

Analyse graphique des données du site eCO2mix (RTE) pour la région Bretagne

Février 2014

**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/donneestechriqueshtml/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>

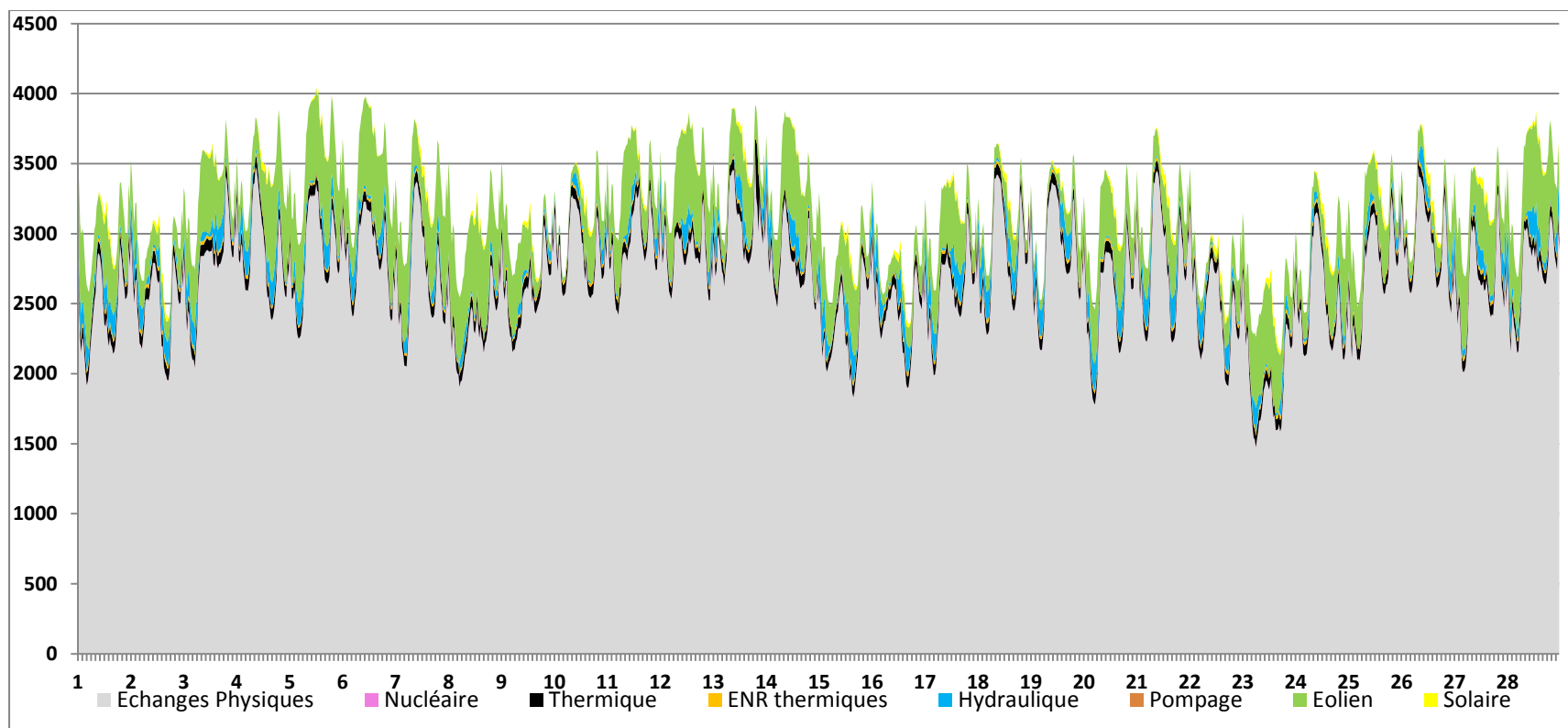


Fig.1 Consommation – production Bretagne Février 2014 (MW). La puissance consommée moyenne du mois à la fois très venté et plutôt doux a été de 3,17 GW (Février 2013 3,45 GW) entre un maximum de 4,05 GW (Février 2013 4,3 GW) le 5 du mois à 12h et un minimum de 2,15 GW (Février 2013 2,3 GW) le 23 du mois à 17h00. La consommation est couverte à 84 % (Février 2013 89,9 %) par des importations. En première approximation, celles-ci provenant, ce mois-ci en partie de Basse-Normandie on peut raisonnablement estimer qu’une majorité de l’électricité consommée en Bretagne est indirectement d’origine nucléaire. Le complément de production est fourni par l’hydraulique au rythme des marées, un peu par le solaire les milieux de journées et par l’éolien, plutôt sur le début du mois même si au long du mois des passages très ventés ont régulièrement alterné avec des épisodes calmes. La région Pays-de-Loire, a elle aussi importé sans cesse du courant. Les données eCO2mix ne donnant que le bilan des échanges global sur l’ensemble des frontières régionales ne permettent cependant pas de savoir si de l’énergie électrique produite par les centrales nucléaires en amont sur la Loire, voire des centrales plus lointaines ou de l’étranger, n’a pas traversé cette région – ou la Basse-Normandie – vers la Bretagne. Cela a certainement été le cas ce mois-ci.

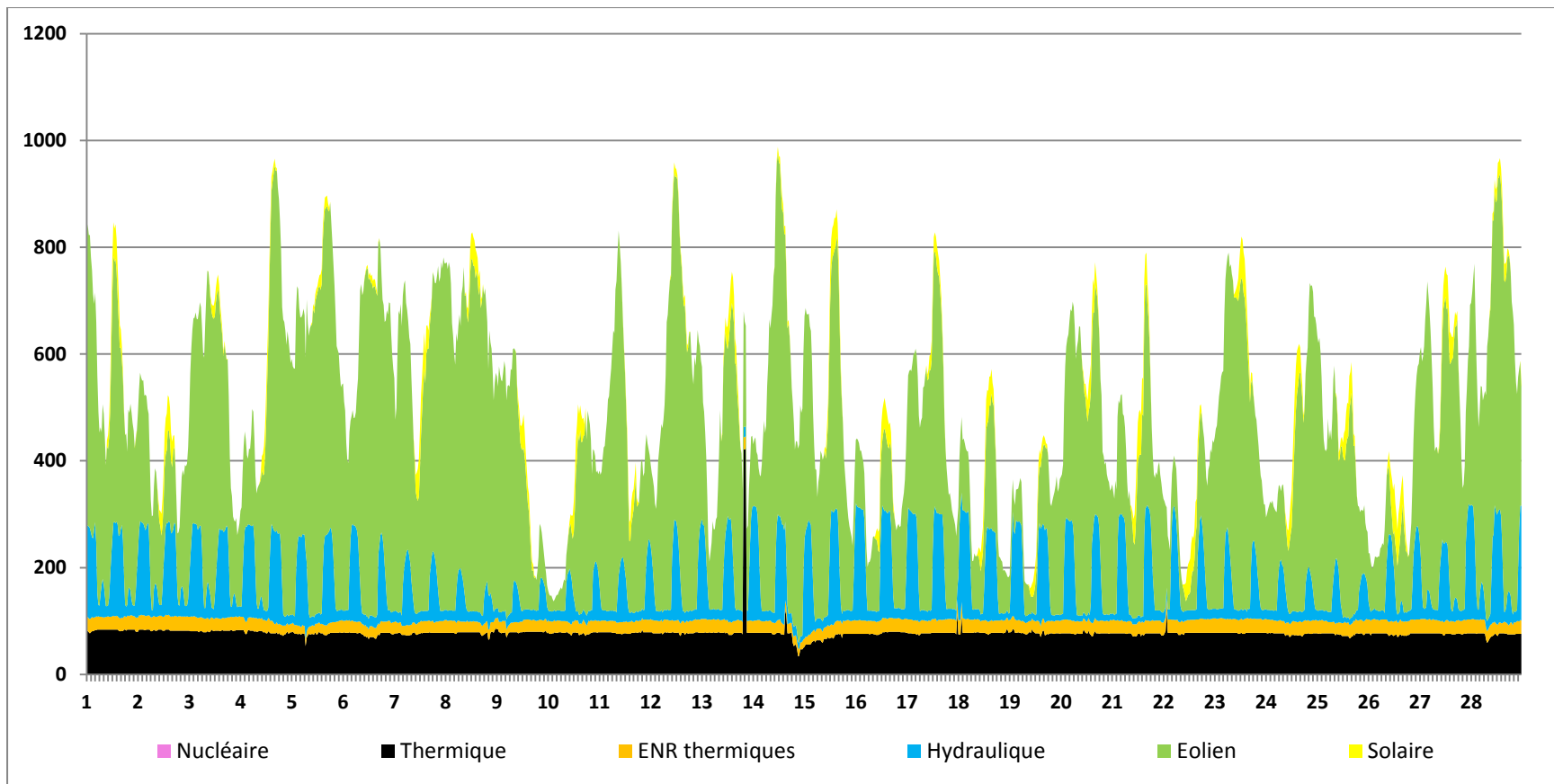


Fig.2 Production électrique de la Bretagne Février 2014 (MW). Ce mois-ci, l'ensemble de ces productions couvre environ 16 % (Février 2013, 10 %) de la consommation locale. En GWh la production totale a été de 218,2 (Février 2013, 122,9) pour l'éolien, 47,3 (Février 2013, 56,6) pour l'hydraulique, 15,6 (Février 2013, 12,8) pour les ENR thermiques et de 8,3 (Février 2013, 7,6) pour le solaire pour une consommation totale 2131,6 GWh (Février 2013, 2319,4 GWh). A l'exception des ENR Thermiques dont la production est quasi-constante et de la contribution thermique (en noir et comptant pour 52,3 GWh (Février 2013, 43,4 GWh), les autres énergies, toutes fatales, fluctuent sans corrélation avec les besoins en électricité de la région. La production constante d'énergie thermique s'explique par l'attrait financier de subventions spécifiques accordées à la cogénération en période hivernale (Novembre à Mars). A l'exception d'un pic (de l'ordre de 300 MW), le thermique (comme l'ENR thermique) fonctionne en base sans participer à la gestion de régulation du réseau.

