

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

Juillet 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/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>

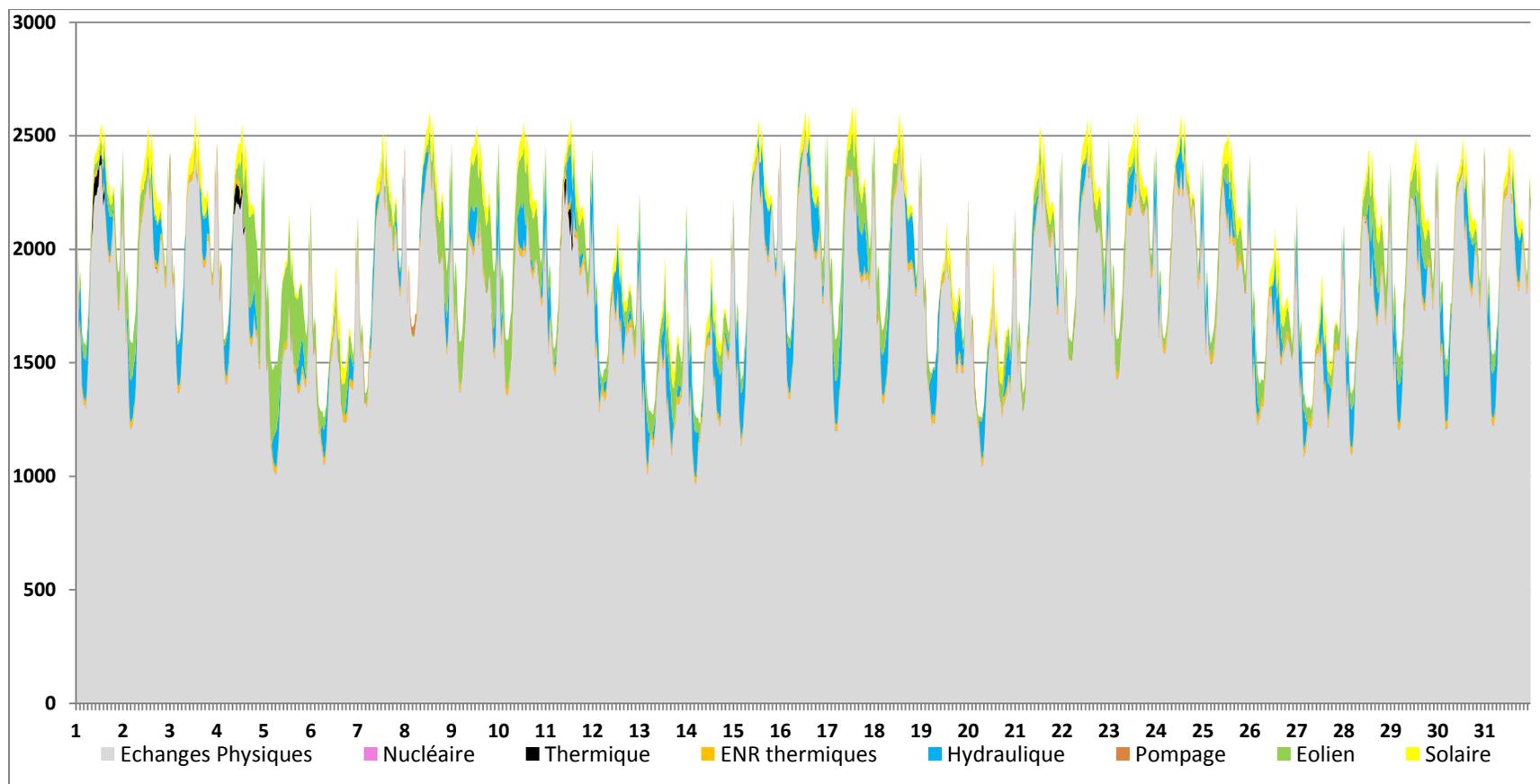


Fig.1 Consommation – production Bretagne Juillet 2014 (MW). La puissance consommée moyenne du mois a été de 1,99 GW (année 2013, 2,04 GW) entre un maximum de 2,63 GW (année 2013, 2,7 GW) le 17 du mois à 13h30 (un jeudi) et un minimum de 1,23 GW (année 2013, 1,25 GW) le 14 du mois à 6h30 (fête nationale). La consommation est couverte à 89,4 % (année 2013, 89 %) 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, plus particulièrement sur la première moitié du mois. Les importations oscillent entre 970 et 2500 mW. En Basse Normandie, la centrale de Flamanville qui était à l'arrêt en début de mois a redémarré un réacteur (puissance 1250 MW) avec une capacité d'exportation de l'ordre de 300-500 GW. Puis à partir du 17 juillet on observe une montée en puissance jusqu'à la puissance maximale de 2500 MW, la capacité d'exportation s'élevant alors à 1500 MW. La région Pays-de-Loire qui a fait fonctionner de 600 à 1000 MW la centrale à combustible fossiles de Cordemais jusqu'au 4 juillet a importé du courant tout au long du mois. Les données eCO2mix ne fournissant que le bilan des échanges global sur l'ensemble des frontières régionales ne permettent pas de déterminer précisément l'énergie électrique produite par les centrales nucléaires en amont sur la Loire, voire des centrales plus éloignées françaises ou étrangères, qui a traversé ces deux régions frontalières pour aider à couvrir la consommation bretonne. Cependant le niveau d'importation de la région montre qu'il y a bien eu de tels flux entrants d'origine lointaine presque à chaque instant.

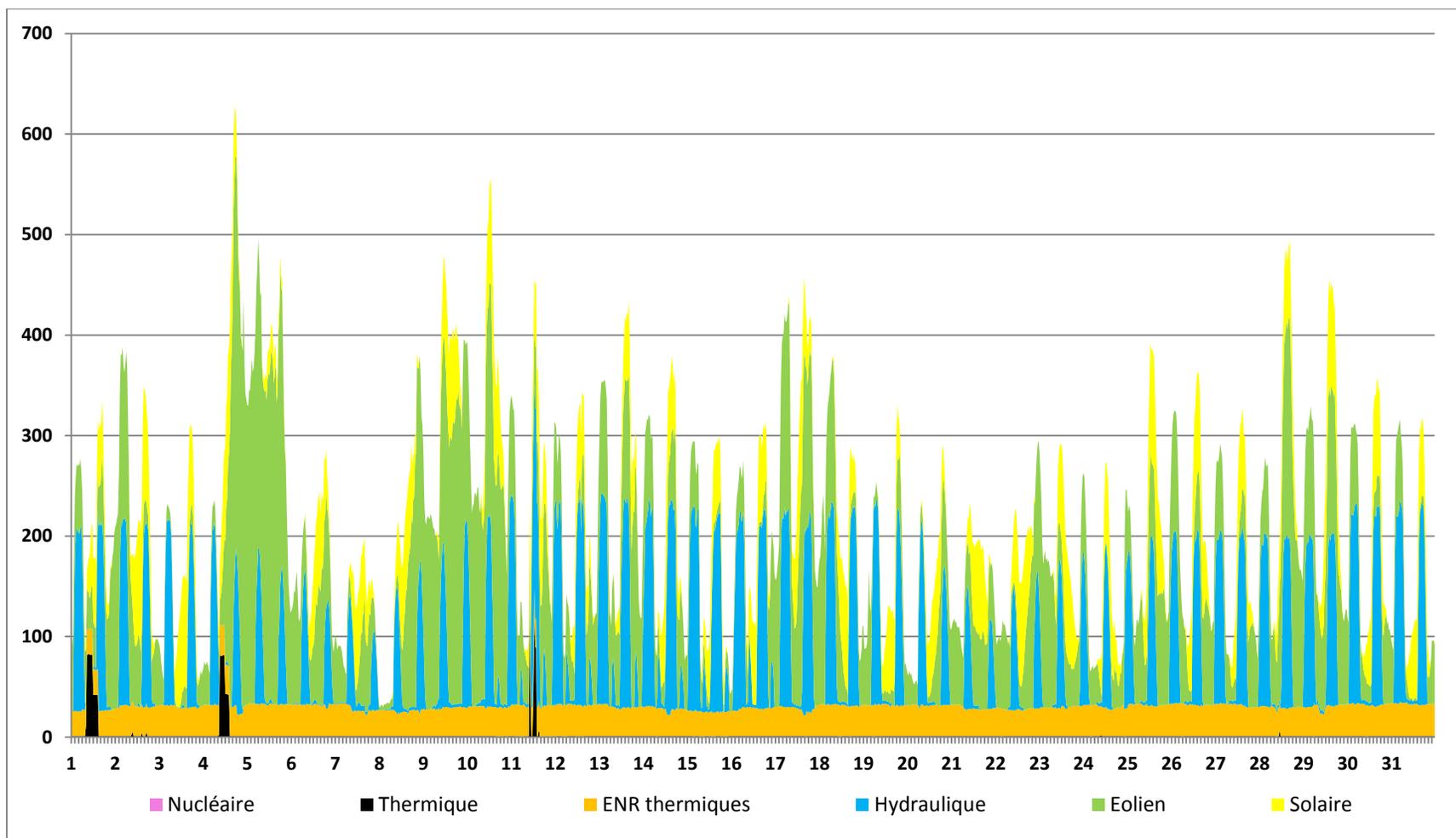


Fig.2 Production électrique de la Bretagne Juillet 2014 (MW). Ce mois-ci, l'ensemble de ces productions compte environ 10 % de la consommation locale. En GWh la production totale a été de 65,7 (année 2013, 87,3) pour l'éolien, 47,1 (année 2013, 34,3) pour l'hydraulique, 21,7 (année 2013, 20) pour les ENR thermiques et de 23,2 (année 2013, 23) pour le solaire (consommation totale 1480 GWh – année 2013, 1515 GWh). A l'exception des ENR Thermiques dont la production est quasi-constante et de la faible contribution thermique (1,7 GWh – année 2013, 1,5 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 est arrêté ce mois. Tout comme l'ENR thermique qui fonctionne en base il ne participe pas à la gestion de régulation du réseau.

