

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

**Mars 2014**

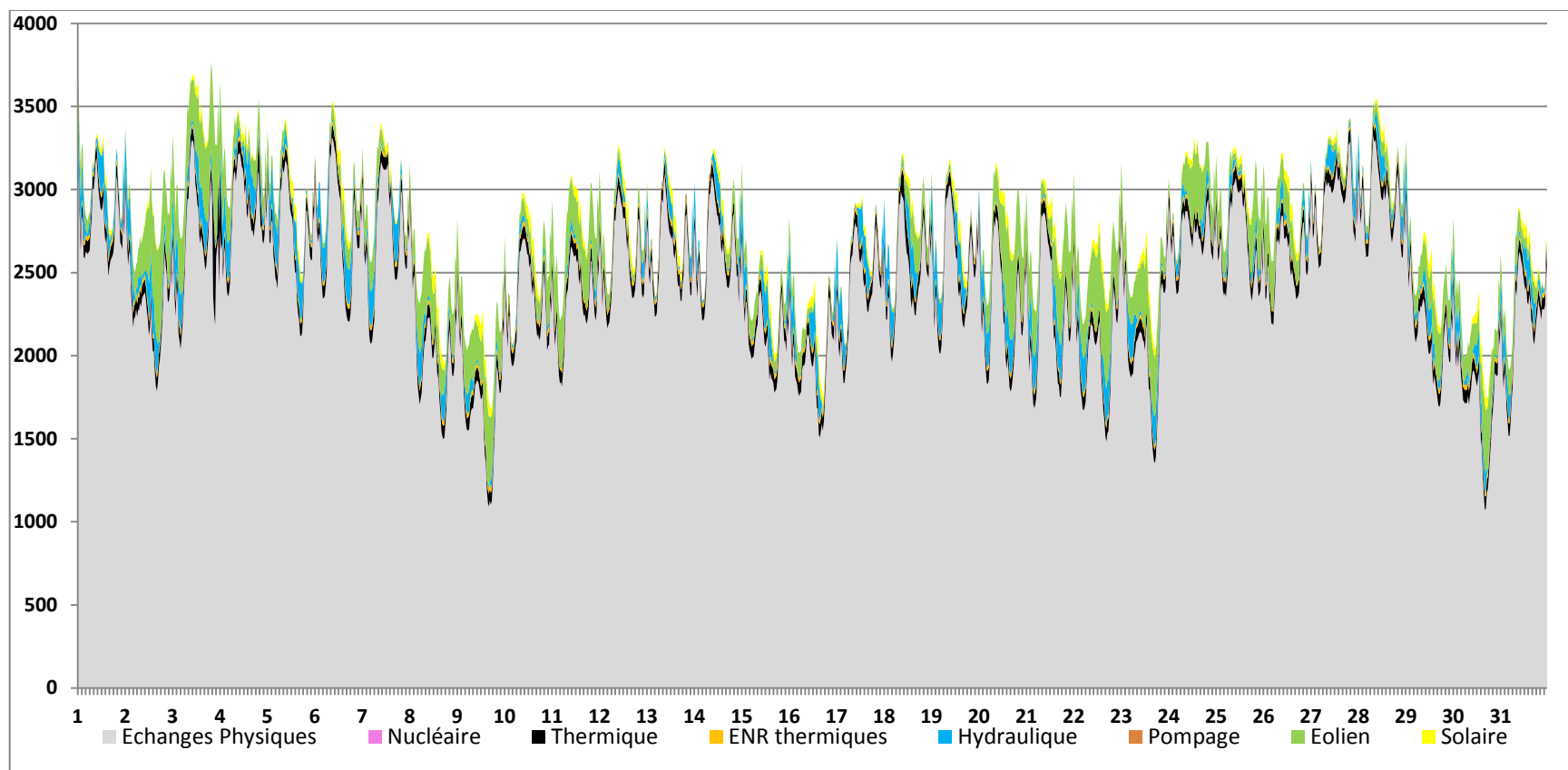
**H. Flocard & J.-P. Le Gorgeu  
Association « Sauvons le Climat »**

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

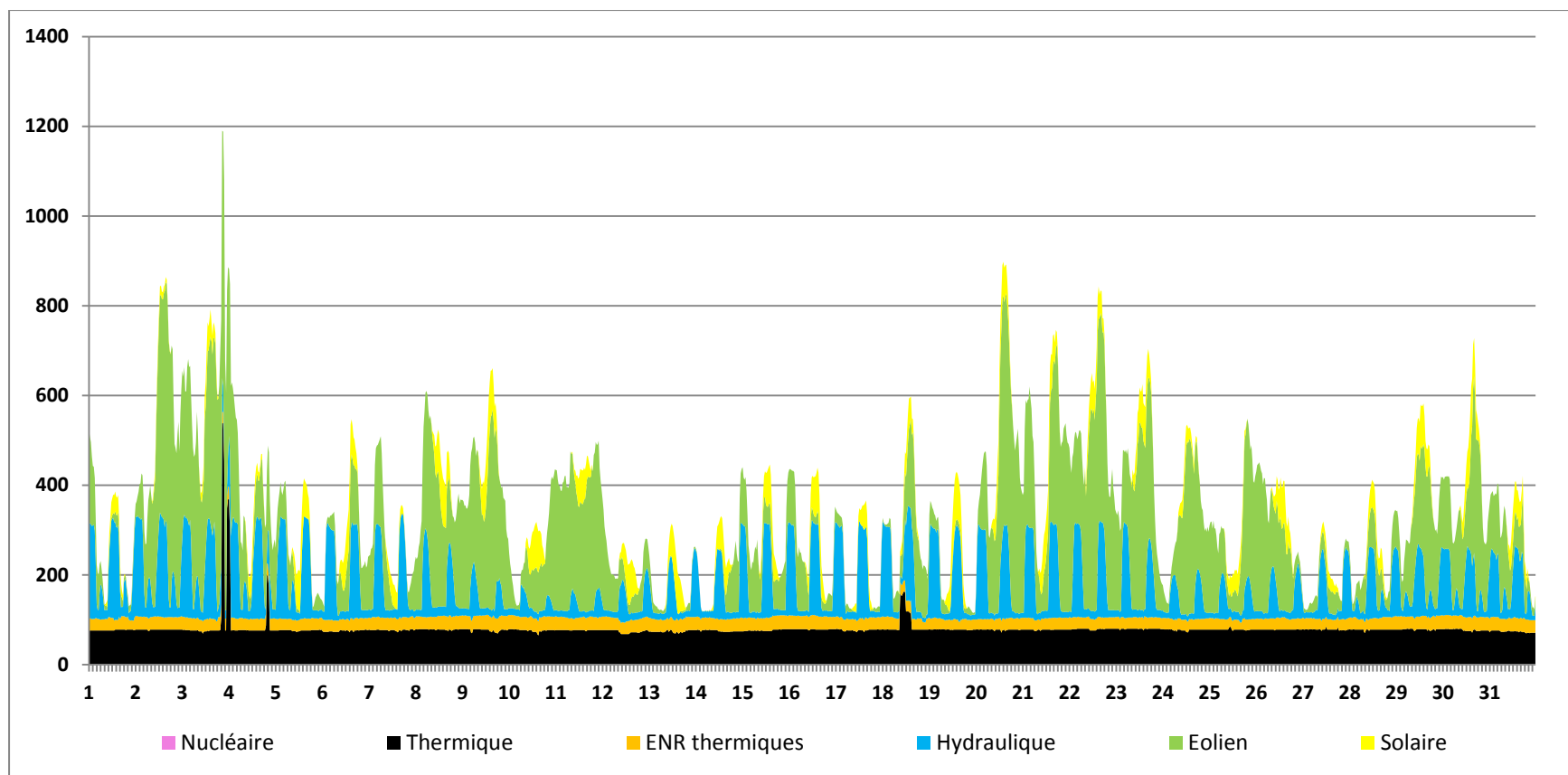
**données « eCO2mix/RTE », analyse « Sauvons le Climat » .**