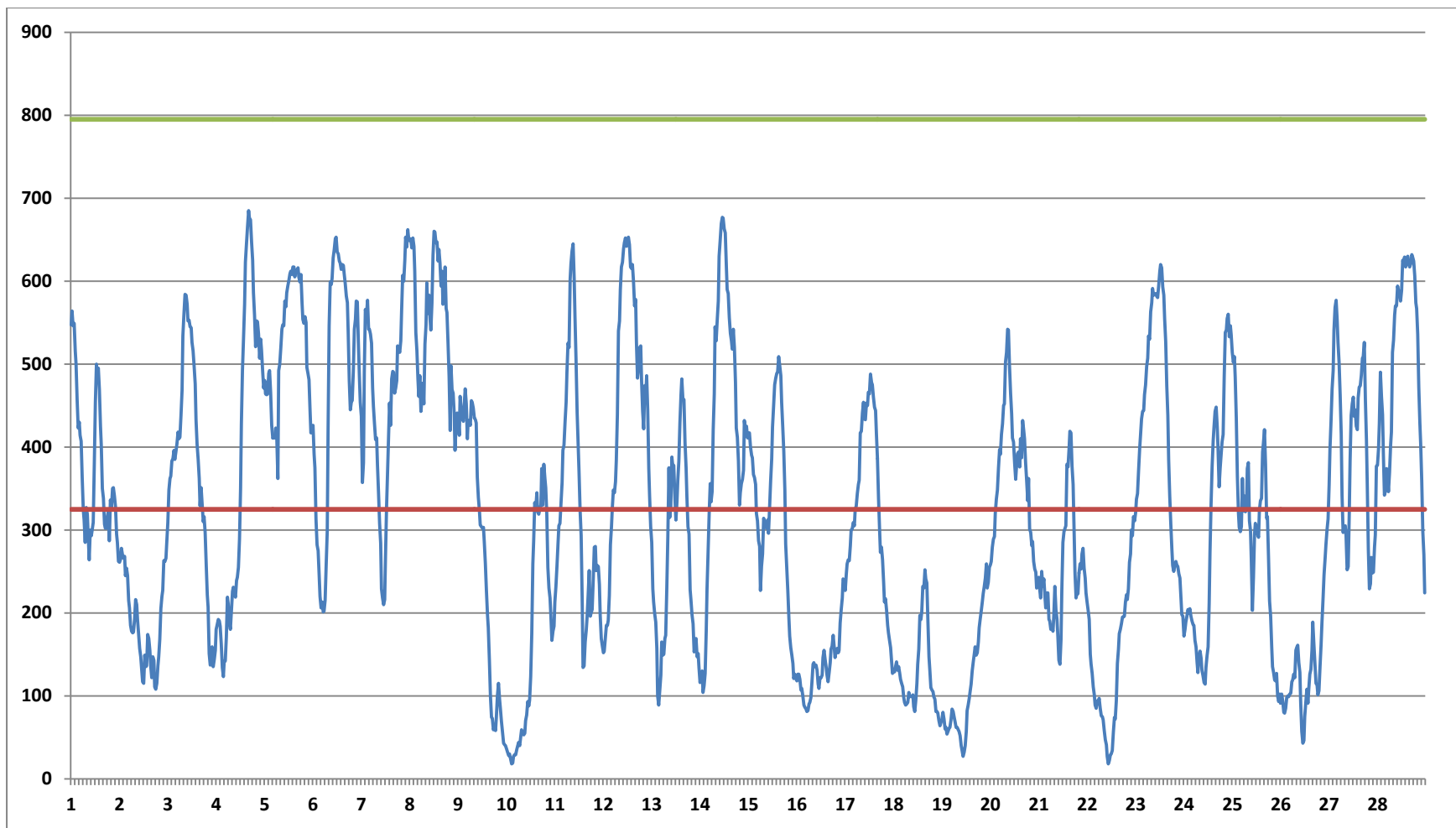


Fig.3 Production éolienne, Puissance (MW) Bretagne – Février 2014. En nous basant sur les données des 30/09/2013 et du 31/12/2013 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère, nous avons estimé la puissance éolienne régionale installée au 15 du mois à 795 MW (Février 2013 749 MW) . La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 324 MW (Février 2013, 182,9 MW) soit une efficacité moyenne de 40,8 % (Février 2013, 24,4 %). Le maximum de production a été de 685 MW (Février 2013, 602 MW) soit une efficacité de 90,4 % (Février 2013, 80,4 %) le 4 du mois à 16h00. Plusieurs fois dans le mois la production a été très faible et est descendue à 18 MW (Février 2013 2 MW) le 10 du mois à 2h30.

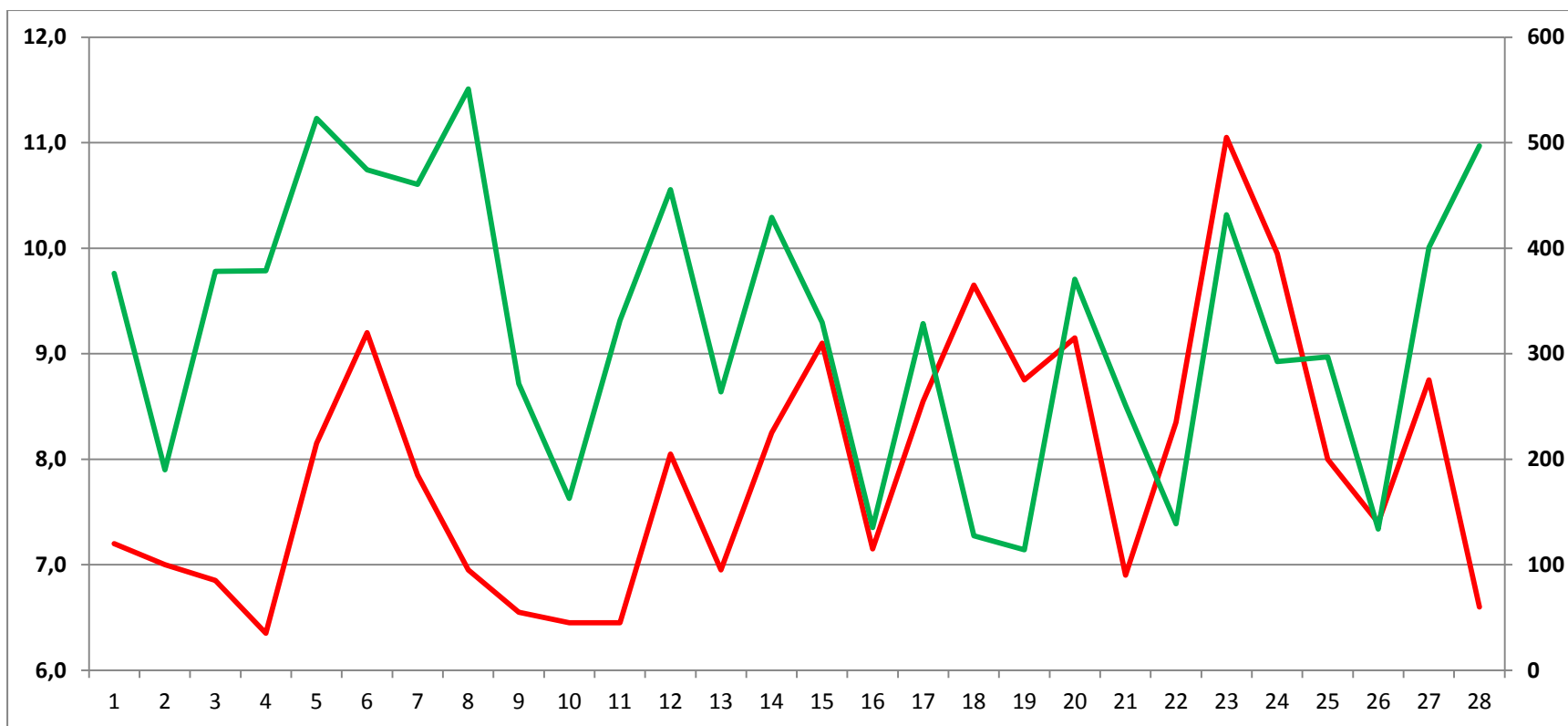


Fig.4 Puissance éolienne moyenne journalière (MW ; courbe verte ; échelle de droite) Bretagne – Février 2014 et température moyenne sur Brest (°C ; courbe rouge ; échelle de gauche). La température moyenne est ici définie comme la demi-somme des températures maximales et minimales de la journée (données du site www.météociel.fr). Comme c'est en général le cas en période hivernale (Ainsi ce fut le cas en Janvier 2014), les périodes de grand vent coïncidant avec l'arrivée des dépressions atlantiques correspondent aussi à des remontées de températures. Inversement, lorsque les températures baissent, le vent a plutôt tendance à faiblir. Ce mois de février a été plutôt doux avec des températures variant entre un minimum absolu de 2,6 °C le Dimanche 16 et un maximum de 13,2 °C le Dimanche 23. Comme on le voit ces jours correspondent aussi à un minimum et un maximum de production éolienne. Cette observation confirme une tendance déjà vérifiée au plan national, à savoir qu'en période froide (Novembre à Février) lorsque la consommation électrique de l'année atteint ses plus hauts, la production éolienne et les besoins en électricité varient en sens inverse. Ainsi, la productivité éolienne de Février 2014 est de 40 % alors que celle de Février 2013 était de 24 %. Compte tenu de l'augmentation de la puissance éolienne régionale installée ceci correspond à une production supplémentaire de +95 GWh. Or, de l'année 2013 à l'année 2014, les besoins en électricité de la Bretagne ont baissé de -187,8 GWh soit -8 %.

