

**Analyse graphique des données du site eCO2mix (RTE)
pour la région Pays de la Loire**

Avril 2013

**H. Flocard & J.-P. Le Gorgeu
Association « Sauvons le Climat »**

Ces figures sont libres d'usage à condition d'en citer l'origine comme suit :

données « eCO2mix/RTE », analyse « Sauvons le Climat » .

**Ce fichier ainsi que l'ensemble des données eCO2mix sauvegardées et rassemblées par trimestre
sera mis à disposition à l'adresse suivante :**

<http://www.sauvonsleclimat.org/donneestechniqueshtml/analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-delectricite/35-fparticules/1177-analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-delectricite.html>

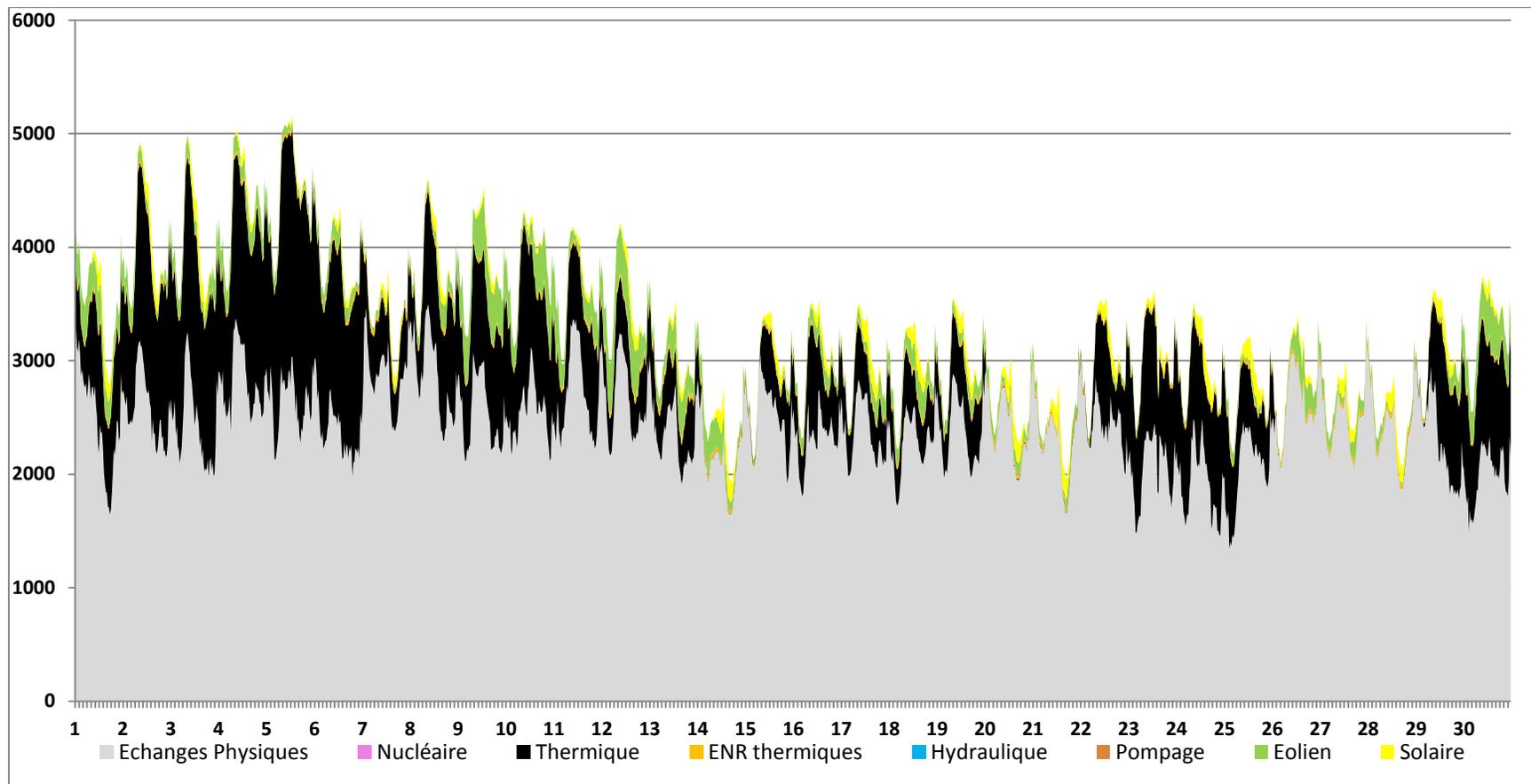


Fig.1 Consommation – production Pays de la Loire Avril 2013 (MW). La puissance consommée moyenne du mois a été de 3,9 GW (mois précédent 3,9 GW) entre un maximum de 5,2 GW (mois précédent 5,5 GW) le 5 du mois à 13h00 et un minimum de 1,9 GW (mois précédent 2,3 GW) le 14 du mois à 17h00. La consommation est couverte à 75,7 % (mois précédent 67,3 %) par des importations. Le complément de production est fourni pour l'essentiel par le thermique à flamme, par l'éolien, particulièrement sur la première moitié du mois et à un niveau plus faible par le solaire pour les milieux de journées. Toutefois, les données eCO2mix ne fournissant que le bilan des échanges global sur l'ensemble des frontières régionales permettent difficilement de savoir d'où provient l'énergie électrique importée (centrales nucléaires en amont sur la Loire ou d'autres régions frontières, voire des centrales plus lointaines ou de l'étranger.)

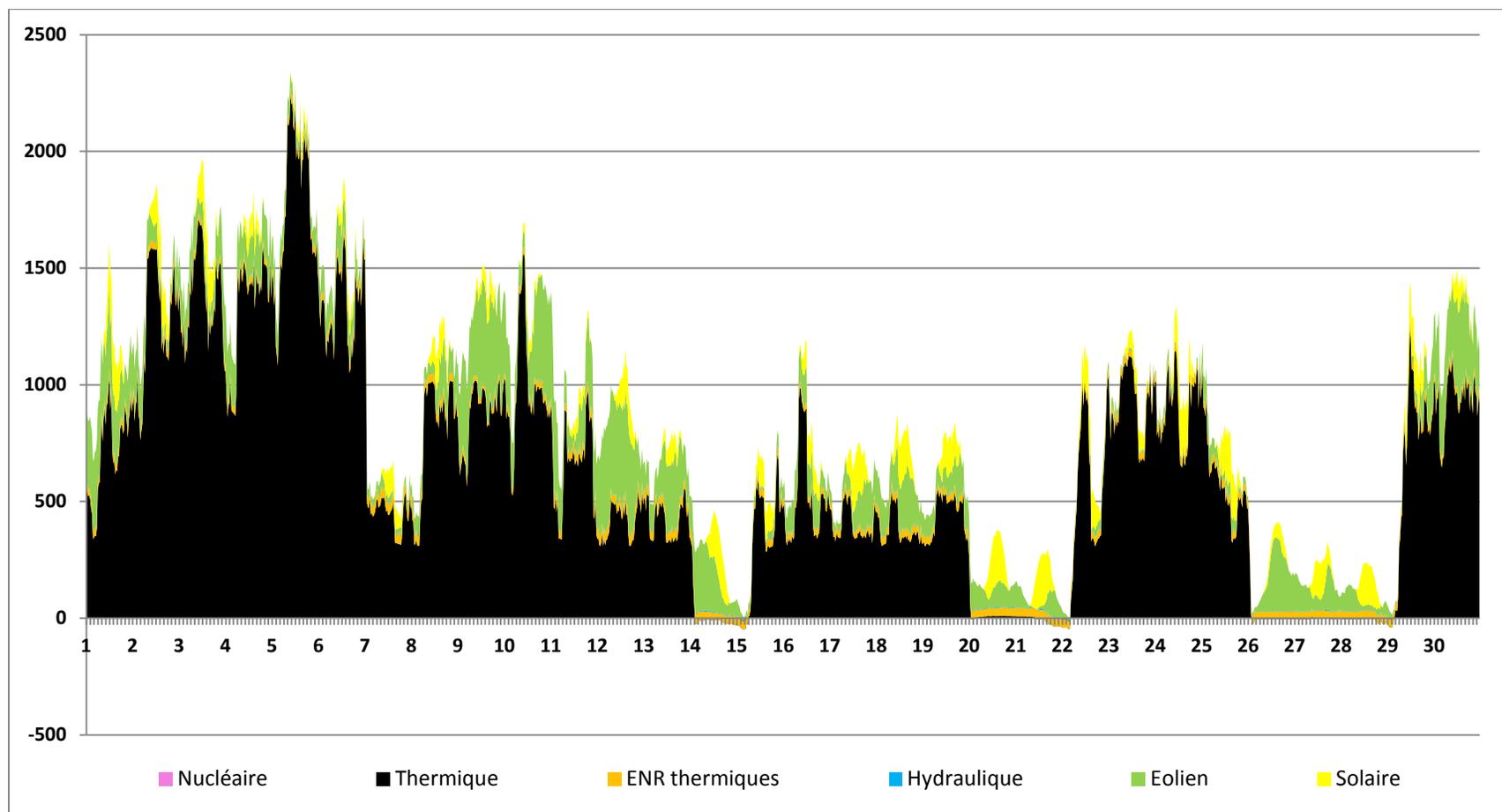


Fig.2 Production électrique de la Pays de la Loire Avril 2013 (MW). Ce mois-ci, l'ensemble de ces productions compte environ 25,8 % de la consommation locale. En GWh la production totale a été de 96,3 (mois précédent 86,7) pour l'éolien, 34,2 (mois précédent 22,9) pour le solaire, 23,7 (mois précédent 29,3) pour les ENR thermiques et de 1,9 (mois précédent 1,7) pour l'hydraulique (consommation totale 2367 GWh – mois précédent 2887,4 GWh). Les ENR Thermiques associés aux centrales de Cordemais (Charbon + Fuel) ont joué un rôle important dans la production locale en produisant 459,9 GWh (mois précédent 811,7 GWh) soit 74,5 % de la production régionale (mois précédent 85,2 %) et dans l'équilibrage du réseau. En dehors des ENR thermiques dont la production est en principe pilotable mais qui de fait reste quasi-constante (Fig. 16), les autres énergies, toutes fatales, fluctuent sans corrélation avec les besoins en électricité de la région.

