

UCLouvain
Faculté des bioingénieurs



Modélisation de la production primaire brute et de
l'évapotranspiration dans une forêt de hêtre et de douglas et
simulations selon différents scénarios climatiques

Annexes

Guillaume DE MEUE

Promoteurs : Mathieu JONARD
Caroline VINCKE

Année académique 2019-2020

Table des matières

A	Phénologie	1
B	Teneur en eau du sol et réserve en eau utile relative	3
C	Evapotranspiration	9
	C.1 Petite parcelle	10
	C.2 Grande parcelle	29
D	Production primaire brute	36
	D.1 Petit secteur hêtre	41
	D.2 Petit secteur douglas	61
	D.3 Petite parcelle	81
	D.4 Grand secteur hêtre	101
	D.5 Grand secteur douglas	109
	D.6 Grand secteur mixte	117
	D.7 Grande parcelle	125
E	Croissance radiale	133
F	Simulations climatiques	135

A Phénologie

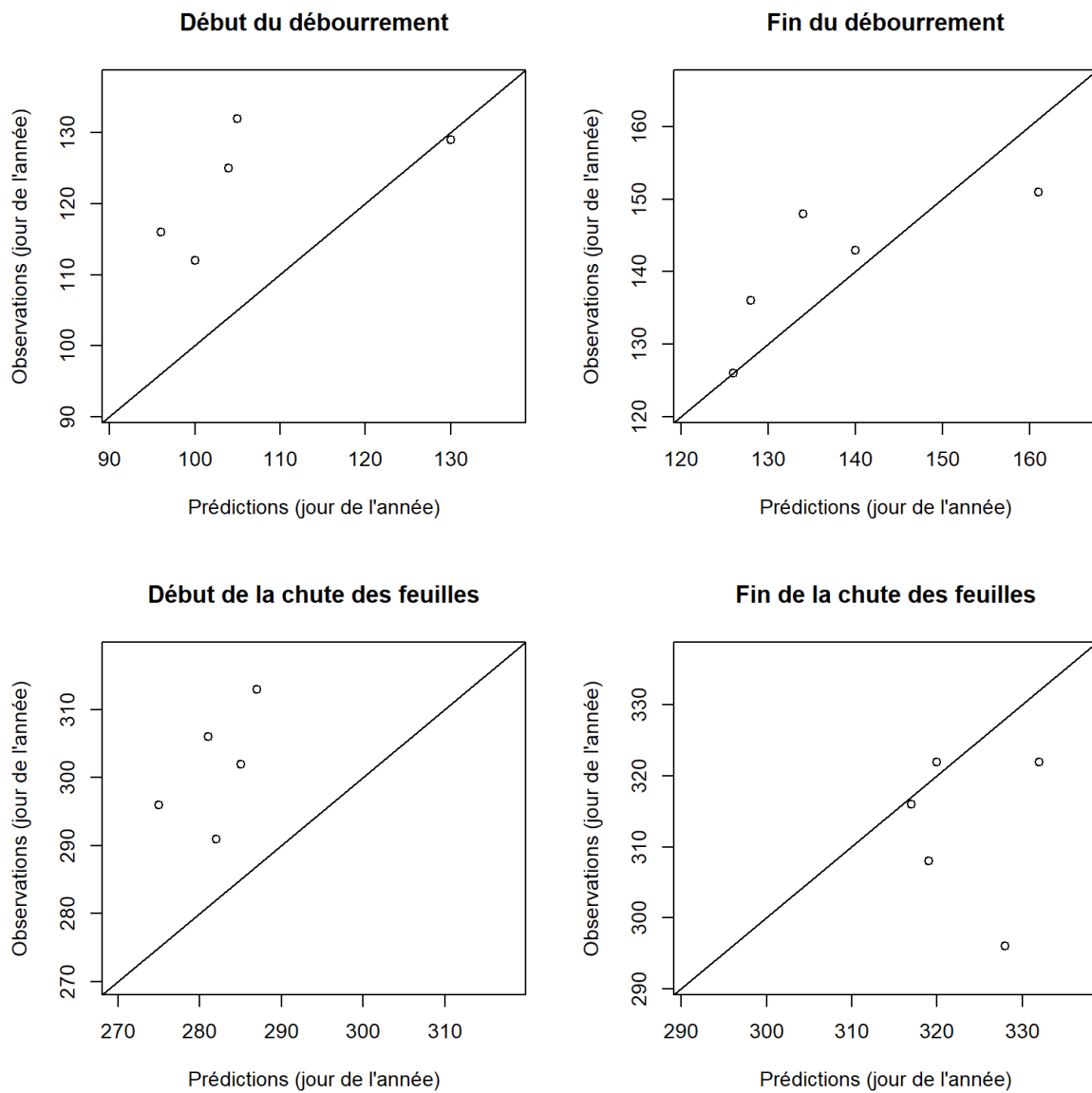


FIGURE 1 – Comparaison des dates phénologiques (début et fin du débourrement et de la chute des feuilles) observées et prédites pour le hêtre median de 2009 à 2014 (sauf 2010, pas d'observations) La période de débourrement est prédite avec une paramétrisation par défaut.

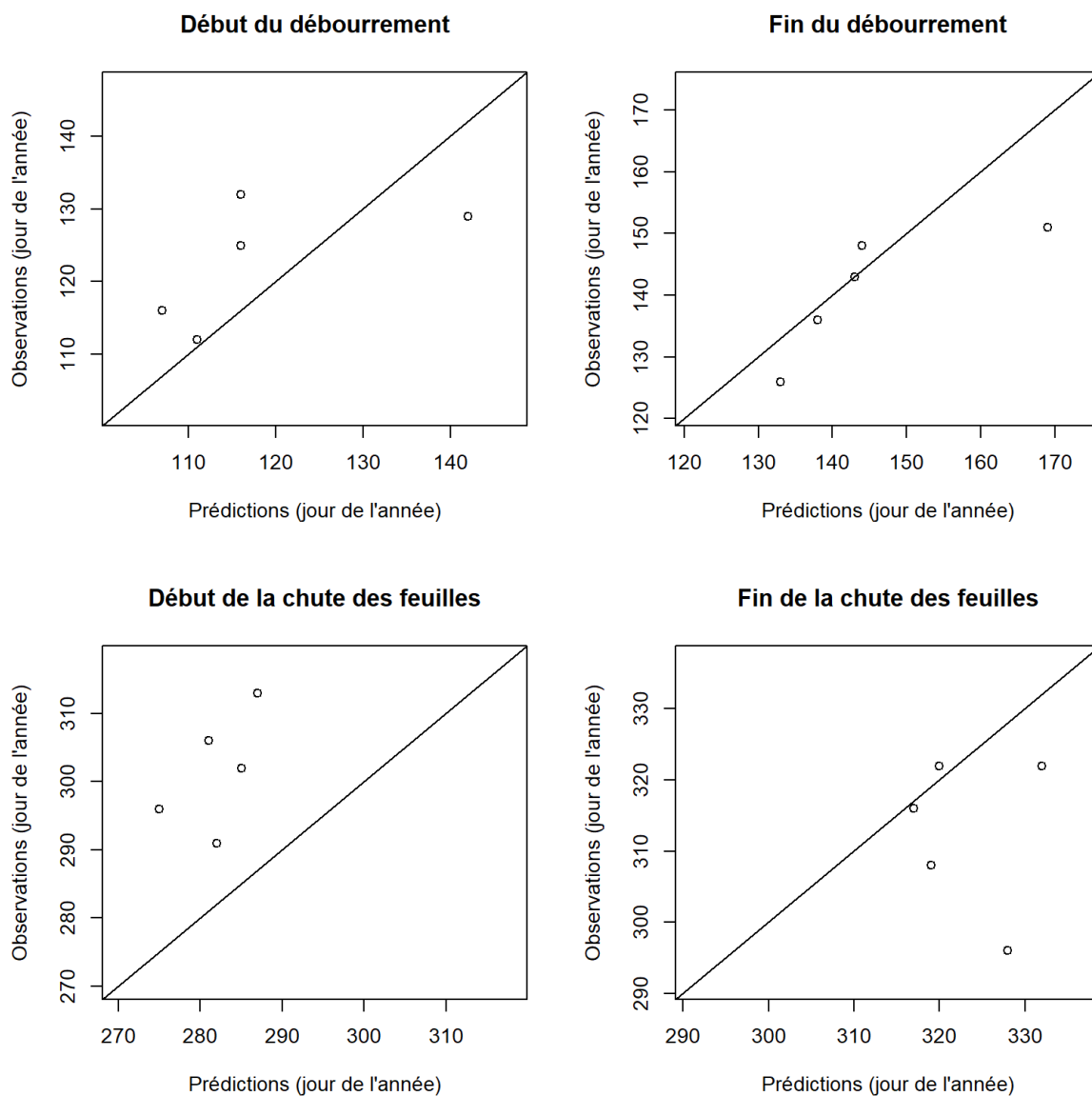


FIGURE 2 – Comparaison des dates phénologiques (début et fin du débourrement et de la chute des feuilles) observées et prédites pour le hêtre median de 2009 à 2014 (sauf 2010, pas d'observations). La période de débourrement est prédite avec une paramétrisation spécifique au site de Vielsalm.

B Teneur en eau du sol et réserve en eau utile relative

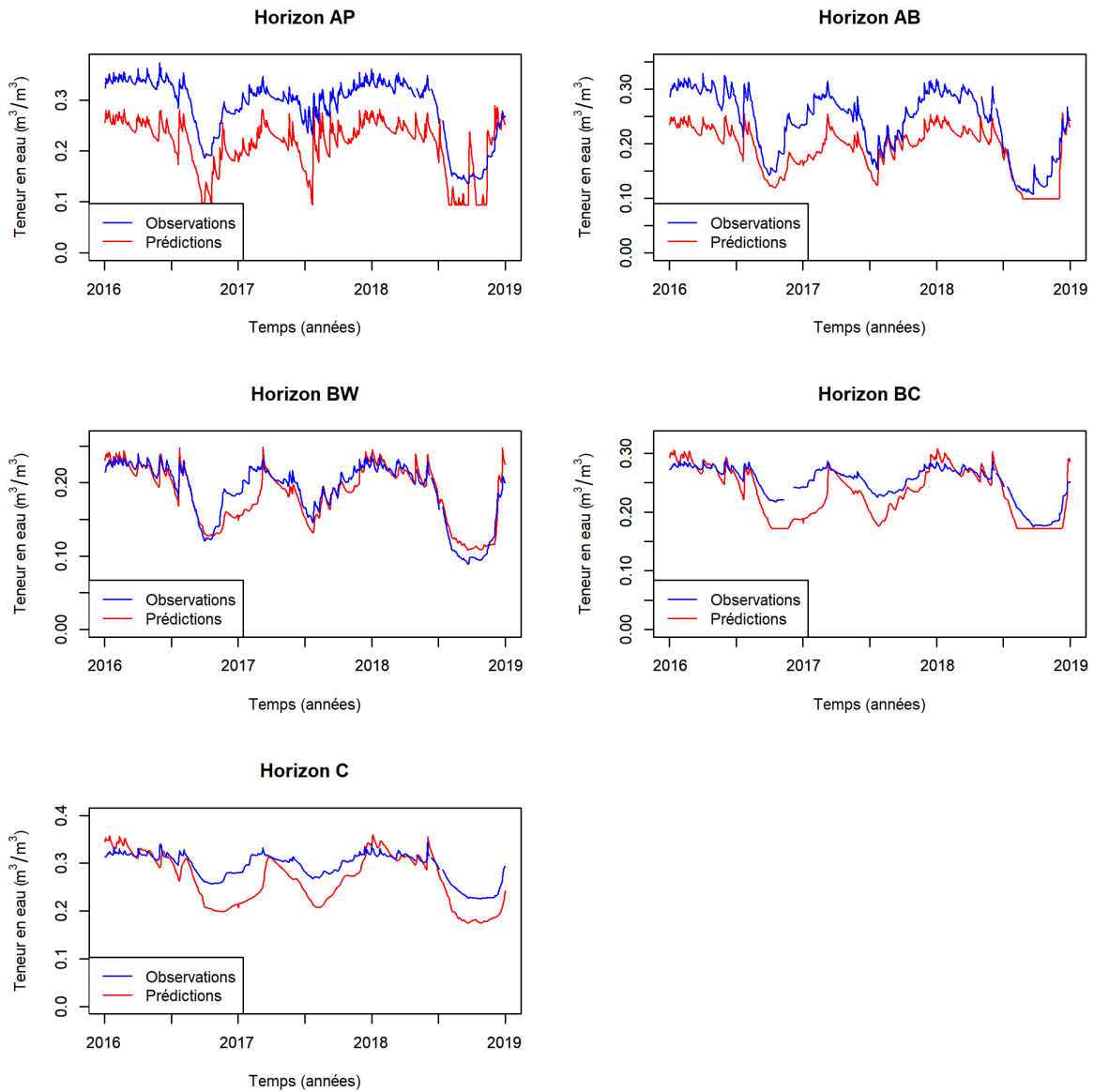


FIGURE 3 – Evolution temporelle de la teneur en eau prédite et observée pour les différents horizons du sol. La teneur en eau observée est calculée sur un pas de temps journalier, à partir des données des sondes d'un profil sous hêtre. La teneur en eau prédite est quant à elle pour l'ensemble du peuplement. (Dans ce profil, les horizons AP, AB, BW, BC et C sont équipés d'une sonde. Il n'y a pas de sonde dans l'horizon O qui dès lors n'a pas été pris en compte dans la comparaison.)

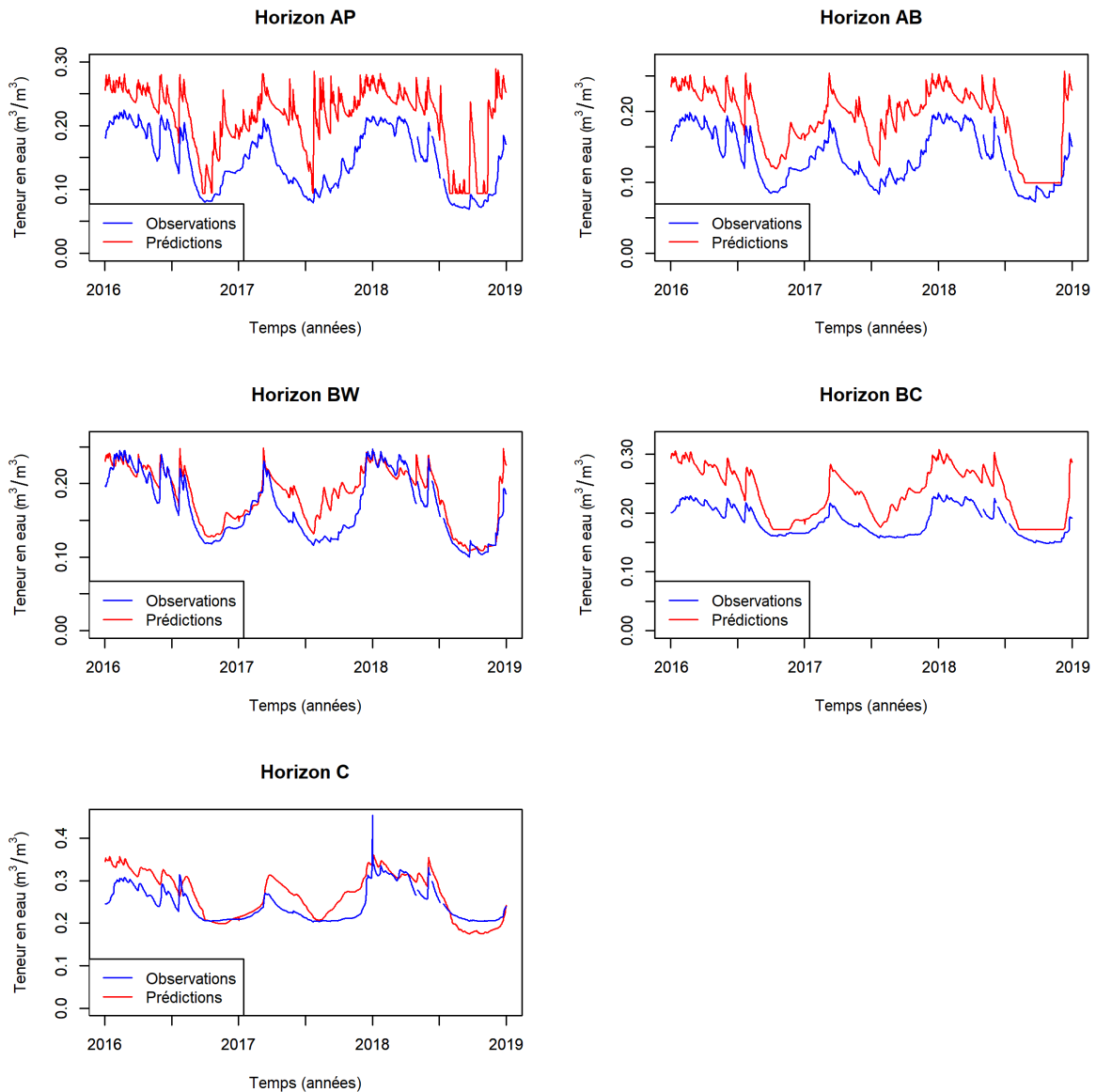


FIGURE 4 – Evolution temporelle de la teneur en eau prédite et observée pour les différents horizons du sol. La teneur en eau observée est calculée sur un pas de temps journalier, à partir des données des sondes d'un profil sous douglas. La teneur en eau prédite est quant à elle pour l'ensemble du peuplement. (Dans ce profil, les horizons AP, AB, BW, BC et C sont équipés d'une sonde. Il n'y a pas de sonde dans l'horizon O qui dès lors n'a pas été pris en compte dans la comparaison.)

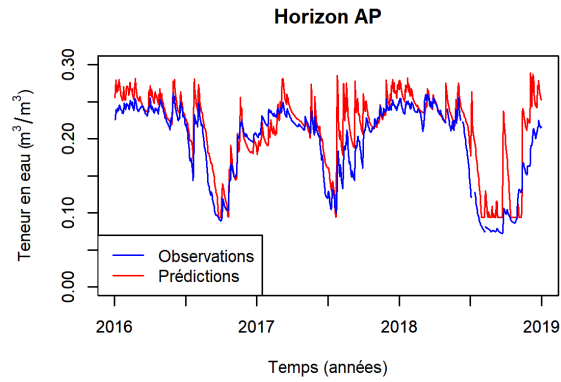


FIGURE 5 – Evolution temporelle de la teneur en eau prédite et observée pour l’horizon AP du sol. La teneur en eau observée est calculée sur un pas de temps journalier, à partir des données d’une sonde sous hêtre. La teneur en eau prédite est quant à elle pour l’ensemble du peuplement. Il n’y a pas de sonde dans les autres horizons de ce profil.

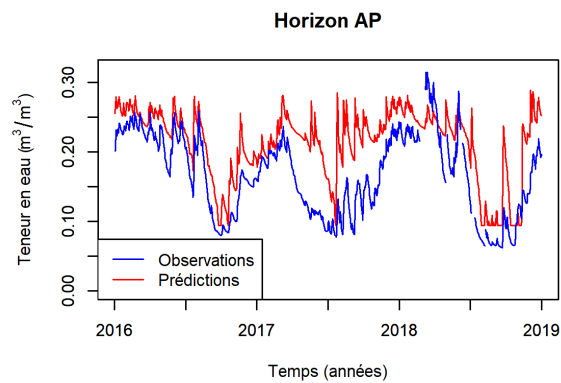


FIGURE 6 – Evolution temporelle de la teneur en eau prédite et observée pour l’horizon AP du sol. La teneur en eau observée est calculée sur un pas de temps journalier, à partir des données d’une sonde sous douglas. La teneur en eau prédite est quant à elle pour l’ensemble du peuplement. Il n’y a pas de sonde dans les autres horizons de ce profil.

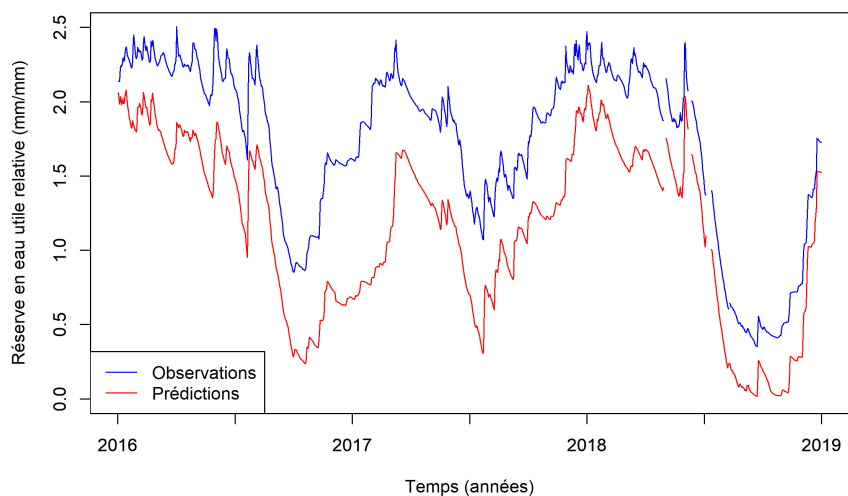


FIGURE 7 – Evolution temporelle de la réserve en eau utile relative ($\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}$). La réserve en eau utile relative observée est calculée sur un pas de temps journalier à partir des données de teneurs en eau observées dans le profil sous hêtre. La réserve en eau utile relative prédite est quant à elle pour l'ensemble du peuplement. (Dans ce profil, les horizons AP, AB, BW, BC et C sont équipés d'une sonde. Il n'y a pas de sonde dans l'horizon O qui dès lors n'a pas été pris en compte dans la comparaison.)

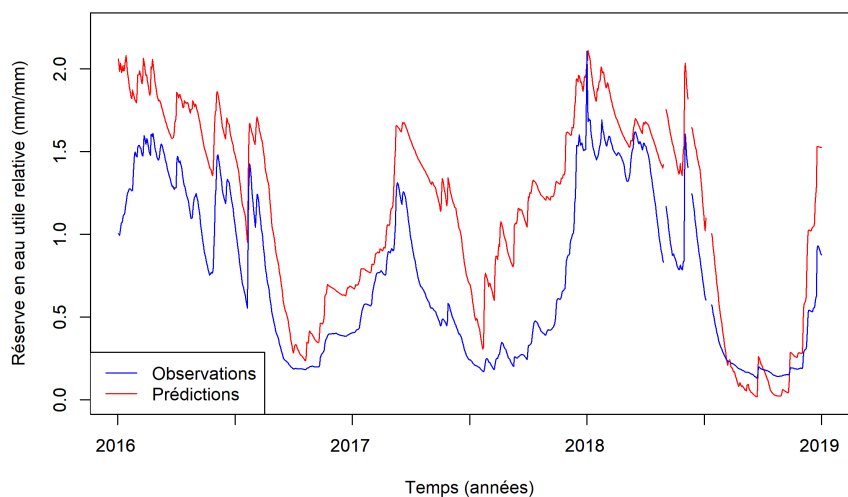


FIGURE 8 – Evolution temporelle de la réserve en eau utile relative ($\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}$). La réserve en eau utile relative observée est calculée sur un pas de temps journalier à partir des données de teneurs en eau observées dans un profil sous douglas. La réserve en eau utile relative prédite est quant à elle pour l'ensemble du peuplement. (Dans ce profil, les horizons AP, AB, BW, BC et C sont équipés d'une sonde. Il n'y a pas de sonde dans l'horizon O qui dès lors n'a pas été pris en compte dans la comparaison.)

C Evapotranspiration

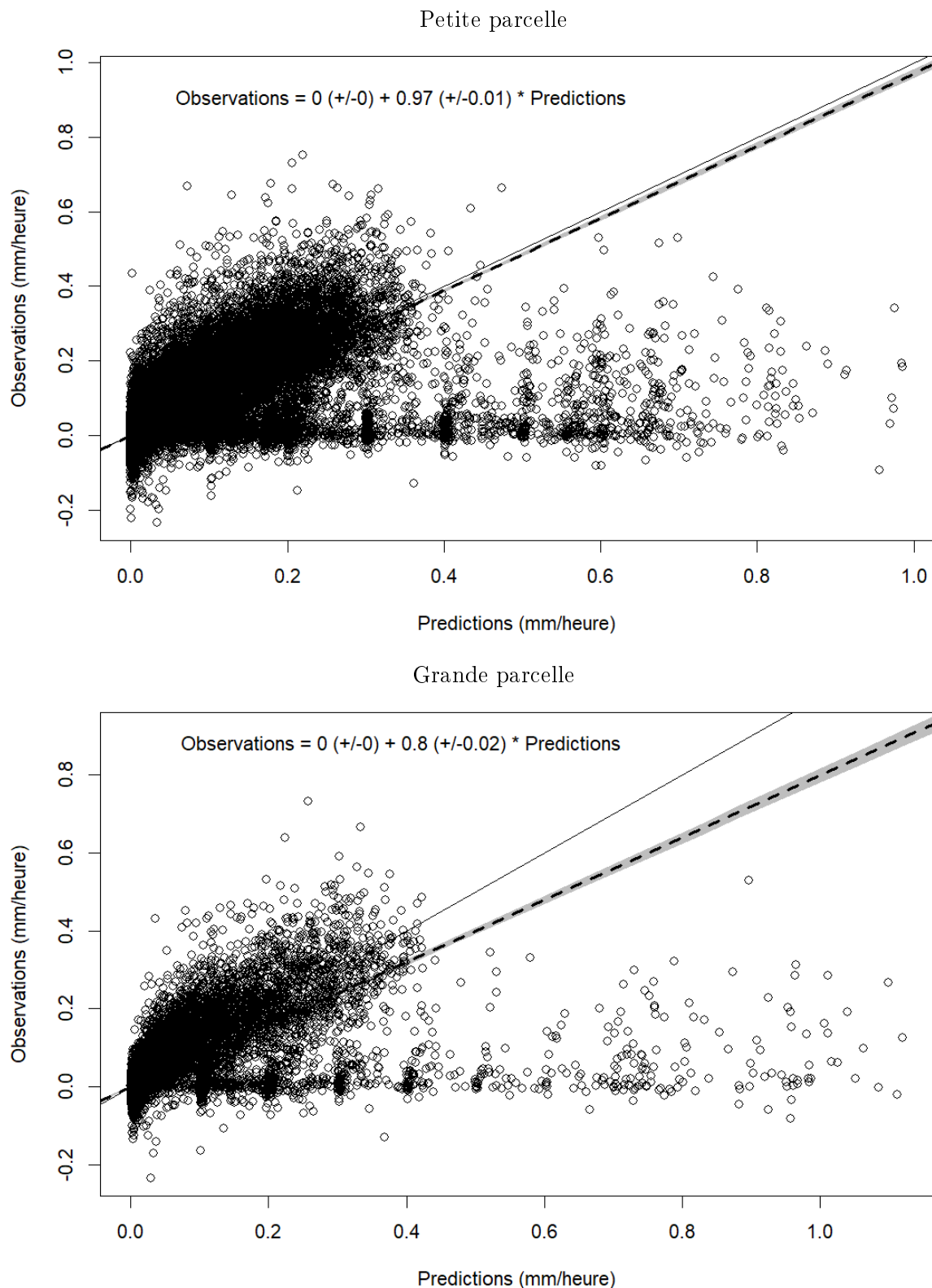


FIGURE 9 – Comparaison des prédictions et des observations d'évapotranspiration agrégées à l'échelle horaire à l'aide d'une régression orthogonale, pour la petite parcelle (de 2010 à 2018) et pour la grande parcelle (de 2016 à 2018). La droite de régression est représentée en trait tireté avec son intervalle de confiance en grisé et est à comparer avec la droite 1 : 1.

C.1 Petite parcelle

2010

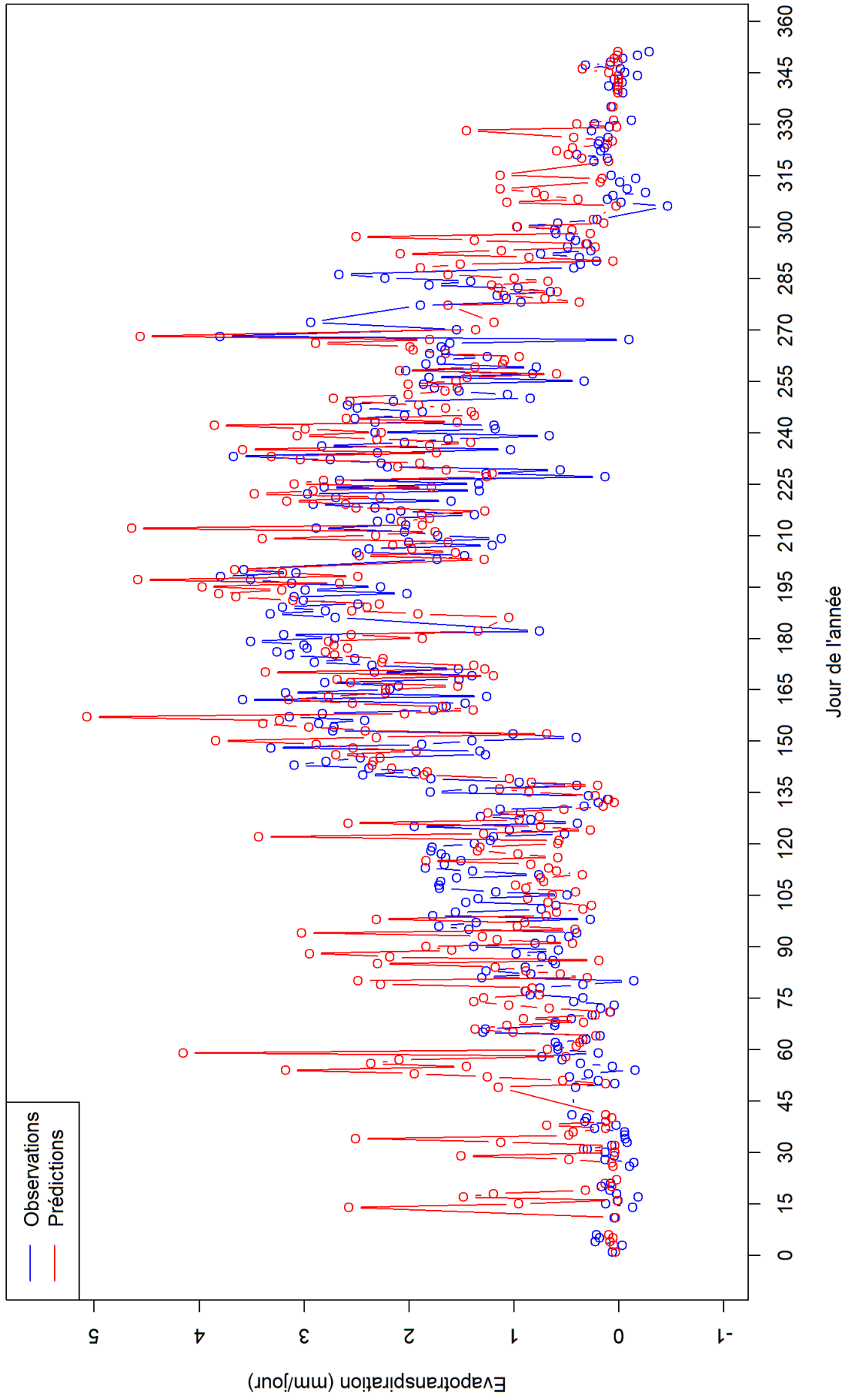


FIGURE 10 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour l'année 2010.

2011

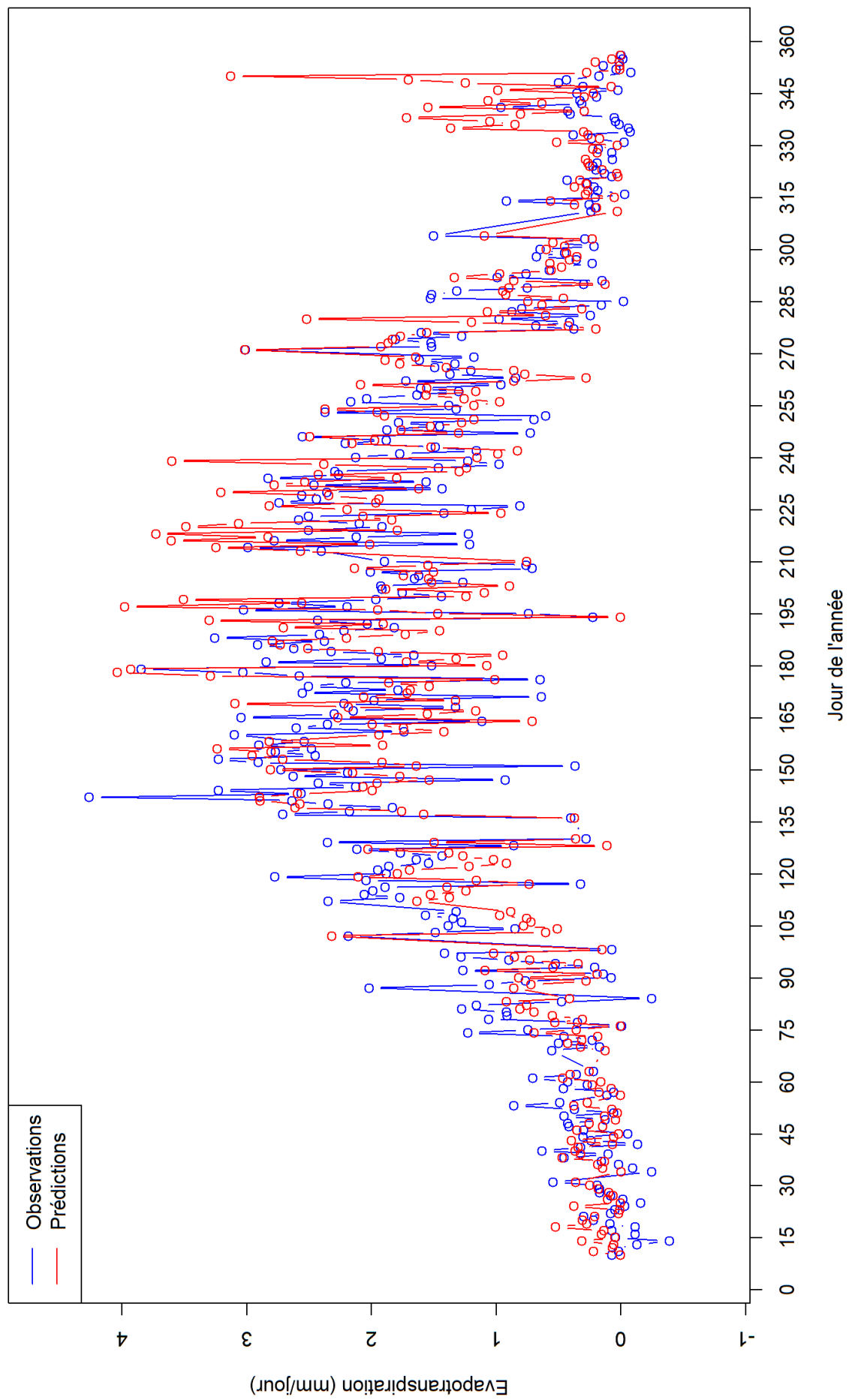


FIGURE 11 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour l'année 2011.

2012

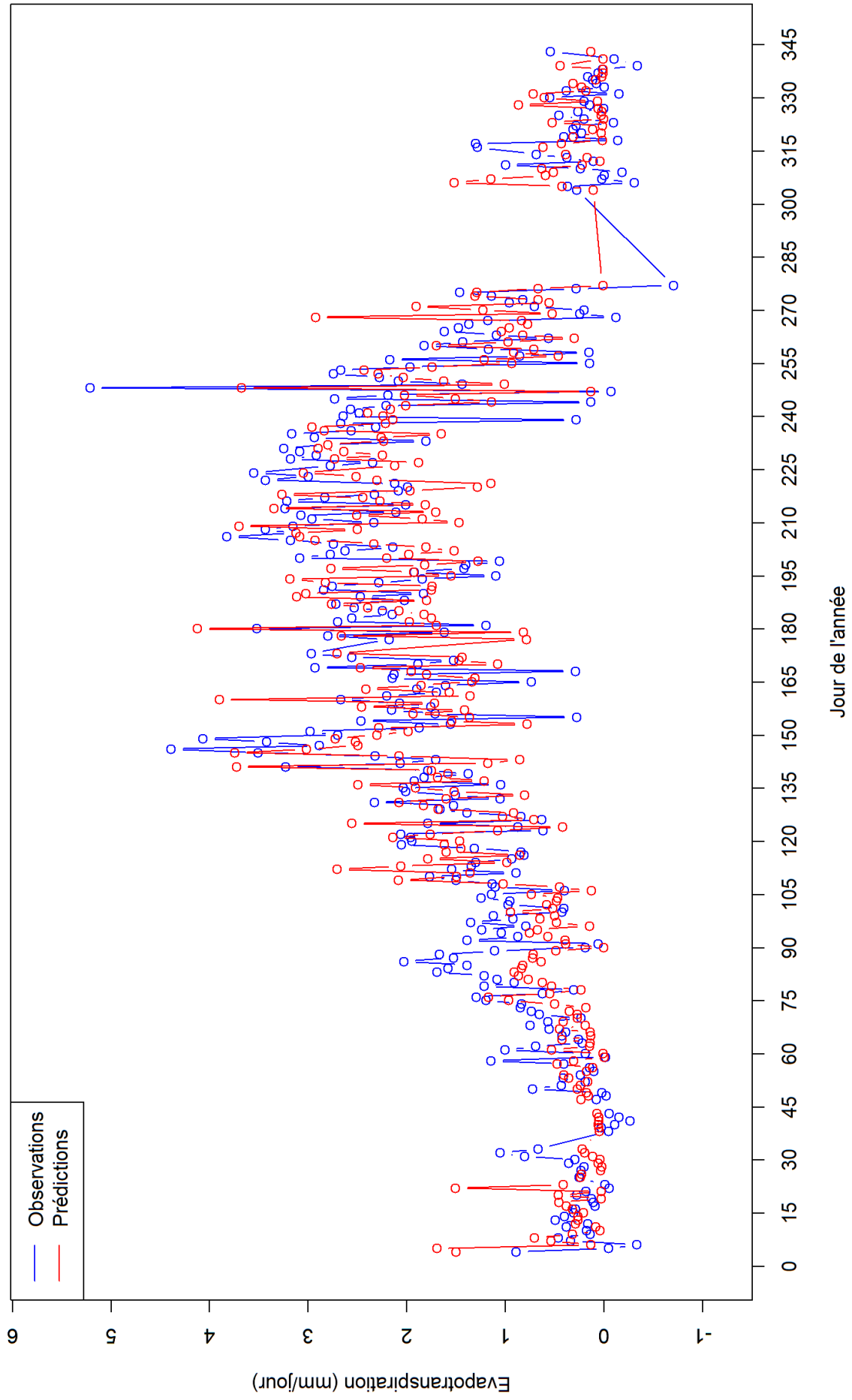


FIGURE 12 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour l'année 2012.

2013

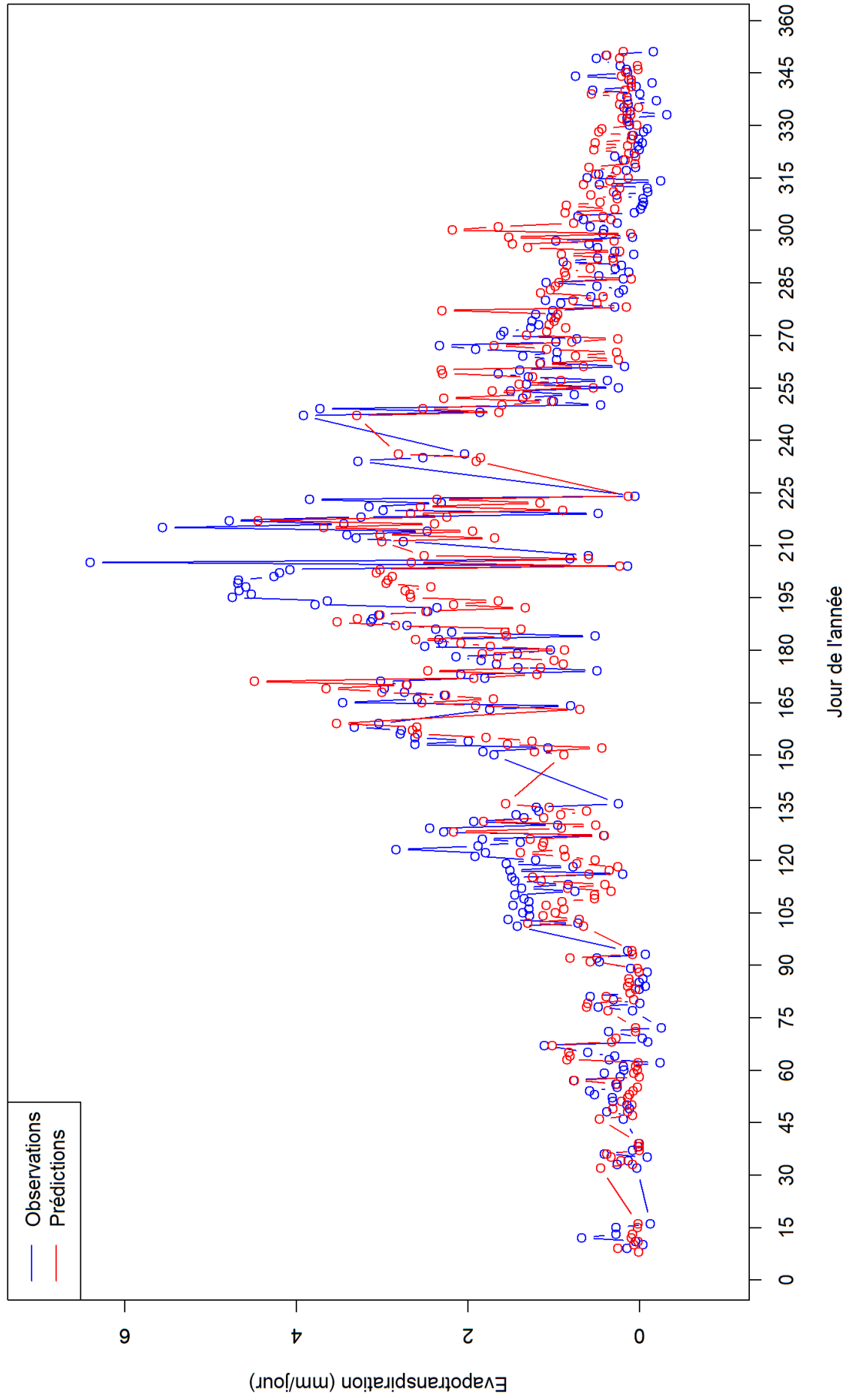


FIGURE 13 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour l'année 2013.

2014

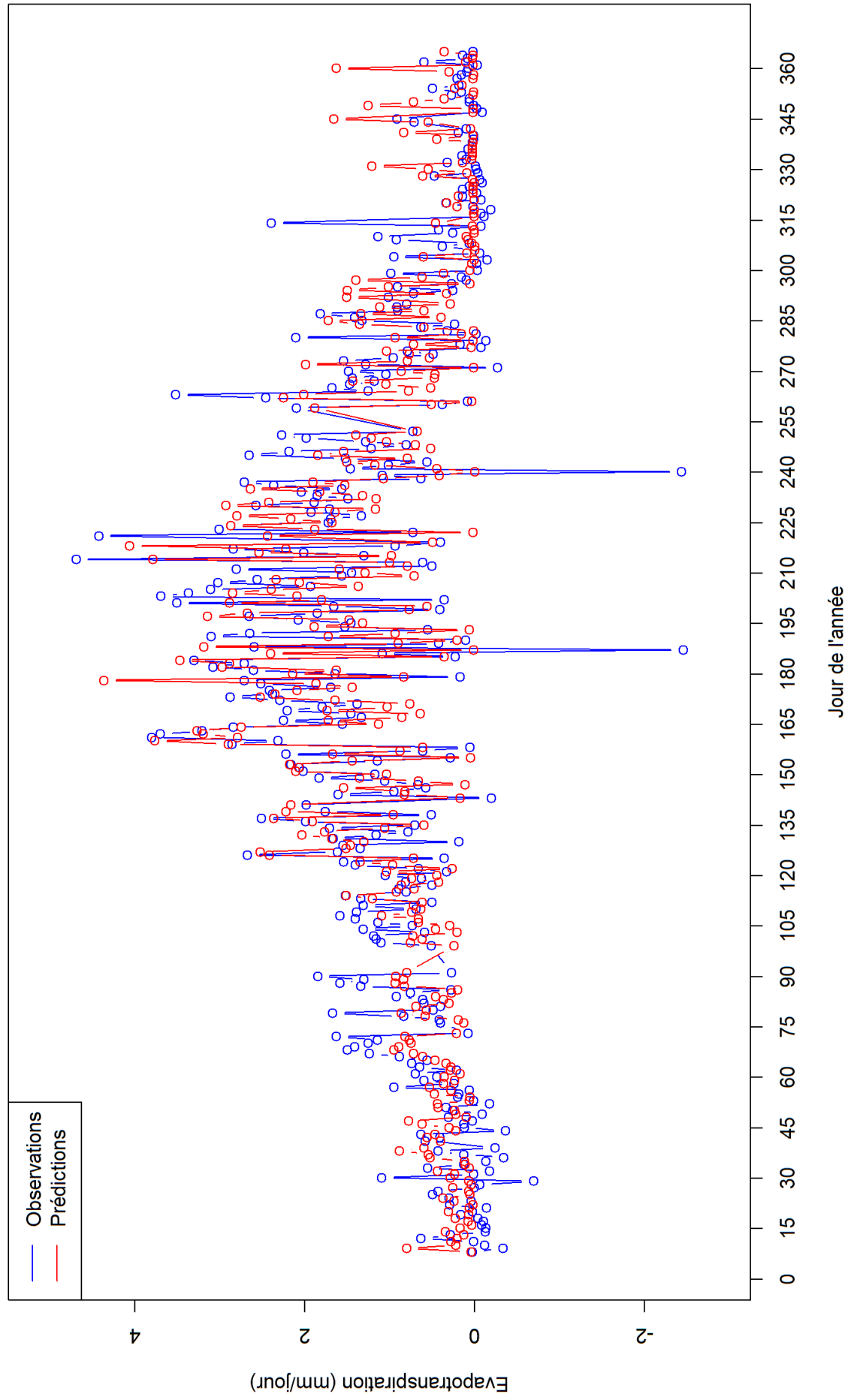


FIGURE 14 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour l'année 2014.

2015

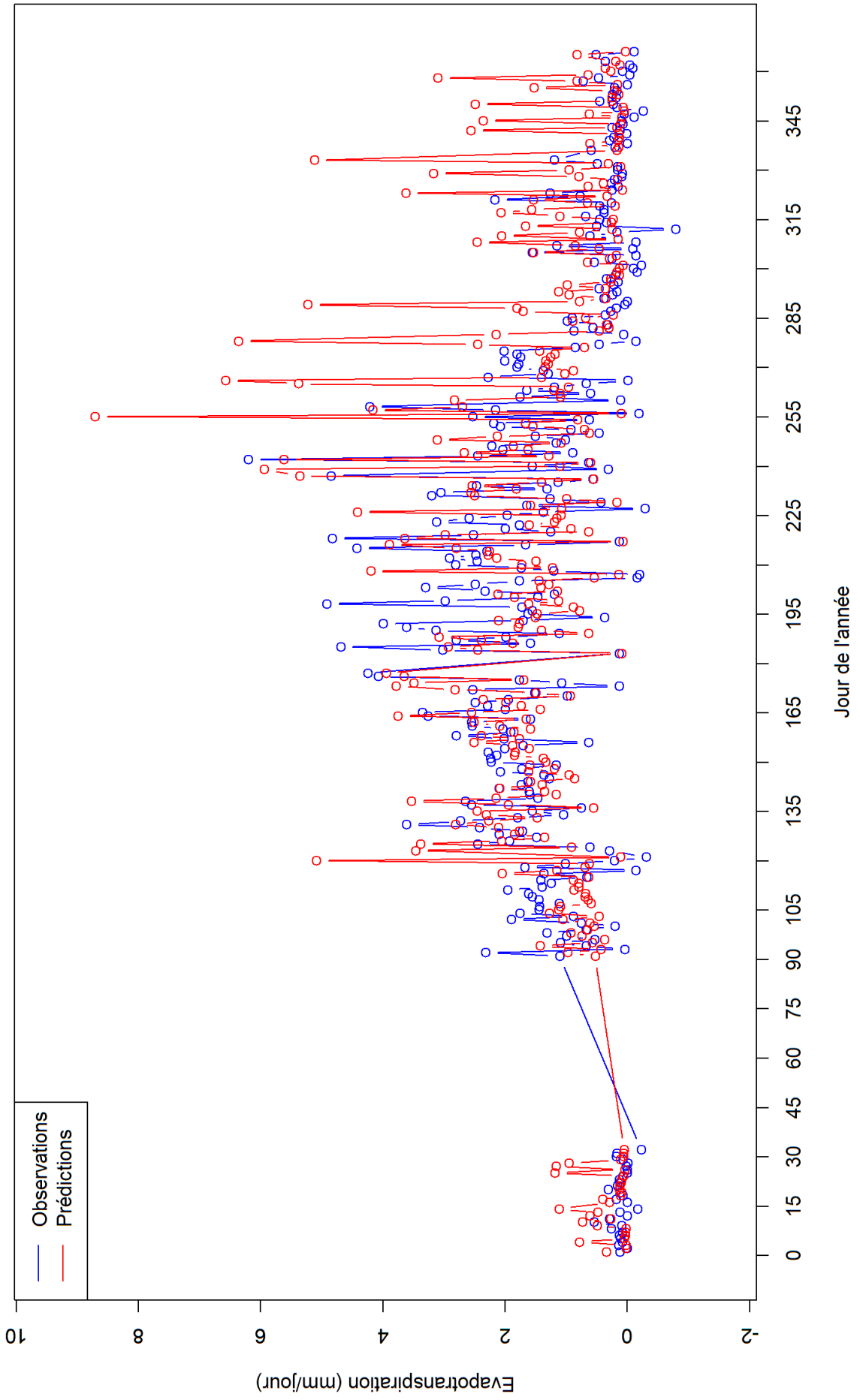


FIGURE 15 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour l'année 2015.

2016

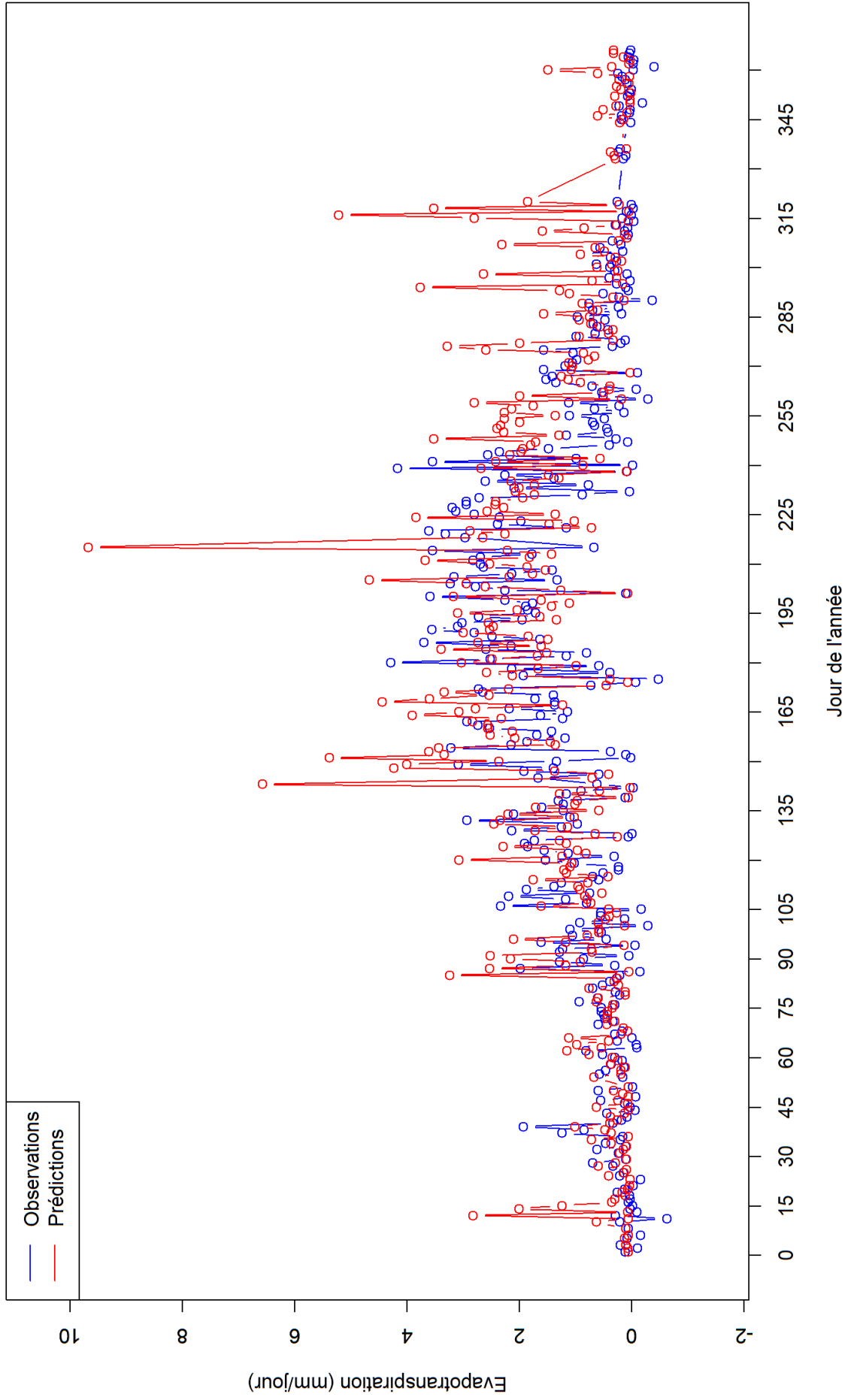


FIGURE 16 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour l'année 2016.

2017

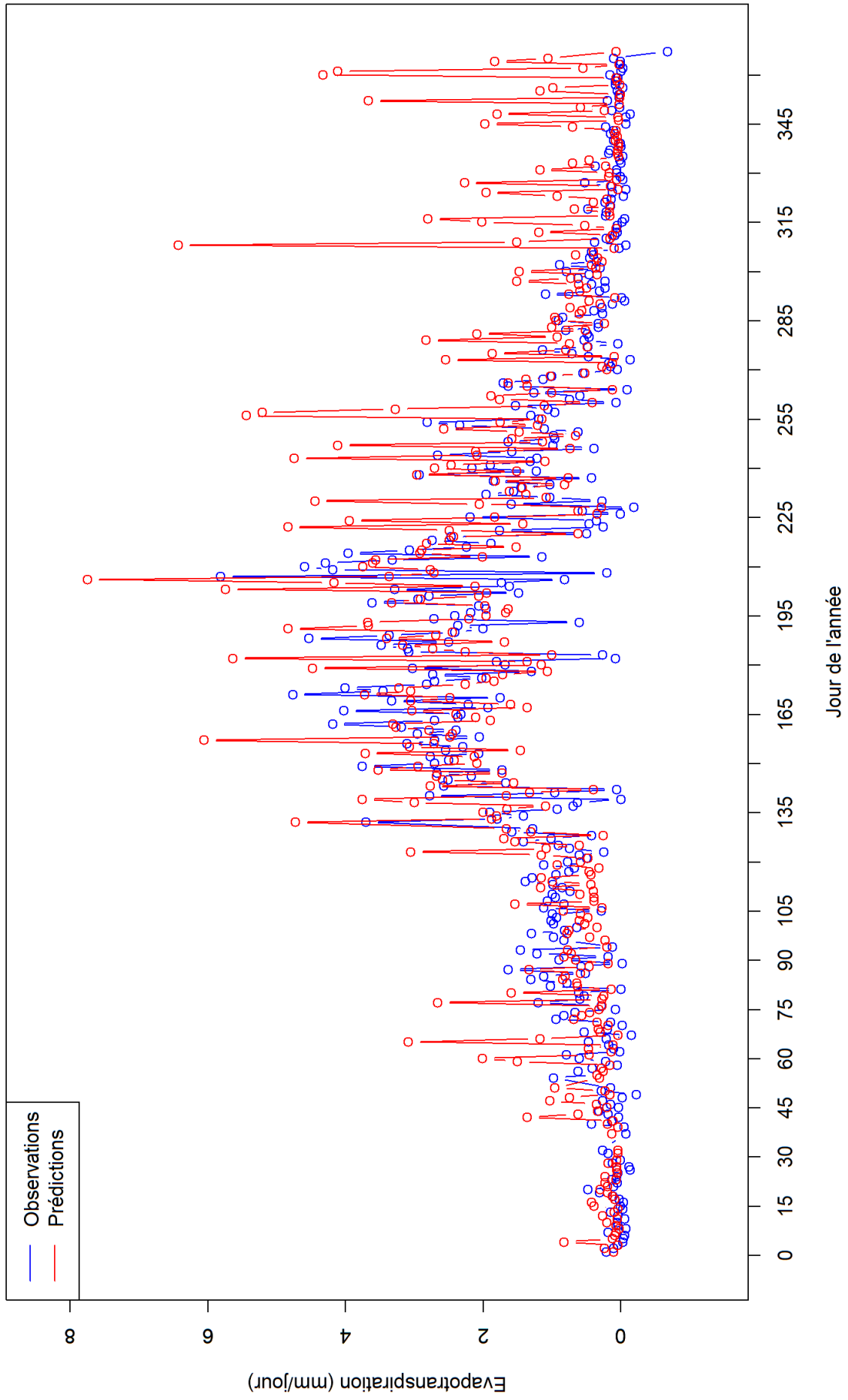


FIGURE 17 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour l'année 2017.

2018

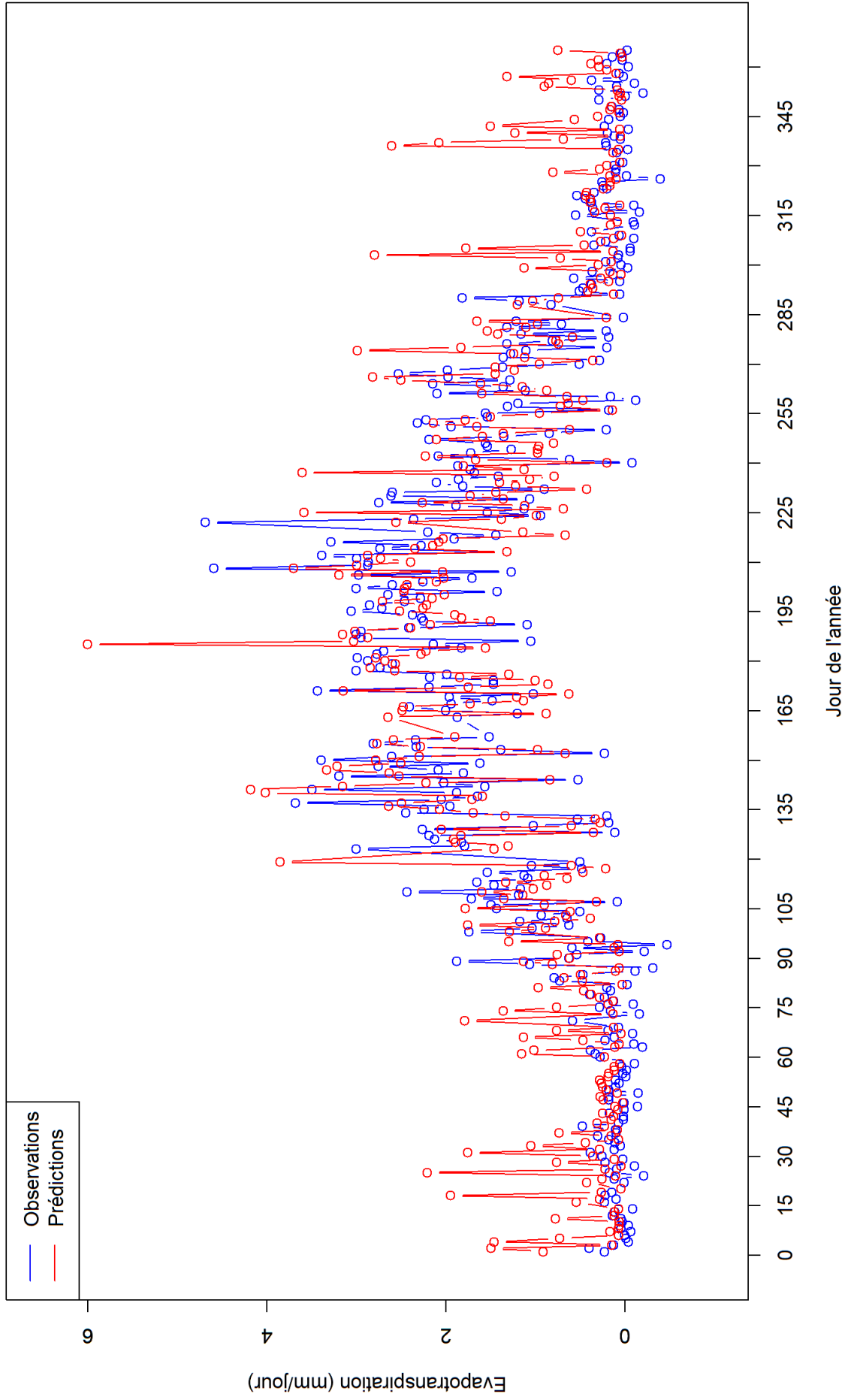


FIGURE 18 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour l'année 2018.