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

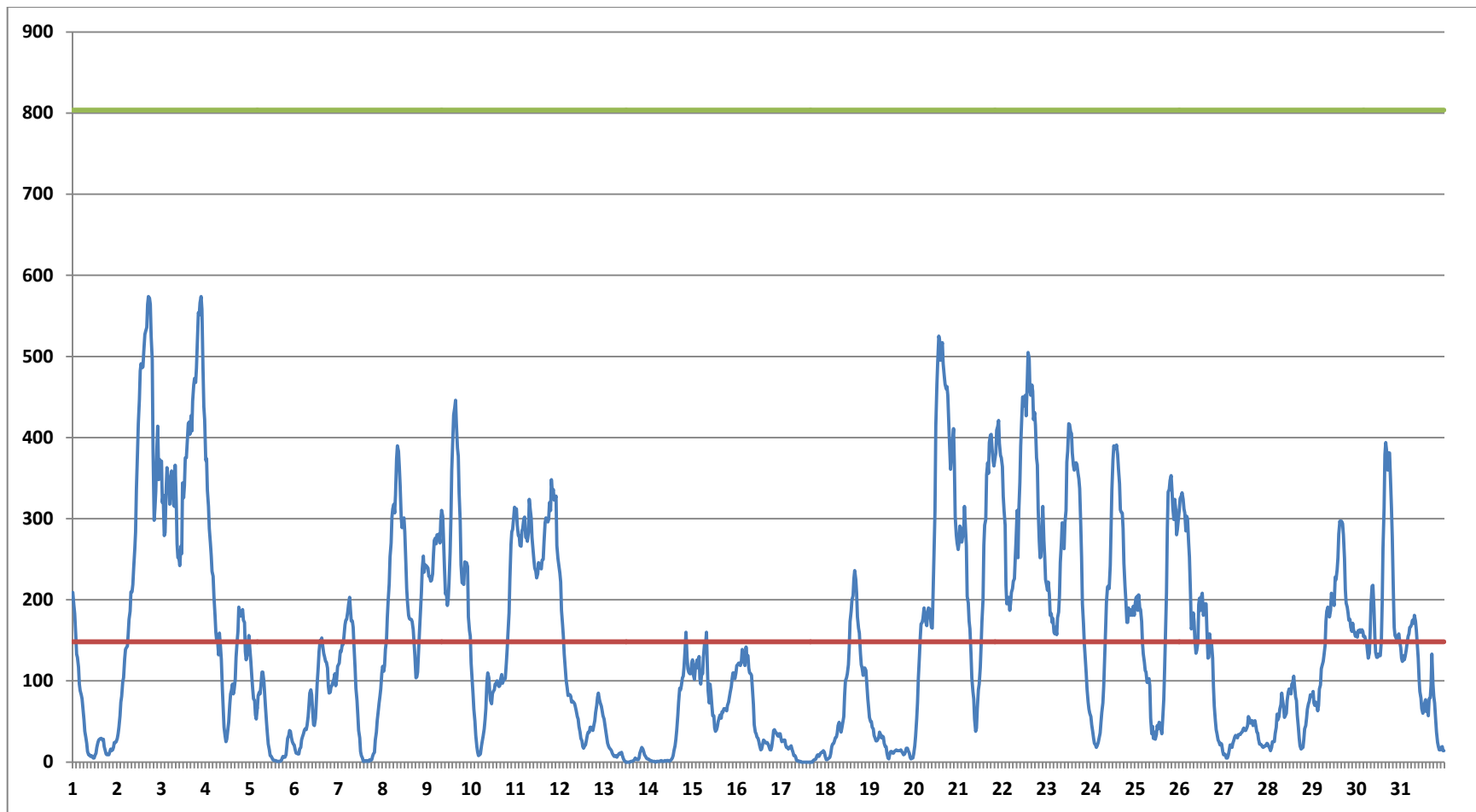
**<http://www.sauvonsleclimat.org/donneestechniqueshtml/analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-delectricite/35-fparticules/1177-analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-delectricite.html>**



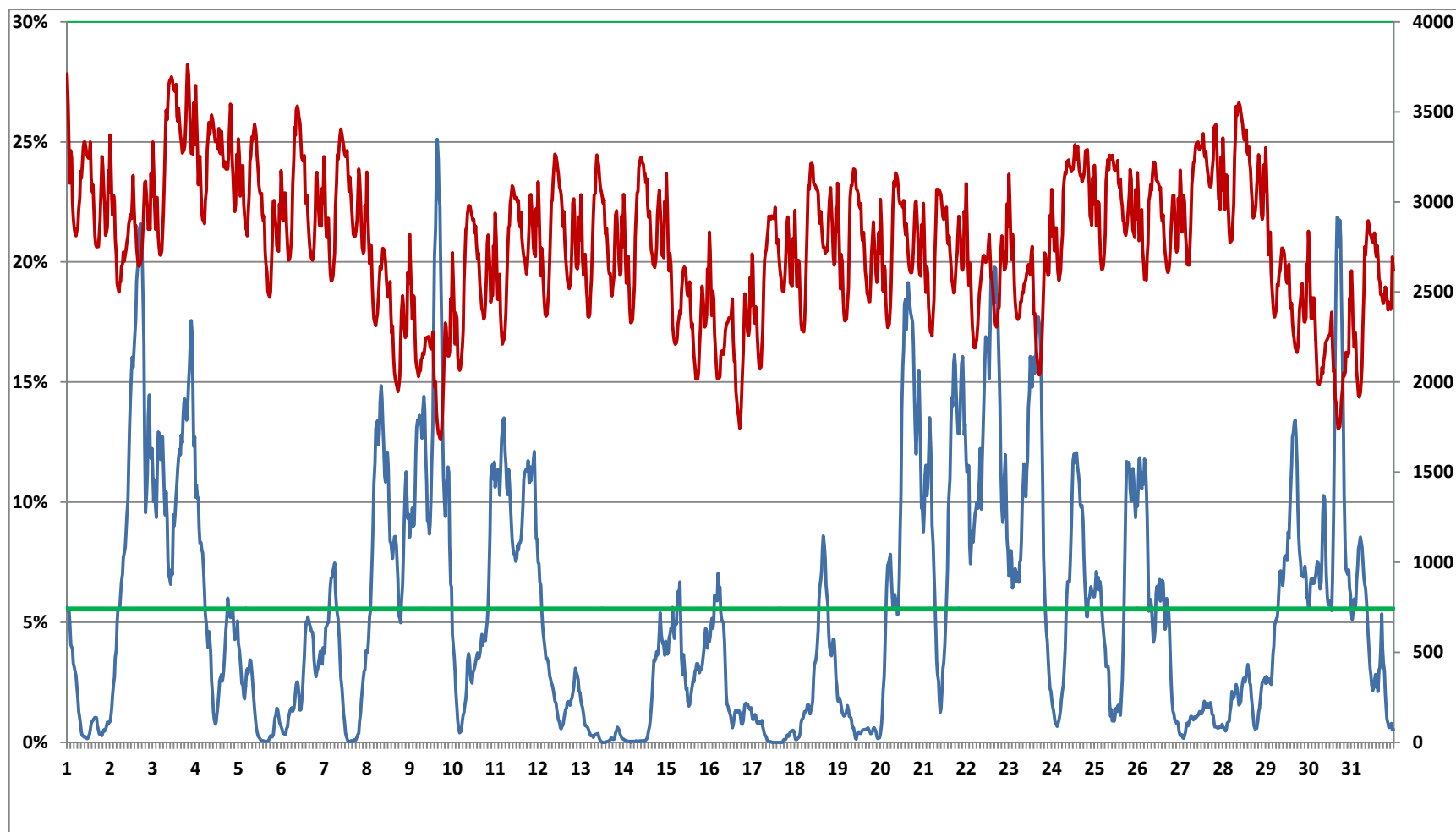
**Fig.1 Consommation – production Bretagne Mars 2014 (MW).** La puissance consommée moyenne du mois a été de 2,8 GW (année 2013, 3,3 GW) entre un maximum de 3,8 GW (année 2013, 4,5 GW) le 3 du mois à 19h30 et un minimum de 1,7 (année 2013, 2,1 GW) le 9 du mois à 17h30. La consommation est couverte à 87,1 % (année 2013 90,2 %) par des importations. Le complément de production est fourni par un fond quasi constant de production thermique, l'hydraulique au rythme des marées, par le solaire pour les milieux de journées et par l'éolien de façon sporadique. Les données eCO2mix ne fournissent que le bilan des échanges global sur l'ensemble des frontières régionales. Or, pendant presque tout le mois, la Basse-Normandie et la région Pays-de-la Loire ont été elles-aussi en situation d'importation. On peut donc en déduire que l'équilibre électrique de la Bretagne a été assuré par des centrales nucléaires plus lointaines ou par une production étrangère qui a traversé ces deux régions en direction de la Bretagne.