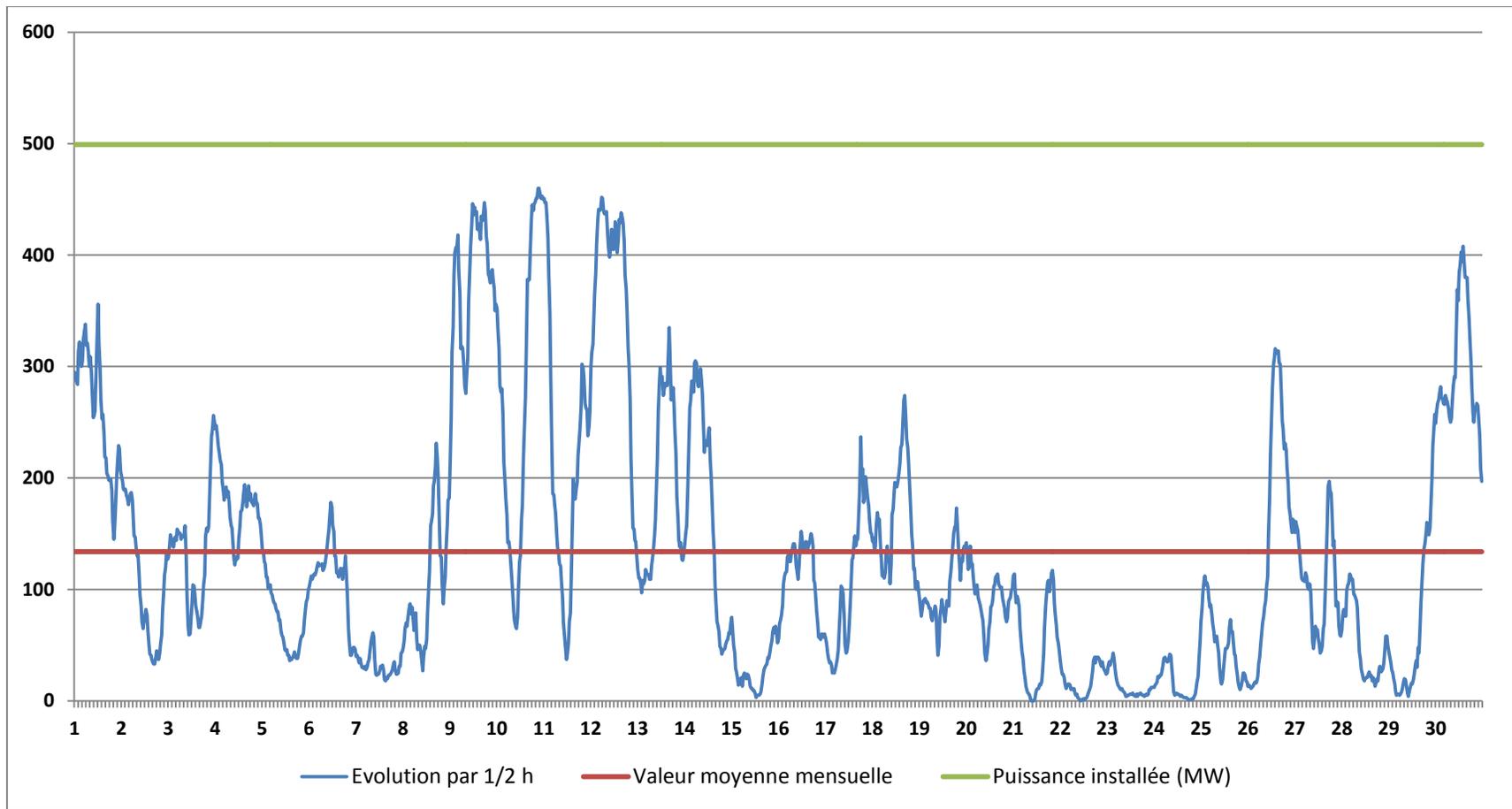


Fig.3 Production éolienne, Puissance (MW) Pays de la Loire – Avril 2013. En nous basant sur les données des 31/03/2013 et 30/06/2013 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance éolienne régionale installée à 499 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 133,8 MW (mois précédent 116,5) soit une efficacité moyenne de 26,8 % (mois précédent 23,6 %). Le maximum de production a été de 460 MW (mois précédent 422 MW) pour une efficacité 92,2 % (mois précédent 85,6 %) le 10 du mois à 21h00. Plusieurs fois dans le mois, la production a été quasi-nulle. Elle a été nulle le 21 du mois à 9h00. C'est l'ajustement à la baisse comme à la hausse des moyens de productions thermiques locaux (Voir Fig. 13-15) et des moyens à l'origine des importations (centrales nucléaires ?) qui a permis l'équilibrage du réseau sur la période du 9-15 qui a vu des fluctuations erratiques violentes de la production éolienne.

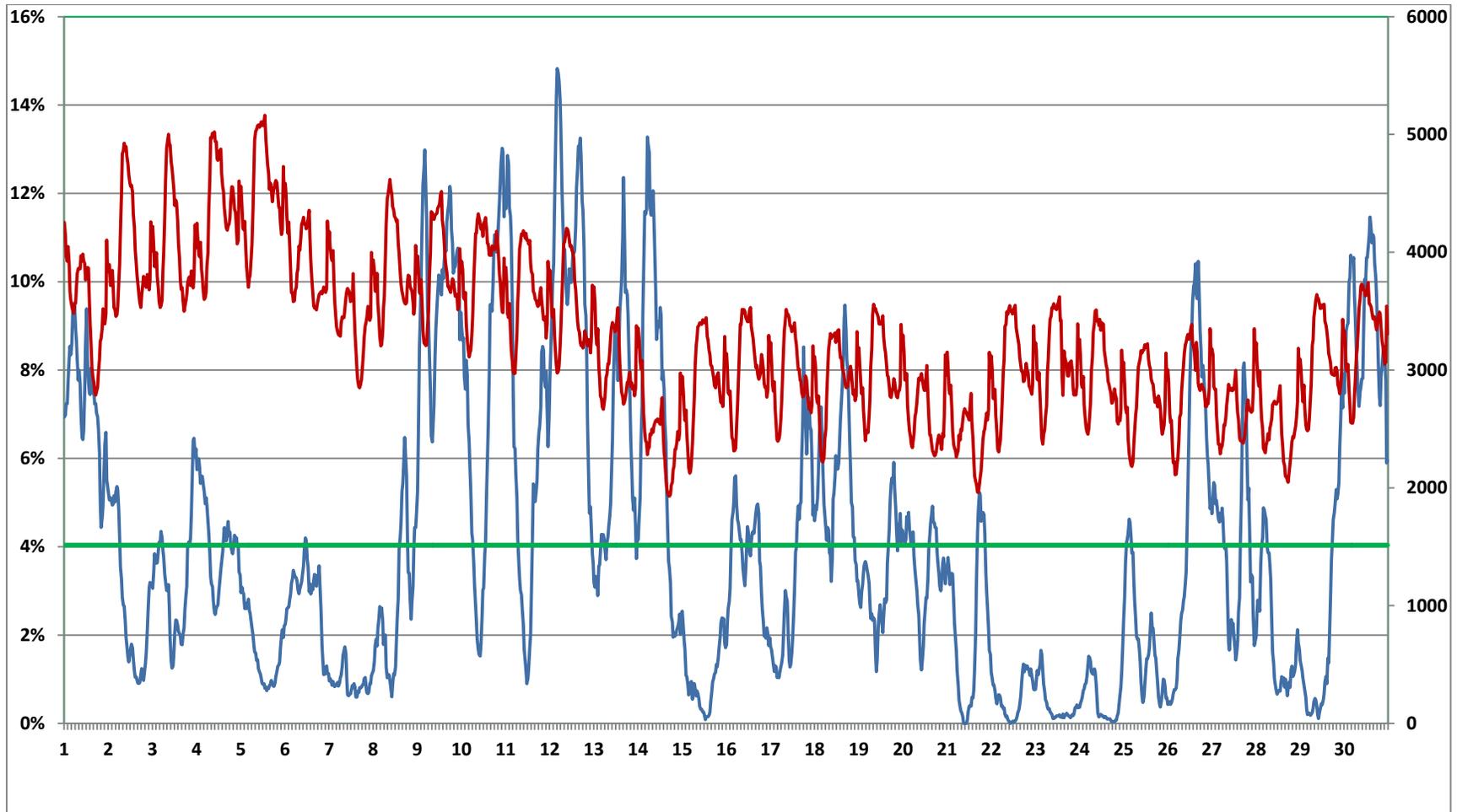


Fig.4 Production éolienne, Taux de couverture (%) Pays de la Loire – Avril 2013. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) de l'éolien est de 4,0 % (mois précédent 3,0 %). Il atteint son maximum de 14,8 % (mois précédent 14,0 %) le 12 du mois à 4h00 du matin à un moment qui combine une forte production éolienne et un faible besoin en électricité. Les pics du taux de couverture reflètent donc autant la production éolienne que la faible consommation. Le minimum est de 0 % le 21 du mois.