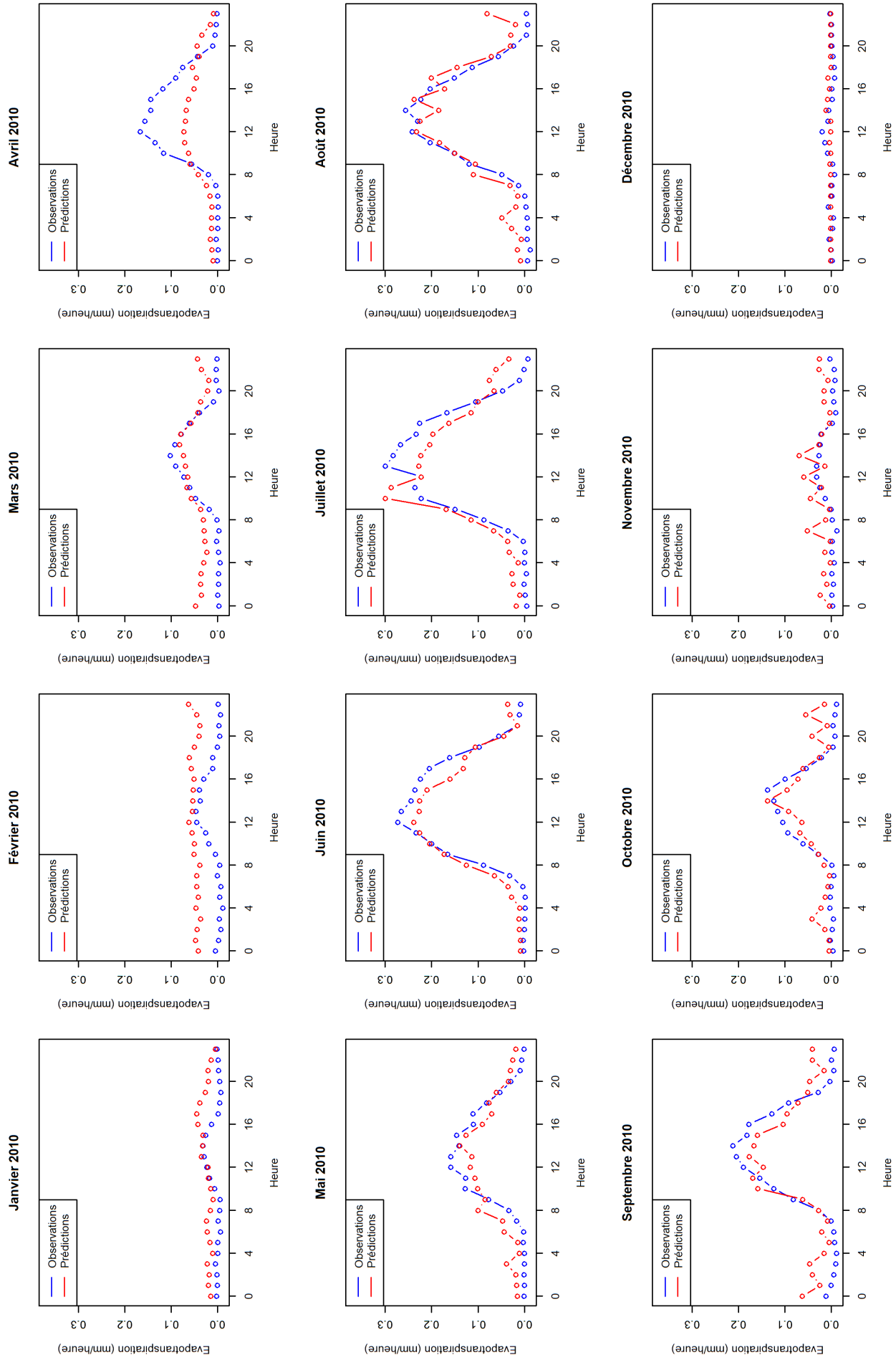


FIGURE 19 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2010.

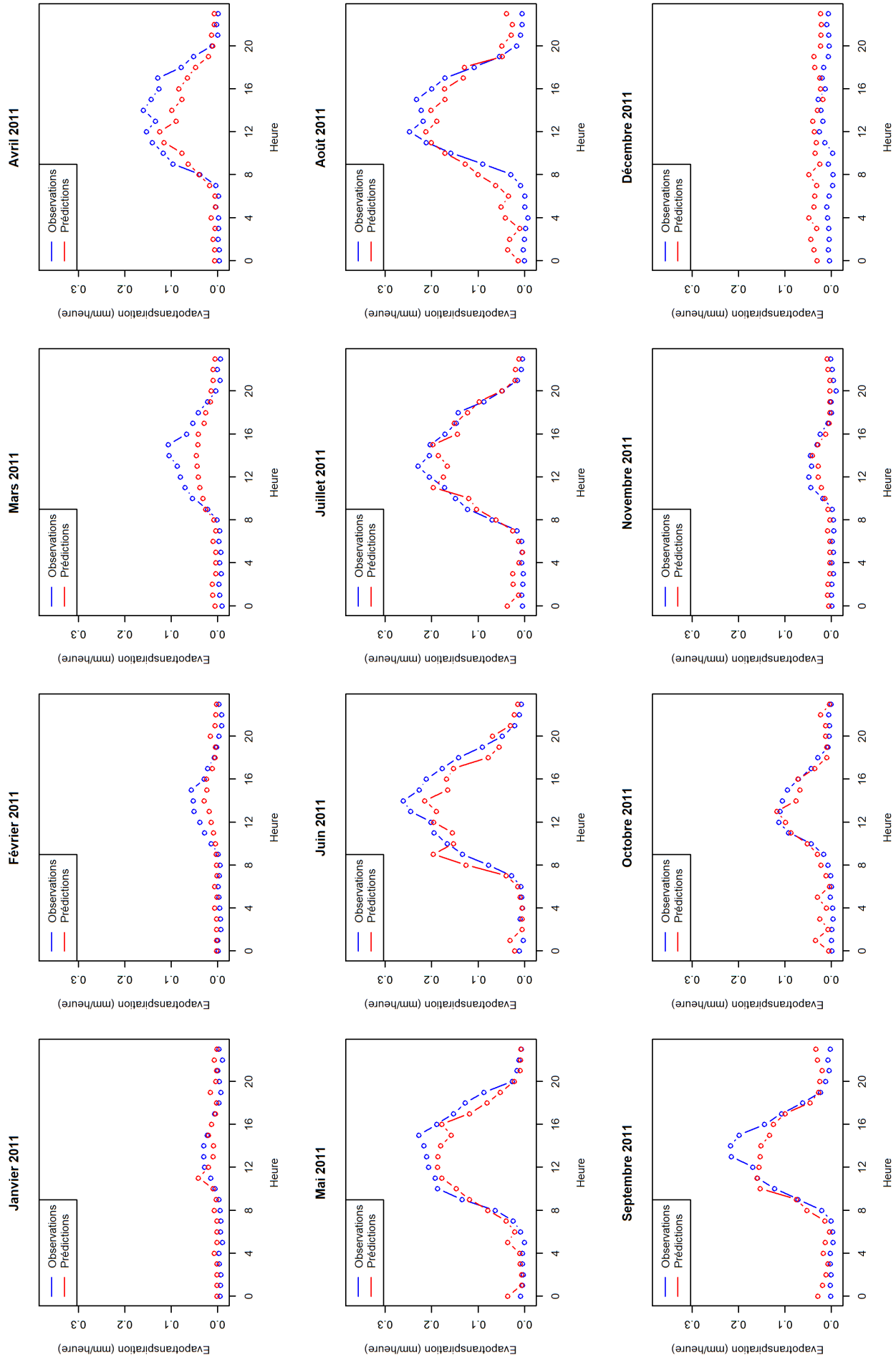


FIGURE 20 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2011.

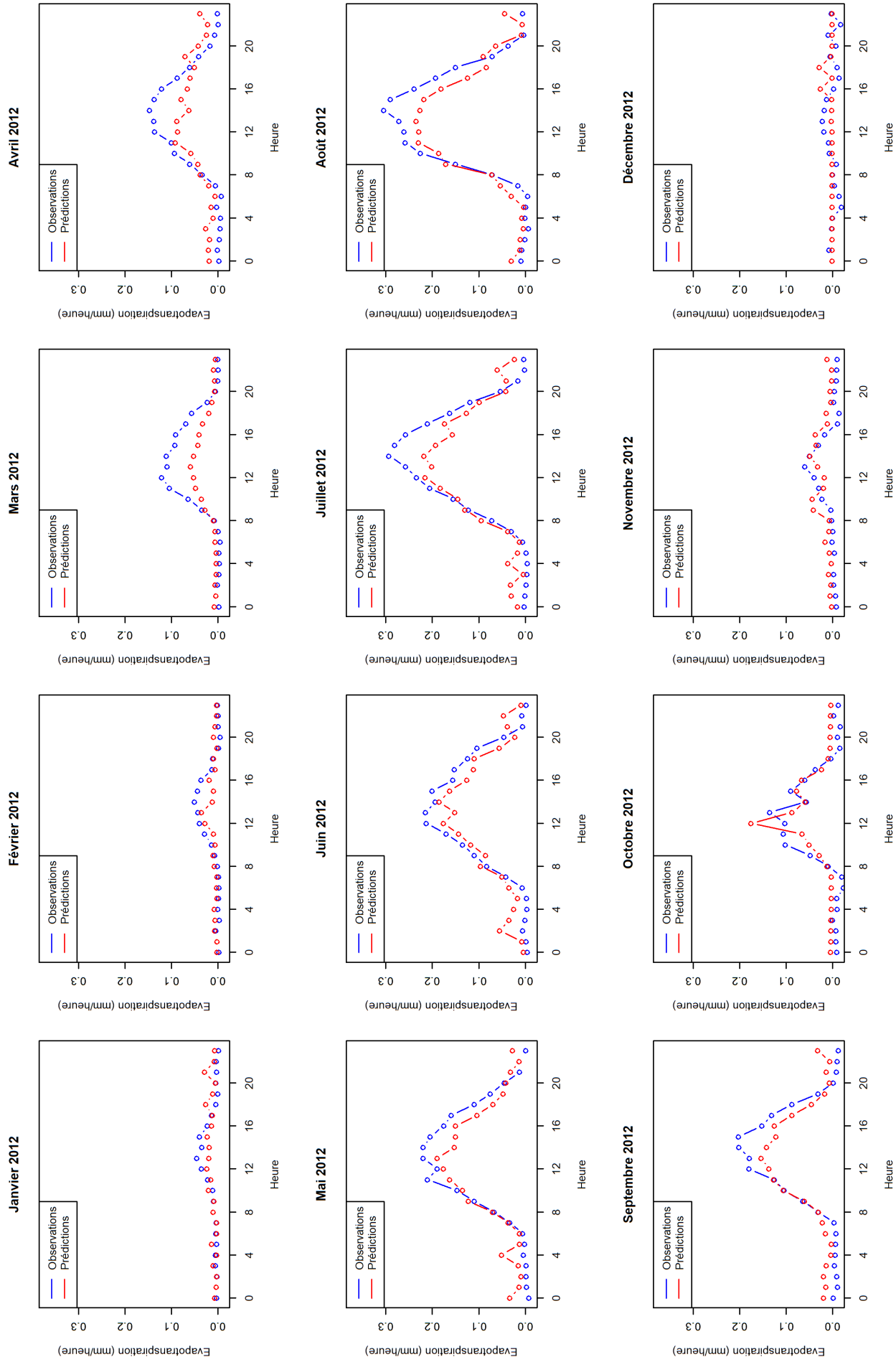


FIGURE 21 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2012.

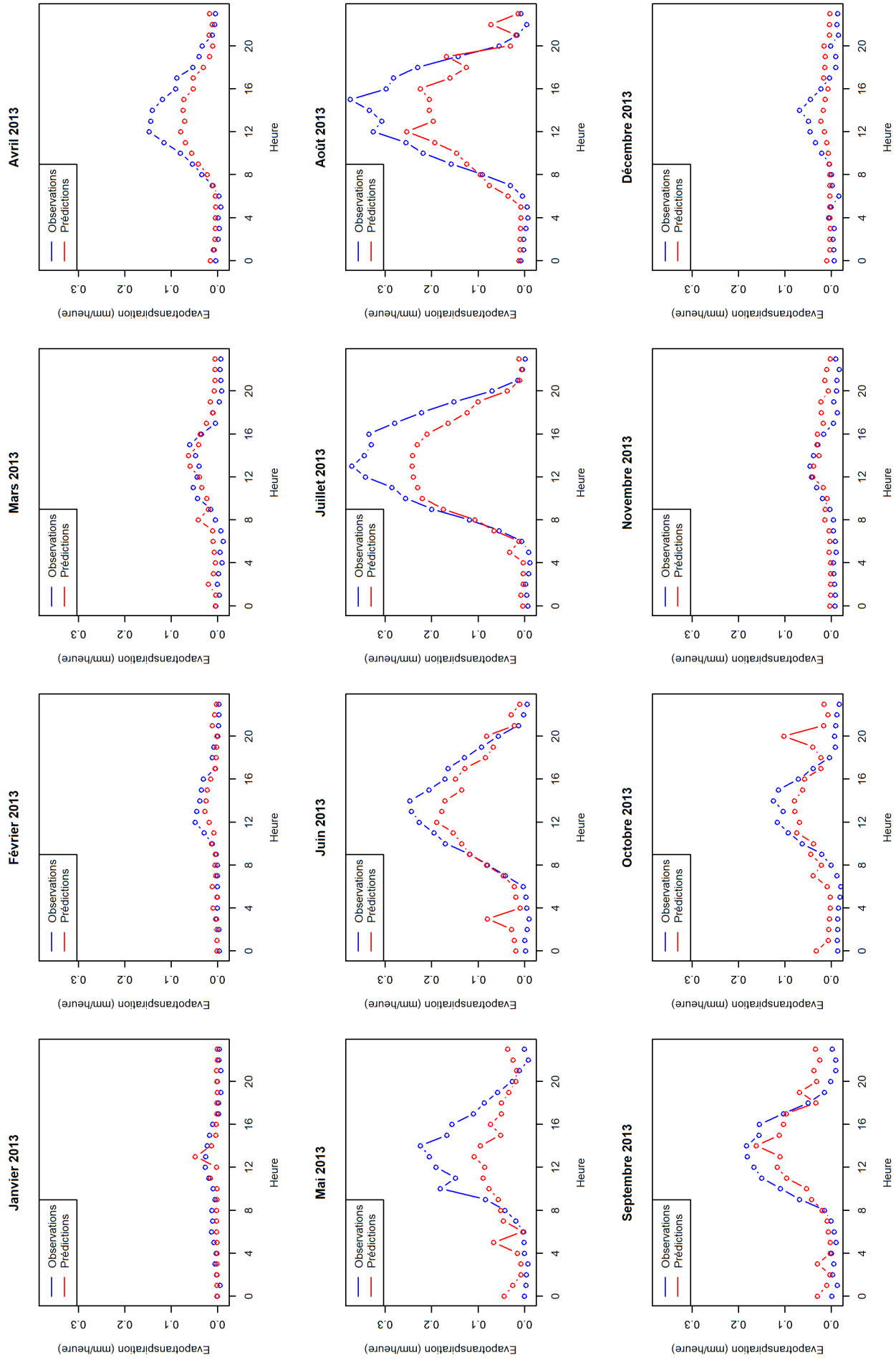


FIGURE 22 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2013.

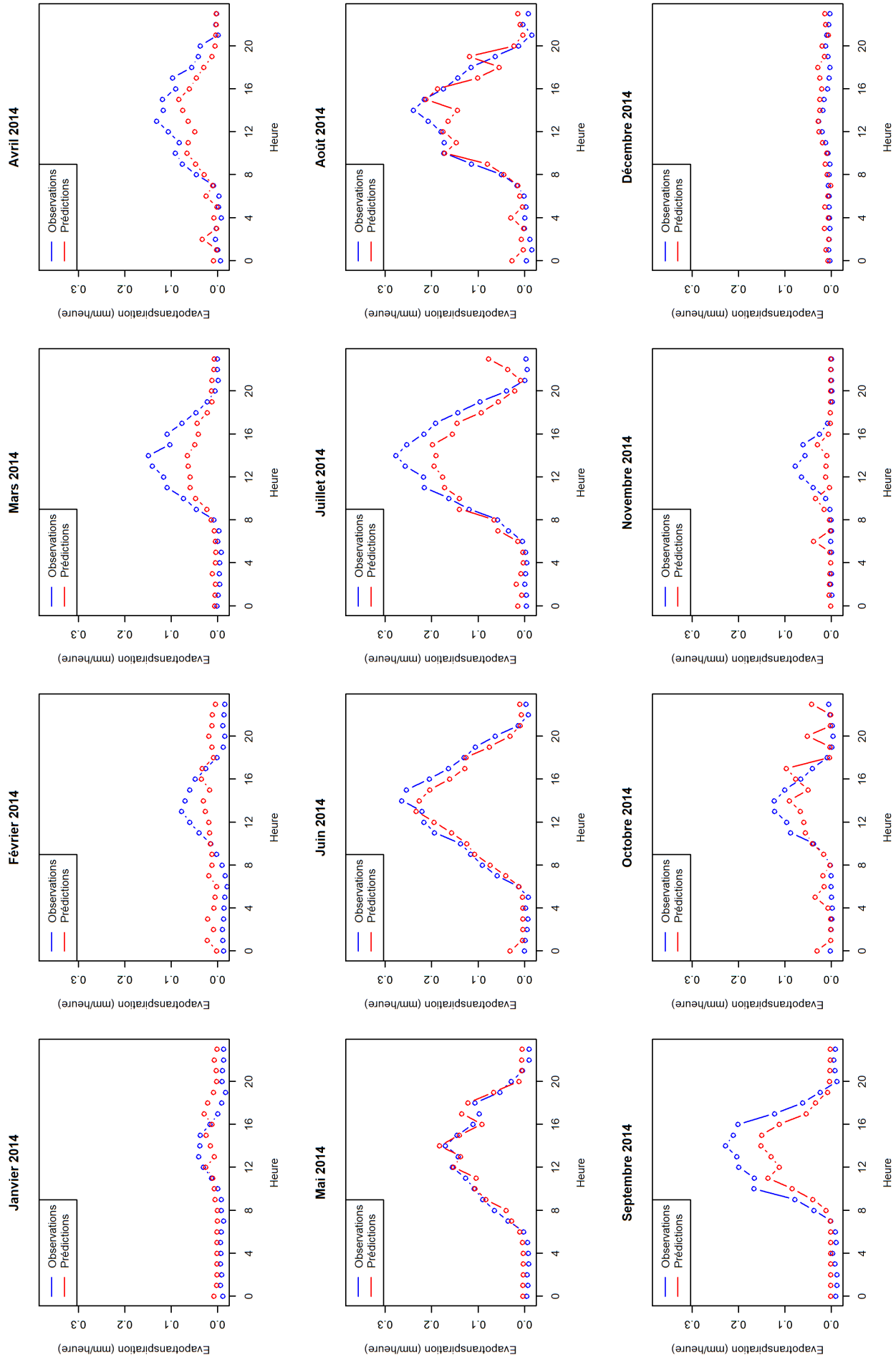


FIGURE 23 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2014.

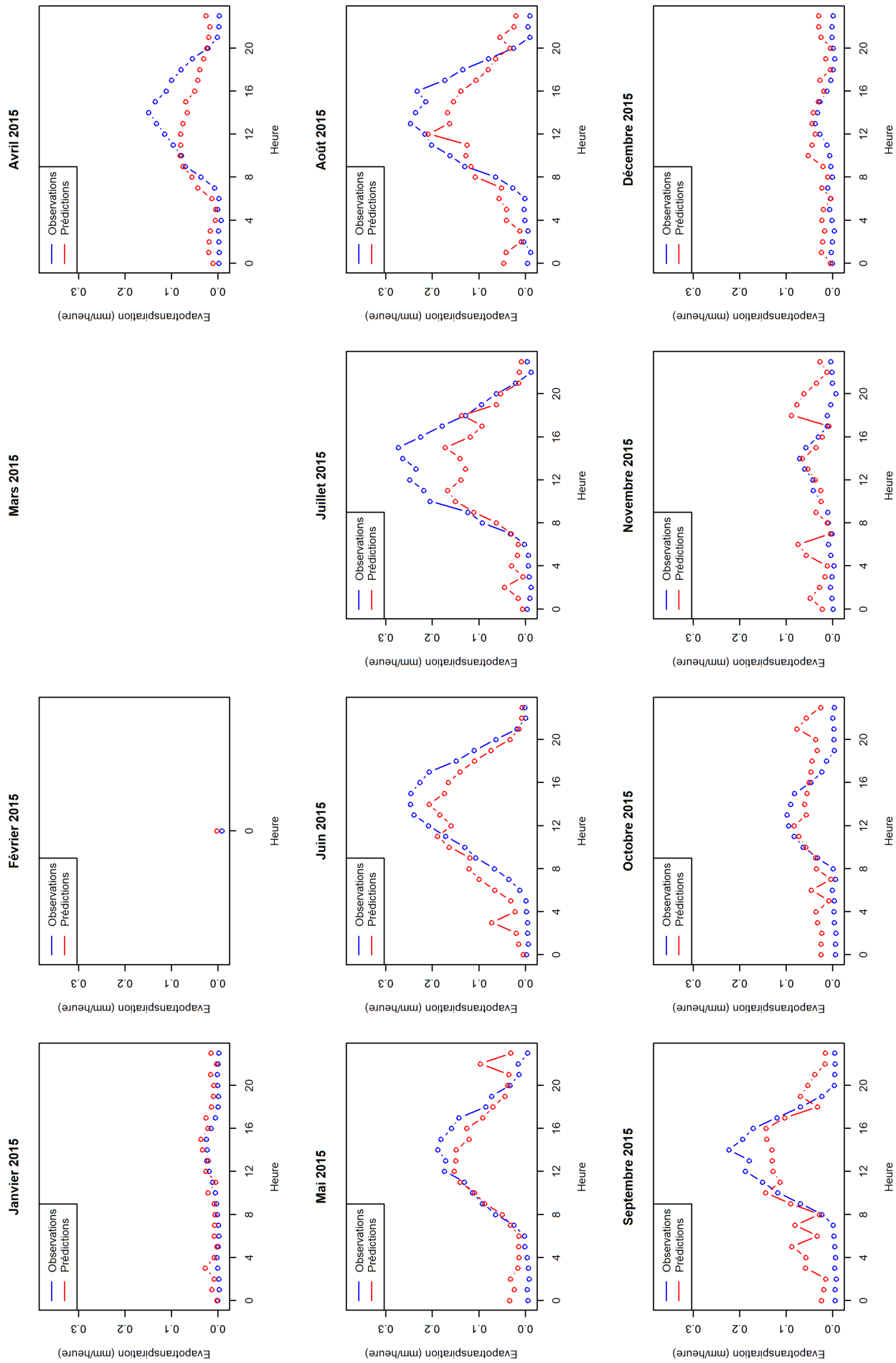


FIGURE 24 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2015.

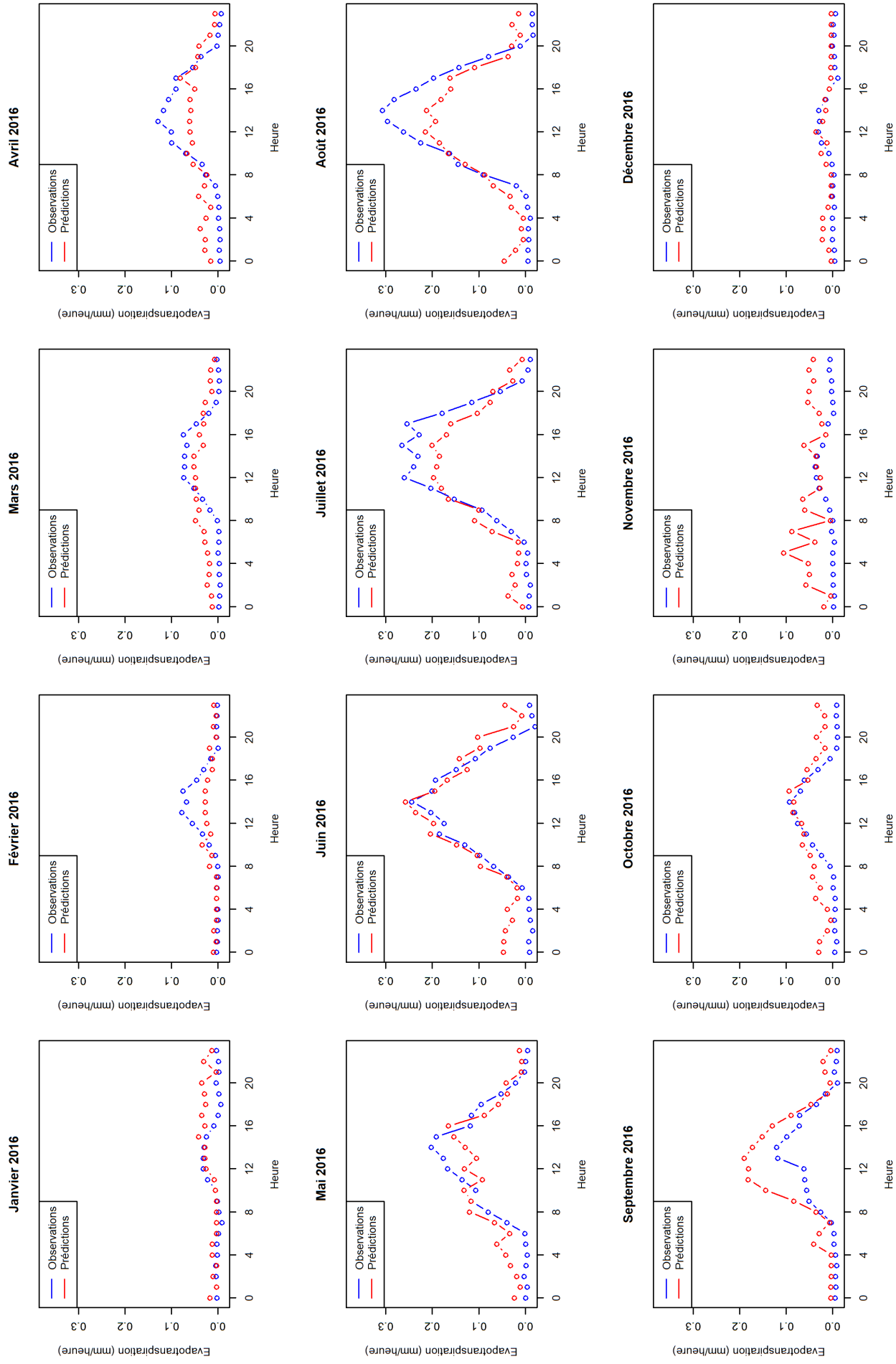


FIGURE 25 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2016.

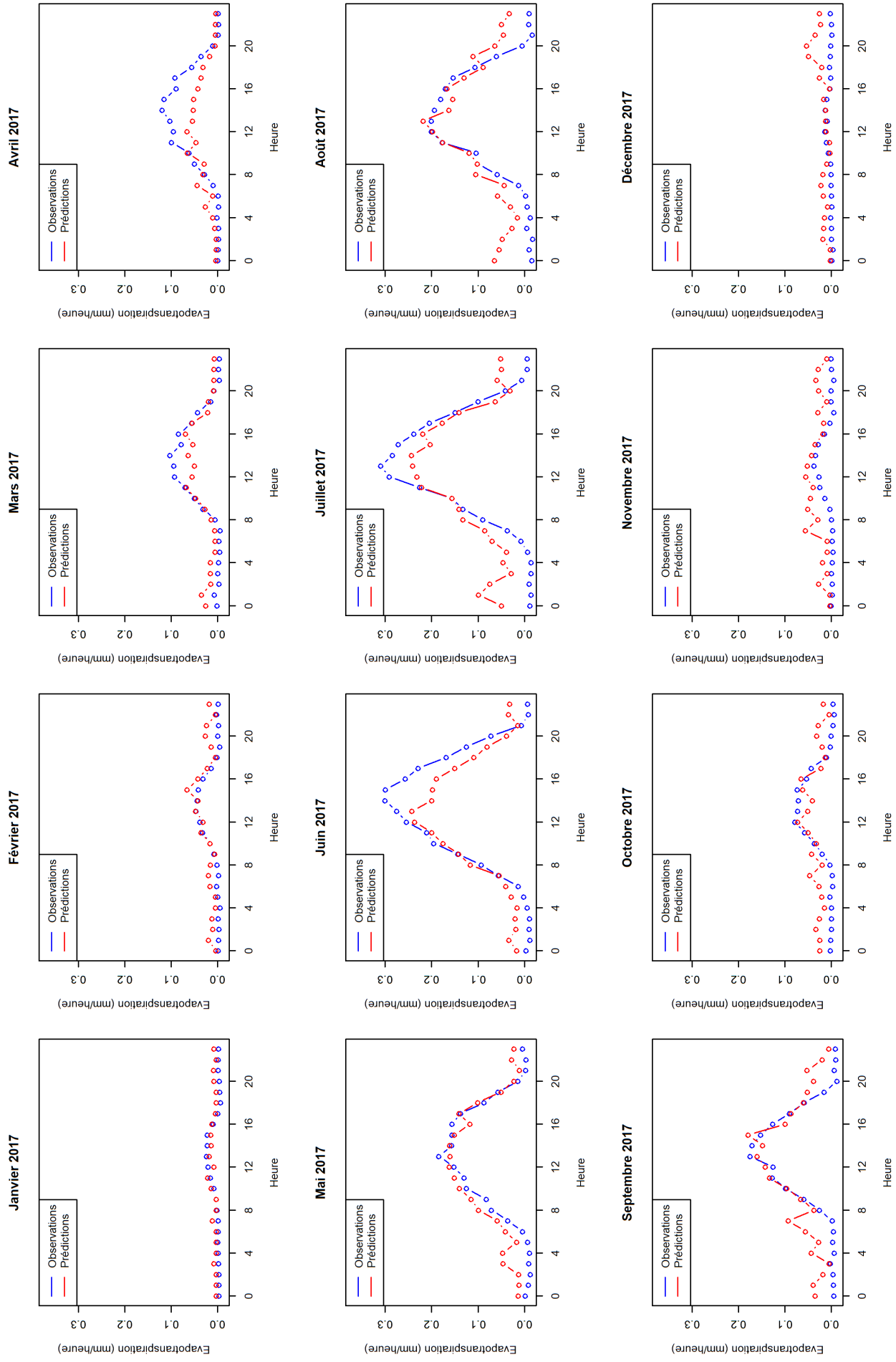


FIGURE 26 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2017.

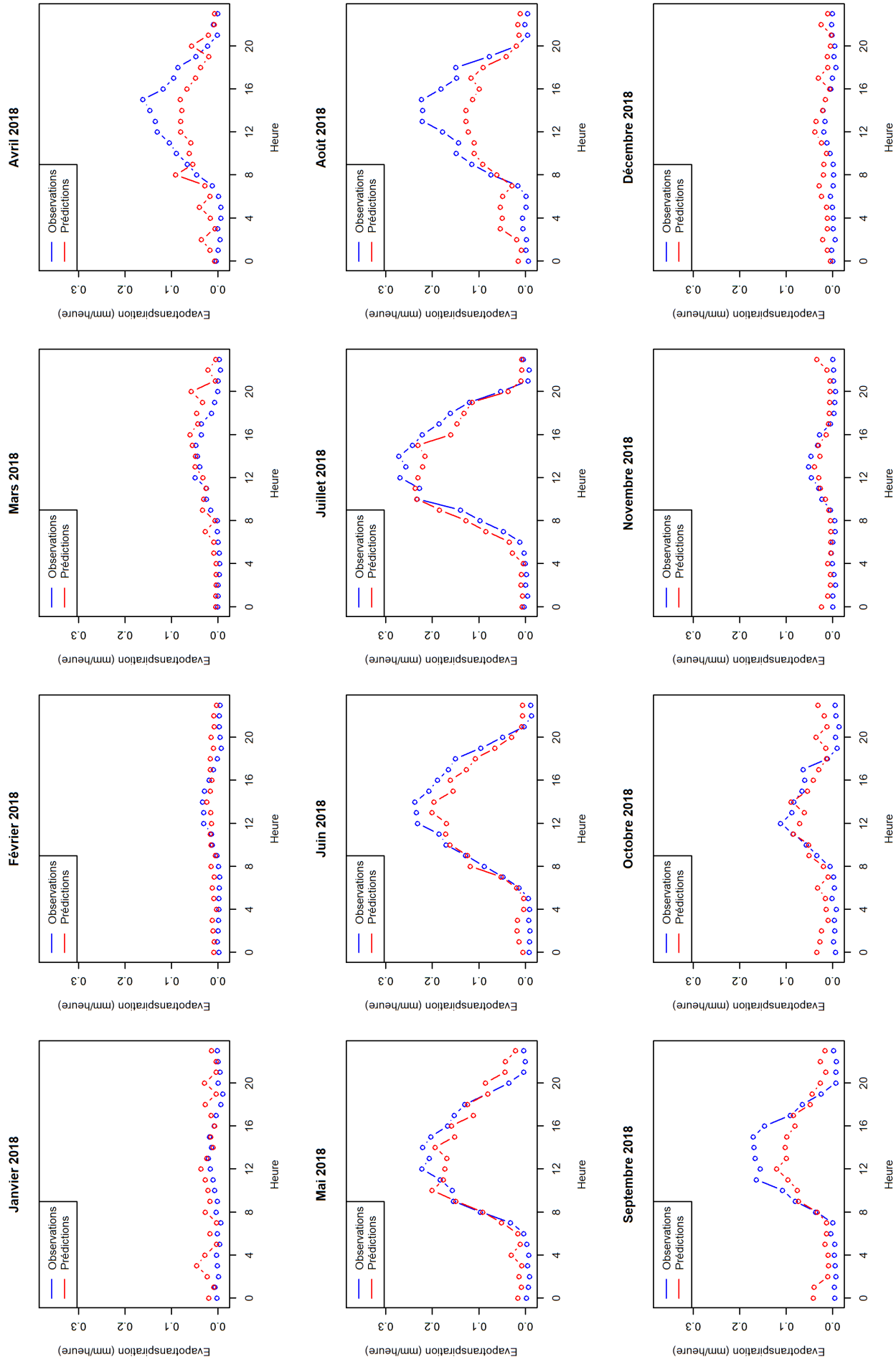


FIGURE 27 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2018.

C.2 Grande parcelle

2016

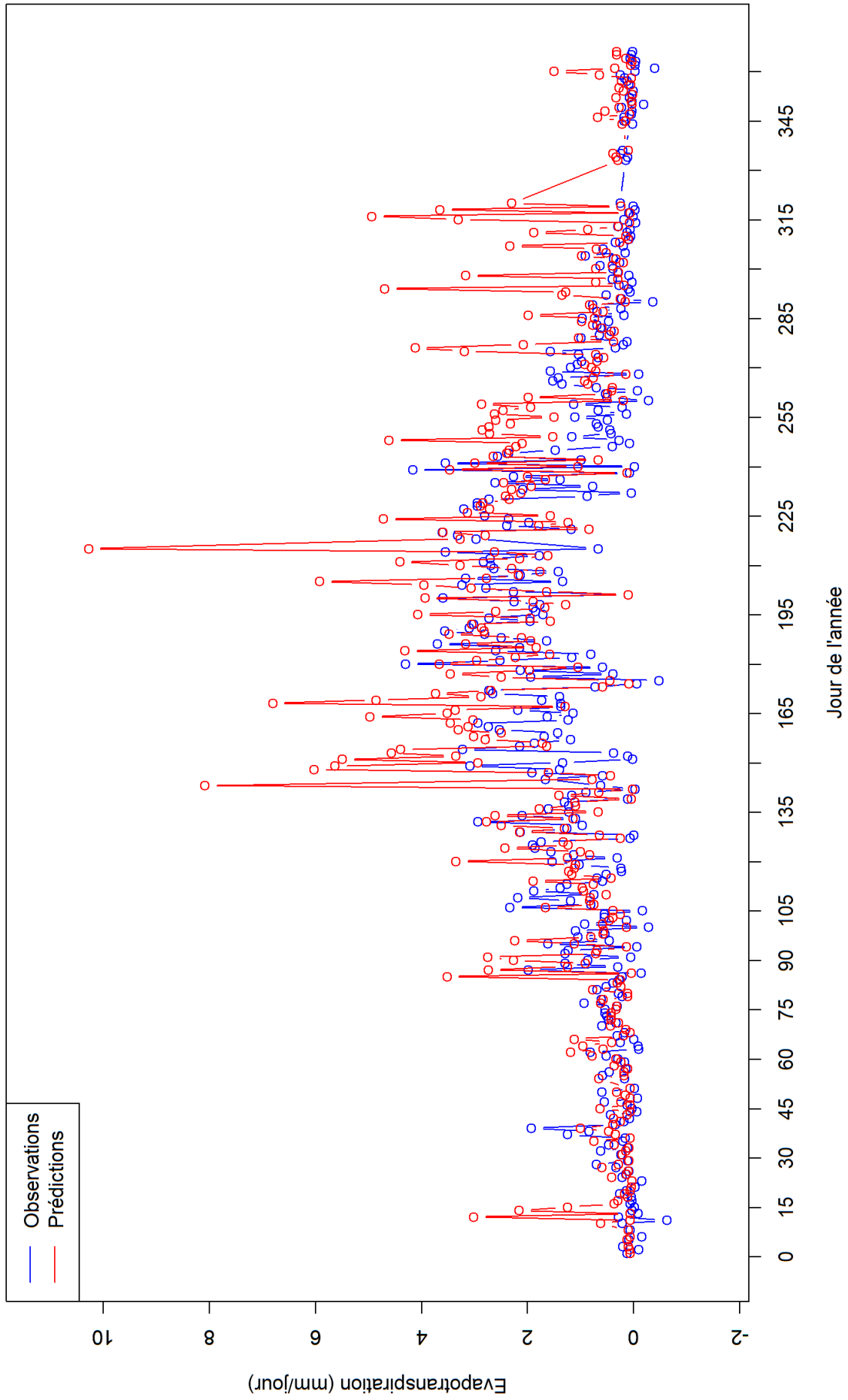


FIGURE 28 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la grande parcelle pour l'année 2016.

2017

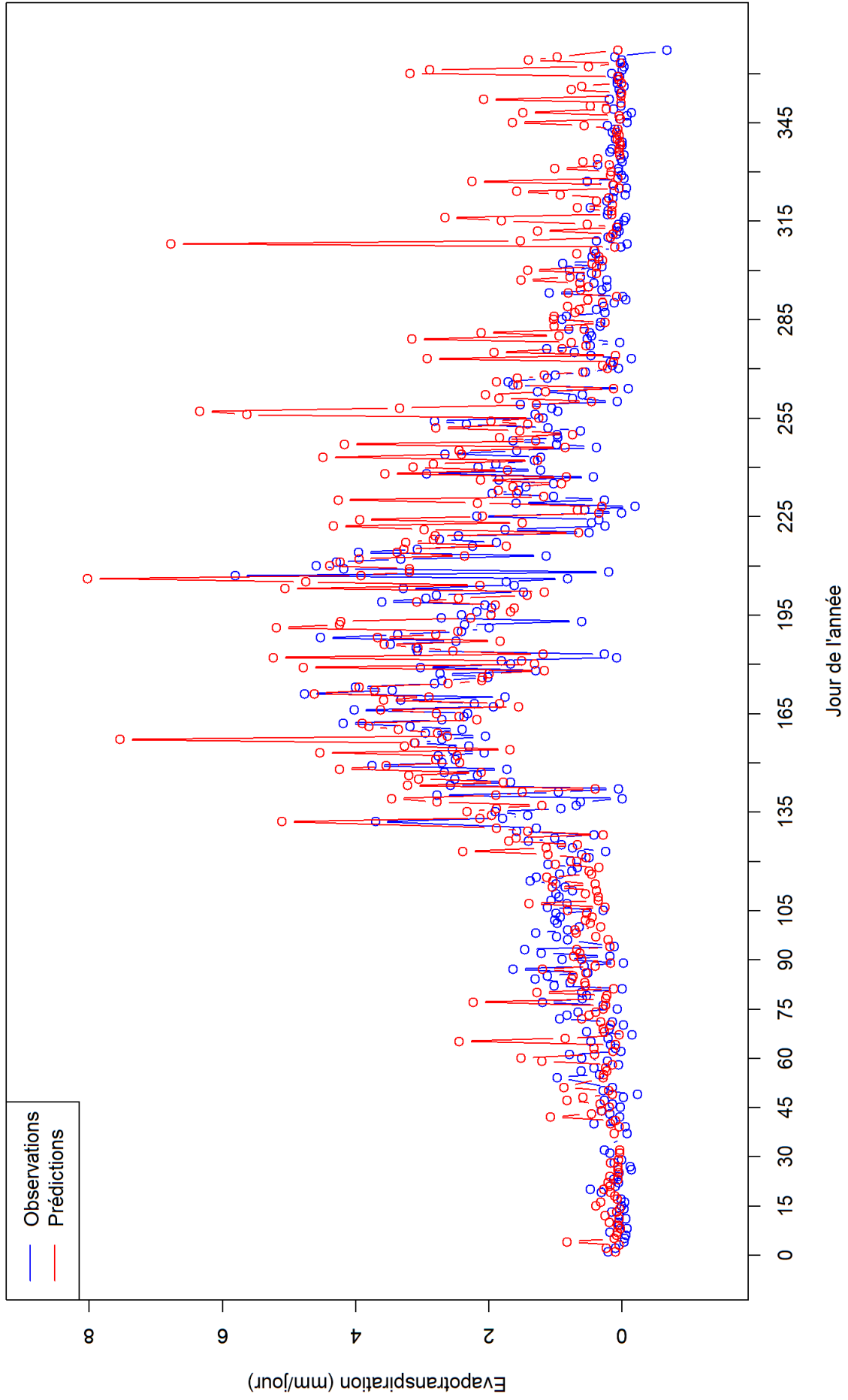


FIGURE 29 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la grande parcelle pour l'année 2017.

2018

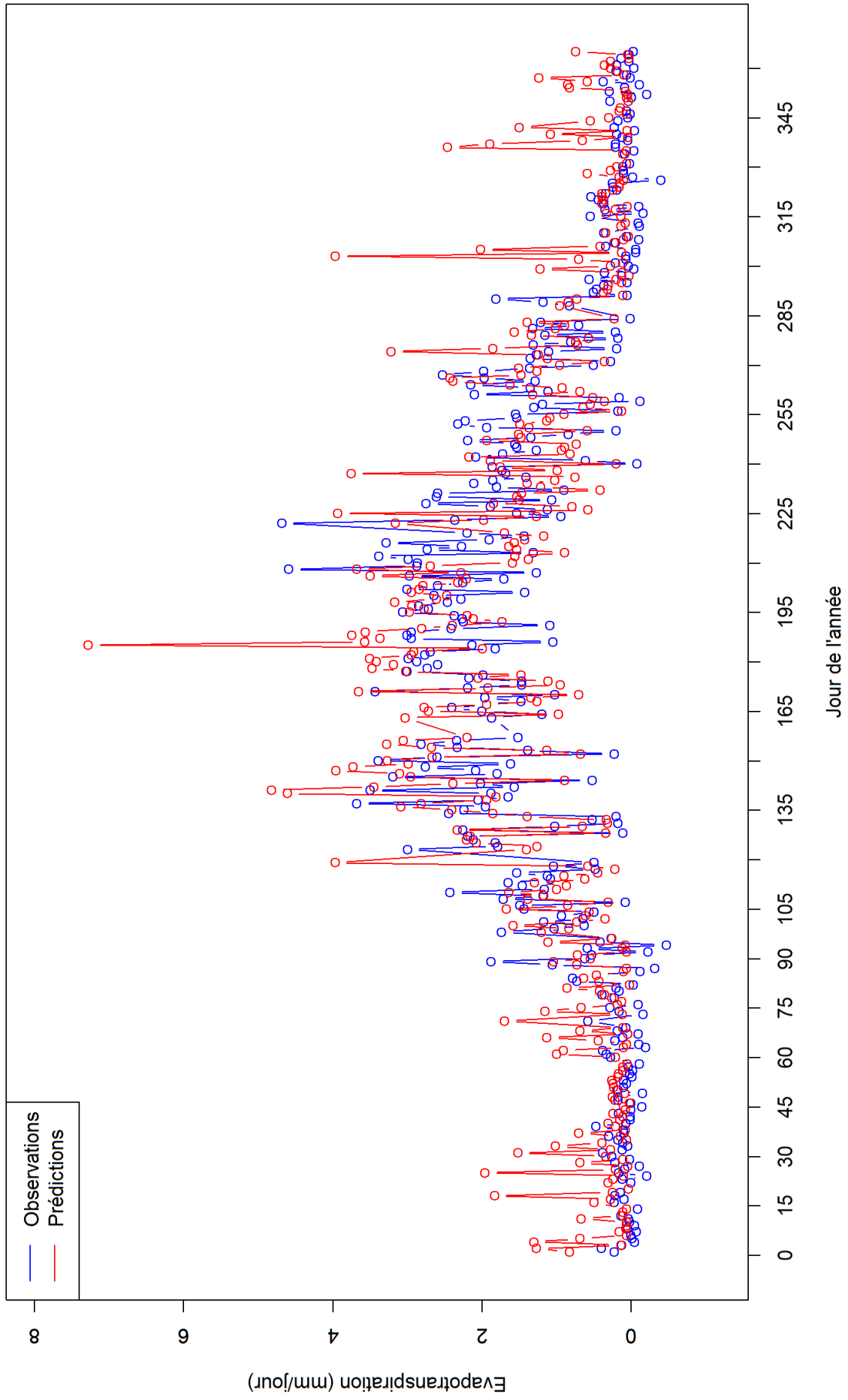


FIGURE 30 – Evolution jour par jour de l'évapotranspiration moyenne de la grande parcelle pour l'année 2018.

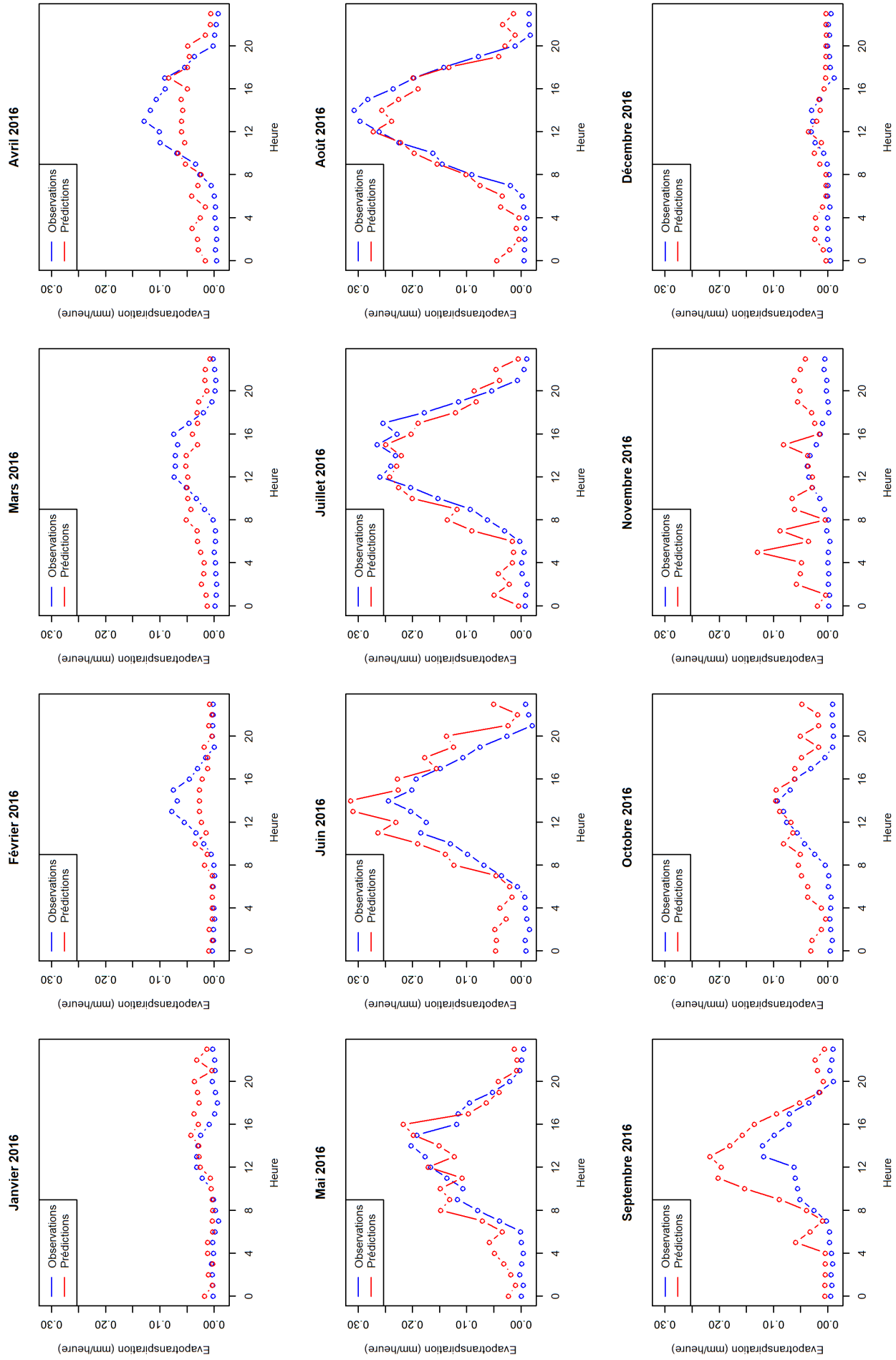


FIGURE 31 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la grande parcelle pour les différents mois de l'année 2016.

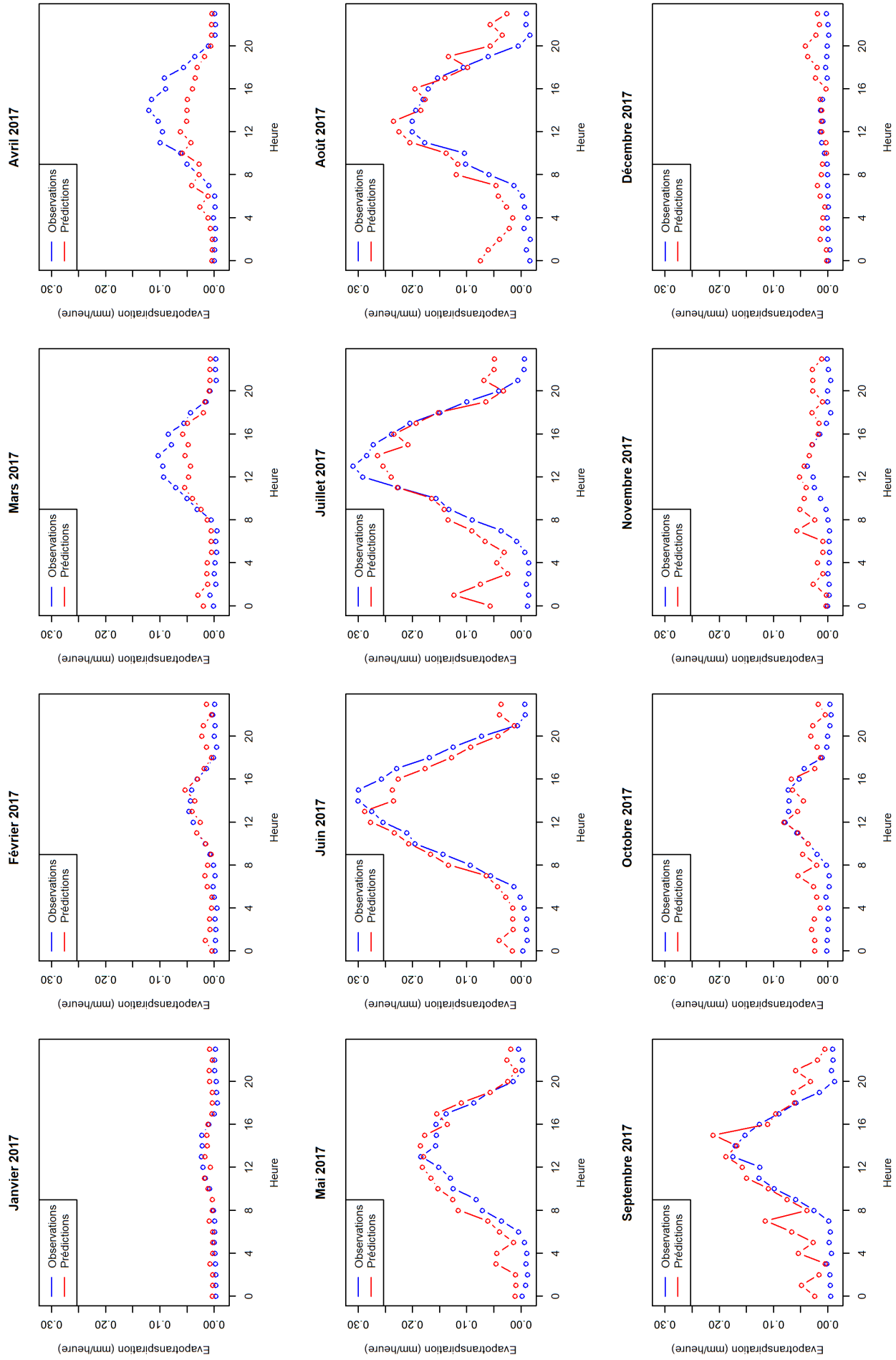


FIGURE 32 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la grande parcelle pour les différents mois de l'année 2017.

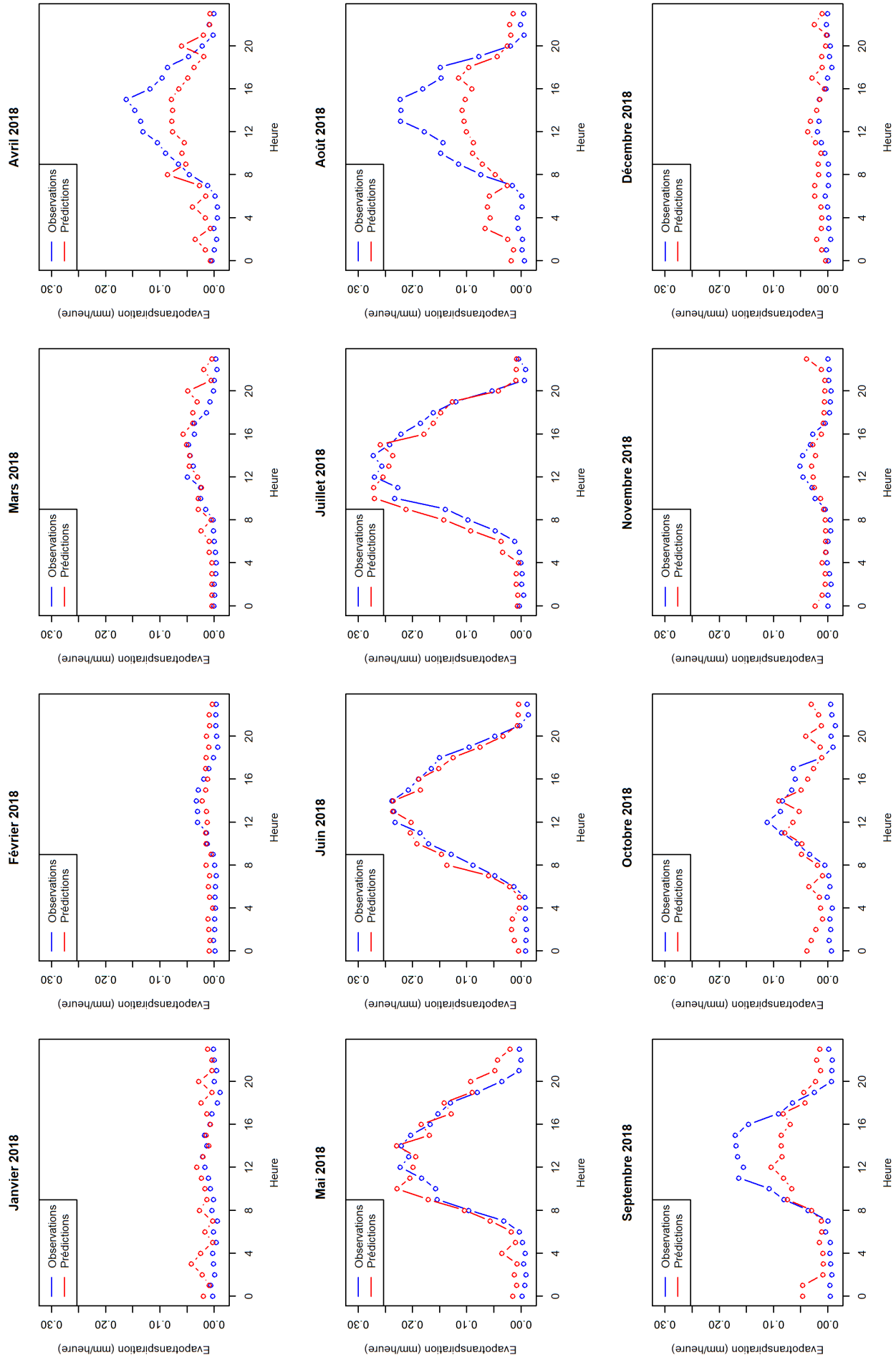
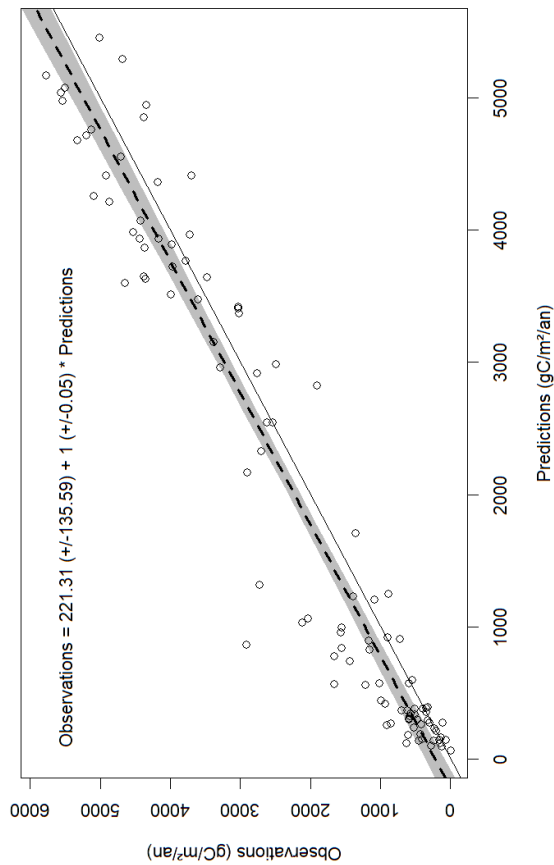


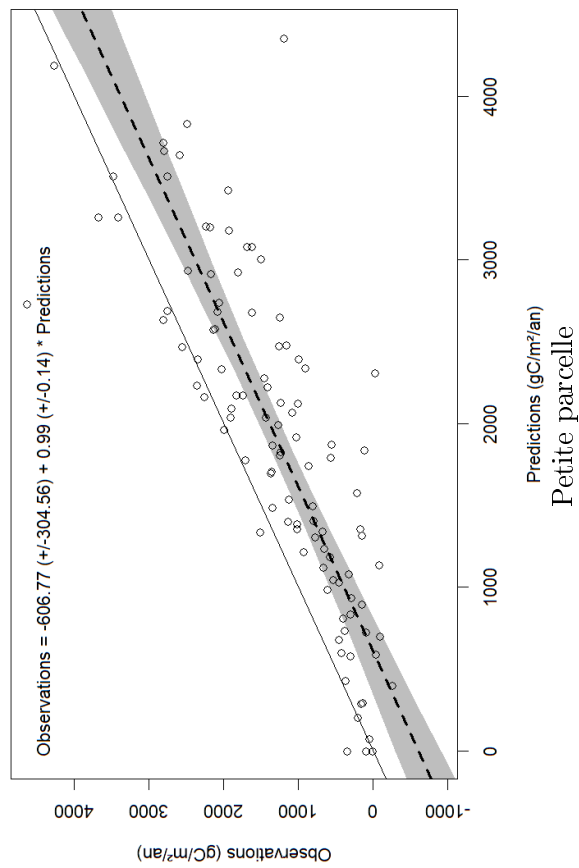
FIGURE 33 – Evolution heure par heure de l'évapotranspiration moyenne de la grande parcelle pour les différents mois de l'année 2018.