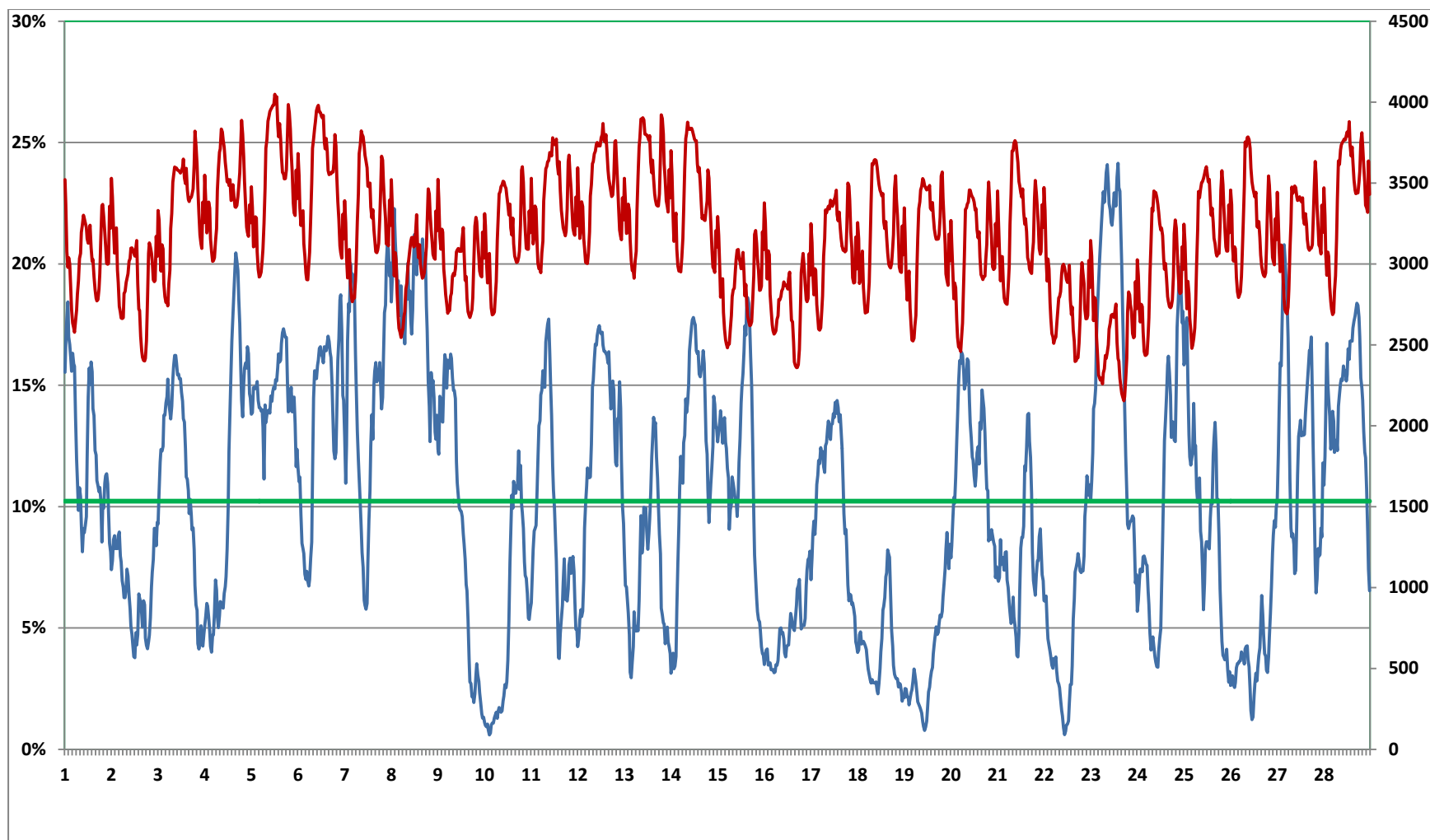


Fig.5 Production éolienne, Taux de couverture (%) Bretagne – Février 2014. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) de l'éolien est de 10,2 % (Février 2013, 5,4 %). Il atteint son maximum de 24,1 % (Février 2013, 20 %) le 23 du mois à 14h00 (un dimanche) 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 0,6 % (Février 2013, 0,06 %) le 10 du mois.

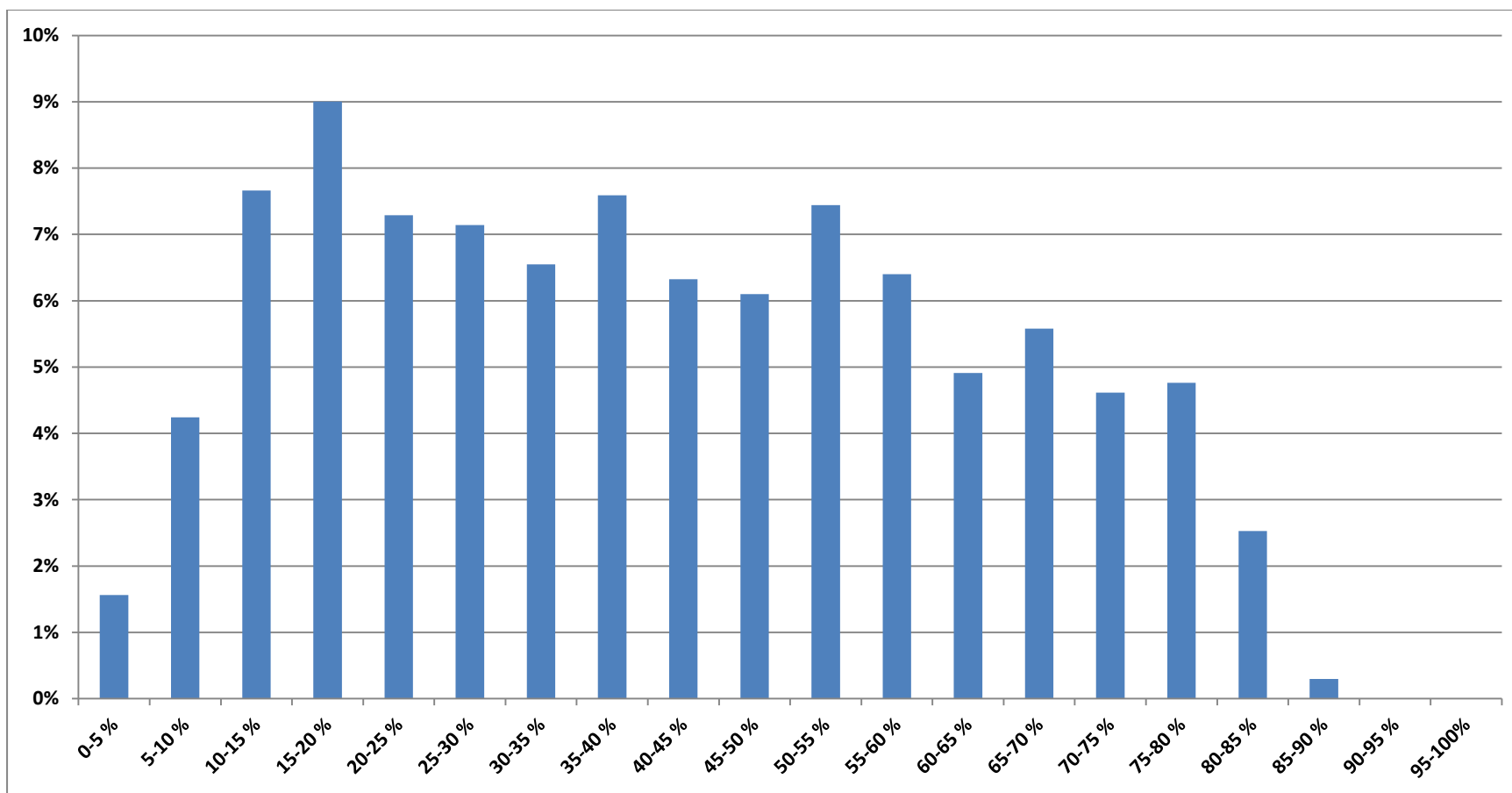


Fig.6 Bretagne Février 2014. Pourcentage du temps en fonction de la puissance éolienne livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 795 MW). Cette distribution présente une forme non « conventionnelle » pour une zone géographique de petite dimension au regard des zones météo (les tempêtes ont engendré un certain foisonnement). Les tempêtes qui ont affecté la région pendant tout le mois ont été très favorables à l'éolien avec une forte production pour les grandes valeurs du facteur de charge au long du mois. Le mois a été remarquablement productif en moyenne avec une efficacité moyenne de 40,8 % (Février 2013 24,4 %) et un fort pic de production le 4 du mois quand l'efficacité a atteint 86 %. Ainsi la puissance livrée a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée pendant 36,5 % du temps (Février 2013, 10,1 %). Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 13,5 % (Février 2013, 38,6 %) du temps.

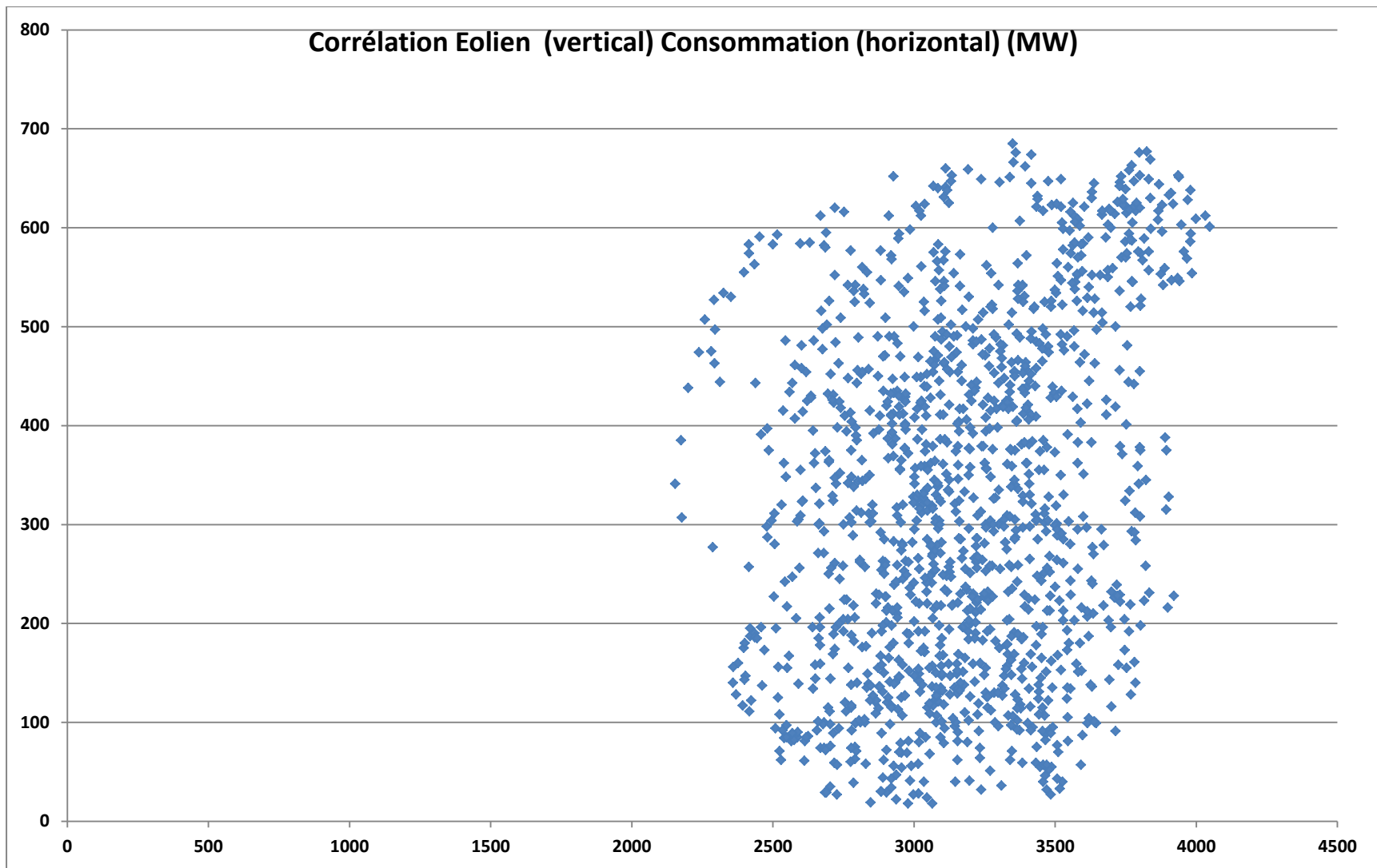


Fig.7 Bretagne Février 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance éolienne livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.