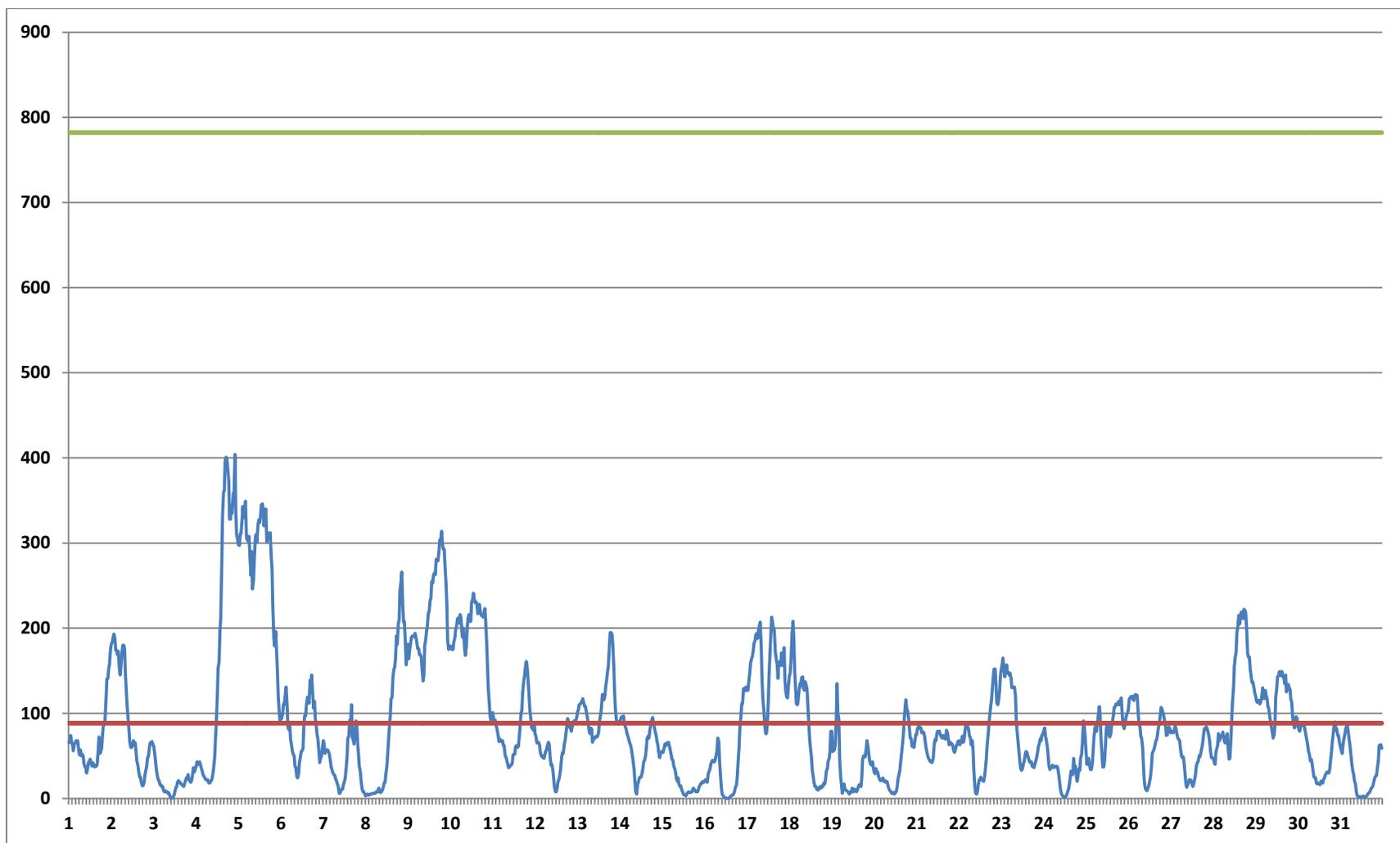


Fig.3 Production éolienne, Puissance (MW) Bretagne – Juillet 2014. En nous basant sur les données des 31/12/2013 et 31/03/2014 des deux derniers « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » publiés par le ministère nous avons estimé la puissance éolienne régionale installée à 782 MW (année 2013, 756 MW). La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 88,4 MW (année 2013, 117,3) soit une efficacité moyenne de 11,3 % (année 2013, 15,5 %). Le maximum de production a été de 404 MW (année 2013, 521 MW) pour une efficacité 51,7 % (année 2013, 68,9 %) le 4 du mois à 22h00 (un vendredi soir). Plusieurs fois dans le mois, la production a été quasi-nulle. Elle a été nulle le 3 du mois à 10h00 (un jeudi). Bien que partiellement masqué par la faible production, on observe le rythme journalier typique de la saison chaude avec une remontée de production vespérale (19h-20h).

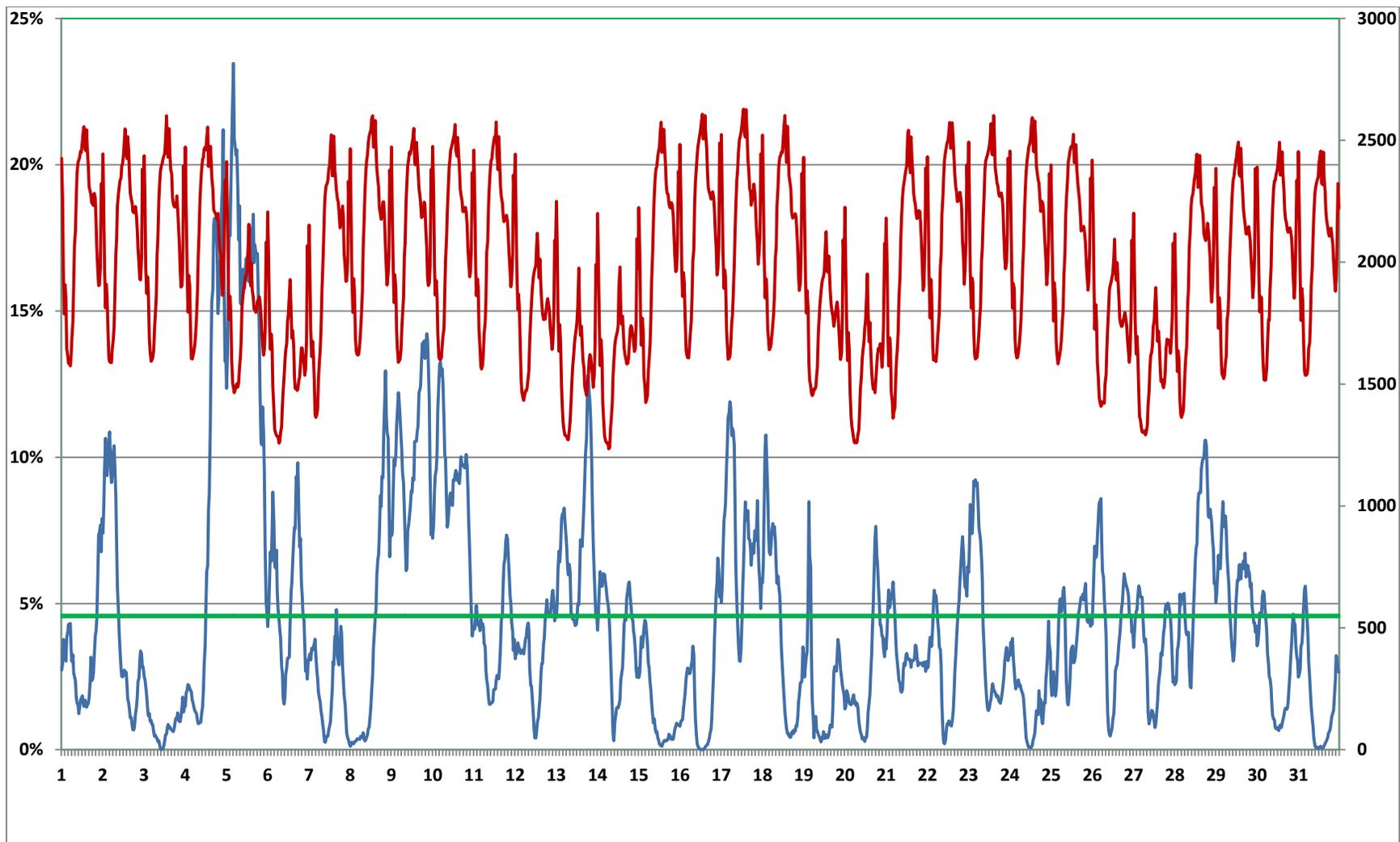


Fig.4 Production éolienne, Taux de couverture (%) Bretagne – Juillet 2014. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) de l'éolien est de 4,6 % (année 2013, 6 %). Le taux de couverture est donc plus faible en dépit d'une baisse de 2,5 % de la consommation électrique bretonne et d'une augmentation de 3 % de la puissance installée d'une année sur l'autre. Il atteint son maximum de 23,5 % (année 2013, 35,3 %) le 5 du mois à 4h00 (un samedi) 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 3 du mois à 10h00 (un jeudi).

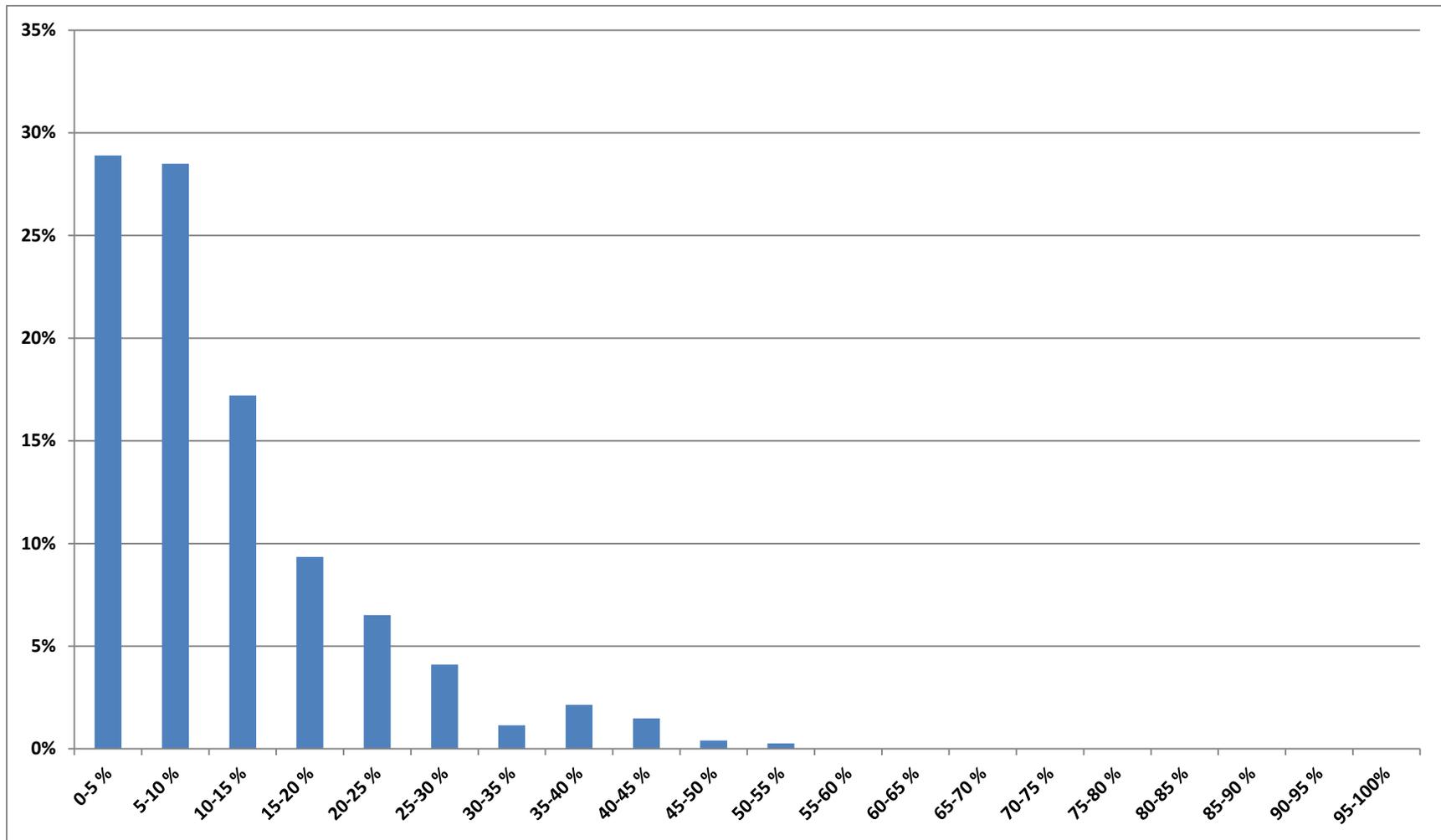


Fig.5 Bretagne Juillet 2014. Pourcentage du temps en fonction de la puissance éolienne livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 782 MW). Cette distribution décroissante est caractéristique d'une zone géographique de petite dimension au regard des zones météo comme la Bretagne (pas ou peu de foisonnement). Le mois a été très peu productif (efficacité moyenne 11,3 % - année 2013, 15,5 %) avec seulement deux périodes de production moyenne sur la première partie du mois (quand l'efficacité a atteint 51,7 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 0,3 % (année 2013, 2,2 %) du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 74,6 % (année 2013, 55,4 %) du temps.