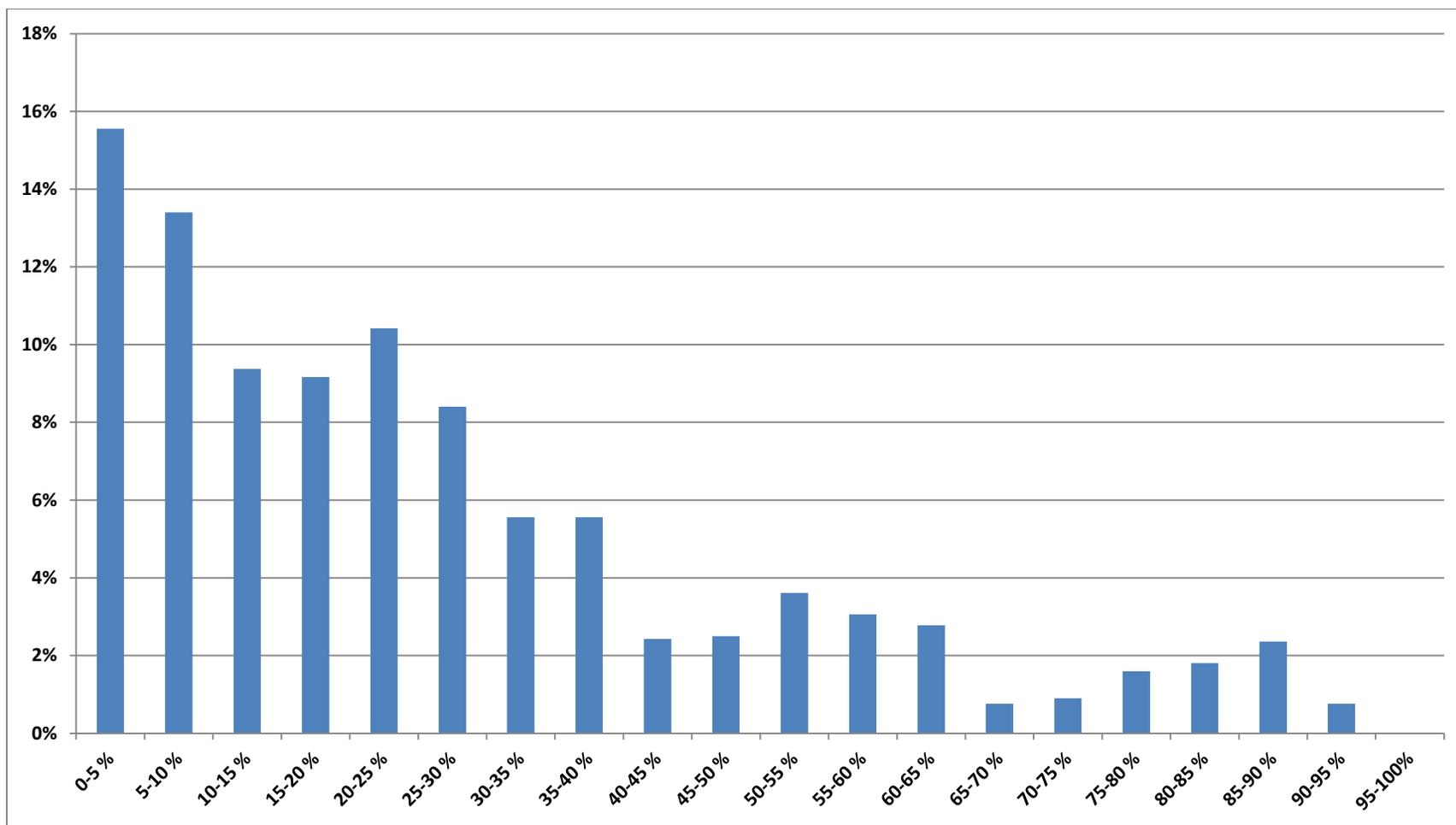


Fig.5 Pays de la Loire Avril 2013. Pourcentage du temps en fonction de la puissance éolienne livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 499 MW). Bien qu'irrégulière cette distribution décroissante est caractéristique d'une zone géographique de petite dimension au regard des zones météo comme les Pays de la Loire (pas ou peu de foisonnement). Le mois a été productif (efficacité moyenne 26,8 % - mois précédent 23,6 %) avec un forte période de production (en milieu de mois quand l'efficacité a atteint 92,2 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 17,6 % (mois précédent 7,5 %) du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 38,3 % (mois précédent 35,8 %) du temps.

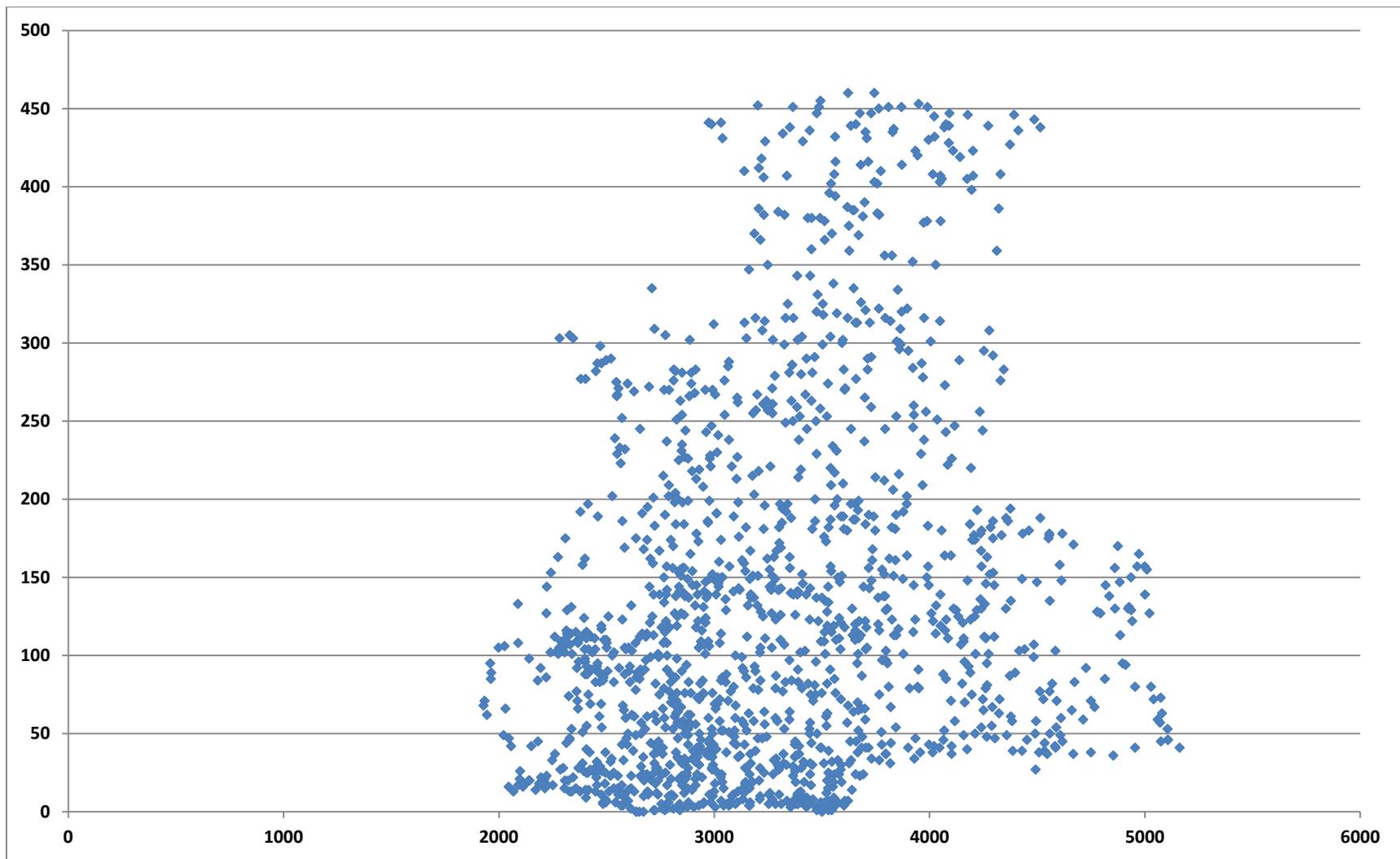


Fig.6 Pays de la Loire Avril 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance éolienne livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.