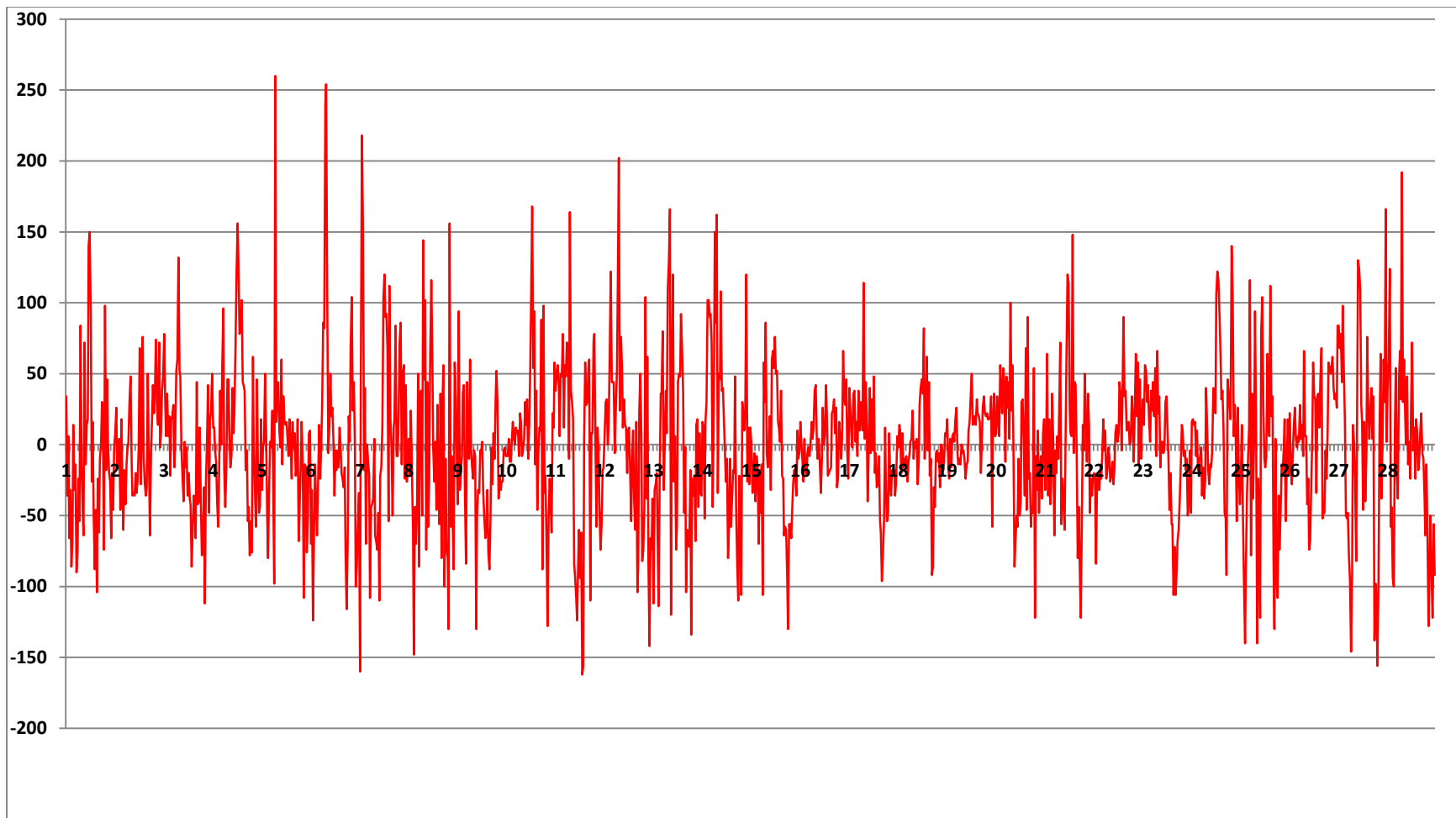


Fig.8 Gradient de puissance éolienne (MW/h) Bretagne – Février 2014. En ce mois globalement marqué par un passage répété de dépressions atlantiques, les fortes productions au long du mois n'ont visiblement pas été régulières. Le réseau (en fait l'importation de puissance) a dû gérer des gradients de puissance voisins de (et parfois dépassant) 200 MW/h (soit près de 25 % de la puissance installée en 1 heure) aussi bien en positif qu'en négatif.

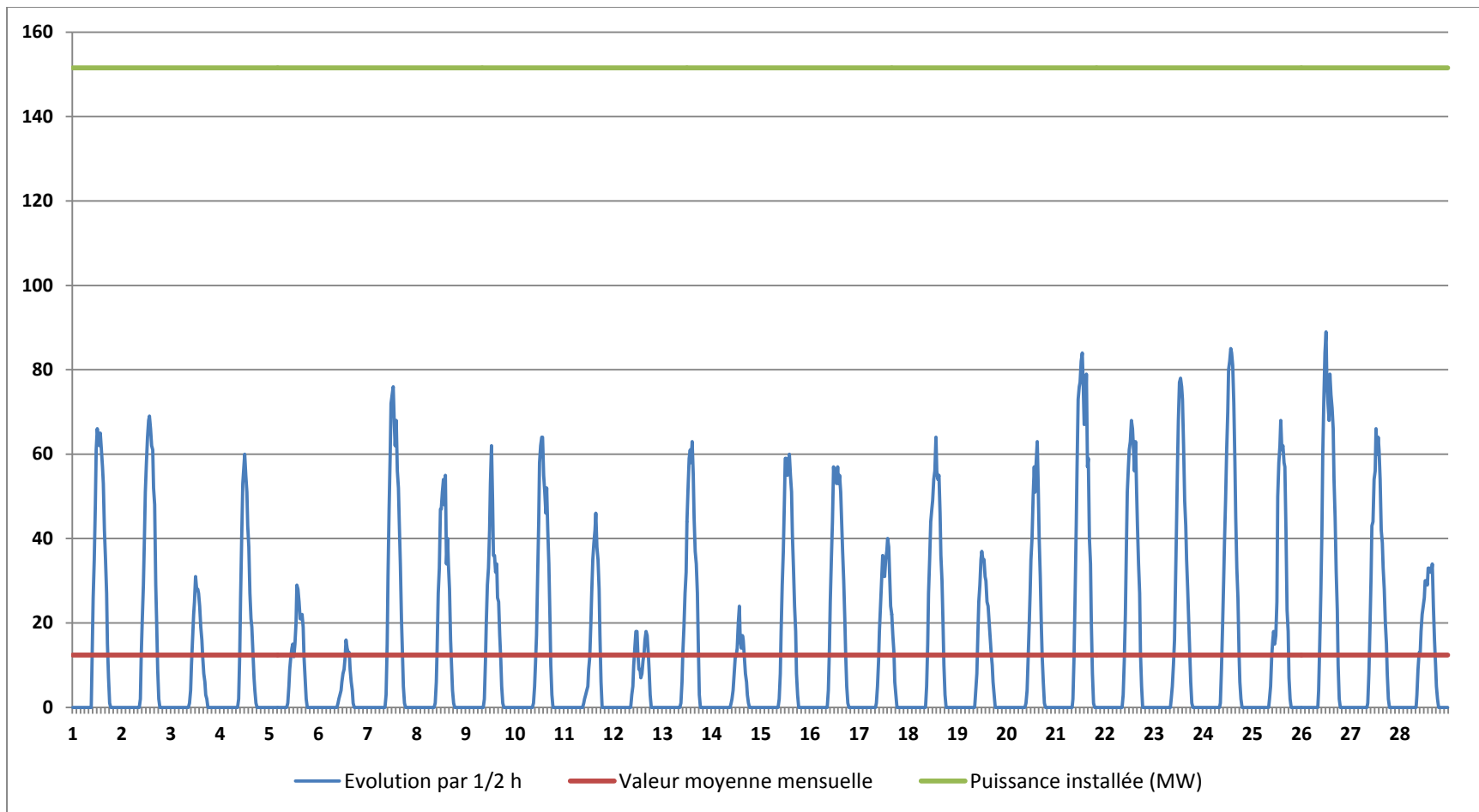


Fig.9 Production photovoltaïque, Puissance (MW) Bretagne – Février 2014. En nous basant sur les données des 30/09/2012 et du 31/12/2013 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance solaire régionale installée à 151,5 MW (Février 2013, 135,5 MW). La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 12,4 MW (Février 2013, 11,3 MW) soit une efficacité moyenne de 8,2 % (Février 2013, 8,3 %). Le maximum de production a été de 89 MW (Février 2013, 95 MW) pour une efficacité de 58,8 % (Février 2013, 70,1 %) le 26 du mois à 12h00. 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)- voir aussi Fig. 10.