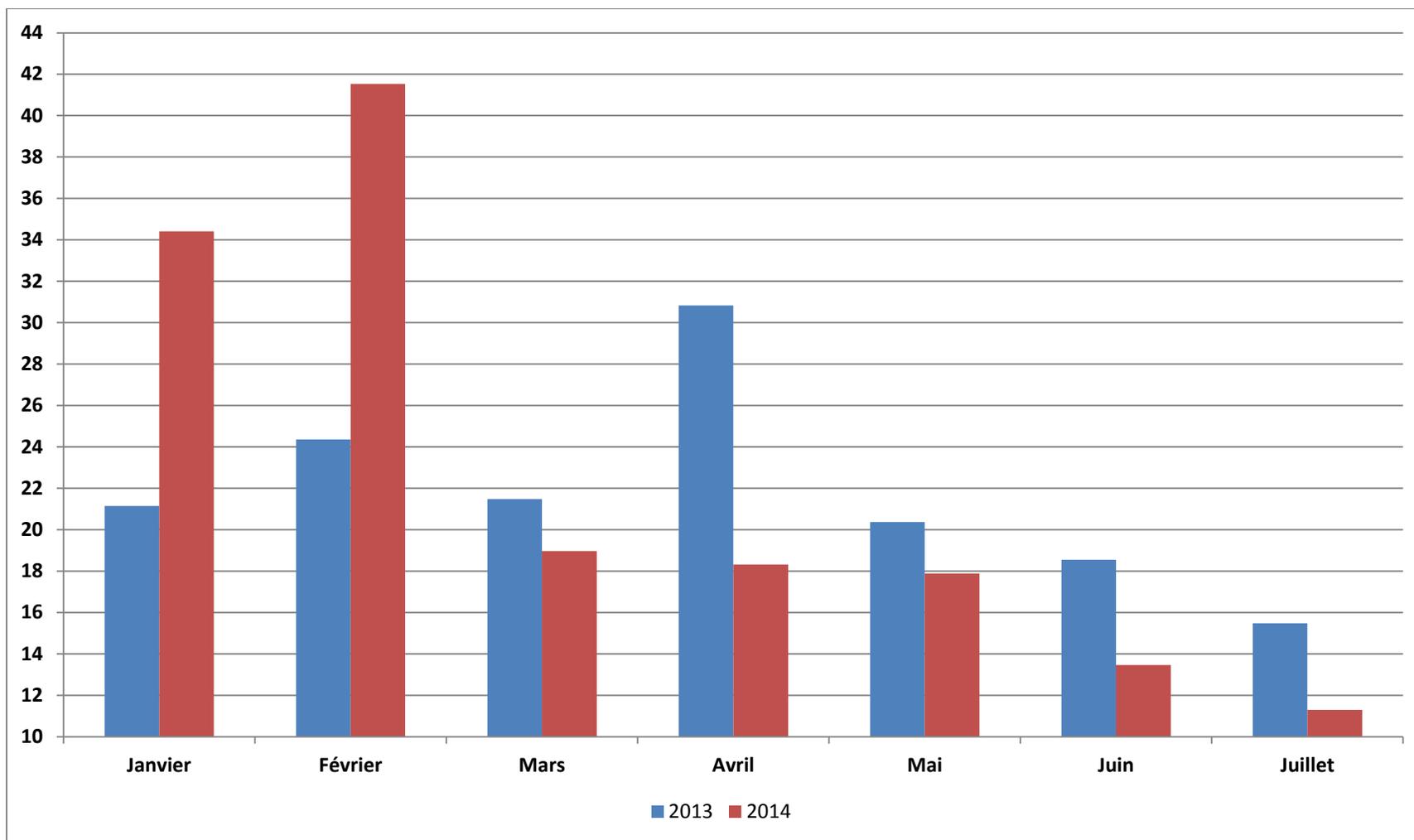


Fig.6 Bretagne Juillet 2014. Comparaison des efficacités éoliennes moyennes mensuelles des sept premiers mois des années 2013 et 2014. Pour le calcul de ces efficacités moyennes, on utilise des puissances installées extraites des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » publiés chaque trimestre par le ministère (dernière parution 31/03/2014). Les valeurs mensuelles sont obtenues par interpolation pour la période du 1/1/2013 au 31/3/2014, et, faute de données fournies par le ministère, par extrapolation linéaire pour les mois d'Avril, Mai, Juin et Juillet 2014. L'augmentation remarquable de productivité d'une année sur l'autre pour les deux premiers mois de 2014 (deux mois marqués par de violentes et multiples tempêtes) se trouve compensée par la productivité réduite des cinq mois suivants, de sorte que la moyenne de productivité des sept premiers mois de 2014 (22,05 %) n'excède plus que d'un demi-point celle des sept premiers mois 2013 (21,68 %).

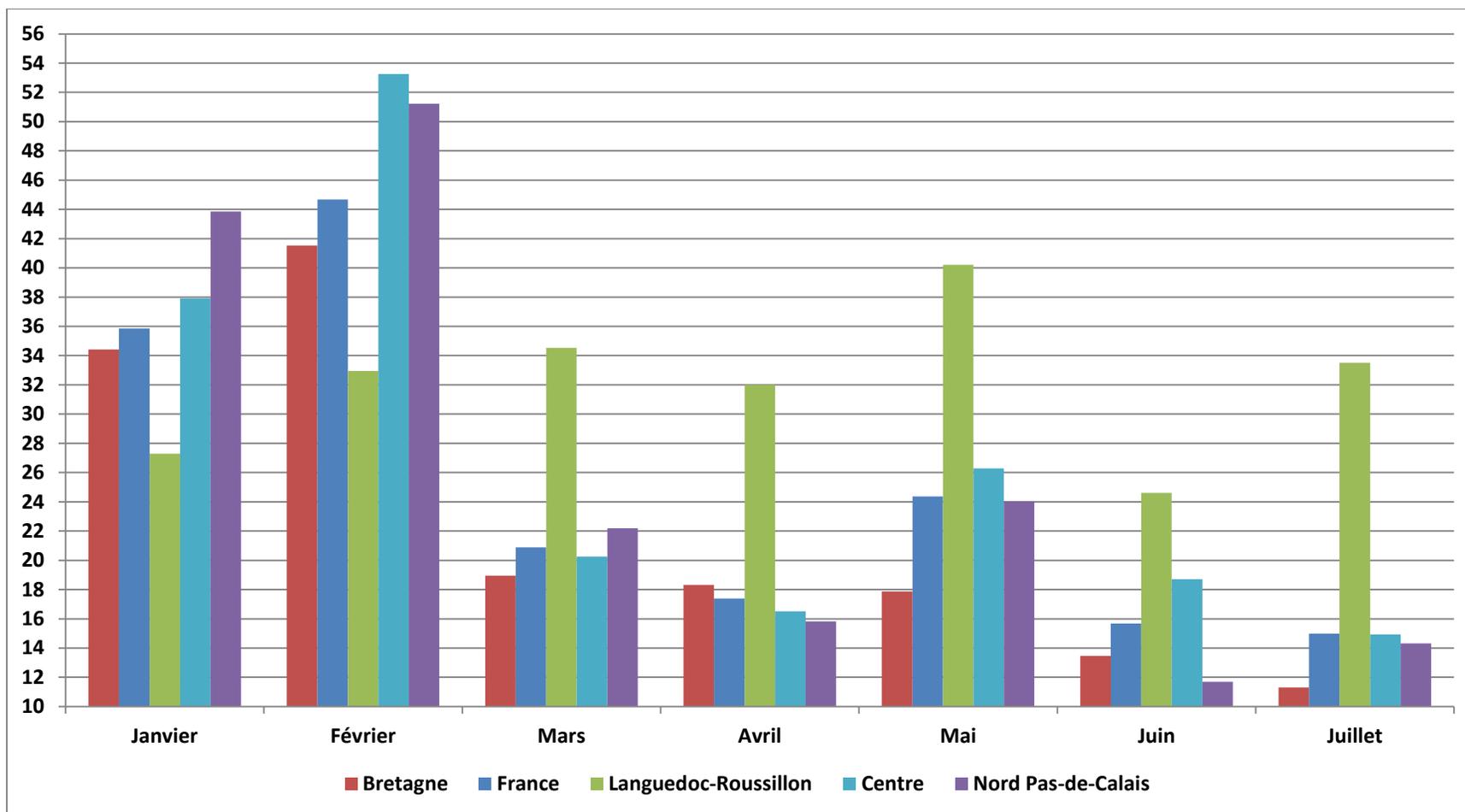


Fig.7 Bretagne Juillet 2014. Comparaison des efficacités éoliennes moyennes mensuelles de la Bretagne, de la France continentale et de trois régions françaises pour les sept premiers mois 2014. Pour le calcul de ces efficacités moyennes, on utilise des puissances installées extraites des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » publiés chaque trimestre par le ministère (dernière parution 31/03/2014). Les valeurs mensuelles sont obtenues par interpolation pour la période du 1/1/2013 au 31/3/2014, et par extrapolation linéaire pour les mois d'Avril, Mai, Juin et Juillet 2014. De façon un peu surprenante, compte tenu des ambitions éoliennes affirmées de la région, pour six des sept premiers mois de 2014, la Bretagne a été moins efficace pour produire de l'énergie électrique éolienne que la France dans son ensemble. Un MW éolien implanté en Bretagne a été moins productif (moyenne de 22,05 % pour sept mois) qu'un MW de l'ensemble du parc de la France continentale (moyenne de 24,6 % pour sept mois). Notons que les données 2013 montraient déjà un déficit d'efficacité éolienne de la Bretagne par rapport à la France dans son ensemble. Du point de vue éolien, sur les sept premiers mois de 2014, les trois autres régions choisies pour comparaison ont aussi des performances moyennes supérieures (Languedoc-Roussillon 32,2 %, Centre 26,6 %, Nord Pas-de-Calais 25,9 %).

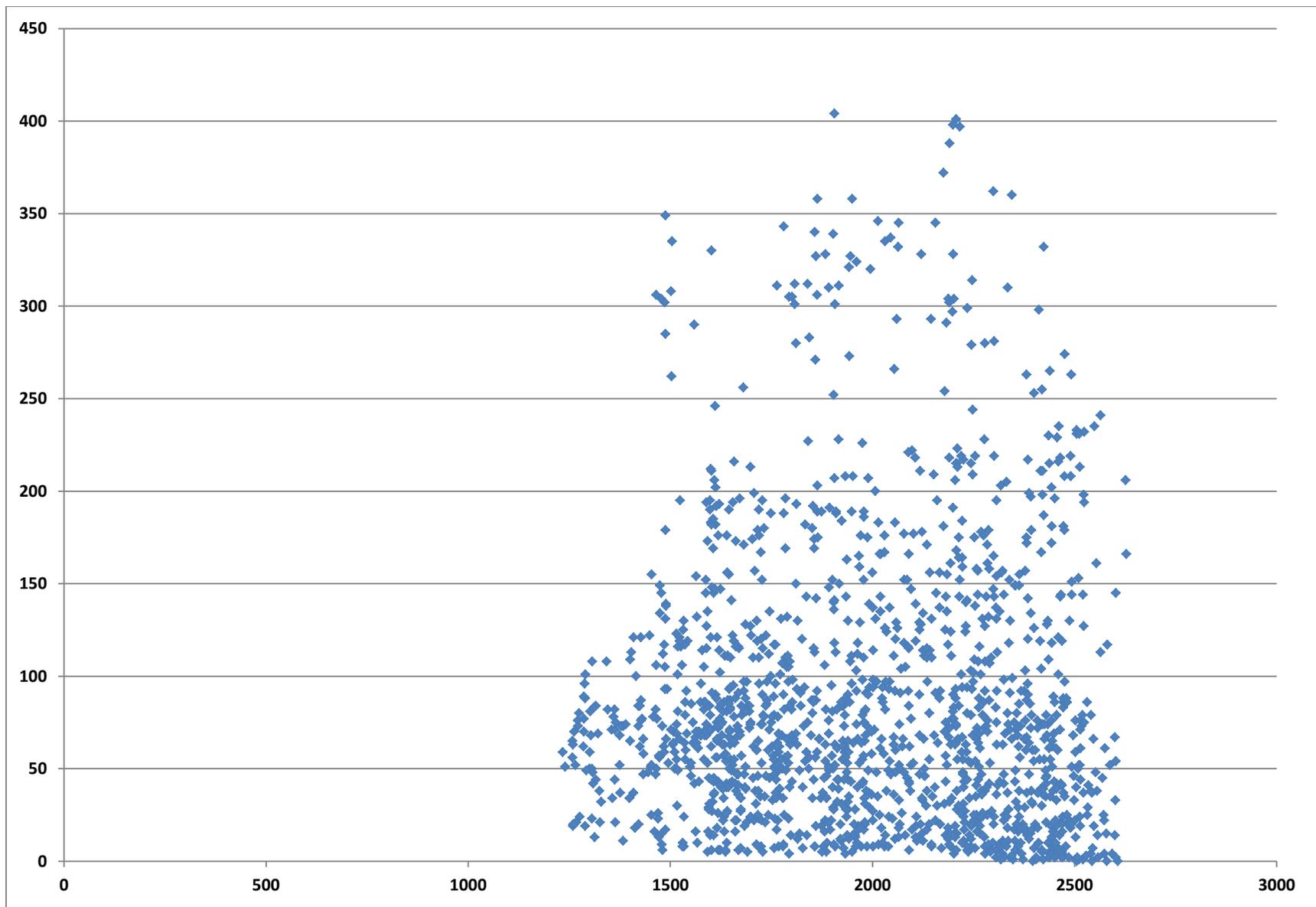


Fig.8 Bretagne Juillet 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance éolienne livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.

