Analyse graphique des données du site eCO2mix (RTE)

pour la région Bretagne

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-fparticles/1177-analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-delectricite.html

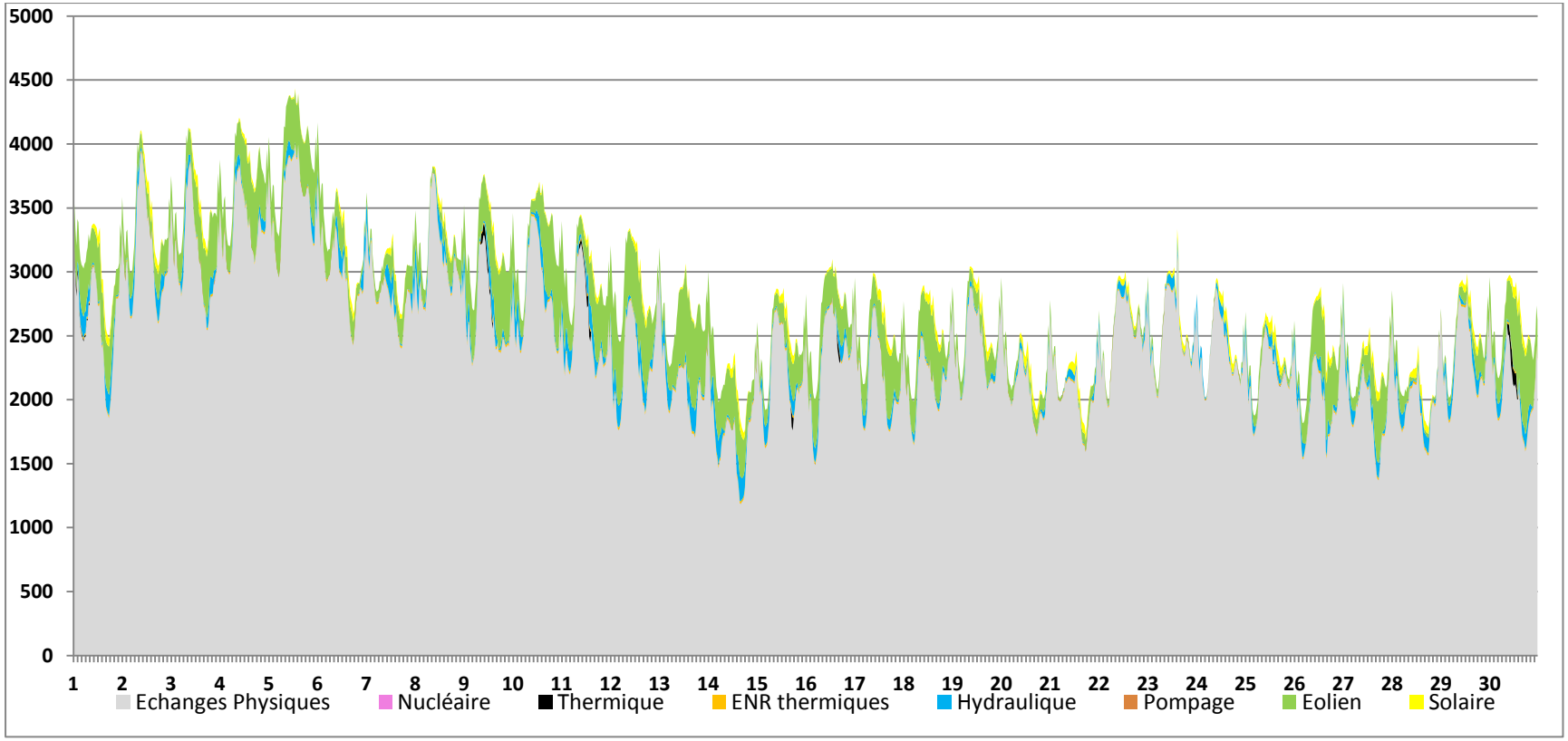


Fig.1 Consommation – production Bretagne Avril 2013 (MW). La puissance consommée moyenne du mois a été de 2,8 GW (mois précédent 3,3 GW) entre un maximum de 4,4 GW (mois précédent 4,5 GW) le 5 du mois à 13h00 et un minimum de 1,7 GW (mois précédent 2,1 GW) le 21 du mois à 17h30. La consommation est couverte à 88,2 % (mois précédent 90,2 %) par des importations. Le complément de production est fourni par l'hydraulique au rythme des marées, par le solaire pour les milieux de journées et par l'éolien, particulièrement sur la première moitié du mois. Comme seul un des deux réacteurs de Flamanville (pour 1,3 GW) était en opération, la Basse-Normandie a été importatrice sur la première moitié du mois puis faiblement exportatrice ensuite quand sa consommation a baissé. La région Pays-de-Loire a elle aussi importé sans cesse du courant. Toutefois, les données eCO2mix ne fournissant que le bilan des échanges global sur l'ensemble des frontières régionales permettent difficilement 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. On a néanmoins la certitude que c'est le cas sur l'ensemble de ce mois.

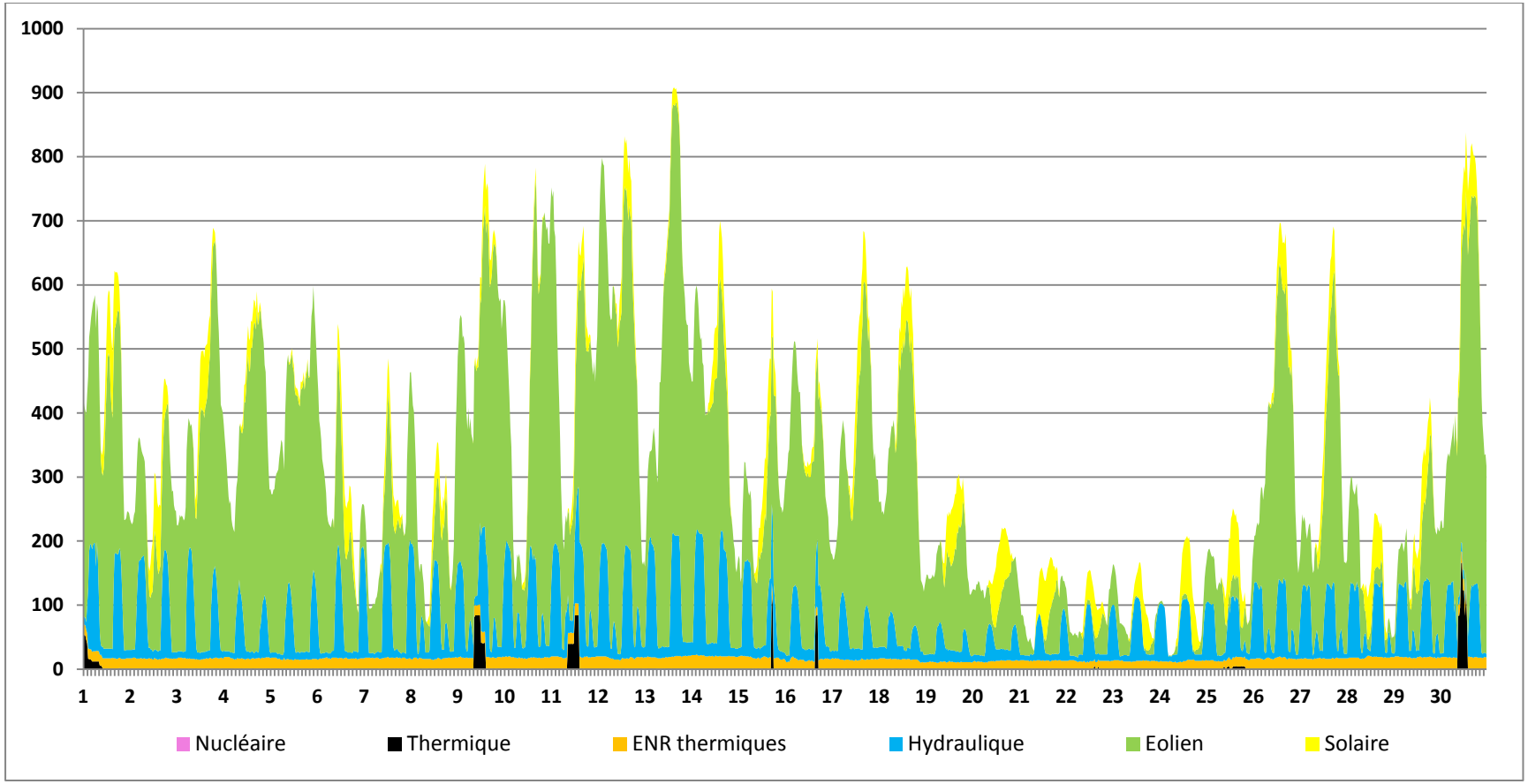


Fig.2 Production électrique de la Bretagne Avril 2013 (MW). Ce mois-ci, l'ensemble de ces productions compte environ 10 % de la consommation locale. En GWh la production totale a été de 167 (mois précédent 120,2) pour l'éolien, 41,5 (mois précédent 50) pour l'hydraulique, 11,1 (mois précédent 13,8) pour les ENR thermiques et de 17 (mois précédent 10,8) pour le solaire (consommation totale 2016 GWh – mois précédent 2457,3 GWh). A l'exception des ENR Thermiques dont la production est quasi-constante et de la faible contribution thermique (2,4 GWh – mois précédent 48 GWh), les autres énergies, toutes fatales, fluctuent sans corrélation avec les besoins en électricité de la région. Comme l'attrait financier de subventions spécifiques accordées à la cogénération ne concerne que la période hivernale (Novembre à Mars), à l'exception de quelques pics, le thermique s'arrête en ce mois d'avril. Tout comme l'ENR thermique qui fonctionne en base il ne participe pas à la gestion de régulation du réseau.

