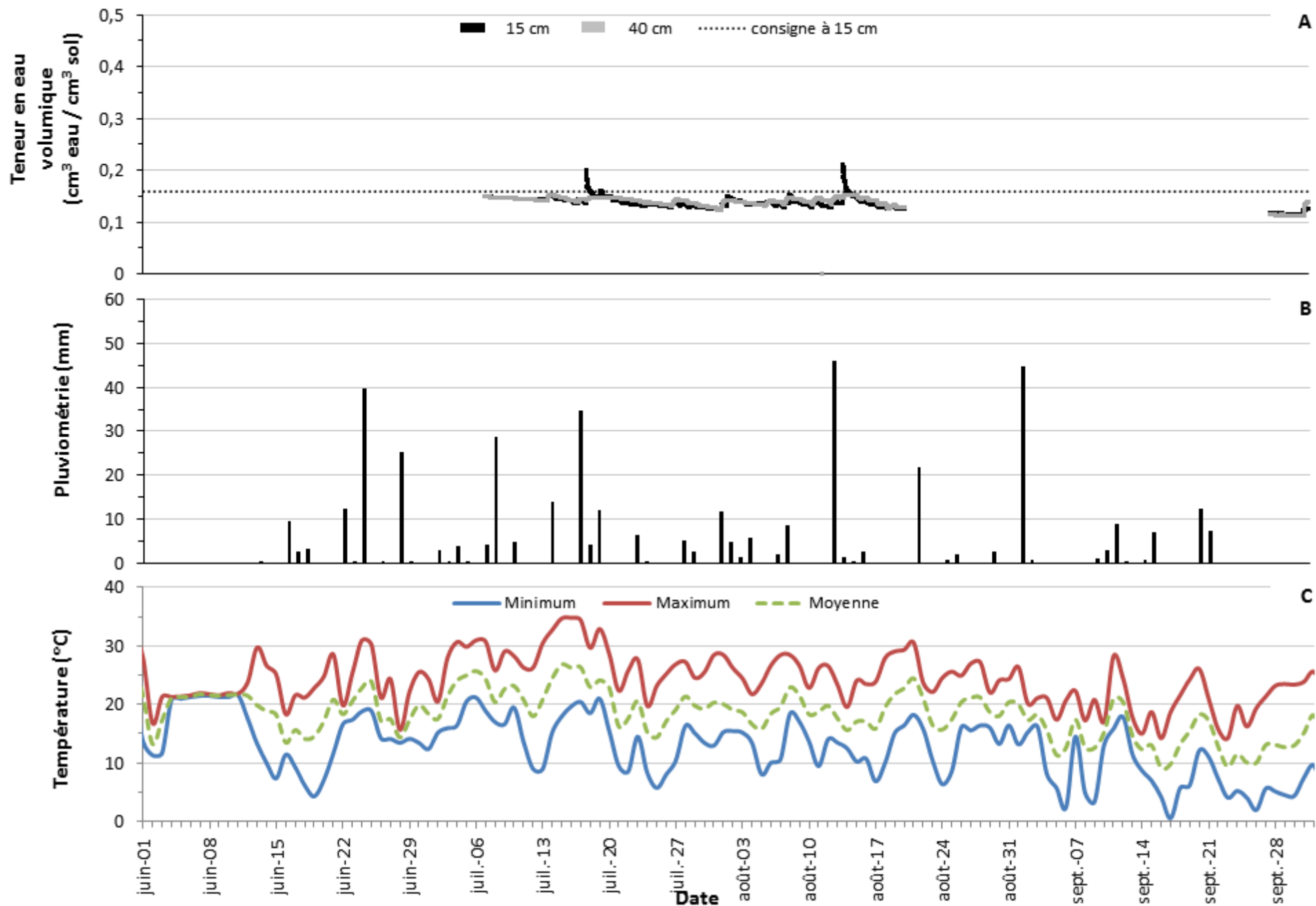


Figure 79. Teneur en eau volumique (A), précipitations (B) et température de l'air (C), site 25, saison 2013.

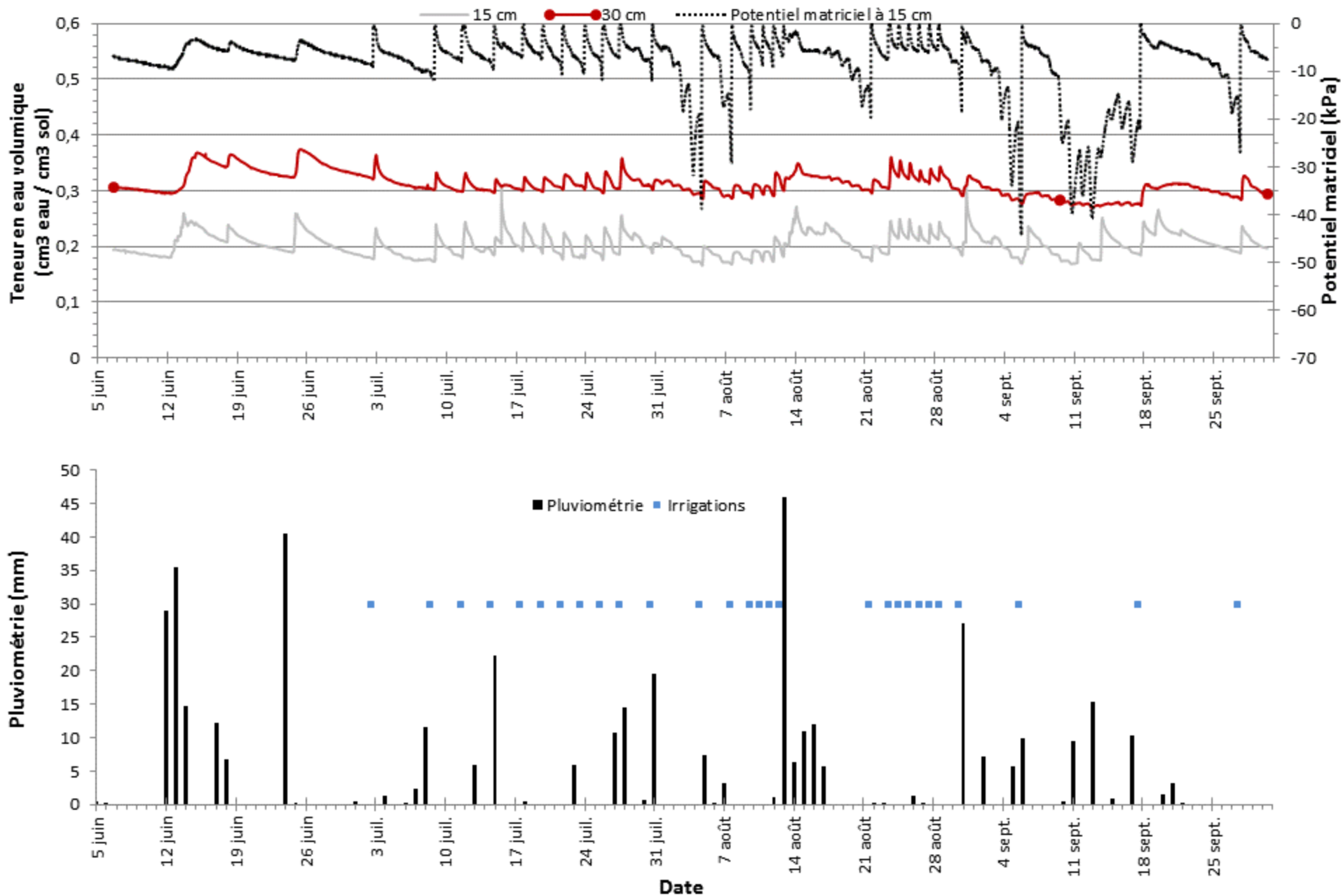


Figure 80. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations et irrigations, site 25, saison 2014.