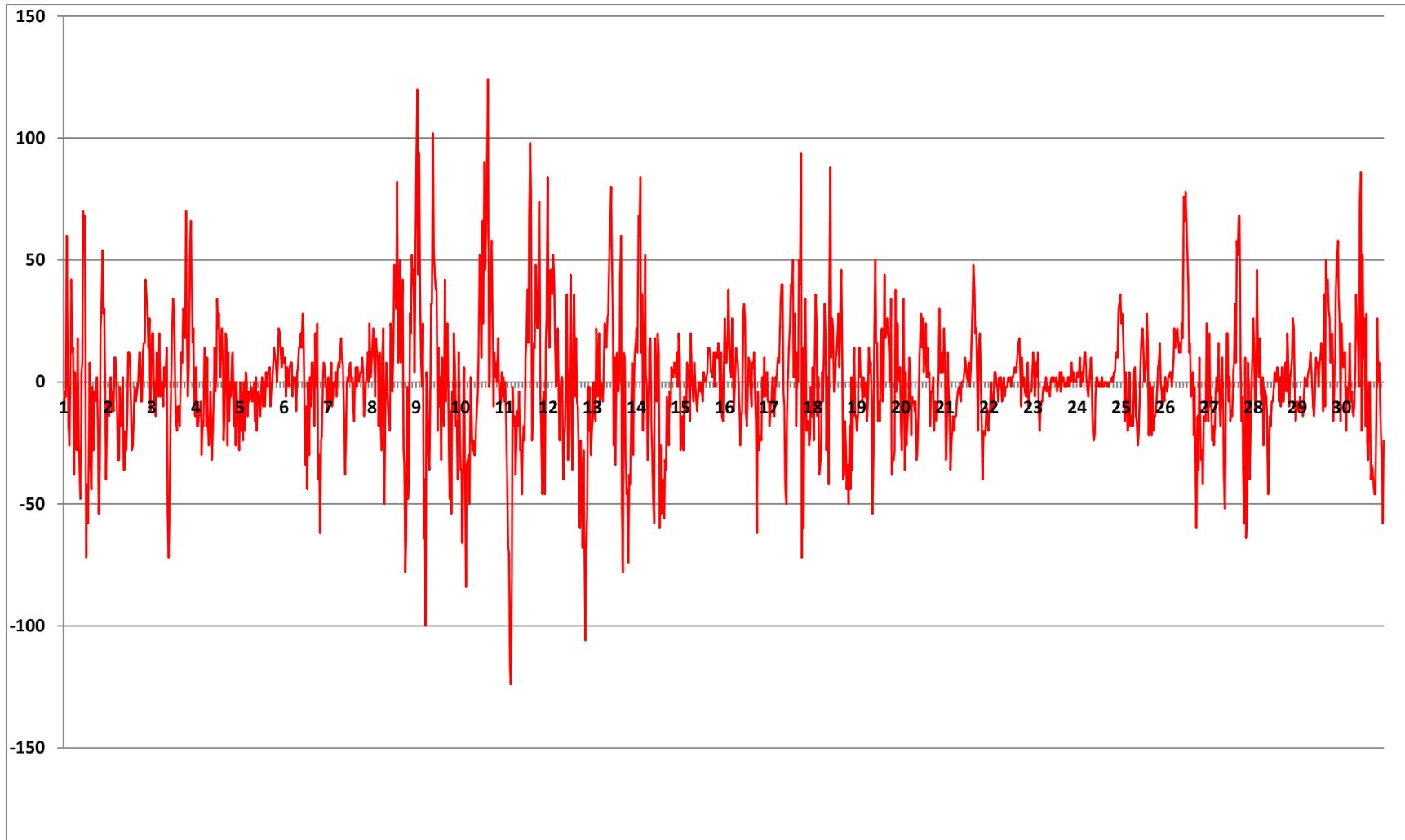


Fig.7 Gradient de puissance éolienne (MW/h) Pays de la Loire – Avril 2013. En ce mois venté surtout dans sa période médiane, la forte production sur la période n'a pas été régulière, Le réseau (en fait les centrales thermiques et l'importation de puissance) a dû gérer des gradients de puissance dépassant 120 MW/h (30 % de la puissance installée par heure) aussi bien en positif qu'en négatif.

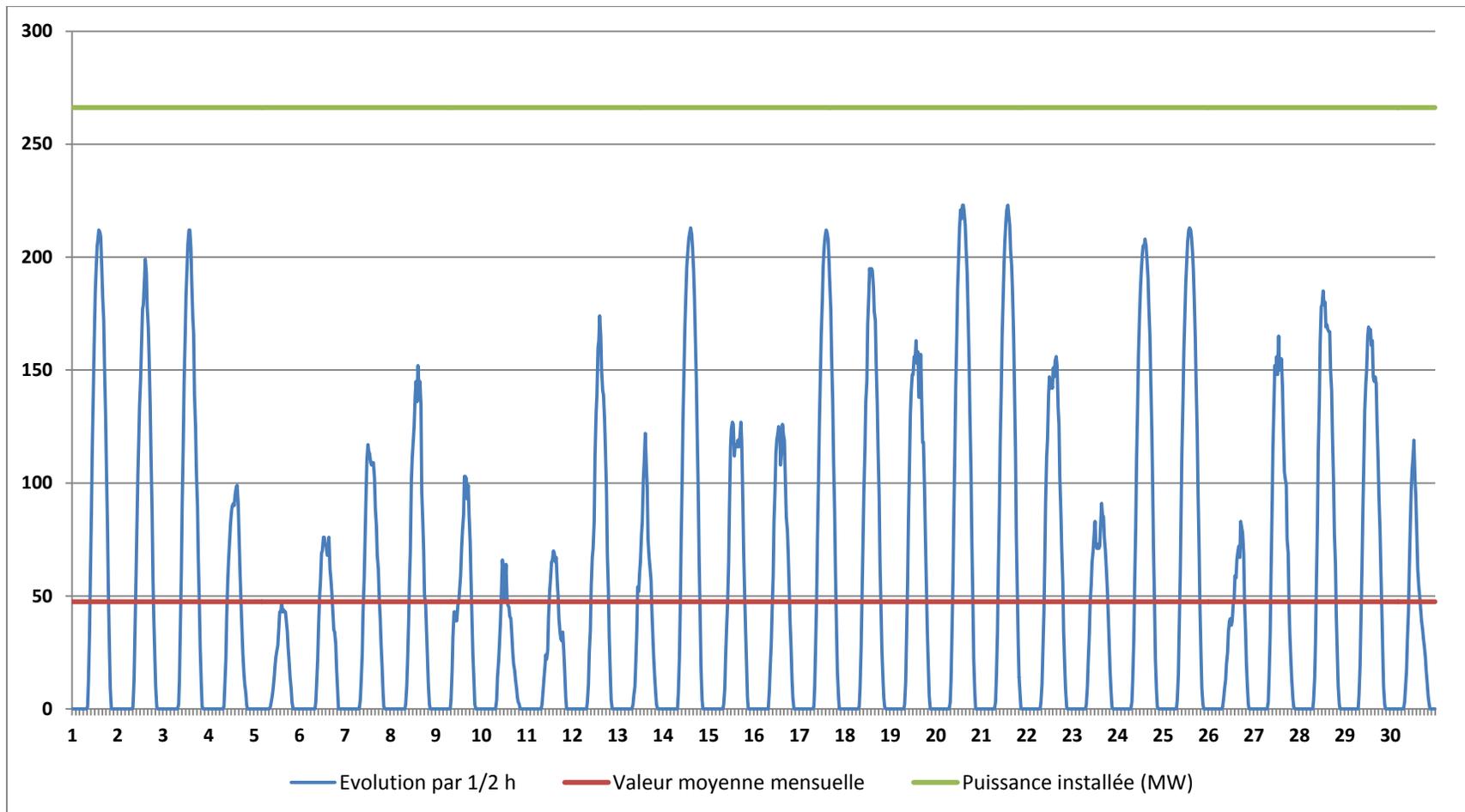


Fig.8 Production photovoltaïque, Puissance (MW) Pays de la Loire – Avril 2013. En nous basant sur les données des 31/03/2012 et 30/06/2013 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance solaire régionale installée à 266,2 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 47,5 MW (mois précédent 30,8 MW) soit une efficacité moyenne de 17,8 % (mois précédent 11,7 %). Le maximum de production a été de 223 MW (mois précédent 188 MW) pour une efficacité 83,8 % (mois précédent 71,4 %) le 20 du mois à 14h00. Les hauteurs des maxima reflètent la variabilité de la nébulosité surimposée à l'évolution astronomique de la hauteur solaire à son zénith. Cette dernière affecte aussi la largeur des pics de production à leur base (maximale au solstice d'été, minimale à celui d'hiver).

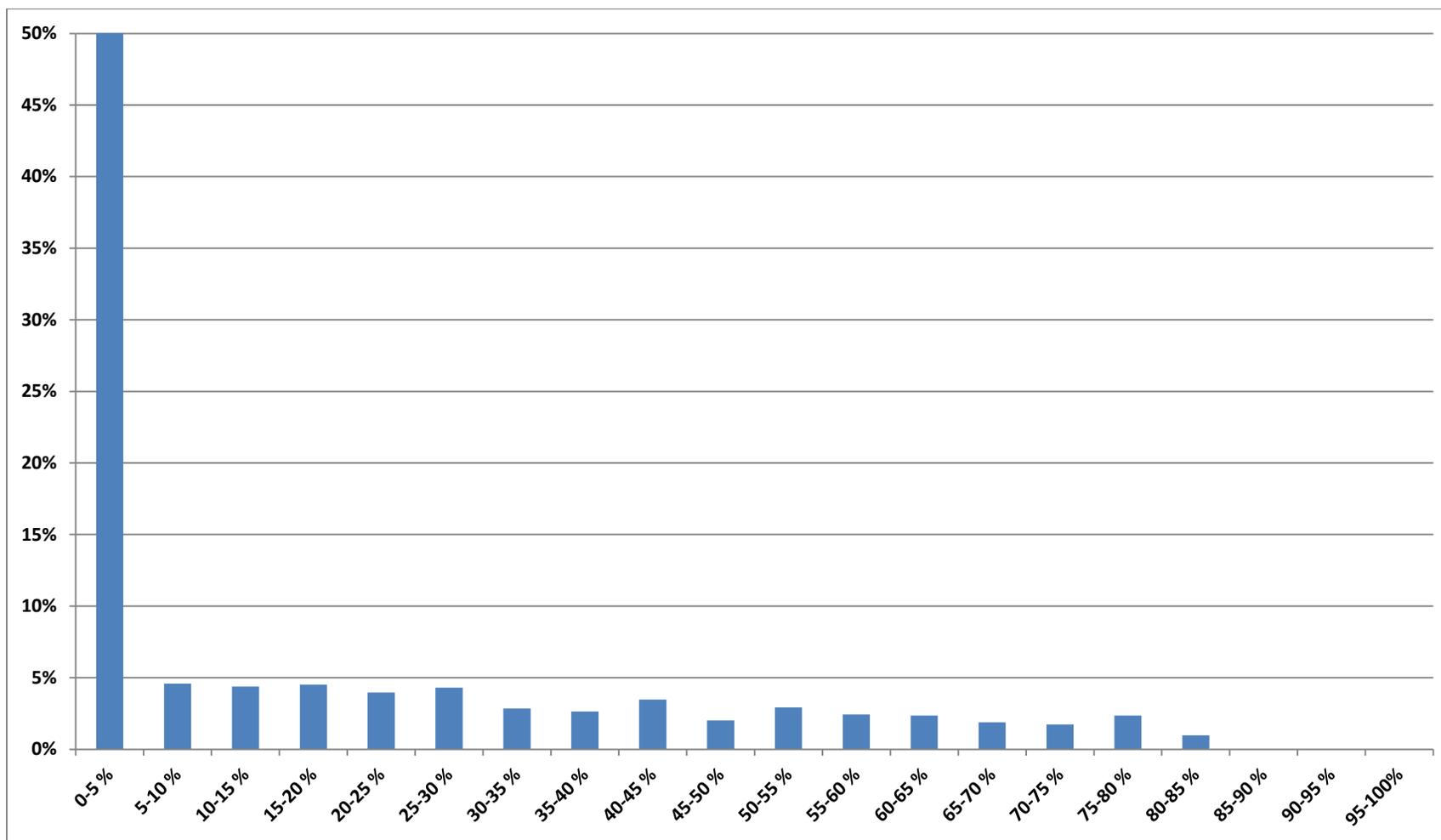


Fig.9 Pays de la Loire Avril 2013. Pourcentage du temps en fonction de la puissance solaire livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 266,2 MW). L'axe vertical a été tronqué à 50 %. La barre la plus à gauche s'élève en fait à 53 %. Cette distribution présente la forme « conventionnelle » pour la production solaire d'une zone géographique de petite dimension au regard des zones météo (pas ou peu de foisonnement). L'efficacité moyenne est de 17,8 % (mois précédent 11,7 %) avec une production qui le 20 du mois à 14h00 a atteint son maximum mensuel d'efficacité 83, % (mois précédent 71,4 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 14,7 % (mois précédent 6,5 %) du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 61,6 % du temps.