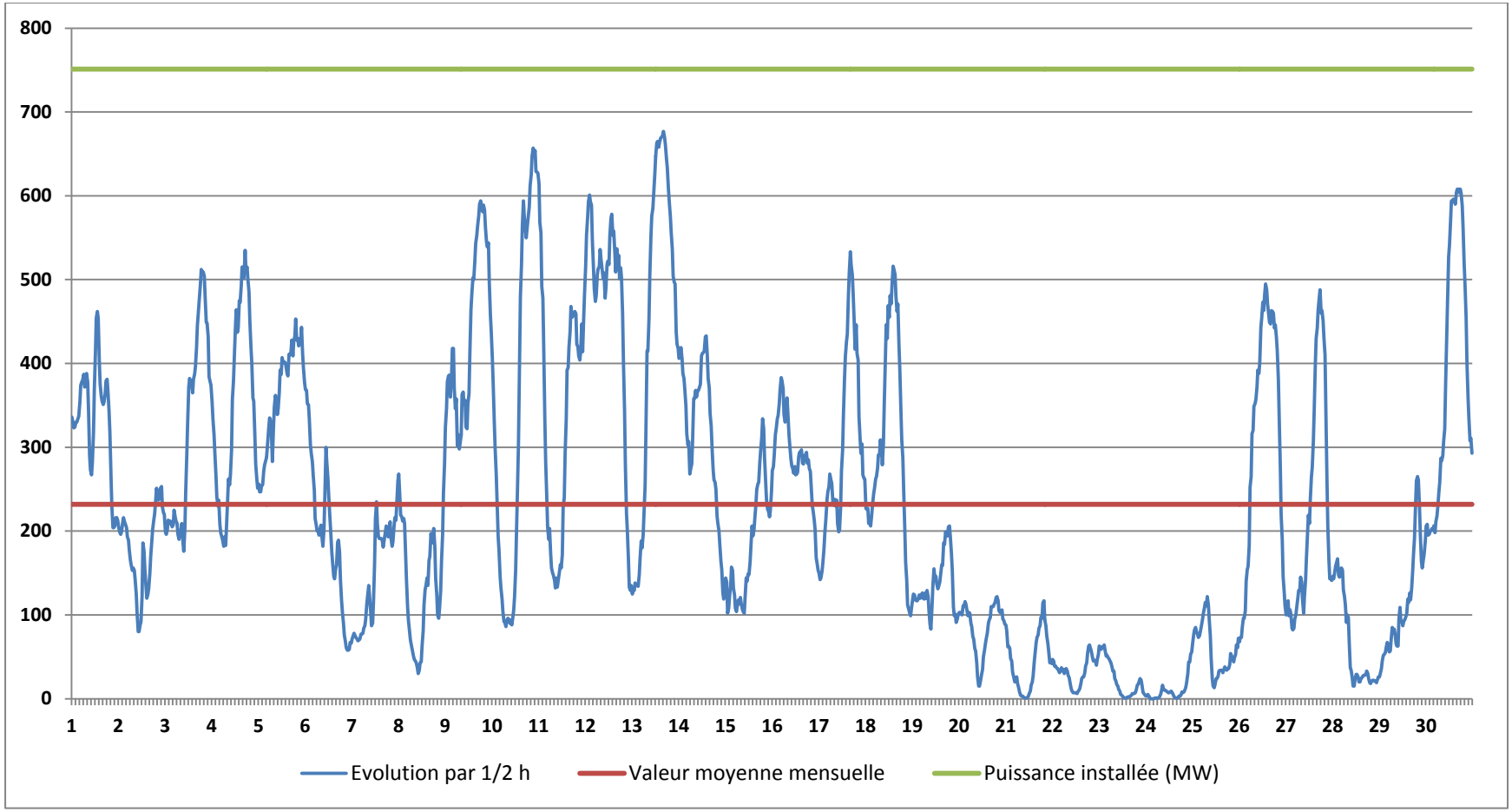


Fig.3 Production éolienne, Puissance (MW) Bretagne – Avril 2013. En nous basant sur les données des 31/03/2013 et 30/06/2013 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance éolienne régionale installée à 751 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 232 MW (mois précédent 161,5) soit une efficacité moyenne de 30,9 % (mois précédent 21,6 %). Le maximum de production a été de 677 MW (mois précédent 599 MW) pour une efficacité 90,2 % (mois précédent 79,9 %) le 13 du mois à 16h00. Plusieurs fois dans le mois, la production a été quasi-nulle. Elle a été nulle le 24 du mois à 2h30. Si le nucléaire Bas-Normand a peu contribué à la couverture de la consommation bretonne, il a aidé à gérer le réseau sur la période du 12-15 puis 18-19 qui a vu des fluctuations erratiques violentes de la production éolienne. Sur les données eCO2mix du nucléaire de cette région on voit que, sur ces deux périodes, la centrale de Flamanville a à plusieurs reprises ajusté brutalement sa production à la baisse puis, peu après, à la hausse sur des amplitudes de l'ordre de 800 MW (pour une puissance nominale de 1300 MW du seul réacteur en opération).

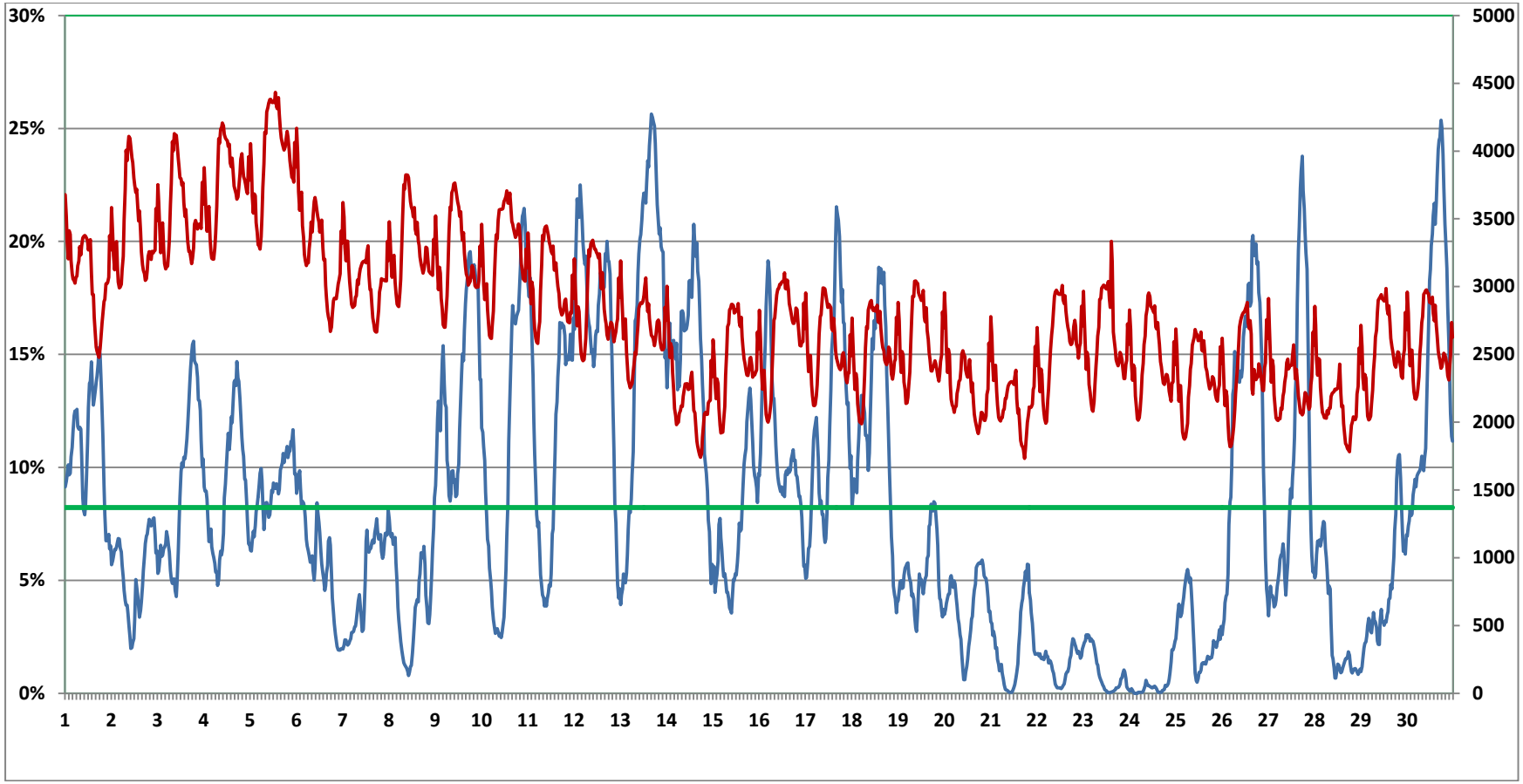


Fig.4 Production éolienne, Taux de couverture (%) Bretagne – Avril 2013. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) de l'éolien est de 8,2 % (mois précédent 4,9 %). Il atteint son maximum de 25,6 % (mois précédent 18,7 %) le 13 du mois à 16h00 du matin (un jour de weekend) 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 24 du mois (un jour ouvré).