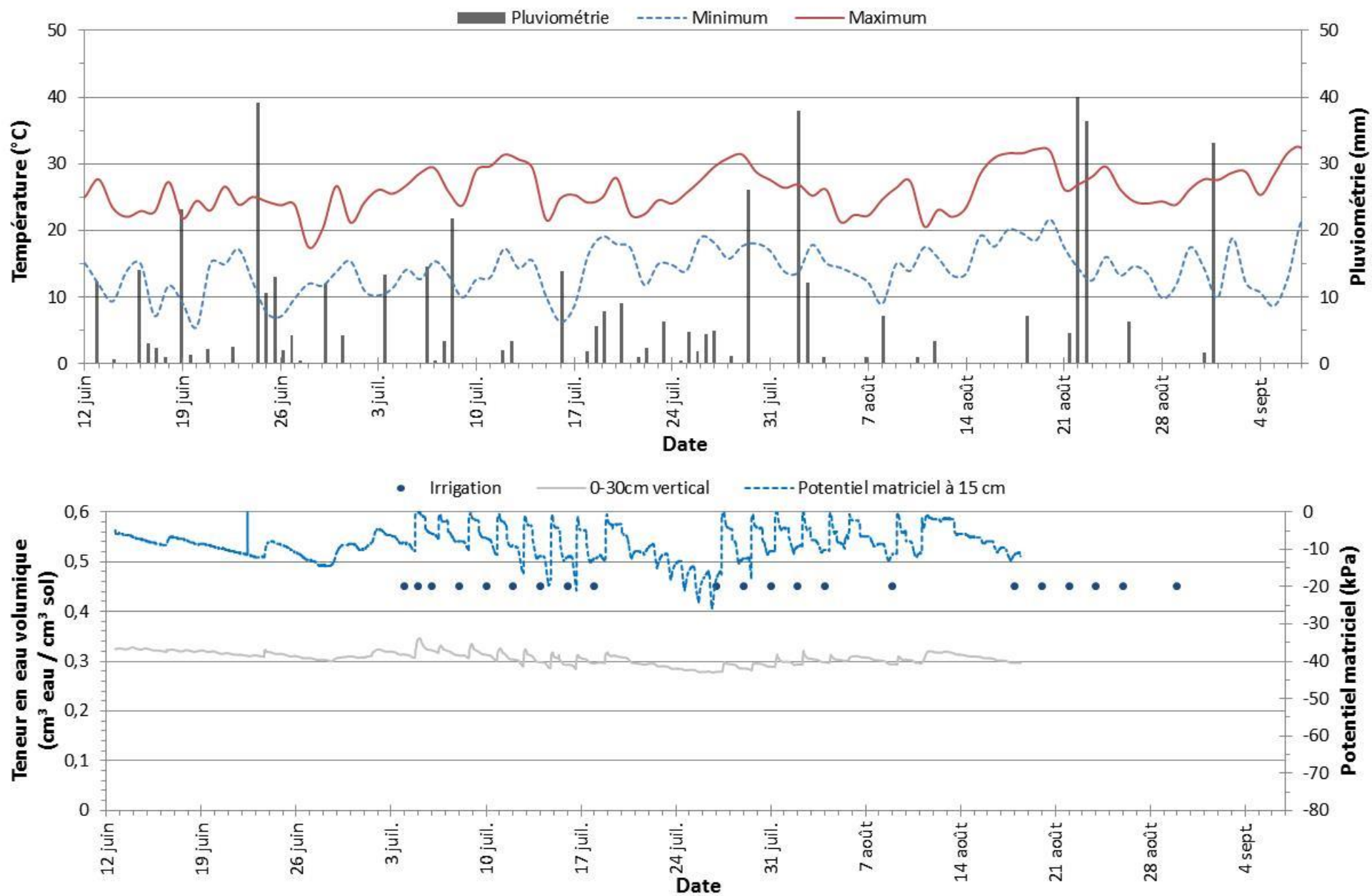


Figure 81. Teneur en eau volumique, potentiel matriciel, précipitations, irrigations et température de l'air, site 25, saison 2015.

Références

- AGECO, 2007. *Portrait et priorités du secteur maraîcher québécois*. Rapport final. 45 p.
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). 2002. *Le système canadien de classification des sols*, 3^e édition, Presses scientifiques du CNRC, Ottawa, Canada, 196 p.
- Banton, O., D. Côté et M. Trudelle. 1991. *Détermination au champ de la conductivité hydraulique saturée à l'aide de l'infiltromètre à charge constante de Côté : théorie et approximations mathématiques*, Canadian Journal of Soil Science, vol., 71, p. 119-126.
- Bergeron, D. 2008. *Essai d'une rampe mobile à basse pression pour l'irrigation de la pomme de terre à l'île d'Orléans*. Rapport final projet PAECQ 5199 déposé au CDAQ. MAPAQ. 25 p.
- Bergeron, D. 2010. *Régie de l'irrigation goutte à goutte dans la production de fraises à jours neutres au Québec*. Mémoire de maîtrise. Université Laval. 58 p.
- Boivin, C. 2008. *Gestion de l'irrigation par tensiométrie dans la culture du bleuet en corymbe*. Rapport final projet PAECQ 5071 déposé au CDAQ. IRDA. 44 p.
- Boivin, C. et C. Landry. 2008. *Cibler le stade phénologique optimal pour amorcer l'irrigation en lien avec le gain en pommes de terre et la perte des nitrates*. Rapport final déposé au CDAQ. IRDA. 51 p.
- Boivin, C. et P. Deschênes. 2011. *Stratégies d'irrigation dans la fraise à jours neutres*. Rapport final projet DS6348 déposé au CDAQ. IRDA. 98 p.
- BPR. 2008. *Potentiel d'utilisation des eaux de surface pour l'irrigation des productions horticoles dans les MRC de Montcalm et Les Moulins (région de Lanaudière)* PAECQ 5095.
- Centre de Recherche Agroalimentaire de Mirabel (CRAM). 2007. *Évaluation de l'efficacité d'un outil de gestion de l'irrigation à augmenter le rendement et la qualité des cultures maraîchères*. PAECQ 5069.
- Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2010. *Guide de référence en fertilisation du Québec*. 2^e Édition. CRAAQ, Québec. 473 p.
- Gee, G.W. et J.W. Bauder. 1986. *Particle-size analysis*, A. Klute (ed) Methods of soil analysis, Part 1. ASA. Monograph No 9, 2nd edition, Madison, WI., p. 383-411.
- Institut de la statistique du Québec (ISQ) et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). 2014. *Profil sectoriel de l'industrie horticole au Québec*, Édition 2014, Gouvernement du Québec, 112 p. [En ligne], <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/agriculture/profil-industrie-horticole.html>, page consultée le 24 mars 2016.

Irrigation Association, 2011. *Irrigation*, Sixth Edition, Irrigation Association, Falls Church, Virginie, États-Unis d'Amérique, 1089 p.

Landry, C. et C. Boivin. 2014. *Développement de nouvelles stratégies de fertilisation de la fraise à jours neutres*. Rapport final déposé au CDAQ. IRDA, 47 p.