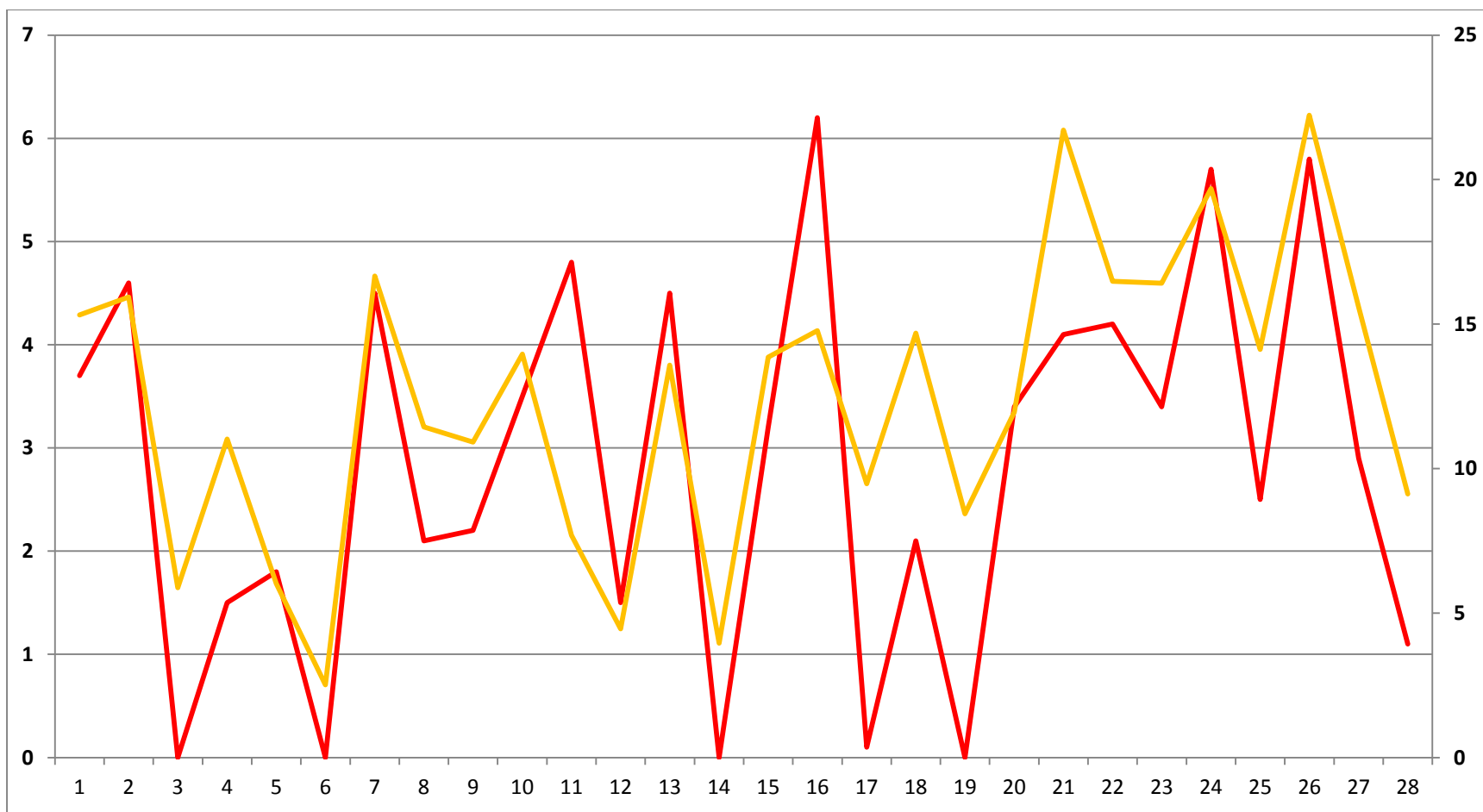


Fig.10 Puissance solaire moyenne journalière (MW ; courbe jaune ; échelle de droite) Bretagne – Février 2014 et nombre d’heures d’insolation sur Brest (h ; courbe rouge ; échelle de gauche). Les nombres d’heures d’insolation sont extraits du site www.météociel.fr. La corrélation des deux courbes est bien sûr très bonne. On constate aussi que même en l’absence complète de soleil, il subsiste une faible production photovoltaïque (tous les panneaux ne sont pas non plus bien sûr localisés à Brest de sorte que ces jours là un certain ensoleillement peut aussi avoir eu lieu dans d’autres parties de la région).

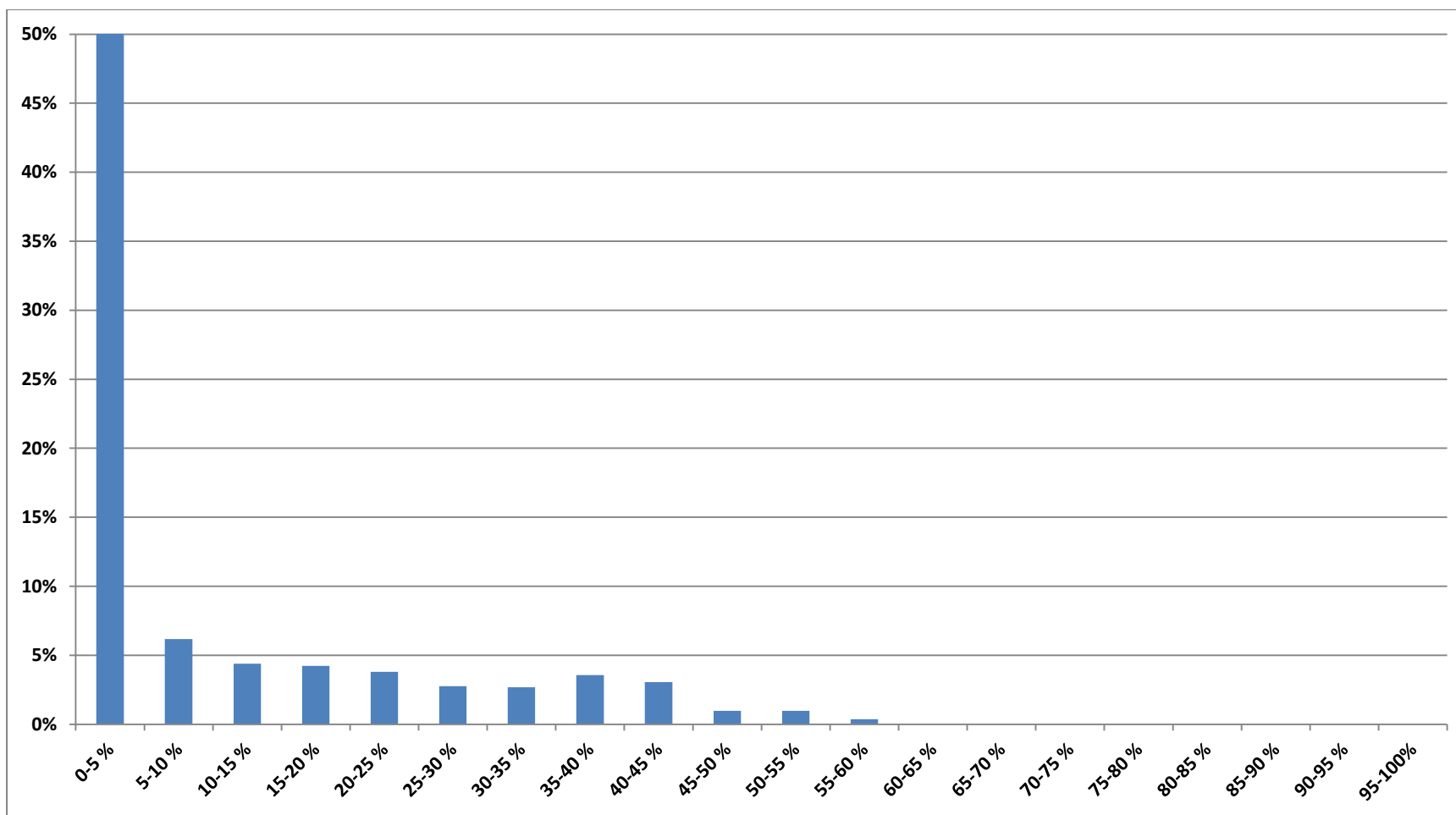


Fig.11 Bretagne Février 2014. Pourcentage du temps en fonction de la puissance solaire livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 151,5 MW). L'axe vertical a été tronqué à 50 %. La barre la plus à gauche s'élève en fait à 67 %. Cette distribution présente la forme « conventionnelle » pour la production solaire d'une zone géographique de petite dimension au regard des zones météo (pas ou peu de foisonnement). Le mois a été peu productif avec une efficacité moyenne 8,2 % et une production qui le 26 du mois à 12h00 a atteint son maximum mensuel (efficacité de 58,8 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 1,3 % du temps (Février 2013, 4,1 %). Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 77,6 % (Février 2013, 80,2 %) du temps.

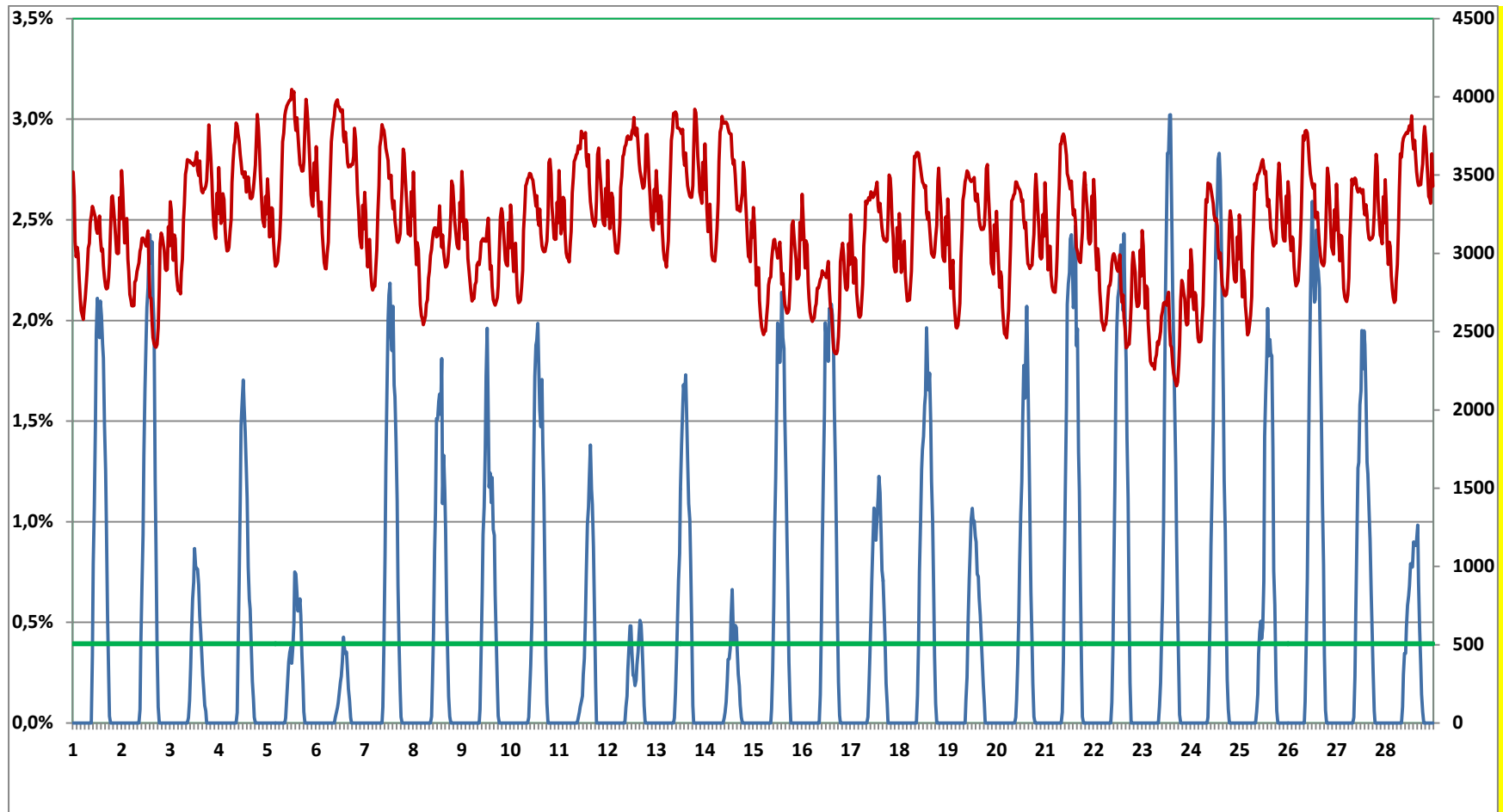


Fig.12 Production photovoltaïque, Taux de couverture (%) Bretagne – Février 2014. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) du photovoltaïque est de 0,4 % (Février 2013, 0,33 %). Il atteint son maximum de 3 % (Février 2013, 3,4 %) le 23 du mois à 14h00 quand le soleil est encore haut et que la consommation baisse (c'est un Dimanche). De façon générale, les meilleurs taux de couverture sont atteints les weekends quand 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.