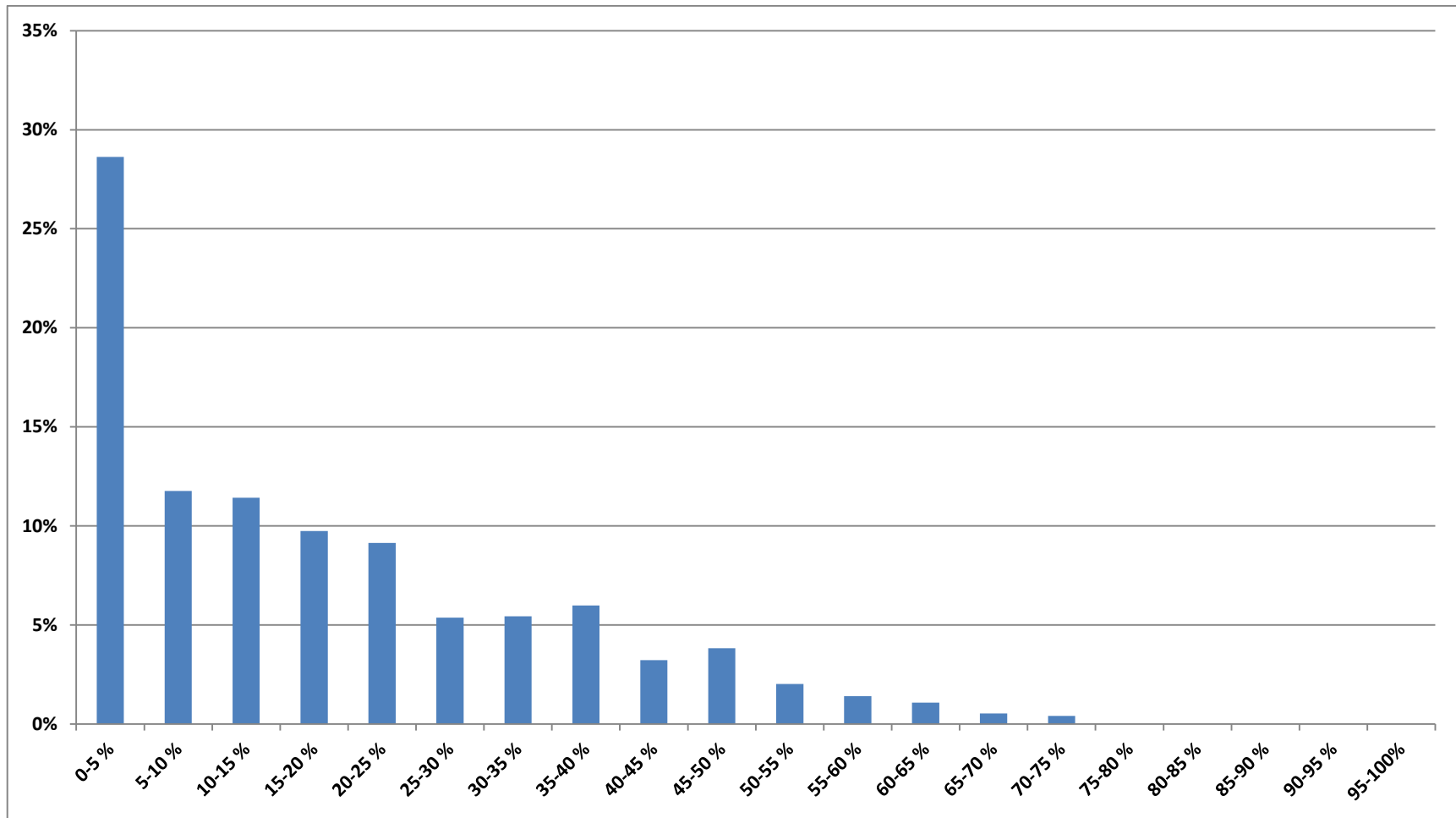
**Fig.2 Production électrique de la Bretagne Mars 2014 (MW).** Ce mois-ci, l'ensemble de ces productions couvre environ 13 % de la consommation locale. En GWh la production totale a été de 110,3 (année 2013, 120,2) pour l'éolien, 56,8 (année 2013, 50) pour l'hydraulique, 20,1 (année 2013, 13,8) pour les ENR thermiques et de 15,7 (année 2013, 10,8) pour le solaire pour une consommation totale de 2057,2 GWh (année 2013, 2457GWh soit un écart de 16 %). A l'exception des ENR Thermiques dont la production est quasi-constante et de la faible contribution du thermique fossile (59 GWh – année 2013, 48 GWh), les autres énergies, toutes fatales, fluctuent sans corrélation avec les besoins en électricité de la région. La production quasi constante de l'énergie thermique s'explique par l'attrait financier de subventions spécifiques accordées à la cogénération en période hivernale (Novembre à Mars). On constate que pour passer le pic de consommation du 3 mars, les centrales à fioul ont dû augmenter brièvement leur production jusqu'à des valeurs atteignant 550 MW. A l'exception de ces quelques pics, le thermique (comme l'ENR thermique) fonctionne en base sans participer à la gestion de régulation du réseau.



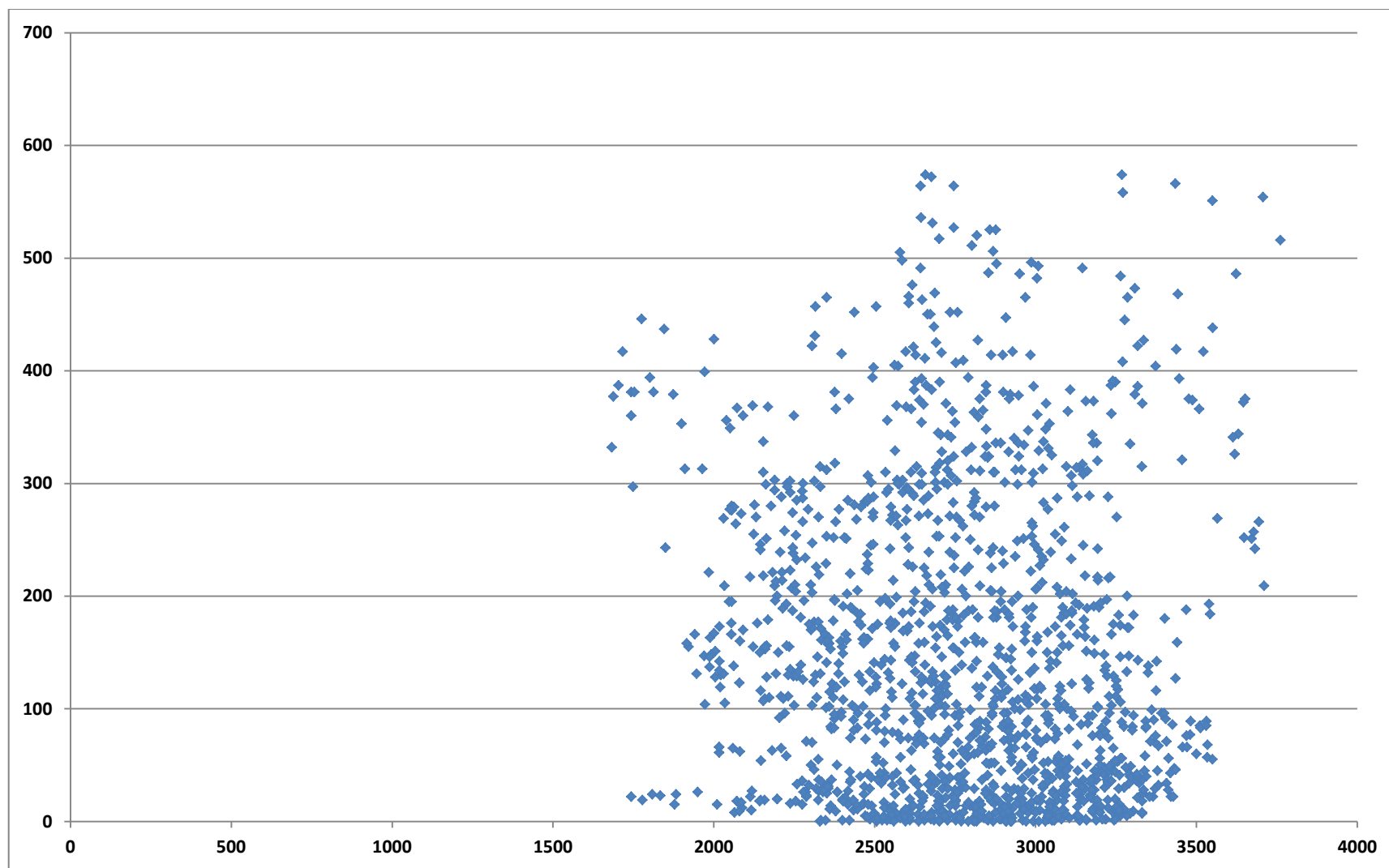
**Fig.3 Production éolienne, Puissance (MW) Bretagne – Mars 2014.** En nous basant sur les données des 30/09/2013 et 31/12/2013 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance éolienne régionale installée à 803,7 MW (année 2013, 749,7 MW). La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 148,3 MW (année 2013, 161,5 MW) soit une efficacité moyenne de 18,5 % (année 2013, 21,6 %). On rappelle que cet hiver, grâce à une succession de tempêtes qui ont débuté à la mi-Décembre, l'efficacité éolienne bretonne a été de 30 % en Décembre, de 34,9 % en Janvier et de 40,8 % en Février. Le maximum de production de Mars a été de 574 MW (année 2013, 599 MW) pour une efficacité de 71,4 % (année 2013, 79,9 %) le Dimanche 2 à 17h00. Plusieurs fois dans le mois, la production a été quasi-nulle. Elle a été nulle le Jeudi 13 à 12h00.