Nadon, S., D. Bergeron, C. Boivin et J. Vallée. 2016. Création et validation d'un feuillet technique sur la performance de systèmes d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte en champ. Rapport final déposé au RLIO. IRDA. 61 p.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2016. AQUASTAT, Données statistiques Canada, [en ligne], <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/CAN/index.stm>

Ouranos. 2010. *Savoir s'adapter aux changements climatiques*, Montréal, 2010, 128 p., [En ligne], consulté le 3 mars 2014], http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_sscd_21_06_lr.pdf

Rancourt, G.T. 2008. *Optimisation de l'irrigation des cultures en sols organiques*. Multi-Veg Coop. PAECQ 5102.

Rekika, D., A. Gosselin, S. Jenni et D. Van Winden. 2009. *Optimisation de l'irrigation de la culture d'oignons en sols organiques*. PAECQ5437. 62 p., [En ligne, consulté le 3 mars 2014] http://www.cdaq.qc.ca/content/Documents/5437%20PAECQ_Optimisation%20de%20l'irrigation%20de%20la%20culture%20d'oignons%20en%20sols%20organiques.pdf

Statistique Canada. 2008. Recensement de l'agriculture en 2006, Utilisation et mode d'occupation des terres et pratiques de gestion, Table 4.12-1, Toute utilisation d'irrigation, 2005 et 2000, [en ligne] <http://www.statcan.gc.ca/pub/95-629-x/4/4182483-fra.htm>

Statistiques Canada. 2013. *Agricultural Water Use in Canada*, Ministère de l'industrie, 37 p., [En ligne, consulté le 3 mars 2014], <http://www.statcan.gc.ca/pub/16-402-x/16-402-x2013001-eng.pdf>

Technorem. 2008a. *Étude hydrogéologique régionale dans la zone de production maraîchère des bassins versants des rivières Norton, Esturgeon, Saint-Pierre et de la Tortue – Montérégie*. PAECQ 5074. 1006 p.

Technorem. 2008b. *Cartographie hydrogéologique régionale dans la zone de production horticole et fruitière de la MRC de Deux-Montagnes* PAECQ 5201.

Technorem. 2009. *Étude hydrogéologique régionale dans la zone de production maraîchère des MRC les Maskoutains, Rouville et Brome-Missisquoi – Montérégie Est Phase 2*, PAECQ 5442.

Topp, G.C., Y.T. Galganov, B.C. Ball et M.R. Carter. 1993. *Soil water desorption curves*, M.R. Carter (ed.) Soil Sampling and Methods of Analysis, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, p. 569-580.

Annexe 1 Calibration des compteurs d'eau, Deschambault 2013

Résultats

Des tests ont été effectués à la station expérimentale à Deschambault pour comparer les différents compteurs d'eau et certaines méthodes disponibles pour mesurer le débit des tubes de goutte à goutte. Le Tableau 8 présente les résultats obtenus lors de ces essais. Les débits mesurés des tubes ont varié respectivement entre 34,2 et 49,7 lpm pour le compteur d'eau *Seametrics* 7,6 cm et les valeurs fournies par le fabricant. La valeur de débit minimale mesurée par le compteur *Seametrics* 7,6 cm pourrait s'expliquer par le fait que le débit obtenu par ce test était trop près du débit minimal mesurable par l'appareil (débit minimal de lecture entre 17 et 43 lpm). Le pluviomètre *Onset* s'est également bien démarqué en fournissant une valeur très proche de la valeur moyenne des trois compteurs d'eau. La technique du pluviomètre et du tuyau en plastique possèdent de nombreux avantages pour mesurer le débit des tubes de goutte à goutte. En effet, ce montage peut être réalisé facilement au champ et le pluviomètre enregistre en continu le débit. Contrairement, aux chaudières qui ne mesurent qu'un goutteur à la fois, le pluviomètre mesure le débit d'une série de goutteurs (environ 10). D'autres tests ont aussi eu lieu entre les trois compteurs d'eau avec des débits plus importants (Tableau 9). Les débits ainsi mesurés par le compteur d'eau *Seametrics* 7,6 cm ont été très similaires aux débits mesurés par le compteur d'eau *Lecompte* 3,8 cm ce qui renforce l'hypothèse que le compteur d'eau 7,6 cm n'est pas précis à des débits proches de la valeur minimale fournie par le manufacturier.

Tableau 8. Débits mesurés lors des tests de calibration.

Appareil de mesure	Débit mesuré (lpm)	Précision (%)
<i>Seametrics</i> 5 cm	41,7	± 2,5
<i>Seametrics</i> 7,6 cm	34,2	± 2,5
<i>Lecompte</i> 3,8 cm	37,3	± 2
Chaudière	44,8	-
Pluviomètre <i>Onset</i>	39,0	-
Débit du fabricant du tube	49,7	-

Tableau 9. Débits mesurés lors de la 2^e série de test de calibration.

Essai	Débit mesuré (lpm)		
	<i>Seametrics</i> 5 cm	<i>Seametrics</i> 7,6 cm	<i>Lecompte</i> 3,8 cm
1	74,99	67,58	68,96
2	138,4	131,95	127,7
3	177,2	170	167
4	245	238,24	240

Annexe 2 Essais d'uniformité du système d'irrigation

Matériel et méthode

Des essais pour mesurer l'uniformité de l'irrigation d'un système à aspersion ont été réalisés au mois d'août 2014 au site 24. Pour ce faire, deux dispositifs ont été mis en place pour mesurer l'uniformité du système près de l'alimentation en eau (haut de champ) et à l'extrémité de la ligne d'irrigation (bas de champ) (Figure 82, Figure 83). Des pluviomètres « maison » ont été installés entre les deux lignes d'irrigation et entre deux gicleurs installés sur une même ligne. L'espacement entre les pluviomètres est constant et représente 6,4 m perpendiculairement aux lignes d'irrigation pour les deux dispositifs. Par contre, la distance entre les pluviomètres disposés de manière parallèle à la ligne diffère entre les dispositifs et représente 5,5 m pour le haut du champ et 6,6 m pour le bas du champ. Les patrons obtenus contiennent donc 30 et 25 pluviomètres respectivement pour le haut du champ et le bas du champ. Ainsi, les superficies mesurées s'apparentent l'une à l'autre et s'élèvent à 704 m² pour le haut et 676 m² pour le bas. Le volume d'eau recueilli par les pluviomètres a été mesuré avec un cylindre gradué et l'uniformité d'application a été mesurée pour chacun des dispositifs. Pour apprécier l'uniformité d'application du système, l'uniformité de distribution (DU) ainsi que le coefficient d'uniformité de Christiansen (C_u) ont été calculés comme suit:

(1)

$$\bar{v}_{HAUT} = \frac{\sum_{i=1}^{30} v_i}{30} \quad \bar{v}_{BAS} = \frac{\sum_{i=1}^{25} v_i}{25}$$

où v_i est le volume recueilli en ml

(2)

$$\bar{v}_{25 HAUT} = \frac{\sum_{i=1}^8 v_{faibles}}{8} \quad \bar{v}_{25 BAS} = \frac{\sum_{i=1}^7 v_{faibles}}{7}$$

(3)

$$Du_{25 HAUT}(\%) = 100 \times \frac{\bar{v}_{25 HAUT}}{\bar{v}_{HAUT}} \quad Du_{25 BAS}(\%) = 100 \times \frac{\bar{v}_{25 BAS}}{\bar{v}_{HAUT}}$$

(4)

$$C_{uHAUT} = 100 * \left(1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^{30} (v_i - \bar{v})}{30 * \bar{v}}\right)\right) \quad C_{uBAS} = 100 * \left(1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^{25} (v_i - \bar{v})}{25 * \bar{v}}\right)\right)$$