D Production primaire brute

Petit secteur hêtre



Petit secteur douglas



Petite parcelle

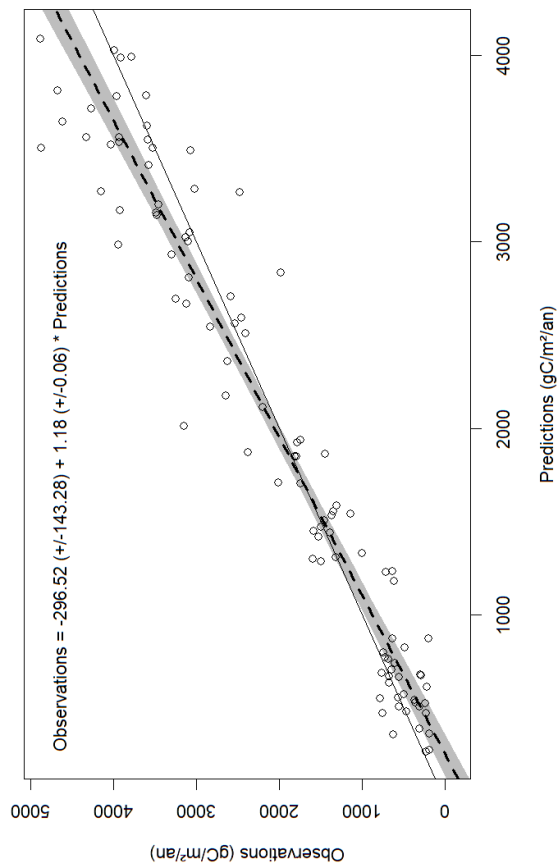
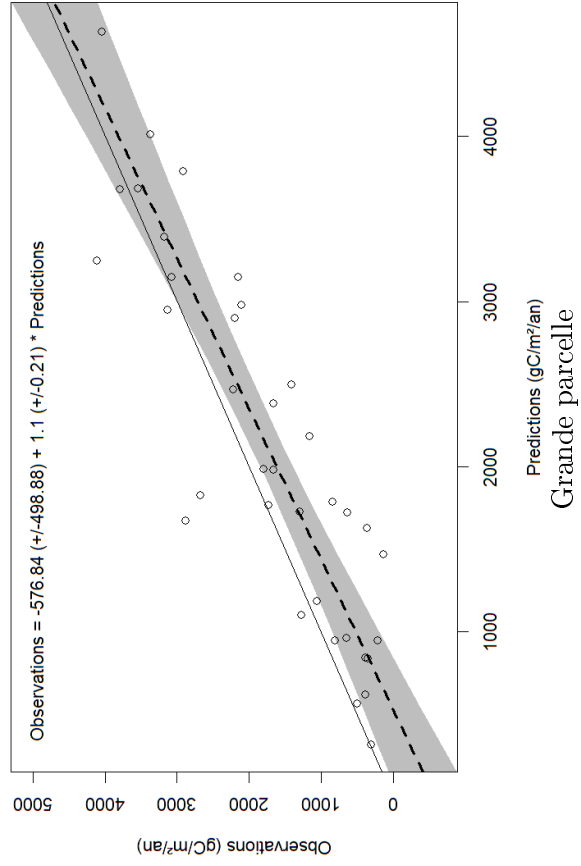
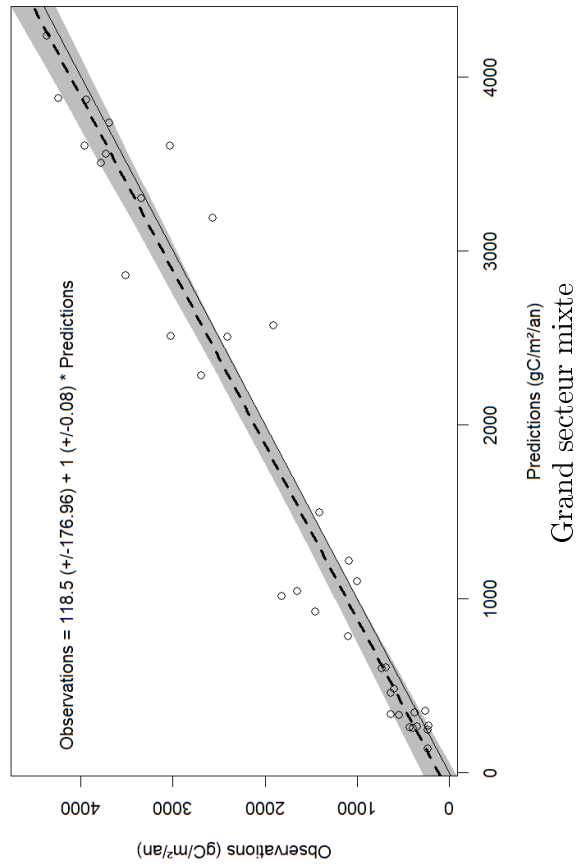


FIGURE 34 – Comparisons des prédictions et des observations de PPB agrégées à l'échelle mensuelle entre 2010 et 2018 à l'aide d'une régression orthogonale, pour le petit secteur hêtre, le petit secteur douglas et la petite parcelle. La droite de régression est représentée en trait tireté avec son intervalle de confiance en grisé et est à comparer avec la droite 1 : 1.

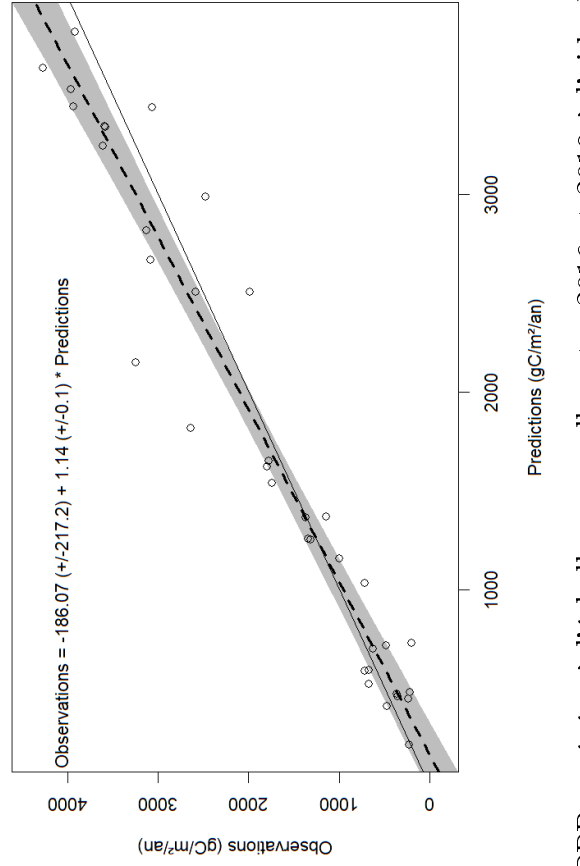
Grand secteur douglas



Grand secteur hêtre



Grand secteur hêtre



Grand secteur mixte

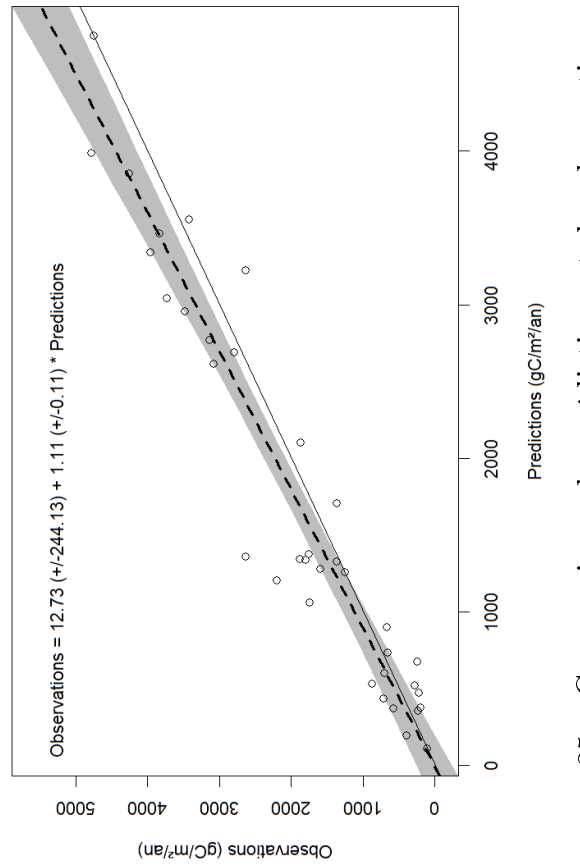
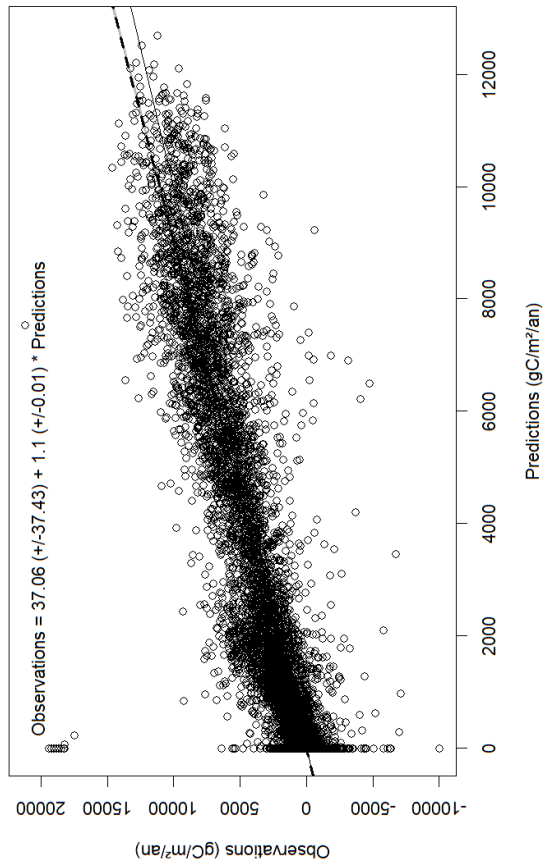


FIGURE 35 – Comparisons des prédictions et des observations de PPB agrégées à l'échelle mensuelle entre 2016 et 2018 à l'aide d'une régression orthogonale, pour le grand secteur hêtre, le grand secteur douglas, le grand secteur mixte et la grande parcelle. La droite de régression est représentée en trait tireté avec son intervalle de confiance en gris et est à comparer avec la droite 1 : 1.

Petit secteur hêtre



Petit secteur douglas

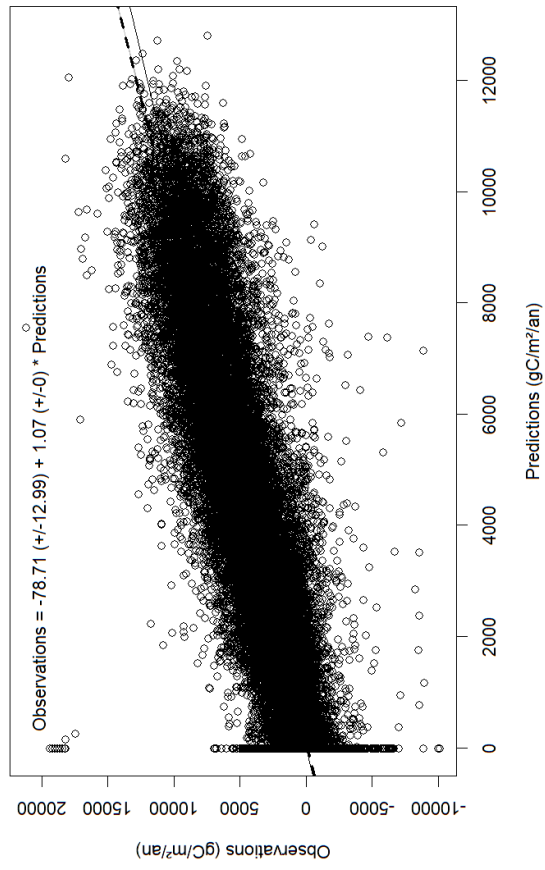
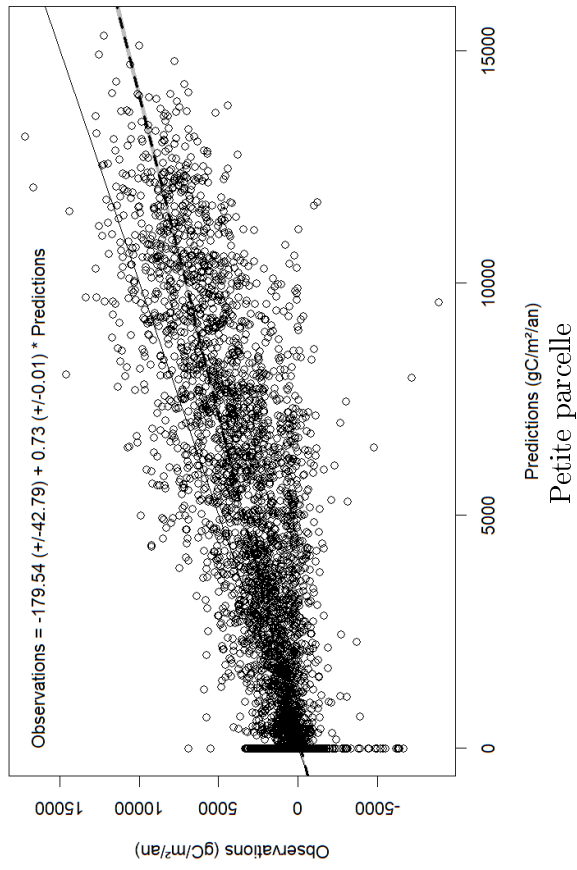
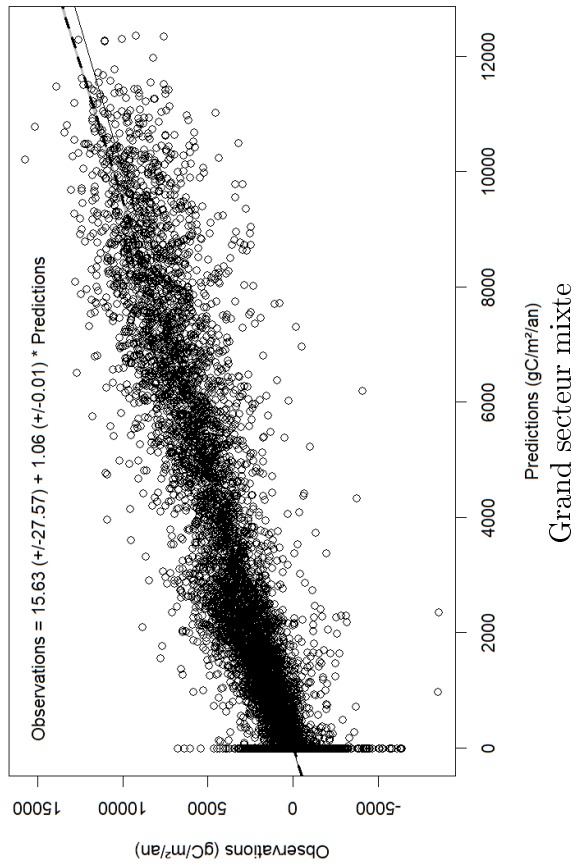
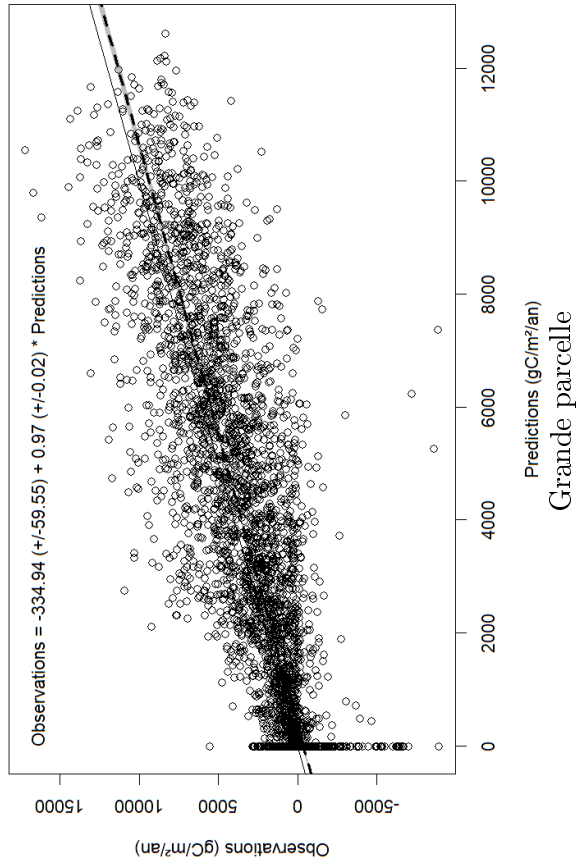


FIGURE 36 – Comparaisons des prédictions et des observations de PPB agrégées à l'échelle horaire entre 2010 et 2018 à l'aide d'une régression orthogonale, pour le petit secteur hêtre, le petit secteur douglas et la petite parcelle. La droite de régression est représentée en trait tireté avec son intervalle de confiance en grisé et est à comparer avec la droite 1 : 1.

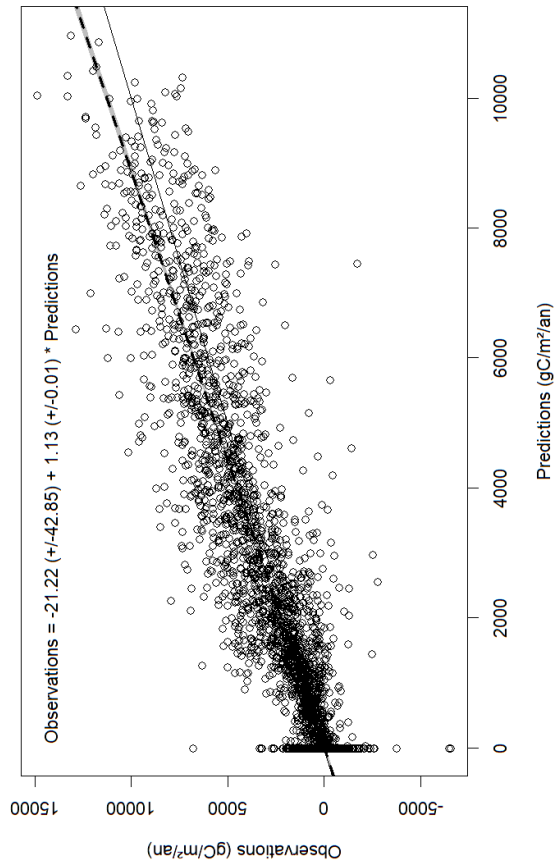
Grand secteur hêtre



Grand secteur douglas



Grand secteur mixte



Grande parcelle

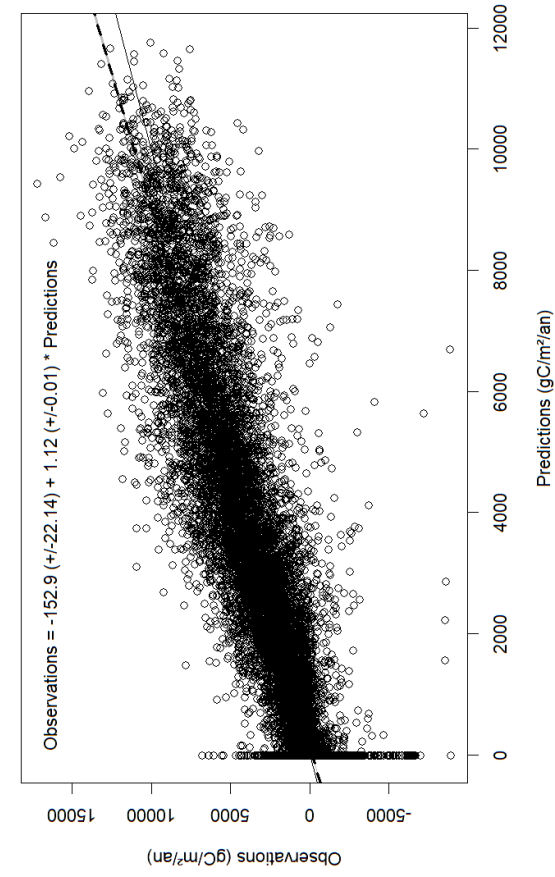


FIGURE 37 – Comparisons des prédictions et des observations de PPB agrégées à l'échelle horaire entre 2016 et 2018 à l'aide d'une régression orthogonale, pour le grand secteur hêtre, le grand secteur douglas, le grand secteur mixte et la grande parcelle. La droite de régression est représentée en trait tireté avec son intervalle de confiance en gris et à comparer avec la droite 1 : 1.

D.1 Petit secteur hêtre

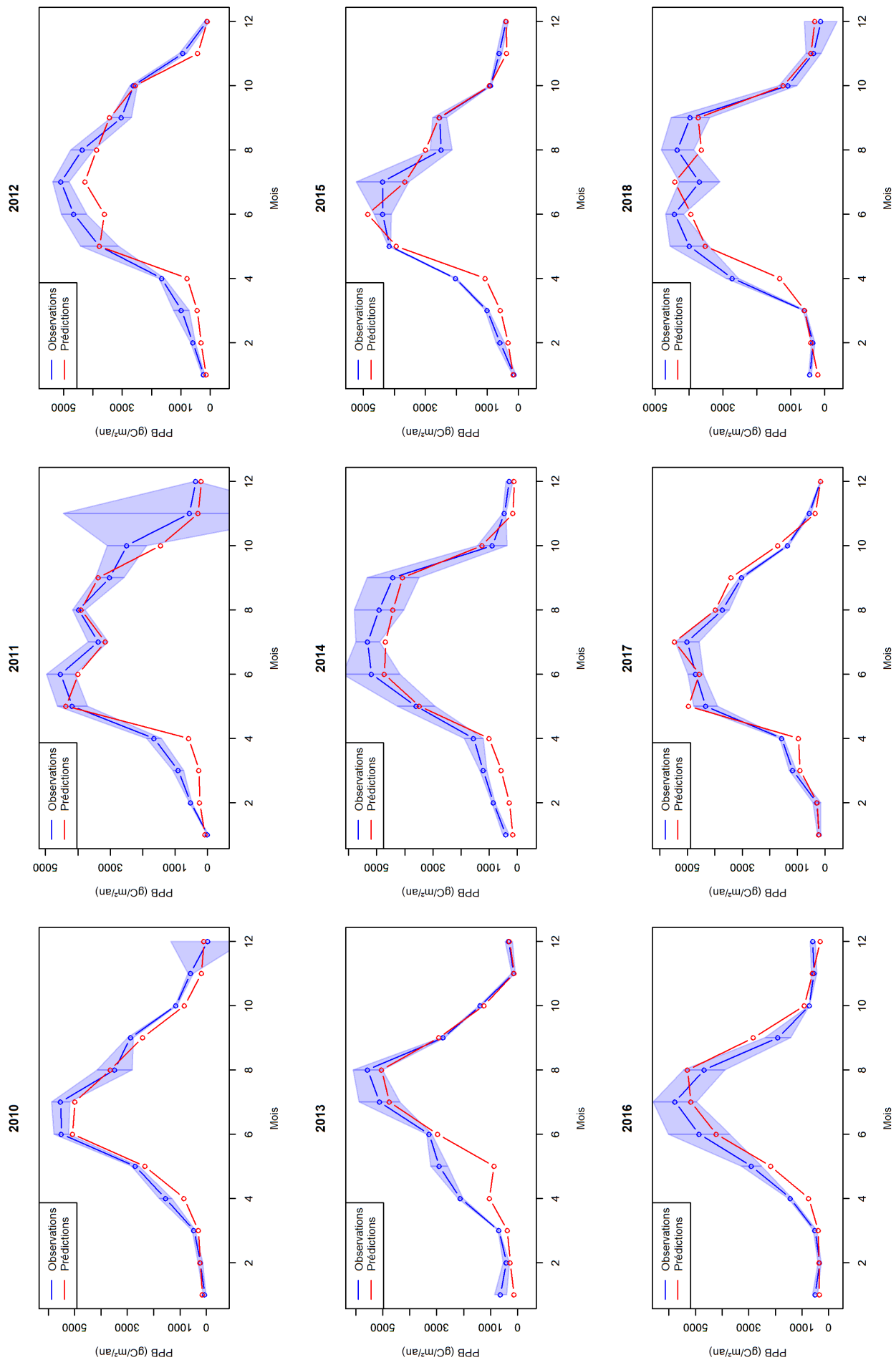


FIGURE 38 – Evolution mois par mois de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hère pour différentes années. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2010

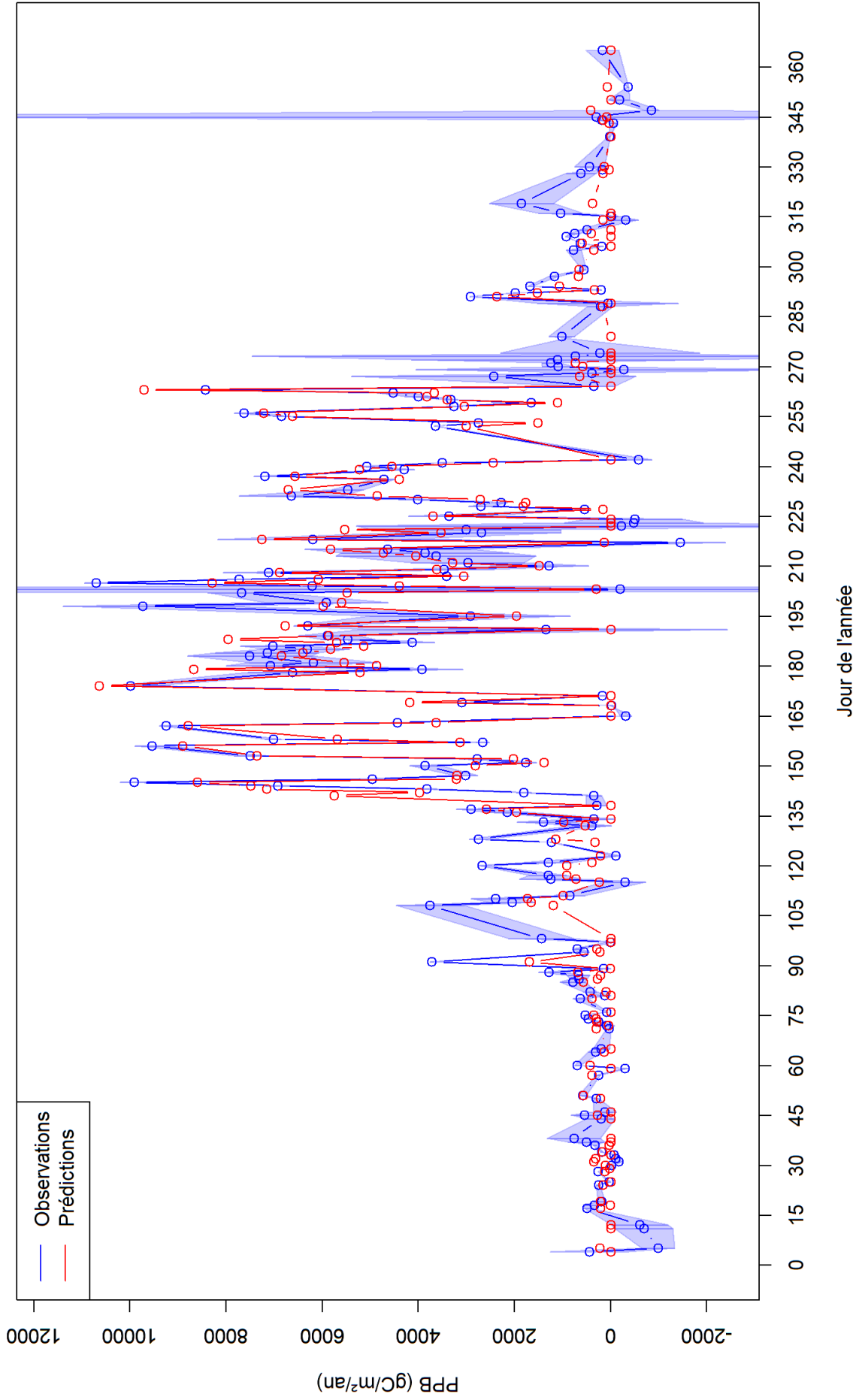


FIGURE 39 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour l'année 2010. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2011

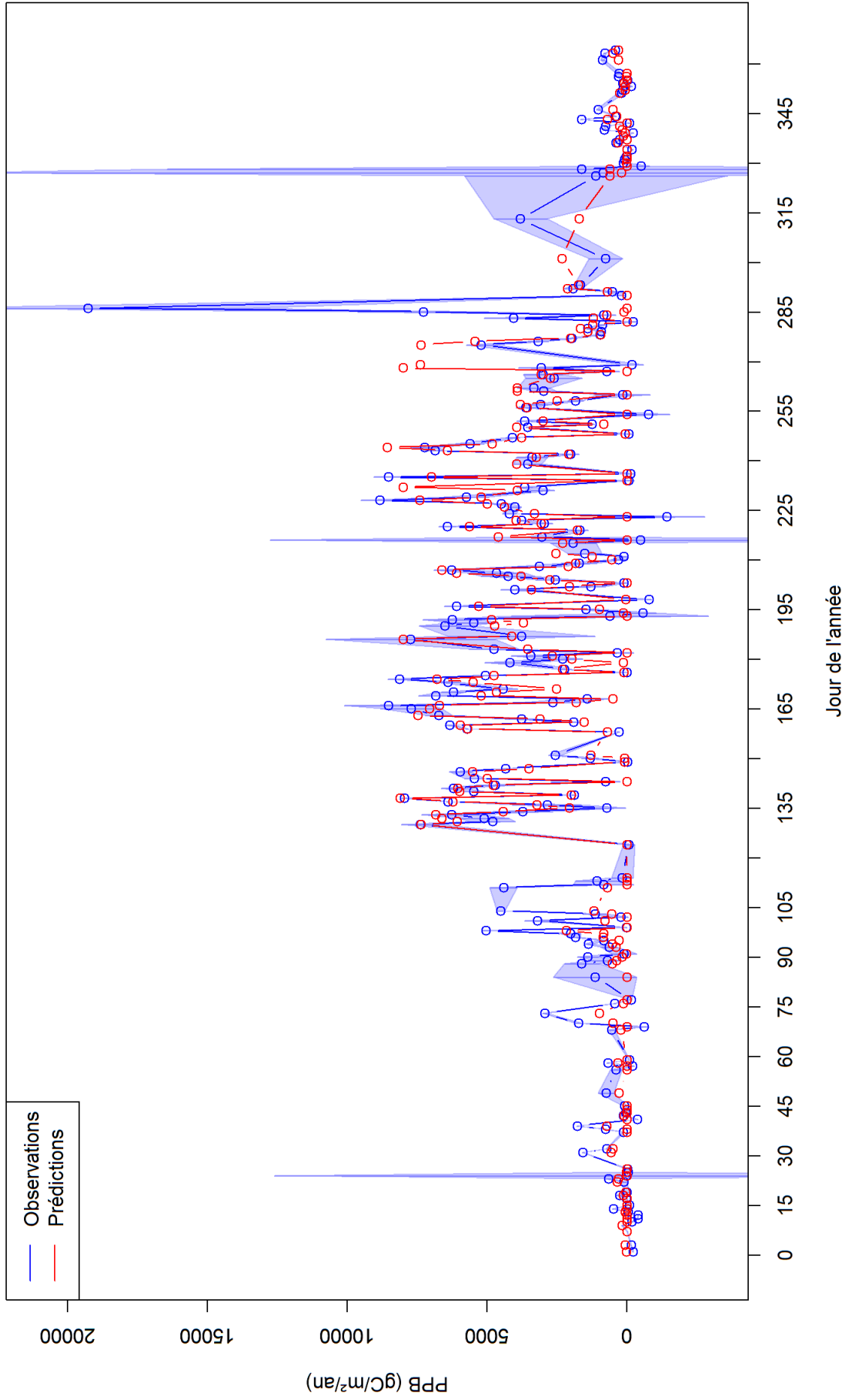


FIGURE 40 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour l'année 2011. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2012

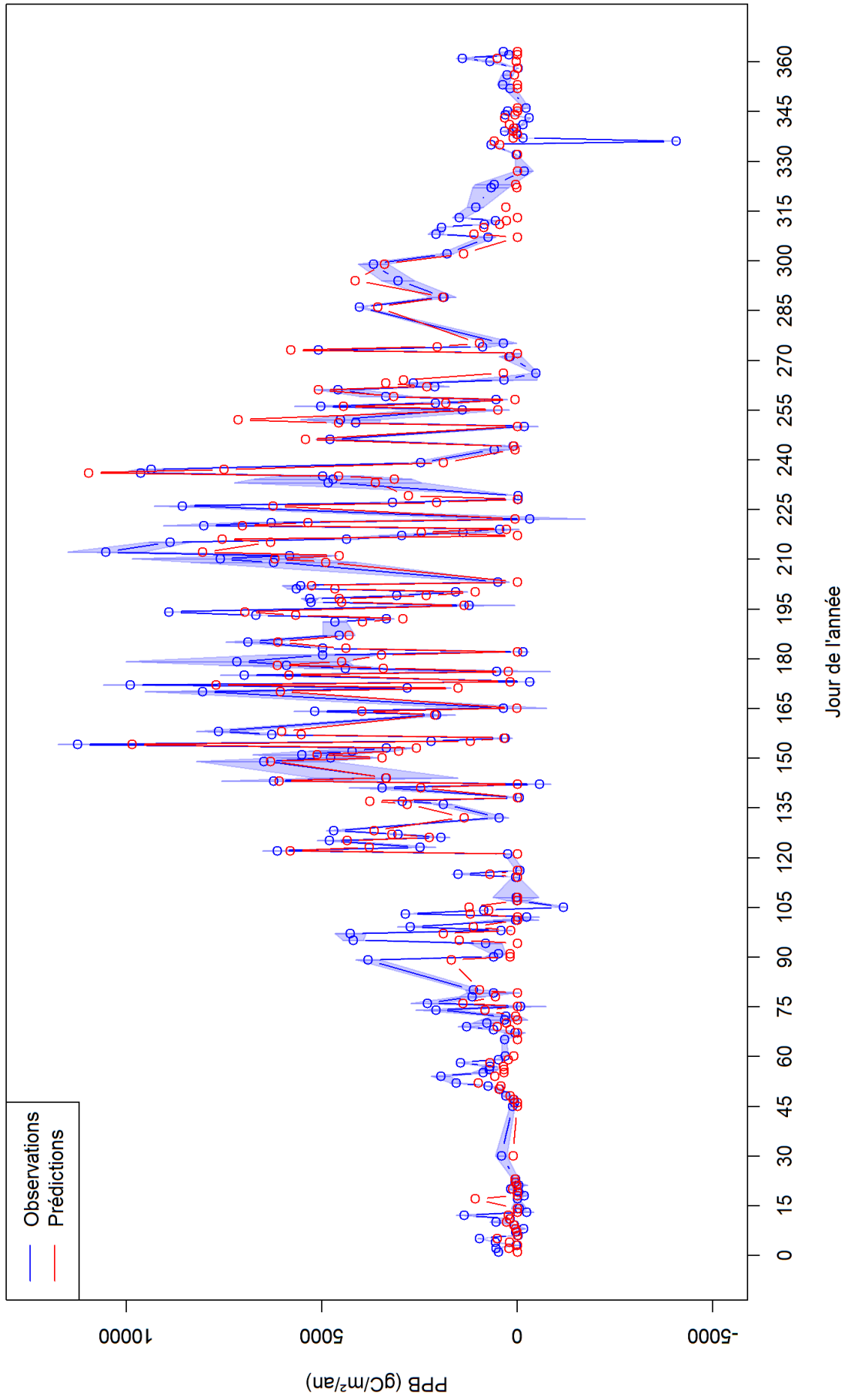


FIGURE 41 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour l'année 2012. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2013

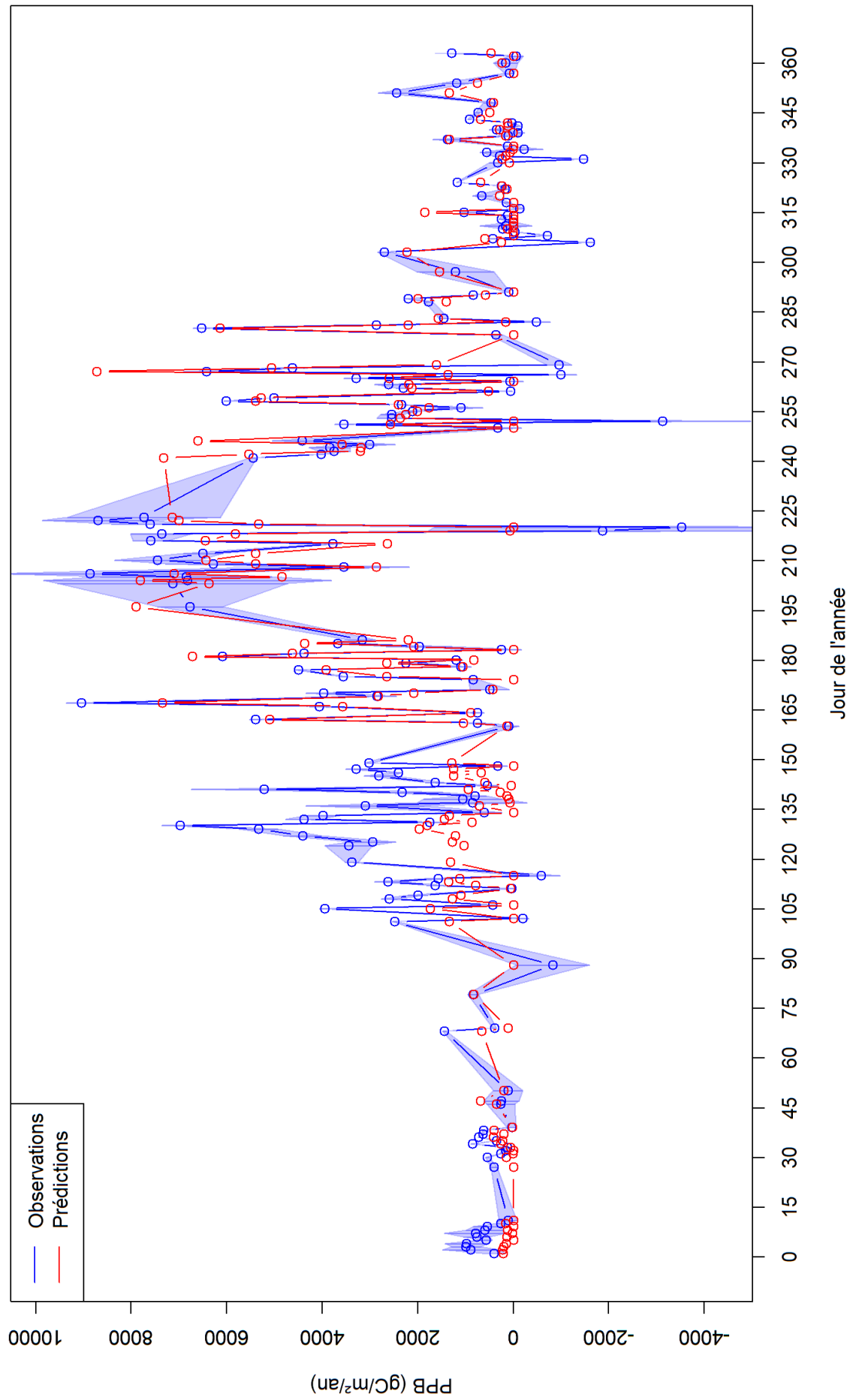


FIGURE 42 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour l'année 2013. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2014

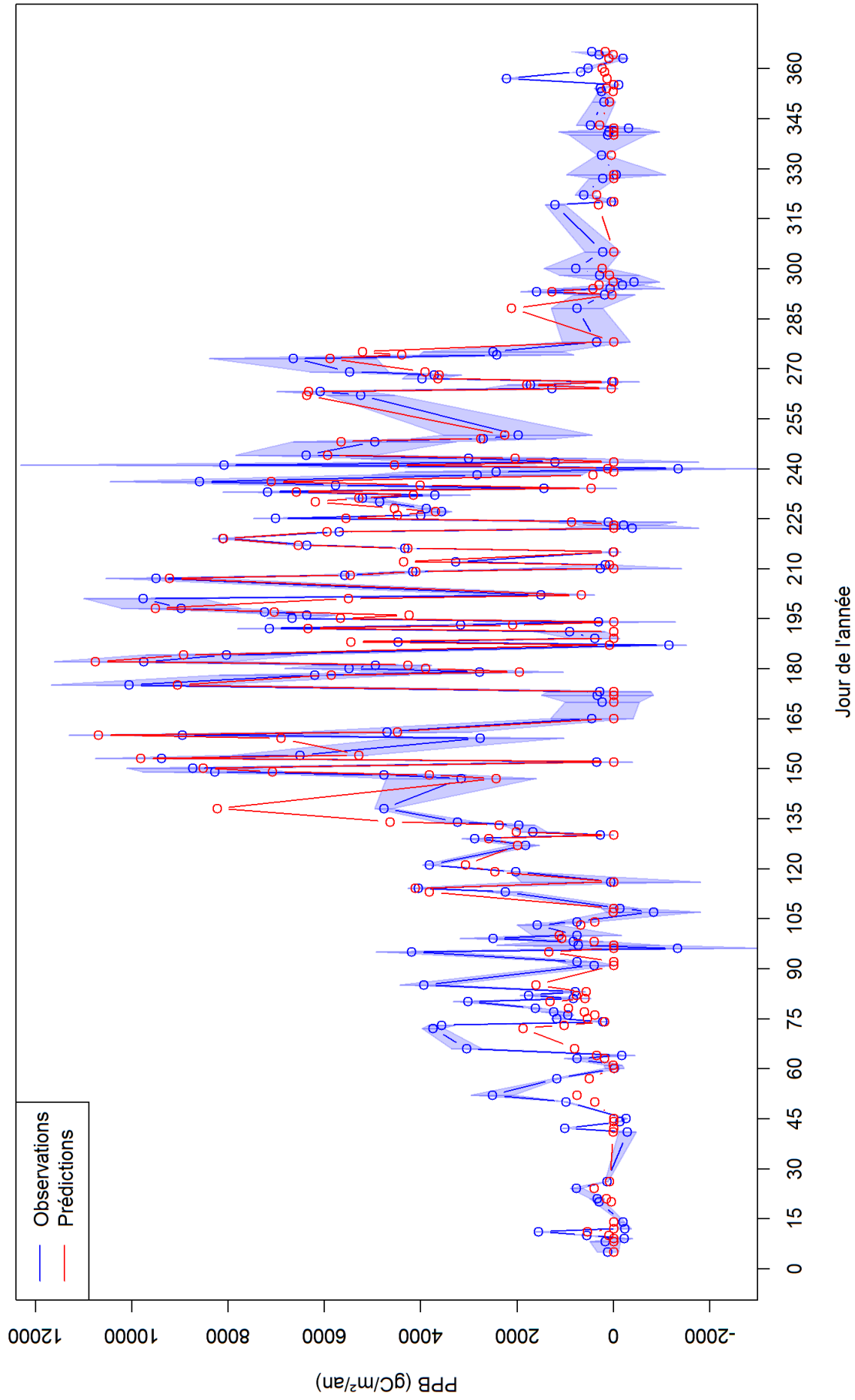


FIGURE 43 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour l'année 2014. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2015

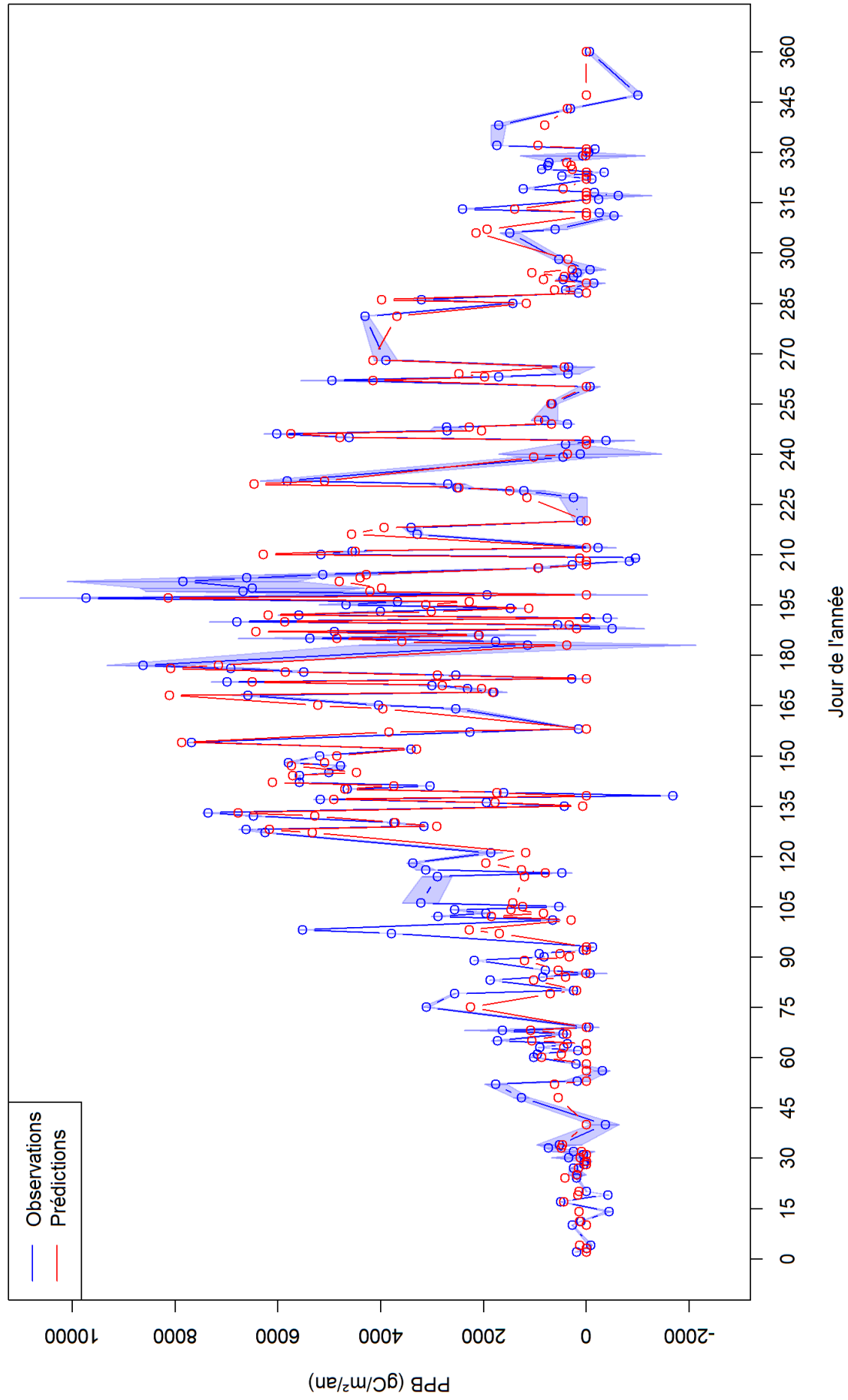


FIGURE 44 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour l'année 2015. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2016

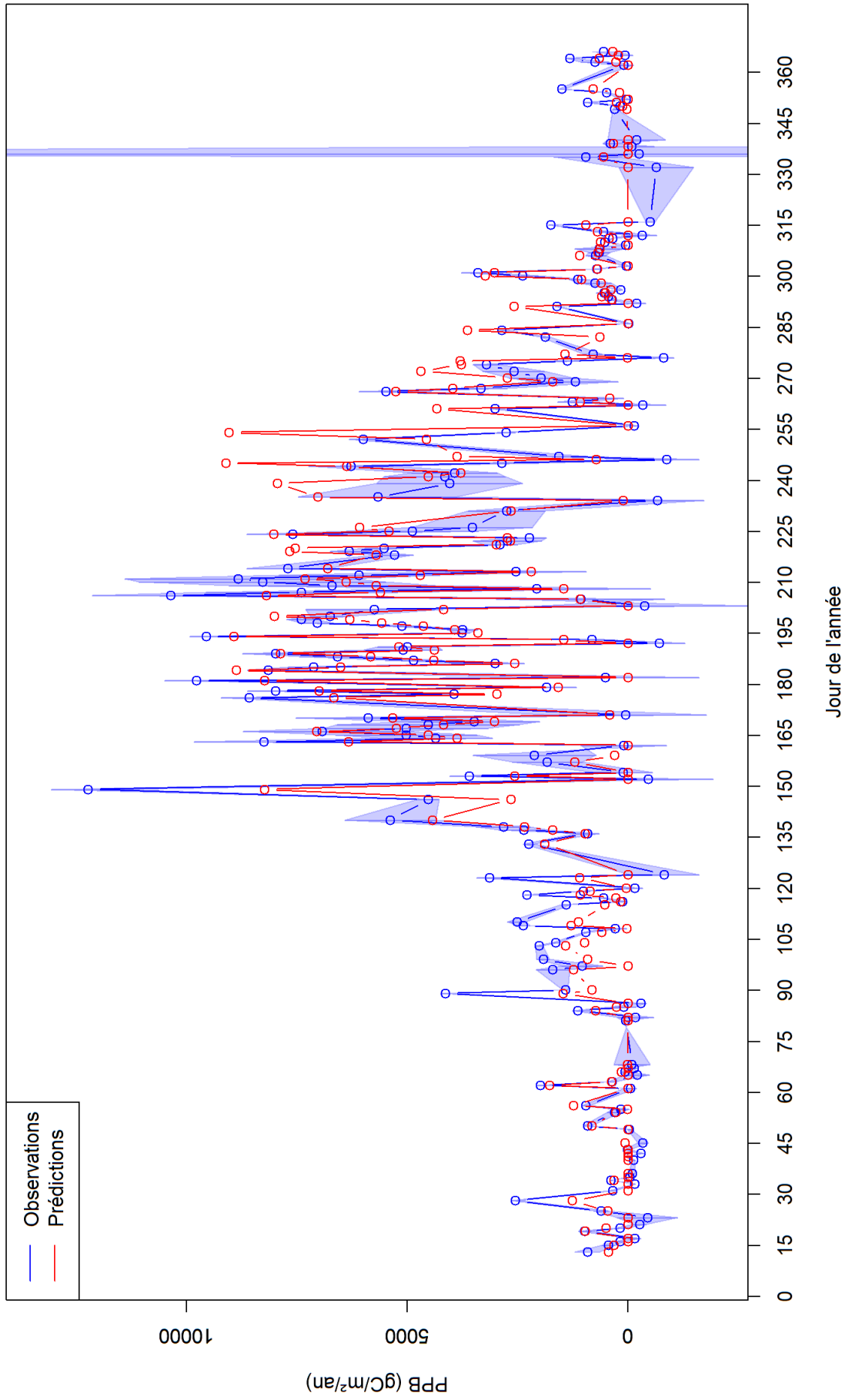


FIGURE 45 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2017

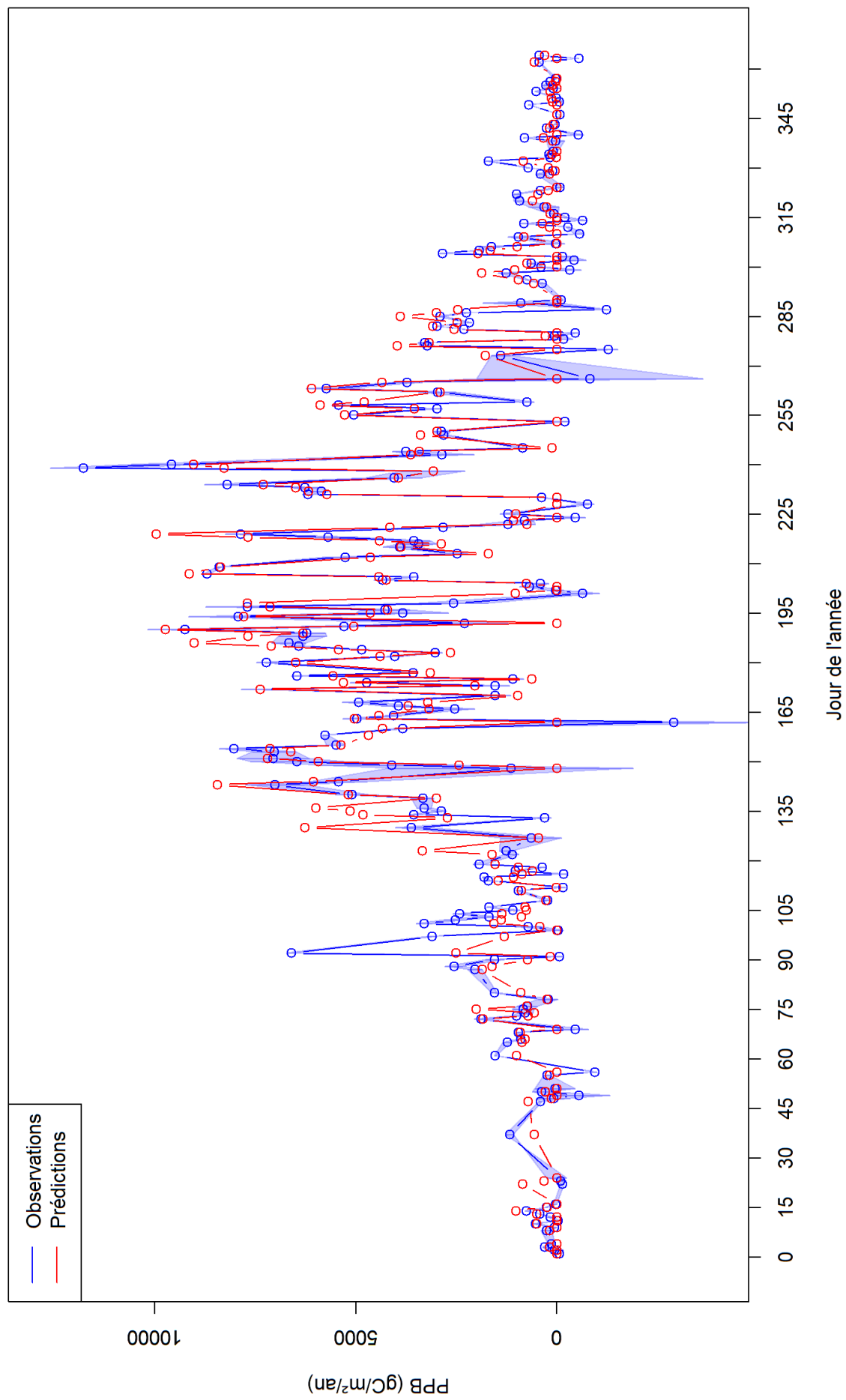


FIGURE 46 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2018

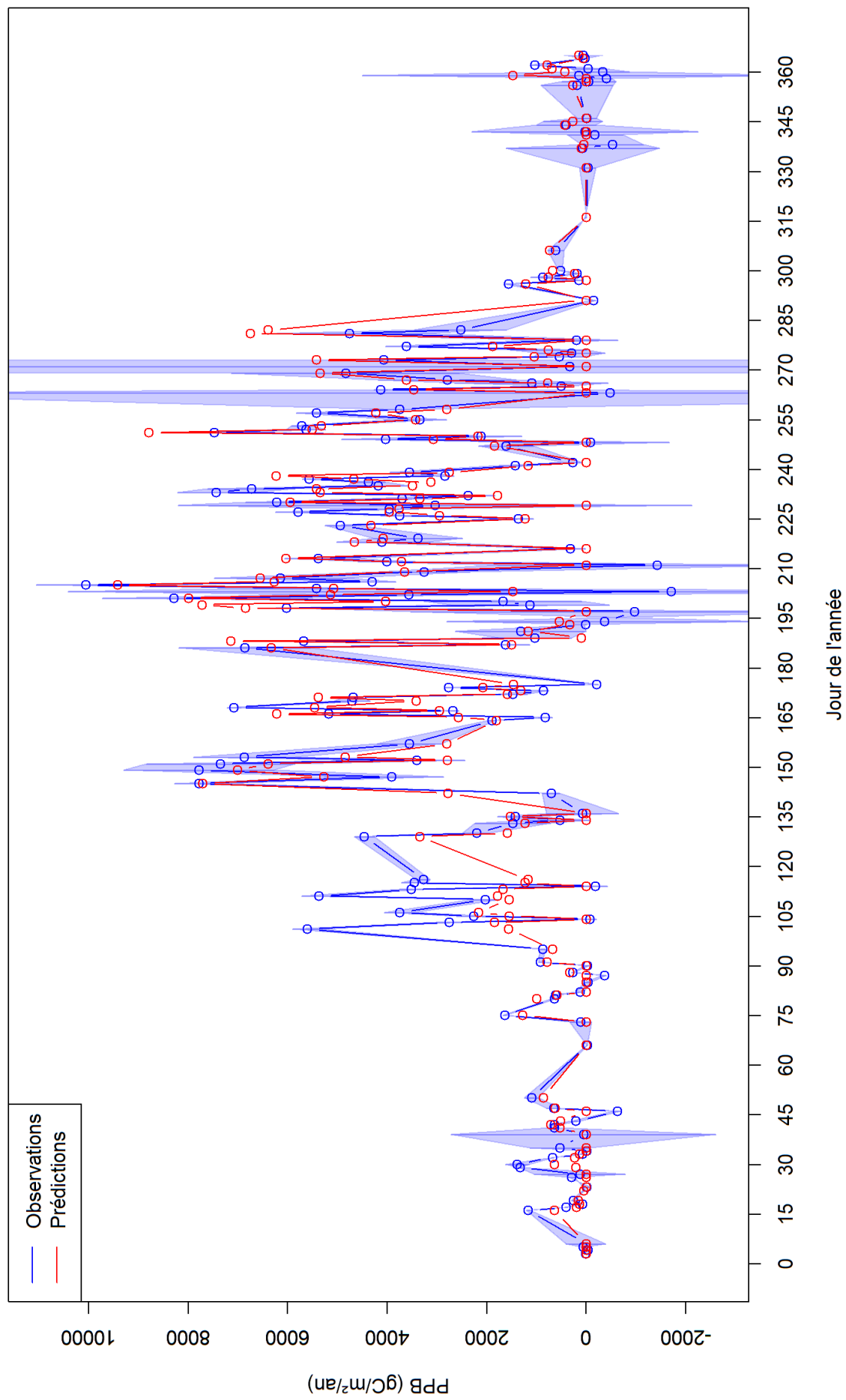


FIGURE 47 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

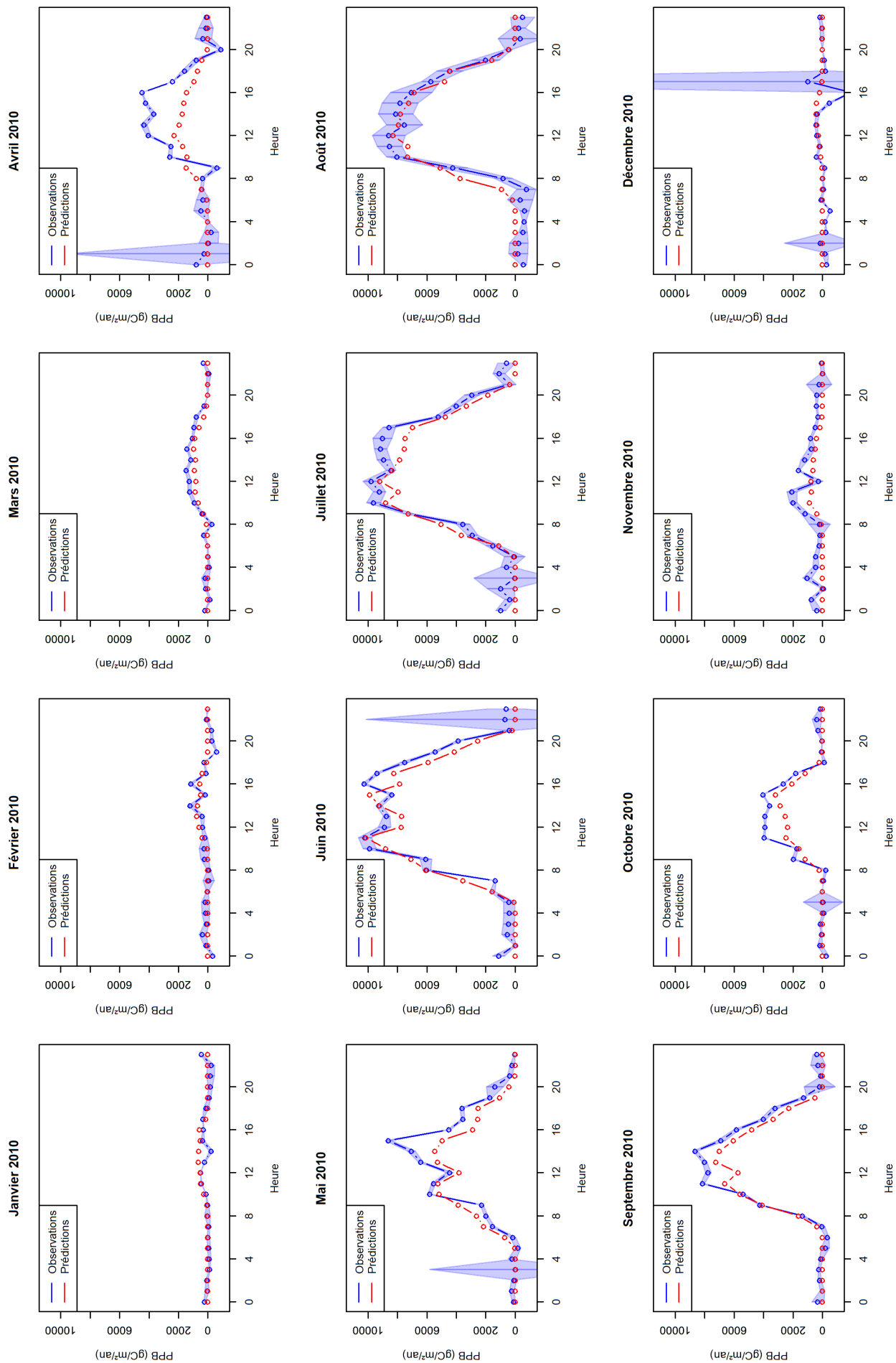


FIGURE 48 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2010. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