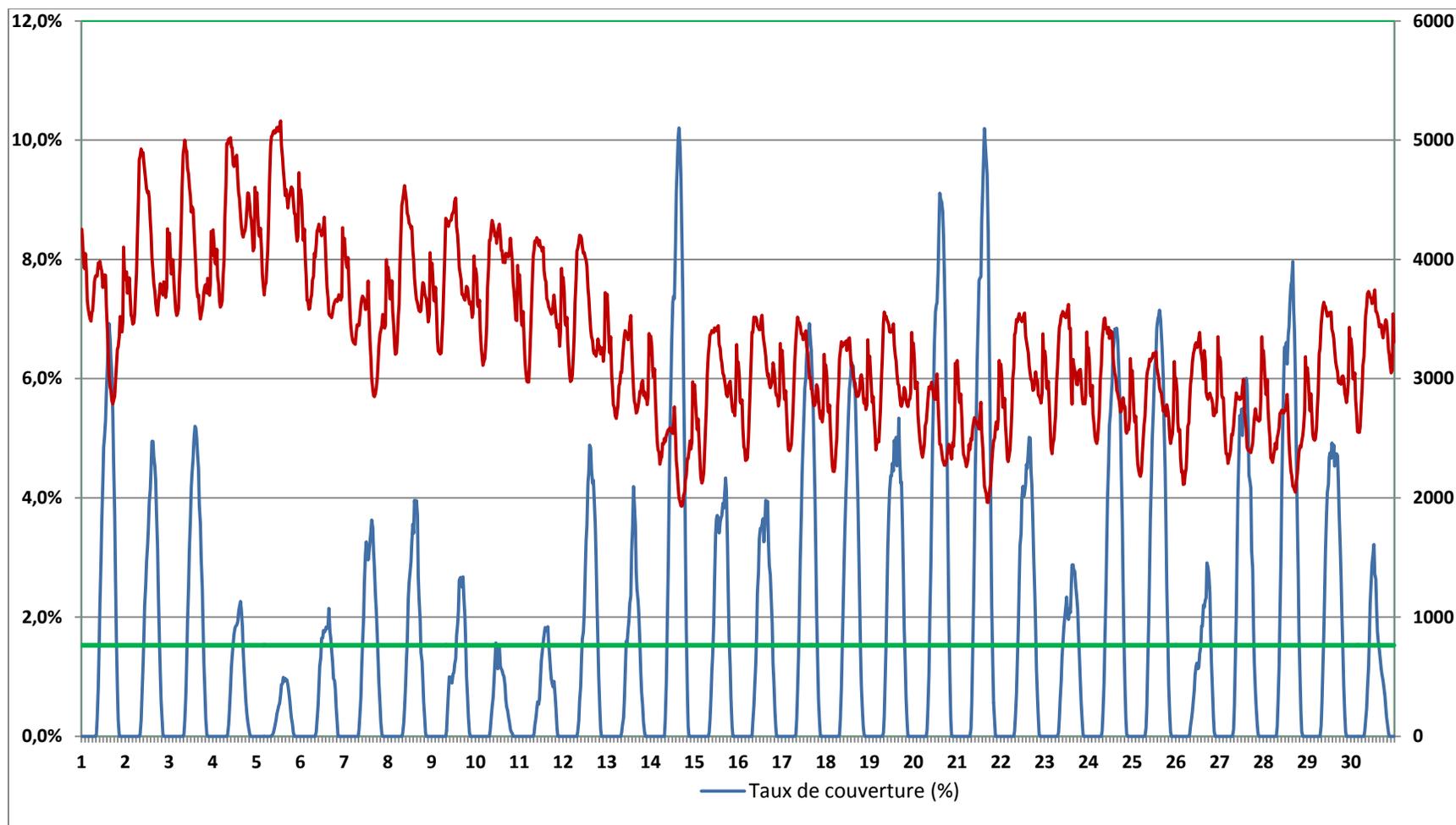


Fig.10 Production photovoltaïque, Taux de couverture (%) Pays de la Loire – Avril 2013. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) du photovoltaïque est de 1,52 % (mois précédent 0,8 %). Il atteint son maximum de 10,2 % (mois précédent 5,8 %) le 14 du mois à 15h30 quand le soleil est encore haut et que la consommation baisse. De façon générale, les meilleurs taux de couverture sont atteints les weekends à des moments où une bonne production photovoltaïque se combine à un faible besoin en électricité. Les pics du taux de couverture reflètent donc autant la production solaire que la faible consommation.

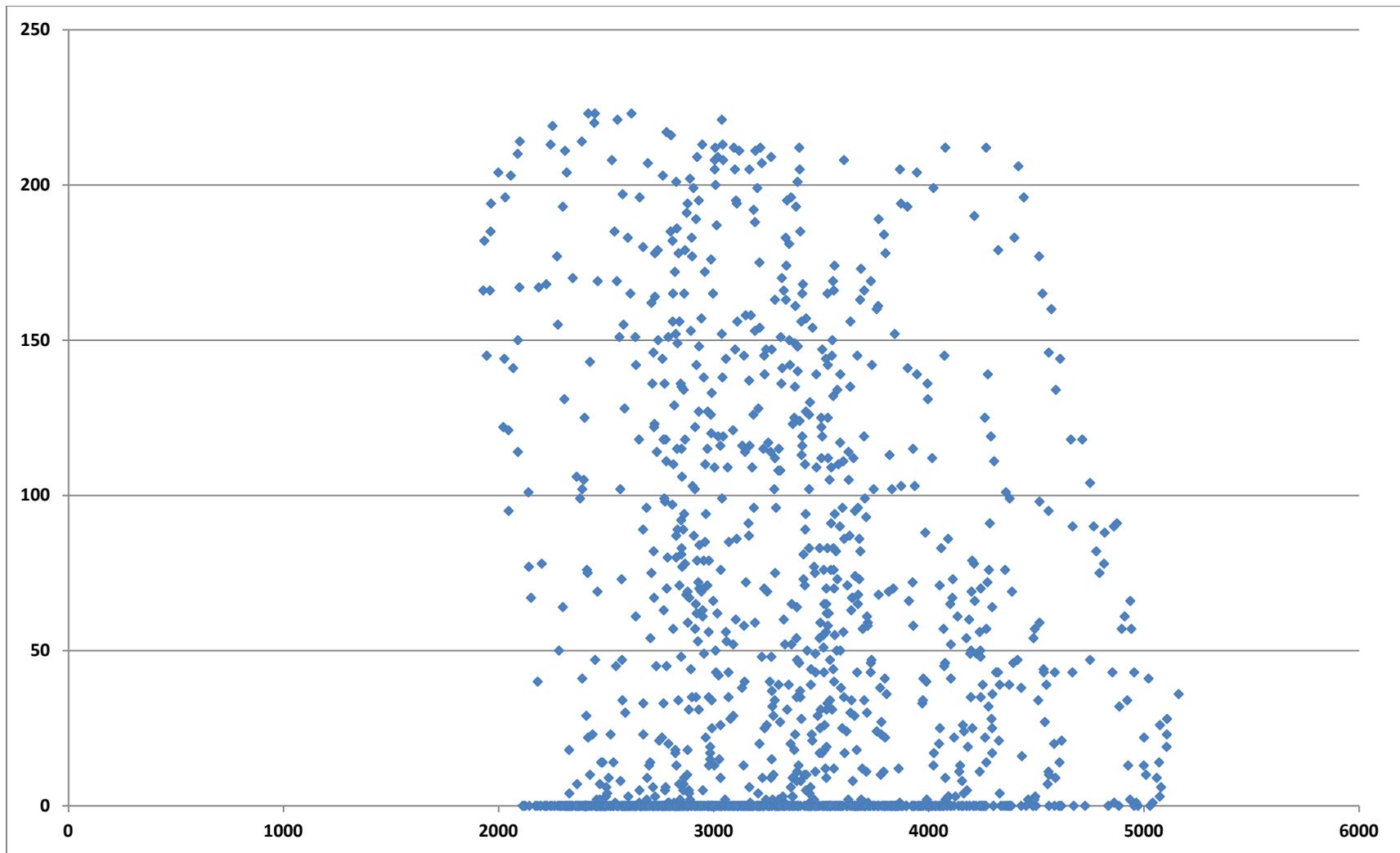


Fig.11 Pays de la Loire Avril 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance photovoltaïque livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.