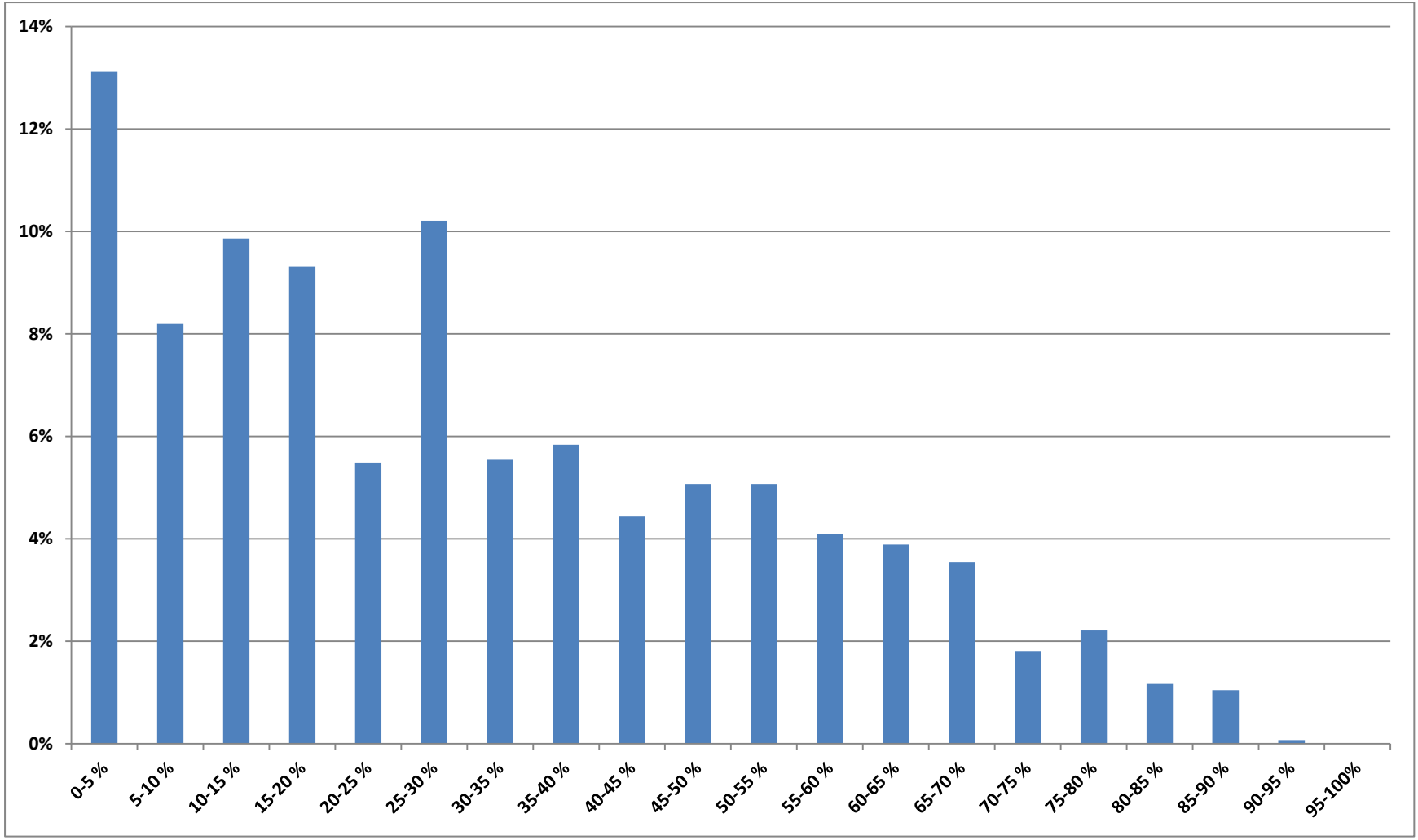


Fig.5 Bretagne Avril 2013.Pourcentage du temps en fonction de la puissance éolienne livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 751 MW). Bien qu'irrégulière cette distribution décroissante est caractéristique d'une zone géographique de petite dimension au regard des zones météo comme la Bretagne (pas ou peu de foisonnement). Le mois a été très productif (efficacité moyenne 30,9 % - mois précédent 21,6 %) avec un forte période de production (en milieu de mois quand l'efficacité a atteint 90,2 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 22,9 % (mois précédent 9,95 %) du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 31,2 % (mois précédent 45,6 %) du temps.

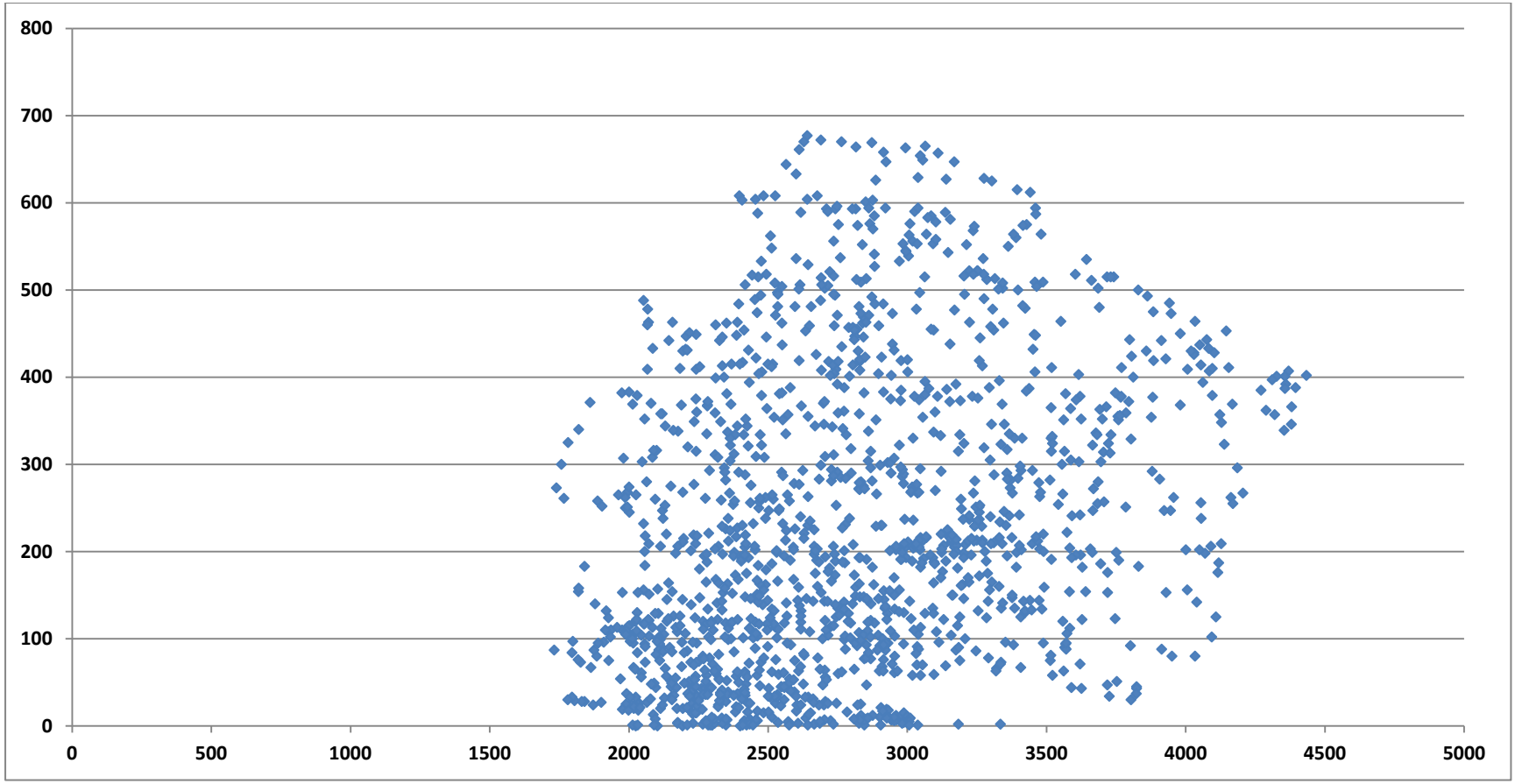
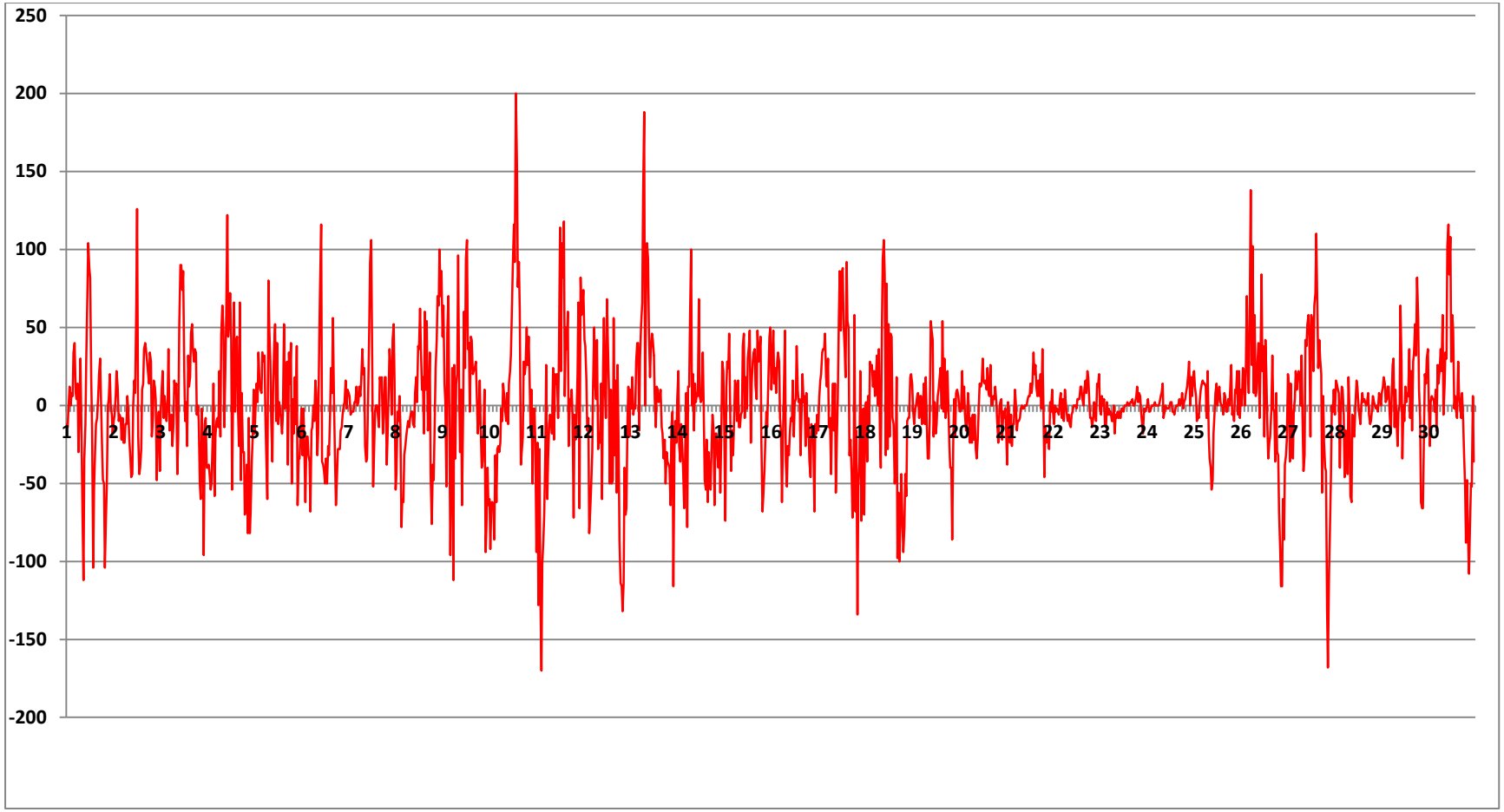