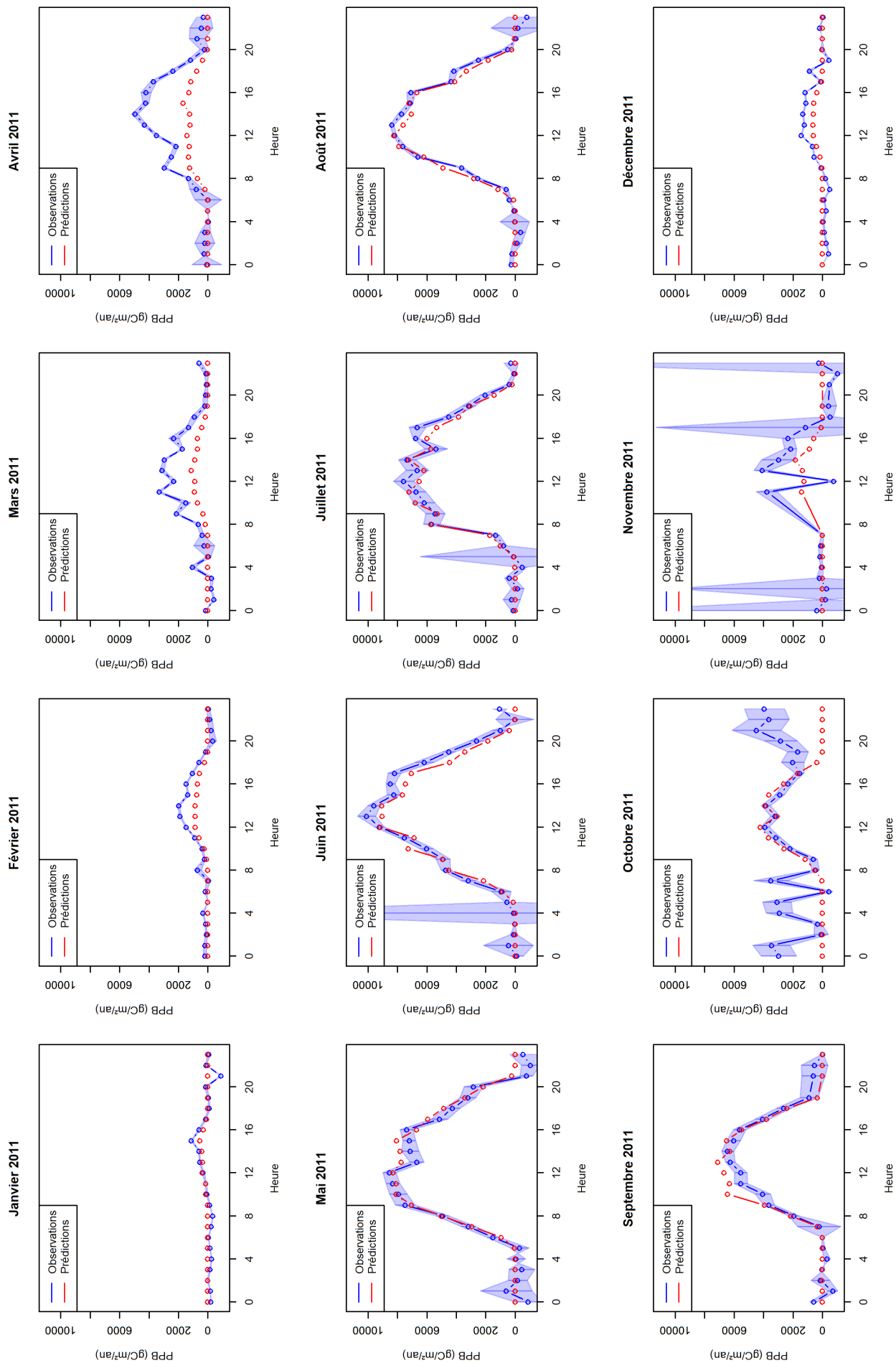


FIGURE 49 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2011. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

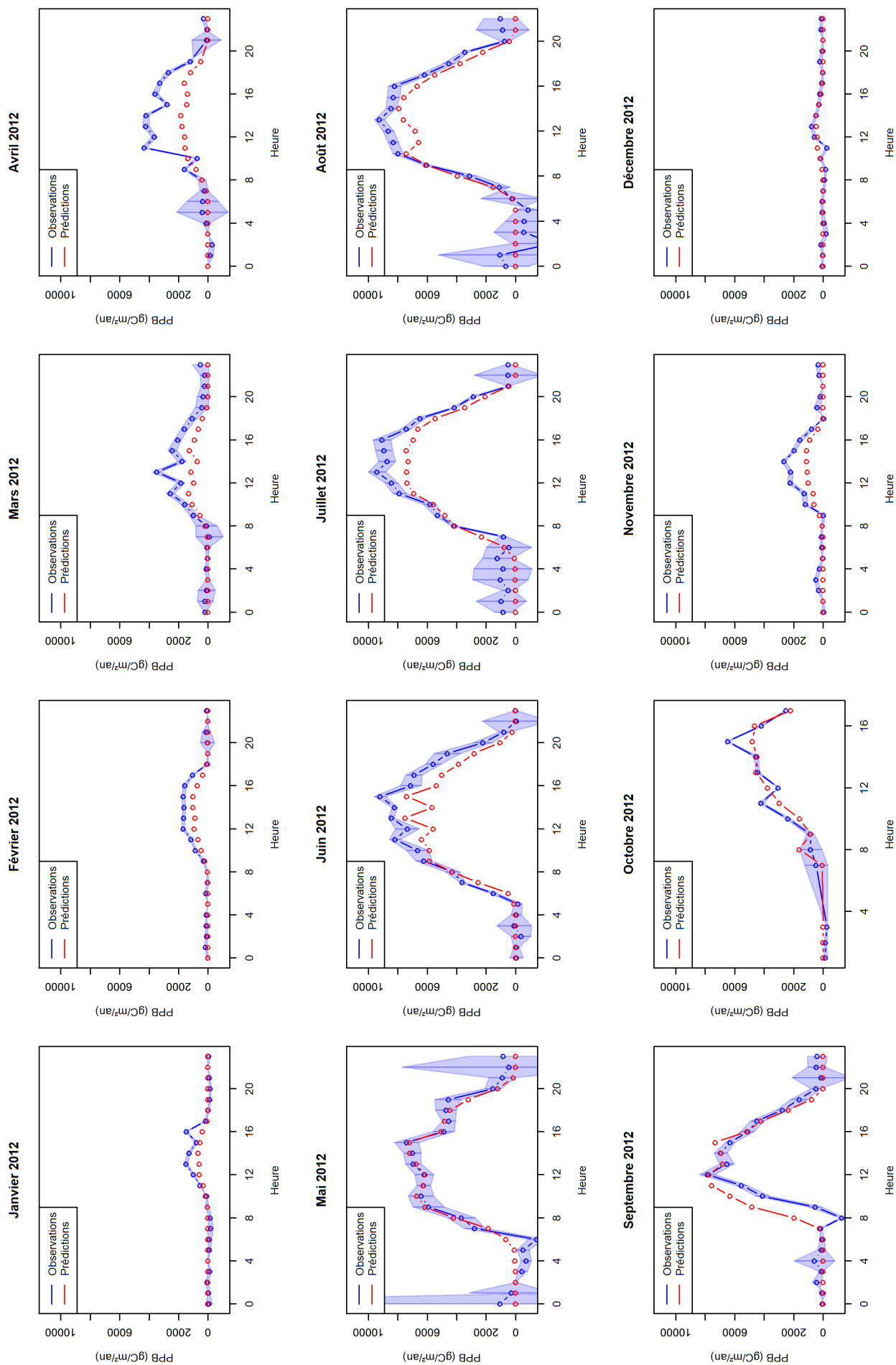


FIGURE 50 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2012. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

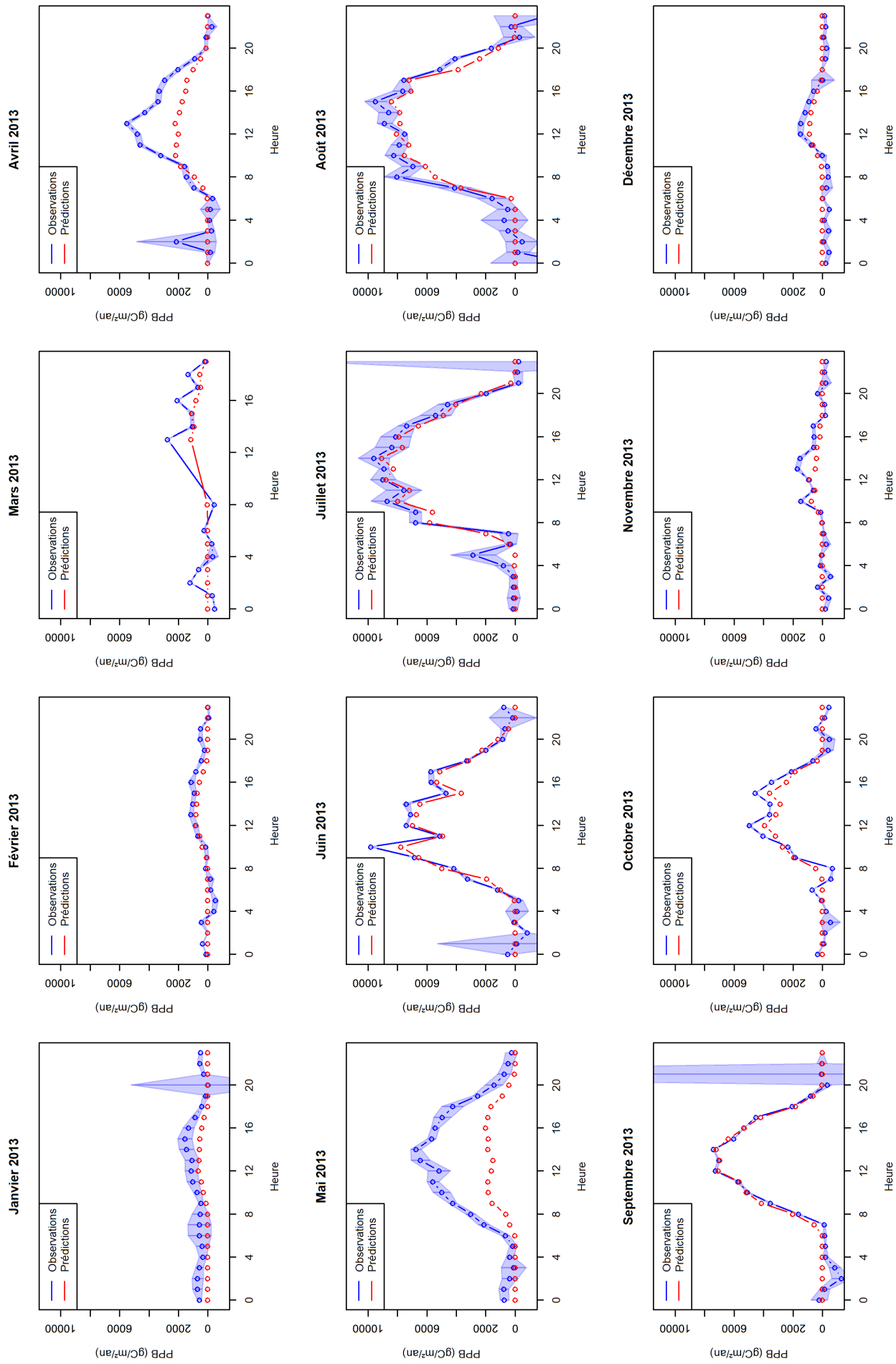


FIGURE 51 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2013. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

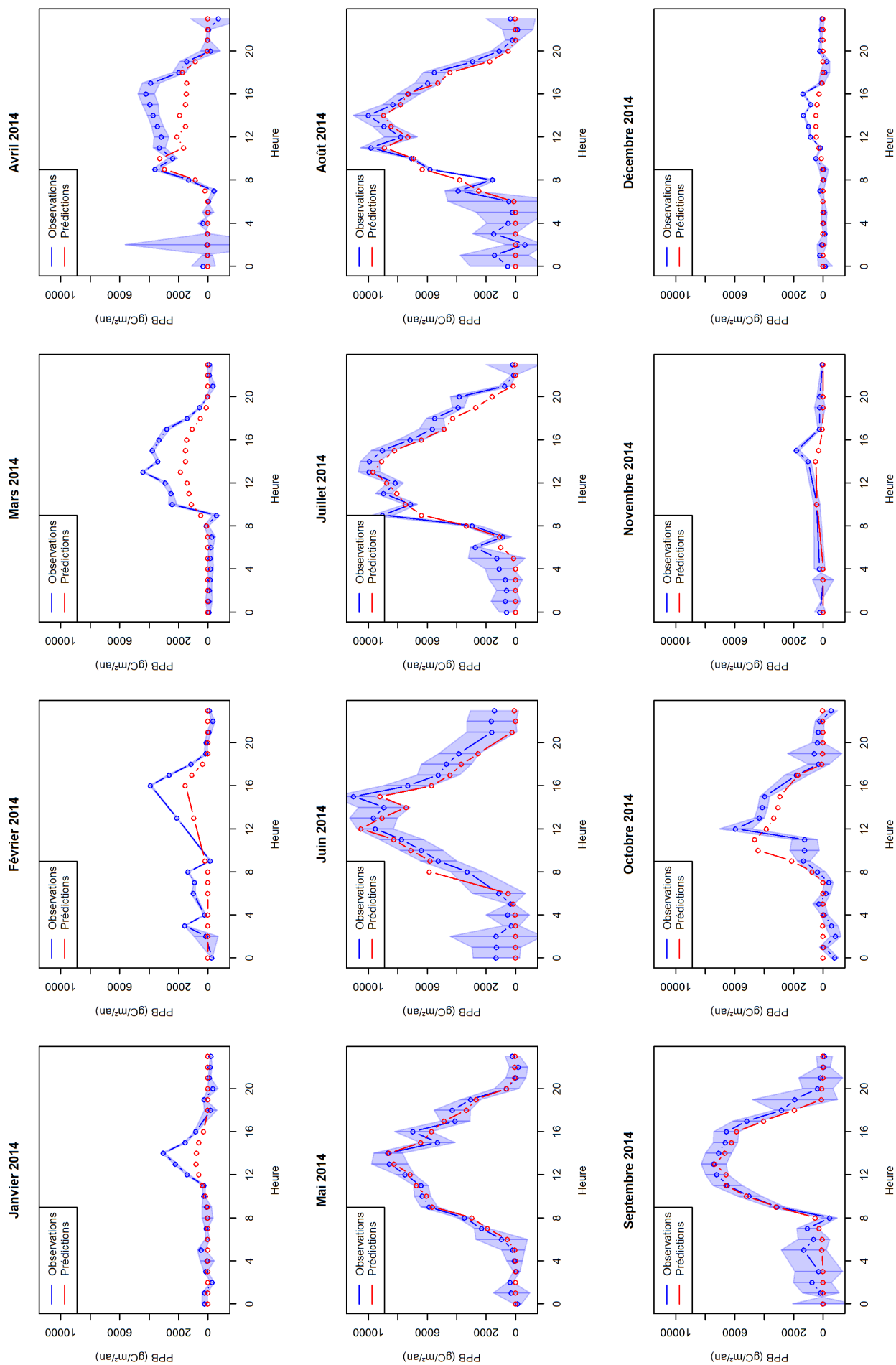


FIGURE 52 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2014. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

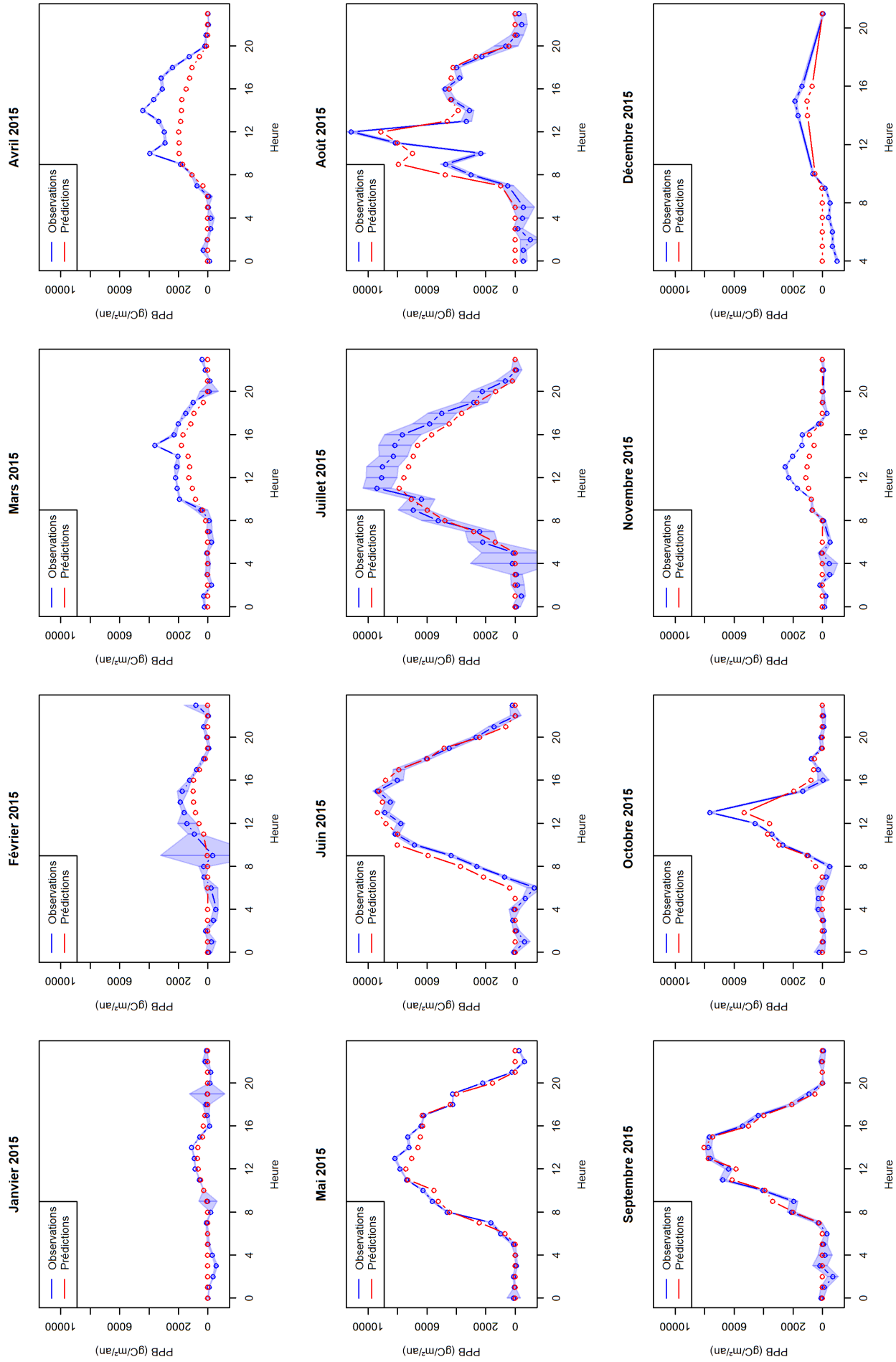


FIGURE 53 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2015. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

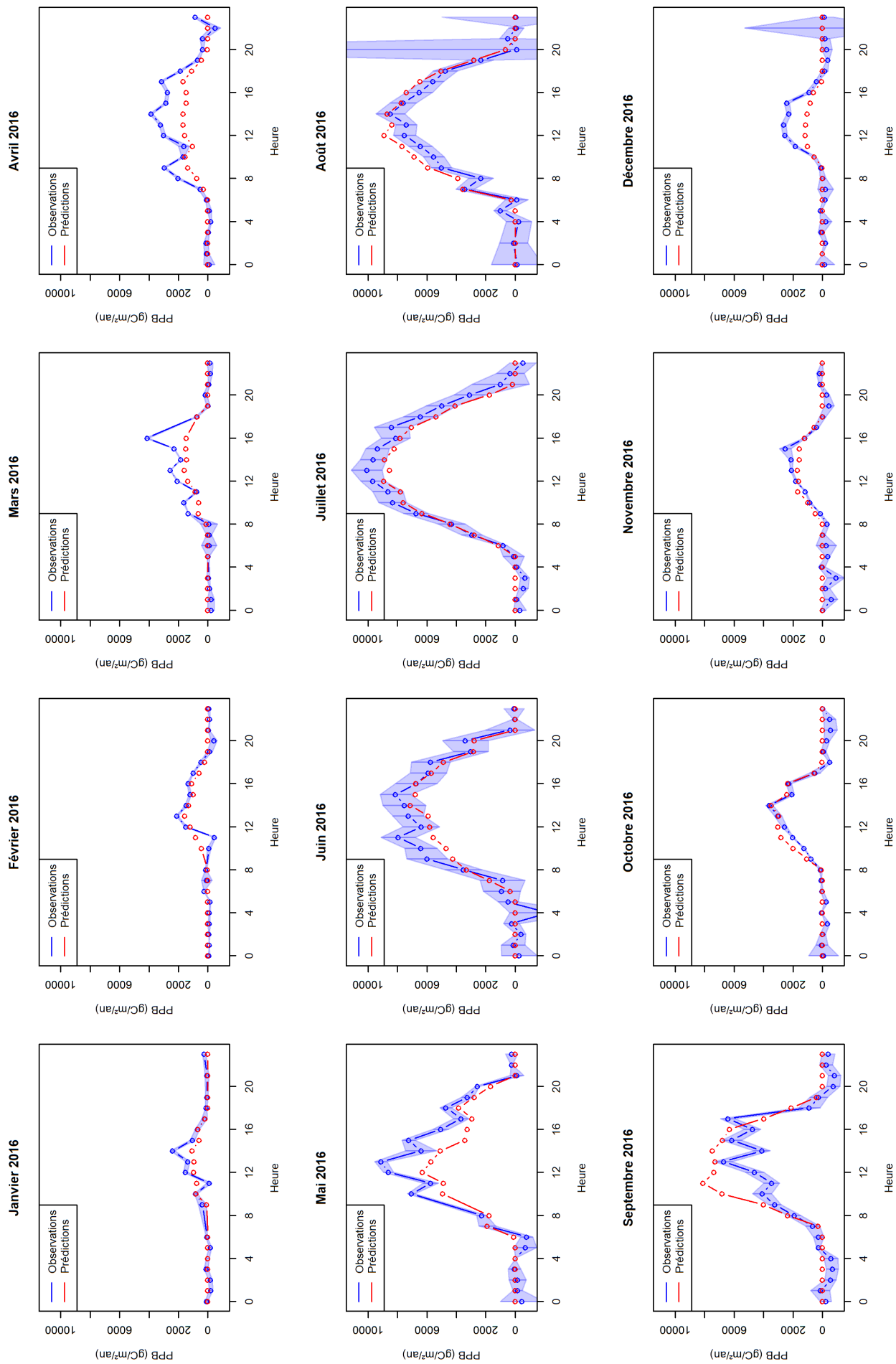


FIGURE 54 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

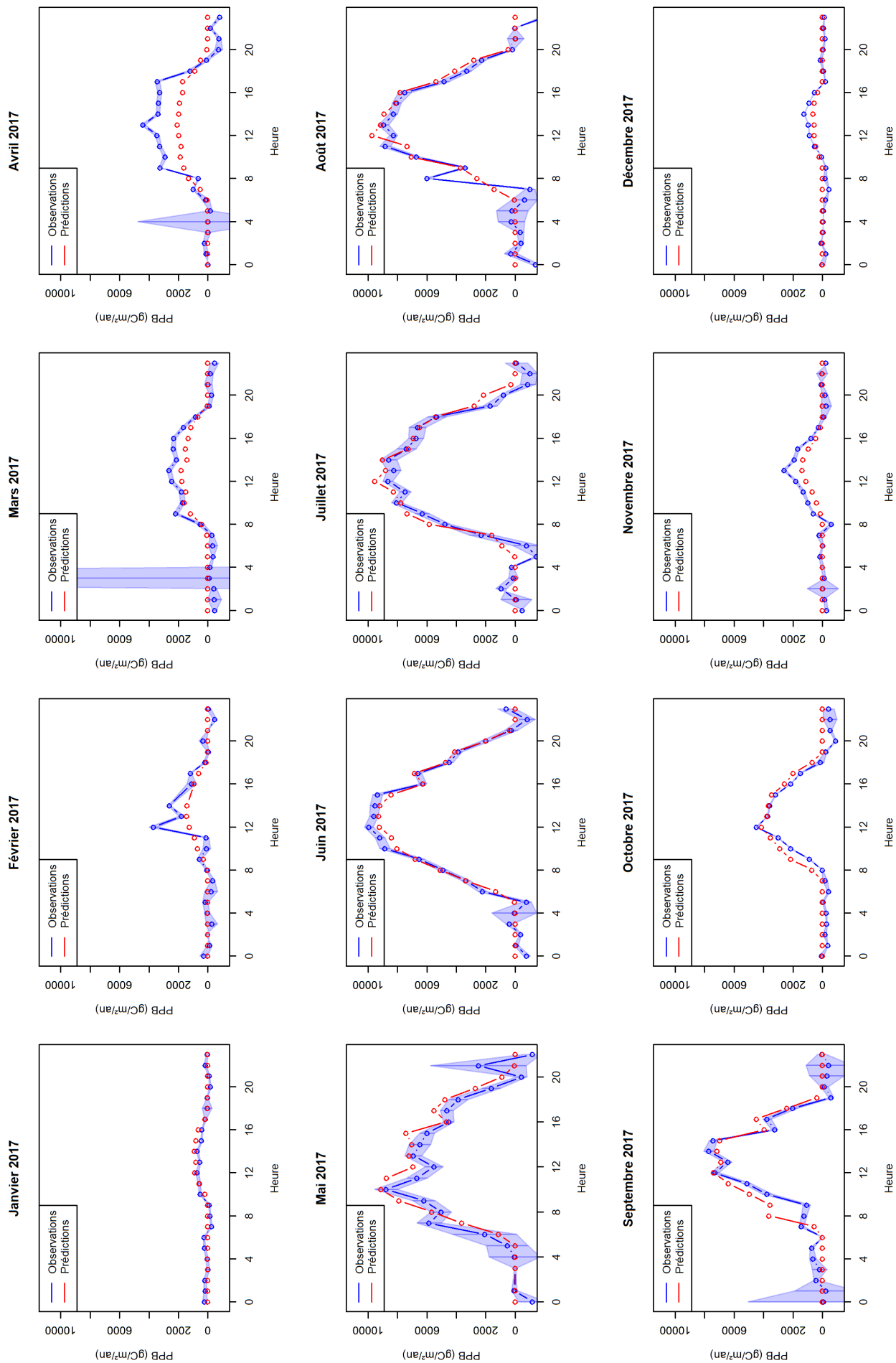


FIGURE 55 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

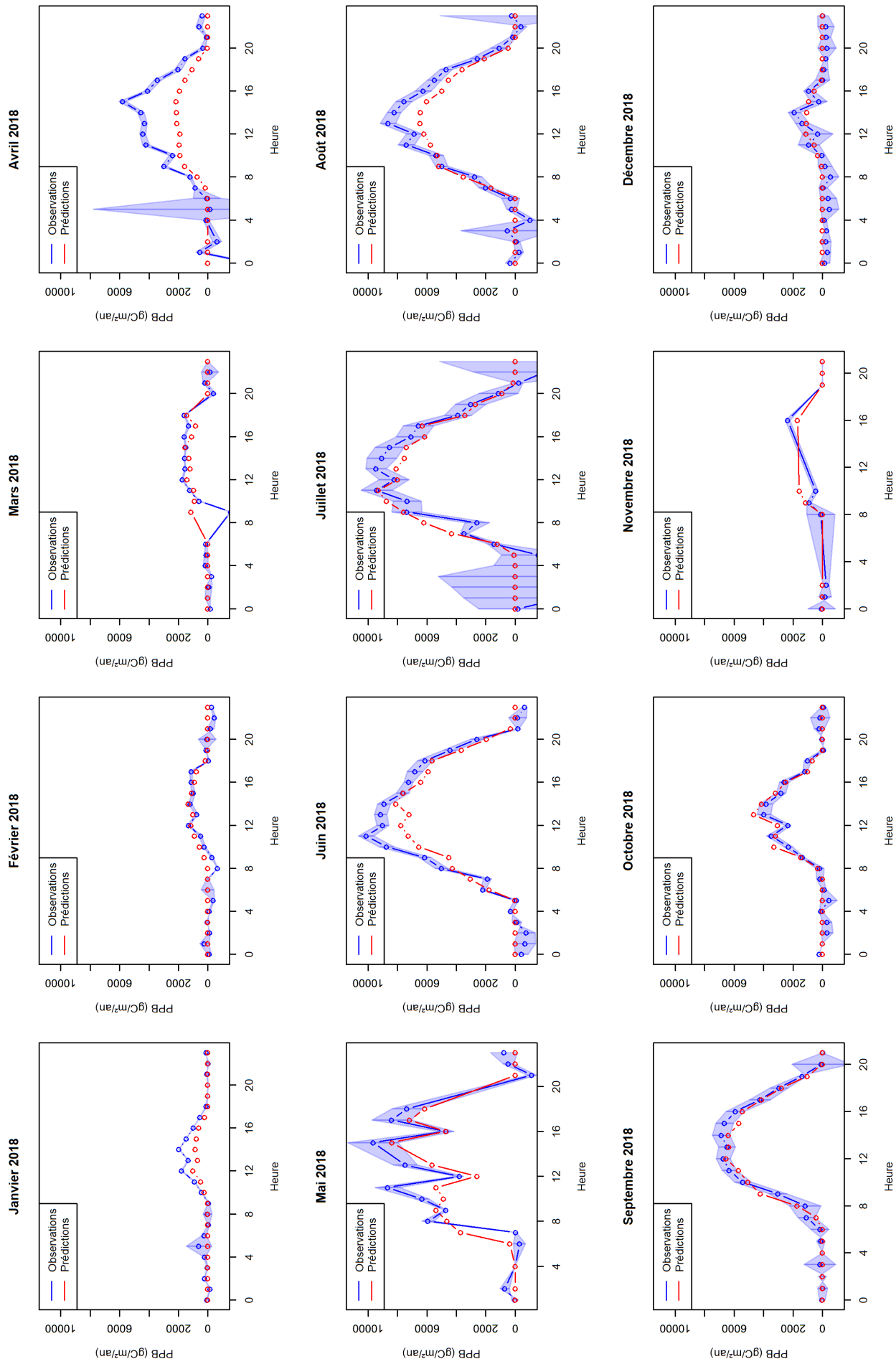


FIGURE 56 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

D.2 Petit secteur douglas

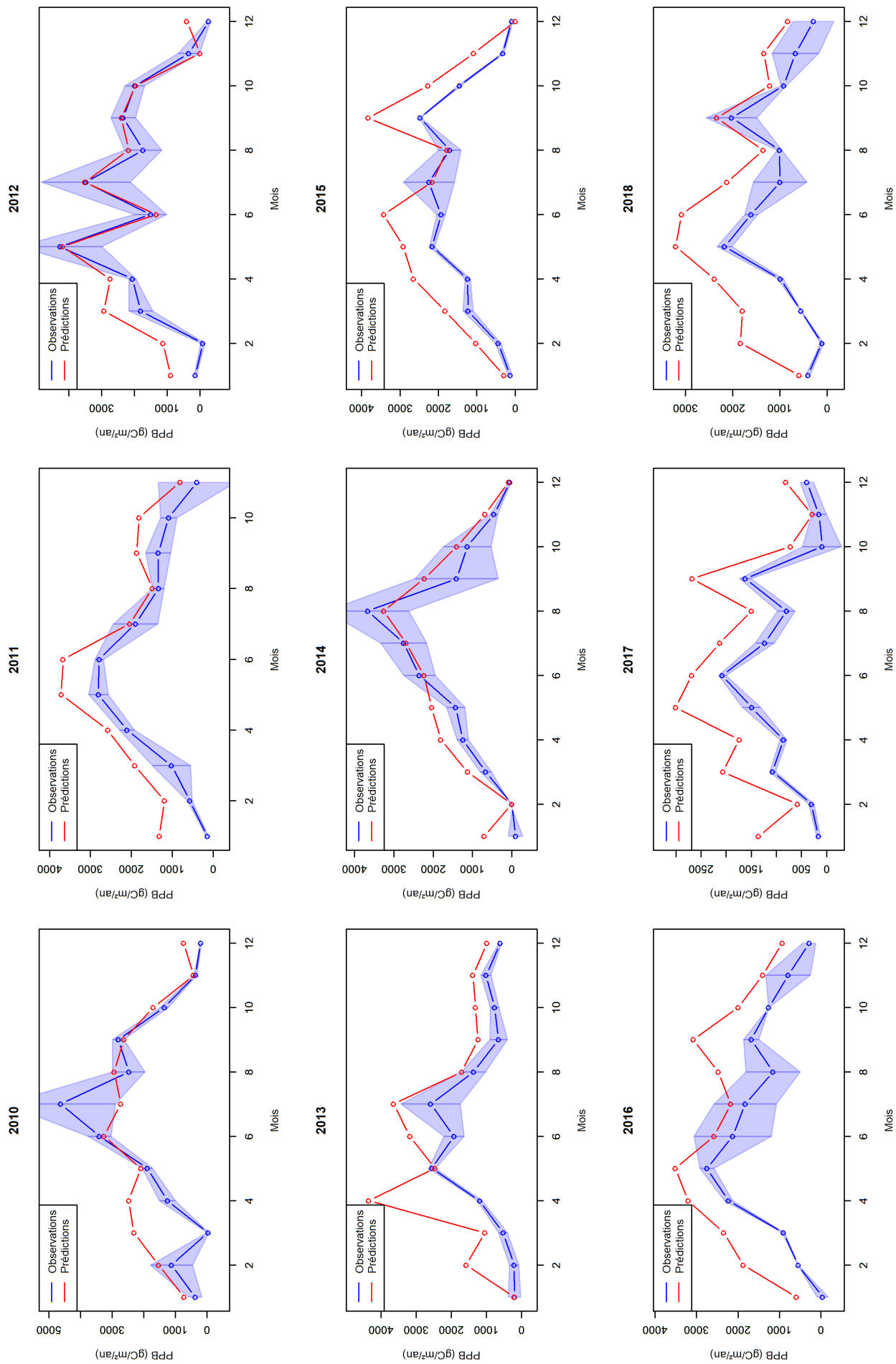


FIGURE 57 – Evolution mois par mois de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour différentes années. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2010

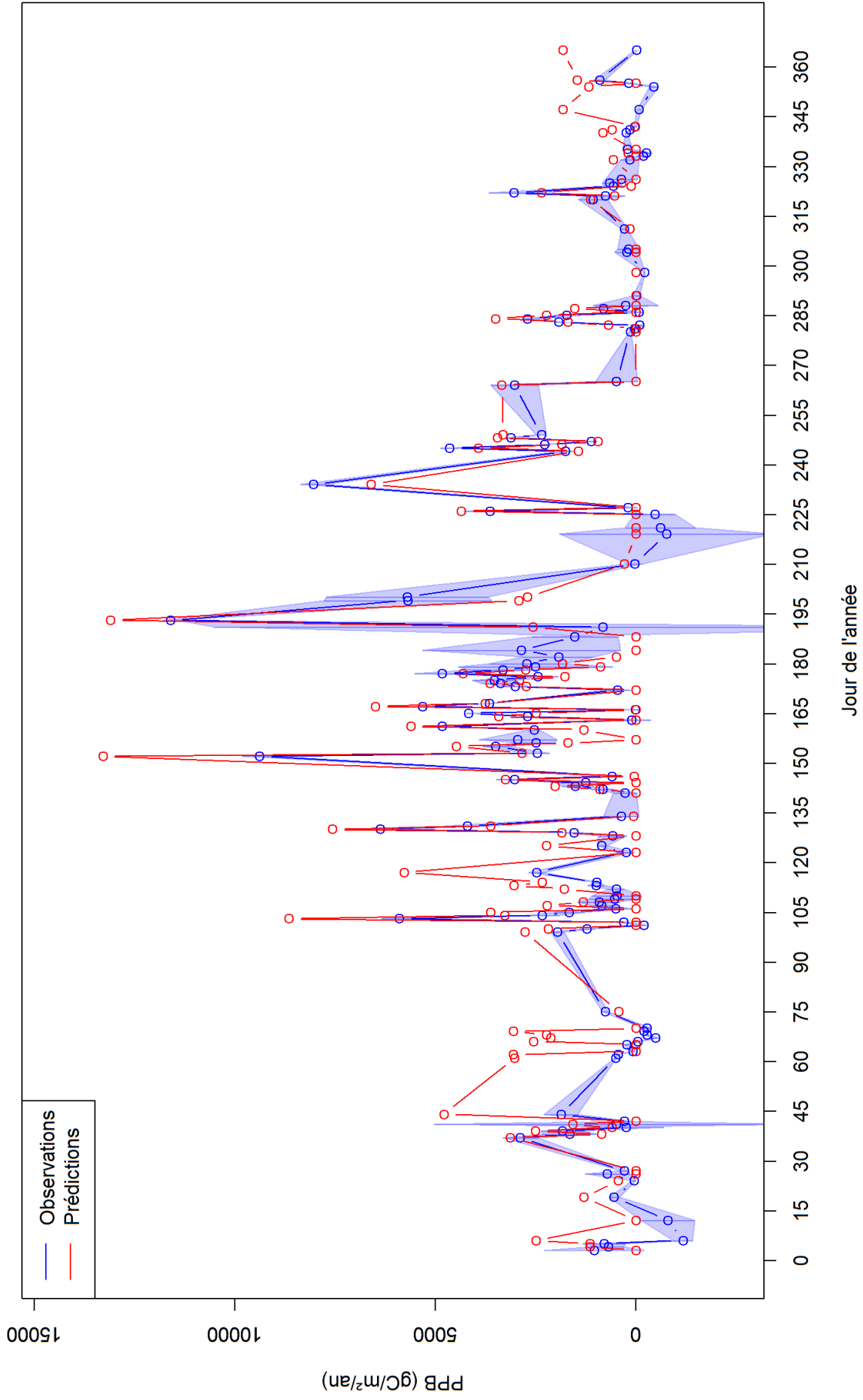


FIGURE 58 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour l'année 2010. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2011

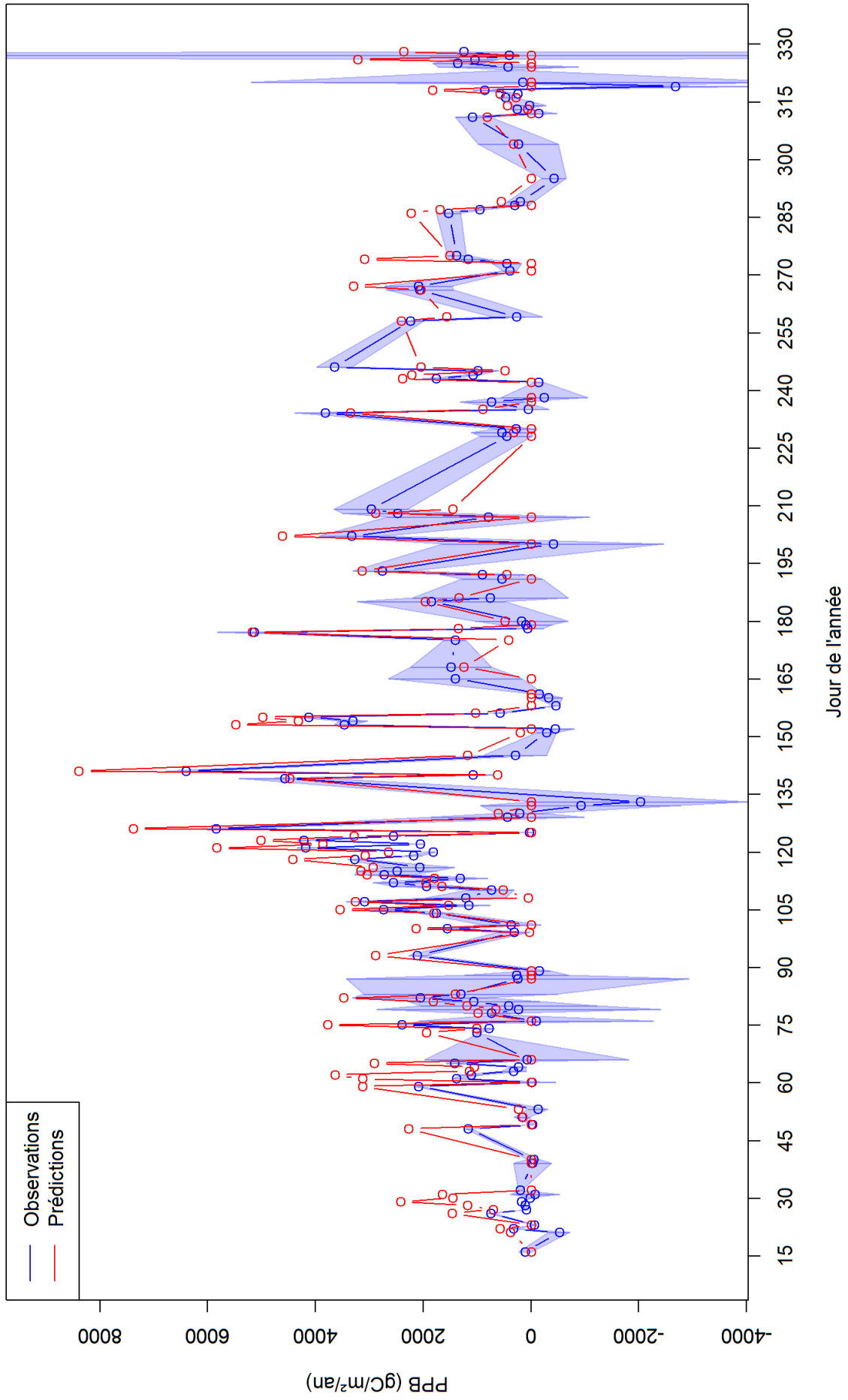


FIGURE 59 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour l'année 2011. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2012

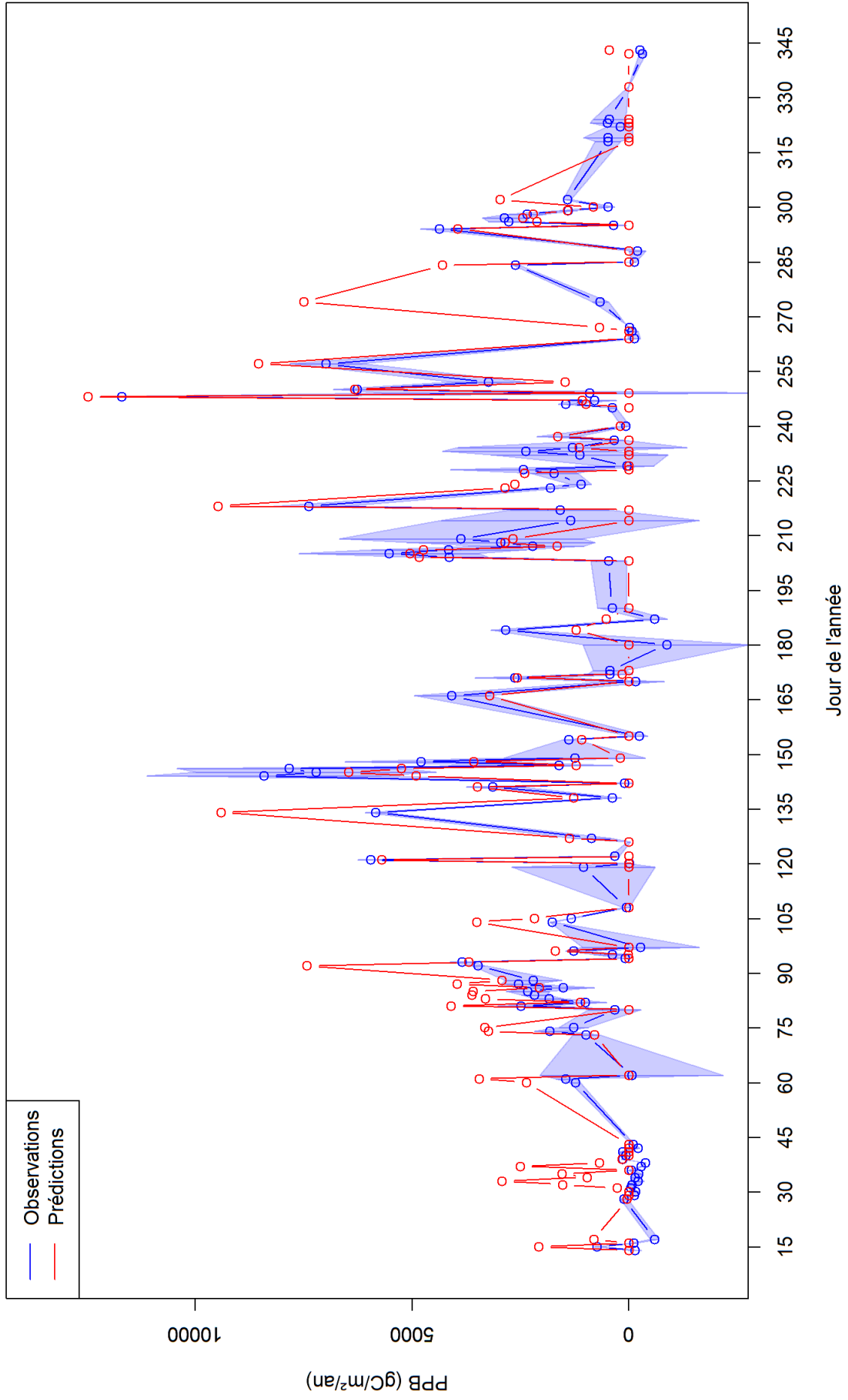


FIGURE 60 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour l'année 2012. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2013

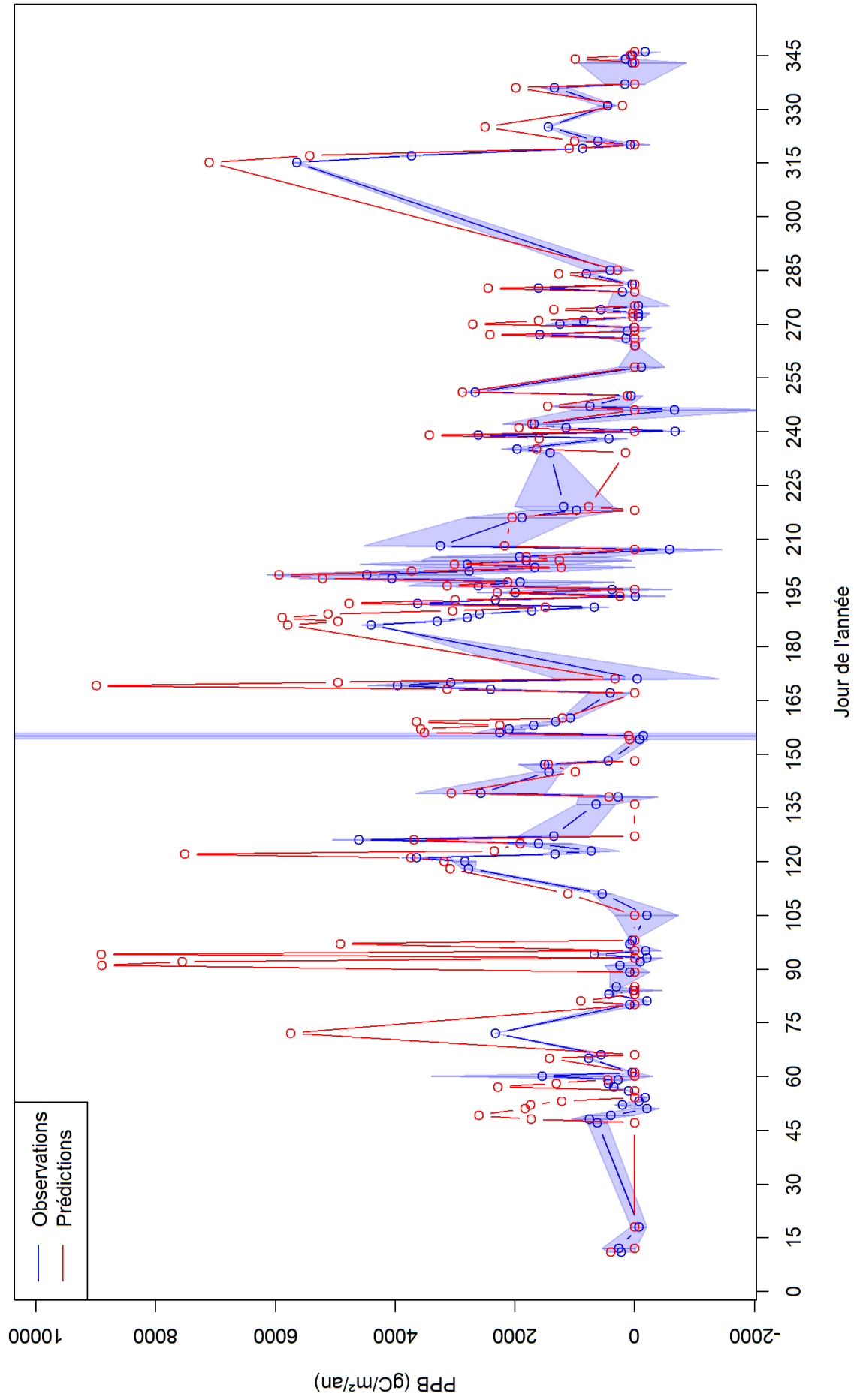


FIGURE 61 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour l'année 2013. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2014

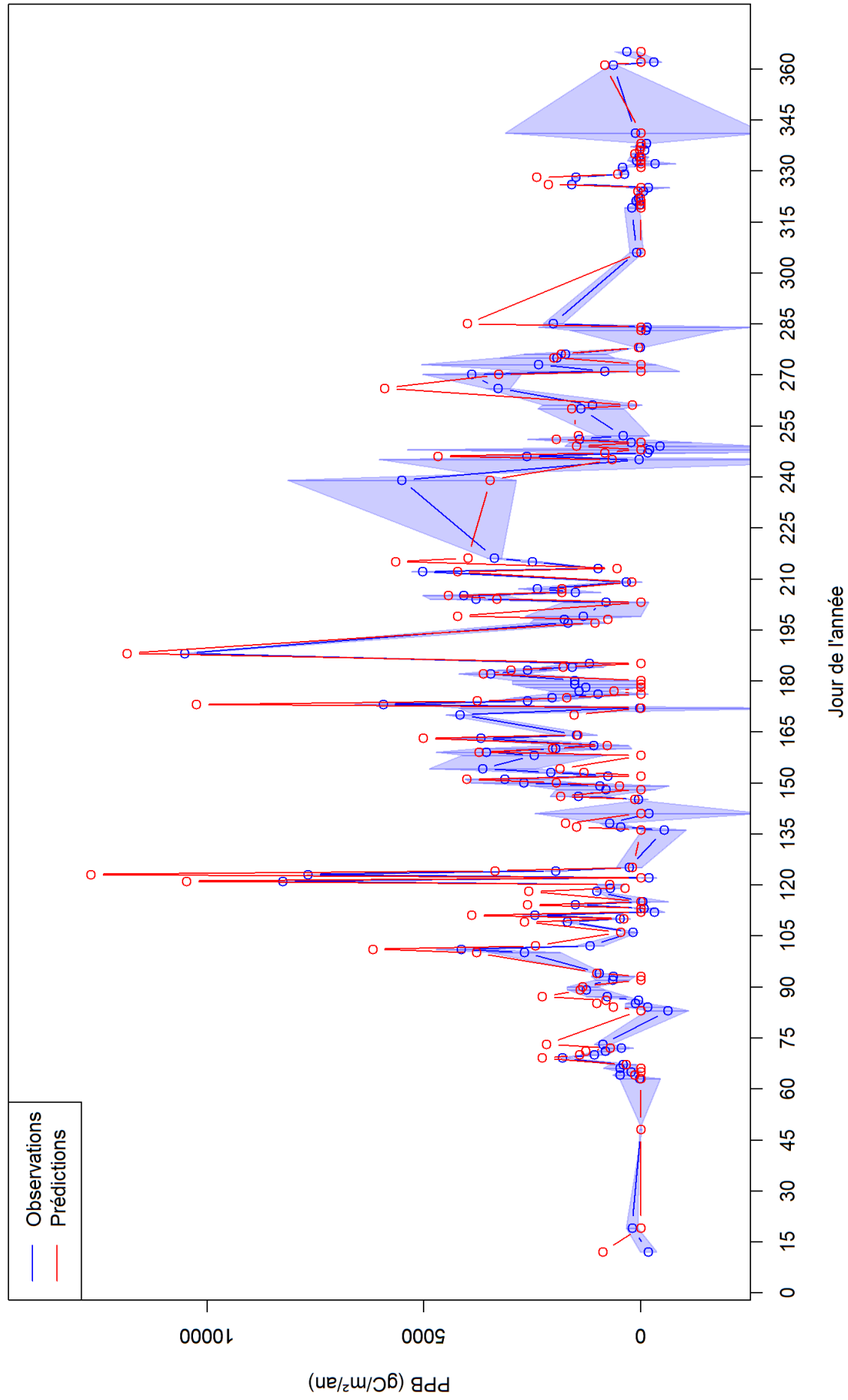


FIGURE 62 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour l'année 2014. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2015

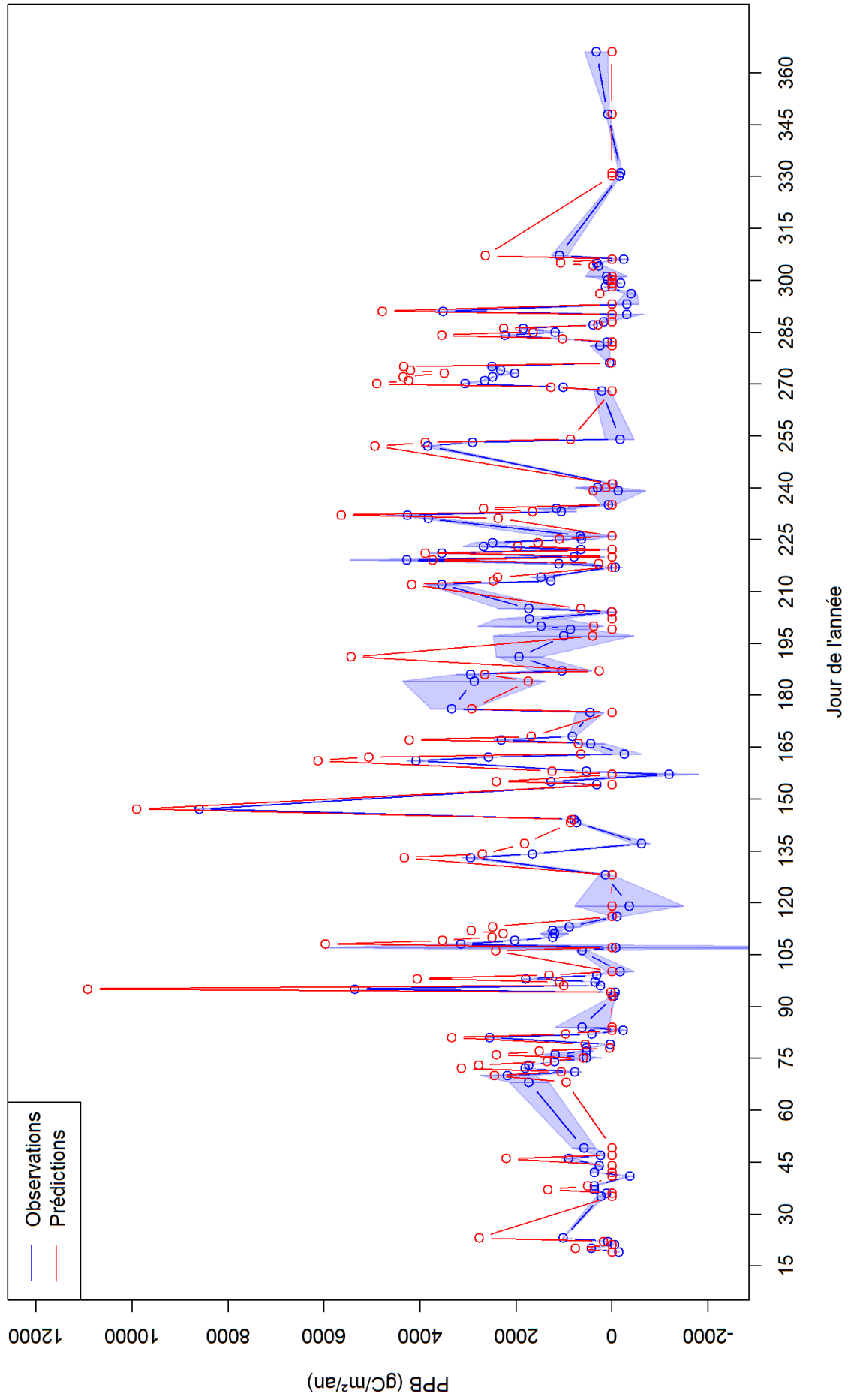


FIGURE 63 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour l'année 2015. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2016