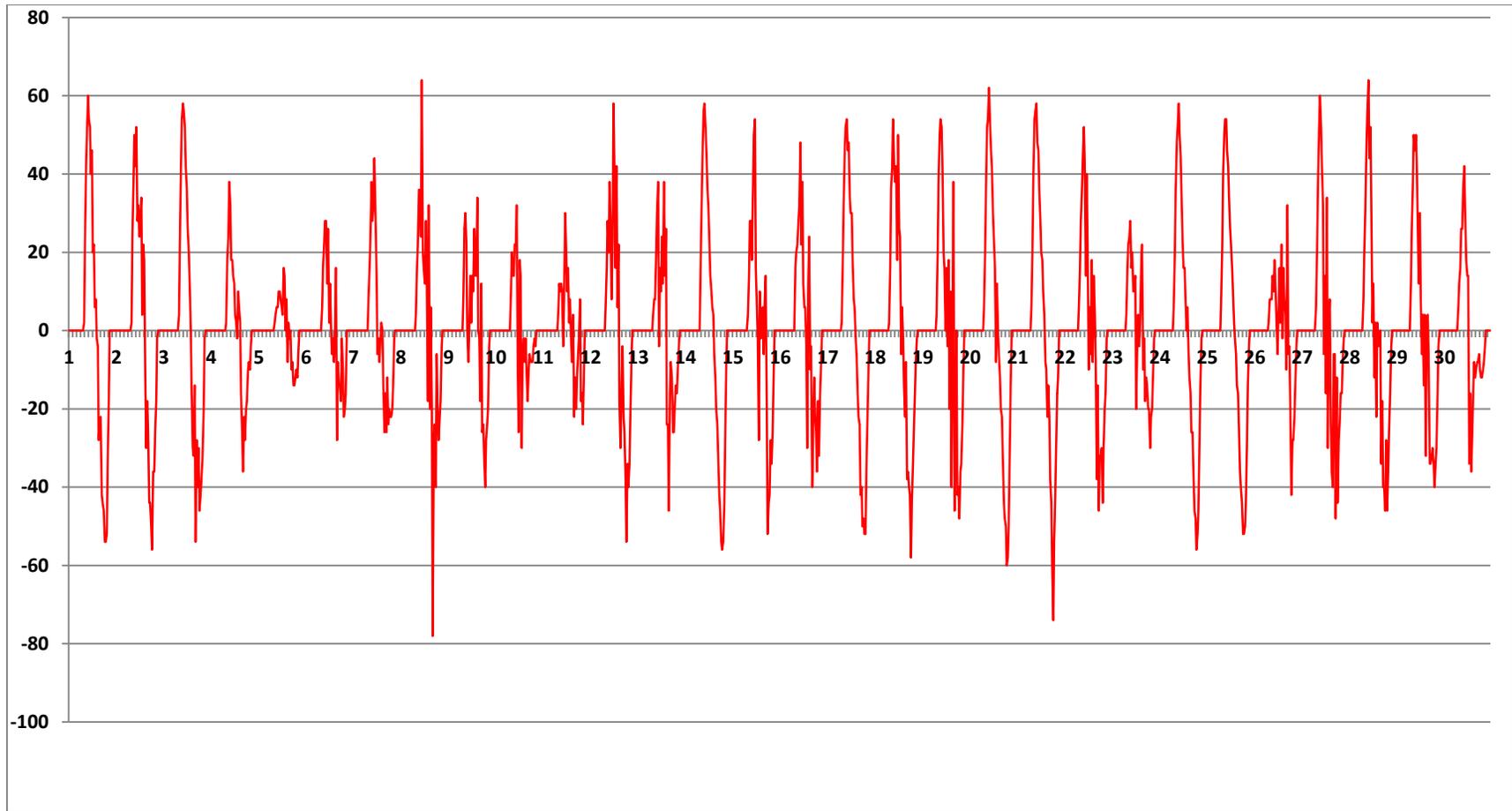


Fig.12 Gradient de puissance solaire (MW/h) Pays de la Loire – Avril 2013 Comme il se doit les gradients sont en moyenne directement liés au pic de production solaire. Ils sont positifs le matin et négatifs l'après-midi. Leur amplitude est aussi en relation avec la hauteur du pic. Plus il y a de soleil, plus le parc photovoltaïque exerce de contrainte sur le réseau. Ainsi pour des pics de 200 MW en milieu de journée les gradients peuvent dépasser +/- 60MW/h (25 % de la puissance installée par heure). Surimposé à cette tendance générale, on observe aussi des irrégularités à l'échelle de la demi-heure qui, sont très vraisemblablement attribuables à l'effet « un nuage passe ».

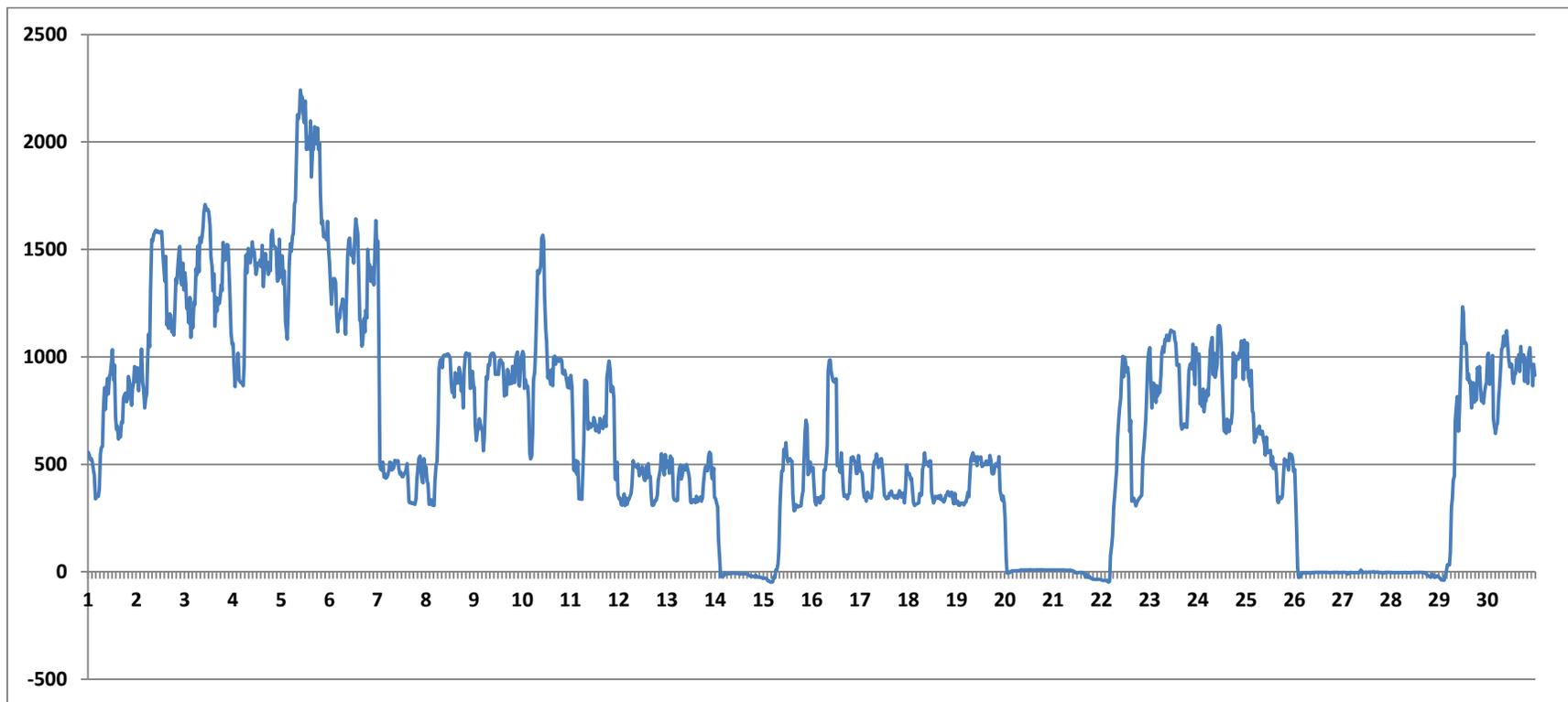


Fig.13 Production thermique à flamme, Puissance (MW) Pays de la Loire – Avril 2013. Le thermique à flamme régional est ce mois-ci entièrement attribuable au site de Cordemais dont la puissance totale est de 2,53 GW (2x580 MW charbon et 2x 685 MW Fuel). En effet, par suite de l'arrêt annuel au 31 mars des subventions aux centrales à cogénération et à fuel privées, celles-ci s'arrêtent alors qu'en mars elles contribuaient à un fond à peu près constant de production de plusieurs centaines de MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 454,9 MW (mois précédent 1090,9 MW). Le maximum de production a été de 2242 MW (mois précédent 2304 MW) le 5 du mois à 9h30. Il est atteint en début de mois lorsque la consommation à la sortie de l'hiver est encore forte et que la production éolienne est faible. Lors des épisodes ventés du 9 au 15 au moment où, suite au radoucissement, la consommation s'abaisse, la production thermique s'abaisse globalement et gère de plus pour partie les fortes fluctuations de l'éolien. La puissance la plus basse est négative : -48 MW le 15 du mois à 3h30. Ces puissances négatives observables les trois derniers weekends du mois correspondent à la fin d'une période du mode parfois qualifié de « bouillote » : pour maintenir la température de la chaudière afin de permettre un redémarrage en début de semaine lors de la reprise d'activité, la centrale consomme des combustibles fossiles alors qu'elle ne produit rien.