Fig.6 Bretagne Avril 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance éolienne livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.



F**ig.7 Gradient de puissance éolienne (MW/h) Bretagne – 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 l'importation de puissance) a dû gérer des gradients de puissance dépassant 150 MW/h aussi bien en positif qu'en négatif.

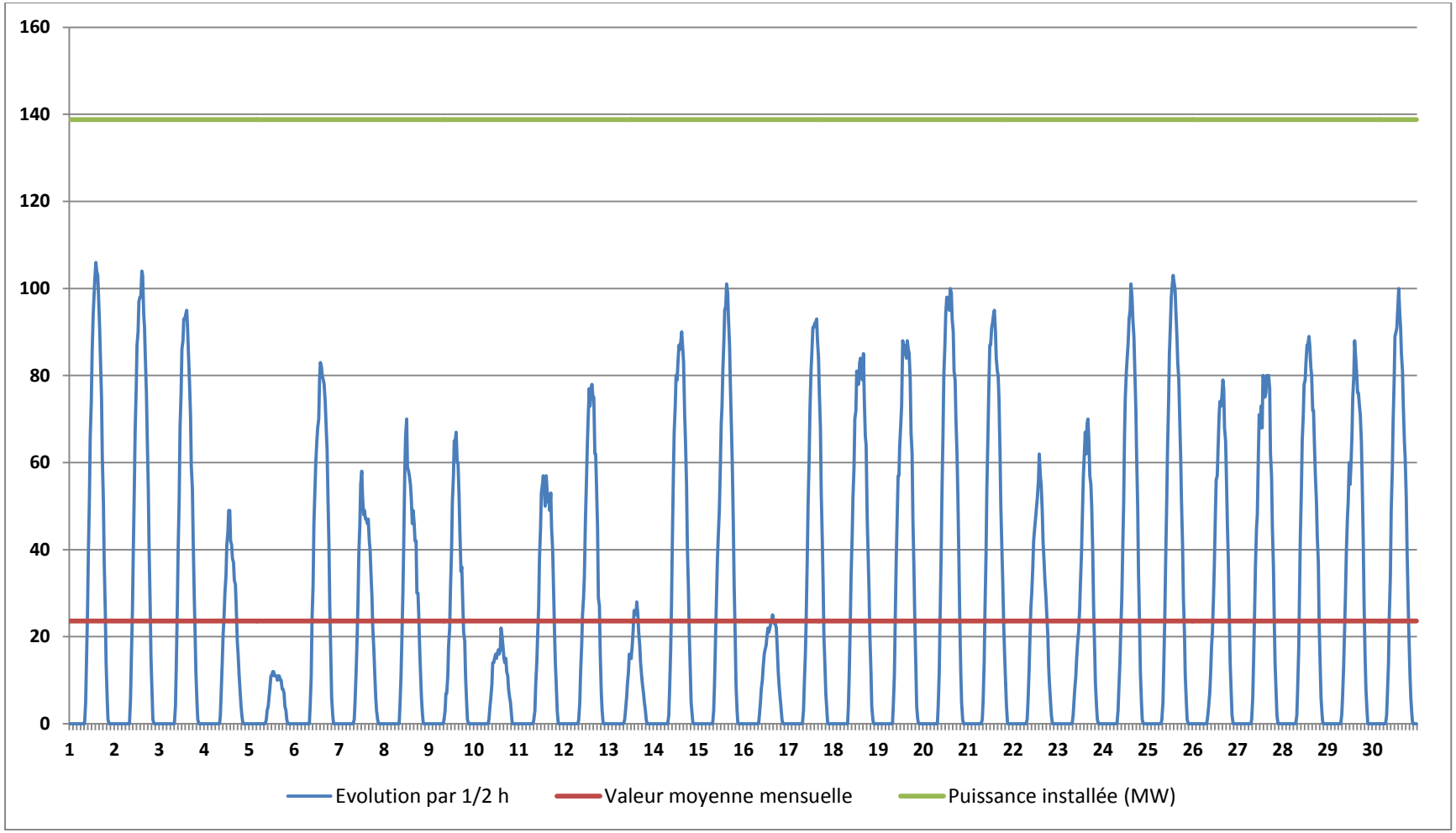


Fig.8 Production photovoltaïque, Puissance (MW) Bretagne – Avril 2013. En nous basant sur les données des 31/03/2012 et 30/06/2013 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance solaire régionale installée à 138,8 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 23,6 MW (mois précédent 14,5 MW) soit une efficacité moyenne de 17 % (mois précédent 10,5 %). Le maximum de production a été de 106 MW (mois précédent 102 MW) pour une efficacité 76,4 % (mois précédent 74,3 %) le 1 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).