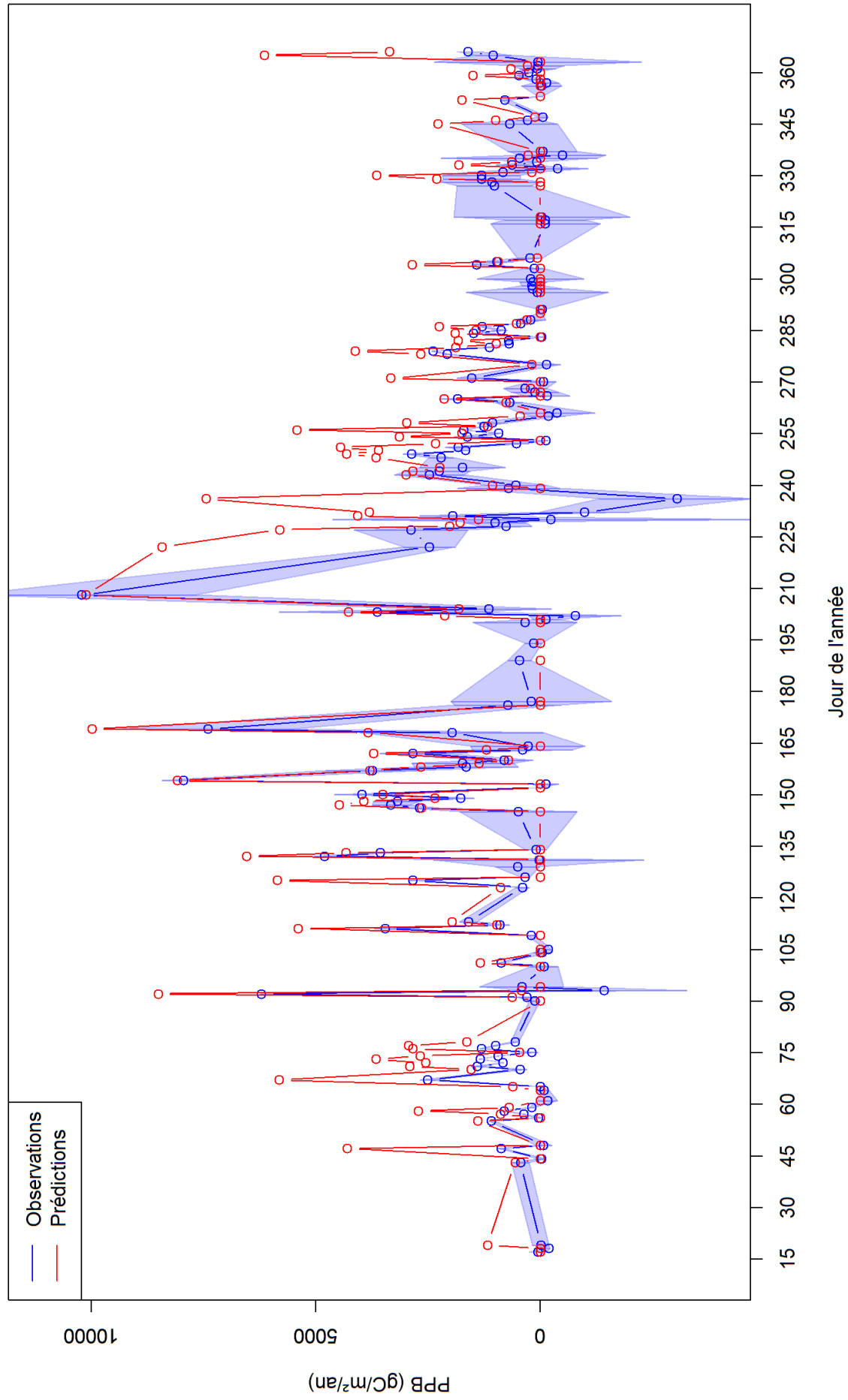


FIGURE 64 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2017

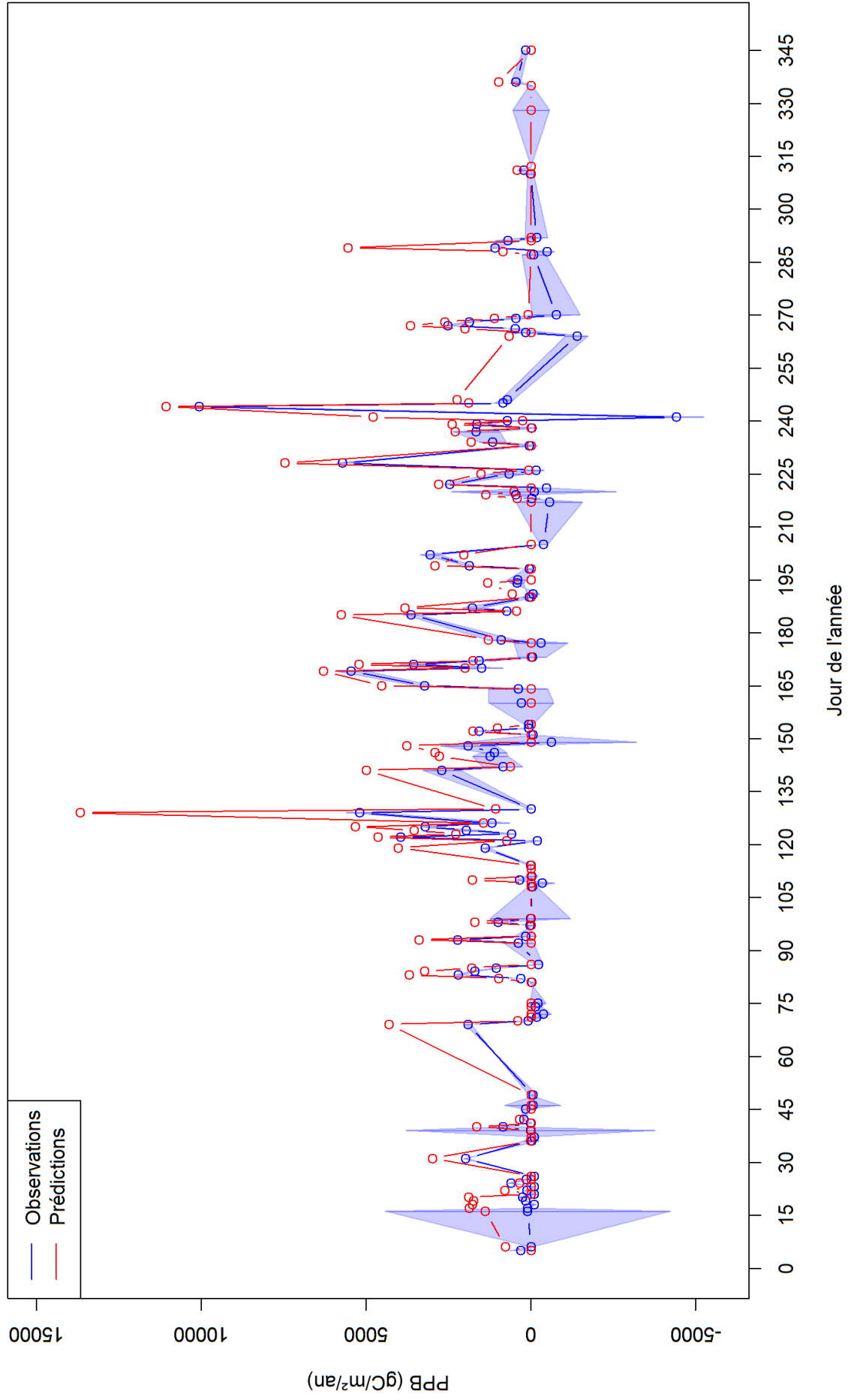


FIGURE 65 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2018

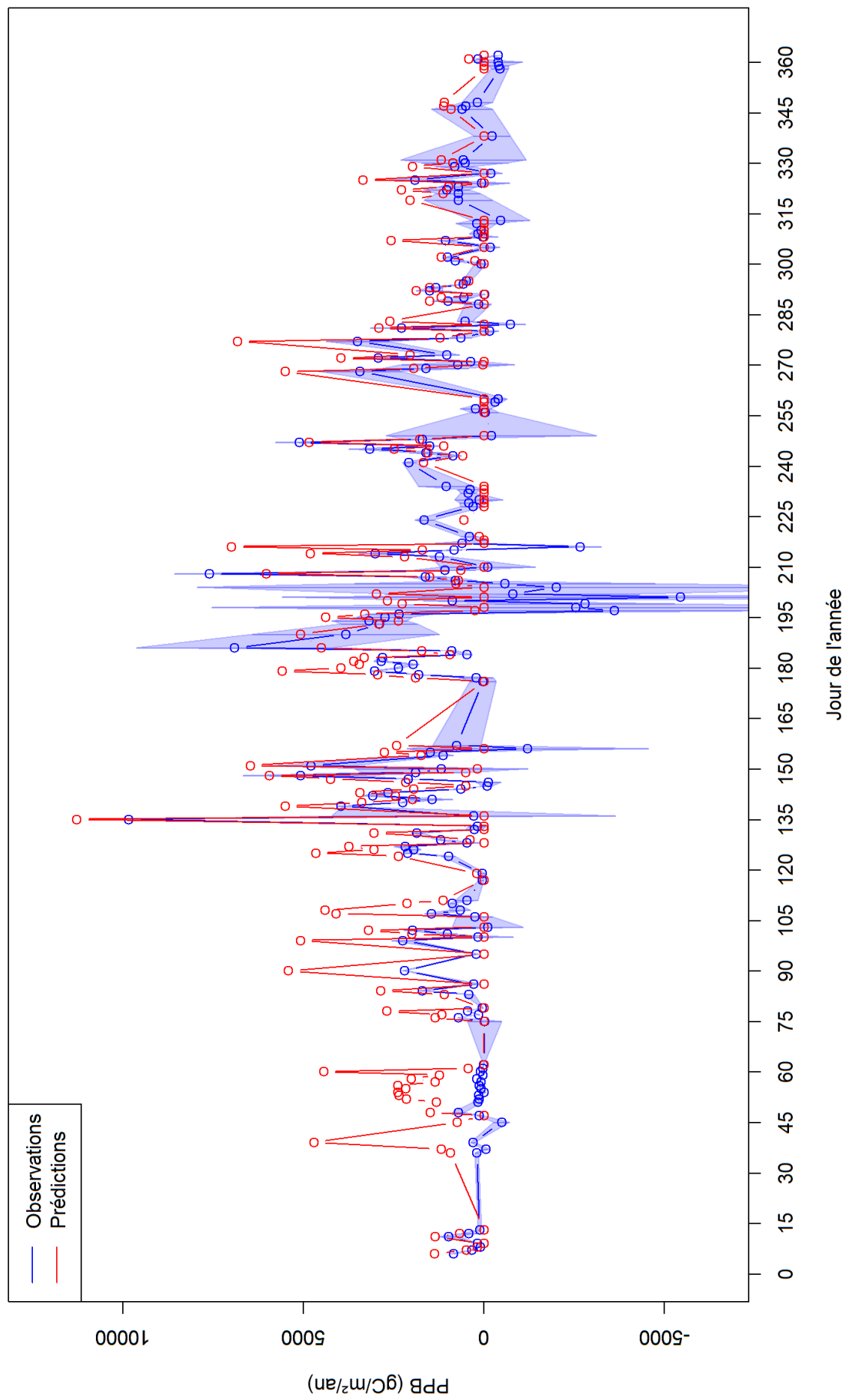


FIGURE 66 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

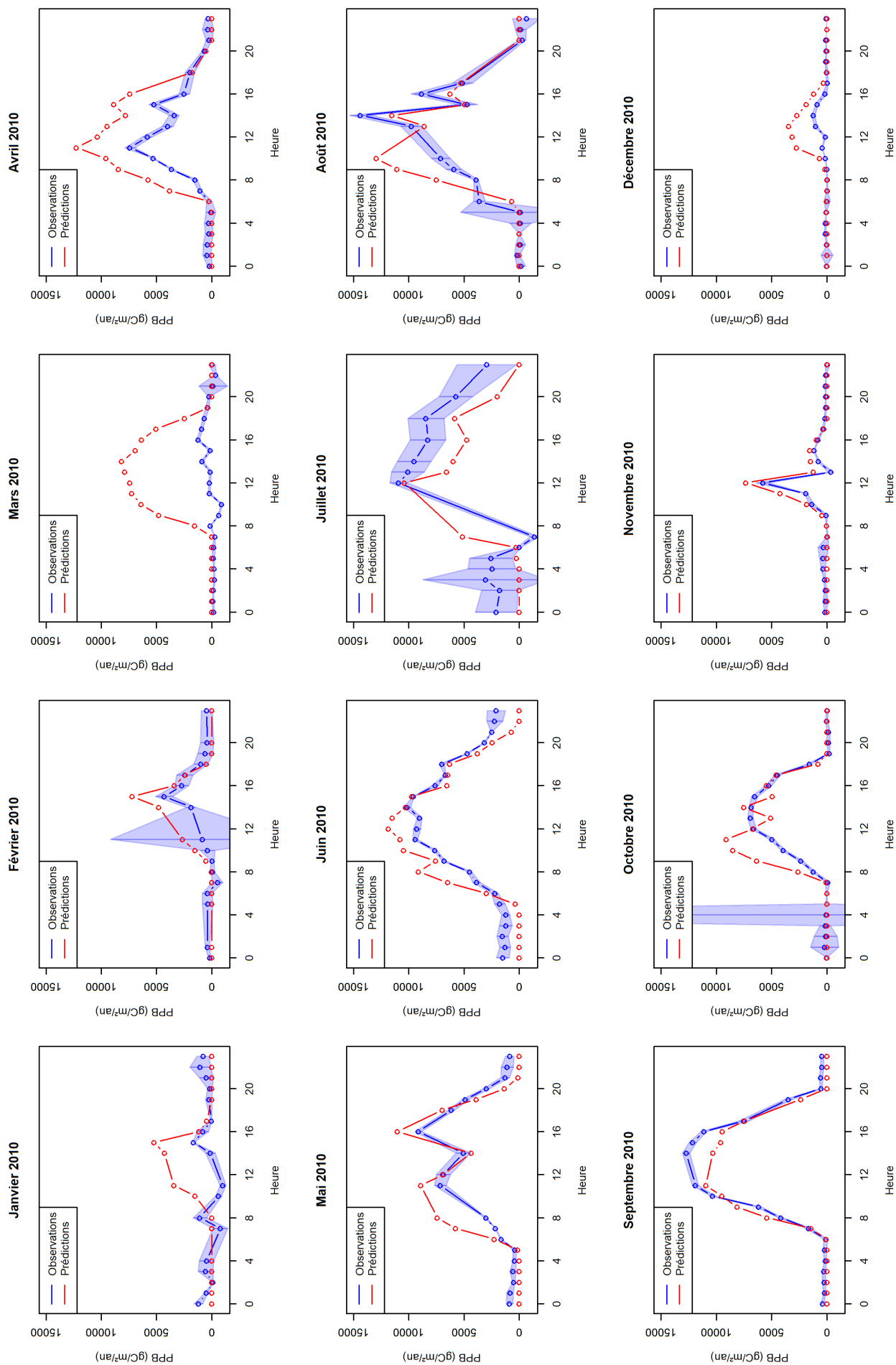


FIGURE 67 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour les différents mois de l'année 2010. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

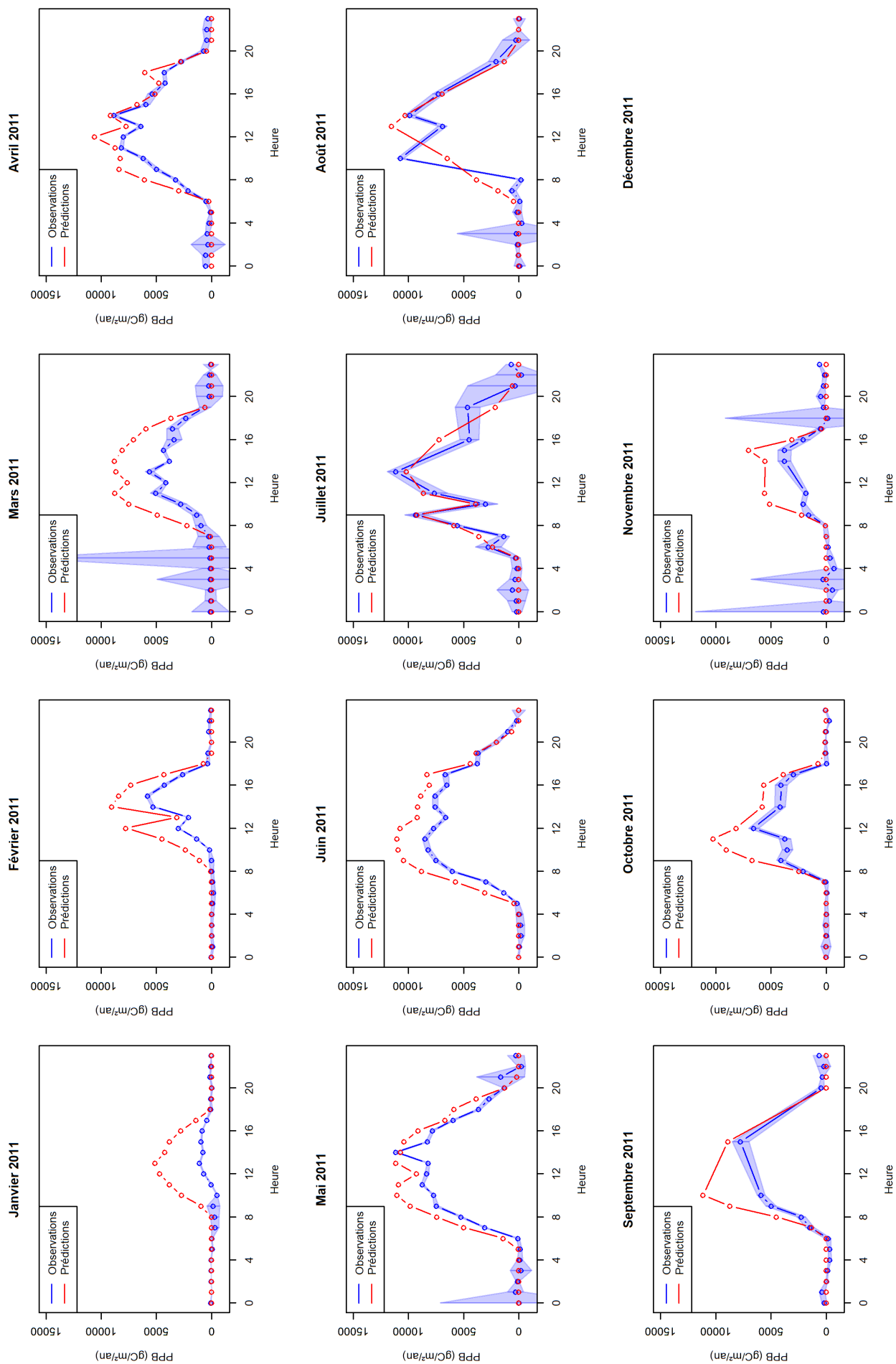


FIGURE 68 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour les différents mois de l'année 2011. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

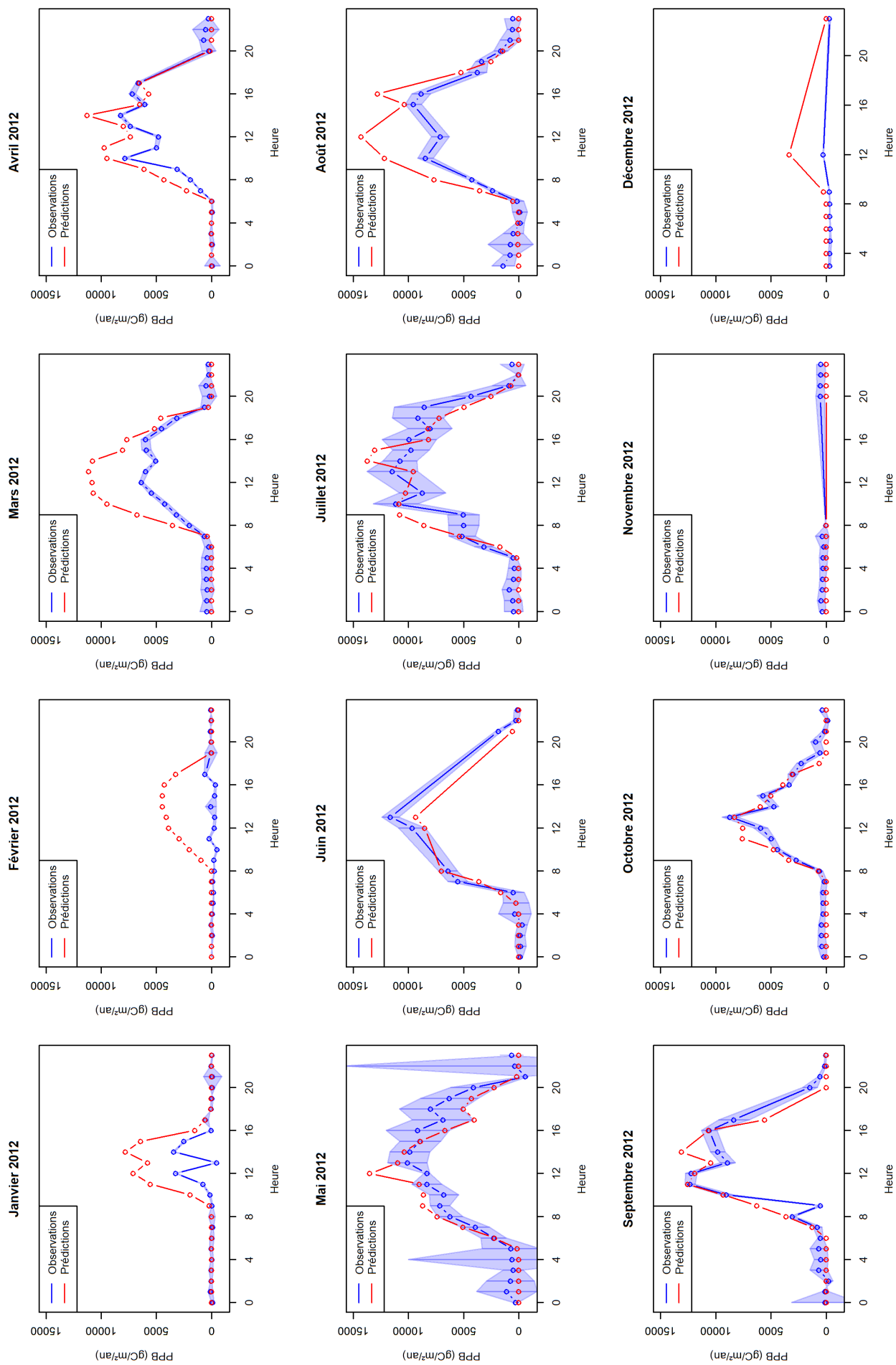


FIGURE 69 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour les différents mois de l'année 2012. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

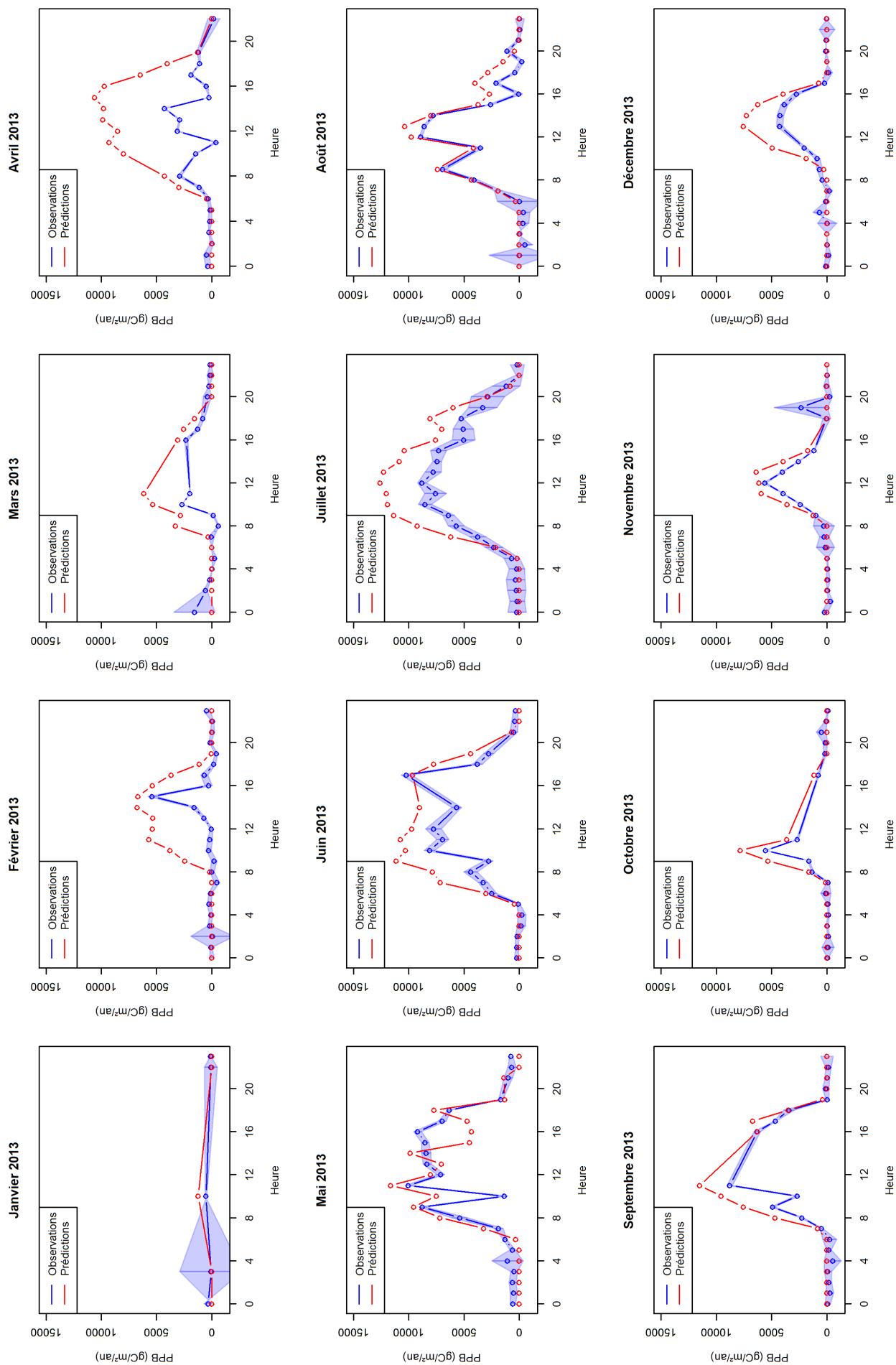


FIGURE 70 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour les différents mois de l'année 2013. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

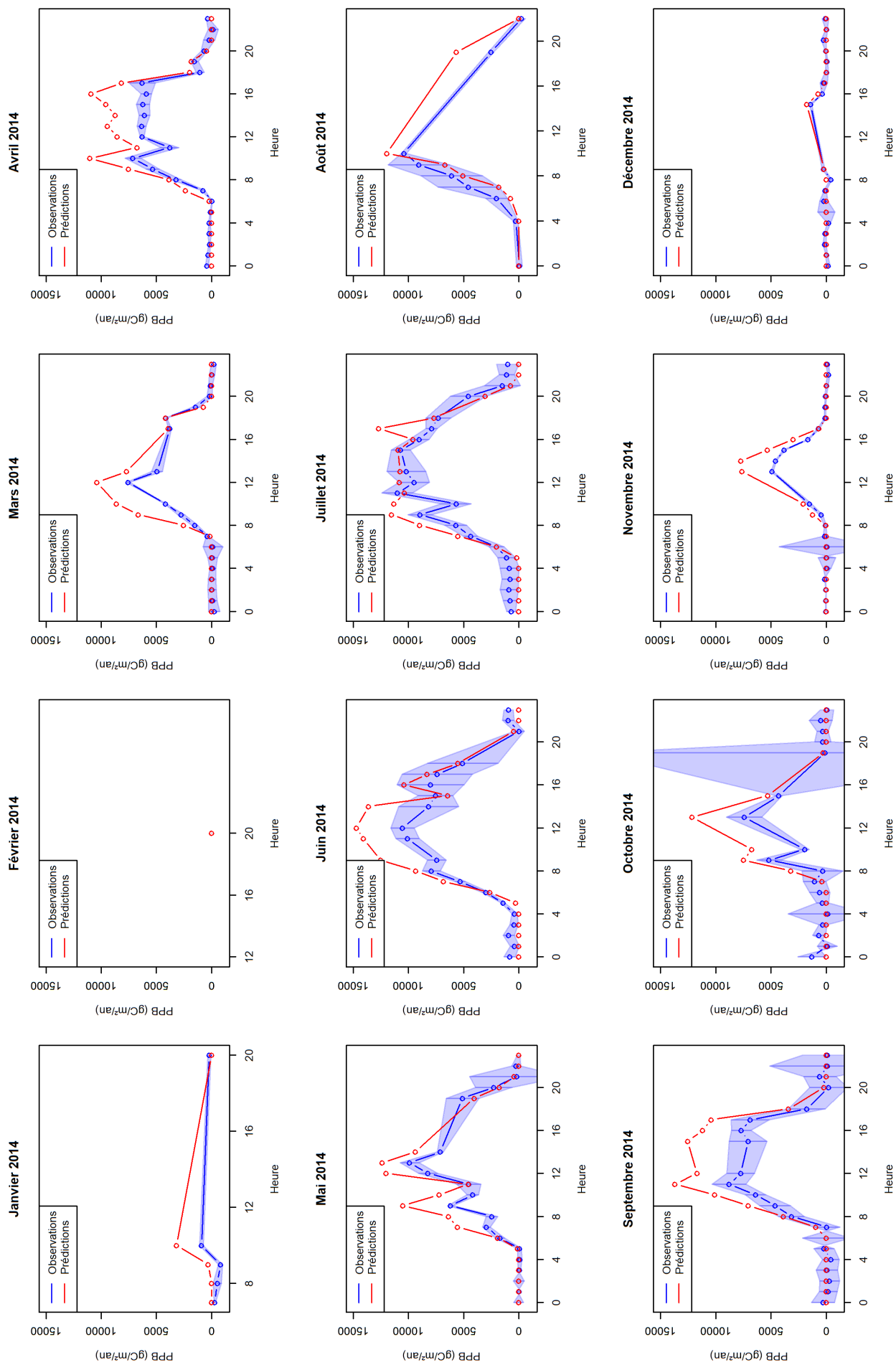


FIGURE 71 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour les différents mois de l'année 2014. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

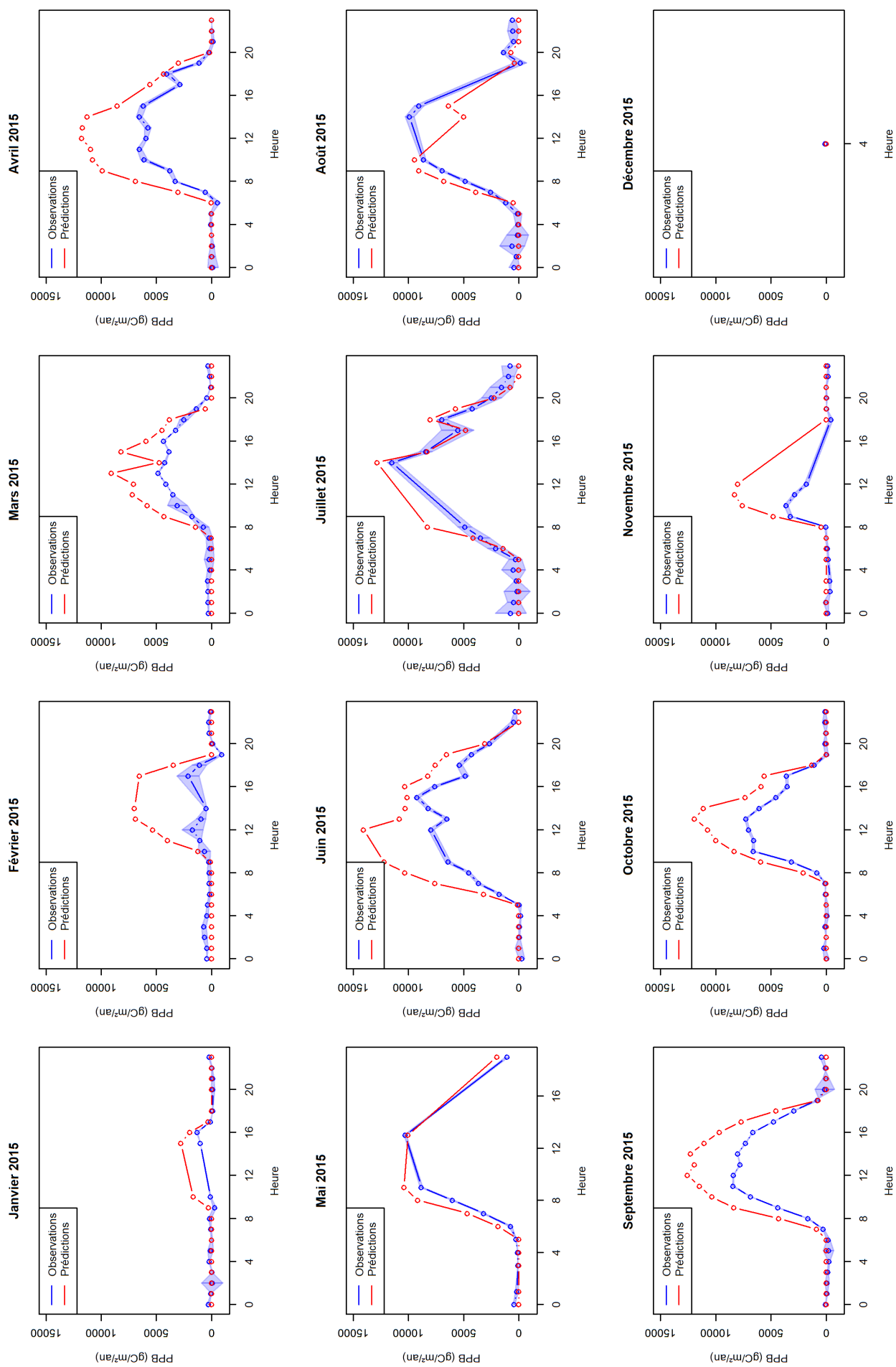


FIGURE 72 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour les différents mois de l'année 2015. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

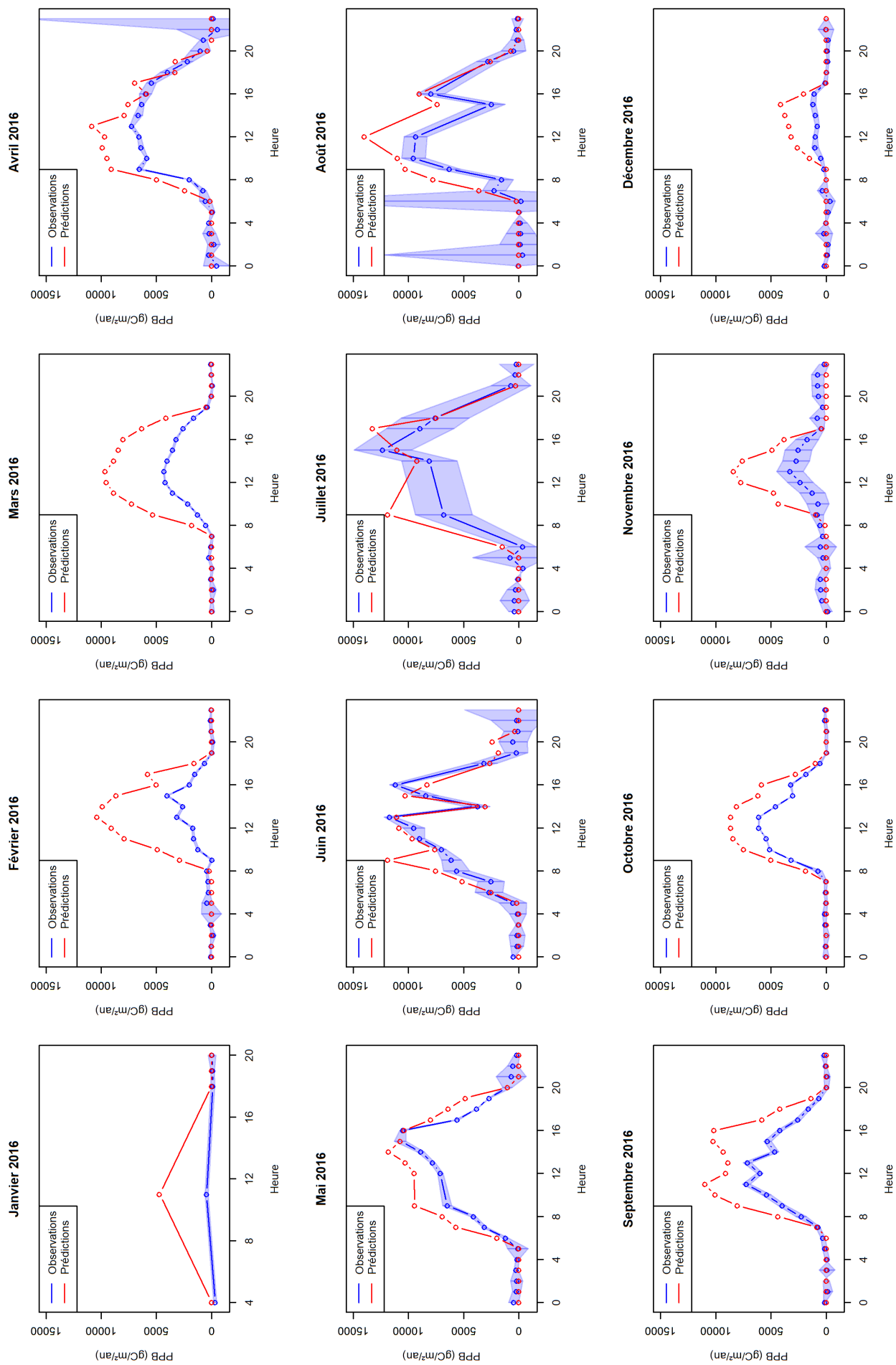


FIGURE 73 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour les différents mois de l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

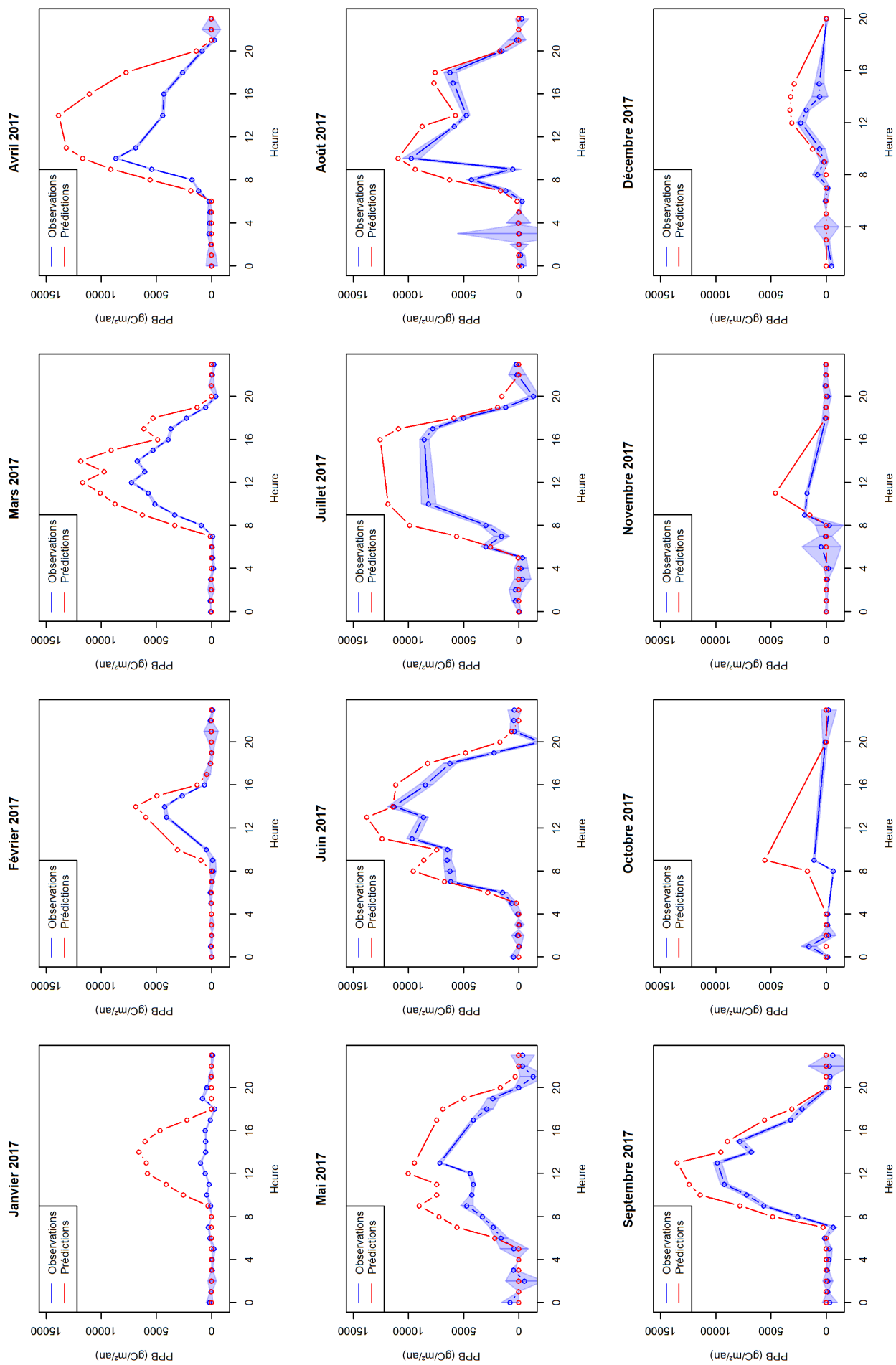


FIGURE 74 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour les différents mois de l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

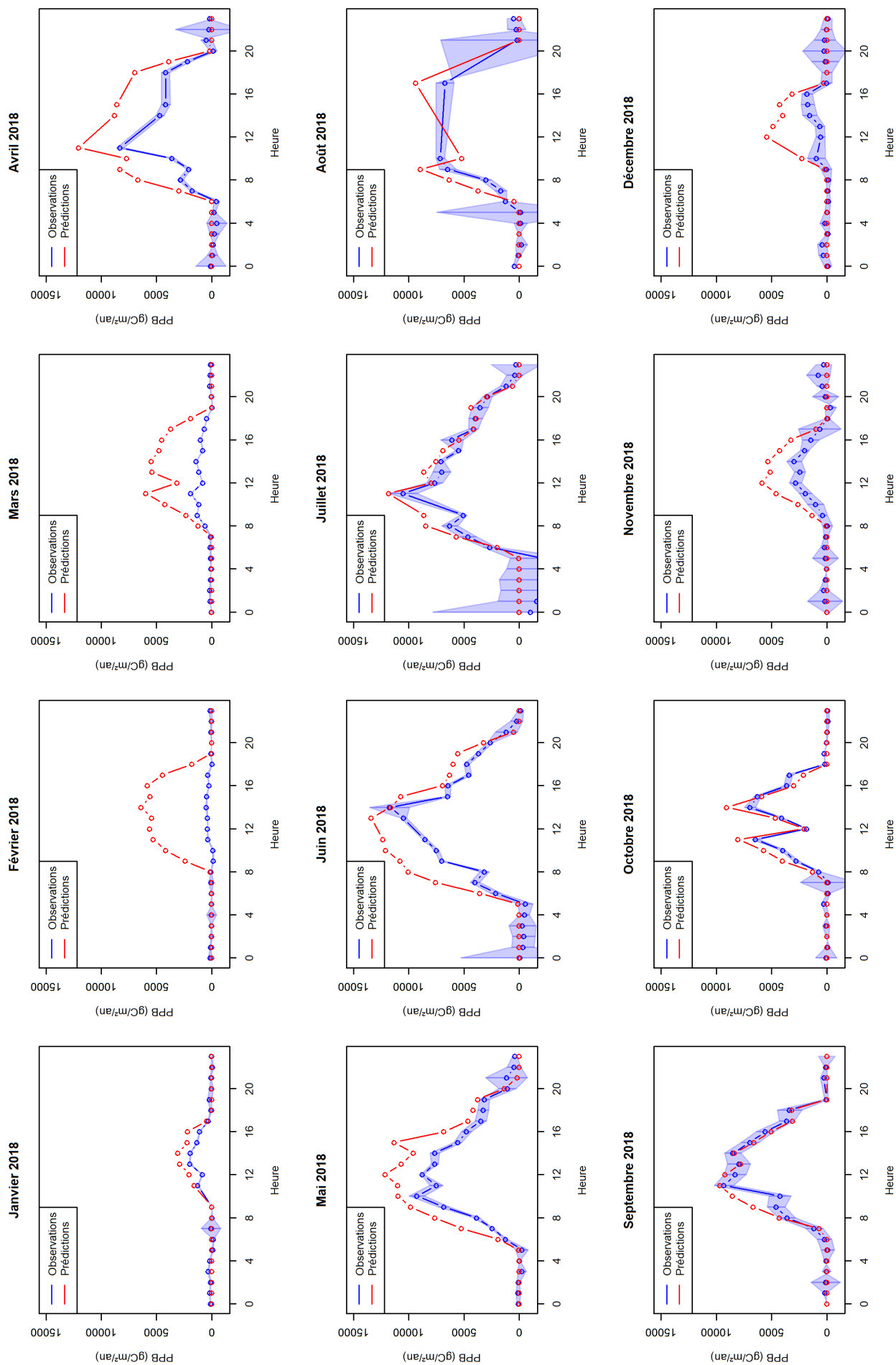


FIGURE 75 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du petit secteur douglas pour les différents mois de l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

D.3 Petite parcelle

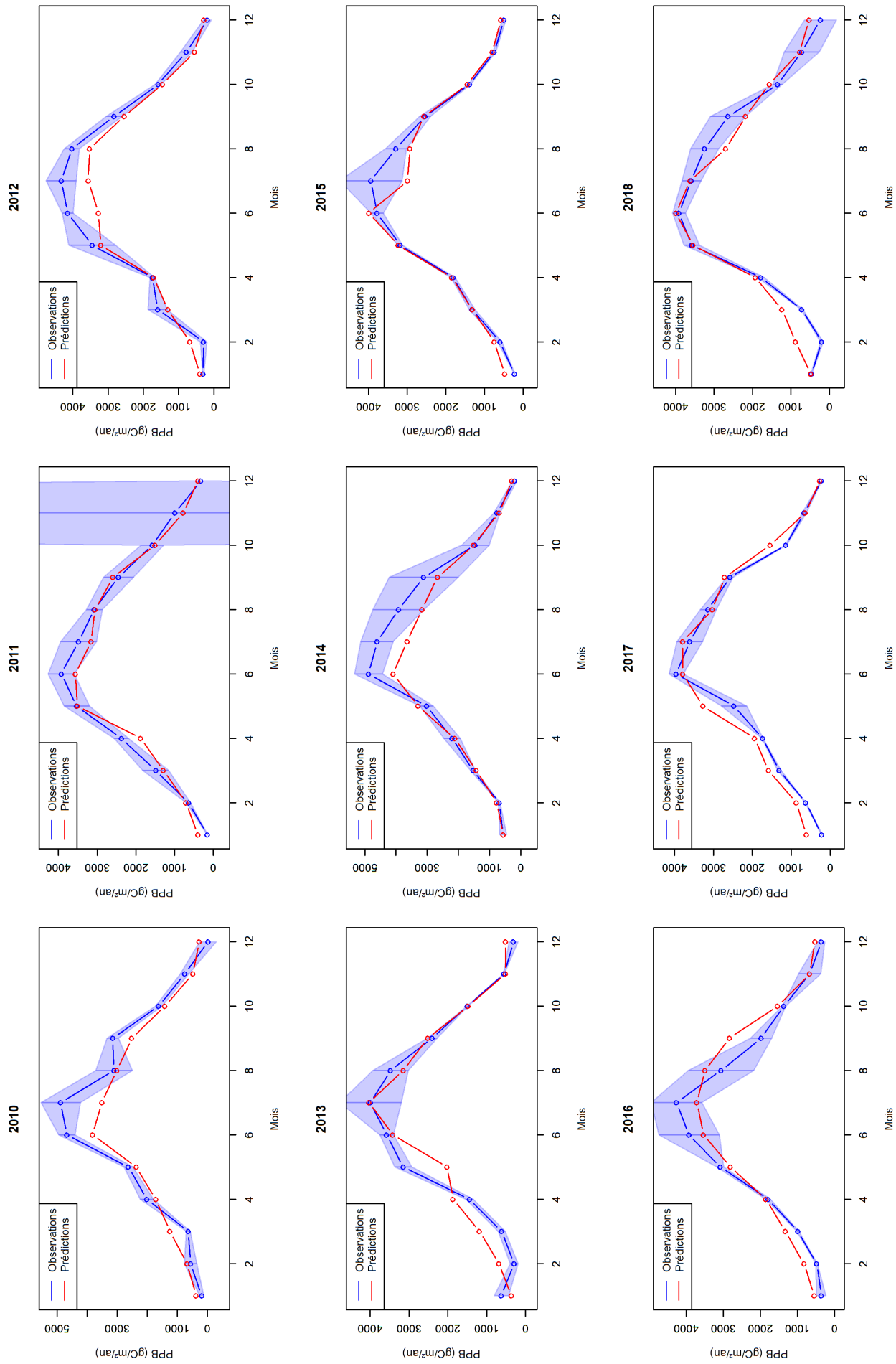


FIGURE 76 – Evolution mois par mois de la PPB moyenne de la petite parcelle pour différentes années. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2010

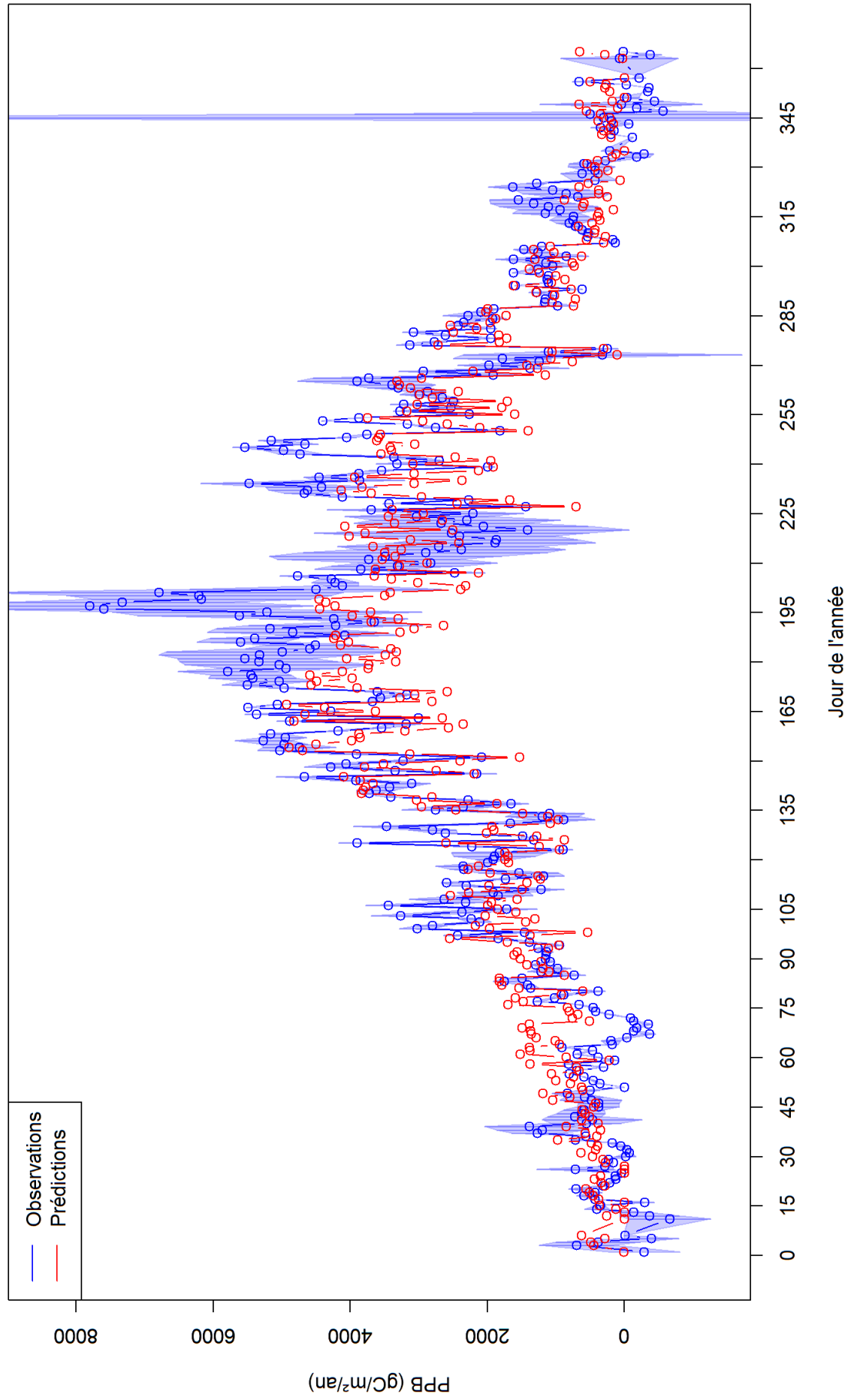


FIGURE 77 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la petite parcelle pour l'année 2010. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2011

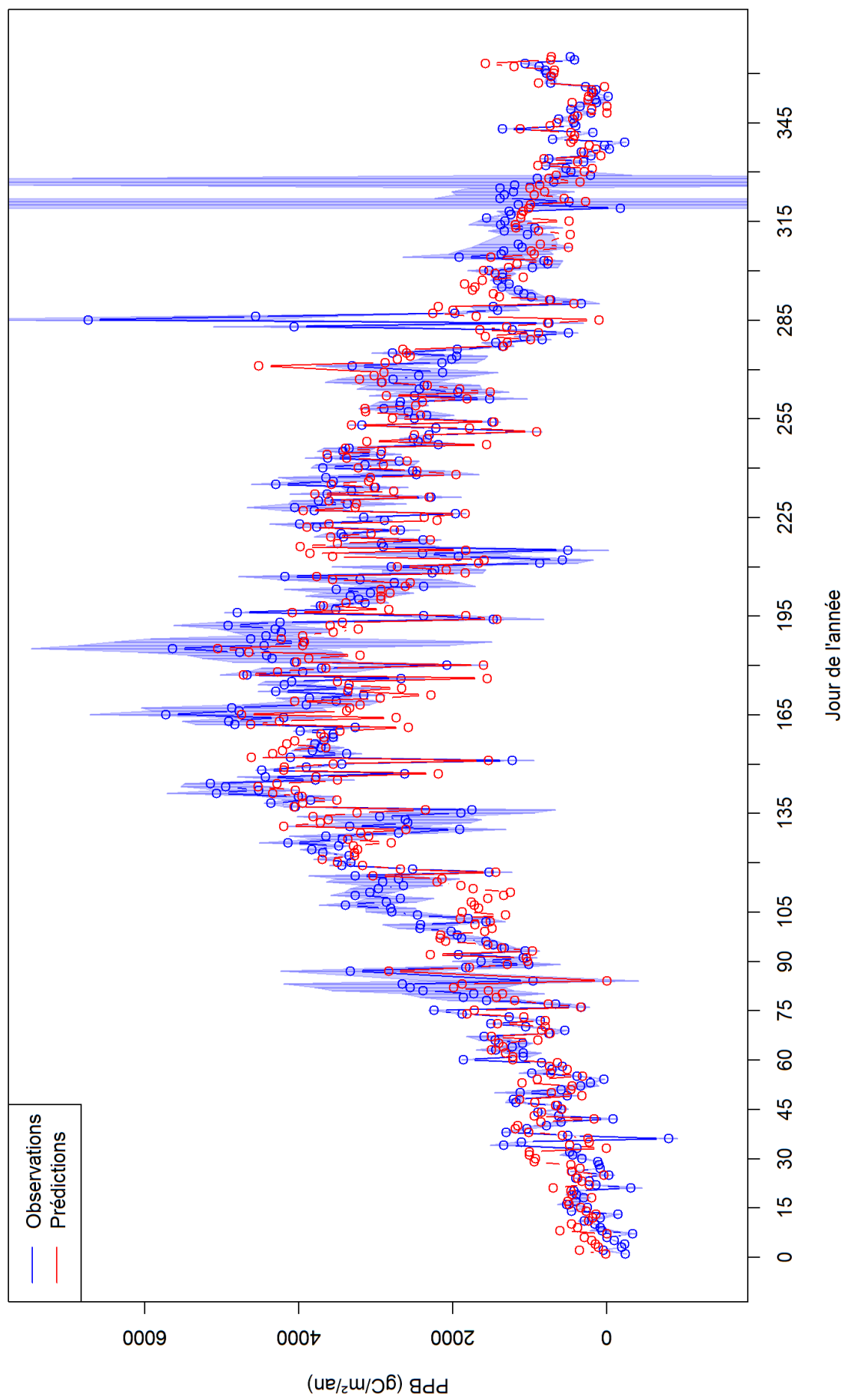


FIGURE 78 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la petite parcelle pour l'année 2011. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2012

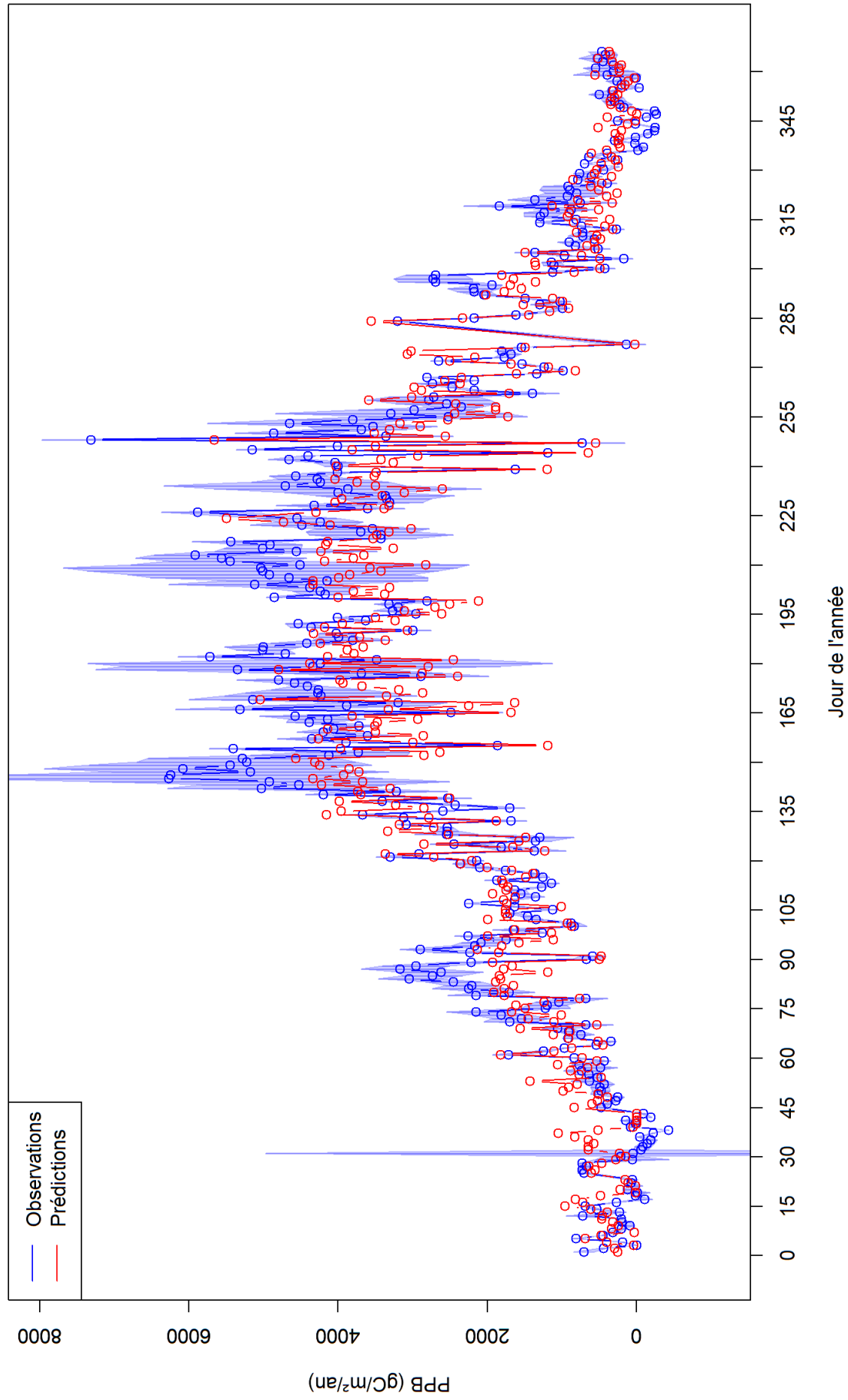


FIGURE 79 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la petite parcelle pour l'année 2012. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2013