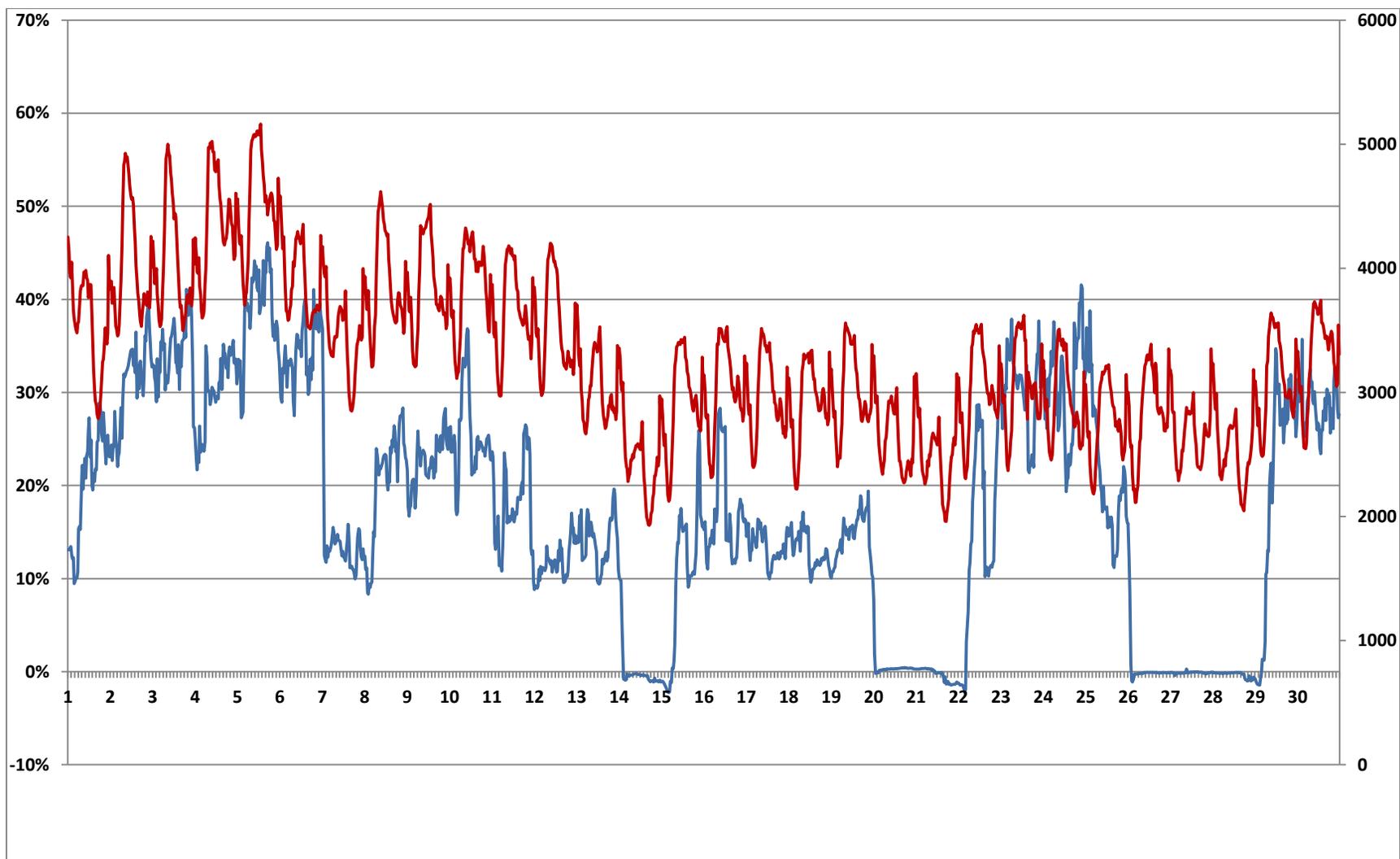


Fig.14 Production thermique à flamme, Taux de couverture (%) Pays de la Loire – Avril 2013. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) du thermique à flamme est de 17,6 % (mois précédent 27,7 %). Il atteint son maximum de 46,1 % (mois précédent 54,8 %) le 5 du mois à 17h00 en période de forte consommation et son minimum de -2,3% (mode « bouillote ») à la fin du weekend des 14 et 15 du mois.

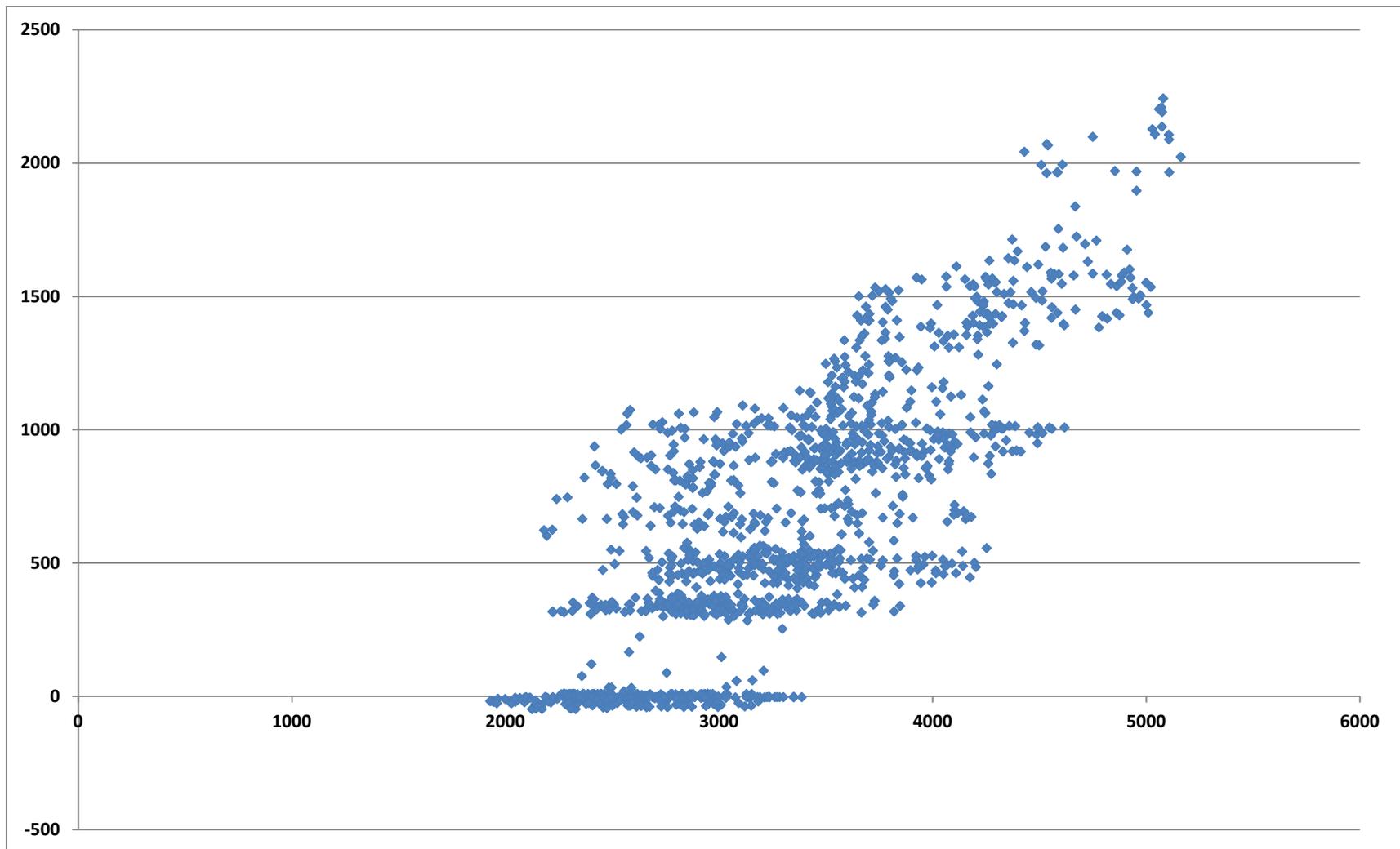


Fig.15 Pays de la Loire Avril 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance thermique à flamme livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Le fait que le thermique à flamme, lorsqu'il est mis en route participe à l'équilibrage du réseau en compensant les fluctuations solaires et éoliennes se manifeste par une corrélation positive (l'ensemble des points se répartit dans une zone dont la pente globale est positive).