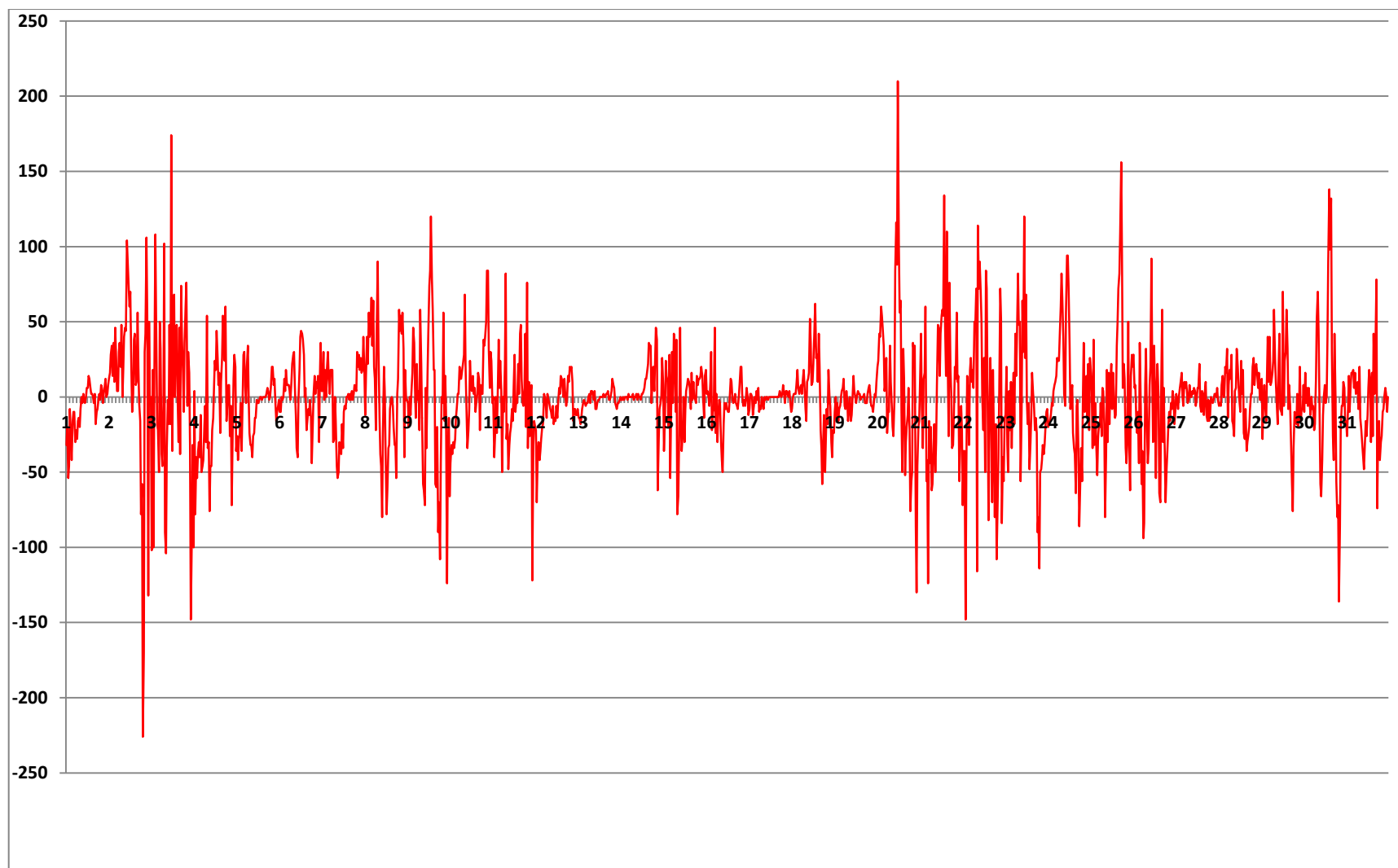
**Fig.4 Production éolienne, Taux de couverture (%) Bretagne – Mars 2014.** La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) de l'éolien est de 5,55 % (année 2013, 4,9 %). Il atteint son maximum de 25,1 % (année 2013, 18,7 %) le Dimanche 9 à 15h30 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 nul le Jeudi 13 du mois à midi. Le taux de couverture mensuel meilleur qu'en 2013 en dépit d'une production d'énergie éolienne totale plus faible n'est dû qu'à la baisse de 16 % de la consommation électrique bretonne d'une année sur l'autre.



**Fig.5 Bretagne Mars 2014. Pourcentage du temps en fonction de la puissance éolienne livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 803,7 MW).** Cette distribution décroissante est typique d'une zone géographique de petite dimension au regard des zones météo comme c'est le cas pour la Bretagne. Il n'y a pas eu d'effet de foisonnement. Le mois a été très peu productif (efficacité moyenne 18,5 % - année 2013, 21,6 %) avec quelques périodes de bonne production (l'efficacité a atteint 71,4 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 5,4 % (année 2013, 9,95 %) du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 51,8 % (année 2013, 45,6 %) du temps.

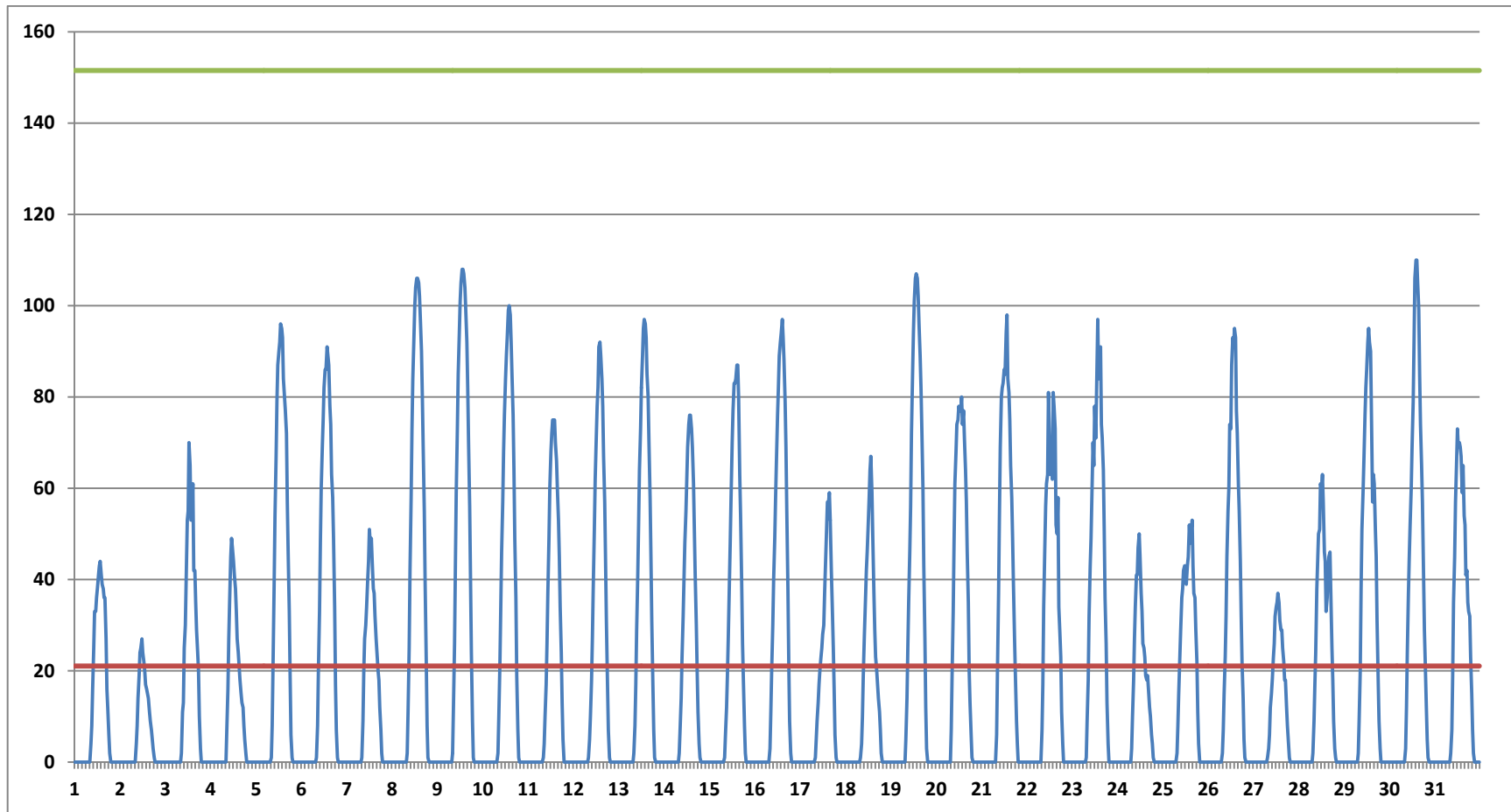


**Fig.6 Bretagne Mars 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance éolienne livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.**