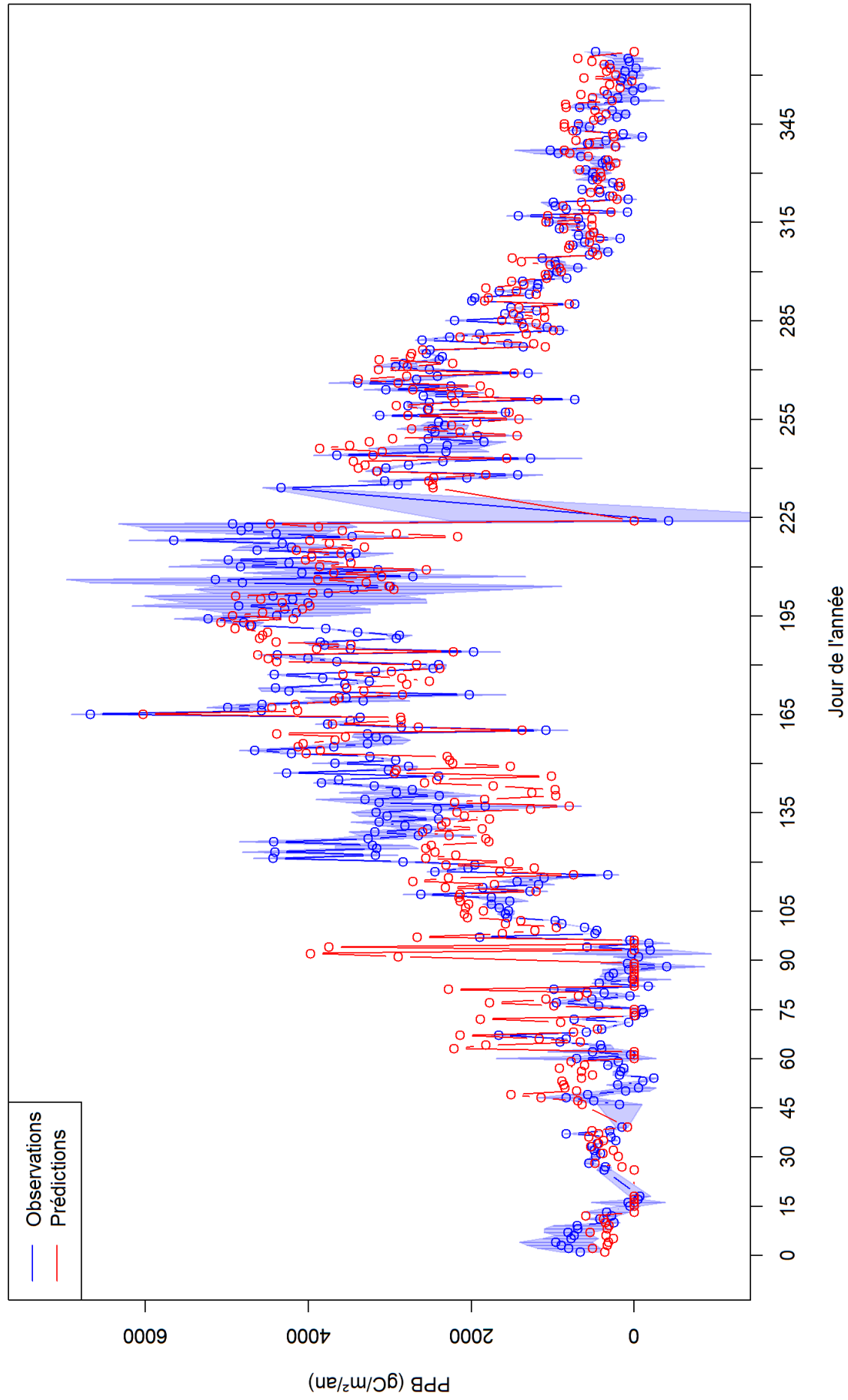


FIGURE 80 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la petite parcelle pour l'année 2013. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2014

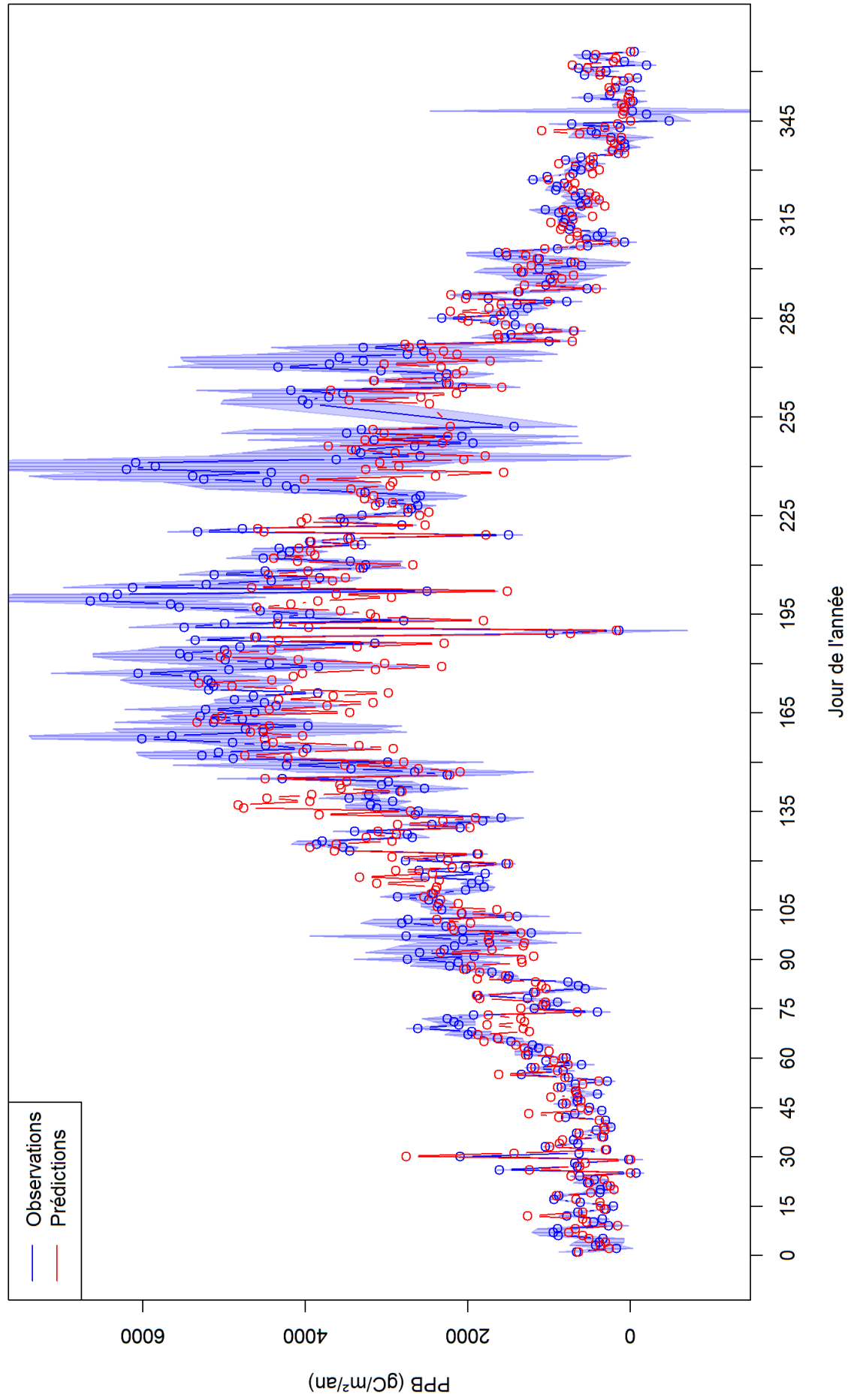


FIGURE 81 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la petite parcelle pour l'année 2014. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2015

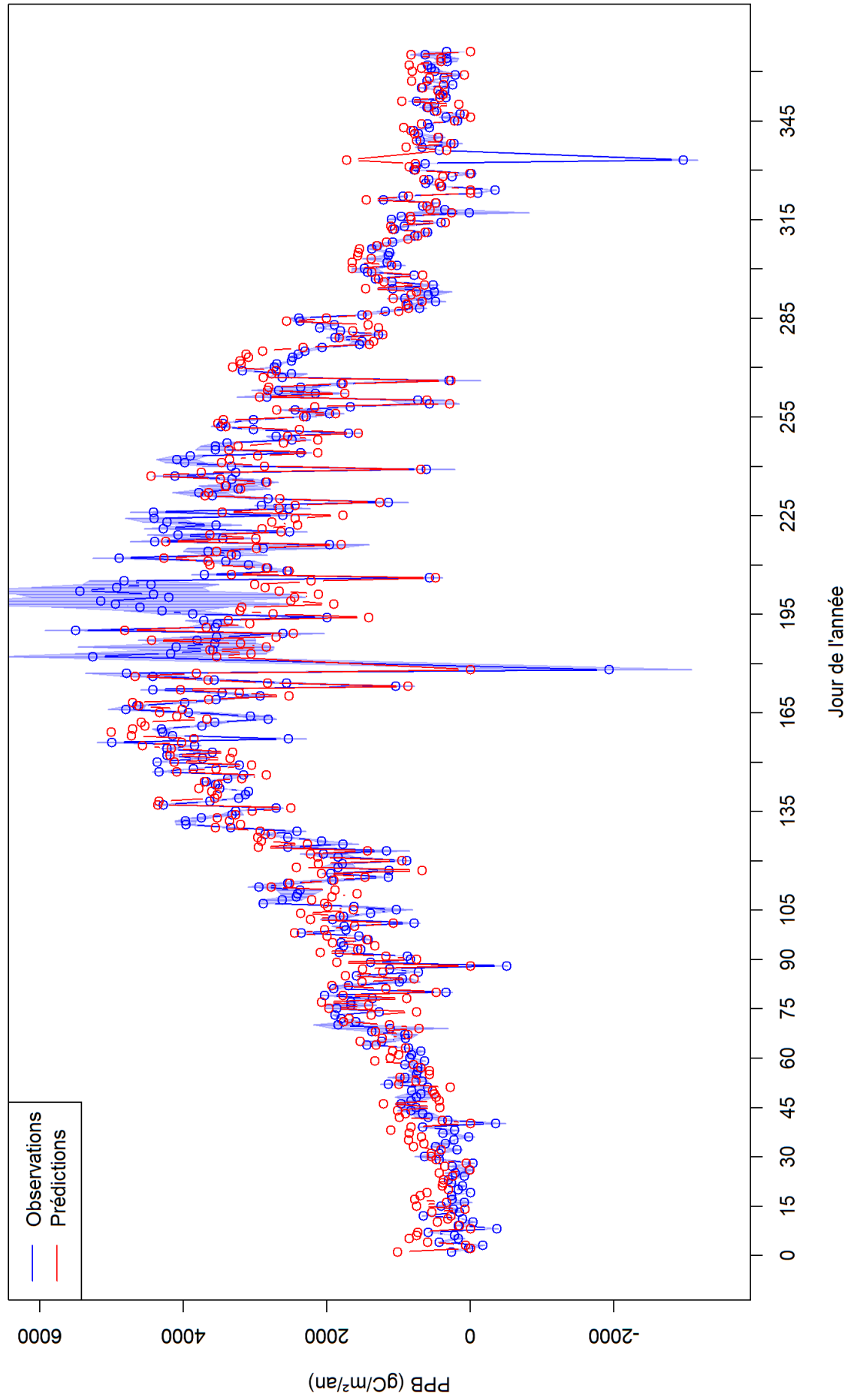


FIGURE 82 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la petite parcelle pour l'année 2015. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2016

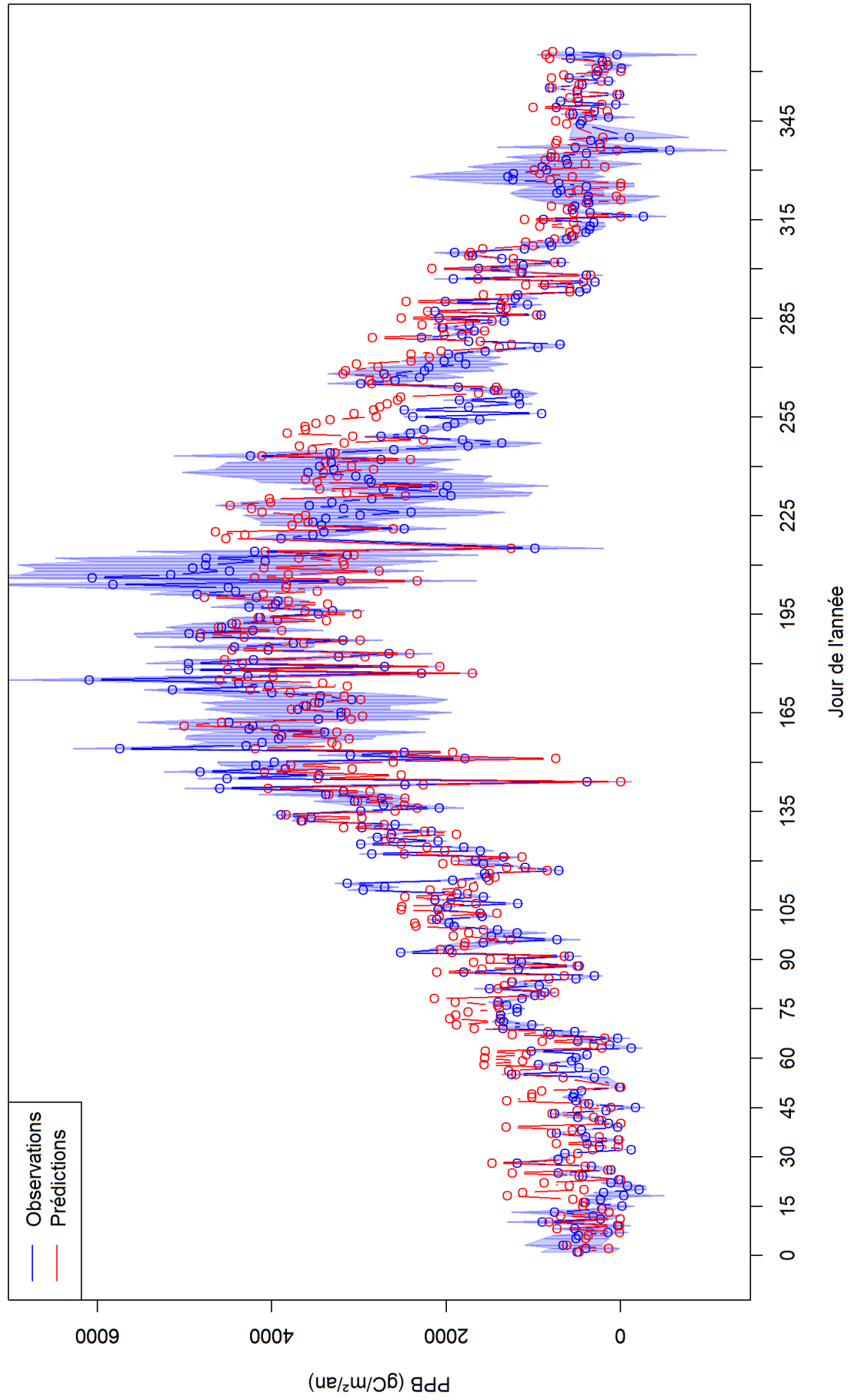


FIGURE 83 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la petite parcelle pour l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2017

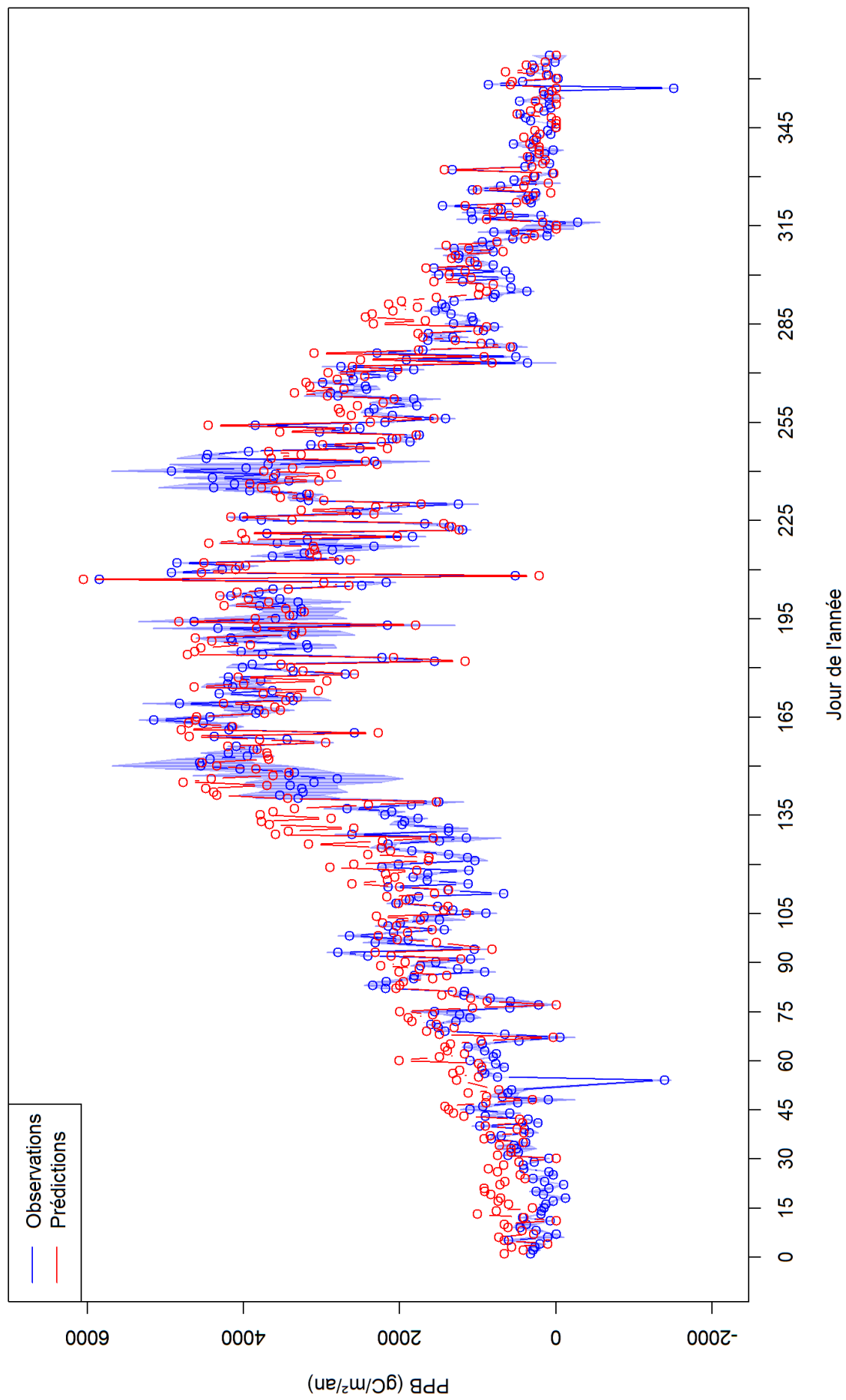


FIGURE 84 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la petite parcelle pour l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2018

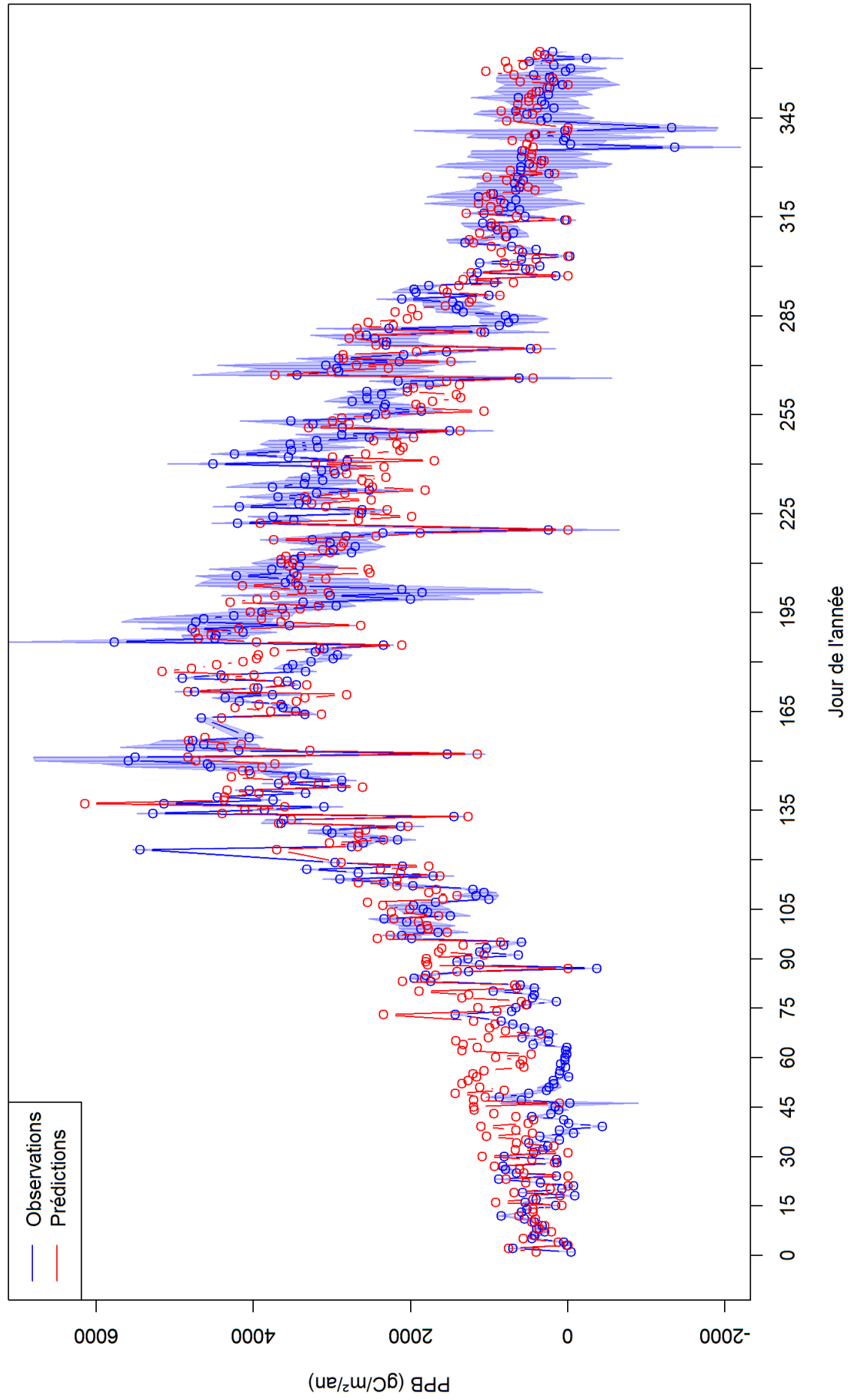


FIGURE 85 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la petite parcelle pour l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

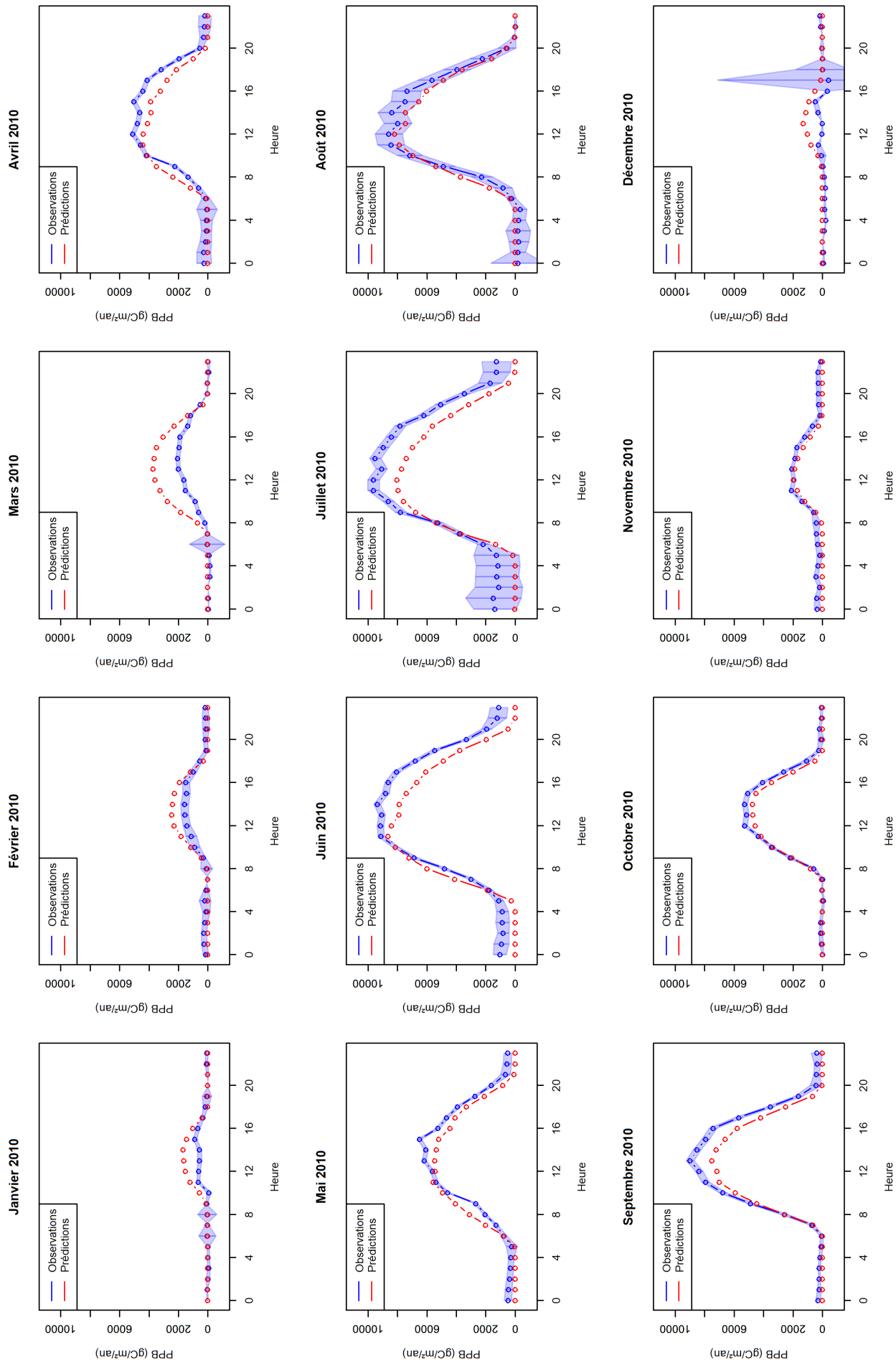


FIGURE 86 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2010. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

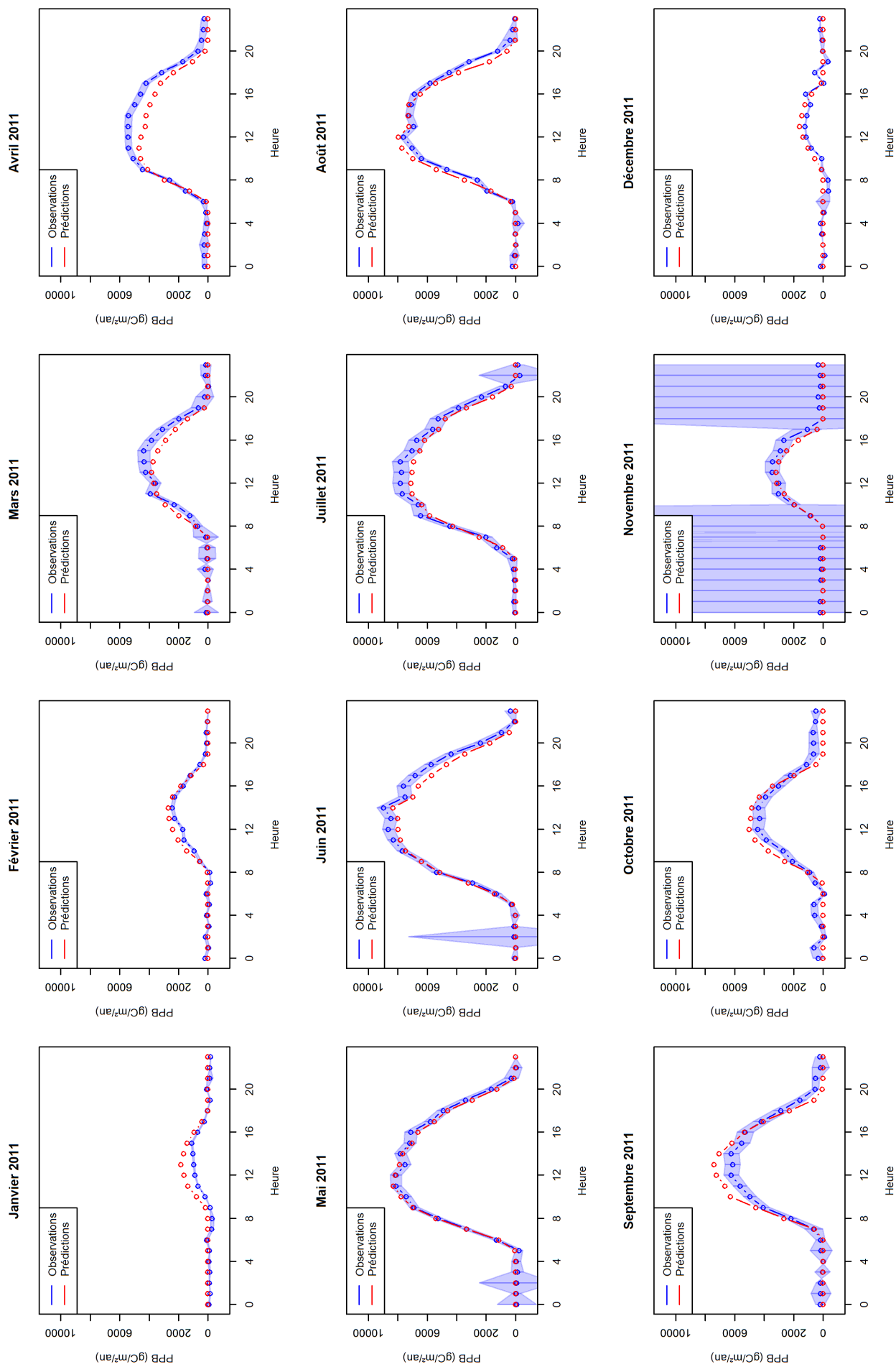


FIGURE 87 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2011. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

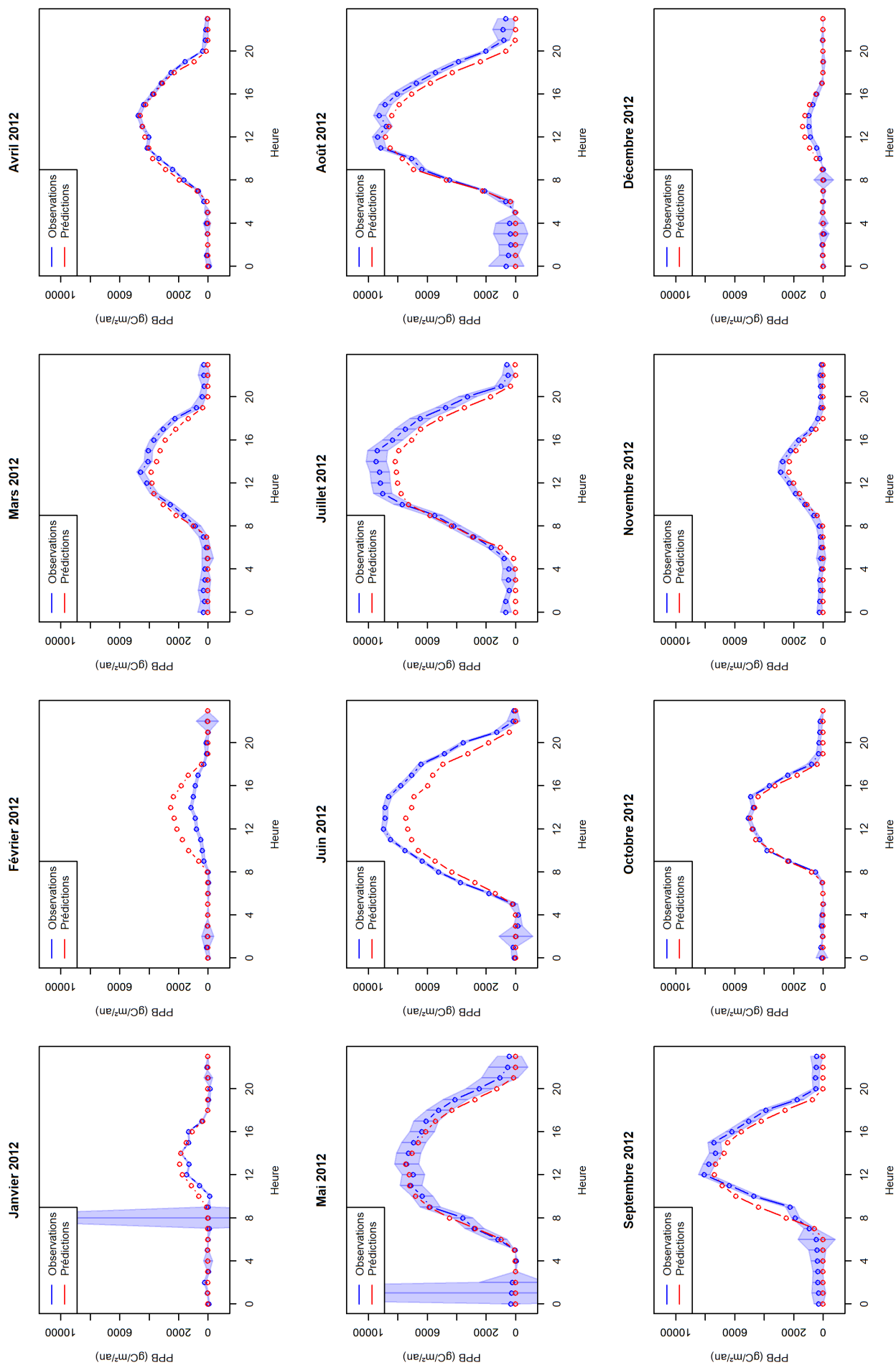


FIGURE 88 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2012. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

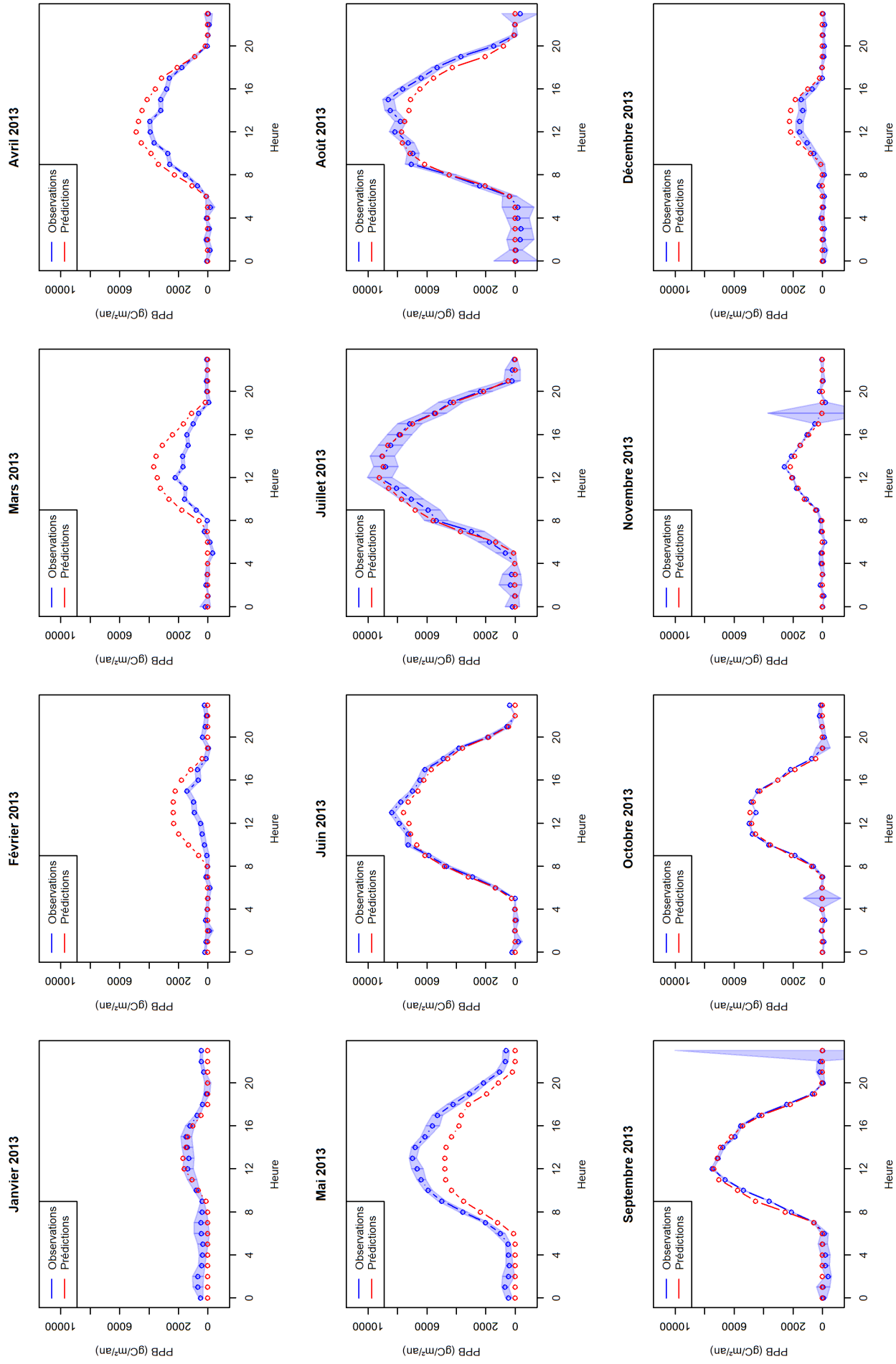


FIGURE 89 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2013. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

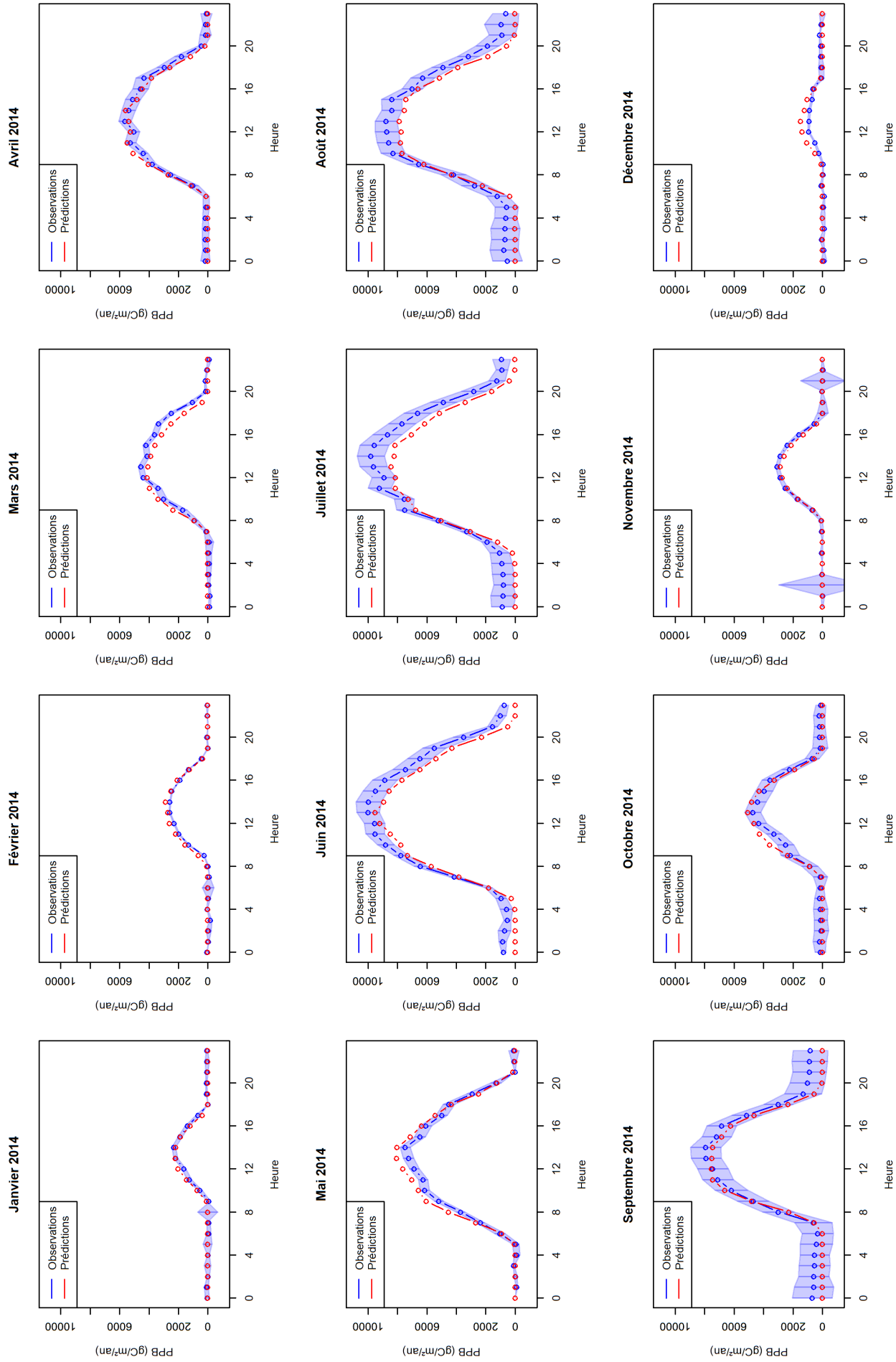


FIGURE 90 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2014. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

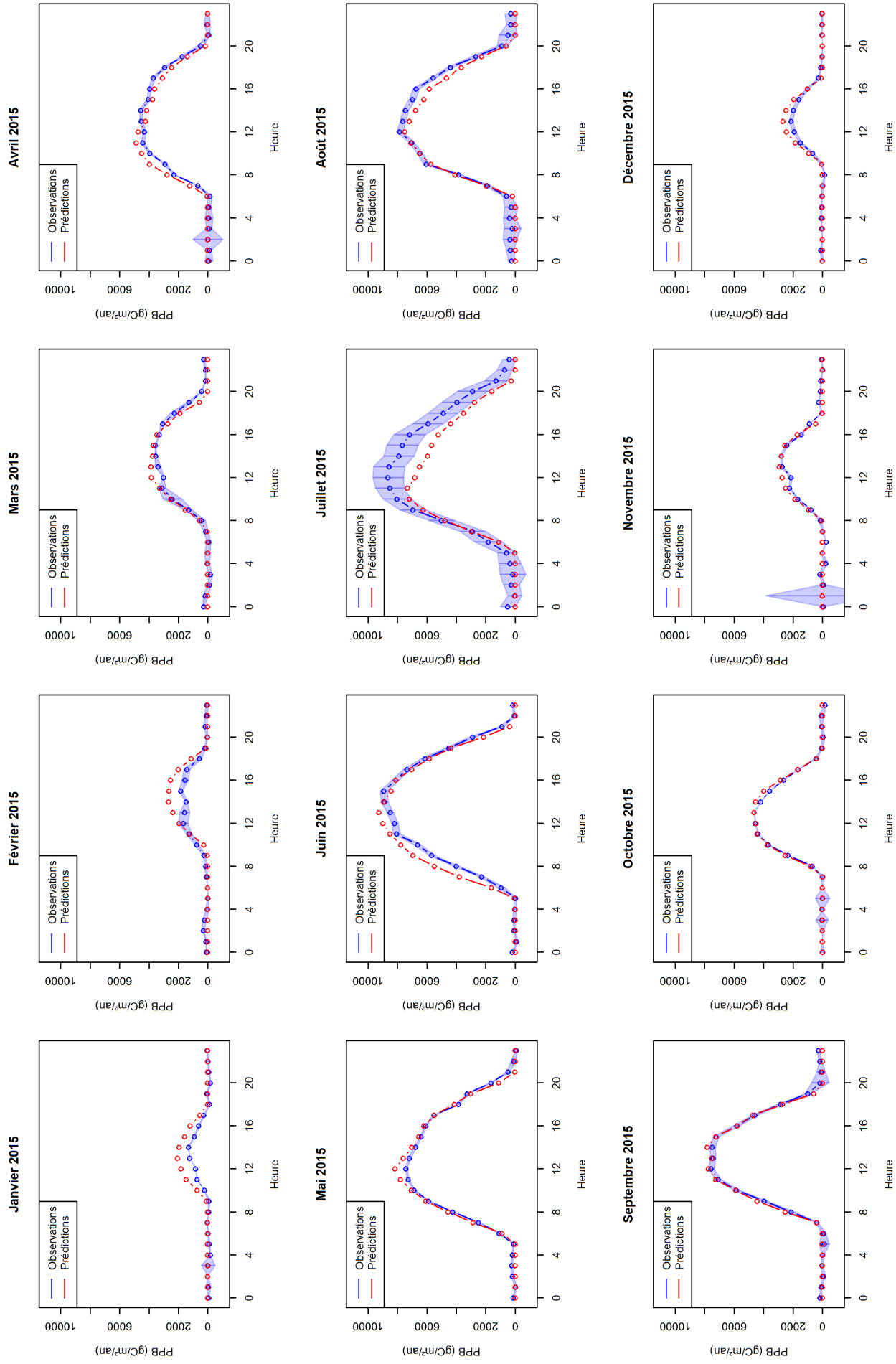


FIGURE 91 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2015. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

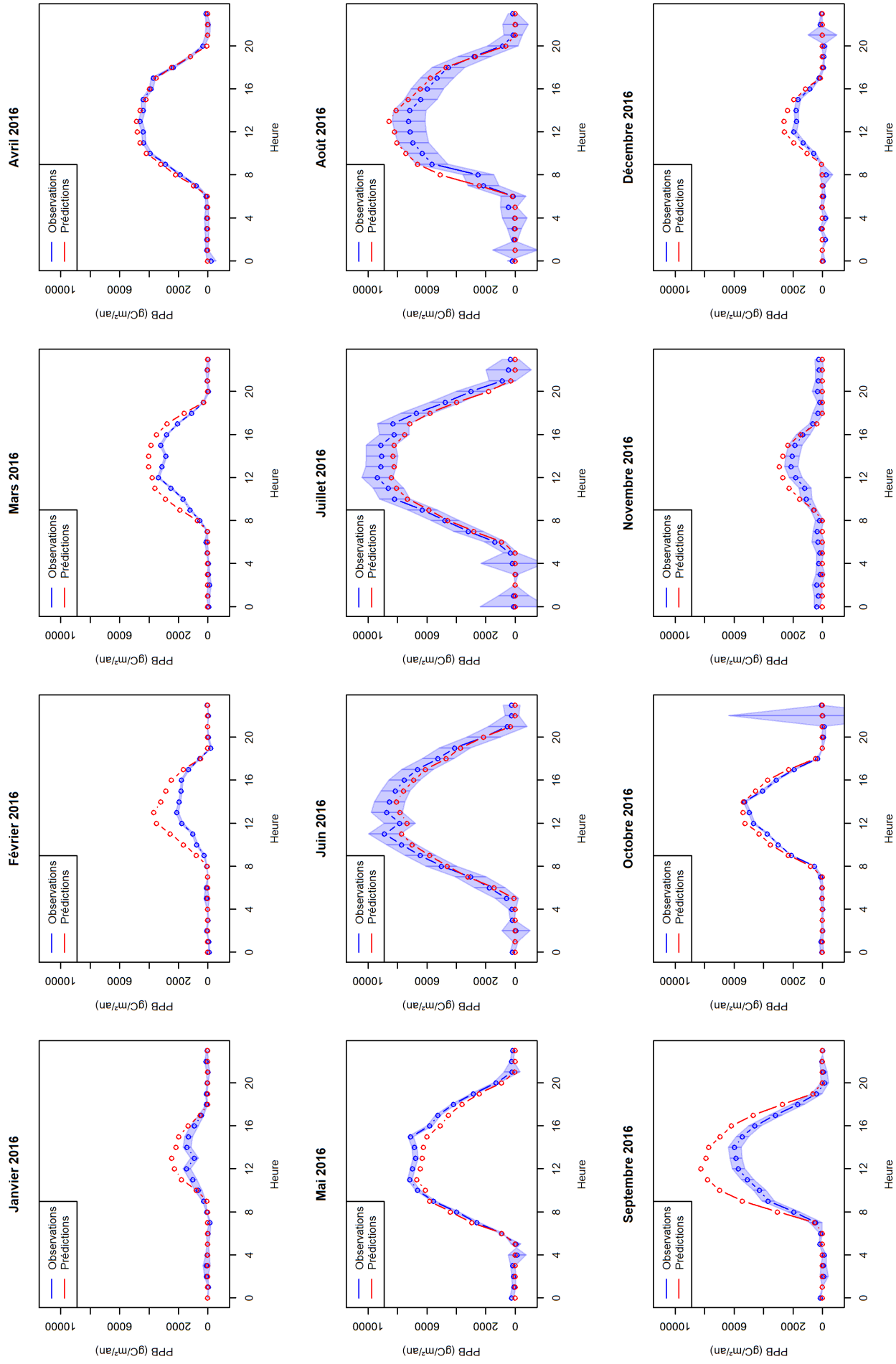


FIGURE 92 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

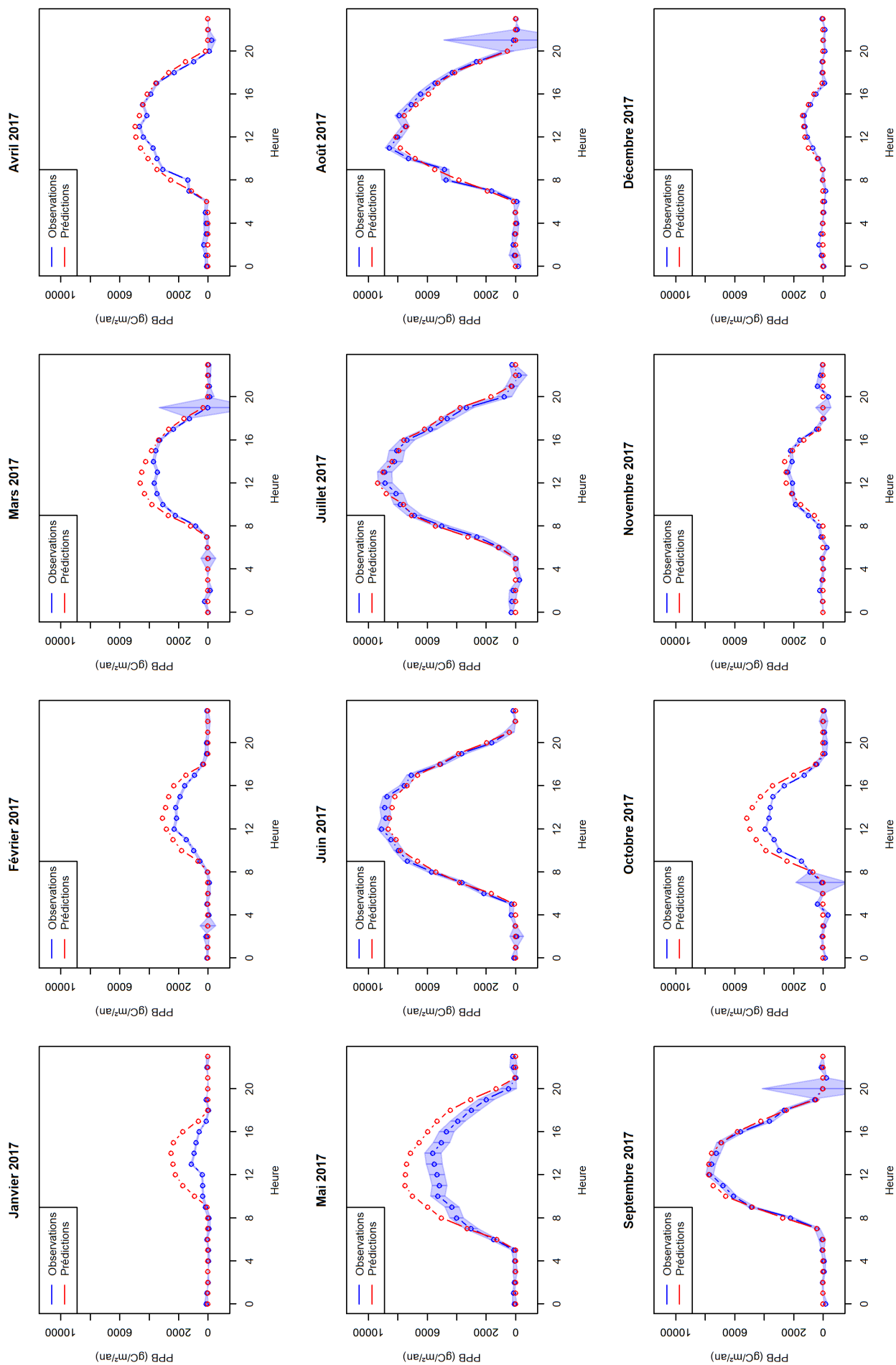


FIGURE 93 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

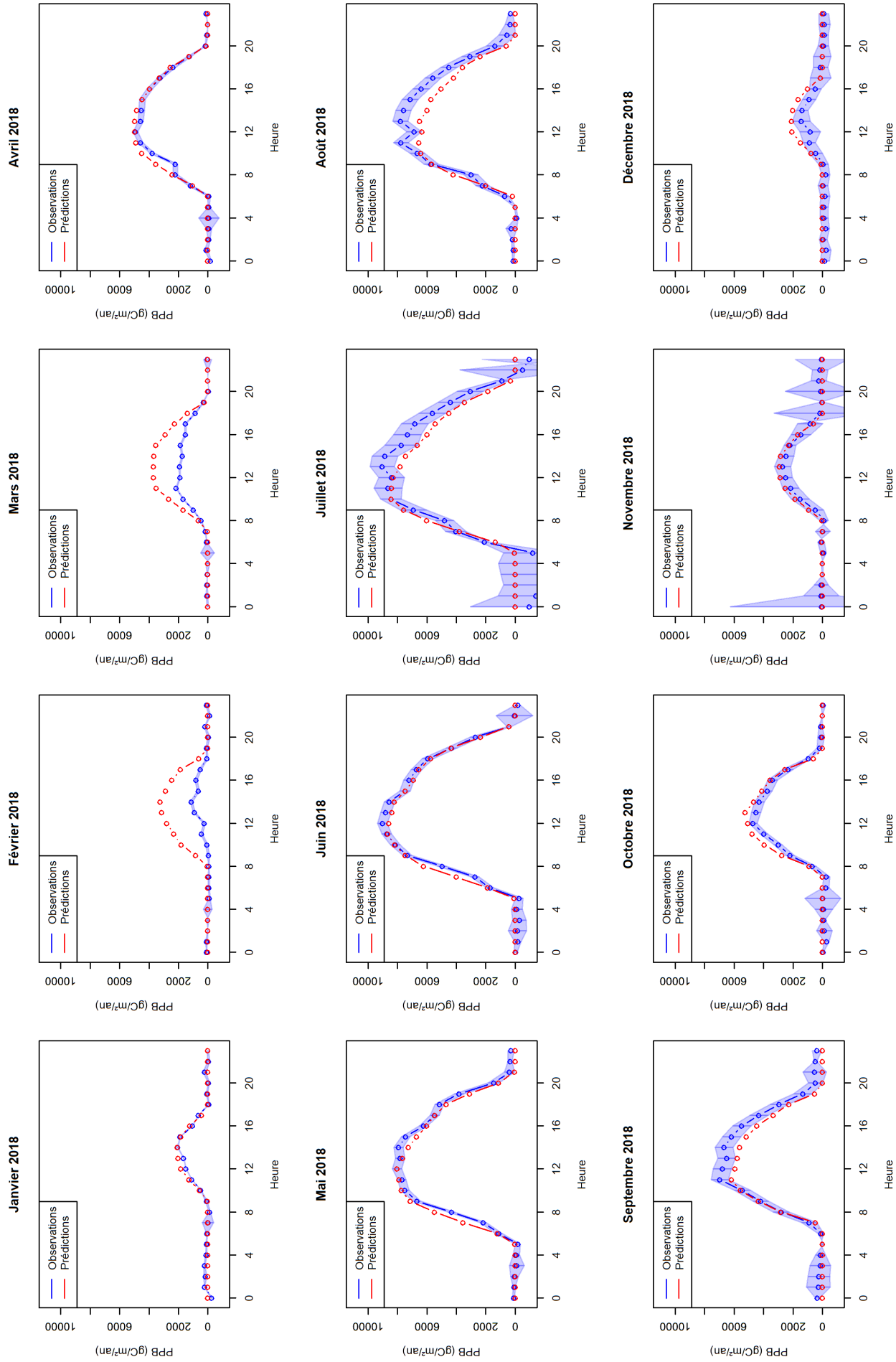


FIGURE 94 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la petite parcelle pour les différents mois de l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