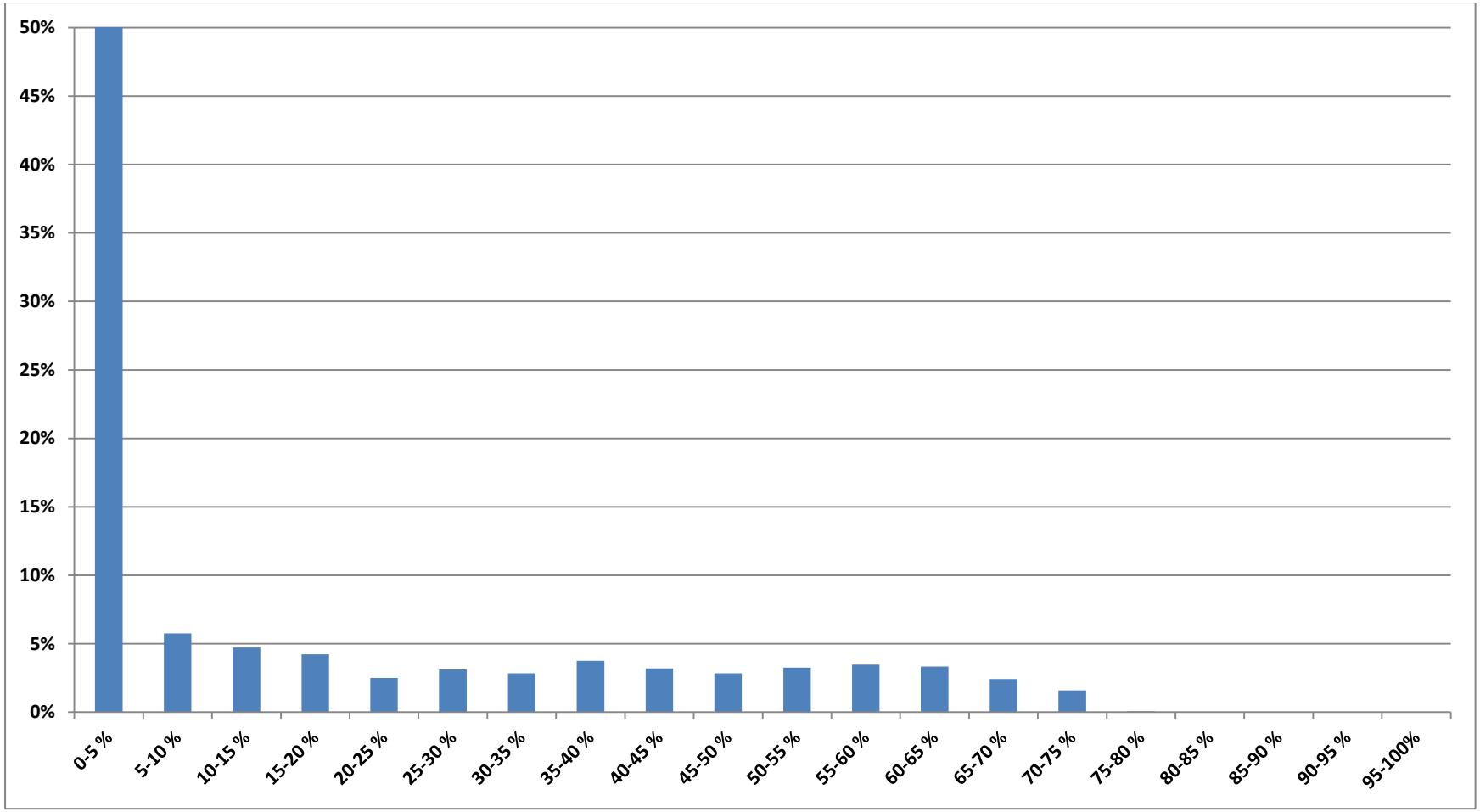


Fig.9 Bretagne Avril 2013.Pourcentage du temps en fonction de la puissance solaire livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 138,8 MW). L'axe vertical a été tronqué à 50 %. La barre la plus à gauche s'élève en fait à 53 %. Cette distribution présente 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 % (mois précédent 10,5 %) avec une production qui le 31 du mois à 13h30 a atteint son maximum mensuel d'efficacité 76,4 % (mois précédent 74,3 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 14,2 % (mois précédent 4 %) du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 63,3 % du temps.

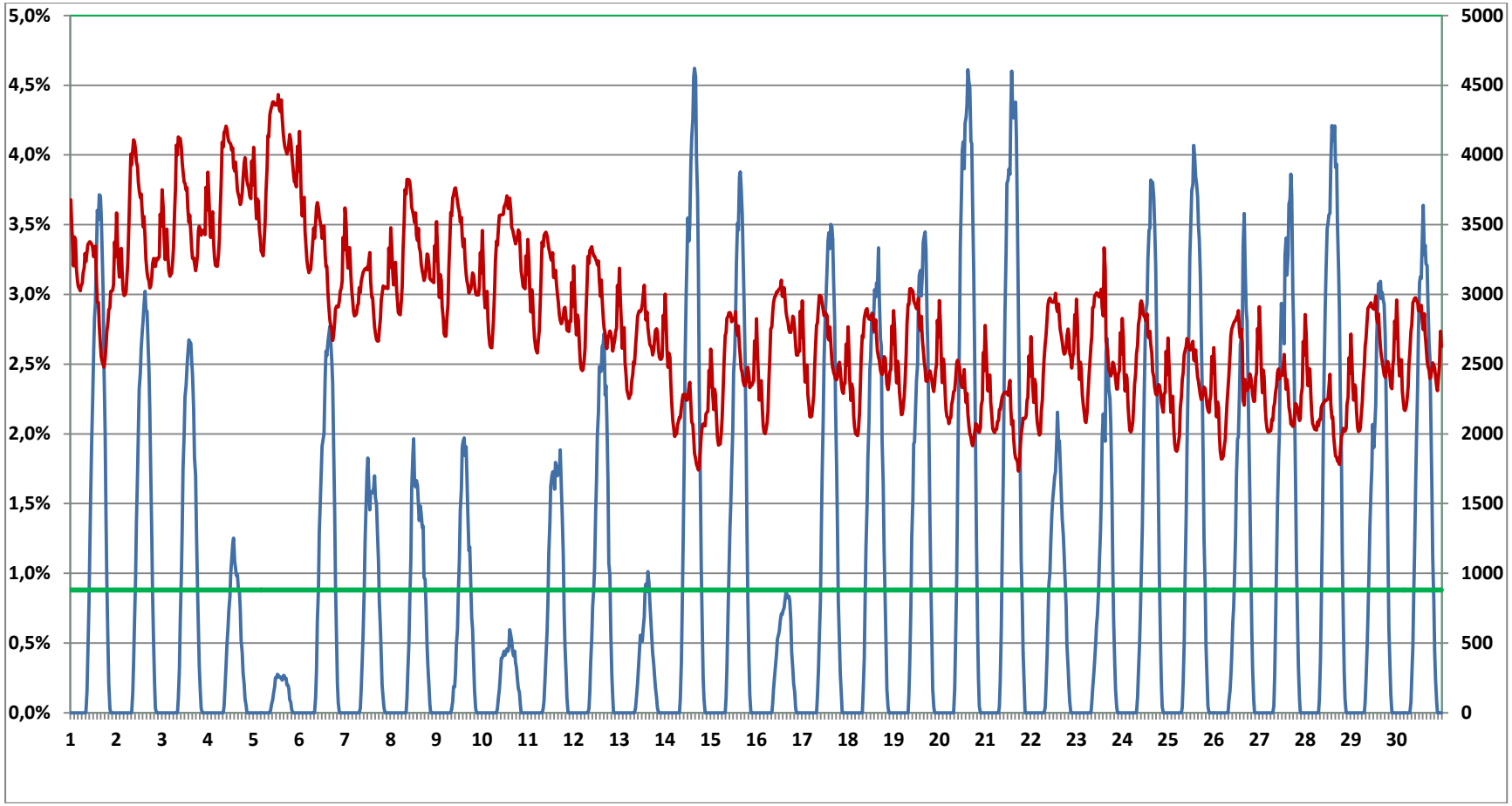


Fig.10 Production photovoltaïque, Taux de couverture (%) Bretagne – Avril 2013. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) du photovoltaïque est de 0,88 % (mois précédent 0,45 %). Il atteint son maximum de 4,6 % (mois précédent 3,6 %) 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.