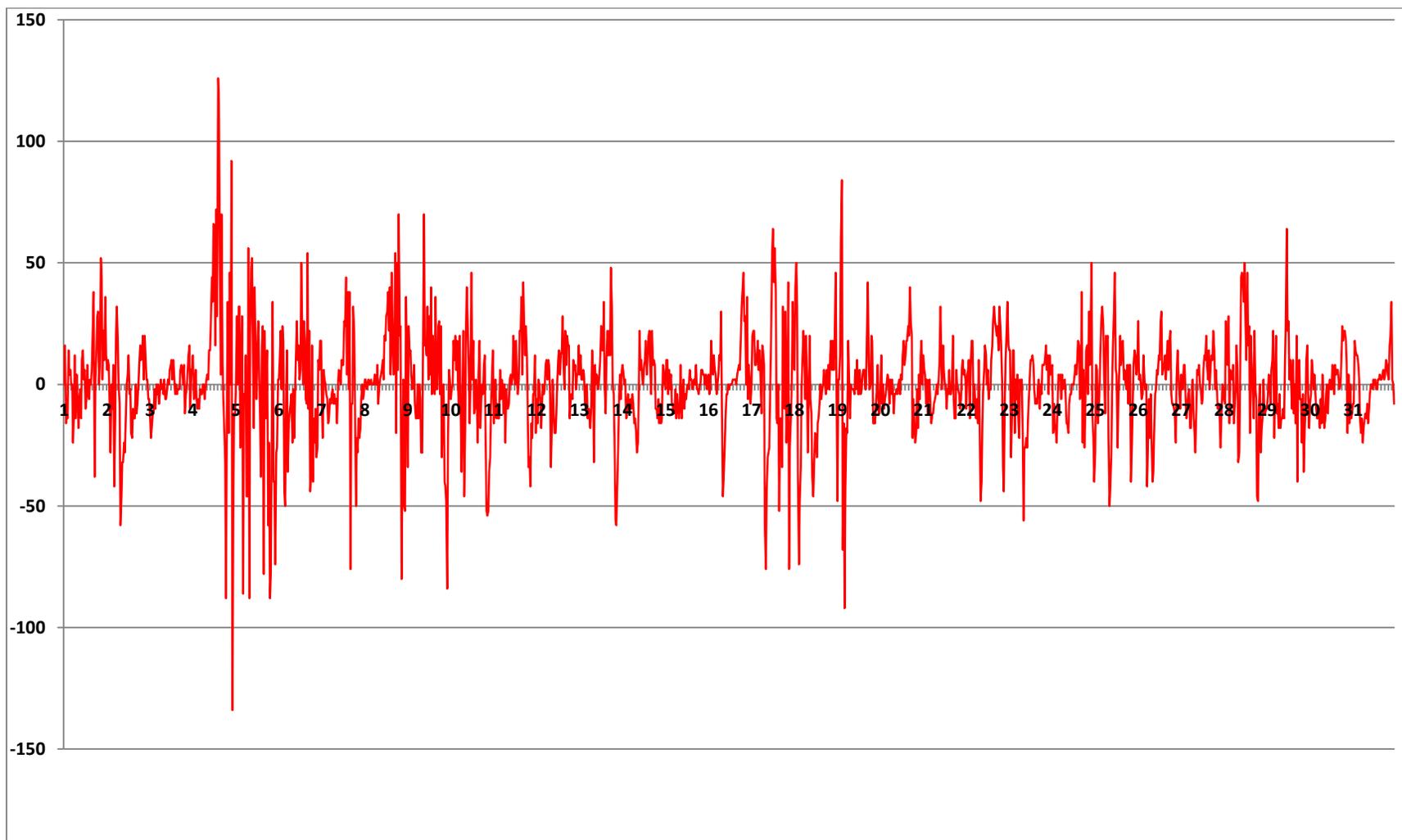


Fig.9 Gradient de puissance éolienne (MW/h) Bretagne – Juillet 2014. En ce mois peu venté, où la puissance éolienne livrée a rarement atteint 300 MW, le réseau (en fait l'importation de puissance) a dû néanmoins gérer des gradients de puissance approchant 80 MW/h aussi bien en positif qu'en négatif.

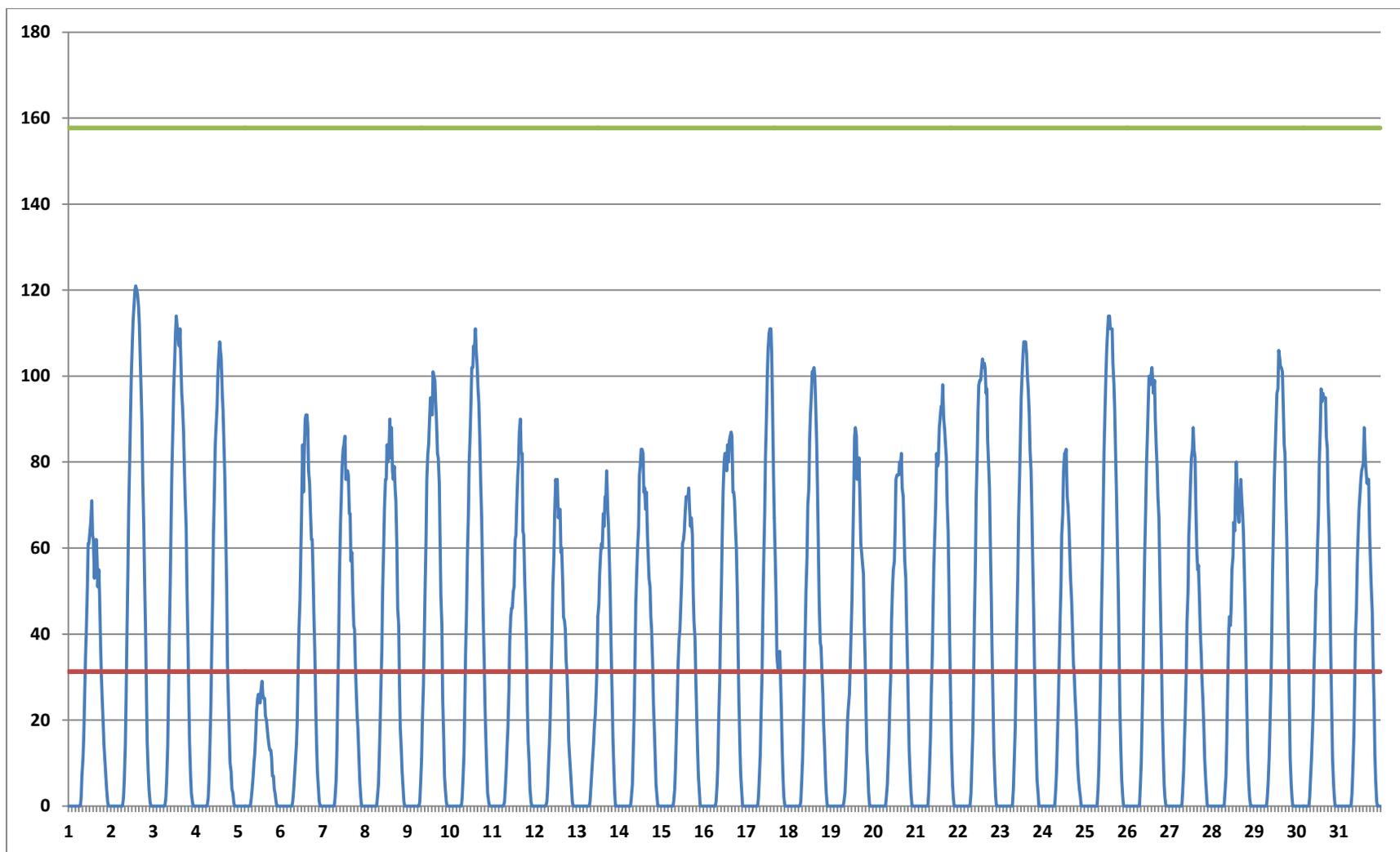


Fig.10 Production photovoltaïque, Puissance (MW) Bretagne – Juillet 2014. En nous basant sur les données des 31/12/2013 et 31/03/2014 des deux derniers « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance solaire régionale installée à 157,7 MW (année 2013, 143,5 MW). La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 31,2 MW (année 2013, 30,9 MW) soit une efficacité moyenne de 19,8 % (année 2013, 21,6 %). Le maximum de production a été de 121 MW (année 2013, 115 MW) pour une efficacité de 76,7 % (année 2013, 80,1 %) le 2 du mois à 14h00 (un mercredi). Les hauteurs des maxima, qui ce mois ont parfois varié d'un facteur deux ou plus, 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).

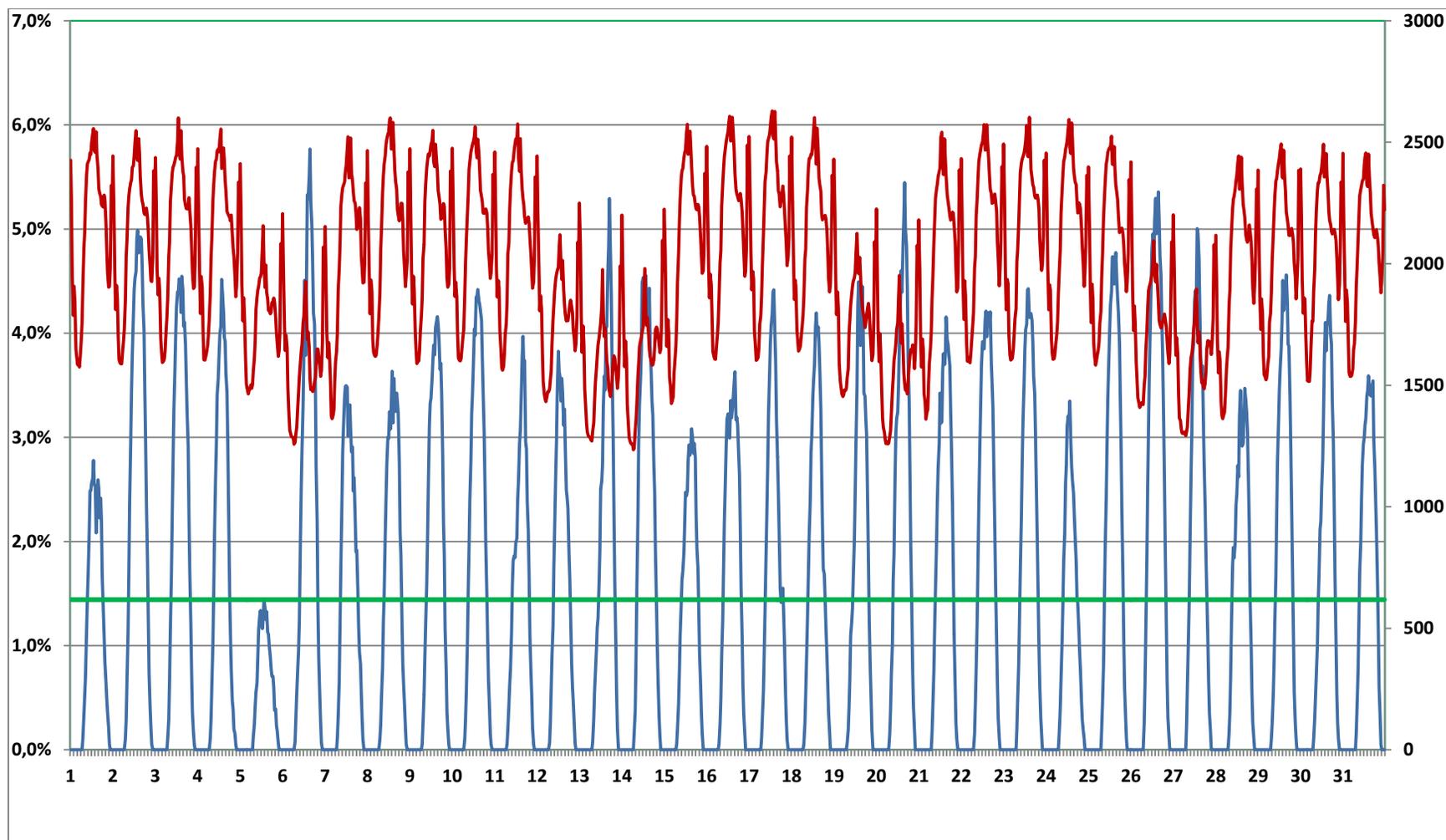


Fig.11 Production photovoltaïque, Taux de couverture (%) Bretagne – Juillet 2014. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) du photovoltaïque est de 1,44 % (année 2013, 1,42 %). Ce résultat est obtenu pour un parc dont la puissance a cru de près de 10% alors que dans le même temps la consommation électrique bretonne baissait de 2,5 %. Il atteint son maximum de 5,8 % (année 2013, 6,3 %) le 6 du mois à 15h30 (un dimanche) 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.