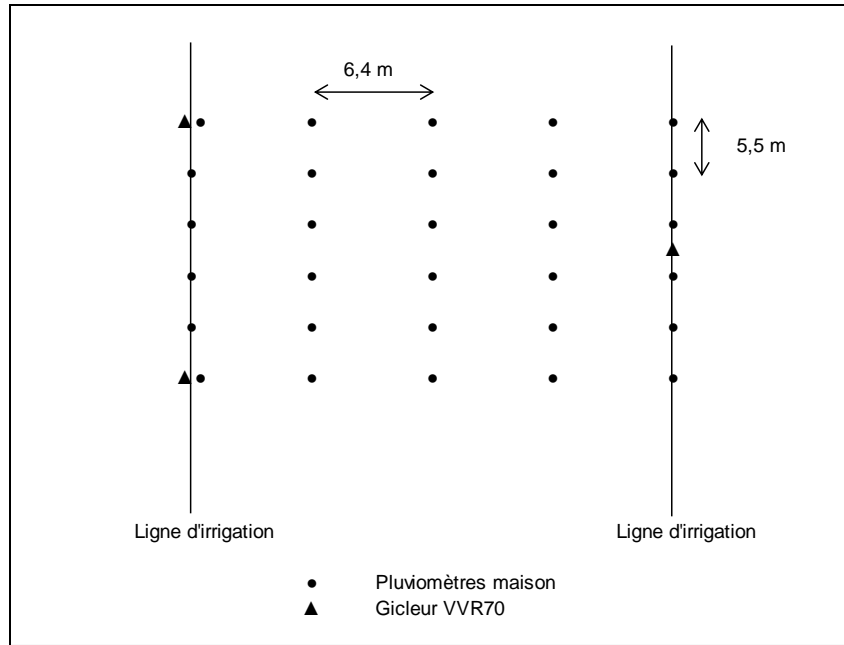


Figure 82. Dispositif pour mesurer l'uniformité du système d'irrigation (haut du champ).

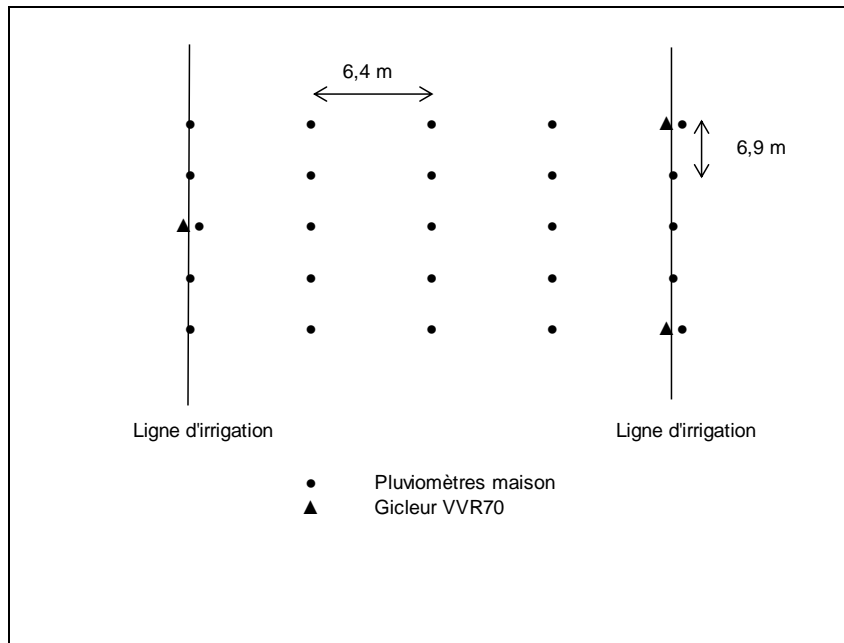


Figure 83. Dispositif pour mesurer l'uniformité du système d'irrigation (bas du champ).

Résultats

Les volumes recueillis ainsi que les hauteurs d'eau respectives sont présentés au Tableau 10 ainsi qu'aux

Figure 84 et Figure 85 .

Tableau 10. Volume et hauteur d'eau recueillis lors d'une irrigation.

Site Pluviomètre	Haut du champ		Bas du champ	
	Volume recueilli (ml)	Hauteur d'eau (mm)	Volume recueilli (ml)	Hauteur d'eau (mm)
1	660	9,7	750	11,0
2	680	10,0	780	11,4
3	680	10,0	790	11,6
4	700	10,2	850	12,4
5	730	10,7	880	12,9
6	840	12,3	910	13,3
7	860	12,6	910	13,3
8	870	12,7	1020	14,9
9	880	12,9	1020	14,9
10	910	13,3	1040	15,2
11	910	13,3	1050	15,4
12	920	13,5	1060	15,5
13	940	13,8	1080	15,8
14	950	13,9	1130	16,5
15	960	14,1	1140	16,7
16	960	14,1	1180	17,3
17	970	14,2	1200	17,6
18	980	14,3	1250	18,3
19	980	14,3	1250	18,3
20	1030	15,1	1330	19,5
21	1040	15,2	1420	20,8
22	1050	15,4	1470	21,5
23	1070	15,7	2170	31,8
24	1110	16,3	3920	57,4
25	1230	18,0	8950	131,0
26	1250	18,3		
27	1250	18,3		
28	1290	18,9		
29	1610	23,6		
30	1670	24,5		

Dans les meilleures conditions, un système d'irrigation avec gicleurs à impacts peut atteindre une distribution de l'uniformité entre 75 et 85 %. Autrement, une performance entre 65 et 75 % est acceptable. Un résultat sous la barre de 55 % devra faire l'objet d'une étude plus poussée afin d'apporter les correctifs nécessaires. Pour ce qui est du coefficient de Christiansen, le résultat acceptable se situe au-delà de la barre du 80 % (Irrigation Association, 2011). L'uniformité de distribution calculée est de 75 et 54 % tandis que le coefficient de Christiansen s'élève à 83 % et 74 % respectivement pour le champ du haut et du bas. Les résultats démontrent donc une bonne uniformité d'application près de l'entrée d'eau. Toutefois, l'uniformité d'application en bas du champ ne se situe pas dans l'intervalle désirée tant pour l'uniformité de distribution que pour le coefficient de Christiansen. En analysant les volumes mesurés, deux valeurs anormalement hautes se détachent des autres valeurs. Ces valeurs proviennent de deux pluviomètres situés tout juste à côté d'un gicleur. La ligne d'irrigation qui se vide par le gicleur en bas de pente lorsque le système s'arrête, le manque d'étanchéité entre le gicleur et la ligne ou un bris technique sont quelques-unes des hypothèses qui pourraient expliquer ces valeurs anormalement élevées.