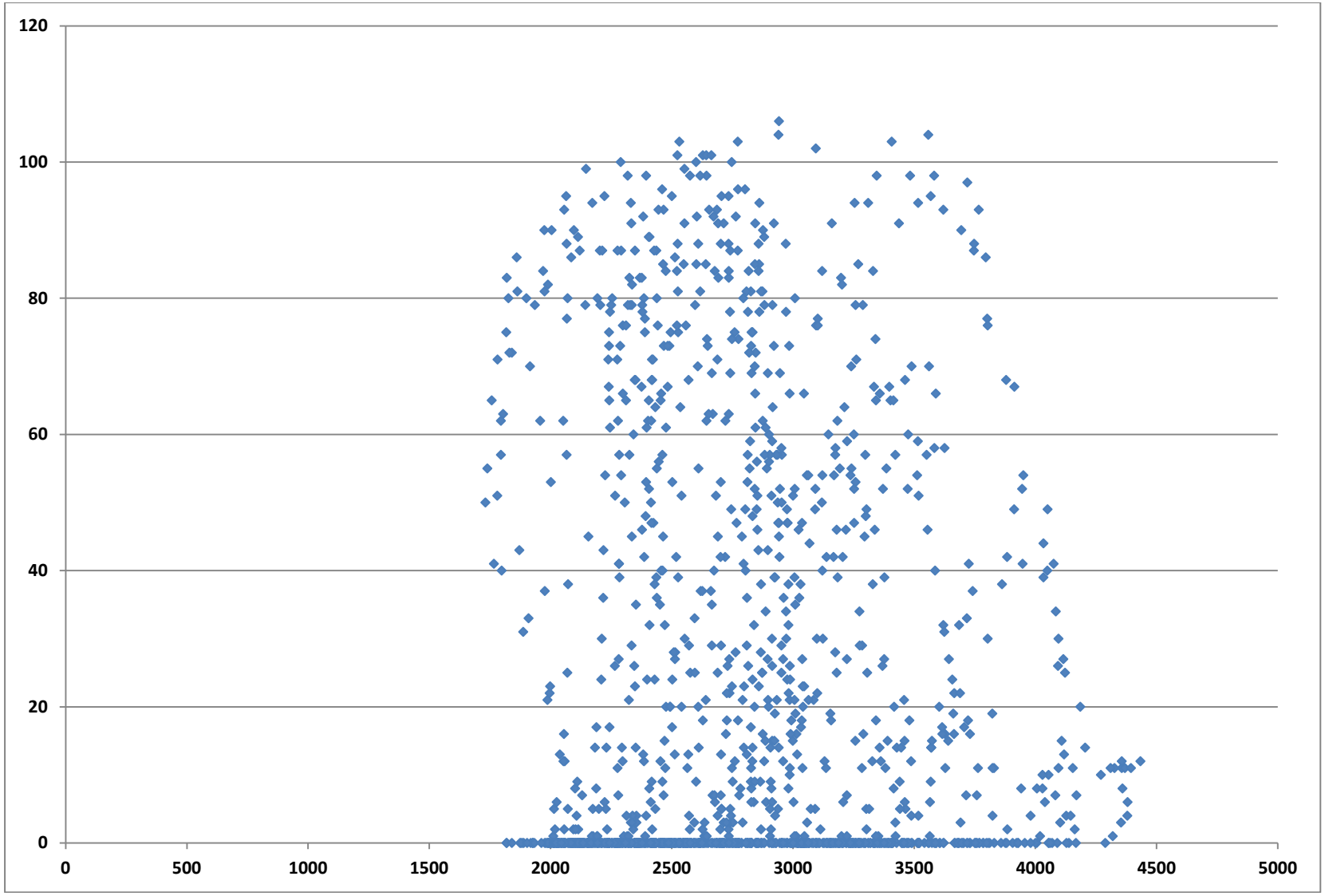
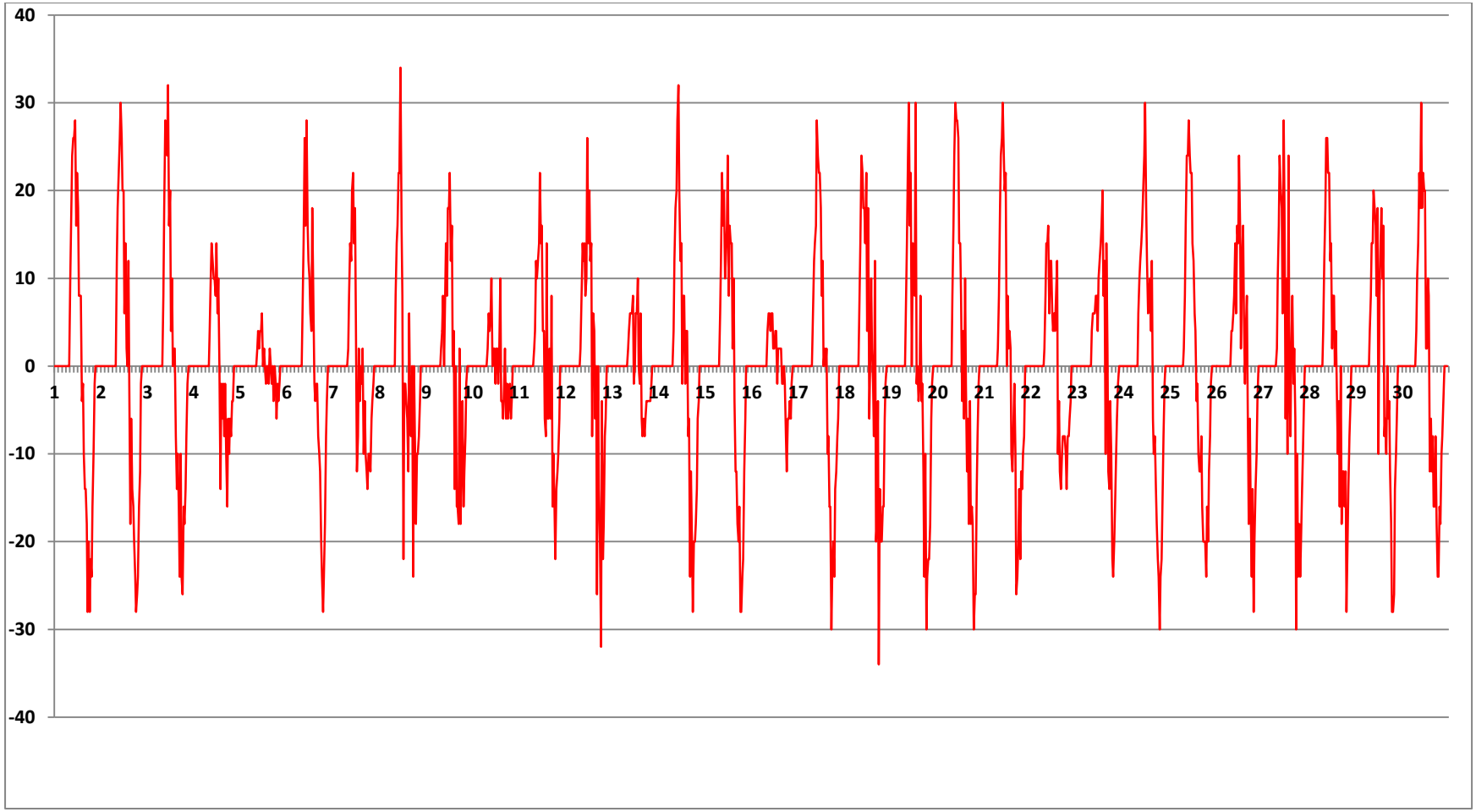


Fig.11 Bretagne Avril 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance photovoltaïque livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.



F**ig.12 Gradient de puissance solaire (MW/h) Bretagne – 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 moins de 100 MW en milieu de journée les gradients peuvent dépasser +/- 30MW/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 ».

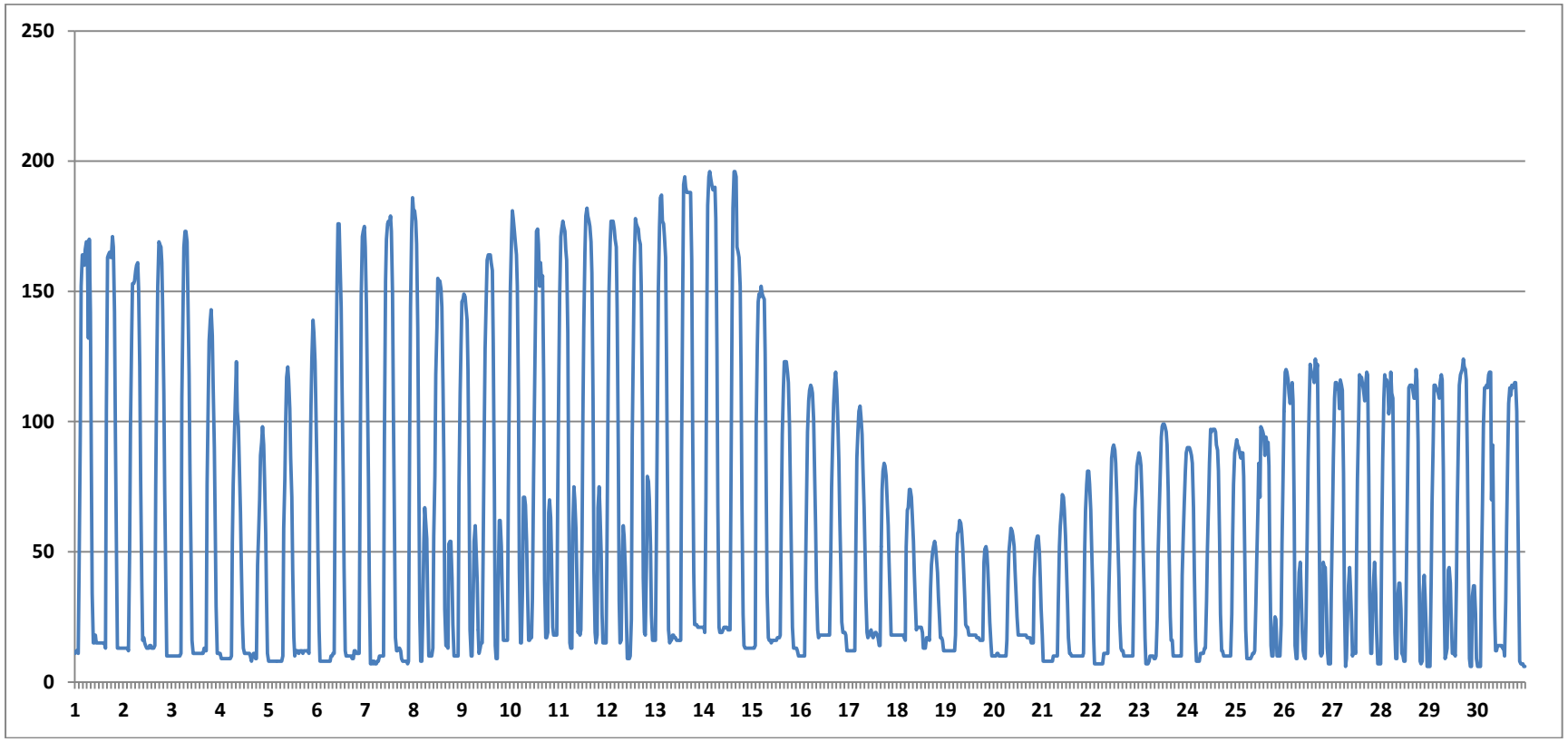


Fig.13 Production hydraulique, Puissance (MW) Bretagne – Avril 2013. L'hydraulique breton lié au barrage de la Rance se distingue du reste de l'hydraulique français (de type « fil de l'eau » ou « éclusées »). C'est non seulement une énergie fatale (comme l'hydraulique de fil de l'eau) mais aussi une 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 41,5 GWh (mois précédent 50 GWh), alors que le pompage (une consommation de courant restituée pour partie ultérieurement et comptabilisée dans le total « hydraulique ») n'a concerné que 3 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 structures de production à « pic double » observable en milieu et fin de mois, correspondant à des périodes où il y a peu de stockage par pompage.