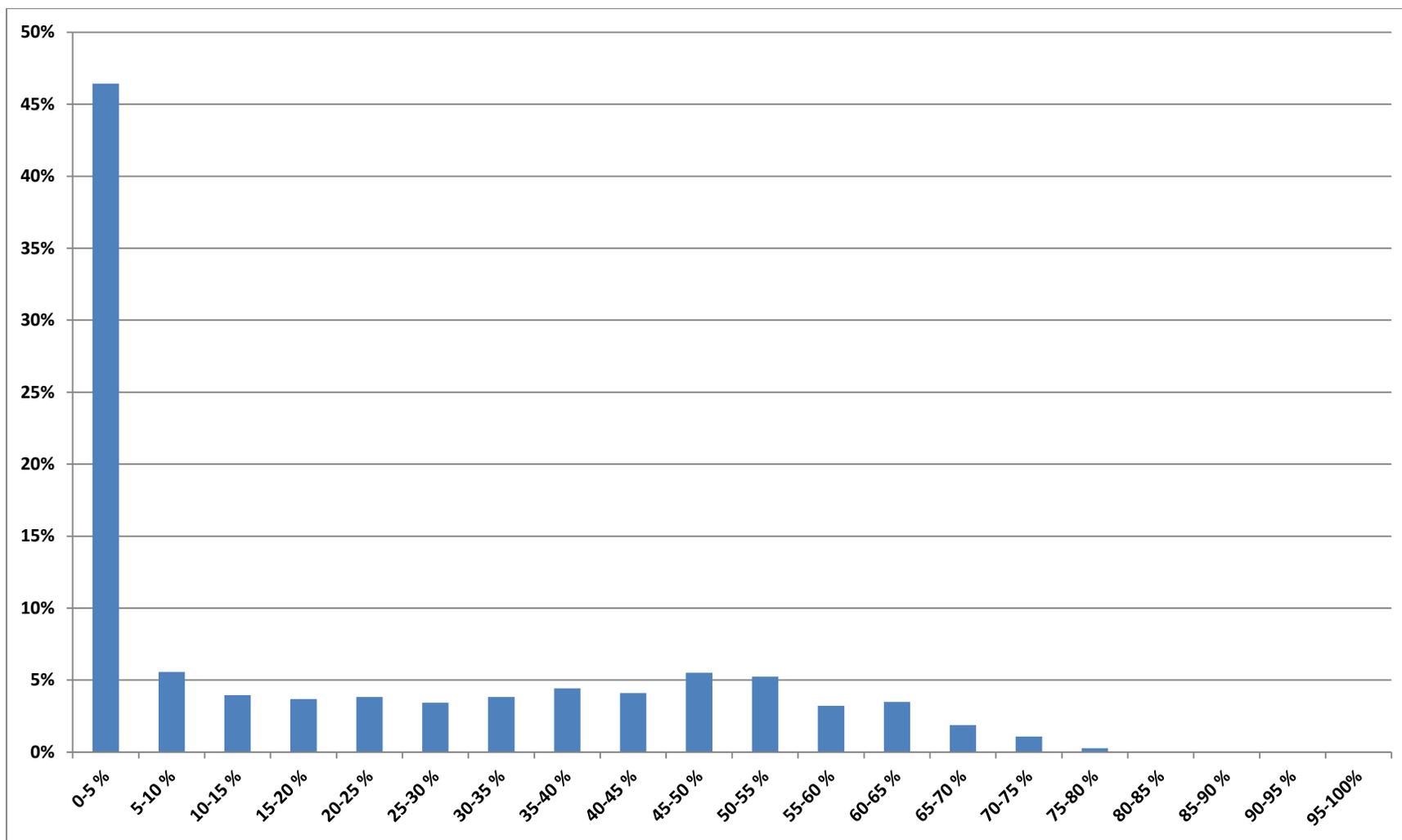


Fig.12 Bretagne Juillet 2014. Pourcentage du temps en fonction de la puissance solaire livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 157,7 MW). Cette distribution présente la forme « conventionnelle » pour la production solaire d'une zone géographique de petite dimension au regard des zones météo (pas ou peu de foisonnement). L'efficacité moyenne est de 19,8 % (année 2013, 21,6 %) avec une production qui le 2 du mois à 14h00 a atteint son maximum mensuel d'efficacité 76,7 % (année 2013, 80,1 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 15,2 % (année 2013, 19,9 %) du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 56 % du temps (année 2013, 56,1 %).

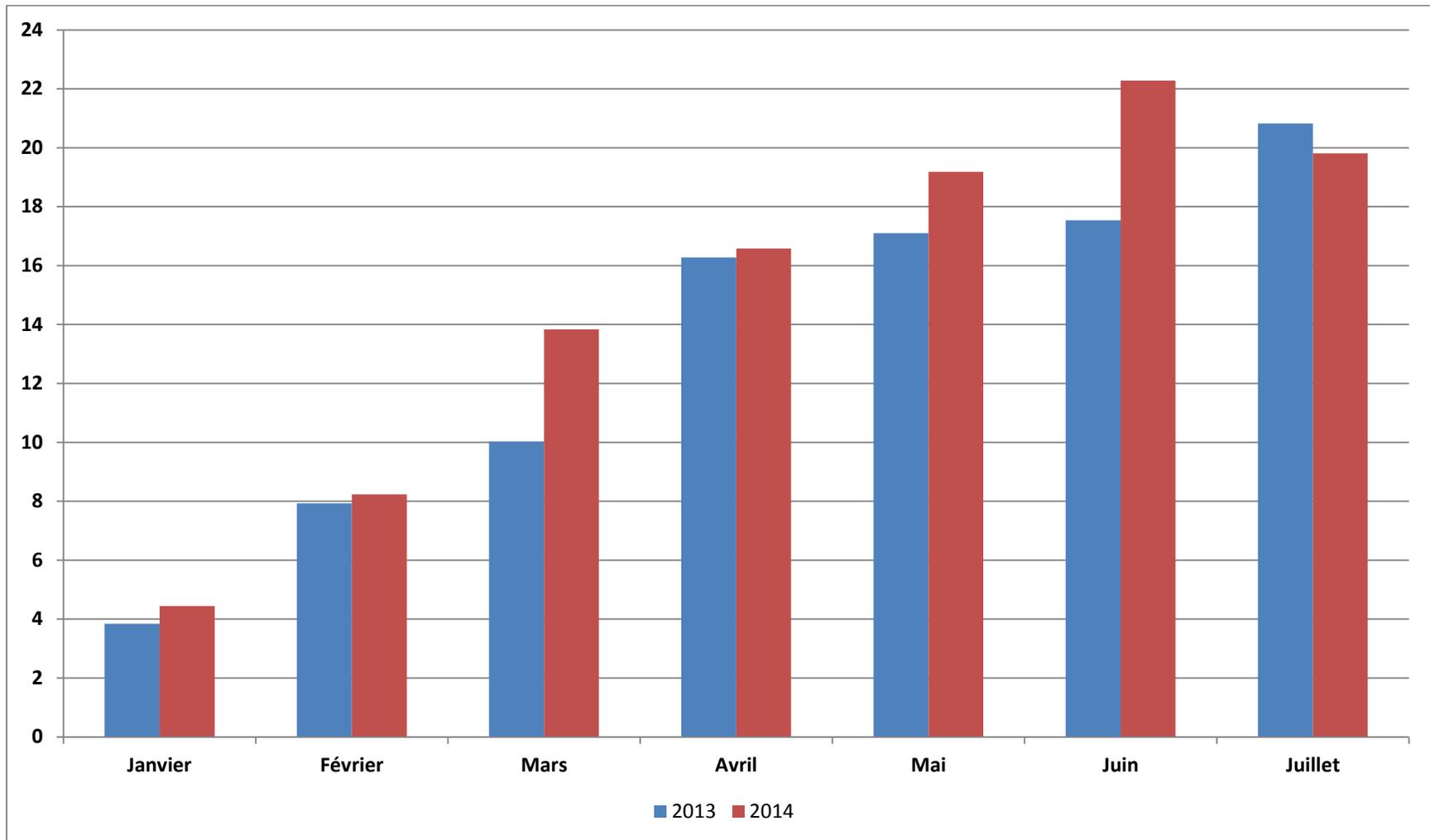


Fig.13 Bretagne Juillet 2014. Comparaison des efficacités solaires moyennes mensuelles des sept premiers mois des années 2013 et 2014. Pour le calcul de ces efficacités moyennes, on utilise des puissances installées extraites des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » publiés chaque trimestre par le ministère (dernière parution 31/03/2014). Les valeurs mensuelles sont obtenues par interpolation pour la période du 1/1/2013 au 31/3/2014, et par extrapolation linéaire pour les mois d'Avril, Mai et Juin 2014. Globalement l'efficacité solaire photovoltaïque des sept premiers mois de 2014 (14,96 %) est supérieure à celle de la même période 2013 (13,4 %).