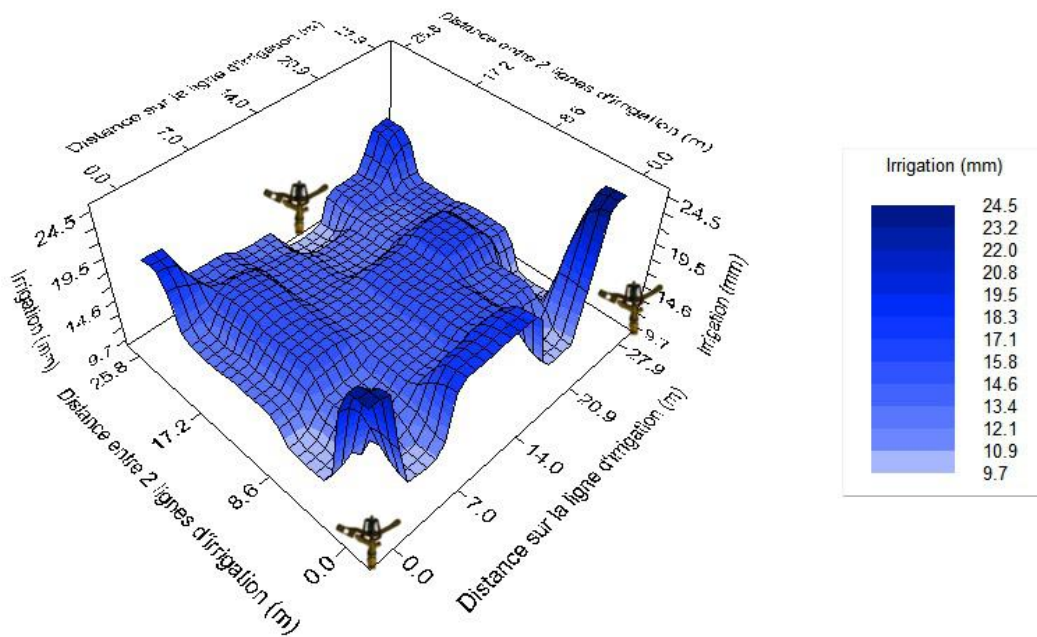


Figure 84. Visualisation 3D des hauteurs d'eau mesurées, haut du champ.

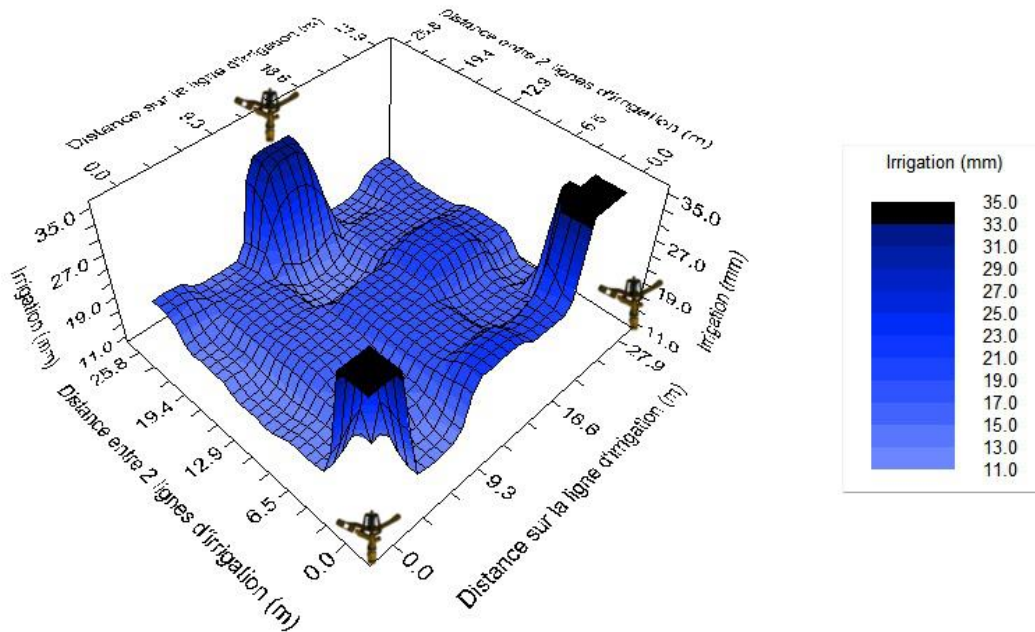


Figure 85. Visualisation 3D des hauteurs d'eau mesurées, bas du champ.

Profil transversal

Des pluviomètres ont également été installés entre deux gicleurs pour évaluer le profil transversal d'application en eau. La position et le nombre de pluviodièdre utilisé est représenté à la

Figure 86. De cette manière, la portée des gicleurs, le recouvrement des patrons de couverture ainsi que le débit d'application ont ainsi été évalués. Tel qu'attendu le débit maximal mesuré se situe au chevauchement des rayon d'action des gicleurs. Un débit maximal entre 5 et 6 mm/h a été observé, à mi-chemin entre les deux gicleurs, et ce, sur un peu plus de 10 m. Un débit minimal sous les 4 mm/h a été enregistré entre 3 et 8 m de distance des gicleurs. Le débit s'accroît ensuite plus près des gicleurs à 1,5 m de distance, ce qui suggère un débit d'application aussi élevé que dans la zone de chevauchement entre les gicleurs.

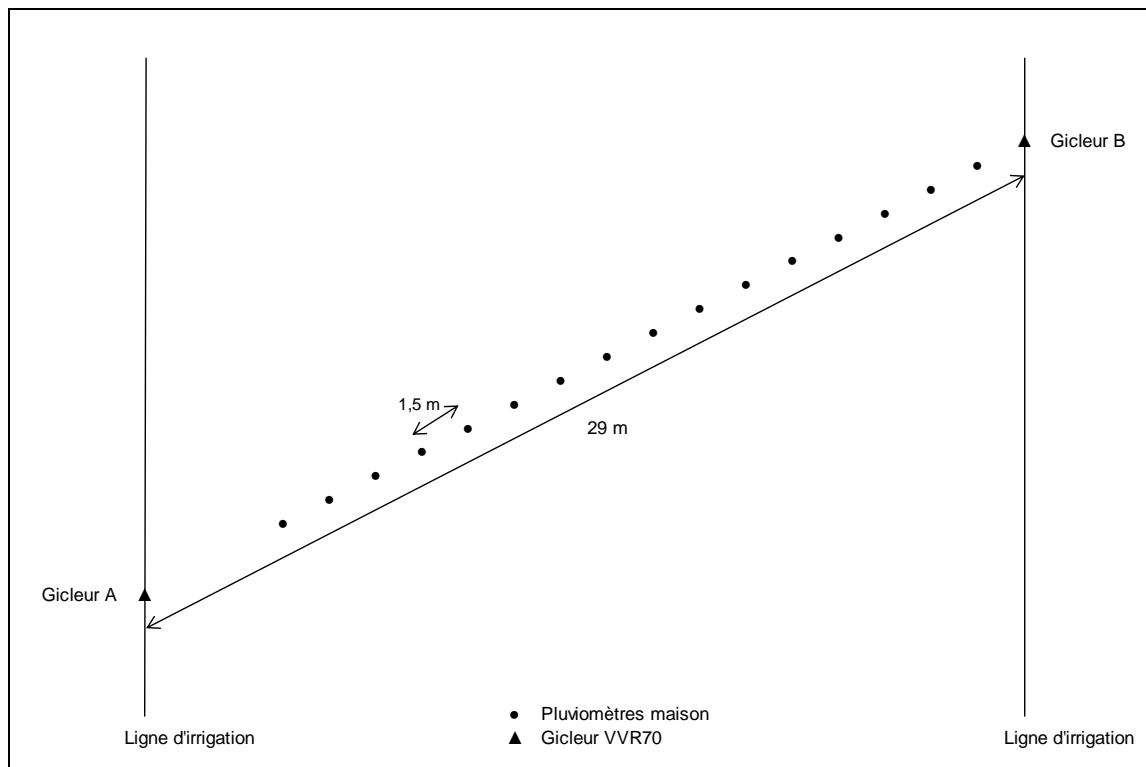


Figure 86. Schéma d'installation pour évaluer le profil transversal du système (haut et bas).