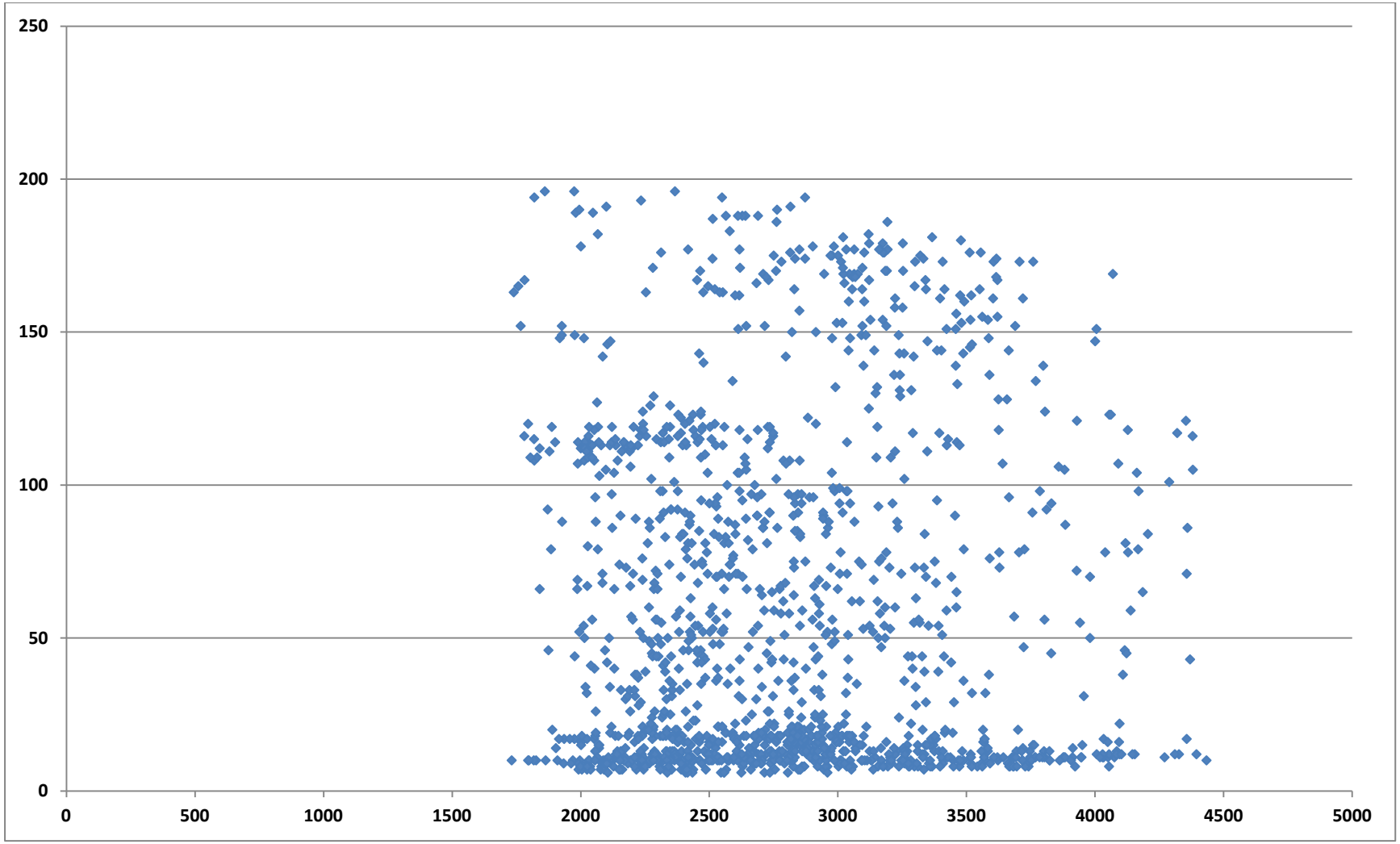


Fig.14 Bretagne Avril 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance hydraulique livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Compte tenu de ce que sur une période de l'ordre du mois, il ne peut pas y avoir de corrélation entre les marées avec les besoins électriques de la société on n'observe encore aucune corrélation. L'hydraulique des marées est bien une énergie fatale.

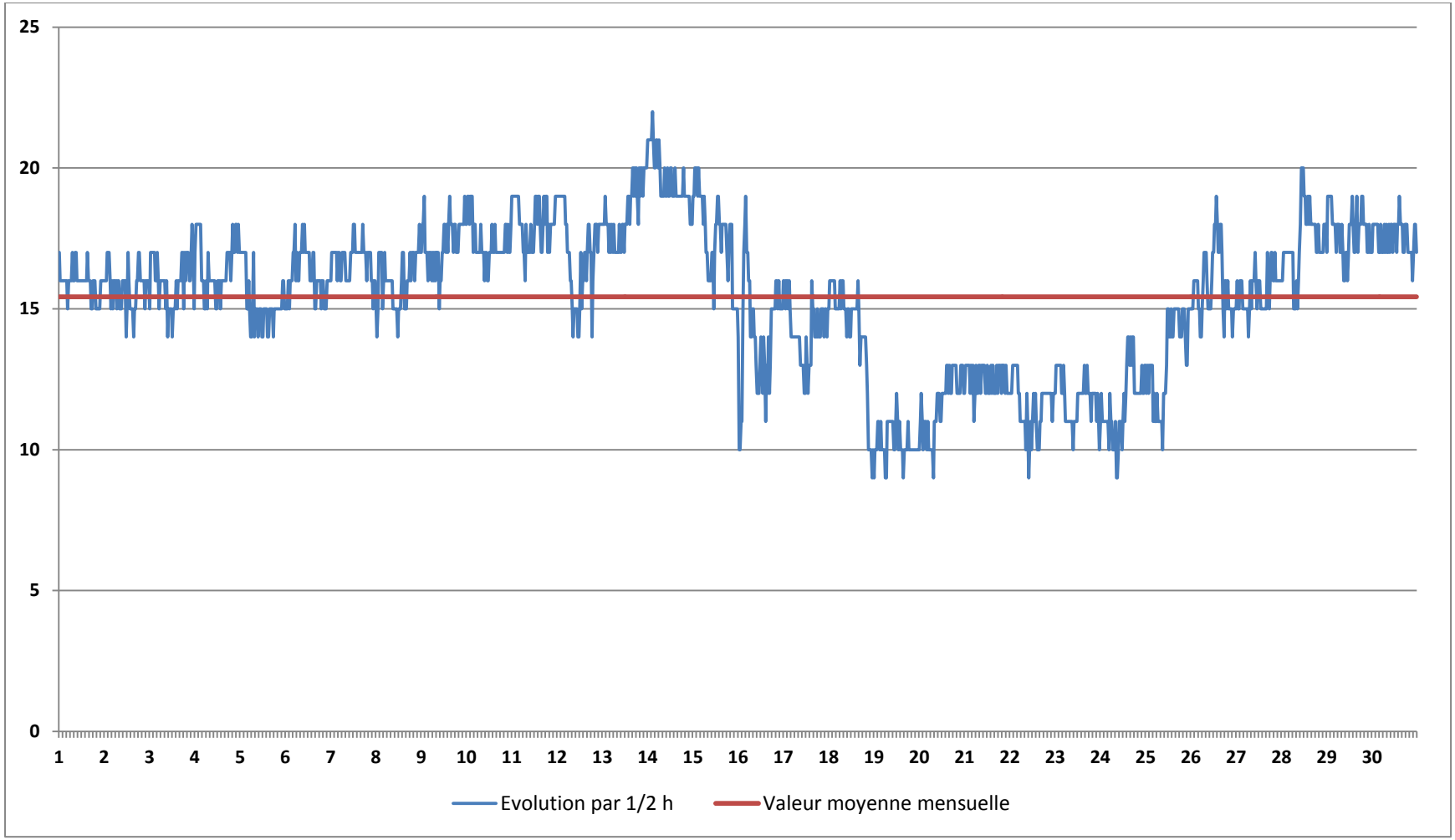


Fig.15 Production ENR thermique, Puissance (MW) Bretagne – Avril 2013. Cette production ayant pour origine la combustion de la biomasse et de déchets en cogénération fonctionne comme une énergie de base quasi-constante autour de sa valeur moyenne (15,4 MW). Sur ce mois, le taux de couverture moyen correspondant est de 0,57 % (mois précédent 0,6 %) (variant de 0,3 % à 1,1 %). Une contribution aussi faible ne peut bien sûr pas être utilisée pour la stabilisation du réseau.