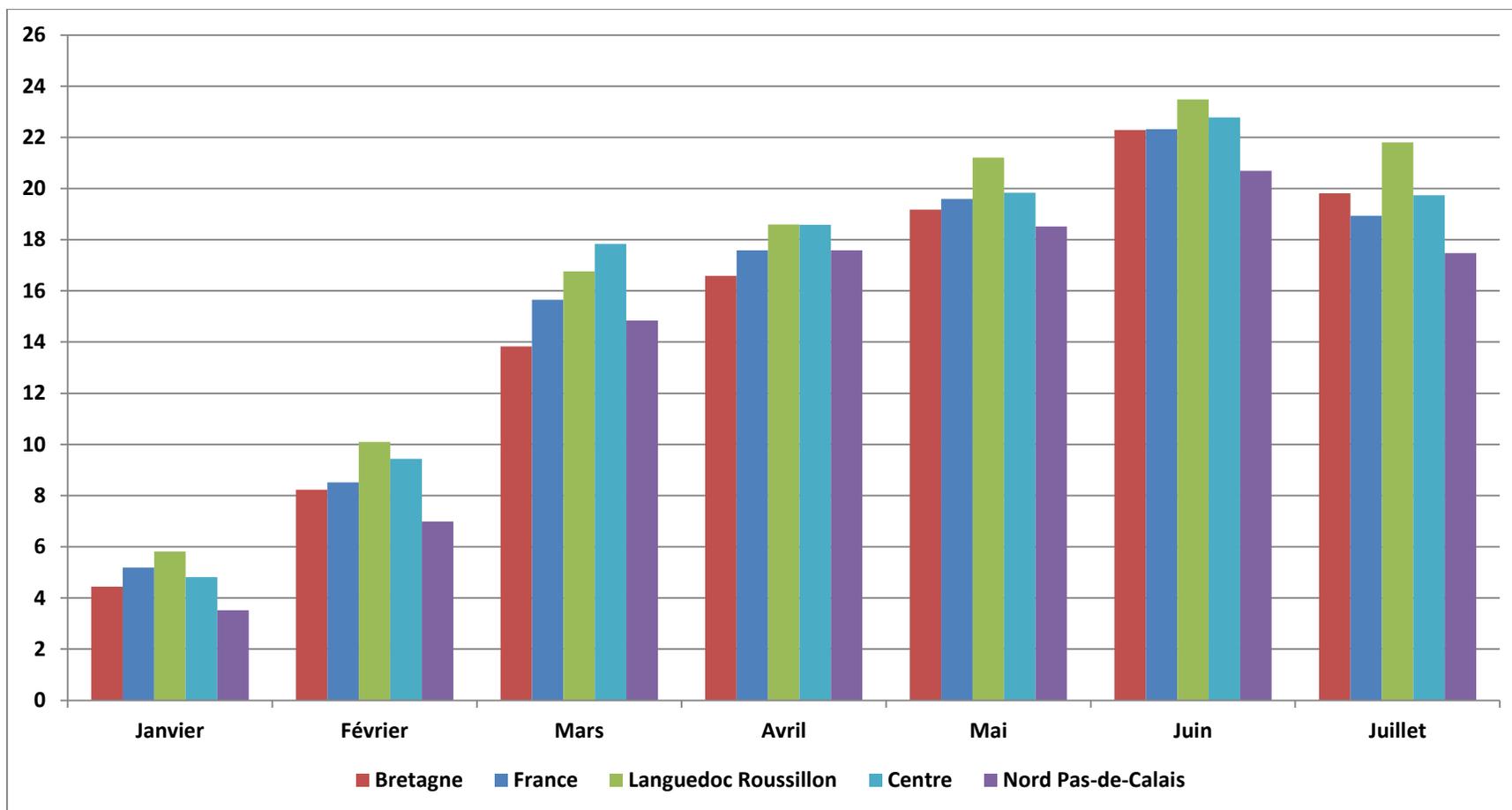


Fig.14 Bretagne Juillet 2014. Comparaison des efficacités solaires moyennes mensuelles de la Bretagne, de la France continentale et de trois régions françaises pour les six premiers mois 2014. Pour le calcul de ces efficacités moyennes, on utilise des puissances installées extraites des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » publiés chaque trimestre par le ministère (dernière parution 31/03/2014). Les valeurs mensuelles sont obtenues par interpolation pour la période du 1/1/2013 au 31/3/2014, et par extrapolation linéaire pour les mois d'Avril, Mai, Juin et Juillet 2014. Assez naturellement, compte tenu de sa latitude intermédiaire, pour chacun des sept premiers mois de 2014, la Bretagne a été un peu moins efficace à produire de l'énergie solaire que la France dans son ensemble. Un panneau photovoltaïque implanté en Bretagne est un peu moins productif (moyenne de 15 % pour sept mois) que la moyenne du parc de la France continentale (moyenne de 15,5 % pour sept mois). Du point de vue solaire, sur les sept premiers mois de 2014, les performances des régions reflètent l'effet de la latitude : augmentation globale de l'ensoleillement au sud, légèrement compensée en été par l'accroissement de la longueur des jours lorsque la latitude croît. Sur les sept premiers mois les performances moyennes des trois autres régions choisies pour la comparaison sont : Languedoc-Roussillon 16,9 %, Centre 16,2 %, Nord Pas-de-Calais 14,3 %.

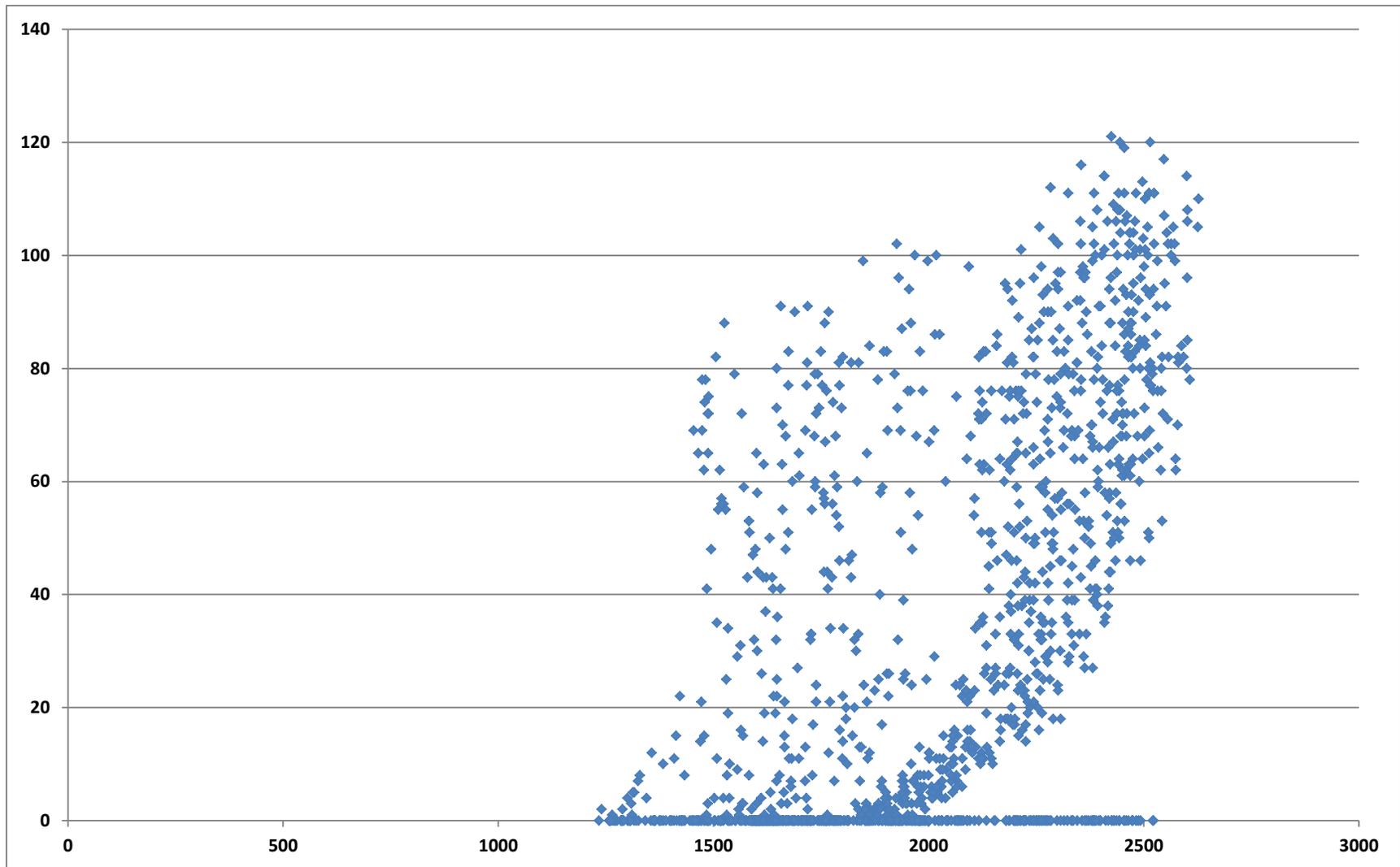


Fig.15 Bretagne Juillet 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance photovoltaïque livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Alors que la consommation électrique de la région est parmi les plus faibles de l'année, on observe pour la première fois une corrélation positive nette (nuage de points incliné vers la droite sur la droite du diagramme). C'est donc quand il n'y a pas de gros besoin électrique que le solaire photovoltaïque semble montrer une utilité sociale.

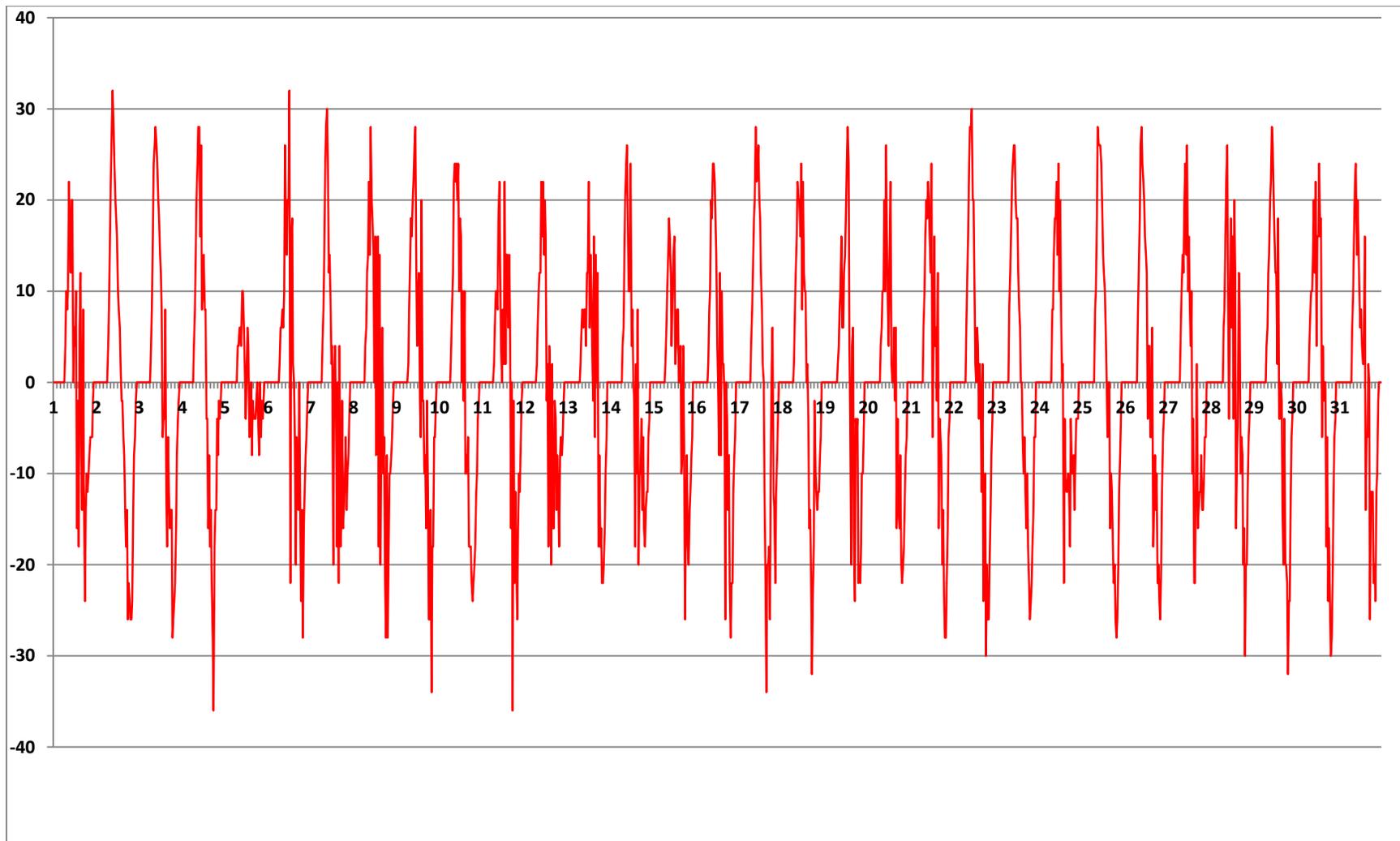


Fig.16 Gradient de puissance solaire (MW/h) Bretagne – Juillet 2014 Comme il se doit les gradients sont en moyenne directement liés au pic de production solaire. Ils sont positifs le matin et négatifs l'après-midi. Leur amplitude est aussi en relation avec la hauteur du pic. Plus il y a de soleil, plus le parc photovoltaïque exerce de contrainte sur le réseau. Ainsi pour des pics dépassant 100 MW en milieu de journée les gradients peuvent atteindre +/- 30MW/h. Surimposé à cette tendance générale, on observe aussi des irrégularités à l'échelle de la demi-heure qui peuvent être attribuées à l'effet « un nuage passe ».