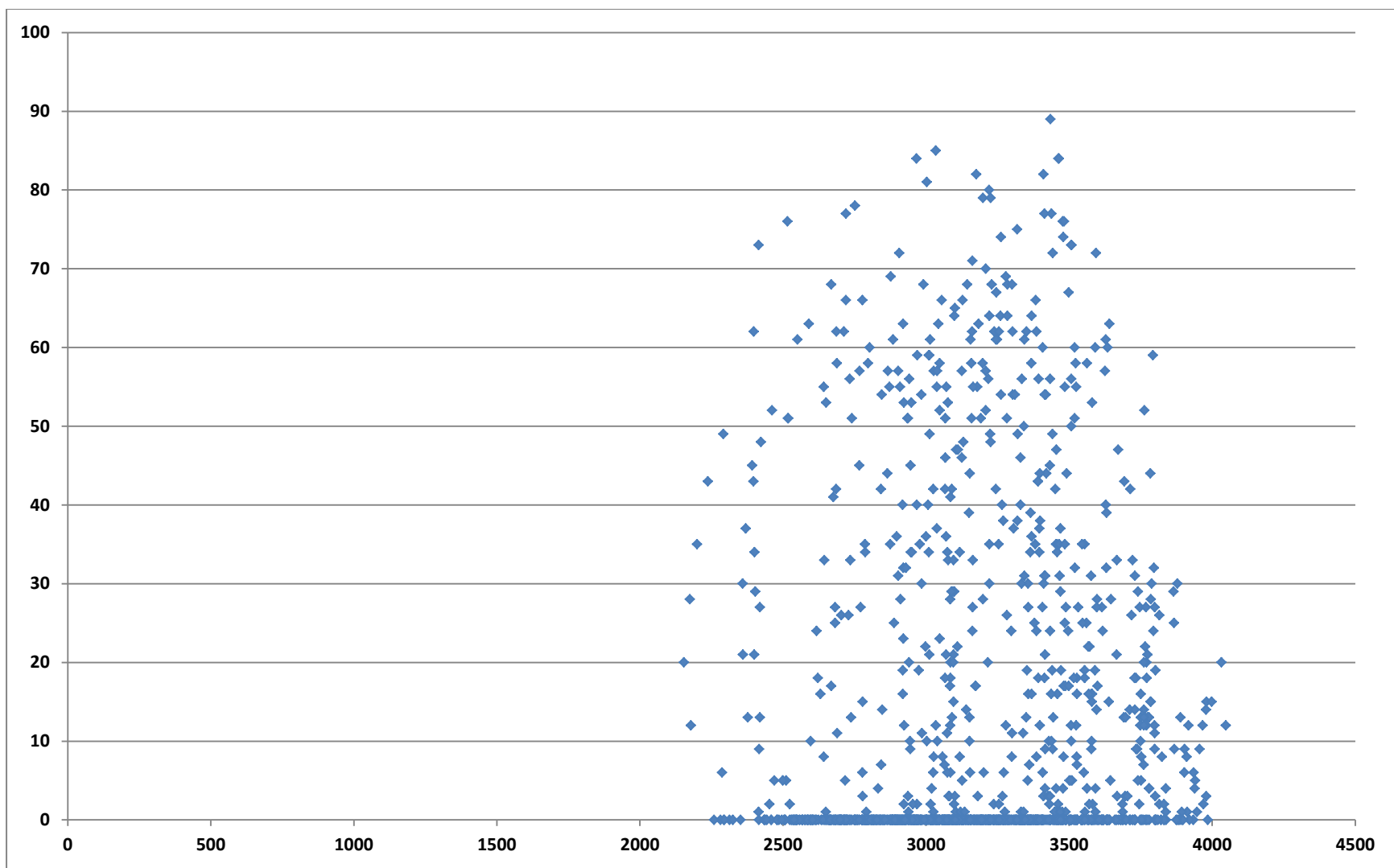


Fig.13 Bretagne Février 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance photovoltaïque livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation - peut-être même une anti-corrélation - comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.

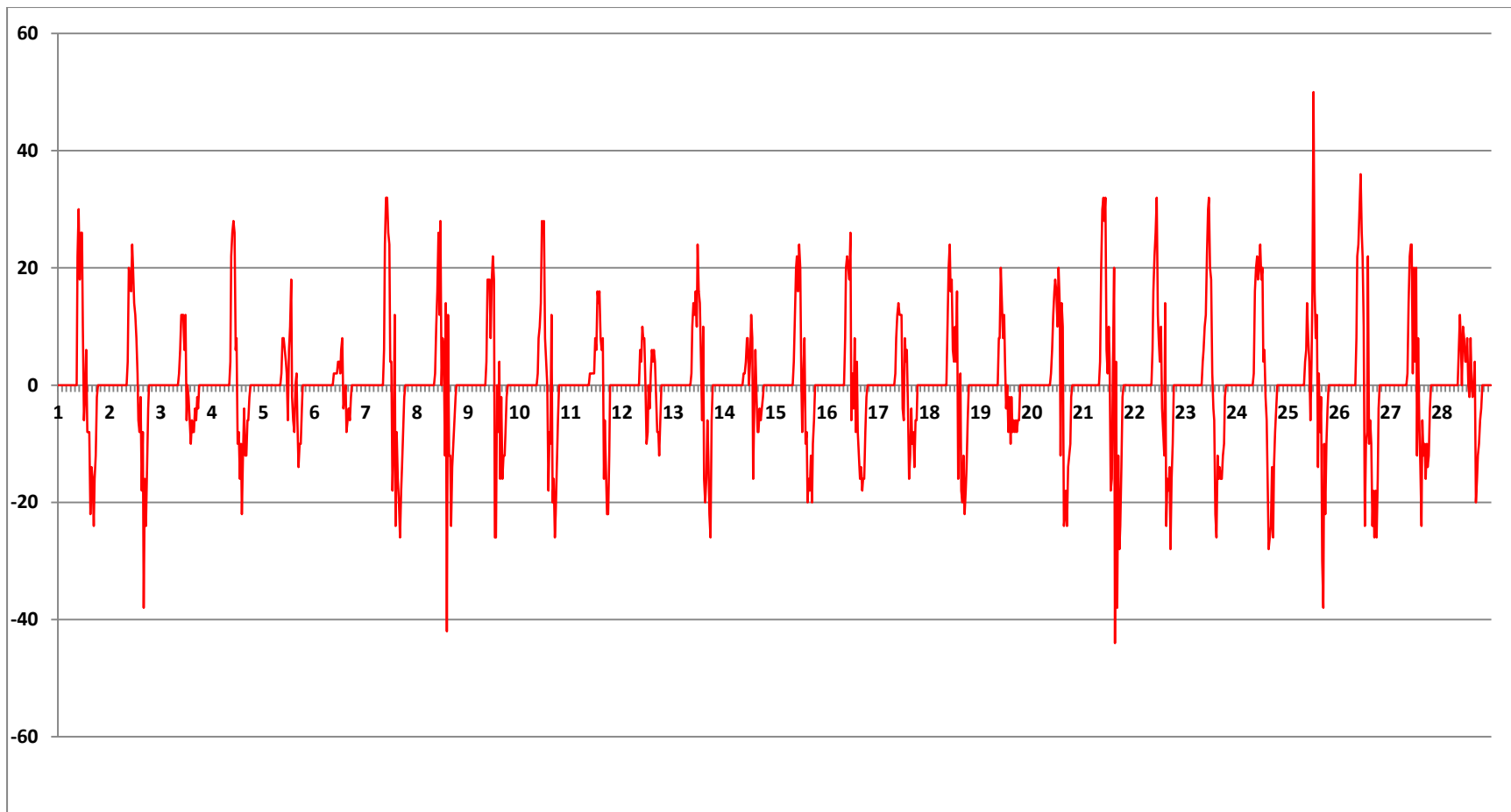


Fig.14 Gradient de puissance solaire (MW/h) Bretagne – Février 2014 Comme il se doit les gradients sont en moyenne directement liés au pic de production solaire. Ils sont positifs le matin et négatifs l'après-midi. Leur amplitude est aussi en relation avec la hauteur du pic. Plus il y a de soleil, plus le parc photovoltaïque exerce de contrainte sur le réseau. Ainsi pour des pics dépassant rarement 80 MW en milieu de journée les gradients s'élèvent à +/- 30 MW/h. Surimposé à cette tendance générale, on observe aussi des irrégularités à l'échelle de la demi-heure qui, si elles ne correspondent pas une incertitude de la collecte de données par RTE/eCO2mix, pourraient être attribuées à l'effet « un nuage passe ».