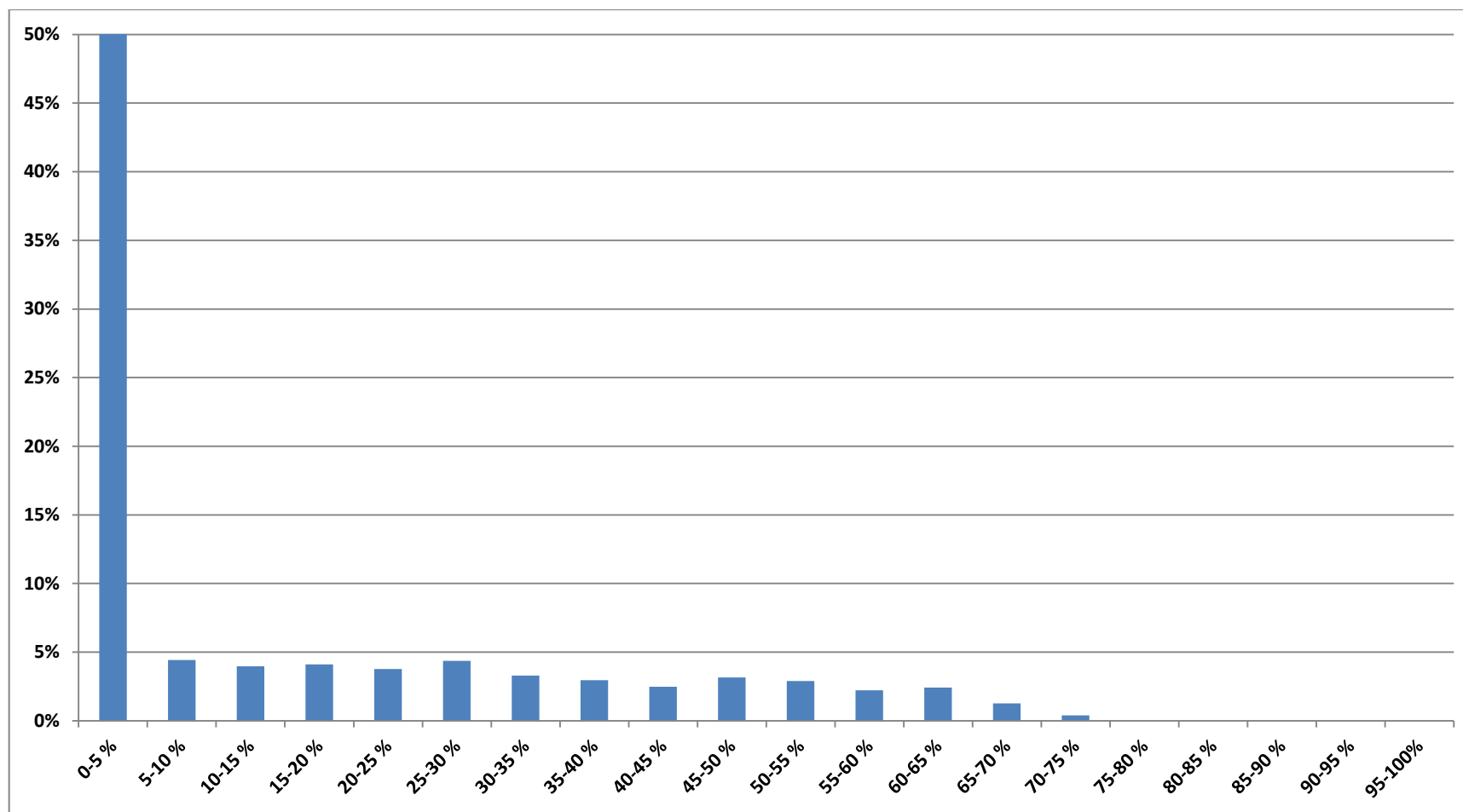


**Fig.7 Gradient de puissance éolienne (MW/h) Bretagne – Mars 2014.** En ce mois très peu venté, la quelques périodes de forte production (voir Fig.3) ont engendré des gradients de puissance atteignant 200 MW/h aussi bien en positif qu'en négatif (soit 25 % de la puissance installée par heure).

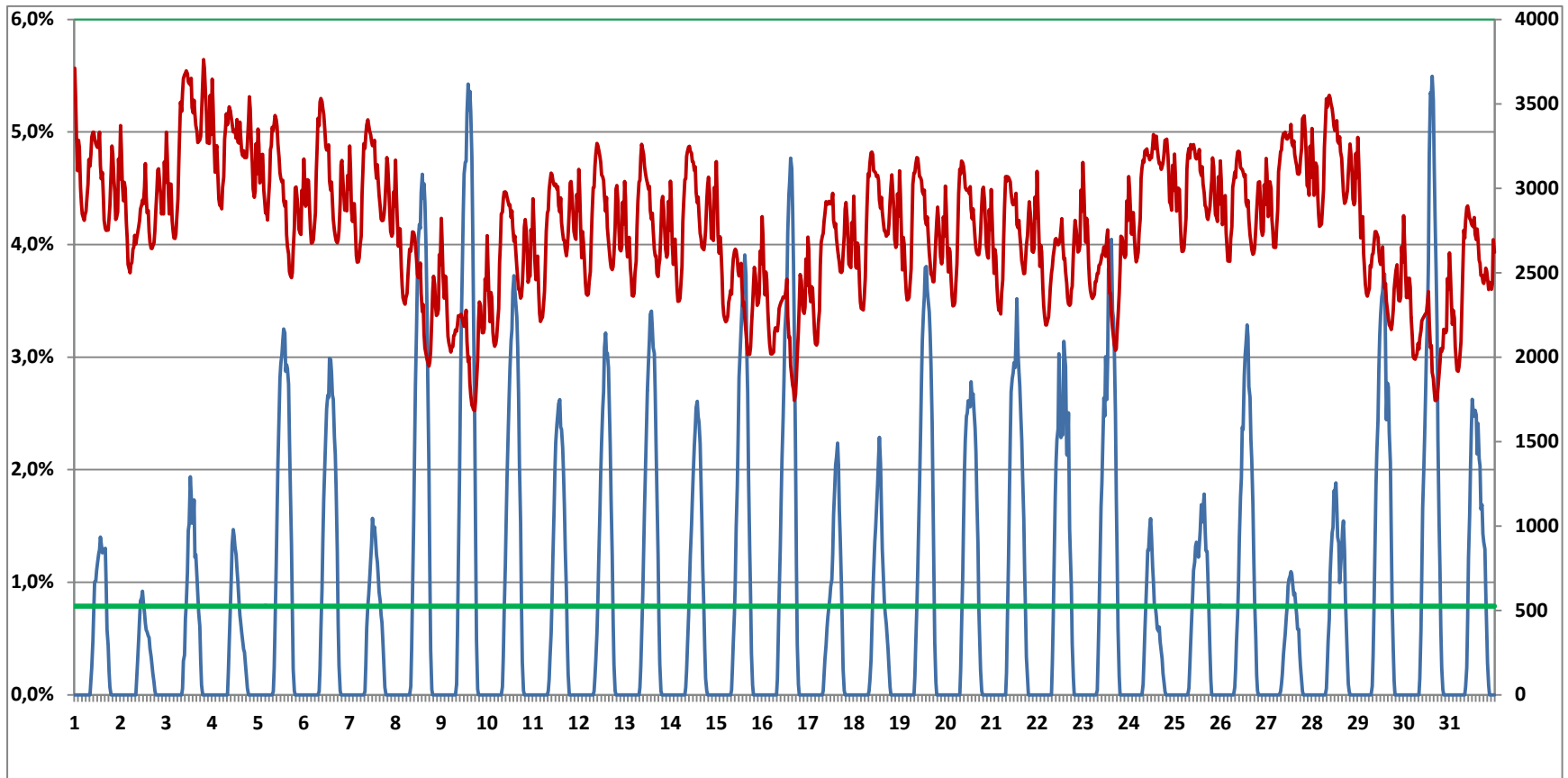




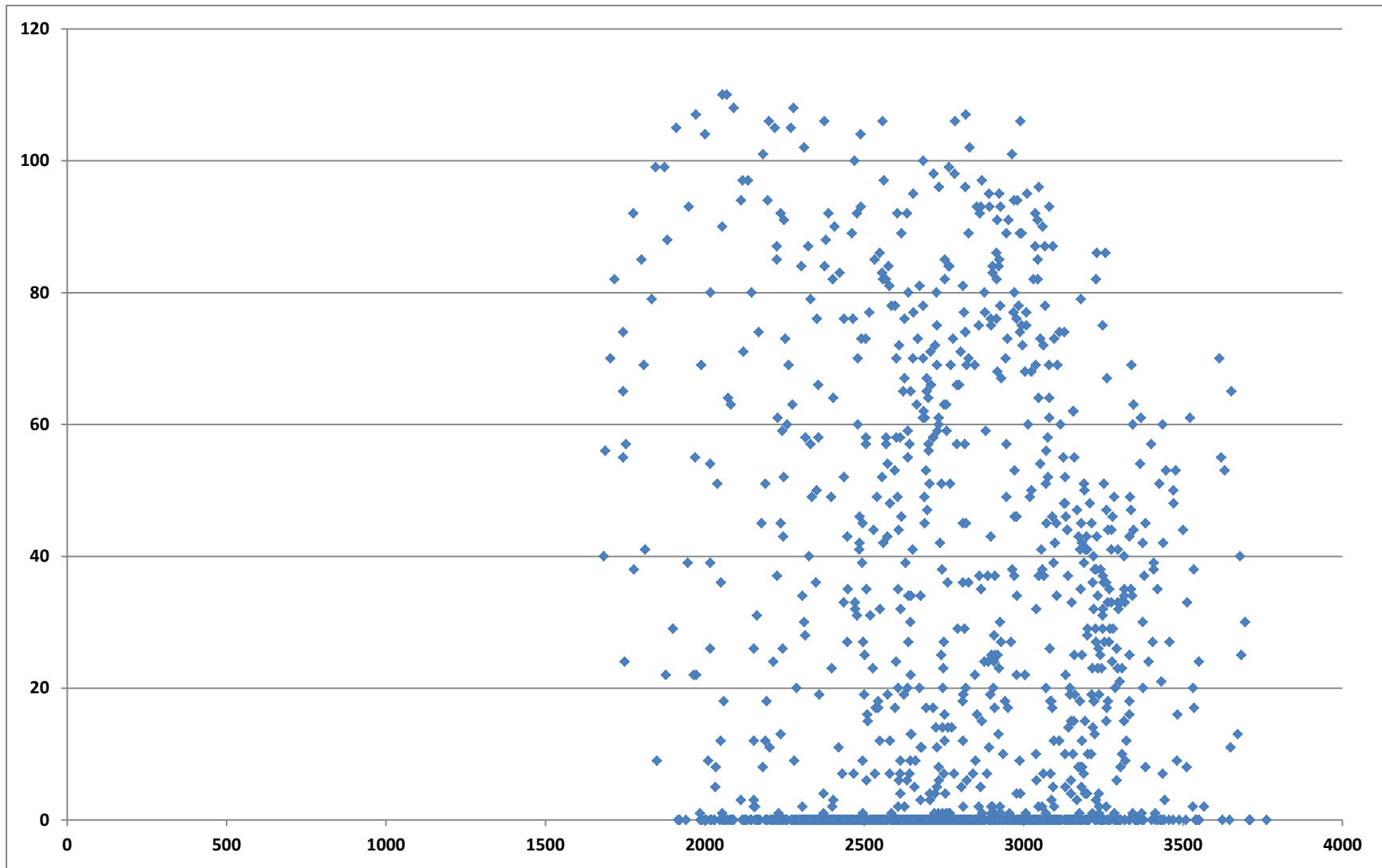
**Fig.8 Production photovoltaïque, Puissance (MW) Bretagne – Mars 2014.** En nous basant sur les dernières données des 30/09/2013 et 31/12/2013 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance solaire régionale installée à 151,5 MW (année 2013, 137,2 MW). La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 21,1 MW (année 2013, 14,5 MW) soit une efficacité moyenne de 13,9 % (année 2013, 10,5 %). Le maximum de production a été de 110 MW (année 2013, 102 MW) pour une efficacité 72,6 % (année 2013, 74,3 %) le Dimanche 30 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).