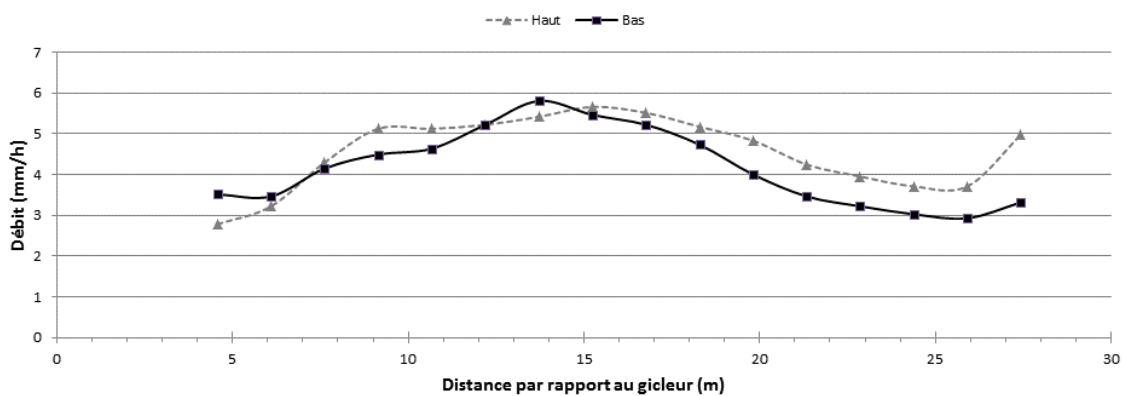


Figure 87. Profil transversal du système.

Annexe 3 Mesure du volume d'application d'un canon enrouleur à l'aide de pluviomètres

Matériel et méthode

L'objectif premier de cet essai était de mettre en place un dispositif expérimental visant à substituer l'utilisation d'un compteur d'eau traditionnel pour effectuer les mesures de volume d'eau appliqué par des systèmes d'irrigation à aspersion. Des essais ont ainsi été menés au cours de l'été 2014 pour atteindre cet objectif. Pour ce faire, un dispositif expérimental a été déployé sur une ferme (site 2) utilisant un système par aspersion de type canon enrouleur. Le système d'alimentation du canon enrouleur est configuré avec des conduites de 127 mm, ce qui rendait impossible l'utilisation de compteur d'eau *Seametrics* (compteur d'eau utilisé dans le cadre de ce projet). La Figure 88 représente bien la disposition des pluviomètres pour garantir une couverture efficace du passage du canon enrouleur. Au total, 25 pluviomètres de type « pluviodièdre » (Photographie 10) ont été installés dans un champ de 3,4 hectares mesurant 70 m de large. La disposition latérale des pluviomètres a permis de couvrir entièrement la largeur du champ. Ainsi, un espacement de 3,7 m a été choisi pour couvrir la largeur avec 19 pluviomètres. De plus, cinq pluviomètres ont été disposés de manière longitudinale pour évaluer la variabilité de l'application d'eau selon l'avancement du canon enrouleur. L'espacement entre ces pluviomètres était le même soit 3,7 m. Finalement, un dernier pluviomètre a été installé en bordure du champ, hors de portée du système d'irrigation. Ce pluviomètre témoin a permis de mesurer le volume apporté par les précipitations seulement et permettait, par la même occasion, de retrancher le volume lié aux précipitations dans les pluviomètres installés dans la zone d'essai.

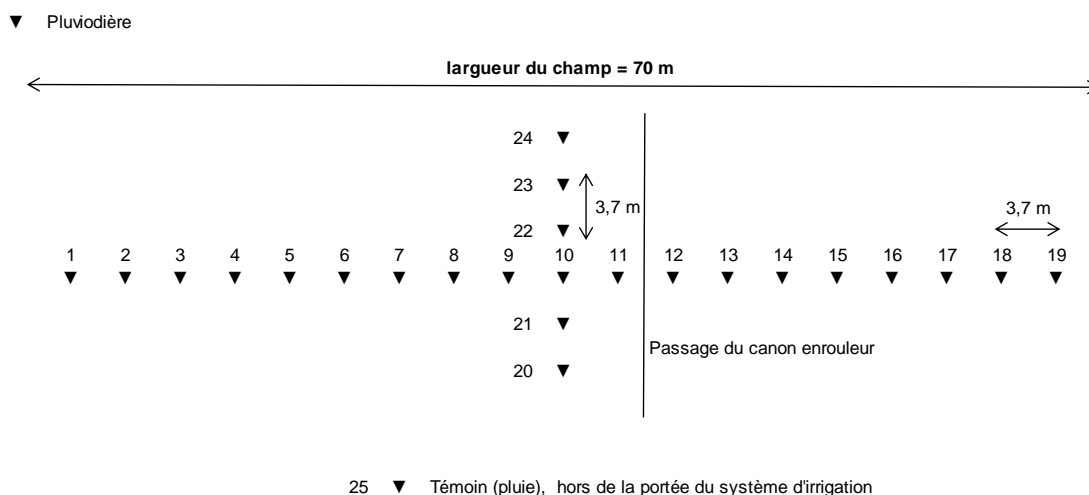


Figure 88. Dispositif pour mesurer la hauteur d'eau d'application.

Résultats

Les hauteurs d'eau recueillies par les pluviomètres sont présentées au Tableau 11. La hauteur d'eau brute représente la quantité d'eau obtenue par les précipitations et les irrigations tandis que

la hauteur d'eau nette équivaut au volume apporté par les irrigations seulement. Au cours de la période s'étalant du 7 juillet au 28 août 2014, deux irrigations ont eu lieu. Selon la charte du fabricant du canon enrouleur, chaque épisode d'irrigation équivalait à 15,2 mm soit 30,4 mm au total.

Tableau 11. Volume et hauteur d'eau recueillis entre le 7 juillet et le 28 août 2014.

Pluviomètre	Volume recueilli (ml)	Hauteur d'eau brute (mm)	Hauteur d'eau nette (mm)
1	10 610	155,3	10,0
2	11 760	172,2	26,8
3	11 690	171,2	25,8
4	12 360	181,0	35,6
5	12 910	189,0	43,6
6	12 390	181,4	36,0
7	12 690	185,8	40,4
8	12 780	187,1	41,7
9	14 060	205,9	60,5
10	13 140	192,4	47,0
11	12 880	188,6	43,2
12	13 030	190,8	45,4
13	12 770	187,0	41,6
14	13 130	192,2	46,9
15	12 350	180,8	35,4
16	12 240	179,2	33,8
17	11 940	174,8	29,4
18	11 790	172,6	27,2
19	11 620	170,1	24,7
20	12 860	188,3	42,9
21	13 350	195,5	50,1
22	5330*	-	-
23	6610*	-	-
24	5460*	-	-
moyenne	12 492,9	182,9	37,5
25 (témoin)	9930	145,4	0

*Pluviodières renversées par un tracteur lors d'une opération au champ (non considérées)

En moyenne, les pluviomètres ont reçu 37,5 mm uniquement grâce aux irrigations, ce qui représente 123 % du volume avancé par la charte théorique. Par contre, il y a une grande fluctuation des valeurs entre elles. La Figure 89 montre visuellement la problématique. De plus,

les conditions climatiques (température, vent et direction du vent) au moment des épisodes d'irrigation sont inconnues. Il est également difficile de statuer sur les valeurs fournies par la charte du fabricant puisque les données recueillies sont les données fournies par le producteur. D'autres essais seraient nécessaires pour valider notamment la pression d'opération du canon, la vitesse de l'enrouleur, la direction et la vitesse du vent.