D.4 Grand secteur hêtre

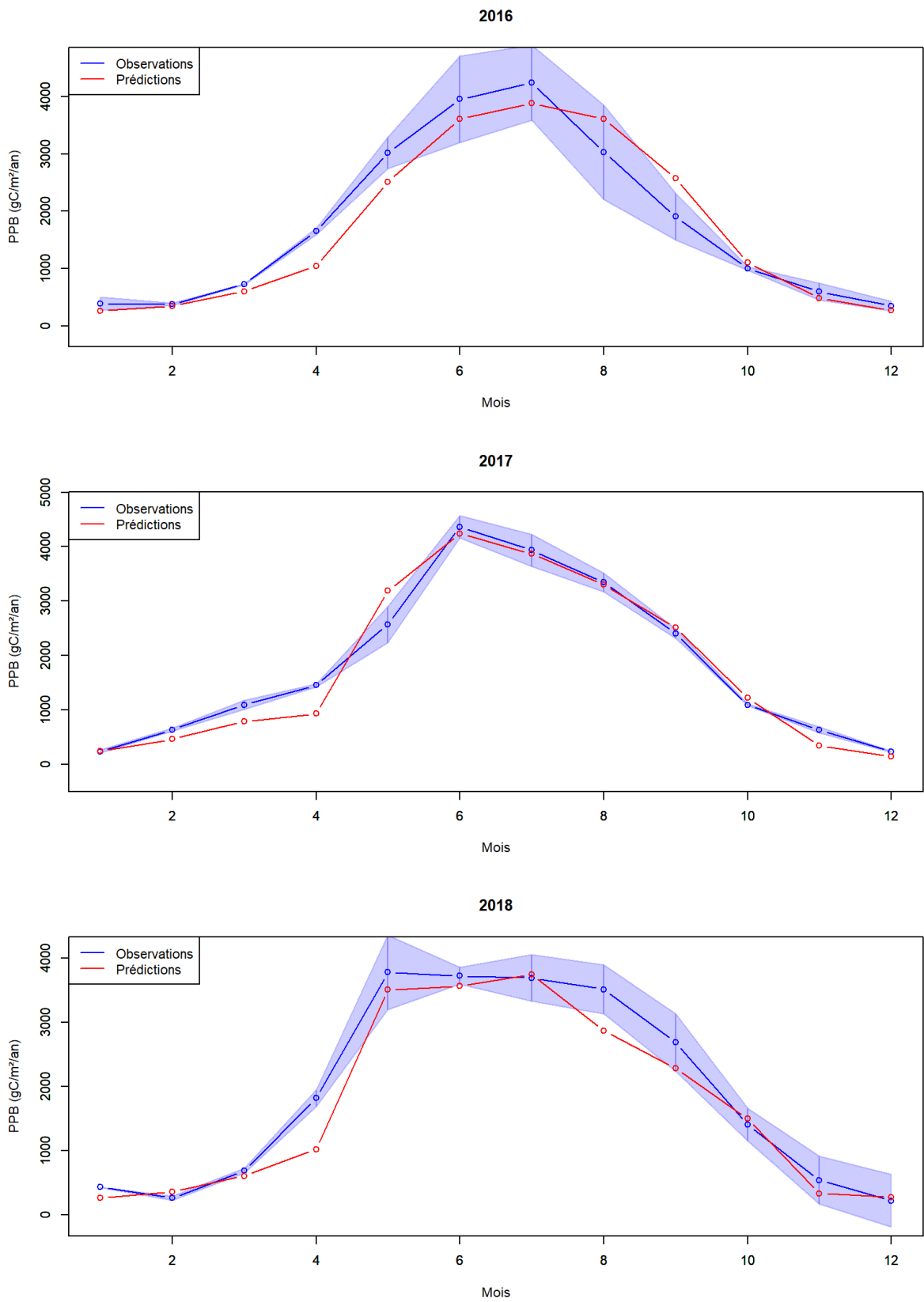


FIGURE 95 – Evolution mois par mois de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur hêtre pour différentes années. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2016

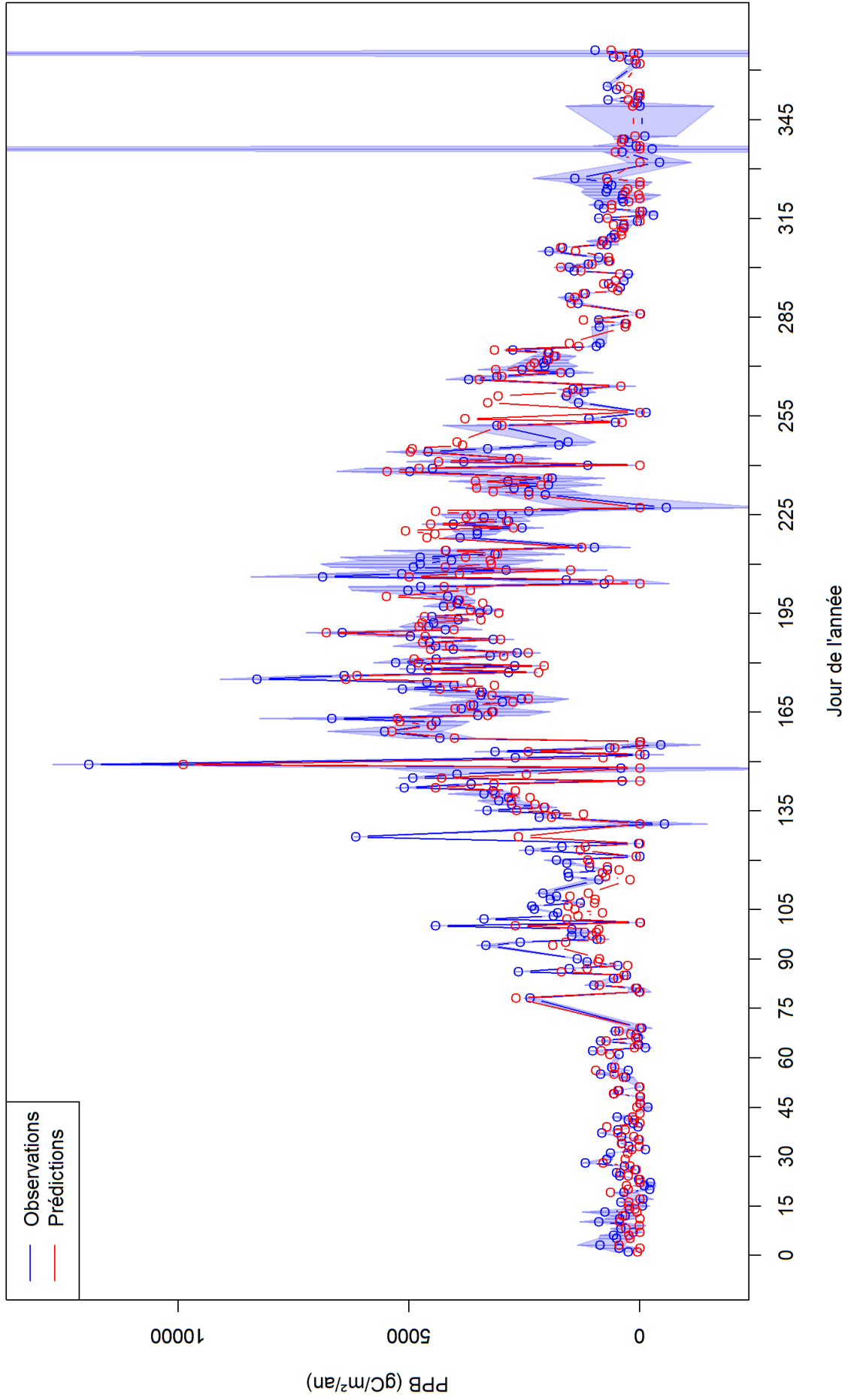


FIGURE 96 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur hêtre pour l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2017

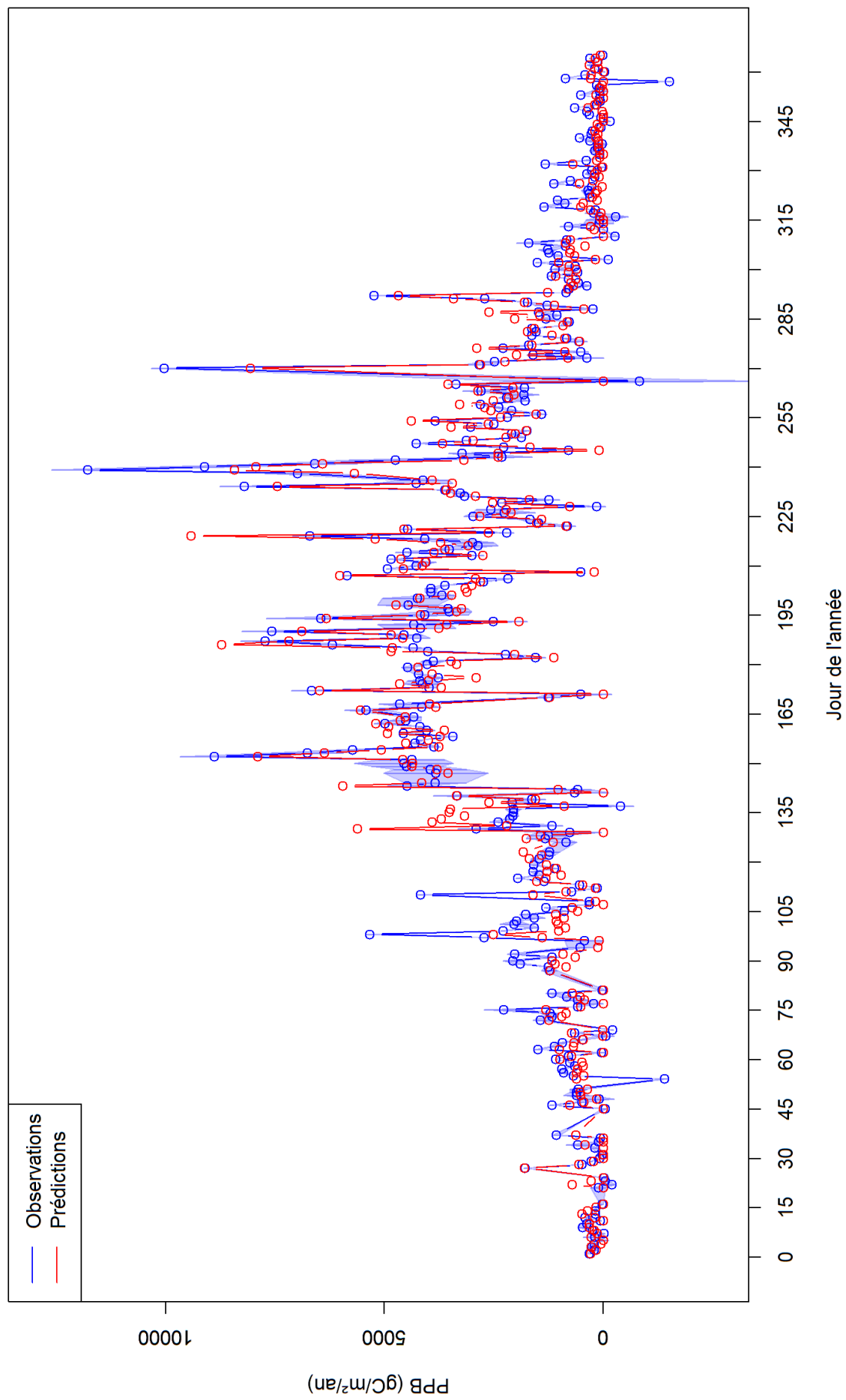


FIGURE 97 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur hêtre pour l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2018

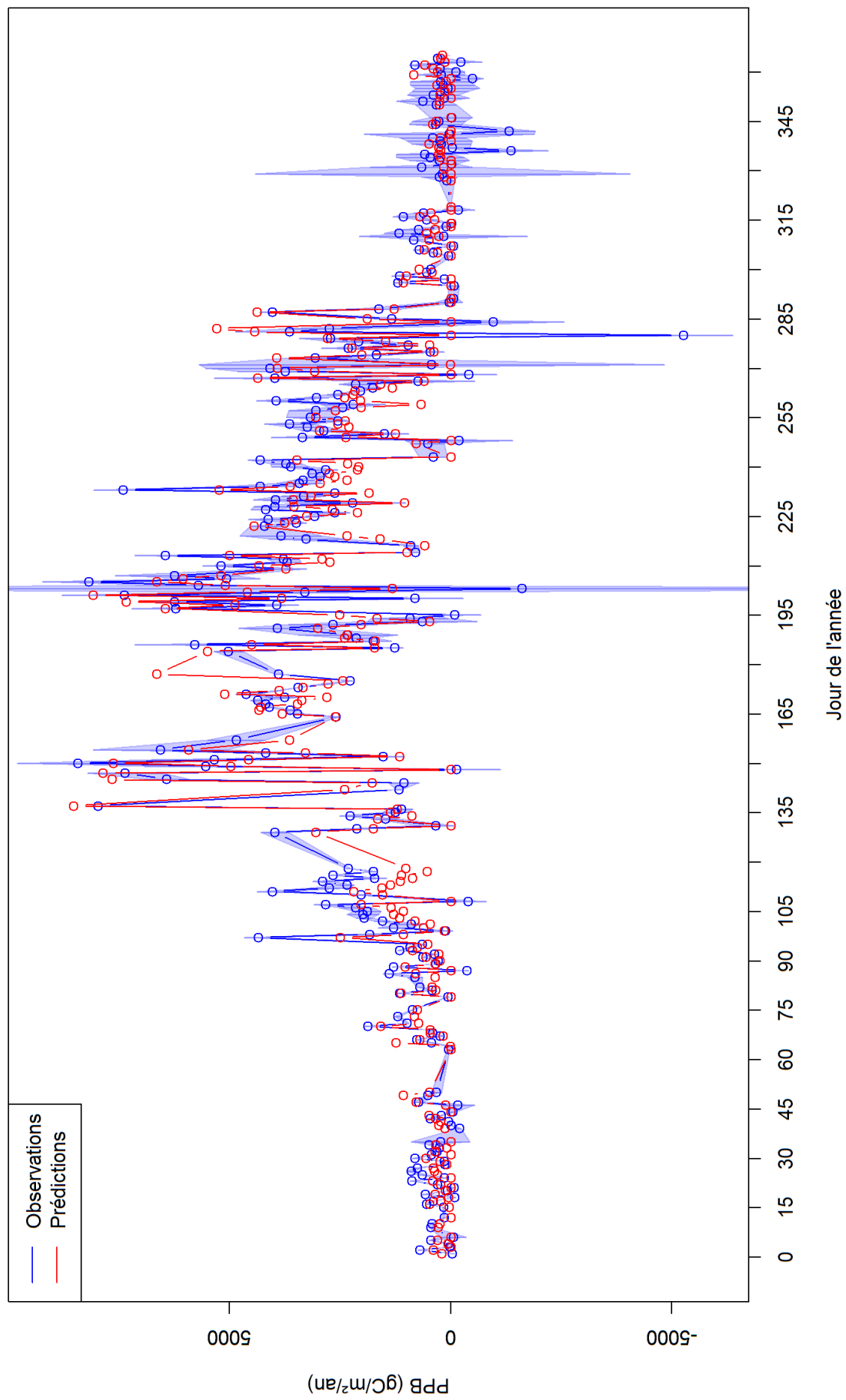


FIGURE 98 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur hêtre pour l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

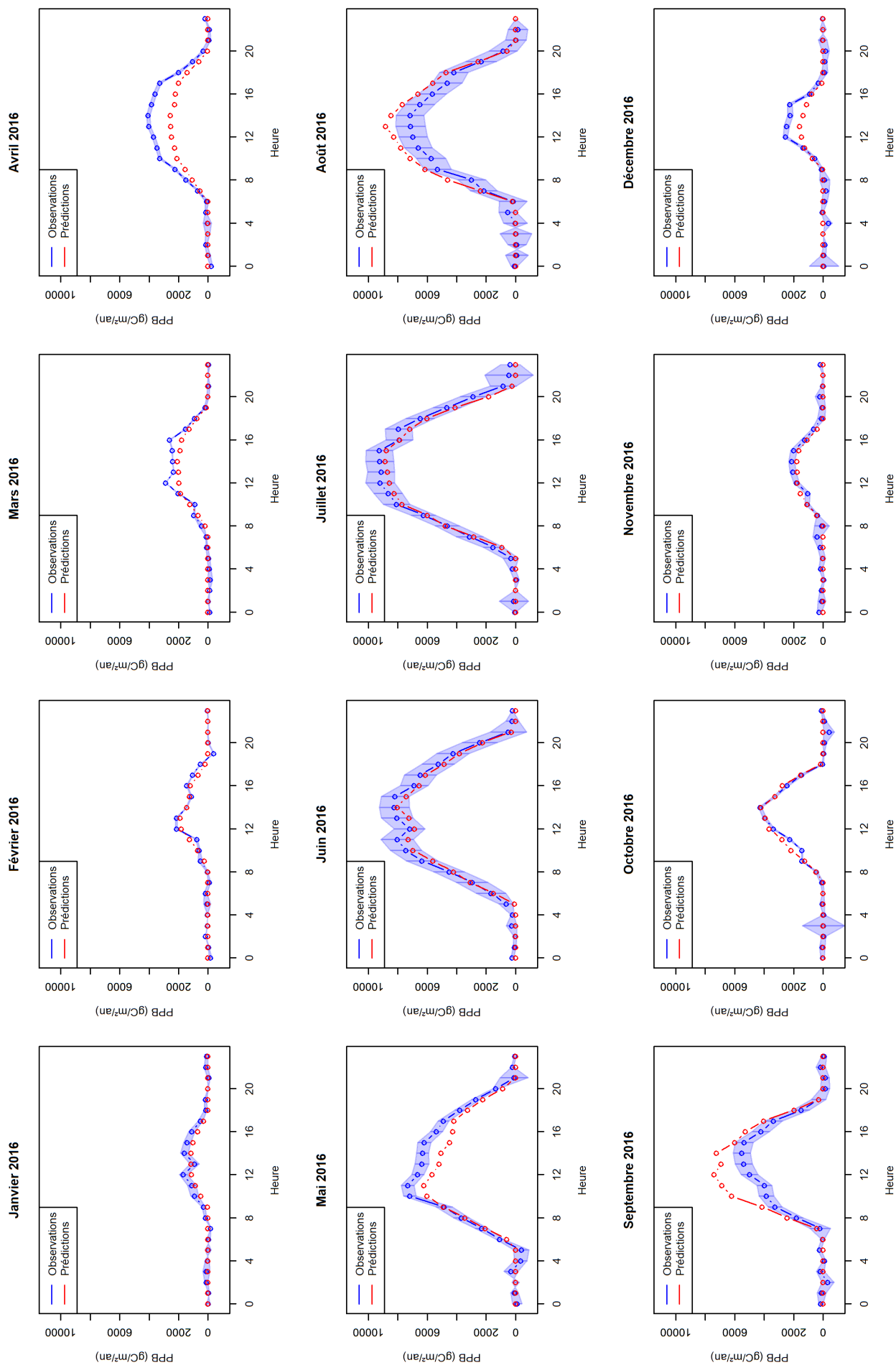


FIGURE 99 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

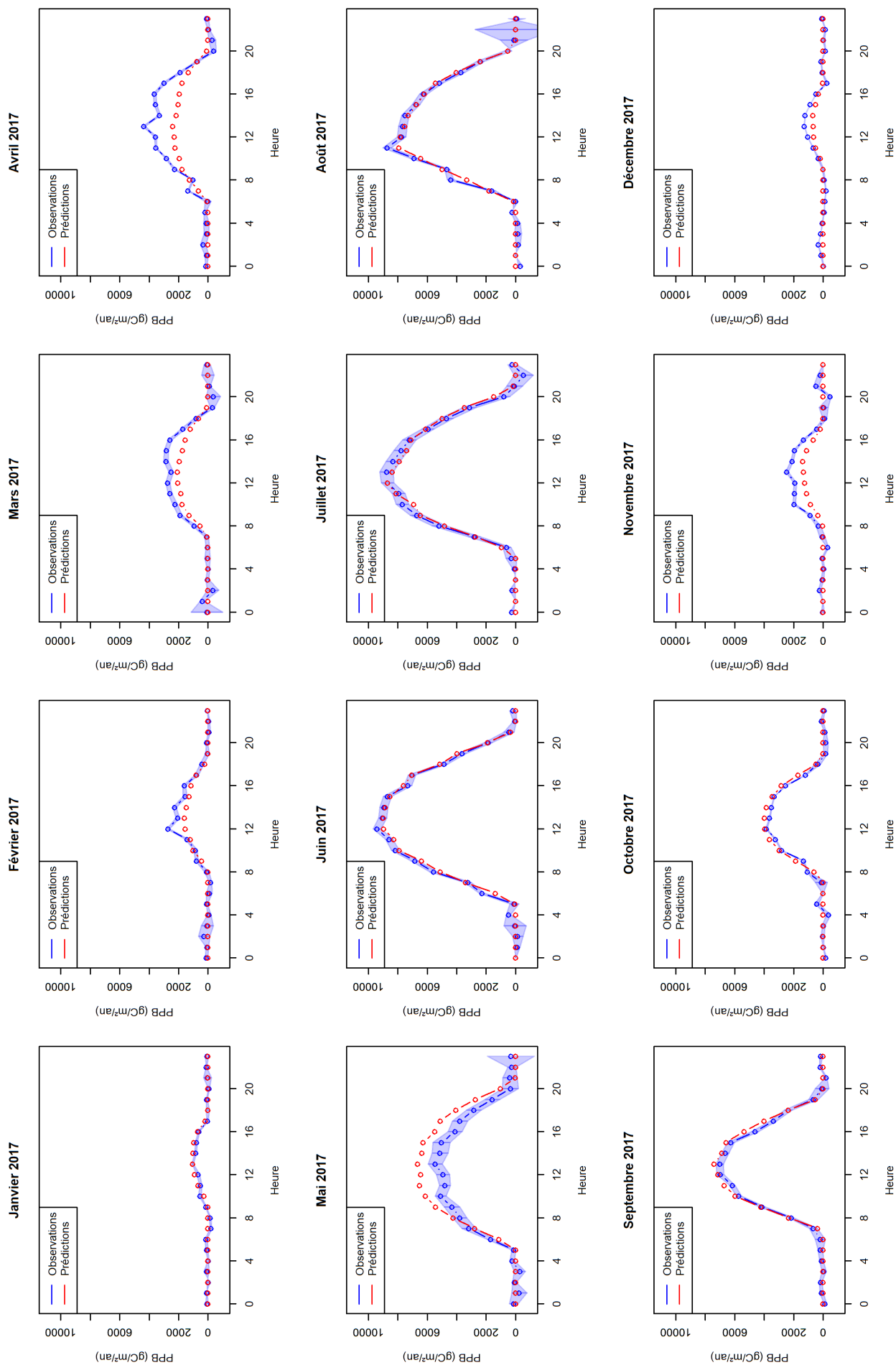


FIGURE 100 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

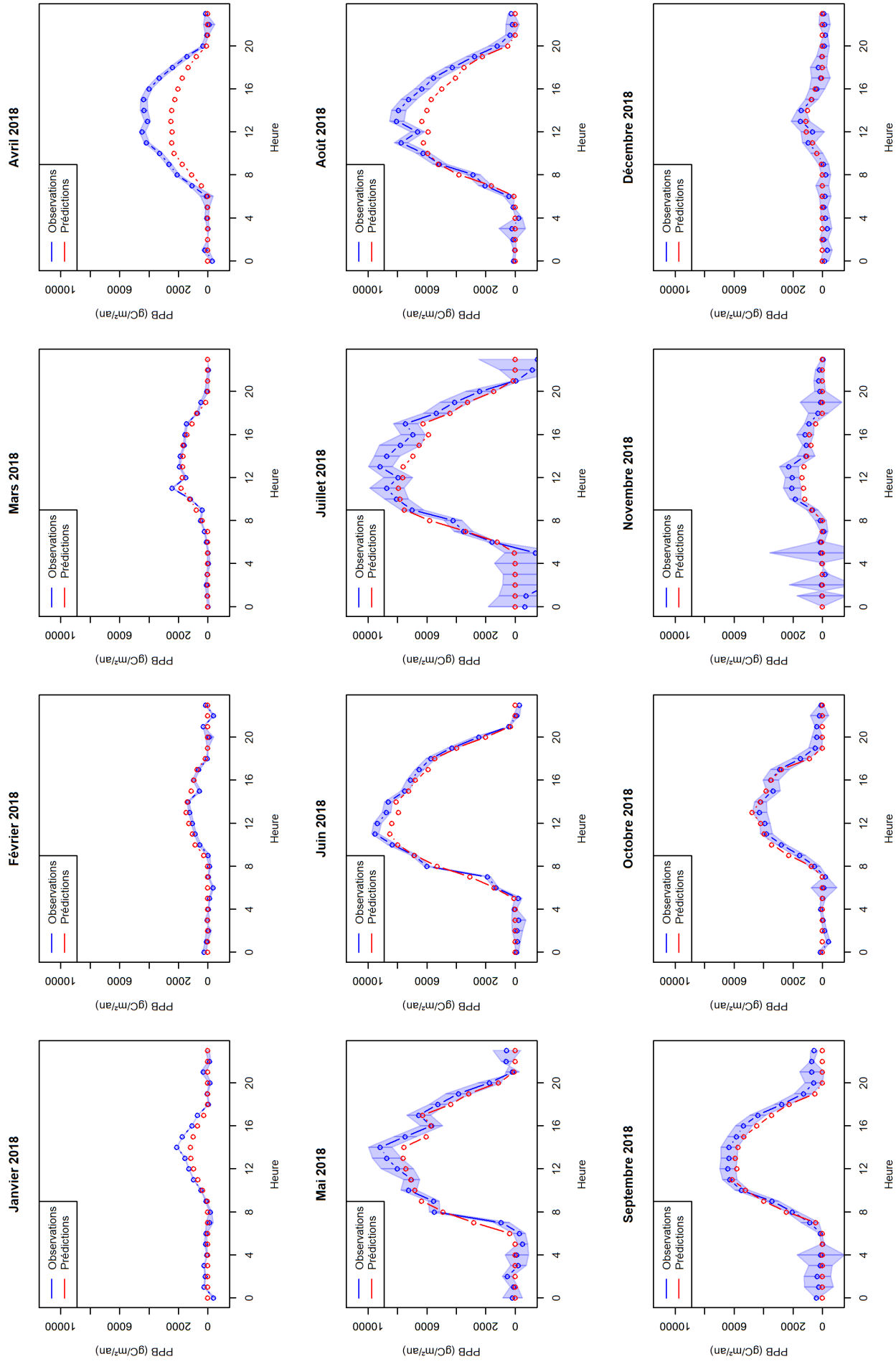


FIGURE 101 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur hêtre pour les différents mois de l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

D.5 Grand secteur douglas

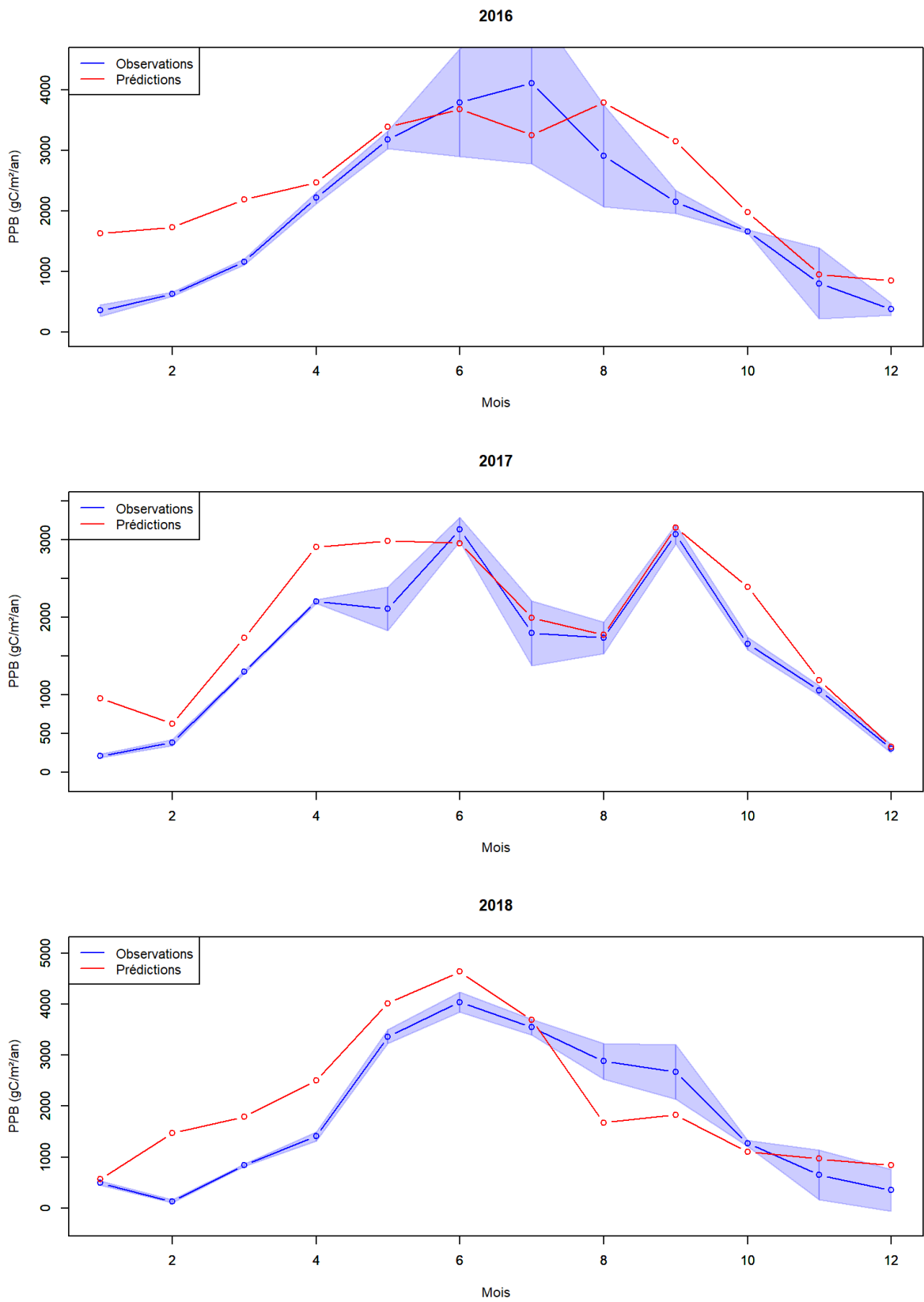


FIGURE 102 – Evolution mois par mois de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur douglas pour différentes années. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2016

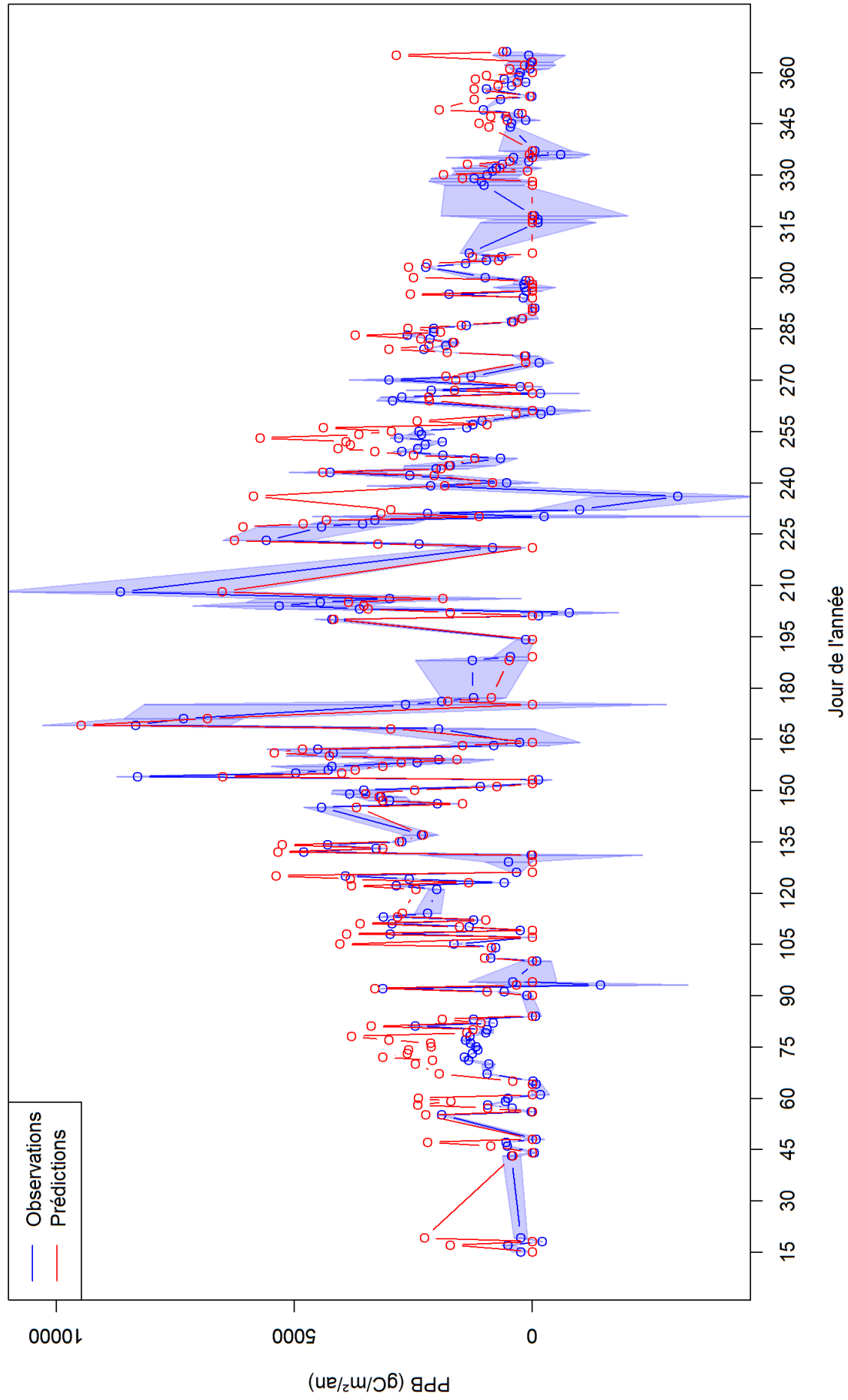


FIGURE 103 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur douglas pour l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2017

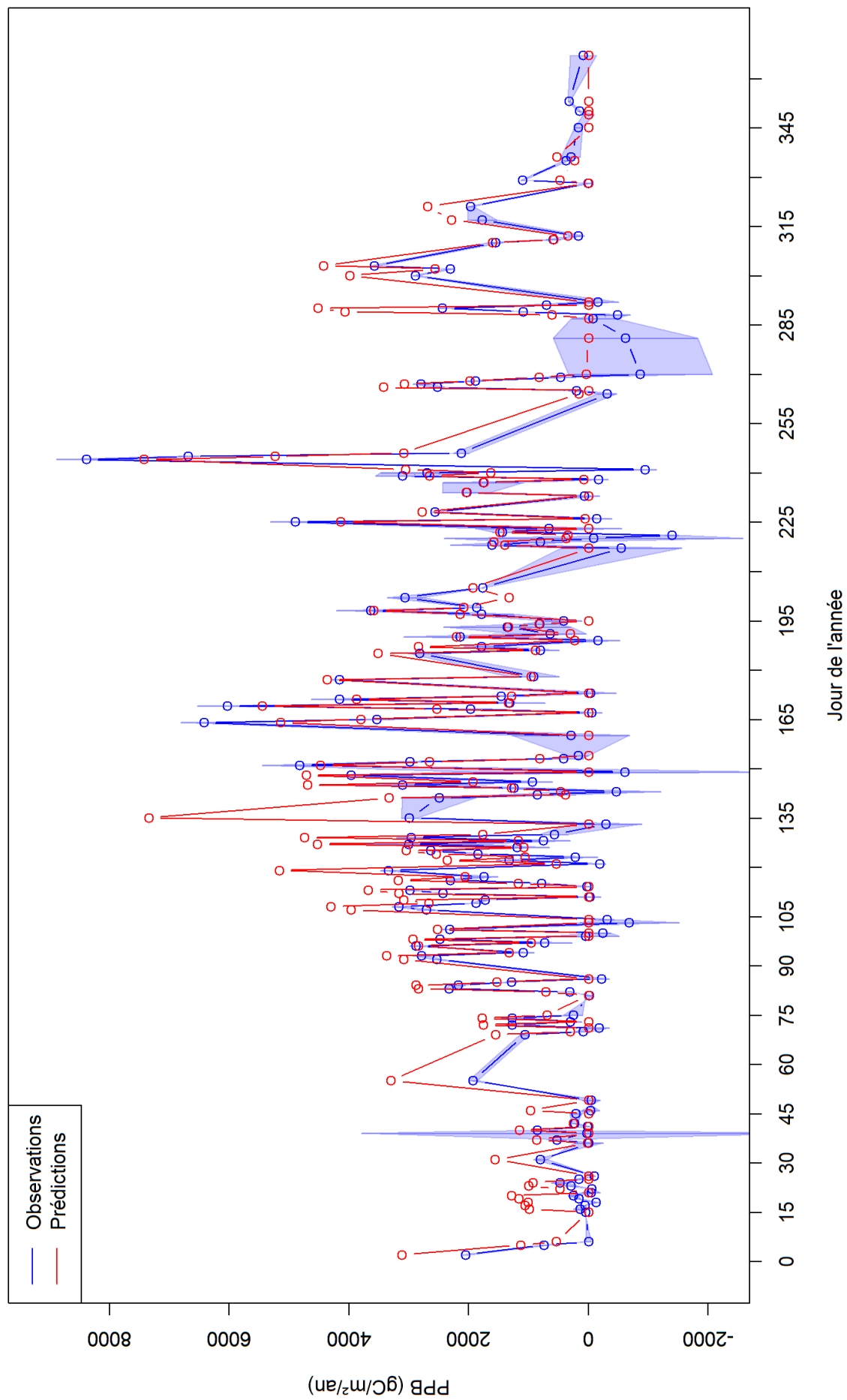


FIGURE 104 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur douglas pour l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2018

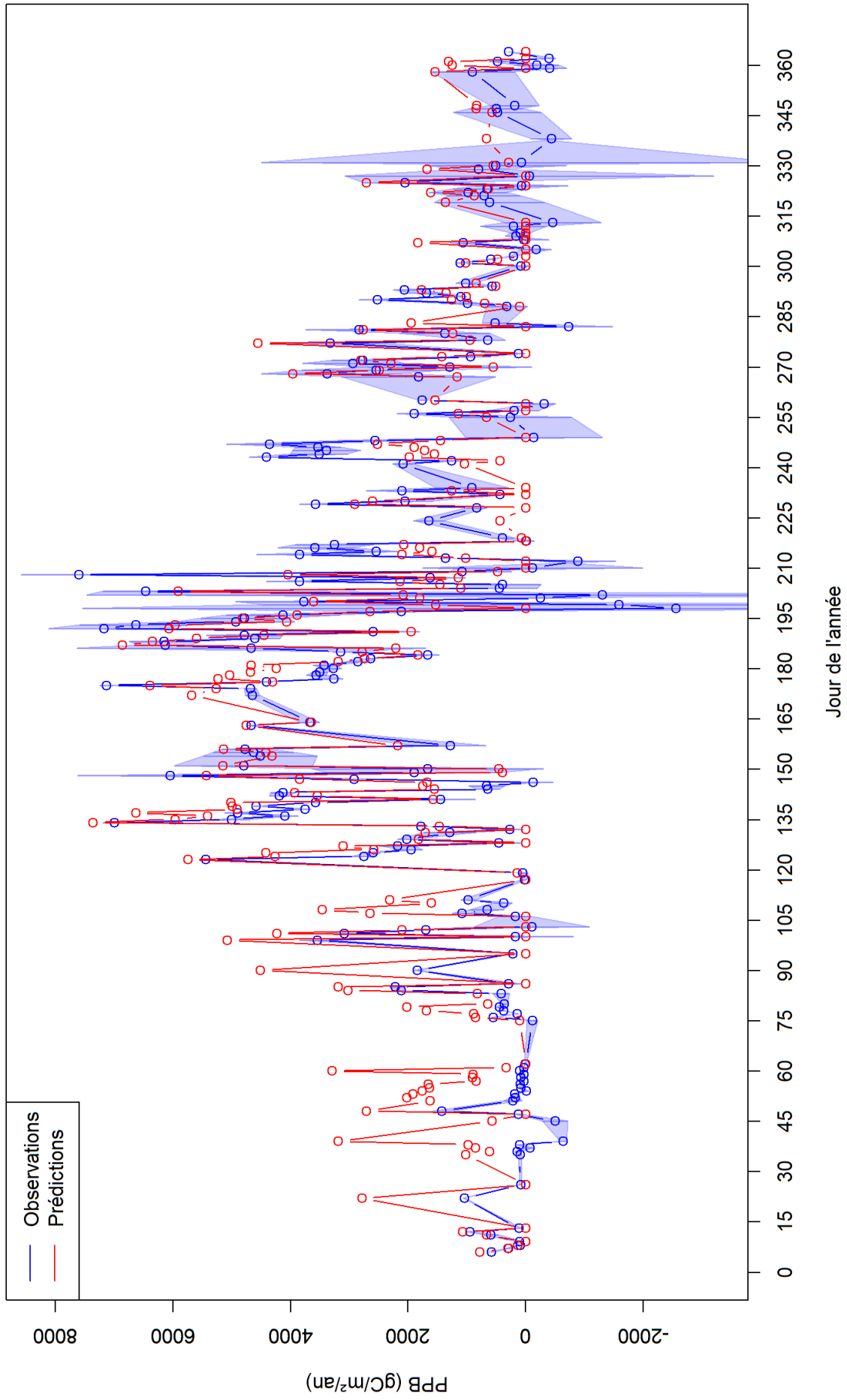


FIGURE 105 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur douglas pour l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

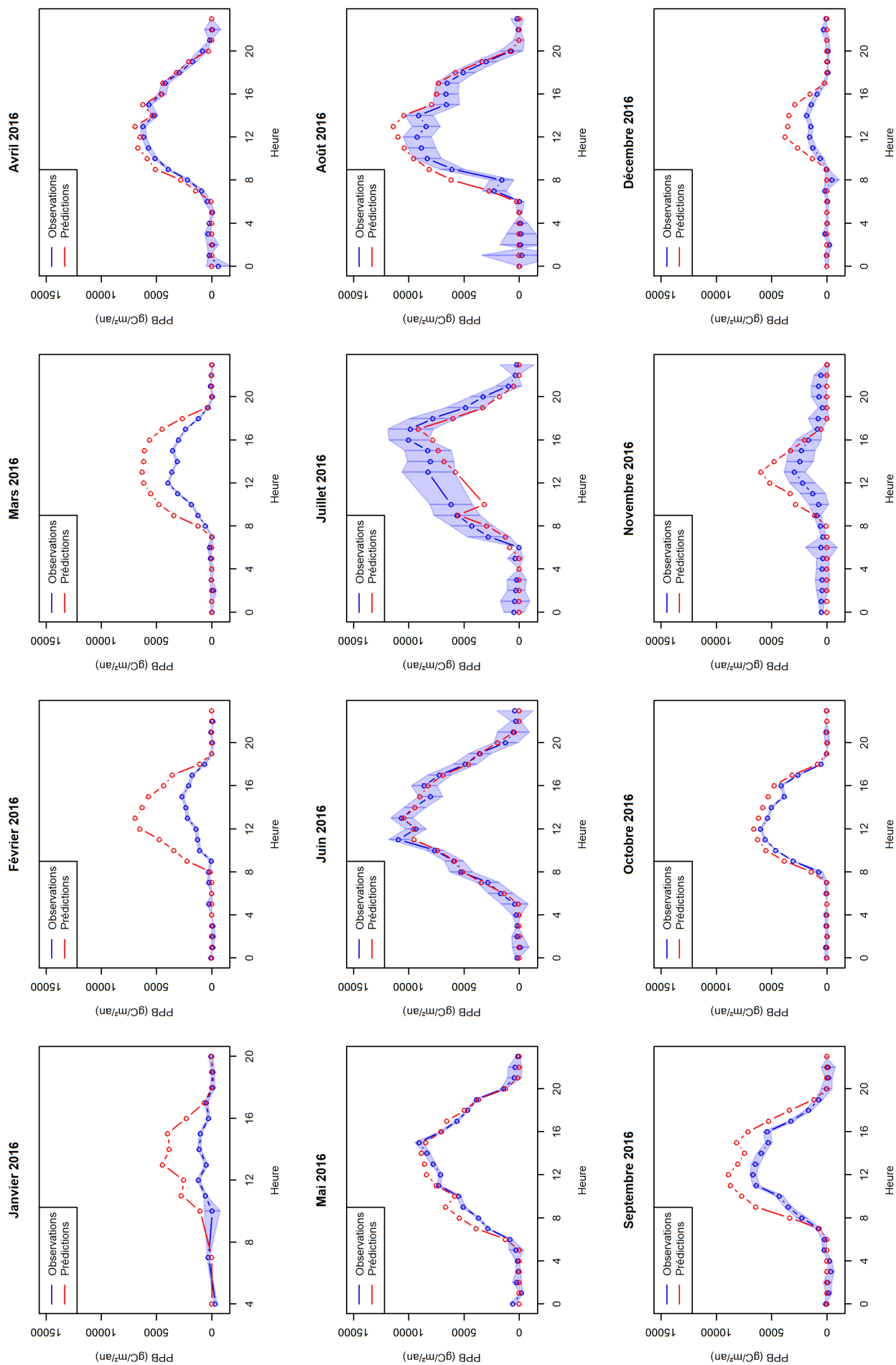


FIGURE 106 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur douglas pour les différents mois de l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

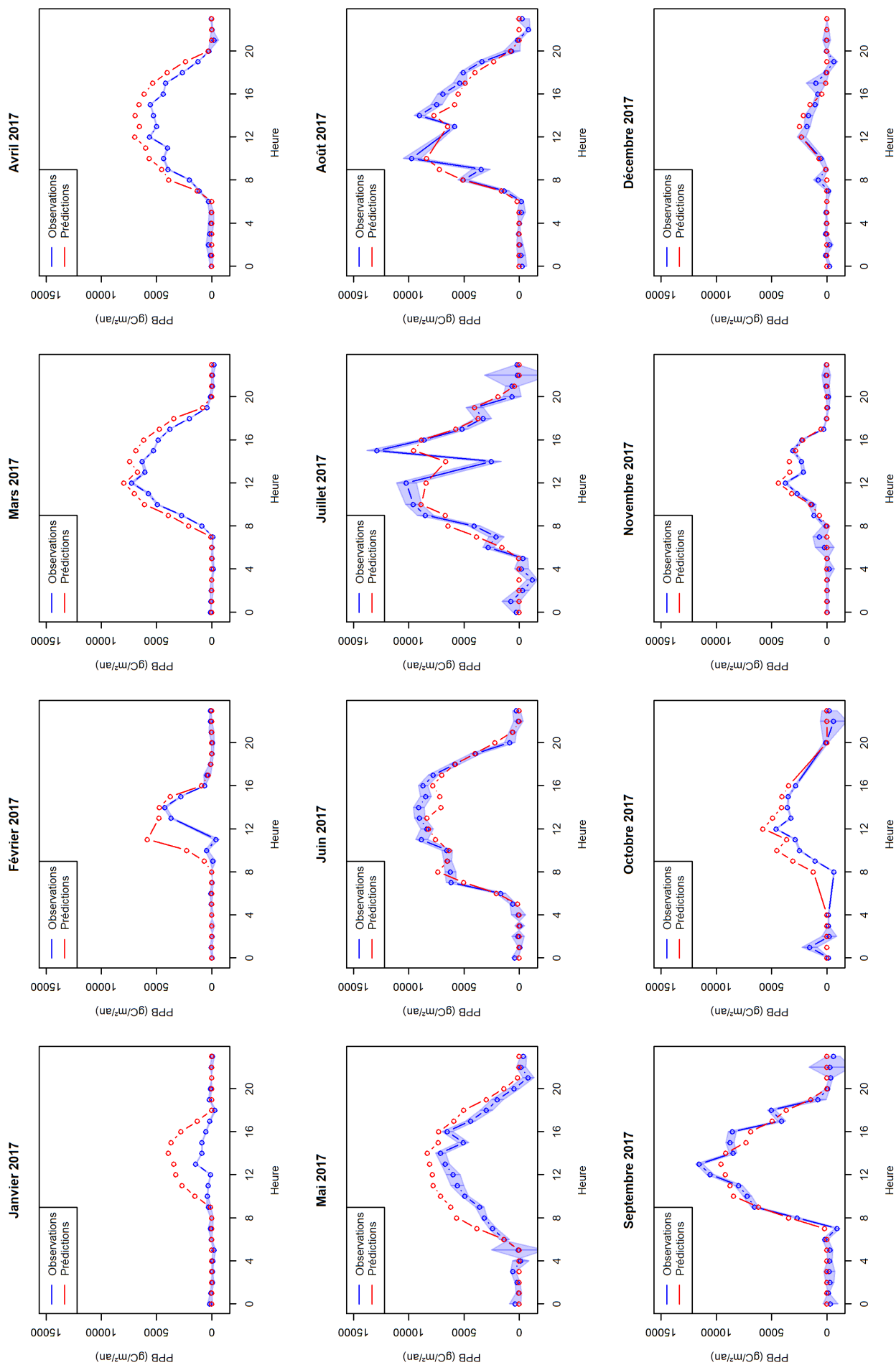


FIGURE 107 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur douglas pour les différents mois de l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

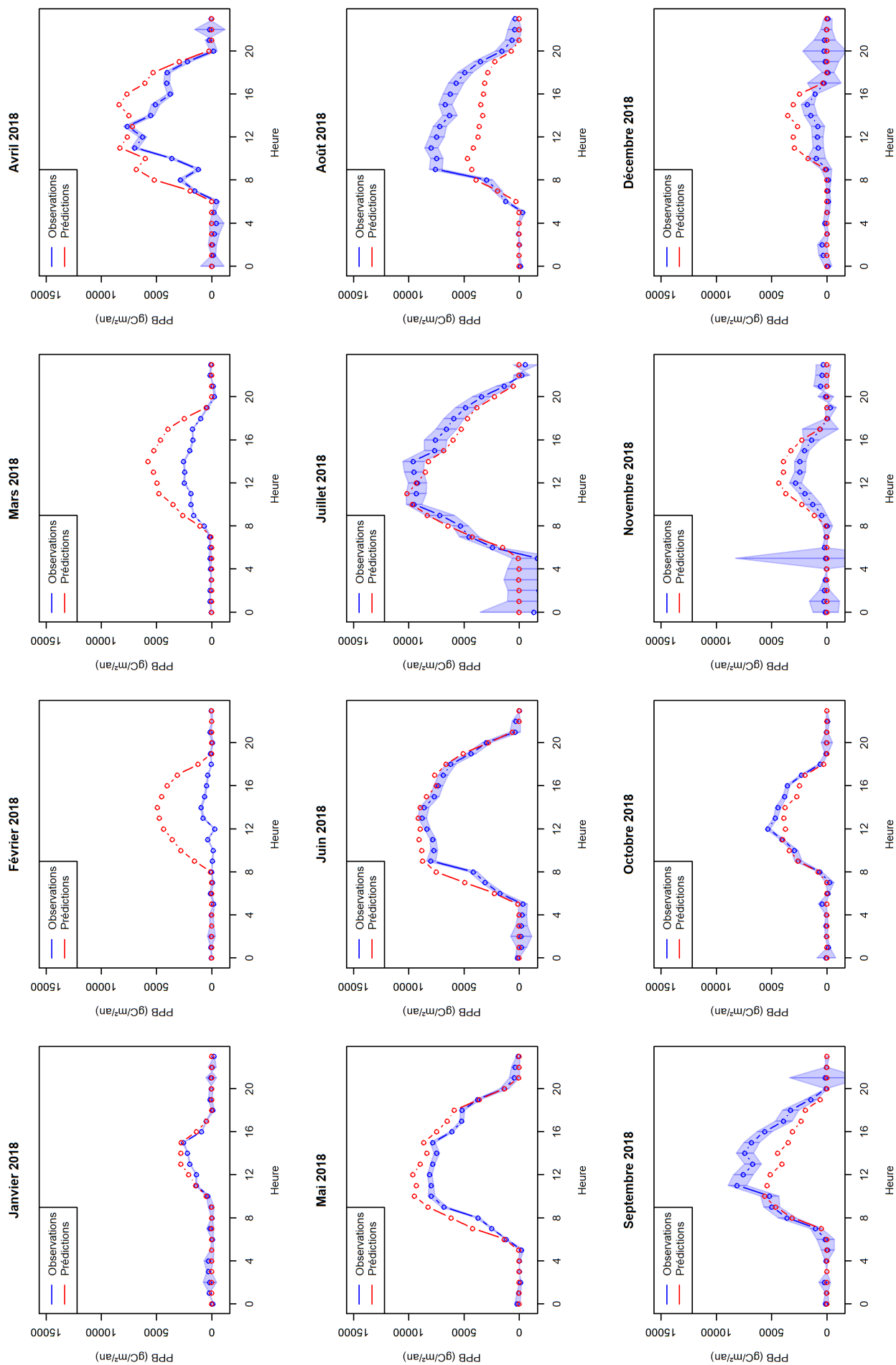


FIGURE 108 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur douglas pour les différents mois de l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

D.6 Grand secteur mixte

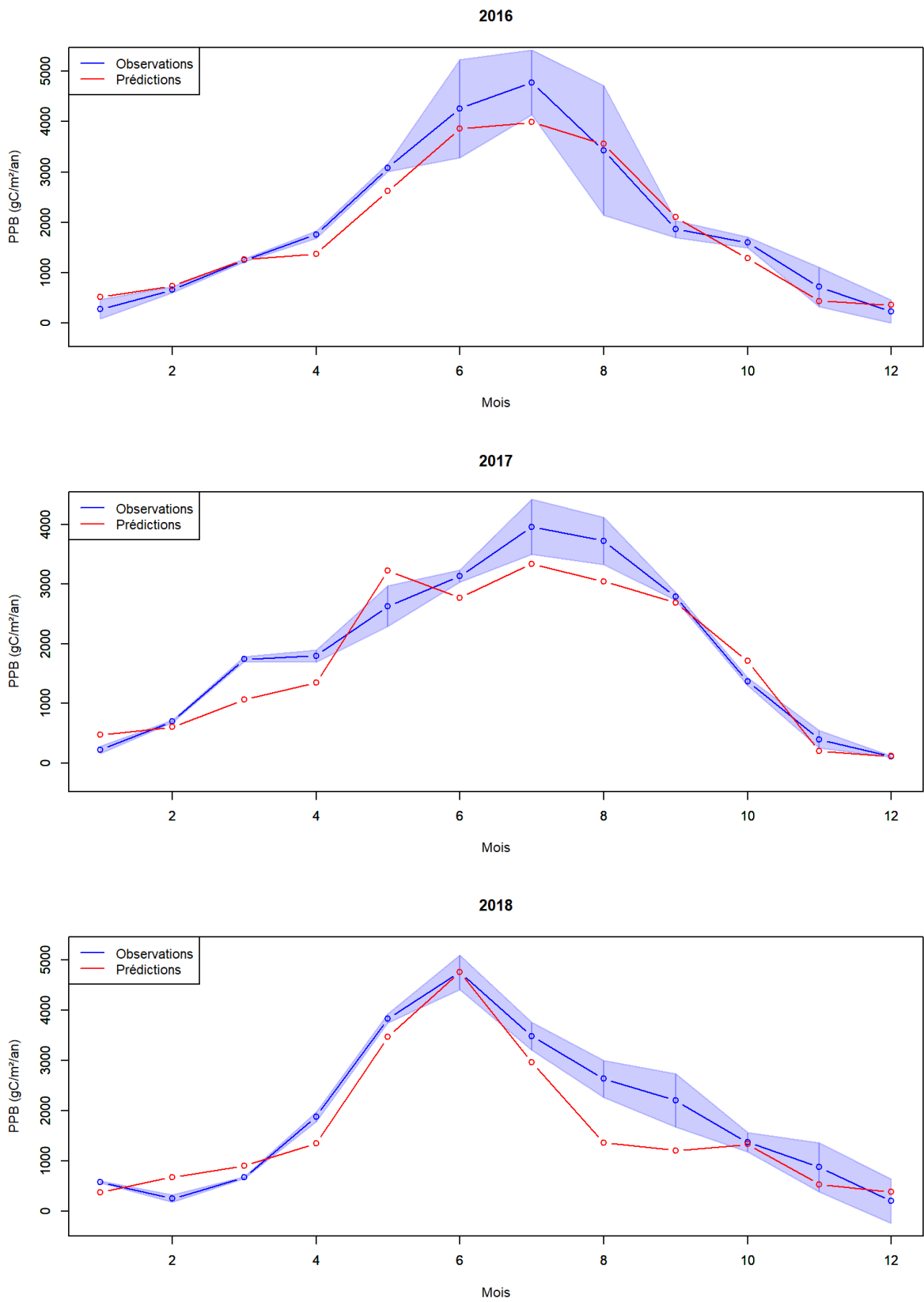


FIGURE 109 – Evolution mois par mois de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur mixte pour différentes années. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2016

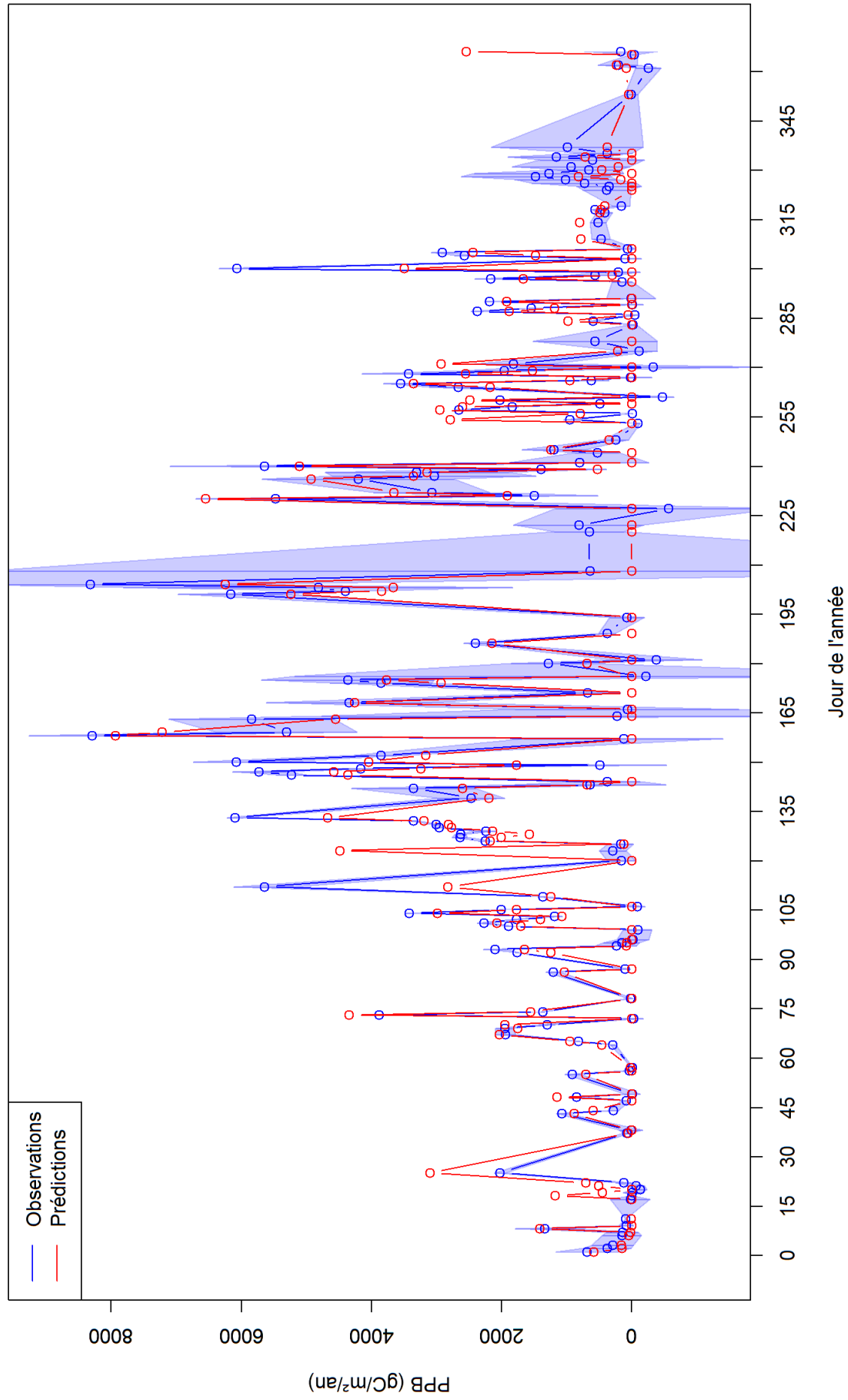


FIGURE 110 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur mixte pour l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2017