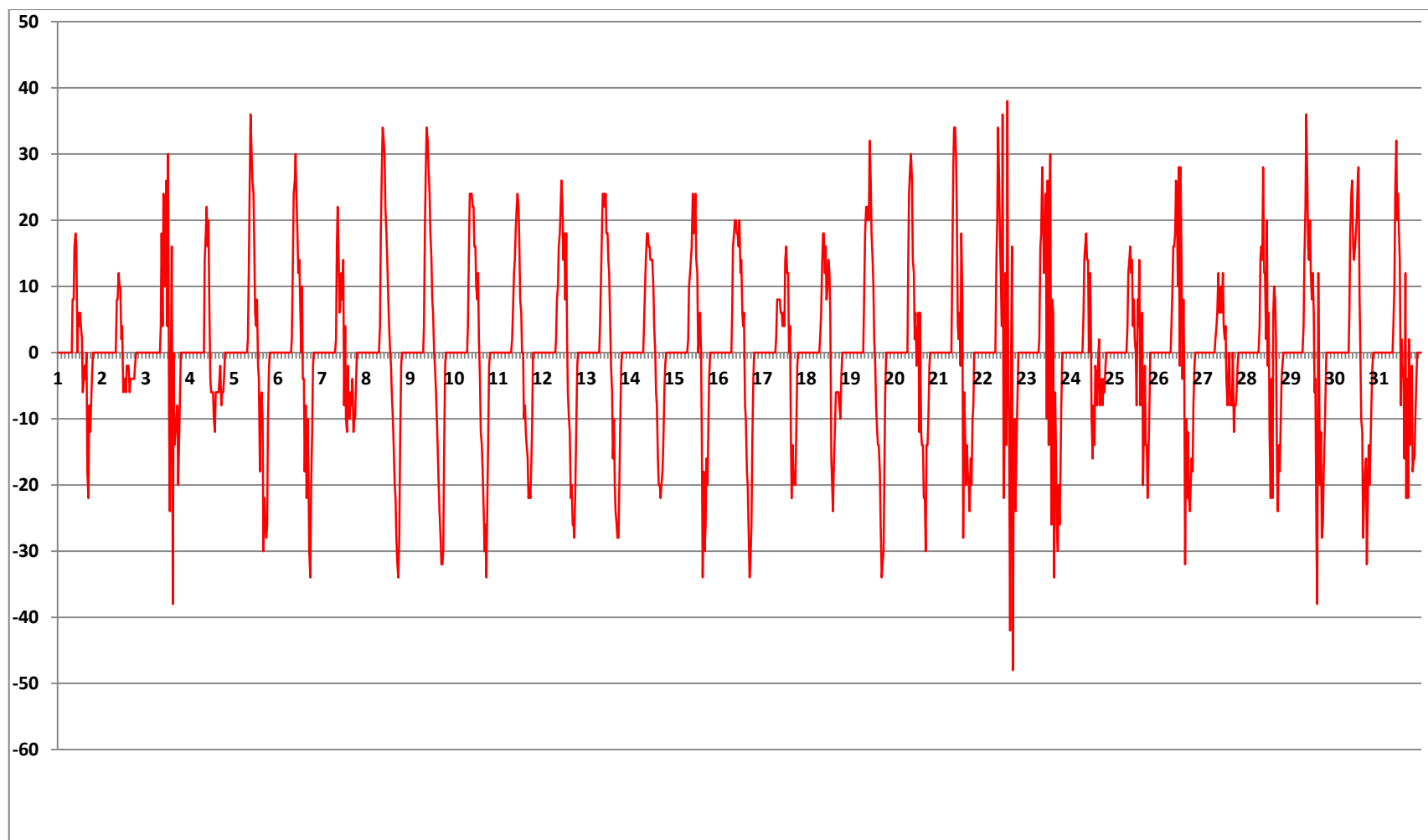
**Fig.9 Bretagne Mars 2014. Pourcentage du temps en fonction de la puissance solaire livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 151,5 MW). L'axe vertical a été tronqué à 50 %. La barre la plus à gauche s'élève en fait à 58,3 %. Cette distribution présente 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 13,9 % (année 2013, 10,54 %) avec une production qui le 30 du mois à 14h00 a atteint son maximum mensuel d'efficacité 72,6 % (année 2013, 74,3 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 9,2 % (année 2013, 3,97 %) du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 66,7 % (année 2013, 73,9 %) du temps.**



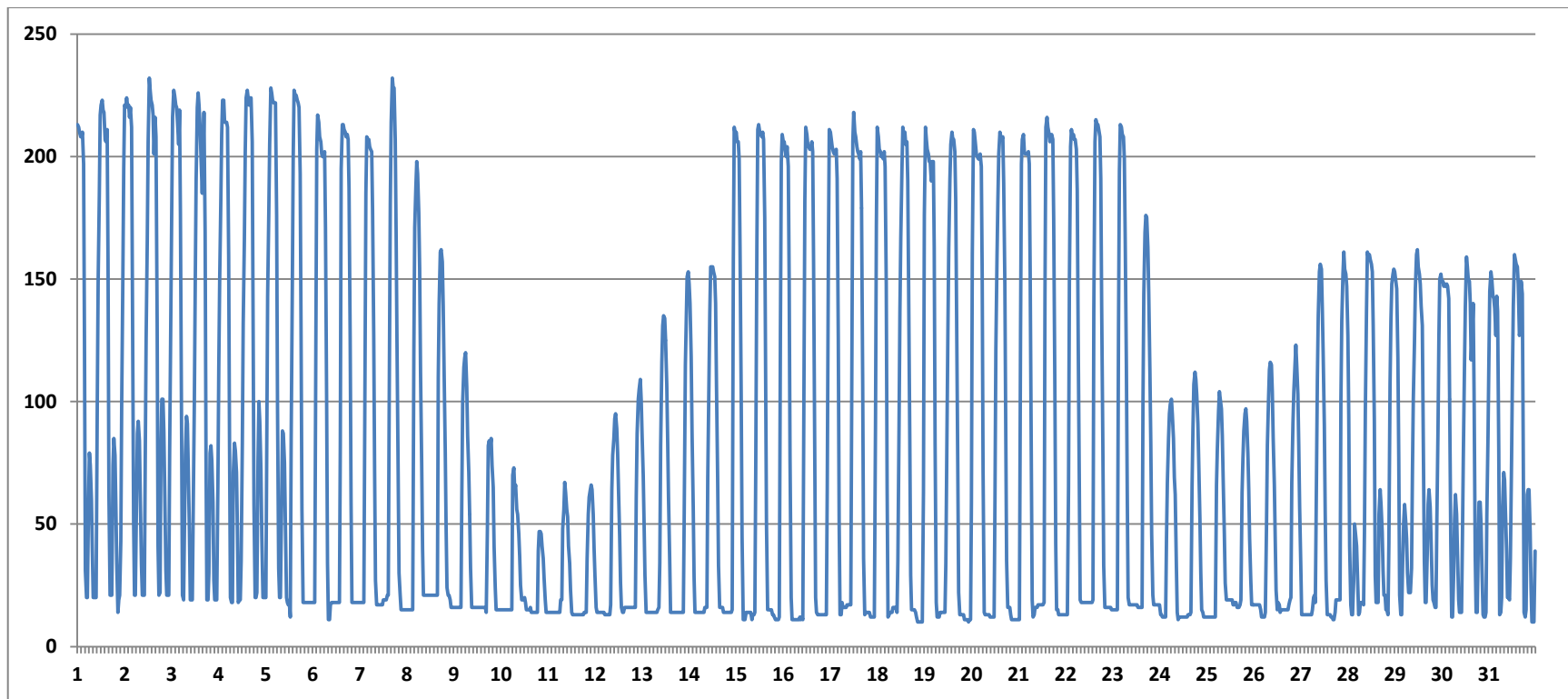
**Fig.10 Production photovoltaïque, Taux de couverture (%) Bretagne – Mars 2014.** La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) du photovoltaïque est de 0,8 % (année 2013, 0,45 %). Il atteint son maximum de 5,5 % (année 2013, 3,6 %) le 30 du mois à 15h quand le soleil est encore haut et que la consommation baisse. De façon générale, les meilleurs taux de couverture sont atteints les weekends lorsqu'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. La forte amélioration du taux de couverture mensuel par rapport à 2013 est imputable pour partie à une livraison d'énergie totale plus importante (15,7 GWh au lieu de 10,8 GWh) par un parc solaire dont la puissance a crû de 10 % et pour partie à la baisse de la consommation électrique (-16 %).