Du côté de la pluviométrie, 145,4 mm ont été enregistrés grâce au pluviomètre témoin situé en bordure de champ. Toujours durant la même période, le pluviomètre à bascule Onset a enregistré 151,2 mm de pluie. Bien que la variabilité spatiale de la pluie soit grande, l'écart entre les deux valeurs pourrait s'expliquer par la simple évaporation d'une certaine partie du volume d'eau dans le pluviomètre « maison ». La conception du pluviomètre « maison » a été faite de sorte à minimiser l'évaporation, mais il demeure certain qu'elle ne l'empêche pas complètement.

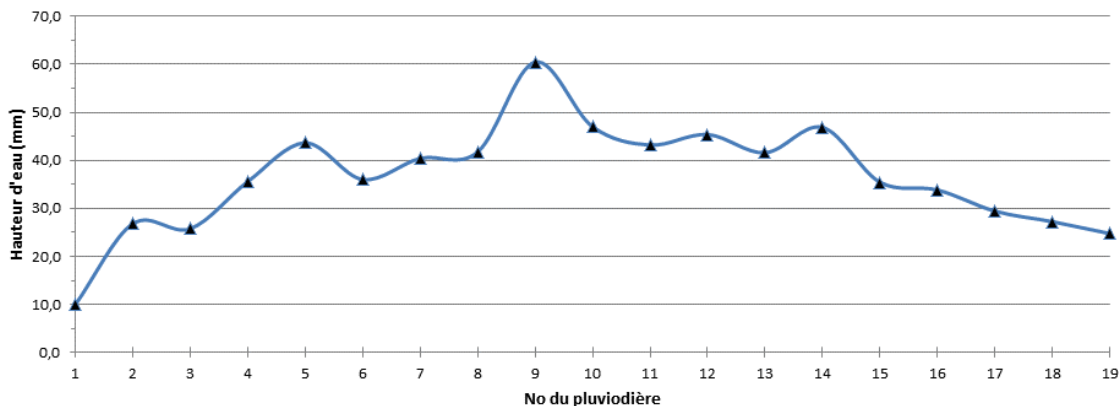


Figure 89. Profil transversal des hauteurs d'eau recueillies.

Estimation de l'évaporation des pluviomètres « maison »

Il existe deux manières de procéder aux lectures du volume d'eau recueilli par les pluviomètres. Idéalement, la lecture peut se faire immédiatement après une irrigation ou bien la lecture peut-être effectuée *a posteriori*. La lecture *a posteriori* engendre alors un biais causé par l'évaporation d'une partie du volume. À défaut d'être la plus précise, cette méthode est toutefois beaucoup plus pratique et permet d'économiser de nombreuses heures de mesures. Pour estimer l'erreur engendrée par l'évaporation, un dispositif a été réalisé en serre. Pour ce faire, deux pluviomètres « maison » ont été remplis avec un volume d'eau équivalent à 20 mm et placé à l'intérieur d'une serre. Un ventilateur a été installé près des pluviomètres afin de simuler une légère brise de vent. Un suivi de la température (*Onset, Hobo U23-001*) interne des pluviomètres et de la température de la serre a été réalisé en continu. L'expérimentation s'est déroulée sur 13 jours continus. Durant cette période la température de la serre a oscillé entre 16,8 et 32,8 °C pour une moyenne de 21,8 °C tandis que la température interne du pluviomètre a oscillé entre 16,8 et 34,2 °C. Après 13

jours, le volume recueilli dans les 2 pluviomètres a diminué de 5 ml ou 0,1 mm. Les observations ont démontré que le dispositif était assez hermétique puisque des traces de condensation sous l'entonnoir ont été notées. La seule différence entre les pluviomètres installés à l'intérieur de la serre et les pluviomètres installés au champ est le type de ruban adhésif qui a été utilisé pour fixer l'entonnoir sur la chaudière de plastique. Il est peu probable que cette différence engendre un écart important de l'évaporation de l'eau du pluviomètre.

D'après ces essais, il est peu probable que l'évaporation soit la source de l'écart entre la valeur mesurée par le pluviomètre témoin et le pluviomètre à bascule. L'écart pourrait s'expliquer par la variabilité spatiale de la pluie ainsi que de la spécificité du pluviomètre (diamètre du collecteur, système de mesure).

Photographies



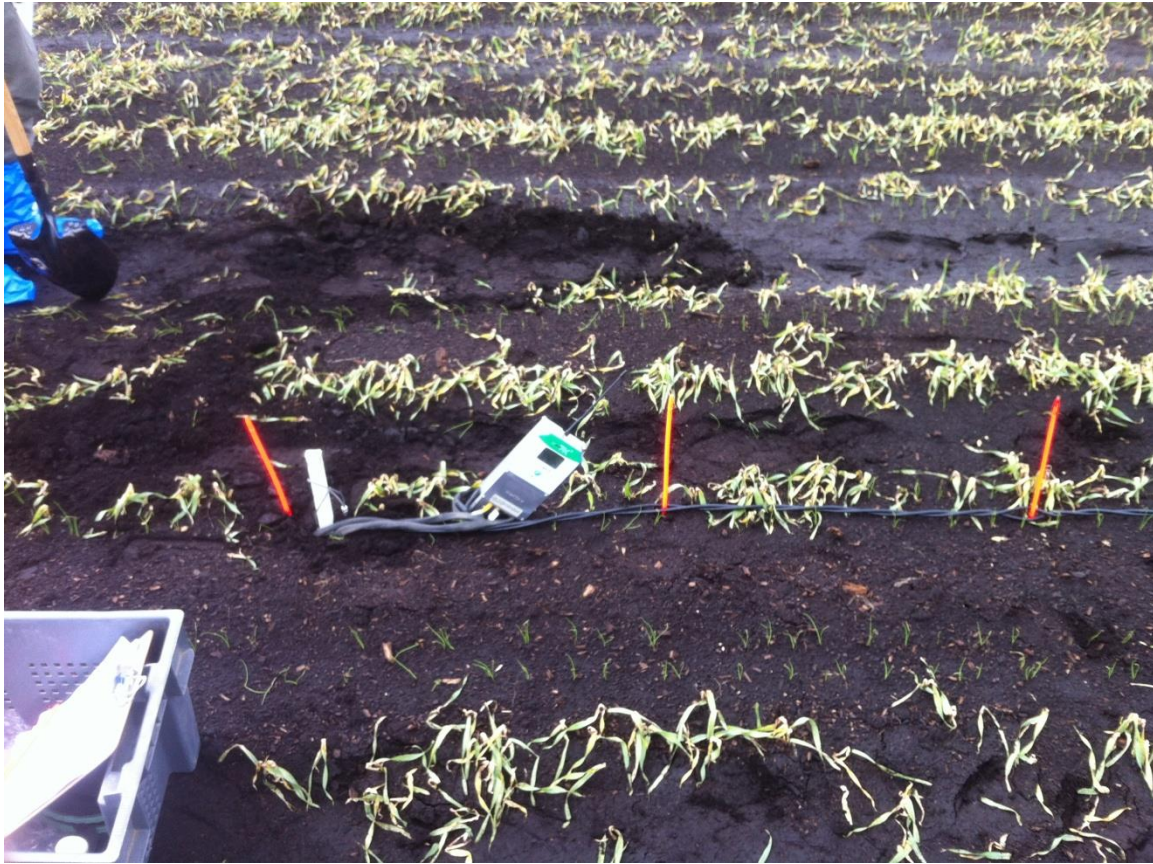
Photographie 1. Installation du pluviomètre et de l'écran de protection (radiation solaire).