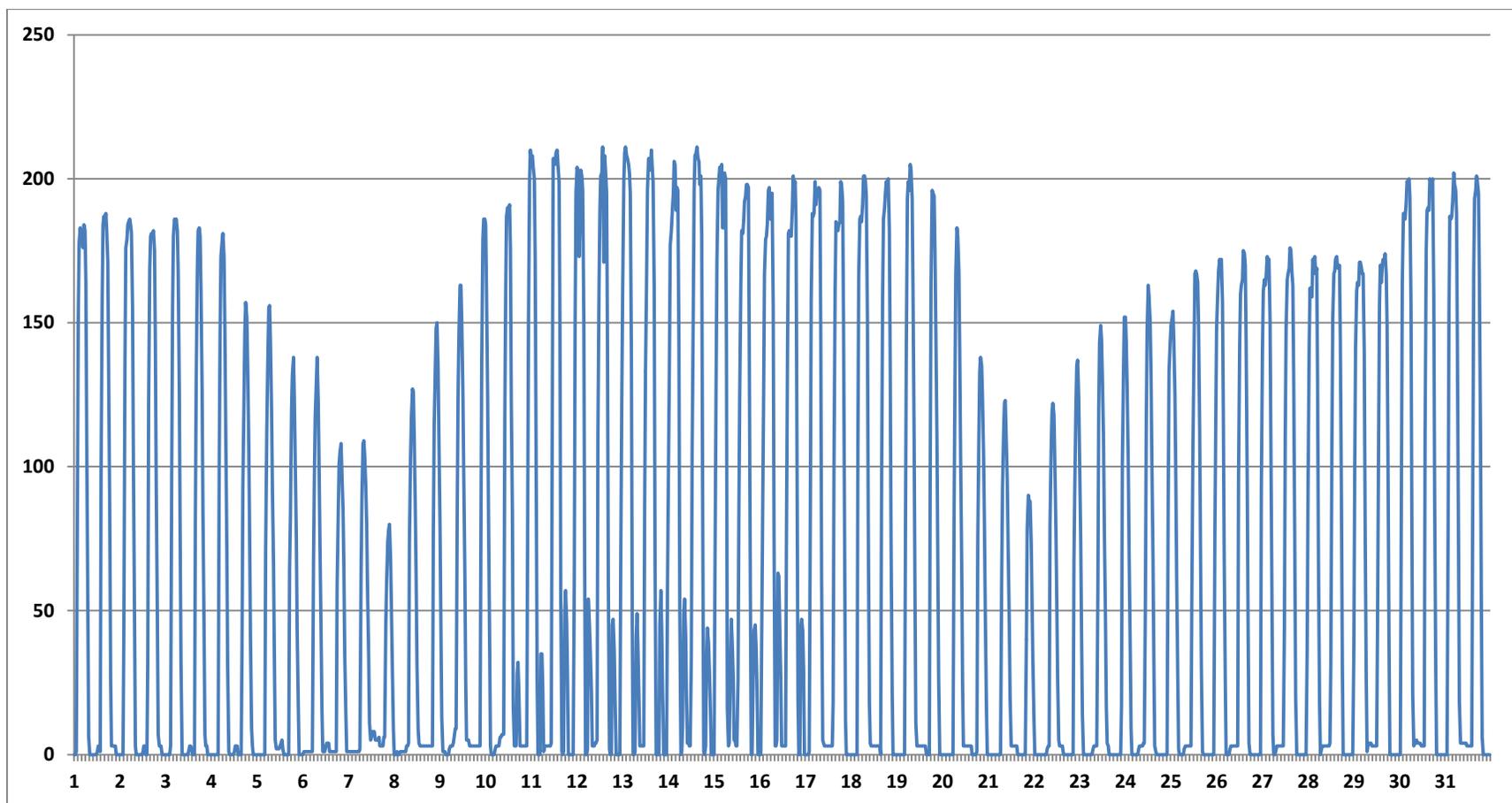


Fig.17 Production hydraulique, Puissance (MW) Bretagne – Juillet 2014. L'hydraulique breton lié au barrage de la Rance (puissance installée 238 MW) se distingue du reste de l'hydraulique français (de type « fil de l'eau » ou « éclusées »). C'est non seulement une énergie fatale (comme l'hydraulique de 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 47,1 GWh (année 2013, 34,3 GWh), alors que le pompage (une consommation de courant restituée pour partie ultérieurement et comptabilisée dans le total « hydraulique ») n'a concerné que 5,1 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 de mois, correspondent à des périodes où il y a peu ou pas de stockage par pompage. On observe aussi, parfois « sous » les oscillations de production du barrage de la Rance, un fond de production hydraulique en base à un niveau ne dépassant jamais quelques MW. Il est associé à une puissance hydraulique (hors Rance) égale à 37 MW (données ERdF) peu ou pas productive en ce début d'été. Pour ce mois, le facteur de charge de l'hydraulique breton est donc d'environ 23 %.

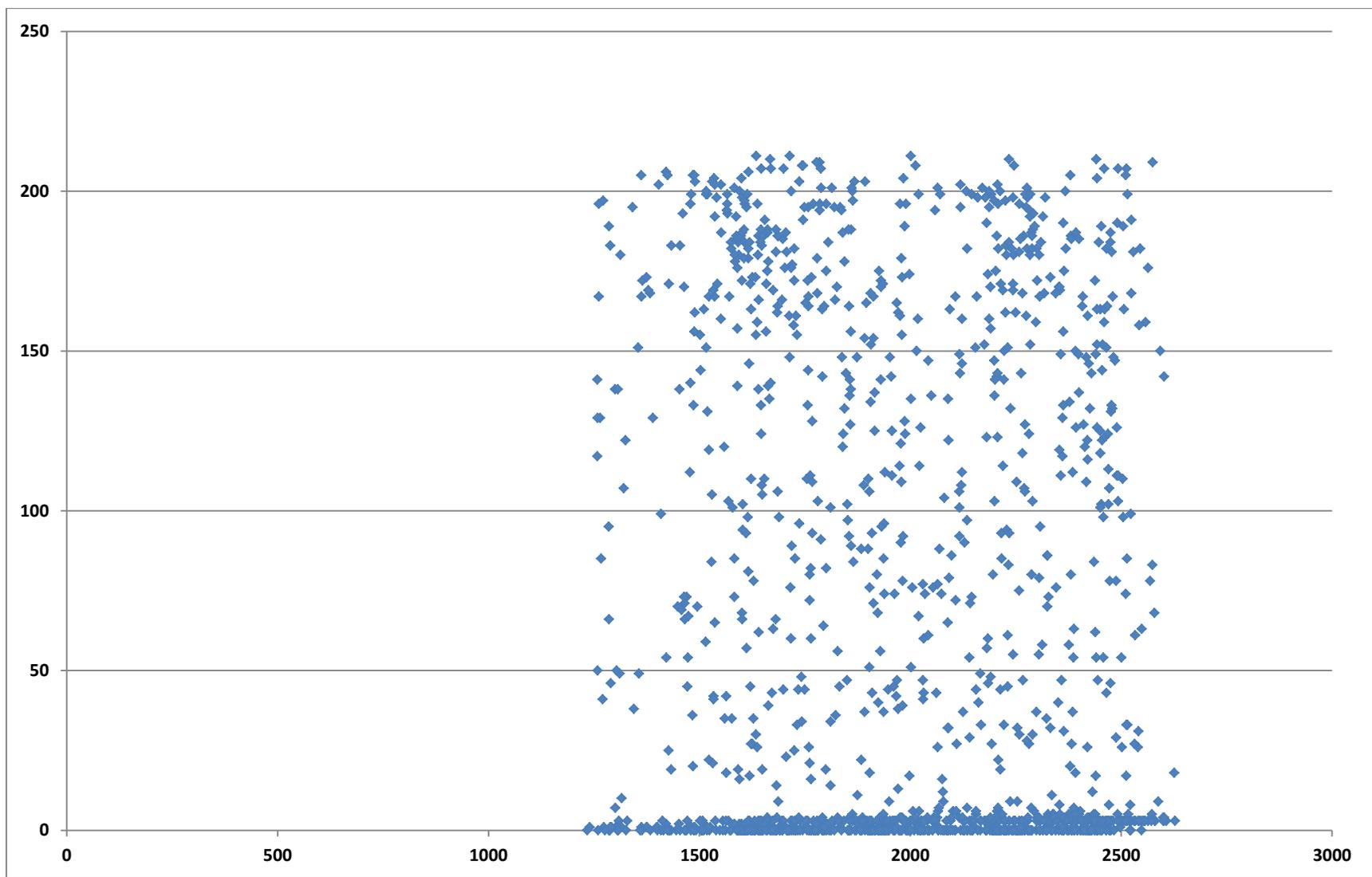


Fig.18 Bretagne Juillet 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance hydraulique livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Compte tenu de ce que sur une période de l'ordre du mois, il ne peut pas y avoir de corrélation entre les marées avec les besoins électriques de la société on n'observe encore aucune corrélation. L'hydraulique des marées est bien une énergie fatale.

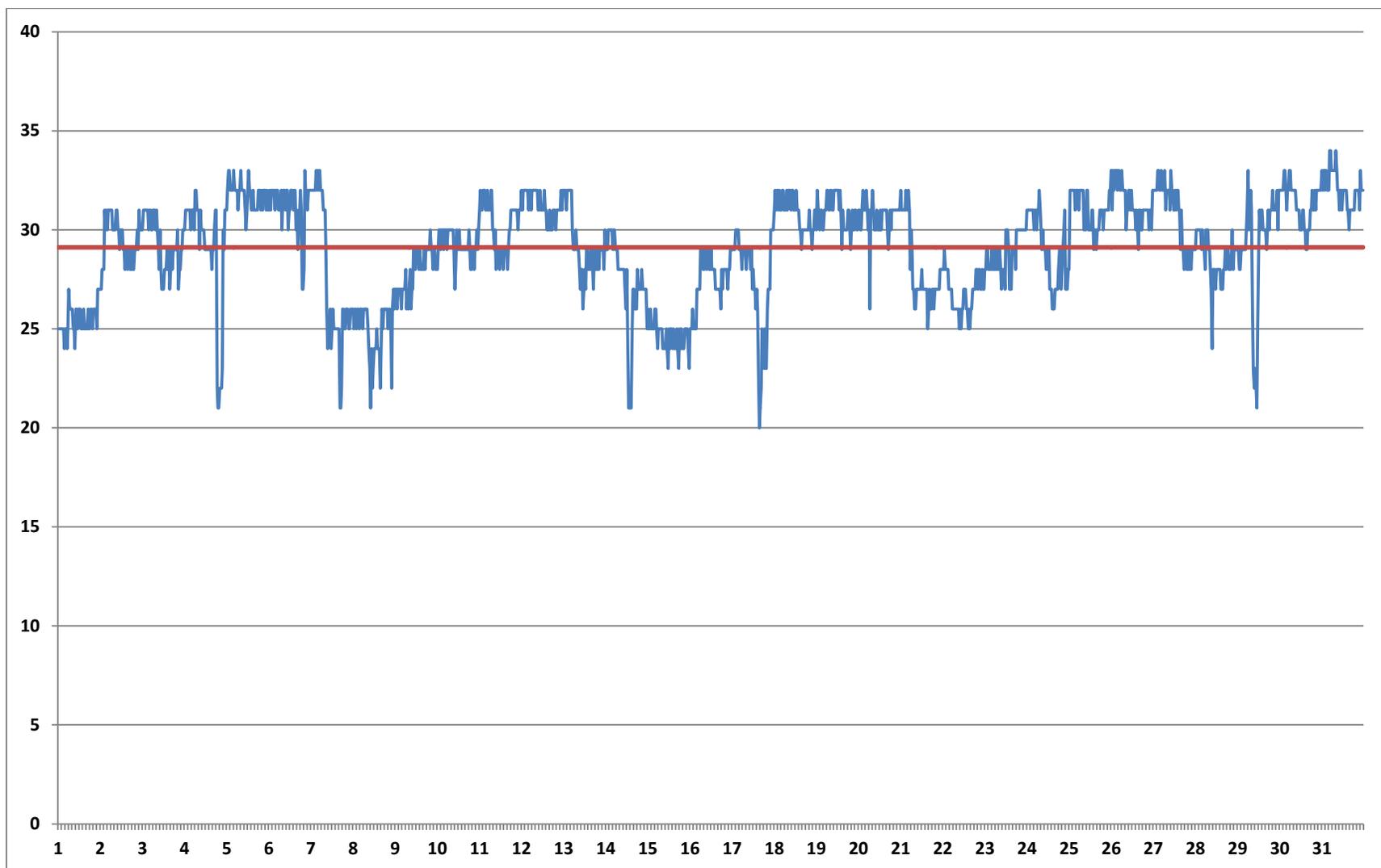


Fig.19 Production ENR thermique, Puissance (MW) Bretagne – Juillet 2014. Cette production ayant pour origine la combustion de la biomasse et de déchets (puissance installée 36 MW, données ERdF) seule ou en cogénération fonctionne comme une énergie de base quasi-constante autour de sa valeur moyenne 29,1 MW (année 2013 26,9 MW). Sur ce mois, le taux de couverture moyen correspondant est de 1,5 % (année 2013, 1,4 %) (variant de 0,8 % à 2,5 %). Une contribution aussi faible ne peut bien sûr pas être utilisée pour la stabilisation du réseau.