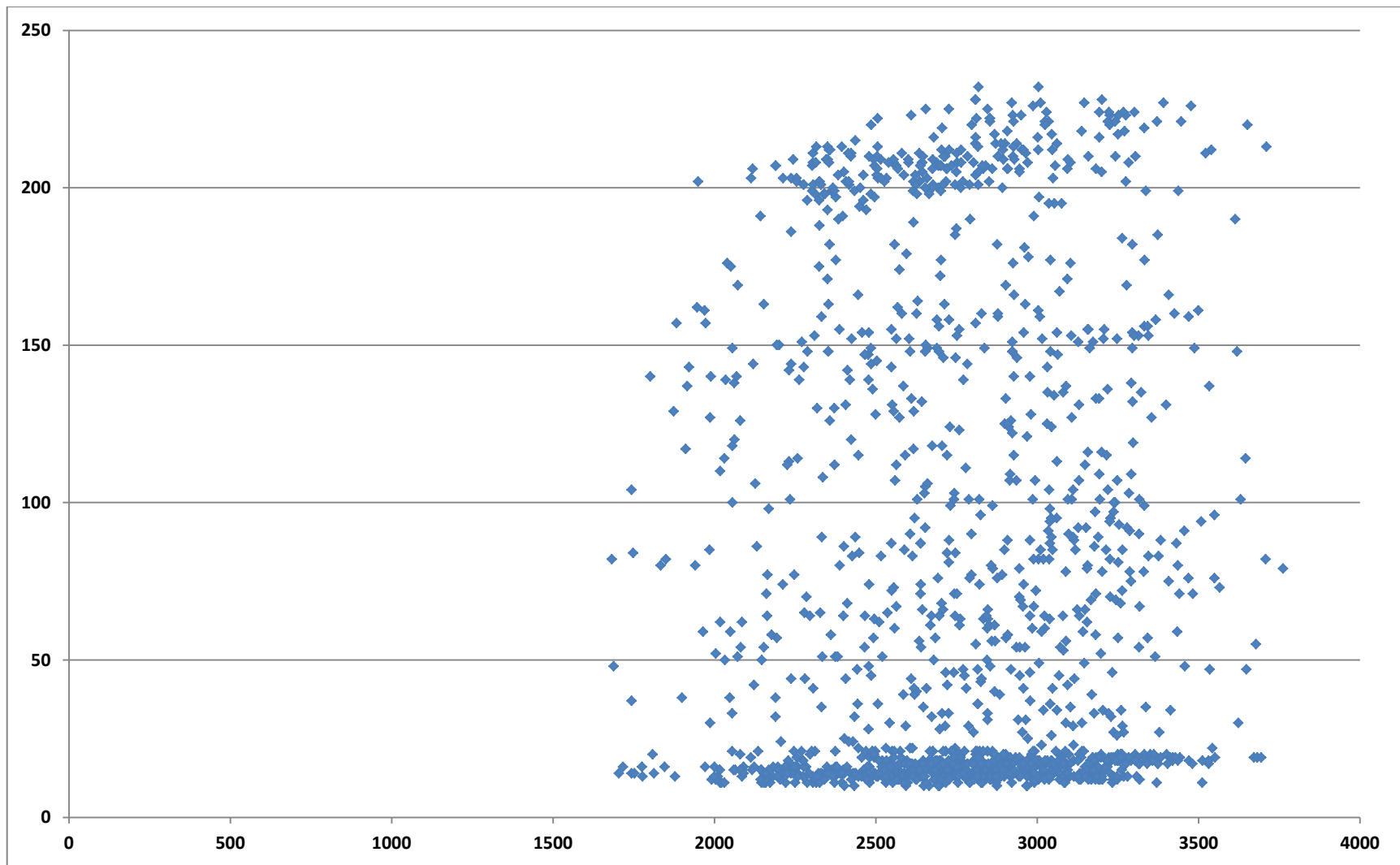
**Fig.11 Bretagne Mars 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance photovoltaïque livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.**



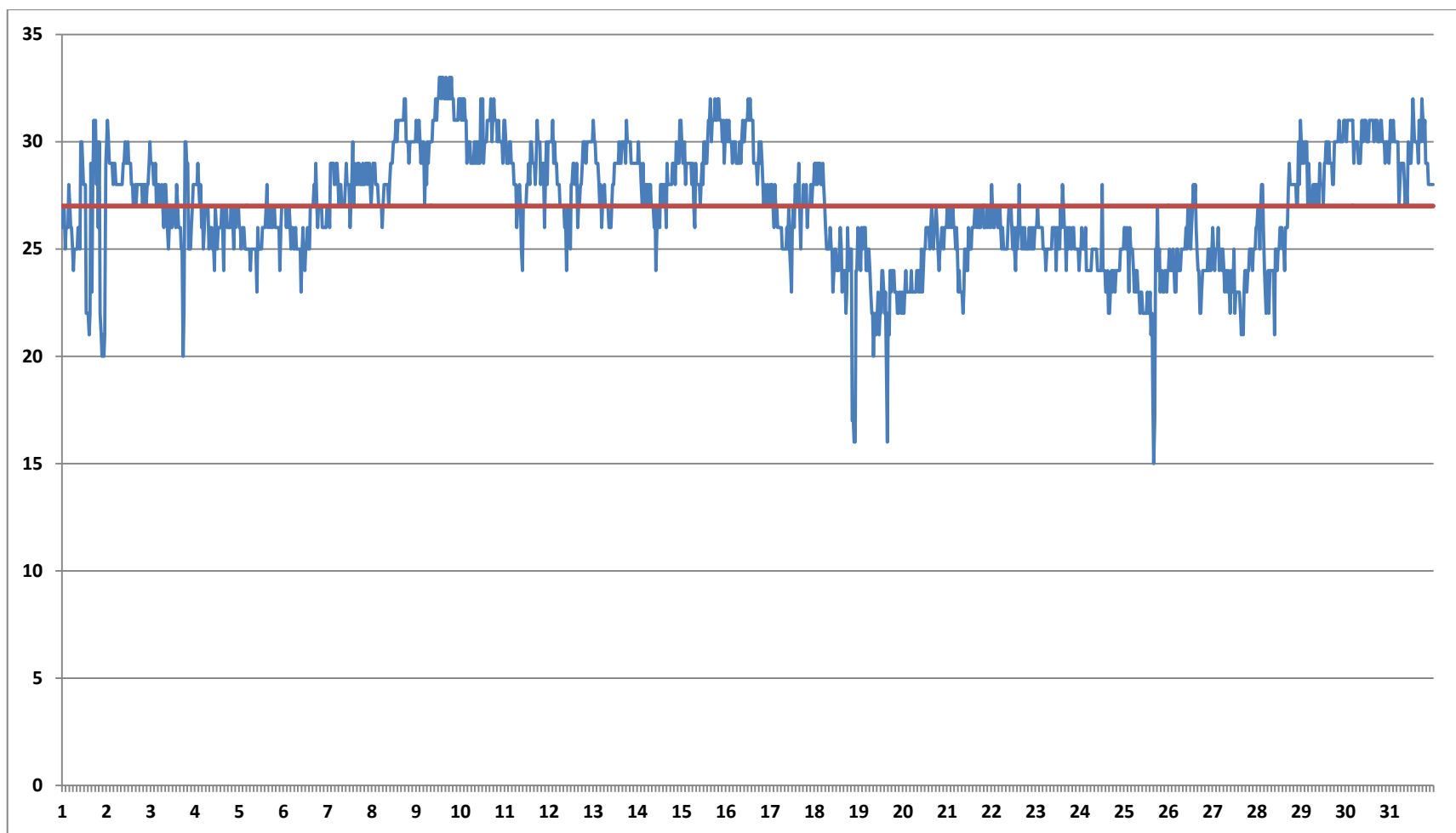
**Fig.12 Gradient de puissance solaire (MW/h) Bretagne – Mars 2014** Les gradients sont directement liés à la hauteur des pics de production solaire. Ils sont positifs le matin et négatifs l’après-midi. Leur amplitude est aussi en relation avec la hauteur du pic. Plus il y a de soleil, plus le parc photovoltaïque exerce de contraintes sur le réseau. Ainsi pour des pics de l’ordre de 100 MW en milieu de journée les gradients peuvent dépasser +/- 35MW/h (20 % de la puissance installée par heure). Surimposés 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 – Mars 2014.** L'hydraulique breton dominé par le 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 56,8 GWh (année 2013, 50 GWh), alors que le pompage (une consommation de courant restituée pour partie ultérieurement et comptabilisée dans le total « hydraulique ») n'a concerné que 3,7 GWh (année 2013, 3,7 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 début et fin de mois, correspondent à des périodes où il y a peu ou pas de stockage par pompage. On observe aussi, « sous » les oscillations de production du barrage de la Rance, un fond de 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 28 %.