Photographie 2. Infiltrmètre à charge constante de Côté.



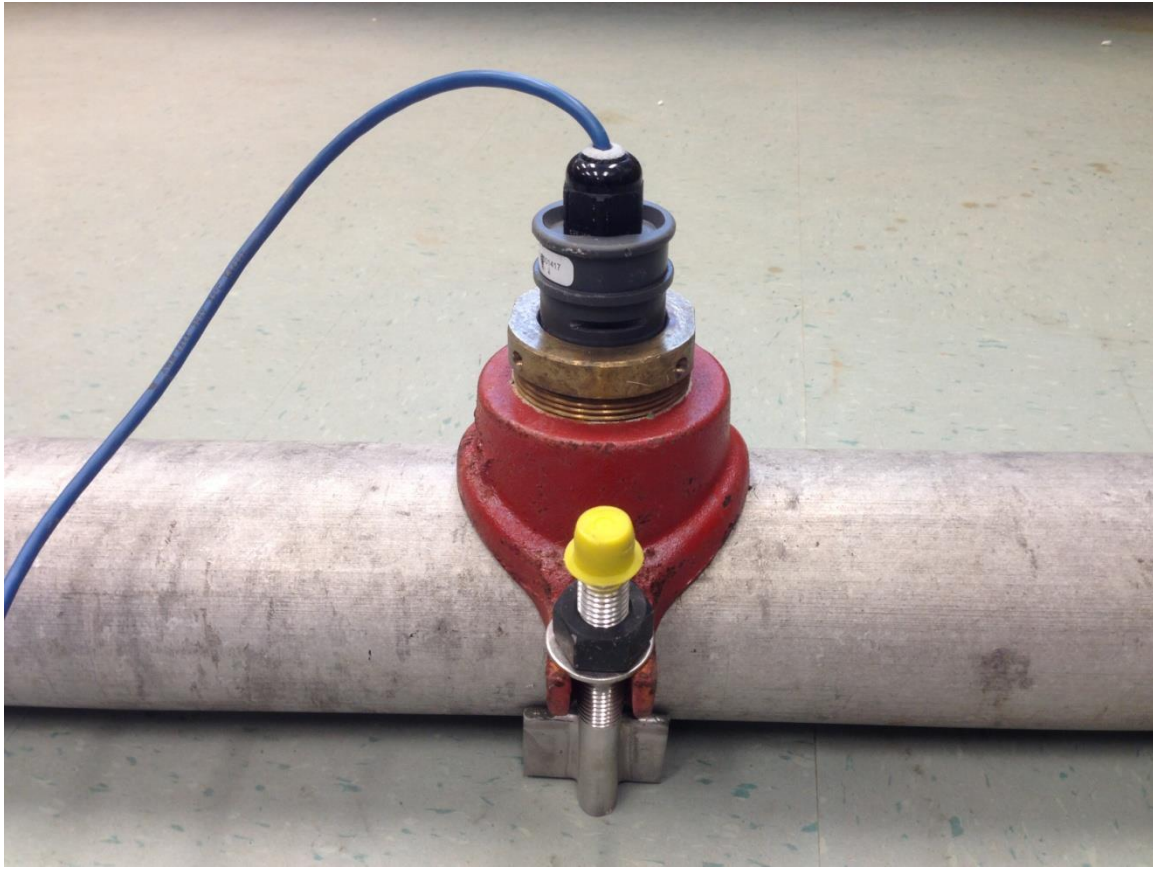
Photographie 3. Installation des sondes TDR à l'intérieur d'un sol butté recouvert de paillis de plastique noir.



Photographie 4. Tensiomètre installé sur un rang d'oignons en sol organique.



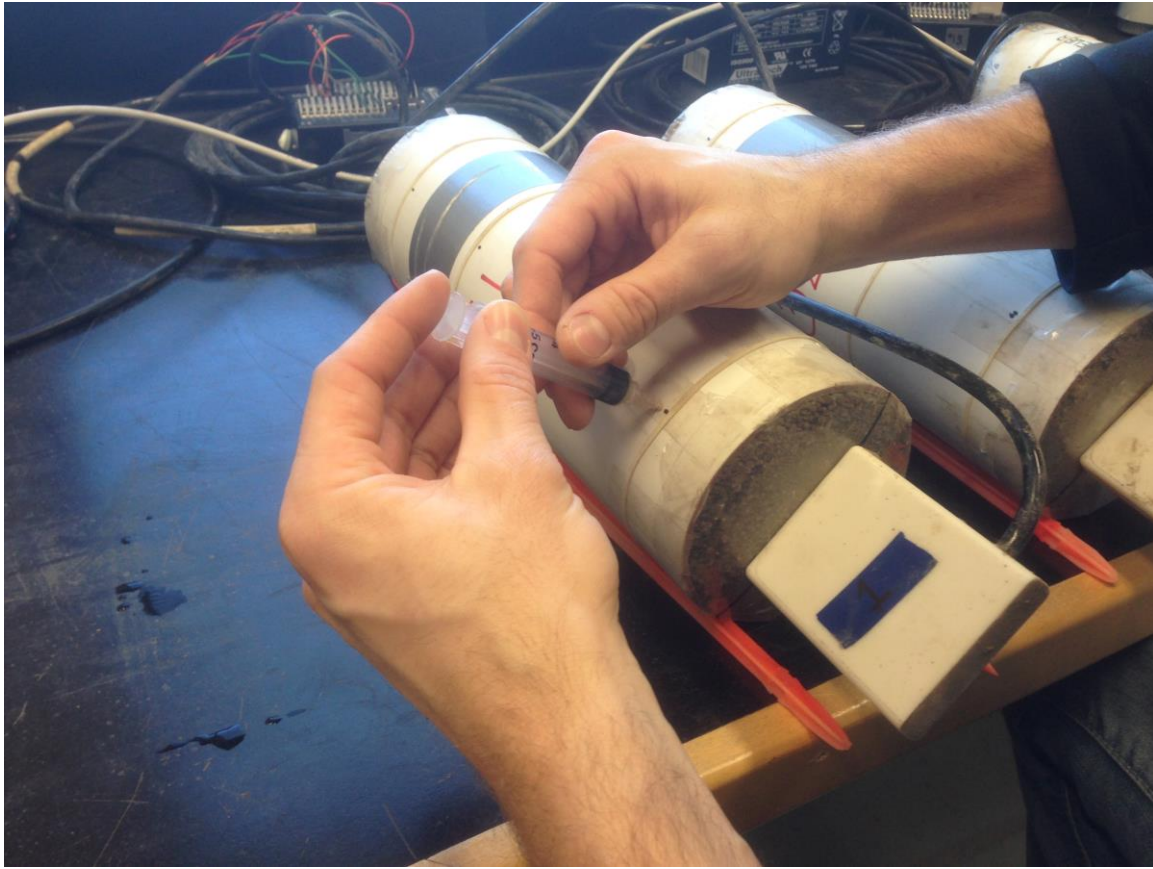
Photographie 5. Raccord en laiton en forme de T pour le compteur d'eau.



Photographie 6. Bague en acier pour accueillir le compteur eau.



Photographie 7. Récipient utilisé pour mesurer le débit pratique d'un tube de goutte à goutte.



Photographie 8. Calibration des sondes TDR par la méthode gravimétrique.



Photographie 9. Mesure du débit d'un tube de goutte à goutte à l'aide d'un pluviomètre.



Photographie 10. Pluviomètre maison « Pluviodièrè » utilisé dans le cadre des tests d'uniformité.