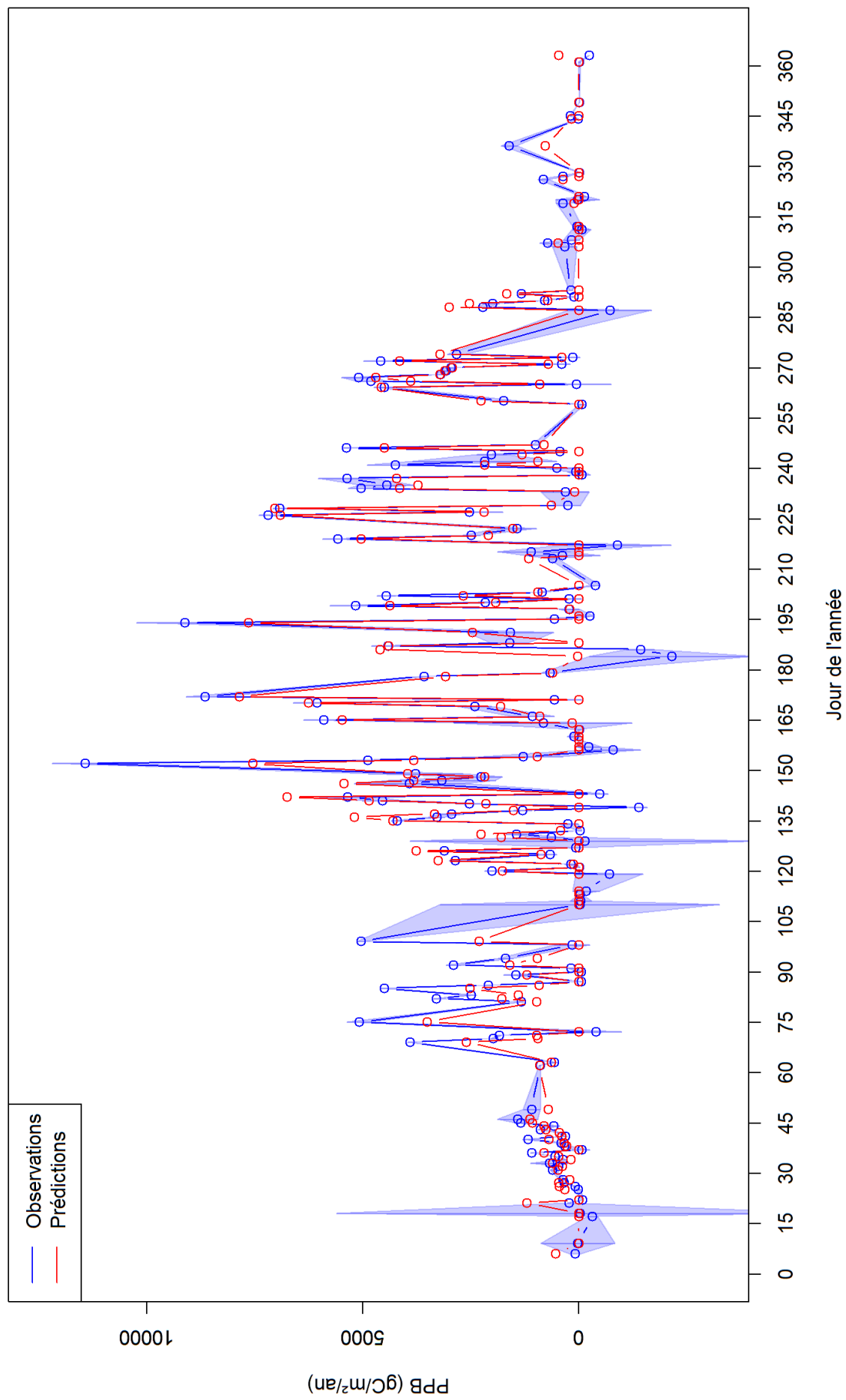


FIGURE 111 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur mixte pour l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2018

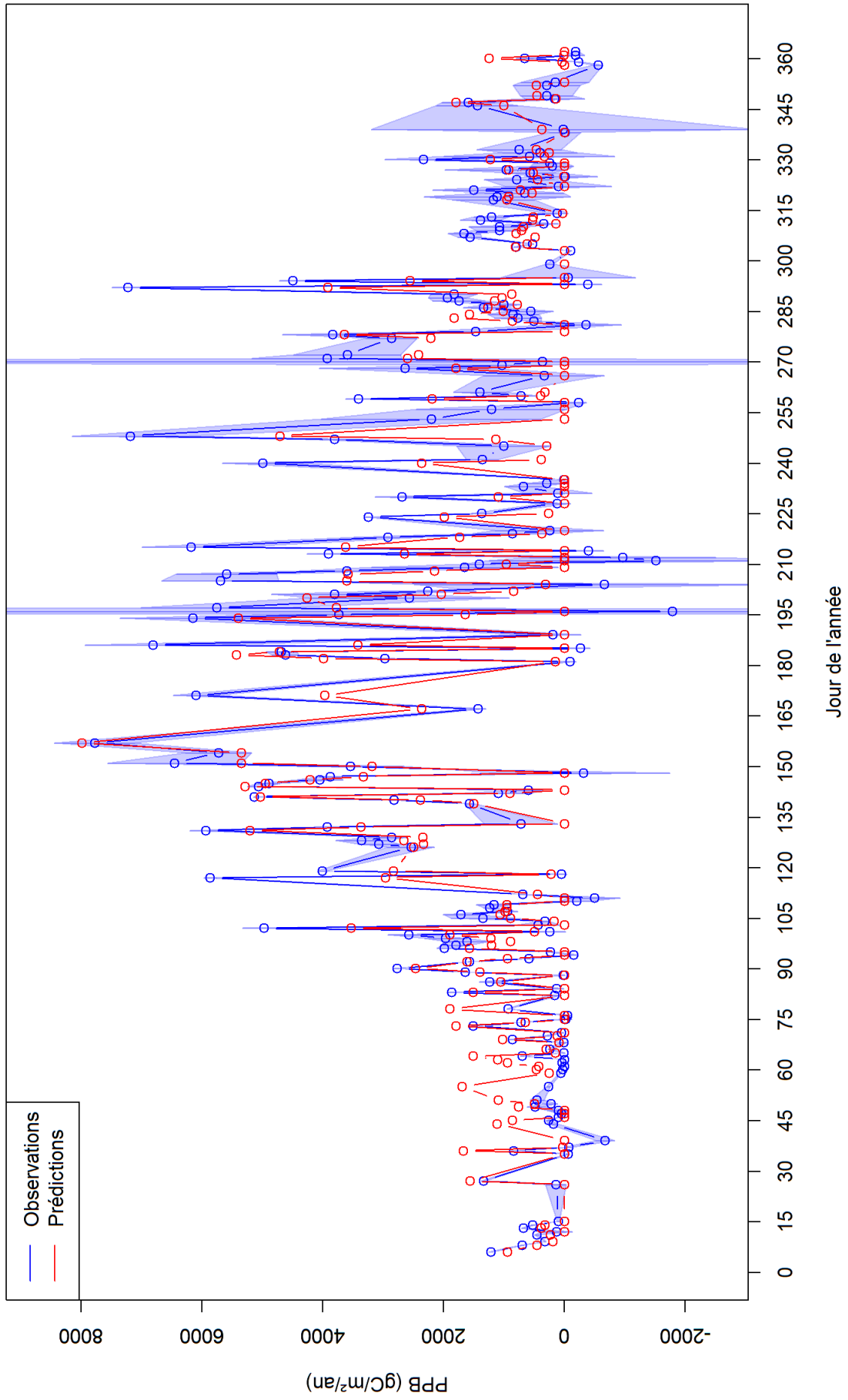


FIGURE 112 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur mixte pour l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

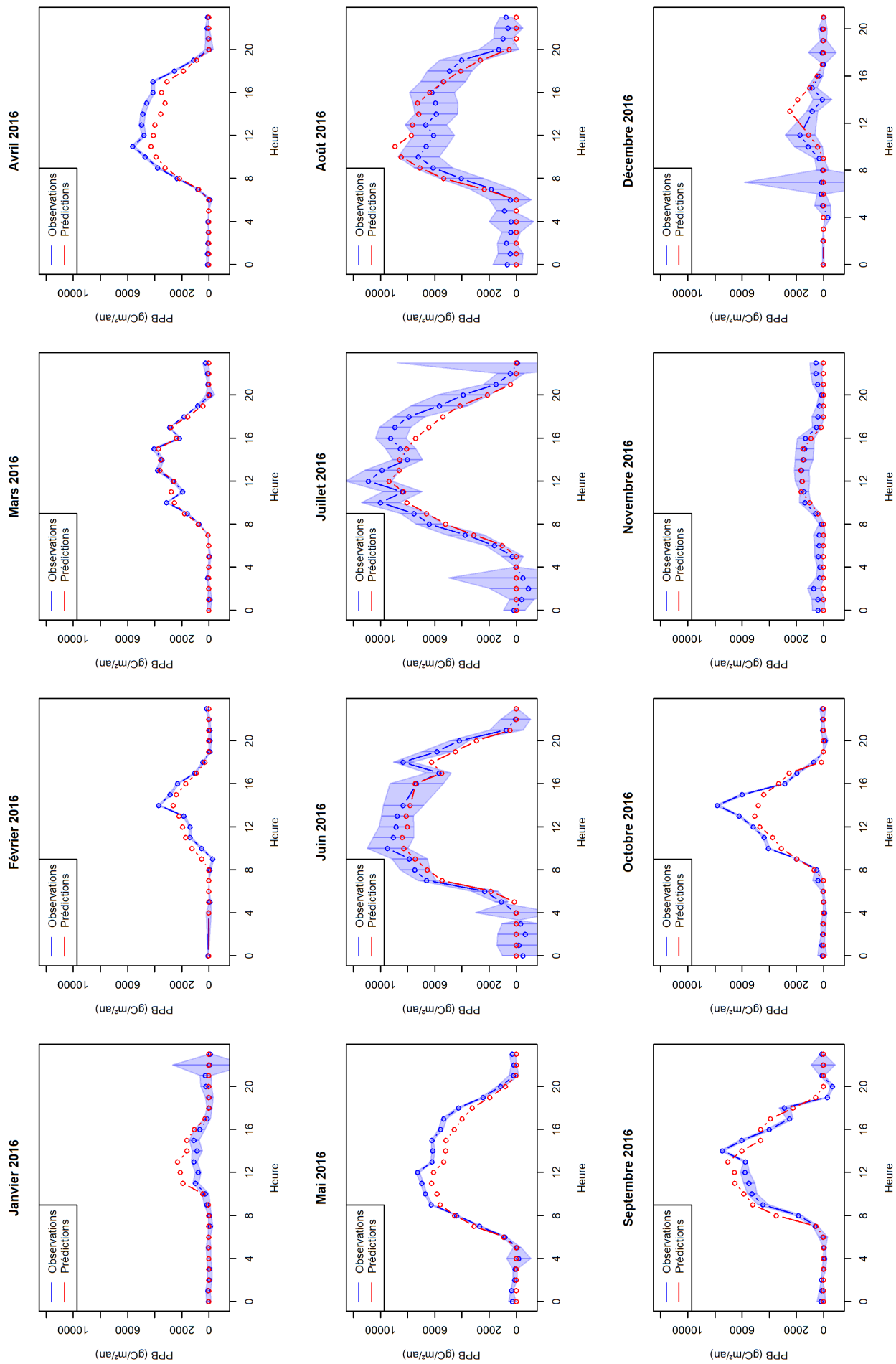


FIGURE 113 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur mixte pour les différents mois de l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

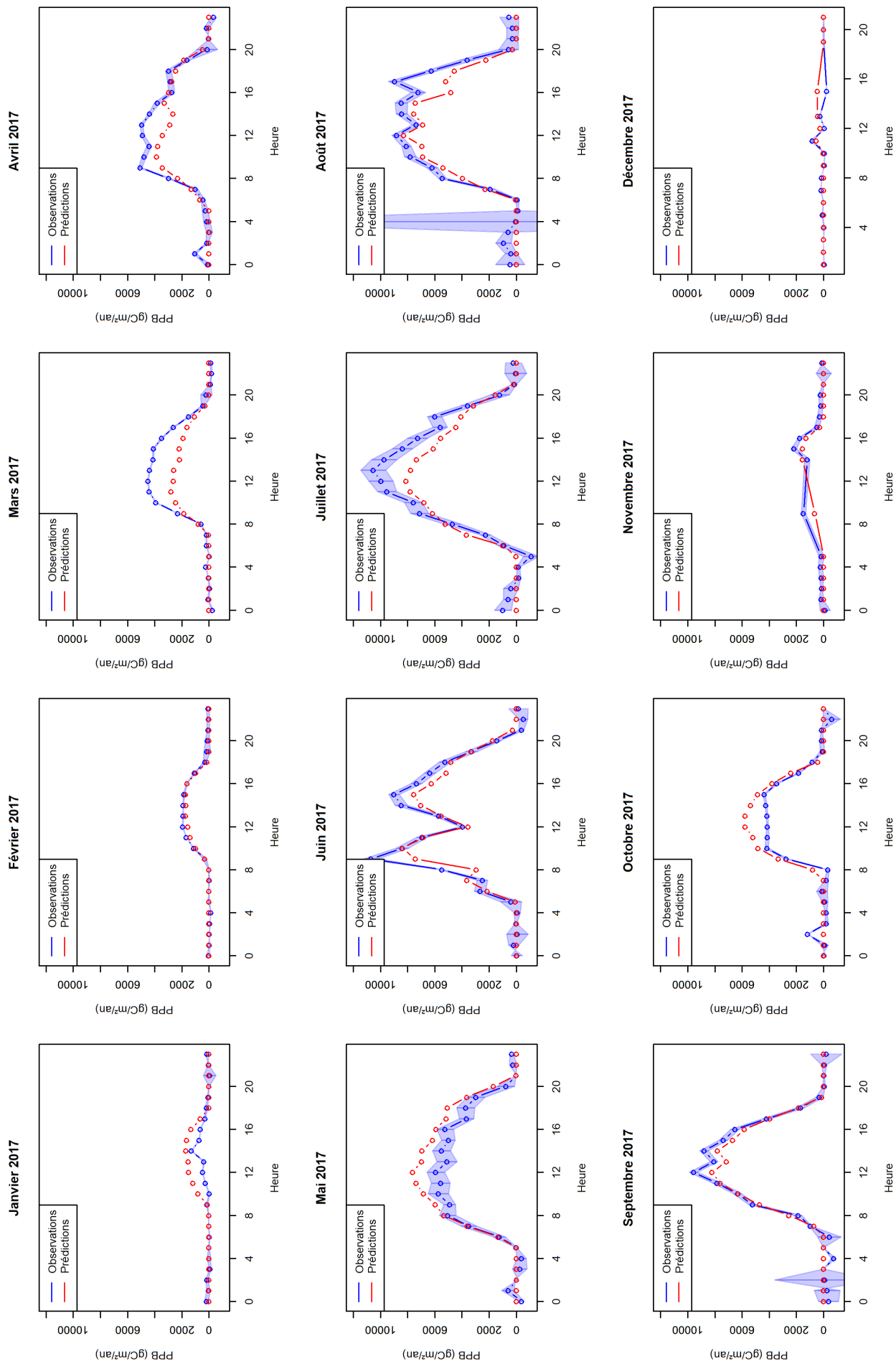


FIGURE 114 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur mixte pour les différents mois de l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

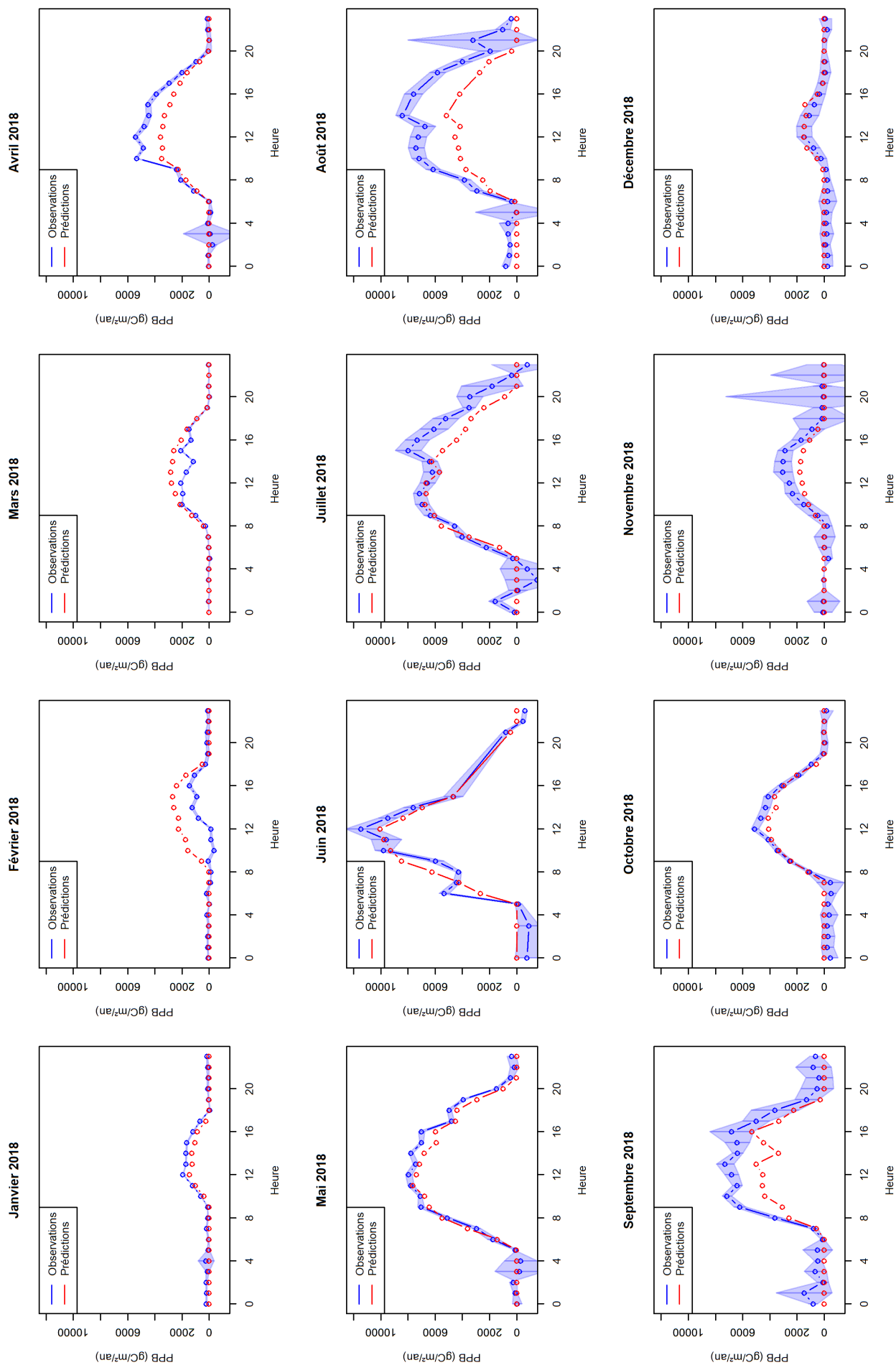


FIGURE 115 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne durant les heures où le vent provient du grand secteur mixte pour les différents mois de l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

D.7 Grande parcelle

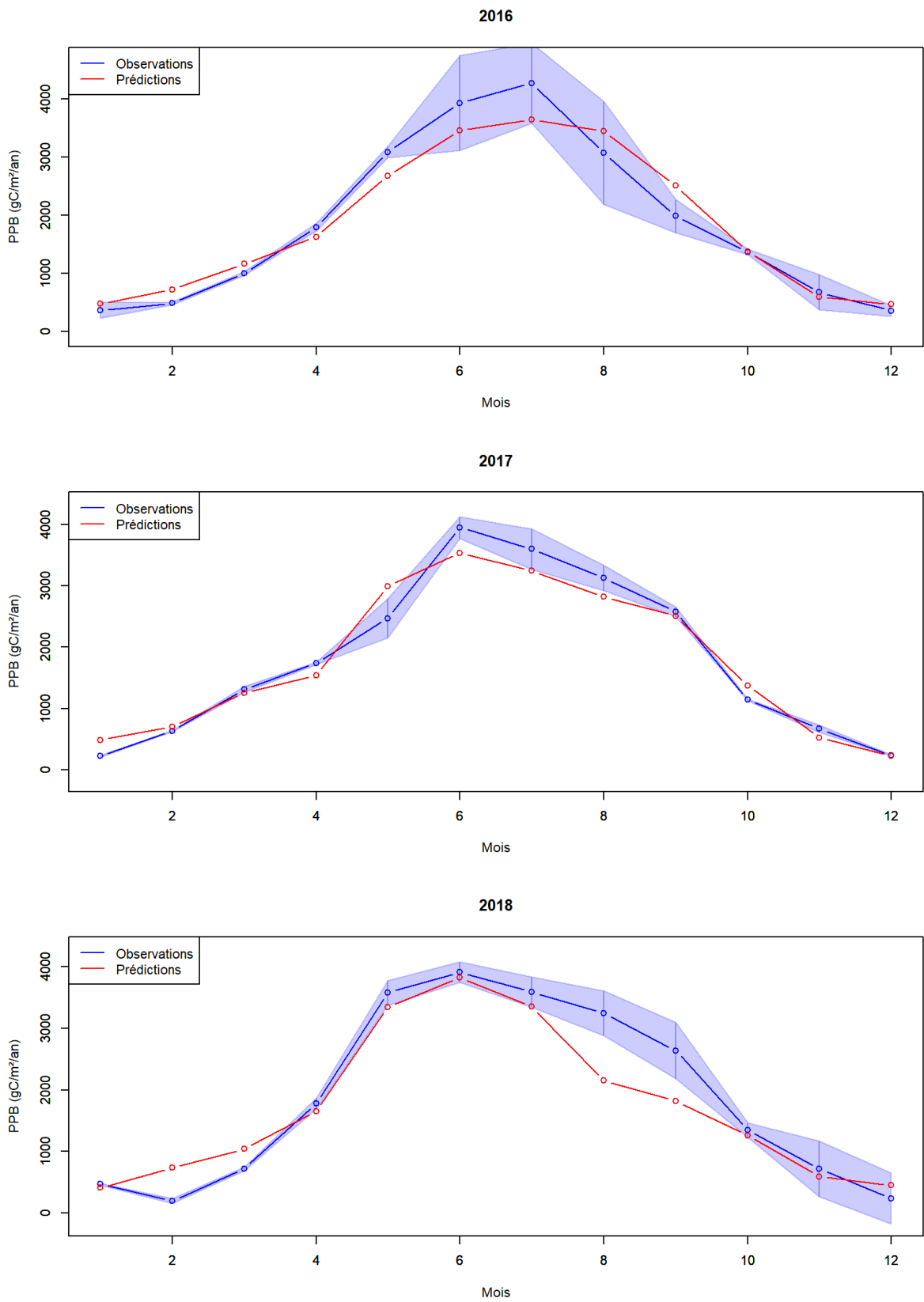


FIGURE 116 – Evolution mois par mois de la PPB moyenne de la grande parcelle pour différentes années. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2016

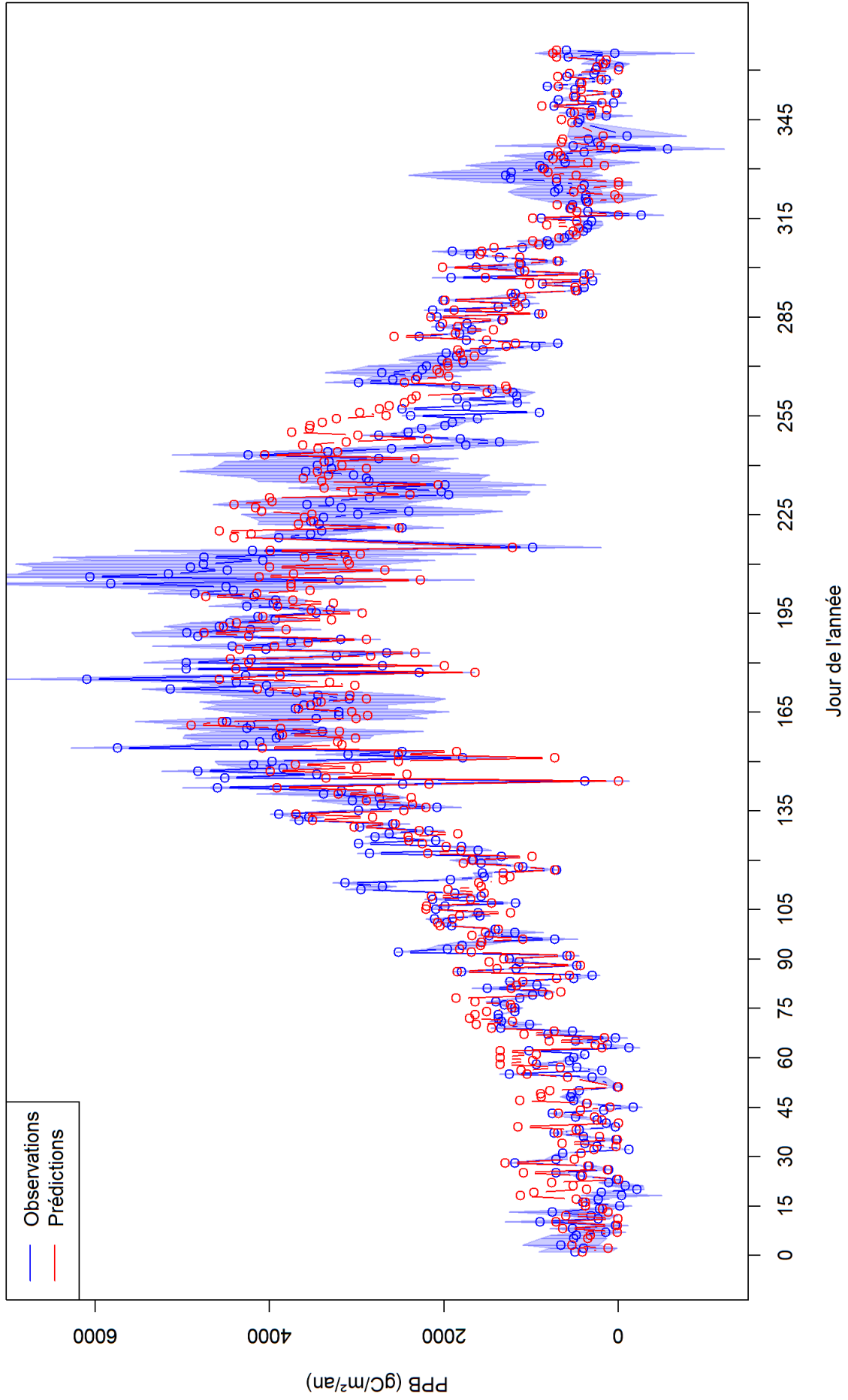


FIGURE 117 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la grande parcelle pour l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2017

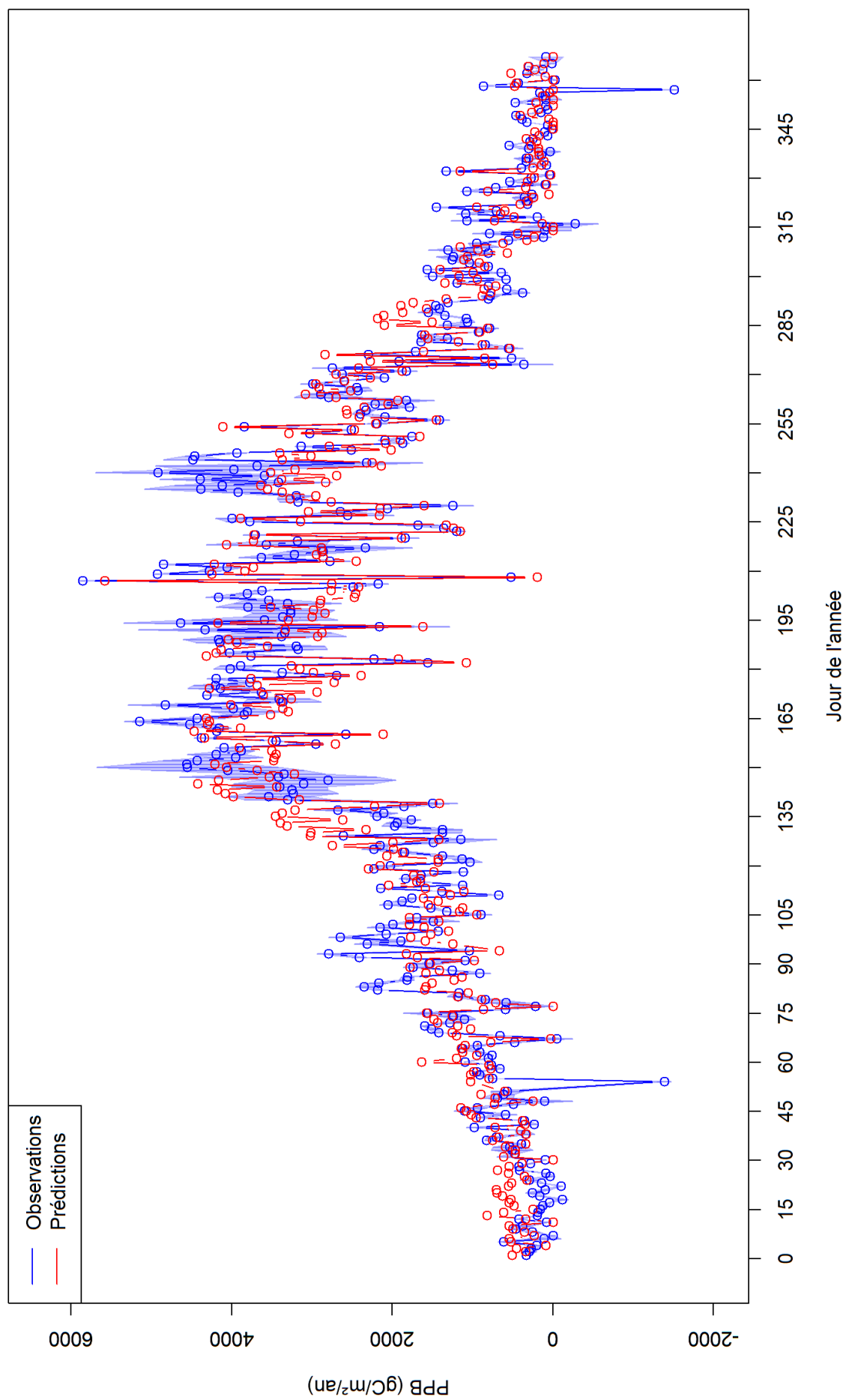


FIGURE 118 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la grande parcelle pour l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

2018

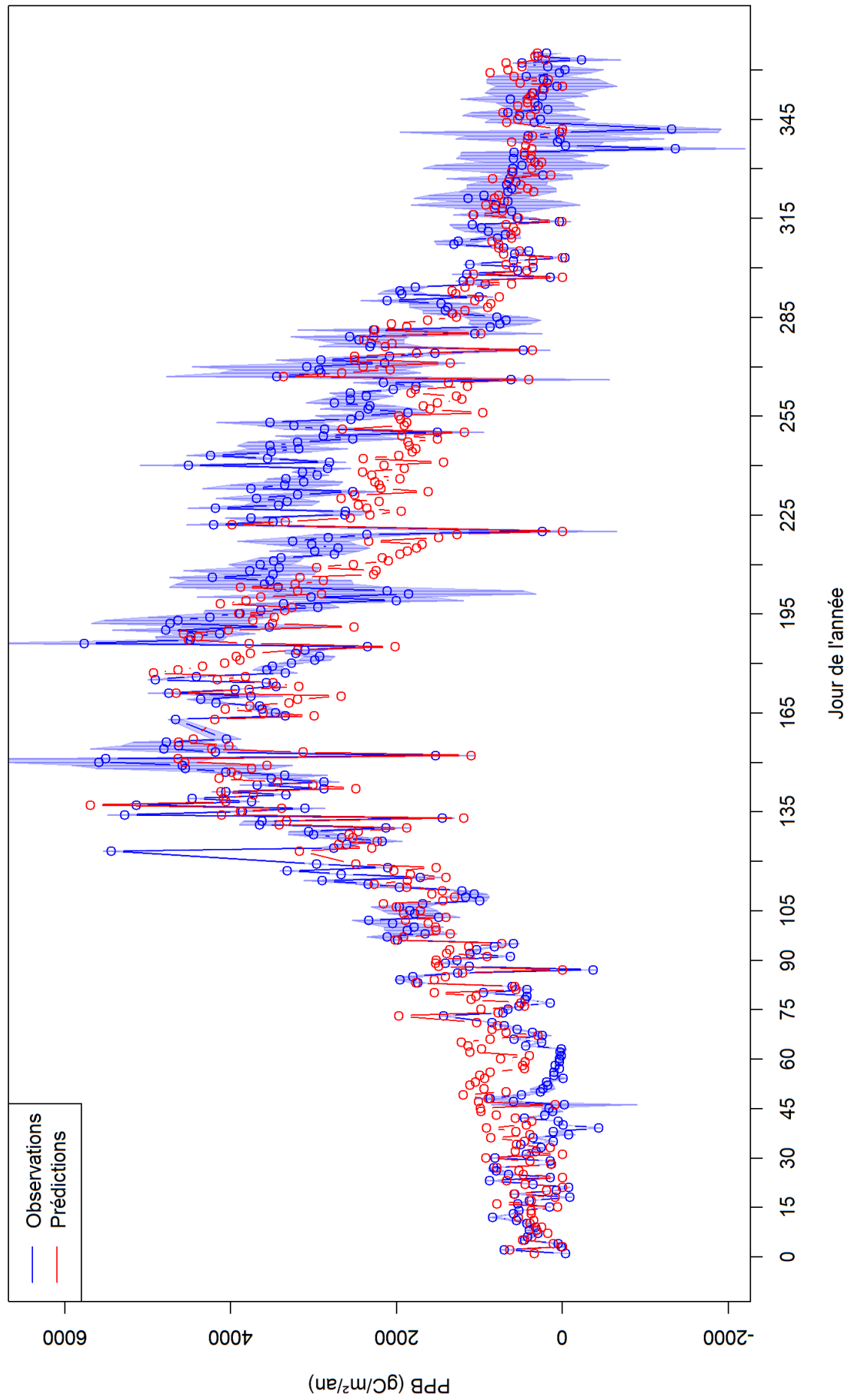


FIGURE 119 – Evolution jour par jour de la PPB moyenne de la grande parcelle pour l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

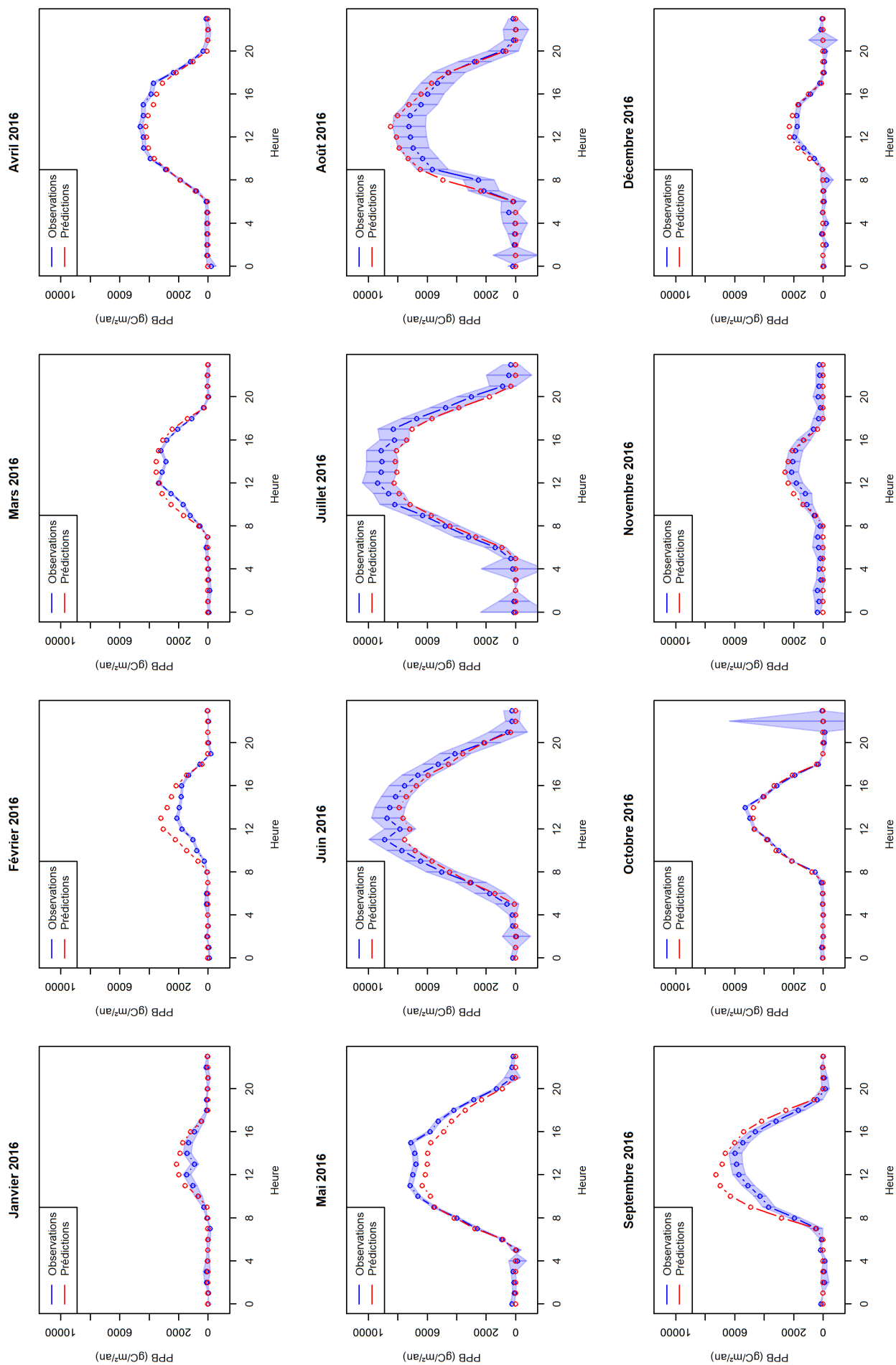


FIGURE 120 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la grande parcelle pour les différents mois de l'année 2016. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

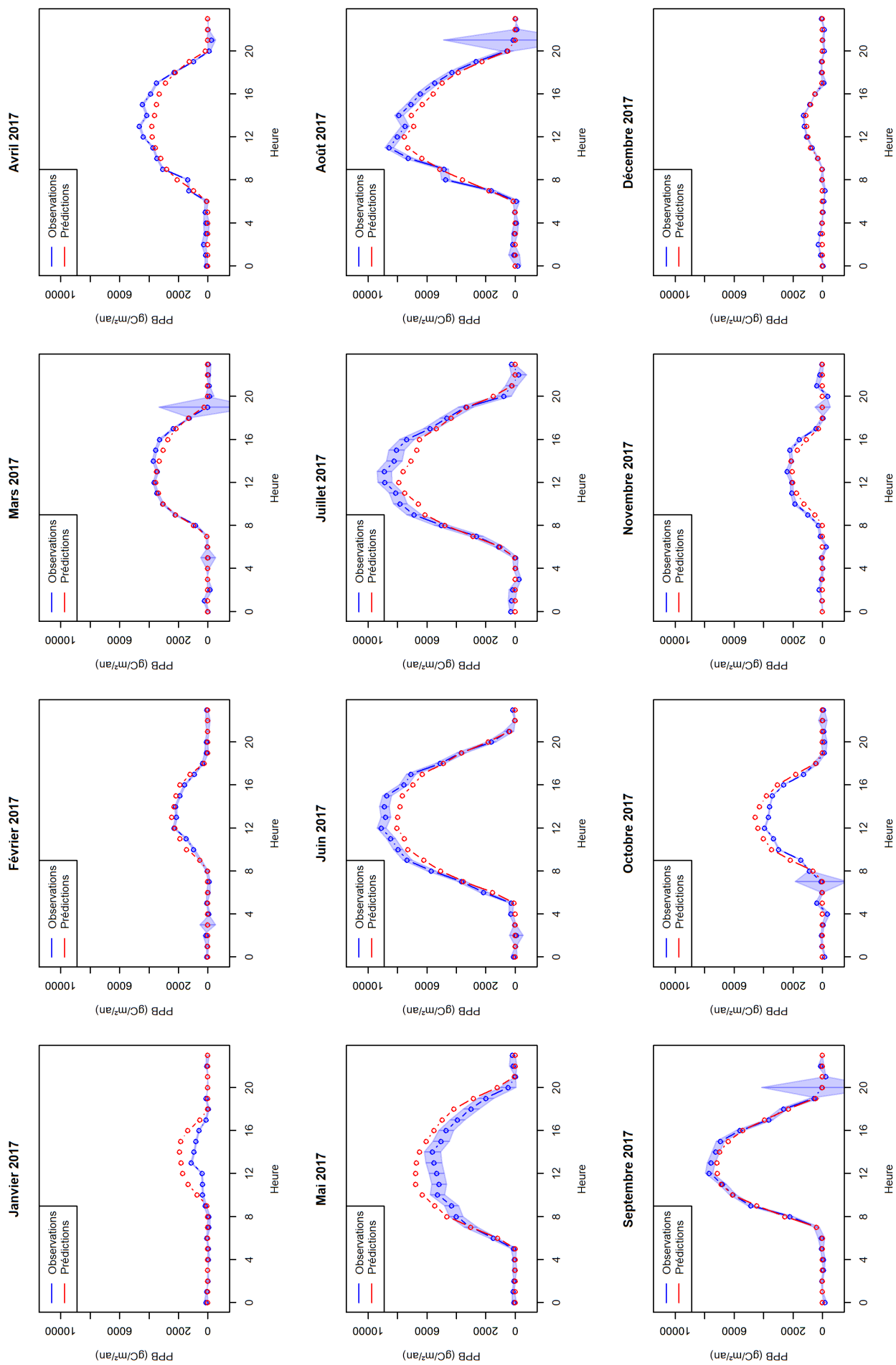


FIGURE 121 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la grande parcelle pour les différents mois de l'année 2017. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

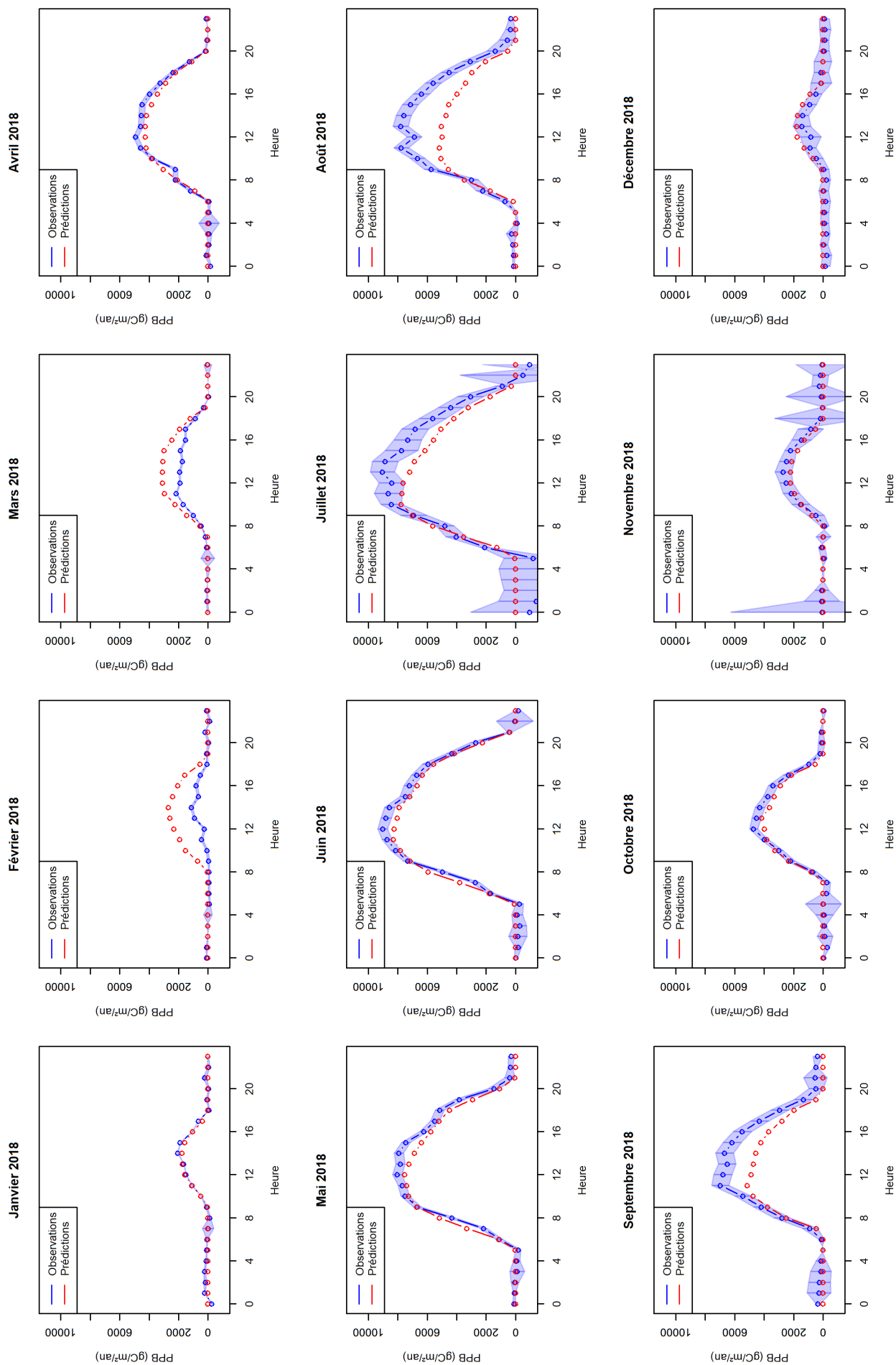


FIGURE 122 – Evolution heure par heure de la PPB moyenne de la grande parcelle pour les différents mois de l'année 2018. La zone colorée en bleu correspond à l'incertitude sur les observations liée au choix de la u^* seuil.

E Croissance radiale

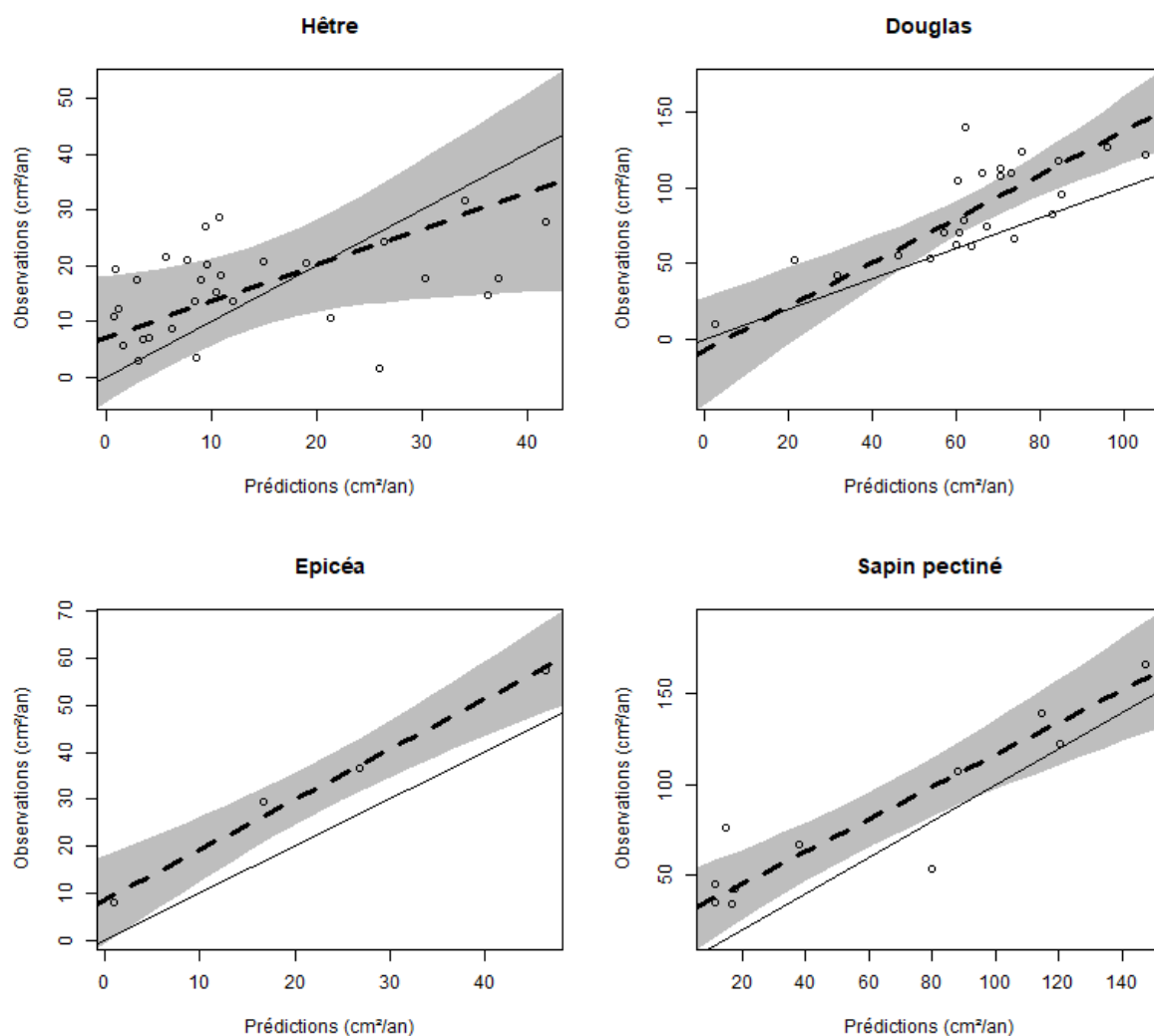


FIGURE 123 – Comparaison des accroissements en surface terrière individuelle prédits et observés à l'aide d'une régression orthogonale. La droite de régression est représentée en trait tireté avec son intervalle de confiance en grisé et est à comparer avec la droite 1 : 1. On considère l'accroissement annuel moyen des arbres de la petite parcelle entre 2009 et 2019.

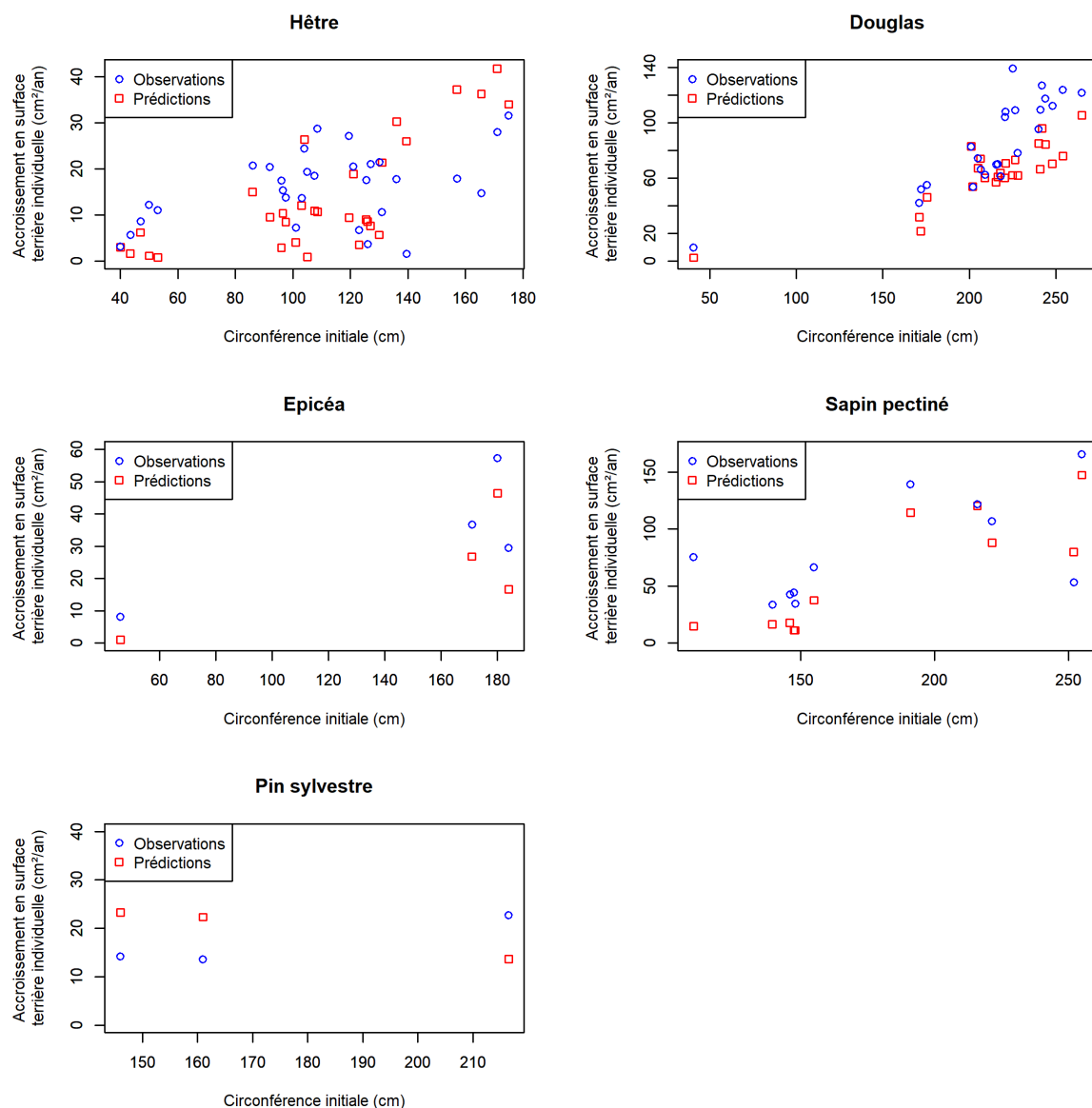


FIGURE 124 – Accroissements en surface terrière individuelle prédits et observés en fonction de la circonférence initiale pour différentes essences. On considère l'accroissement annuel moyen des arbres de la petite parcelle entre 2009 et 2019.

TABLEAU 1 – Comparaisons de l'accroissement en surface terrière individuelle prédit et observé ($\text{gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$) pour les différentes essences sur base d'un test t, d'un test de régression orthogonale (intervalles de confiance avec $\alpha = 0,05$), du RMSE et de la corrélation de Pearson. On considère l'accroissement annuel moyen des arbres de la petite parcelle entre 2009 et 2019.

Essence	Moyenne des prédictions	Moyenne des observations	p-valeur du test t	Intercept	Pente	RMSE	r
Hêtre	13,764	16,006	0,3045	7,047 (-4,230 ; 18,323)	0,651 (0,033 ; 1,269)	11,769	0,377
Douglas	63,846	85,217	<0,001	-7,092 (-42,235 ; 28,052)	1,446 (0,925 ; 1,966)	29,389	0,775
Epicéa	22,701	32,902	0,003376	8,656 (-0,701 ; 18,012)	1,068 (0,734 ; 1,402)	10,409	0,995
Sapin pectiné	59,892	80,533	0,009027	27,023 (3,459 ; 50,586)	0,893 (0,589 ; 1,198)	28,888	0,911

F Simulations climatiques

TABLEAU 2 – Résultats des tests de Tukey utilisés pour comparer l'évapotranspiration pour les différents scénarios climatiques. Les p-valeurs résultant des comparaisons de scénarios deux à deux sont présentées. Certains espaces sont vides car ils correspondent à la comparaison d'un scénario à lui-même. Ils forment une diagonale en-dessous de laquelle les scénarios sont comparés avec une concentration en CO₂ fixe et au-dessus de laquelle les scénarios sont comparés avec une concentration en CO₂ variable.

CO ₂ fixe	CO ₂ variable	Historique	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
	Historique		0,473	0,334	0,432
	RCP2.6	0,722		0,011	0,019
	RCP4.5	0,018	<0,001		0,998
	RCP8.5	<0,001	<0,001	0,770	

TABLEAU 3 – Résultats des tests de Tukey utilisés pour comparer l'accroissement en surface terrière pour les différents scénarios climatiques. Les p-valeurs résultant des comparaisons de scénarios deux à deux sont présentées. Certains espaces sont vides car ils correspondent à la comparaison d'un scénario à lui-même. Ils forment des diagonales en-dessous desquelles les scénarios sont comparés avec une concentration en CO₂ fixe et au-dessus desquelles les scénarios sont comparés avec une concentration en CO₂ variable.

		CO ₂ fixe	CO ₂ variable	Historique	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Parcelle	Historique				0,005	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,366				<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,398	0,001				<0,001
	RCP8.5	1,000	0,429	0,337			
Sapin pectiné	Historique				0,181	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,374				<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,495	0,016				<0,001
	RCP8.5	0,377	1,000	0,016			
Hêtre	Historique				<0,001	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,962				<0,001	<0,001
	RCP4.5	<0,001	<0,001				<0,001
	RCP8.5	<0,001	<0,001	0,032			
Epicea	Historique				0,721	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,663				0,005	<0,001
	RCP4.5	0,955	0,349				0,016
	RCP8.5	0,844	0,988	0,540			
Douglas	Historique				0,016	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,094				<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,987	0,190				<0,001
	RCP8.5	0,029	0,963	0,067			

TABLEAU 4 – Résultats des tests de Tukey utilisés pour comparer la production primaire brute pour les différents scénarios climatiques. Les p-valeurs résultant des comparaisons de scénarios deux à deux sont présentées. Certains espaces sont vides car ils correspondent à la comparaison d'un scénario à lui-même. Ils forment des diagonales en-dessous desquelles les scénarios sont comparés avec une concentration en CO₂ fixe et au-dessus desquelles les scénarios sont comparés avec une concentration en CO₂ variable.

		CO ₂ variable			
	CO ₂ fixe	Historique	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Parcelle	Historique		0,002	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,438		<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,204	0,004		<0,001
	RCP8.5	0,819	0,087	0,690	
Sapin pectiné	Historique		0,064	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,223		<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,418	0,004		<0,001
	RCP8.5	0,208	1,000	0,004	
Hêtre	Historique		0,001	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,938		<0,001	<0,001
	RCP4.5	<0,001	<0,001		<0,001
	RCP8.5	<0,001	<0,001	0,004	
Epicea	Historique		0,447	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,277		<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,843	0,048		<0,001
	RCP8.5	0,634	0,928	0,188	
Douglas	Historique		0,098	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,235		<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,991	0,382		<0,001
	RCP8.5	0,072	0,942	0,139	

TABLEAU 5 – Résultats des tests de Tukey utilisés pour comparer la longueur de la période de végétation du hêtre du début du débourrement à la fin du jaunissement pour les différents scénarios climatiques. Les p-valeurs résultant des comparaisons de scénarios deux à deux sont présentées. Certains espaces sont vides car ils correspondent à la comparaison d'un scénario à lui-même. Les modalités de concentration en CO₂ (fixe ou variable) n'influencent pas ces résultats.

		CO ₂ variable			
	CO ₂ fixe	Historique	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
	Historique		0,069	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,069		0,009	<0,001
	RCP4.5	<0,001	0,009		<0,001
	RCP8.5	<0,001	<0,001	<0,001	

TABLEAU 6 – Résultats des tests de Tukey utilisés pour comparer le déficit de transpiration pour les différents scénarios climatiques. Les p-valeurs résultant des comparaisons de scénarios deux à deux sont présentées. Certains espaces sont vides car ils correspondent à la comparaison d'un scénario à lui-même. Ils forment des diagonales en-dessous desquelles les scénarios sont comparés avec une concentration en CO₂ fixe et au-dessus desquelles les scénarios sont comparés avec une concentration en CO₂ variable.

		CO ₂ variable			
	CO ₂ fixe	Historique	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Parcelle	Historique		0,999	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,407		<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,320	0,007		0,986
	RCP8.5	0,725	0,955	0,033	
Sapin pectiné	Historique		0,965	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,486		<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,108	0,002		0,997
	RCP8.5	0,924	0,853	0,022	
Hêtre	Historique		0,995	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,351		<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,465	0,012		0,980
	RCP8.5	0,599	0,976	0,039	
Epicea	Historique		0,997	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,640		<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,083	0,003		0,996
	RCP8.5	0,960	0,902	0,023	
Douglas	Historique		1,000	<0,001	<0,001
	RCP2.6	0,595		<0,001	<0,001
	RCP4.5	0,249	0,012		0,982
	RCP8.5	0,932	0,915	0,071	