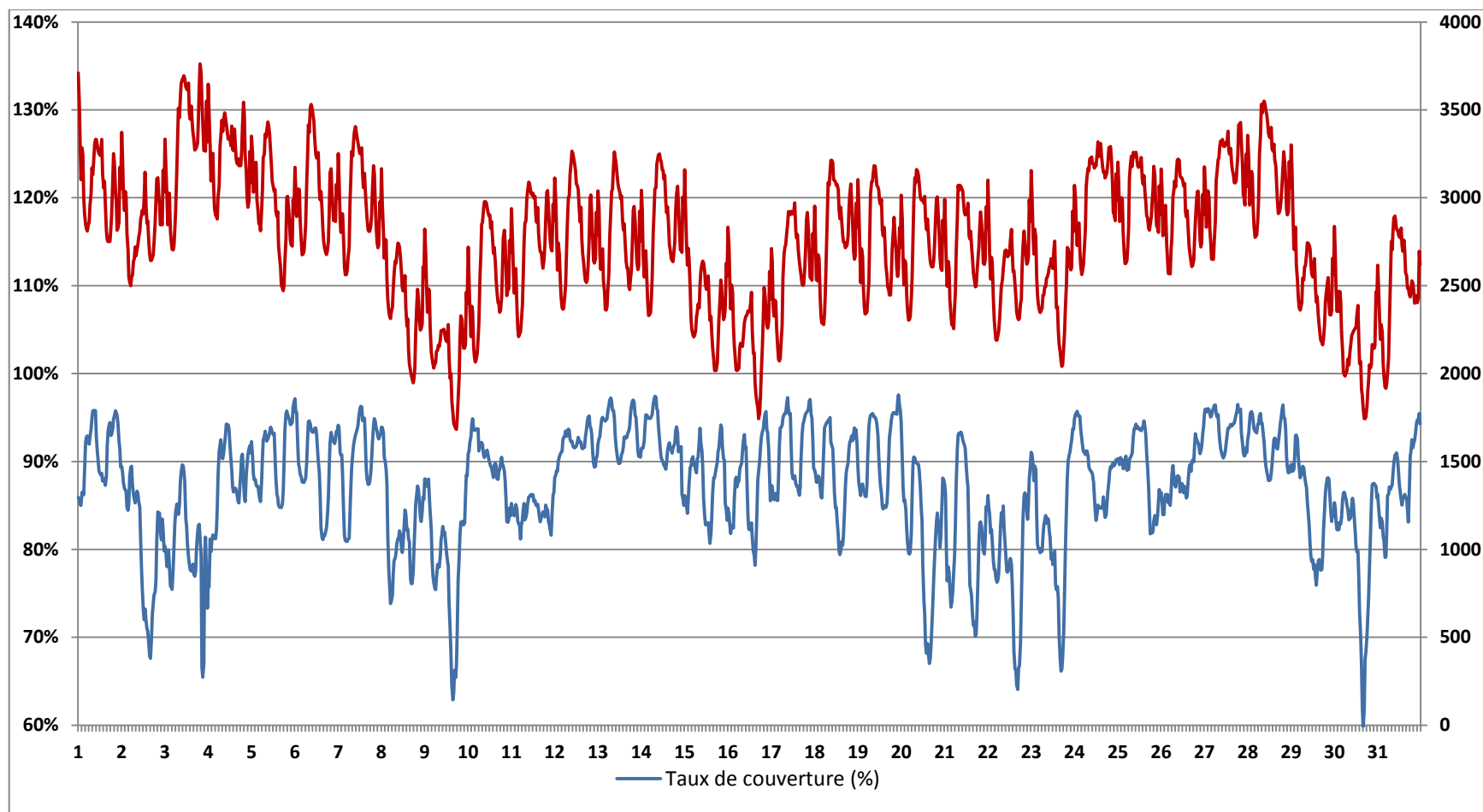


**Fig.14 Bretagne Mars 2014. Diagramme de corrélation entre la puissance hydraulique livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW).** Compte tenu de ce que sur une période de l'ordre du mois, il ne peut pas y avoir de corrélation entre les marées avec les besoins électriques de la société on n'observe encore aucune corrélation. L'hydraulique des marées est bien une énergie fatale.

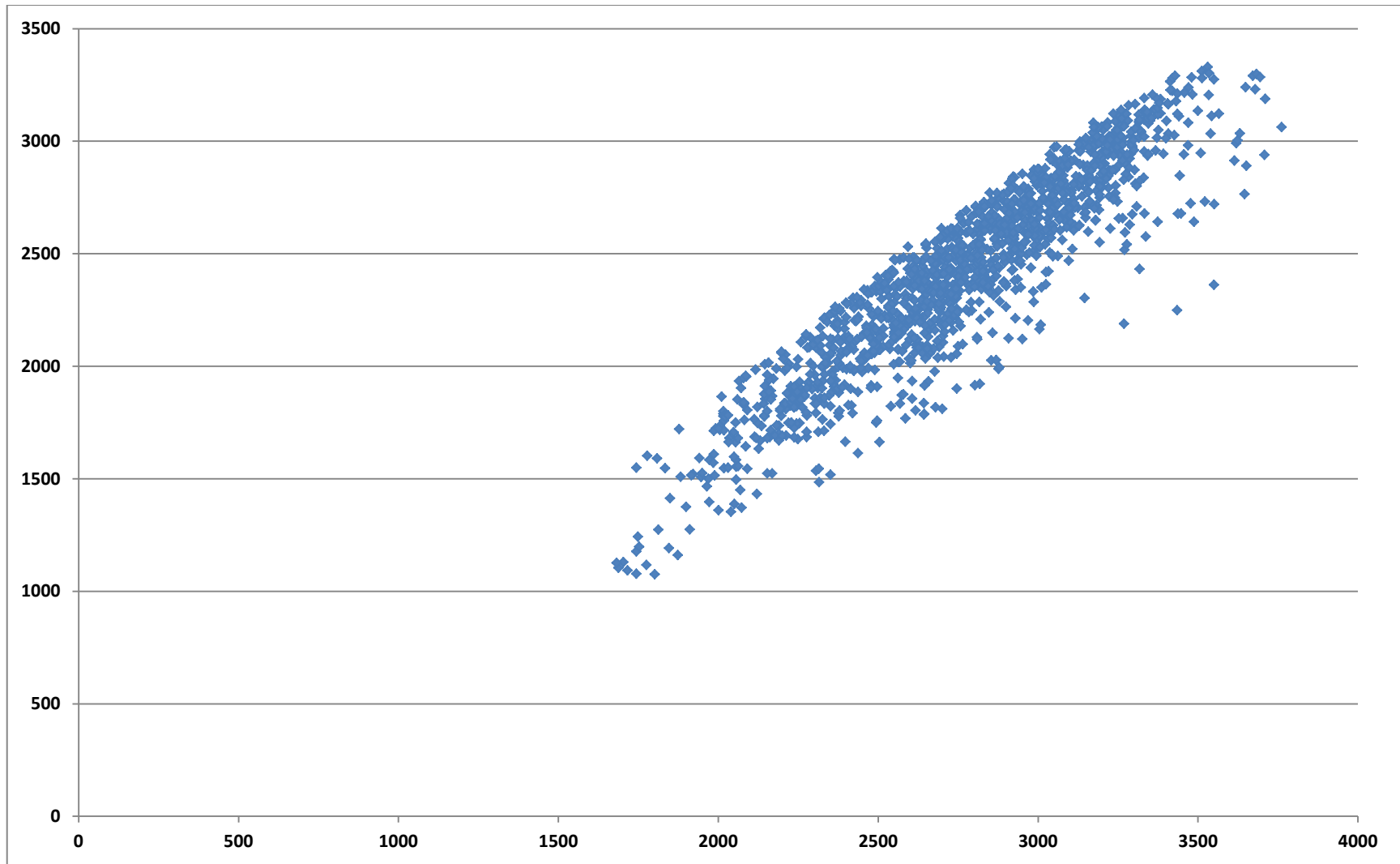


**Fig.15 Production ENR thermique, Puissance (MW) Bretagne – Mars 2014.** Cette production ayant pour origine la combustion de la biomasse et de déchets (puissance installée 36 MW, données ERdF) seule ou en cogénération fonctionne comme une énergie de base quasi-constante autour de sa valeur moyenne (20,1 MW - année 2013 18,5 MW). Sur ce mois, le taux de couverture moyen correspondant est de 1 % (année 2013, 0,58 %) (variant de 0,5 % à 1,9 %). Une contribution aussi faible ne peut bien sûr pas être utilisée pour la stabilisation du réseau.





**Fig.16 Importation électrique, Taux de couverture (%) Bretagne – Mars 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 87,1 % (année 2013, 90,2 % pour une consommation qui était supérieure de 16 %). A son maximum il atteint 97,6 % (année 2013, 97,5 %) le 19 du mois à 22h30. Au minimum, le taux de couverture d'importation est de 59,7 % (année 2013, 71,5 %). Il a lieu le Dimanche 30 à 16h00 au moment où, en ce jour de week-end, le taux de couverture éolien plus solaire s'approche de 30 % (Fig.4 et Fig. 10). De même le 3 lorsque les centrales à fioul produisent leurs pics de production (voir Fig.2) on observe une baisse des importations électriques.



**Fig.17 Bretagne Mars 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 87 % de la production importée d’au-delà des régions limitrophes, comme on pouvait s’y attendre, la corrélation est quasi-parfaite.