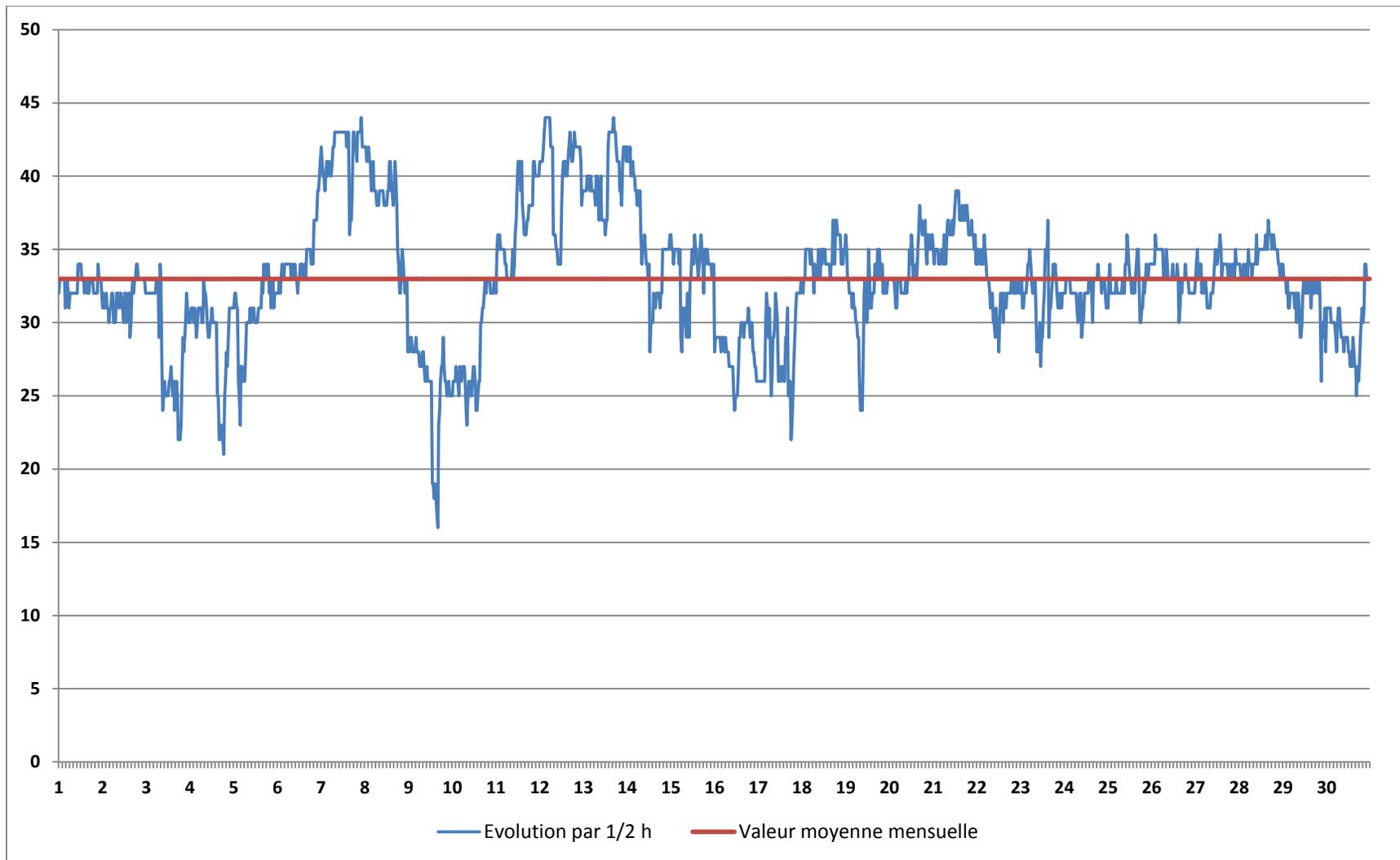


Fig.16 Production ENR thermique, Puissance (MW) Pays de la Loire – Avril 2013. Cette production ayant pour origine la combustion de la biomasse et de déchets en cogénération fonctionne comme une énergie de base quasi-constante autour de sa valeur moyenne (33,0 MW). Sur ce mois, le taux de couverture moyen correspondant est de 1,1 % (mois précédent 1,1 %) (variant de 0,4 % à 1,9 %). Une contribution aussi faible ne peut bien sûr pas être utilisée pour la stabilisation du réseau.

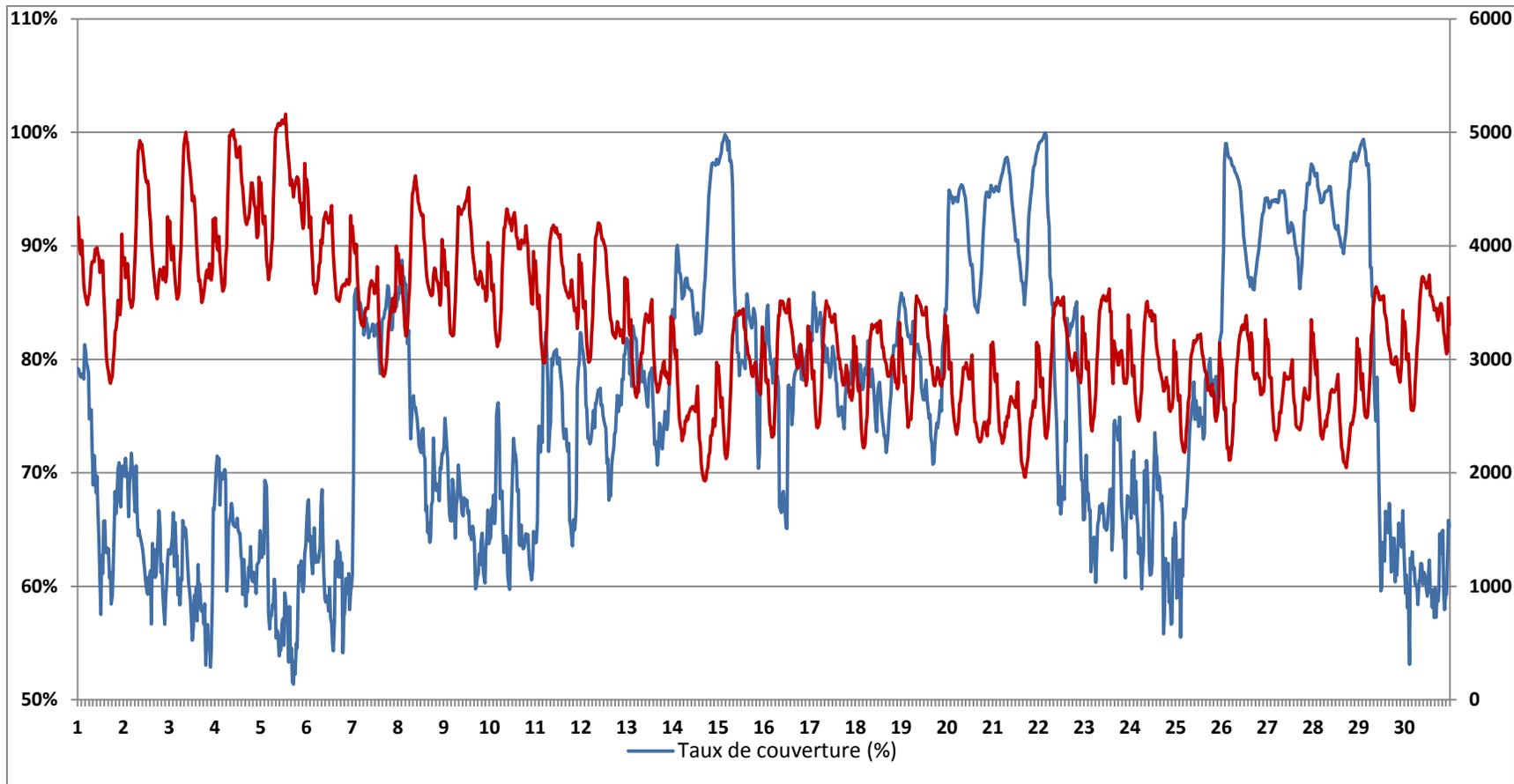


Fig.17 Importation électrique, Taux de couverture (%) Pays de la Loire – Avril 2013. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne sur le mois, le taux de couverture (rapport de cette puissance importée à la puissance consommée par la région au même instant) est de 75,2 % (mois précédent 67,3 %). A son maximum il atteint 99,96 % (mois précédent 86,5 %) le 22 du mois à 3h30 lorsqu'aucun des moyens de production locale n'est à même de contribuer à la consommation de la région. Au minimum, le taux de couverture d'importation est de 51,4 % (mois précédent 37,9 %). Il a lieu le 5 du mois à 17h00.

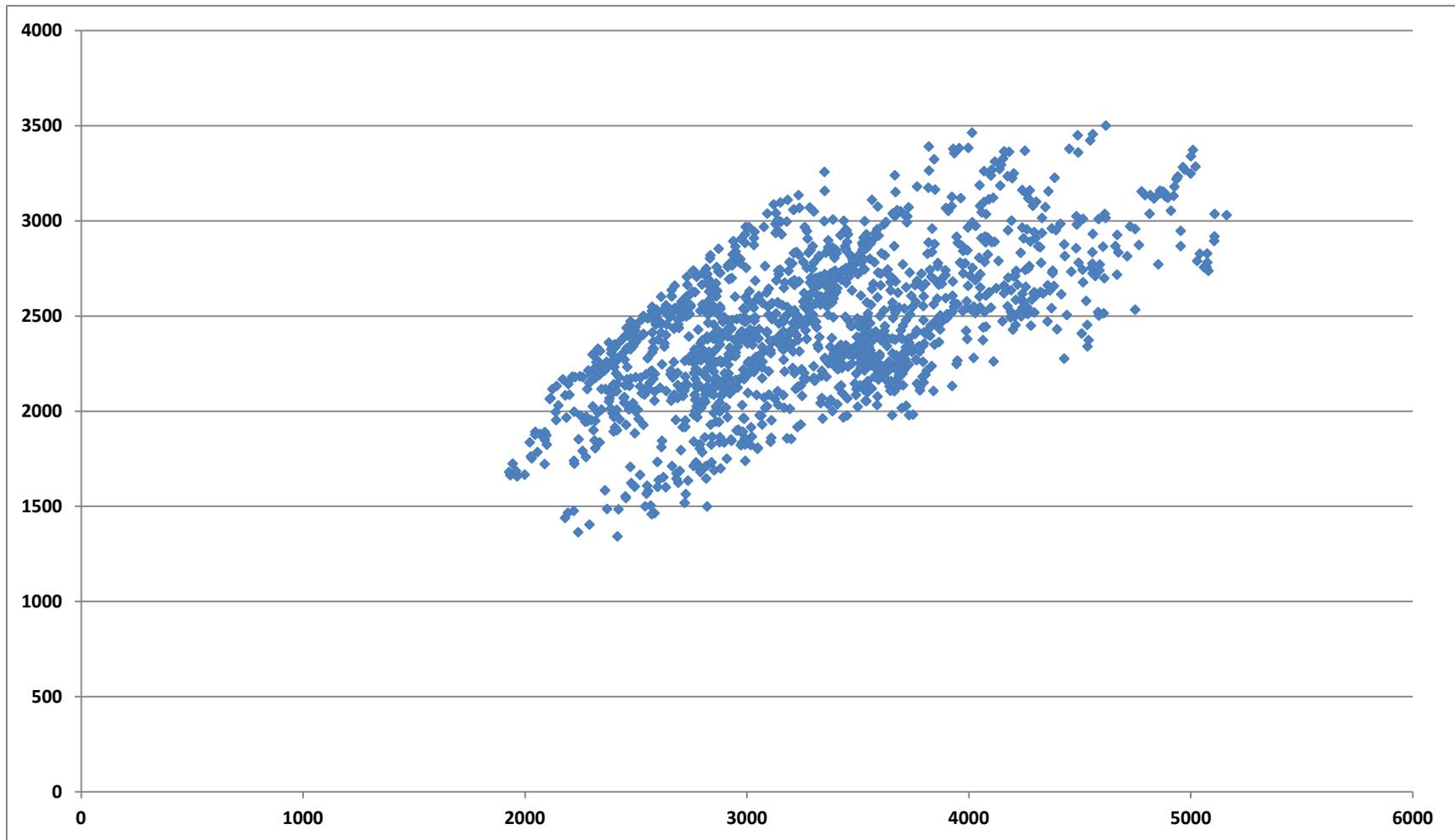


Fig.18 Pays de la Loire Avril 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance importée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Compte tenu de la dépendance de la région proche de 76 % de la production importée d’au-delà des régions limitrophes, comme on pouvait s’y attendre, la corrélation est très bonne.