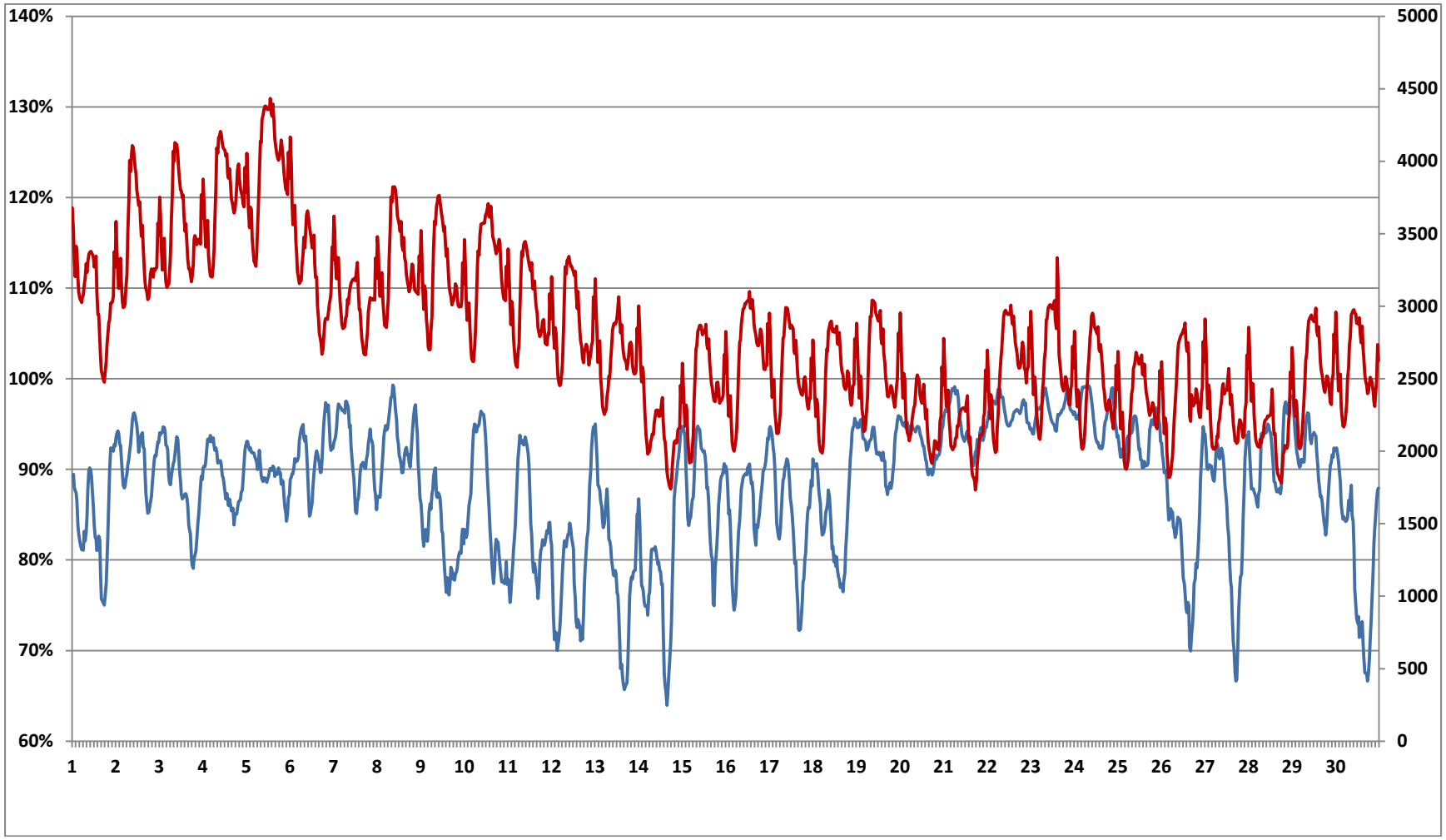


Fig.16 Importation électrique, Taux de couverture (%) Bretagne – Avril 2013. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne sur le mois, le taux de couverture (rapport de cette puissance importée à la puissance consommée par la région au même instant) est de 88,2 % (mois précédent 90,2 %). A son maximum il atteint 99,3 % (mois précédent 97,5 %) le 8 du mois à 8h30. Au minimum, le taux de couverture d'importation est de 63,9 % (mois précédent 71,5 %). Il a lieu le 14 du mois à 15h30 au moment où en ce jour de week-end le taux de couverture éolien dépasse 25 %.

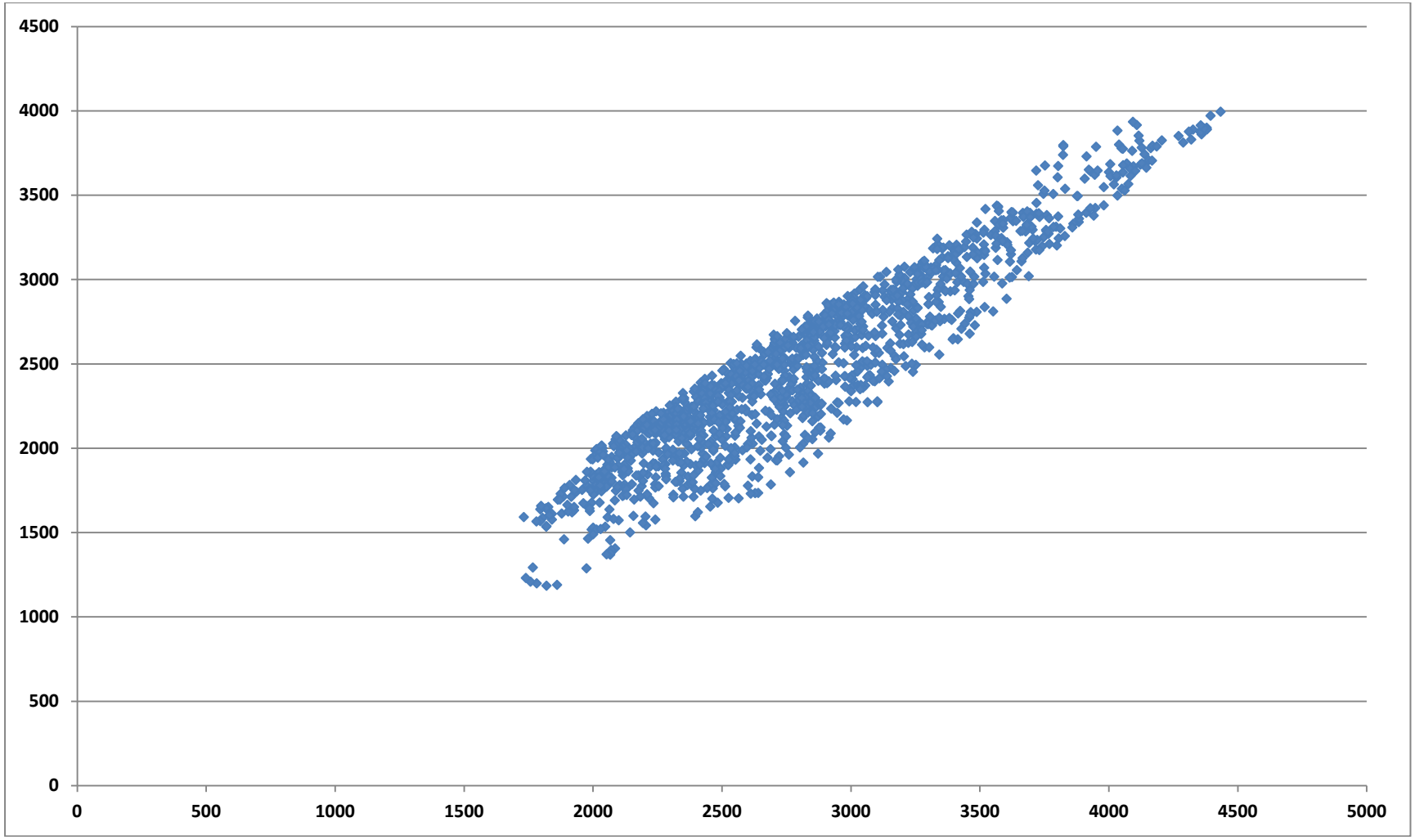


Fig.17 Bretagne Avril 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance importée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Compte tenu de la dépendance de la région proche de 90 % de la production importée d'au-delà des régions limitrophes, comme on pouvait s'y attendre, la corrélation est quasi-parfaite.