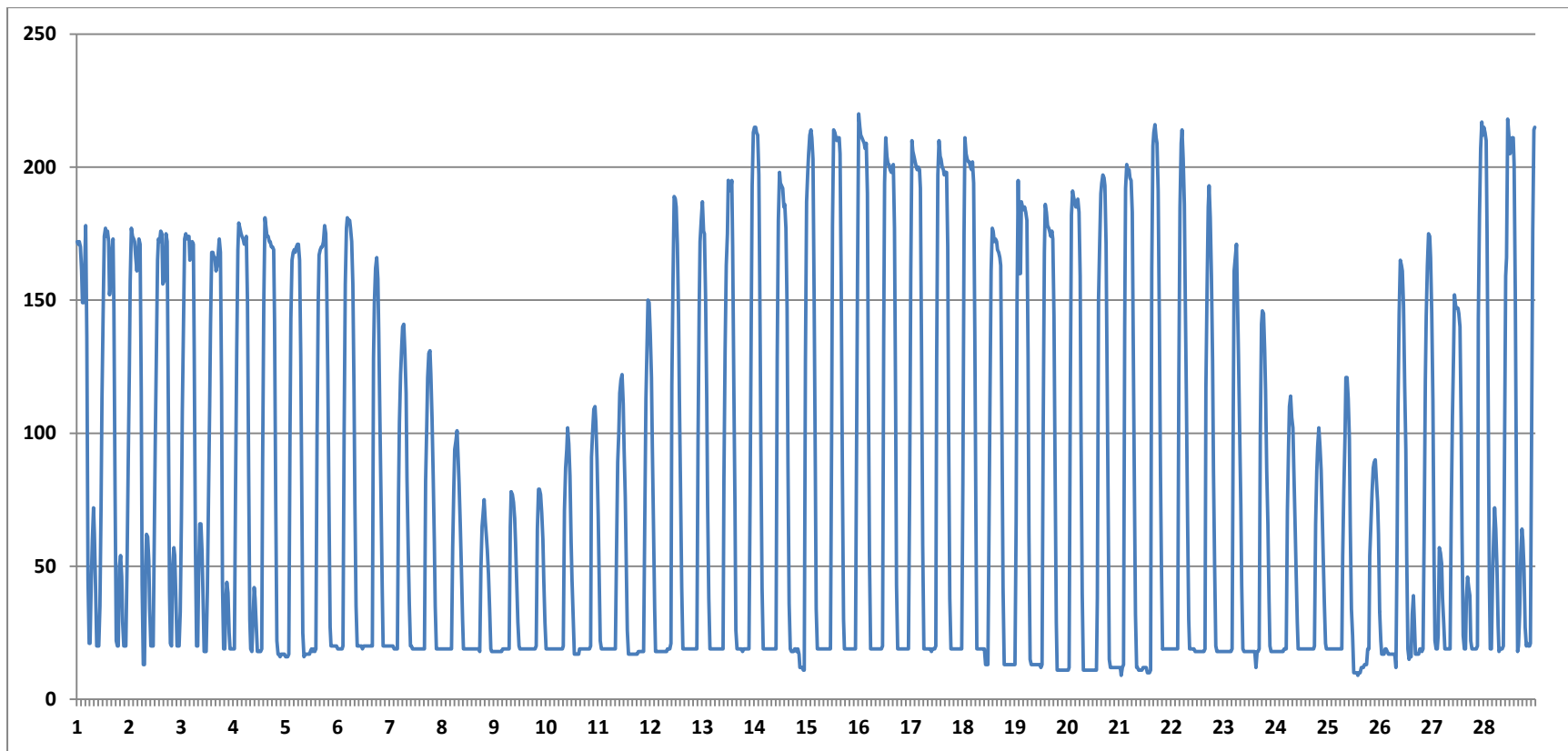


Fig.15 Production hydraulique, Puissance (MW) Bretagne – Février 2014. L'hydraulique breton lié au barrage de la Rance (puissance installée 238 MW) se distingue du reste de l'hydraulique français (de type « fil de l'eau » ou « éclusées »). C'est non seulement une énergie fatale (comme l'hydraulique de fil de l'eau) mais aussi une production au rythme alternatif. Elle ne participe que faiblement au réglage du réseau par le biais d'une fonction de pompage. L'énergie totale livrée au réseau sur le mois a été de 49,1 GWh (Février 2013, 47,3 GWh), alors que le pompage (une consommation de courant restituée pour partie ultérieurement et comptabilisée dans le total « hydraulique ») n'a concerné que 3,9 GWh (Février 2013, 3,8 GWh). Difficilement visible sur cette figure, on peut vérifier un décalage horaire progressif des pics reflétant celui des marées (idem pour les pics de pompage non illustrés dans ce document). Les zones de « pics double » du début du mois correspondent à une période où le pompage est quasi-arrêté. On observe aussi, « sous » les oscillations de production du barrage de la Rance, une production hydraulique en base au niveau d'environ 20 MW associée à une puissance hydraulique (hors Rance) égale à 37 MW (données ERdF). Le facteur de charge de l'hydraulique breton est donc d'environ 27 %.

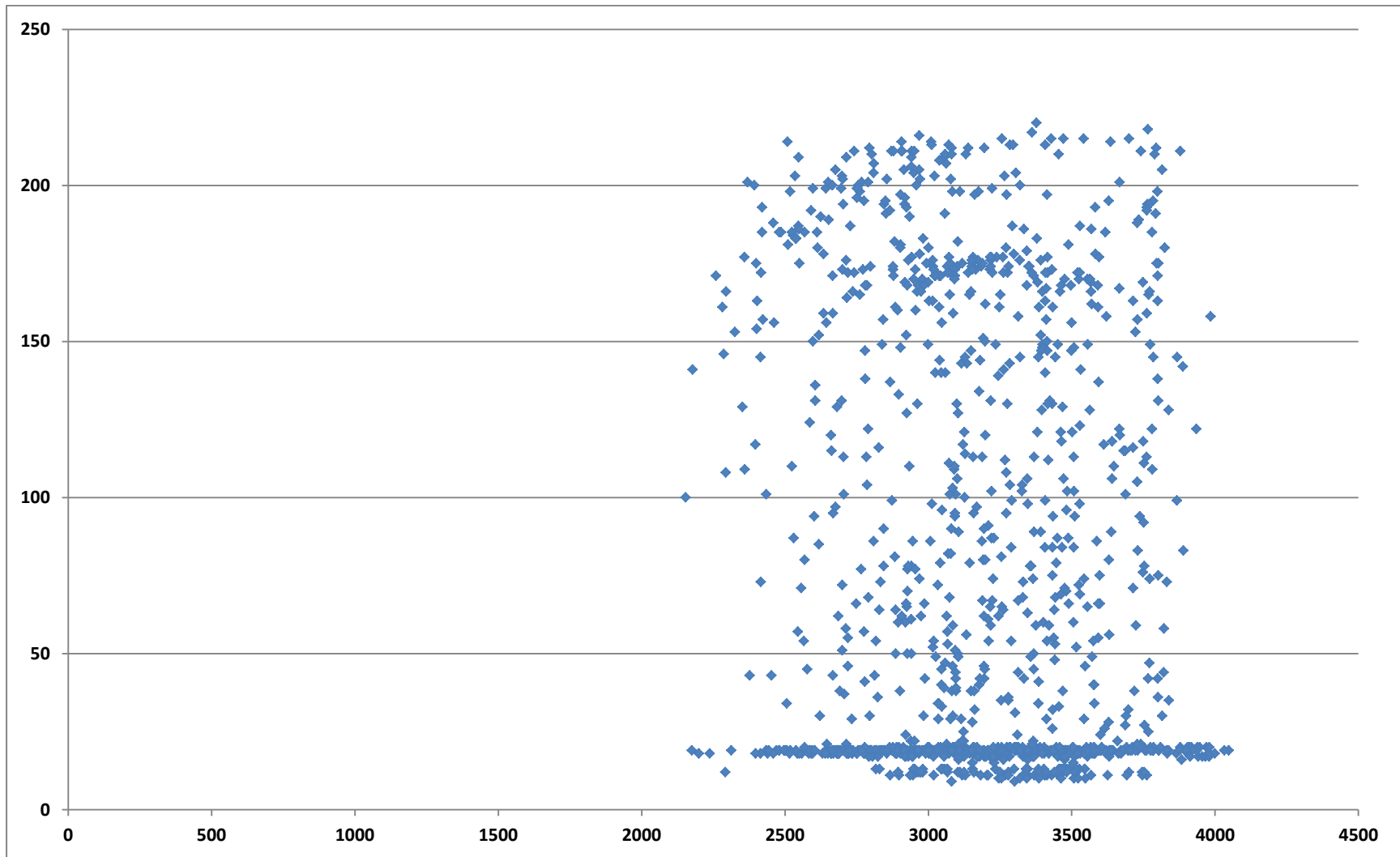


Fig.16 Bretagne Février 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance hydraulique livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Compte tenu de ce que sur une période de l'ordre du mois, il ne peut pas y avoir de corrélation entre les marées avec les besoins électriques de la société on n'observe encore aucune corrélation. L'hydraulique des marées est bien une énergie fatale.