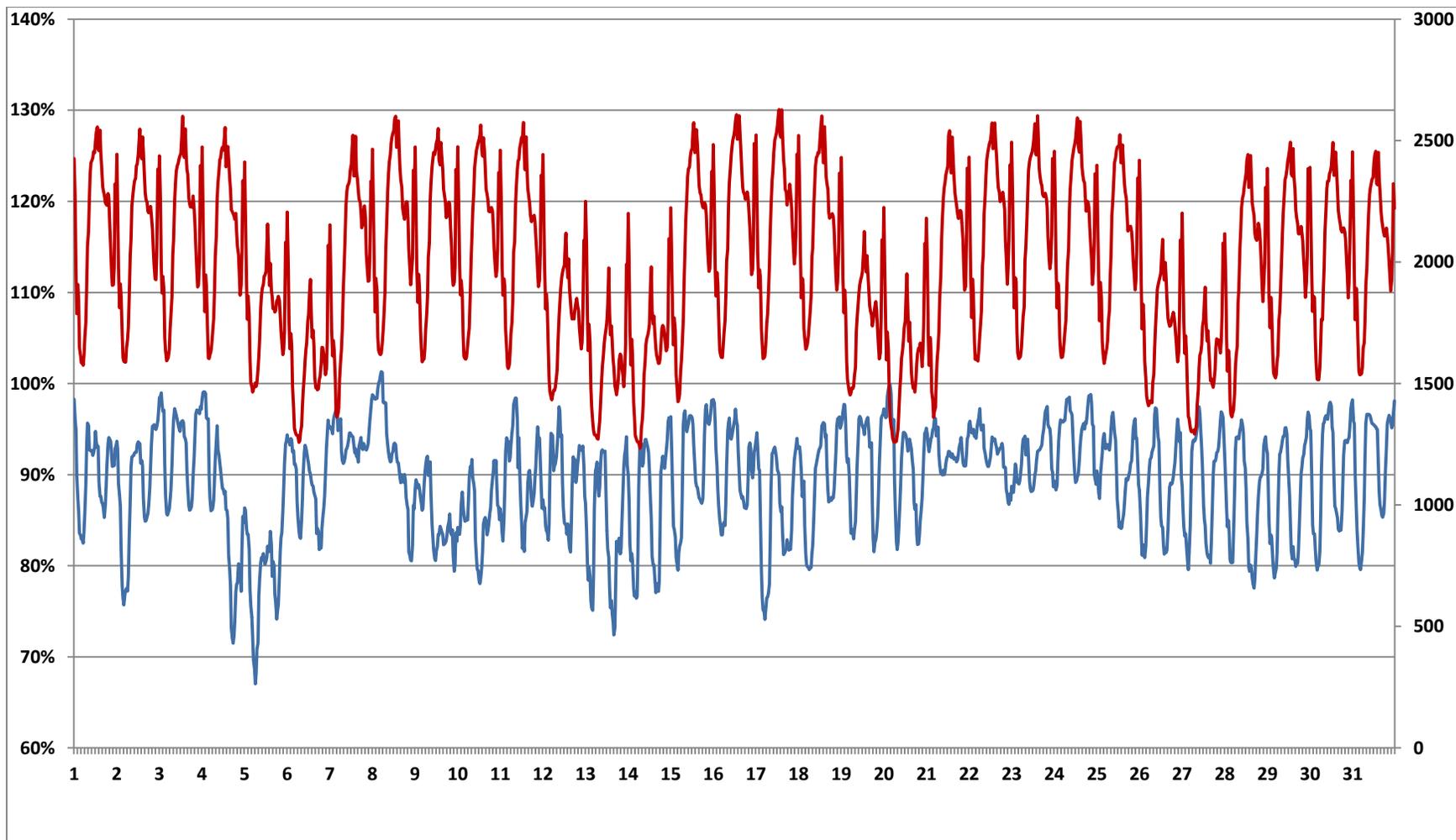


Fig.20 Importation électrique, Taux de couverture (%) Bretagne – Juillet 2014. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne sur le mois, le taux de couverture (rapport de cette puissance importée à la puissance consommée par la région au même instant) est de 89,4 % (année 2013, 89 %). A son maximum il atteint 101,3 % (année 2013, 101 %) le 8 du mois à 5h00. Cette valeur supérieure à 100 % montre qu'une fraction importante de l'énergie stockée par le barrage de la Rance et plus tard comptabilisée comme énergie hydraulique (énergie « verte » donc) correspond, en fait, à une consommation d'électricité d'origine nucléaire importée. Au minimum, le taux de couverture d'importation est de 67 % (année 2013, 49,3 %). Il a lieu le 5 du mois à 6h30 au moment où, en ce jour de weekend, le taux de couverture éolien dépasse les 20 %.

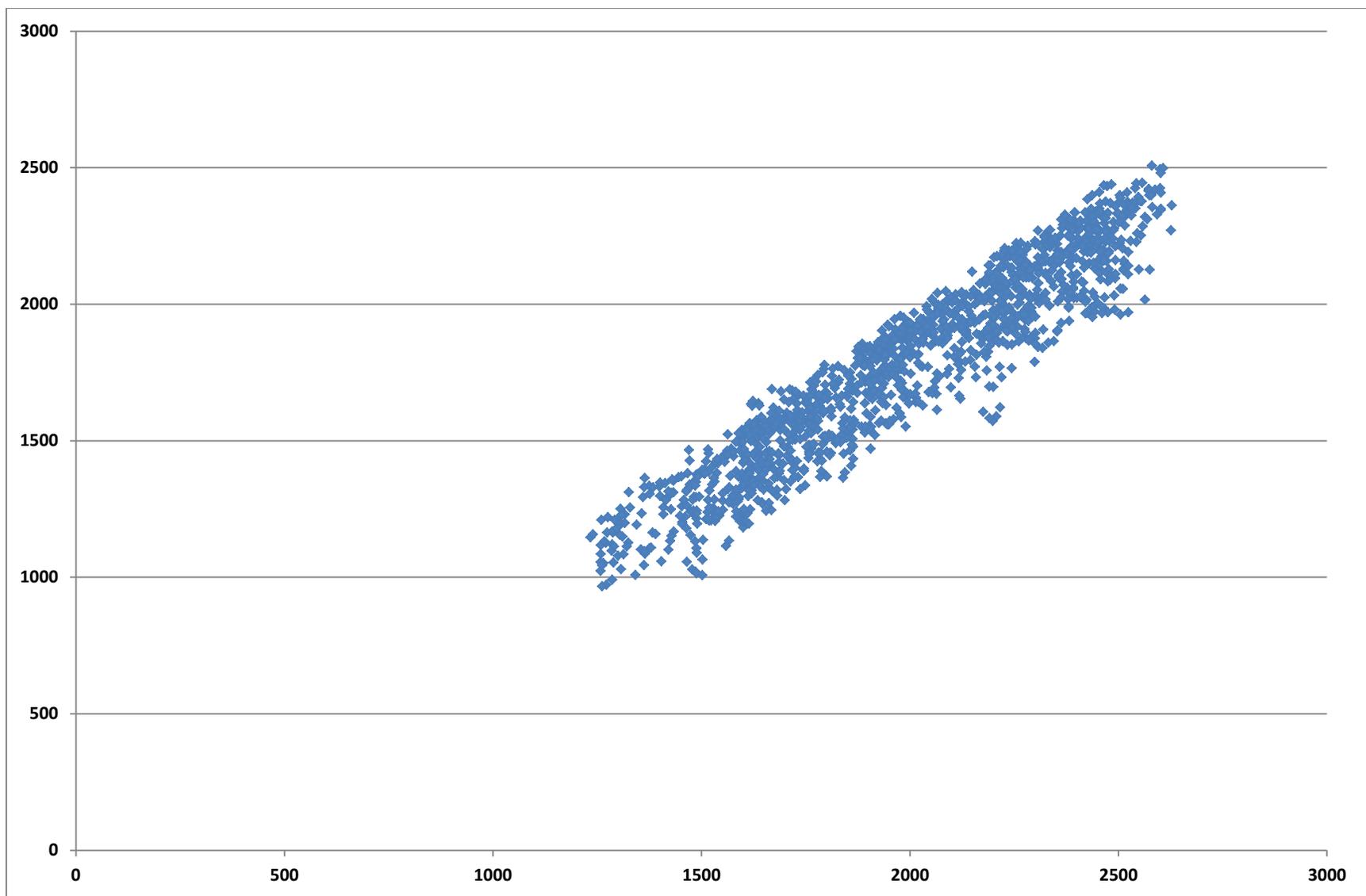


Fig.21 Bretagne Juillet 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance importée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Compte tenu de la dépendance de la région proche de 90 % de la production importée d’au-delà des régions limitrophes, comme on pouvait s’y attendre, la corrélation est quasi-parfaite.

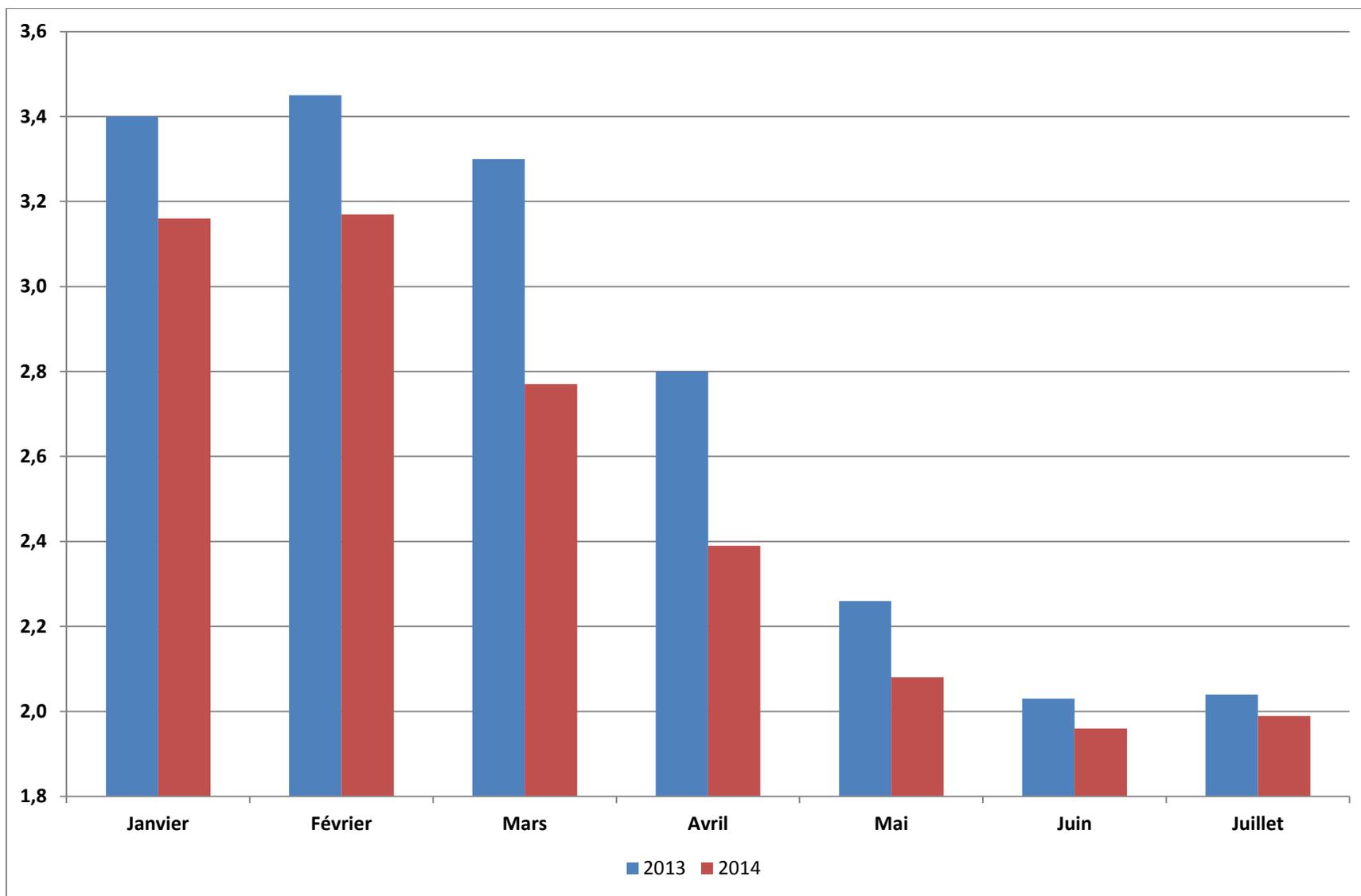


Fig.22 Bretagne Juillet 2014. . Comparaison des puissances (GW) moyennes mensuelles consommées des années pour les sept premiers mois des années 2013 et 2014. Pour chaque mois la consommation bretonne 2014 a été systématiquement inférieure à celle de 2013. Les sept premiers mois de 2013, la région a consommé une moyenne de 2,75 GW. La valeur correspondante pour 2014 est de 250 MW inférieure (2,50 GW).