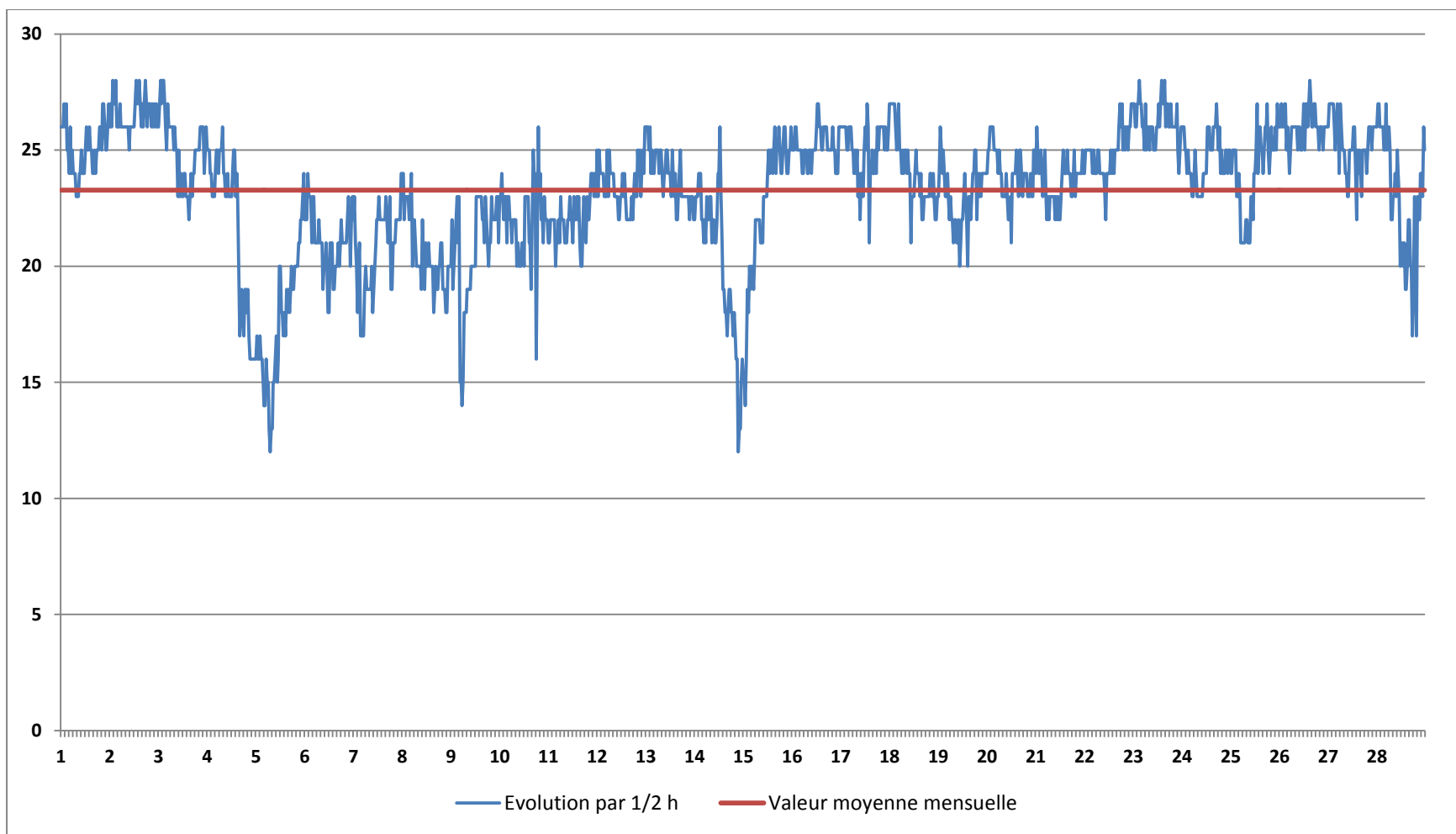


Fig.17 Production ENR thermique, Puissance (MW) Bretagne – Février 2014. Cette production ayant pour origine la combustion de la biomasse-biogaz et de déchets (puissance installée 36 MW, données ERdF) seule ou en cogénération fonctionne comme une énergie de base quasi-constante autour de sa valeur moyenne 23,3 MW (Février 2013, 19 MW) soit un facteur de charge de l'ordre de 63 %. Sur ce mois, le taux de couverture moyen correspondant est de 0,75 % (Février 2013, 0,56 %). Il varie de 0,4 % à 1,3 %. Une contribution aussi faible et aussi constante ne peut bien sûr pas être utilisée pour la stabilisation du réseau.

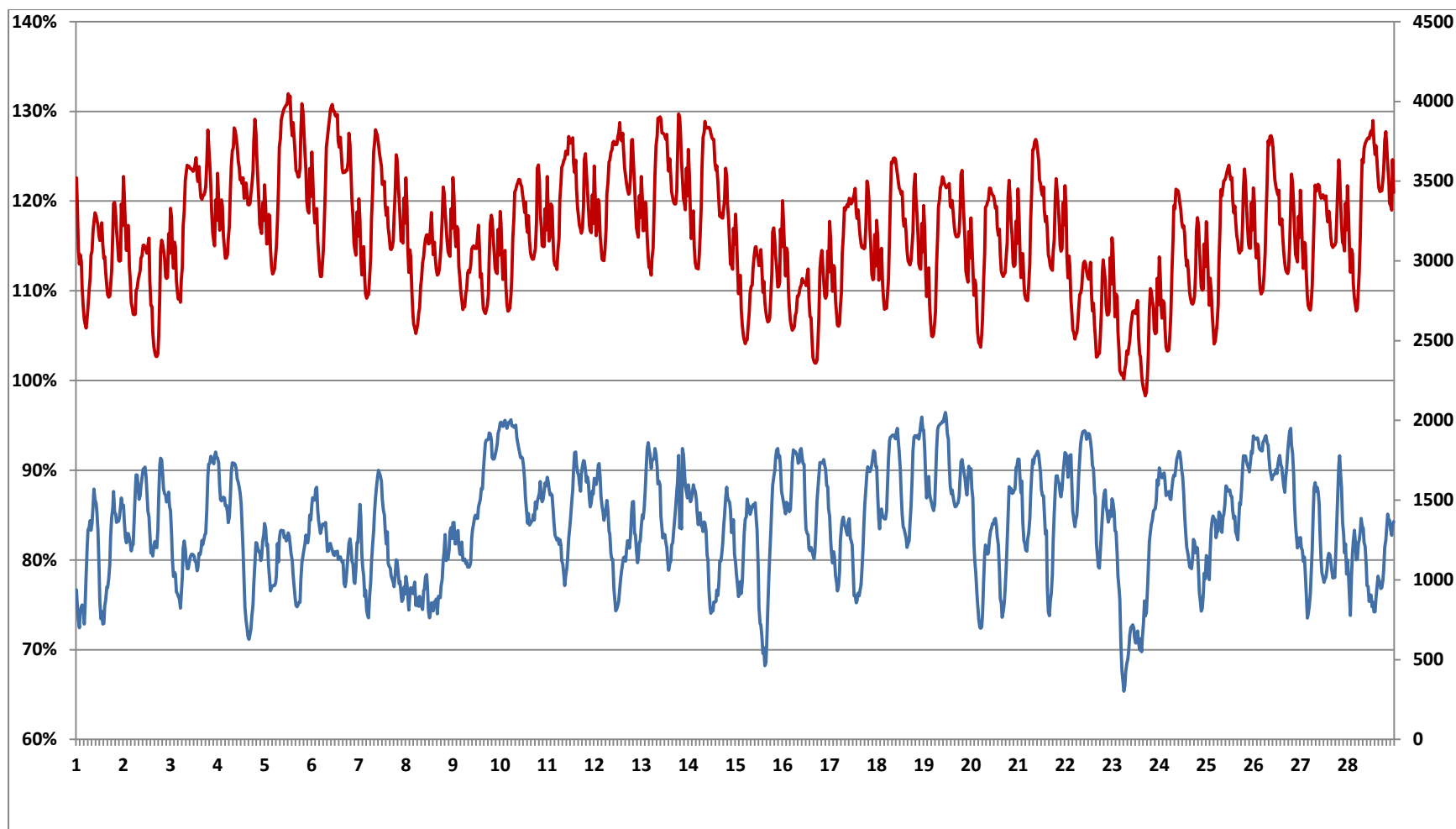


Fig.18 Importation électrique, Taux de couverture (%) Bretagne – Février 2014. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne sur le mois, le taux de couverture (rapport de cette puissance importée à la puissance consommée par la région au même instant) est de 84 % (Février 2013, 89,9 %). A son maximum il atteint même 96,4 % (Février 2013, 98,5 %) le 19 du mois à 11h. Au minimum, le taux de couverture d'importation est de 65,4 % (Février 2013, 71,8 %). Il a lieu le Dimanche 23, un jour de faible consommation, où de surcroît l'éolien et le solaire atteignent leur maximum de taux de couverture.

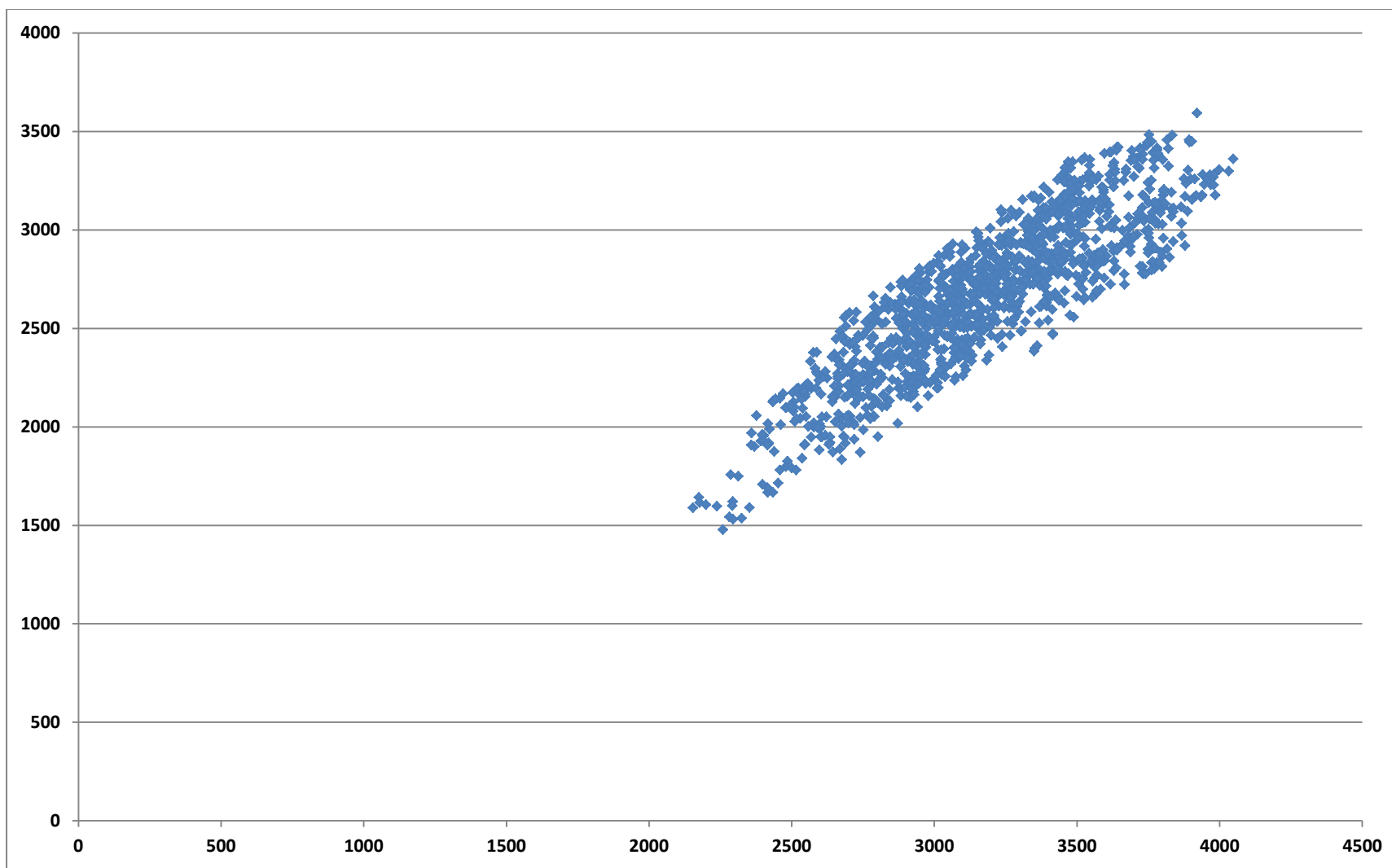


Fig.19 Bretagne Février 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance importée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Compte tenu de la dépendance de la région à près de 85 % de la production importée, comme on pouvait s’y attendre, la corrélation est quasi-parfaite.