

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

**Novembre 2013**

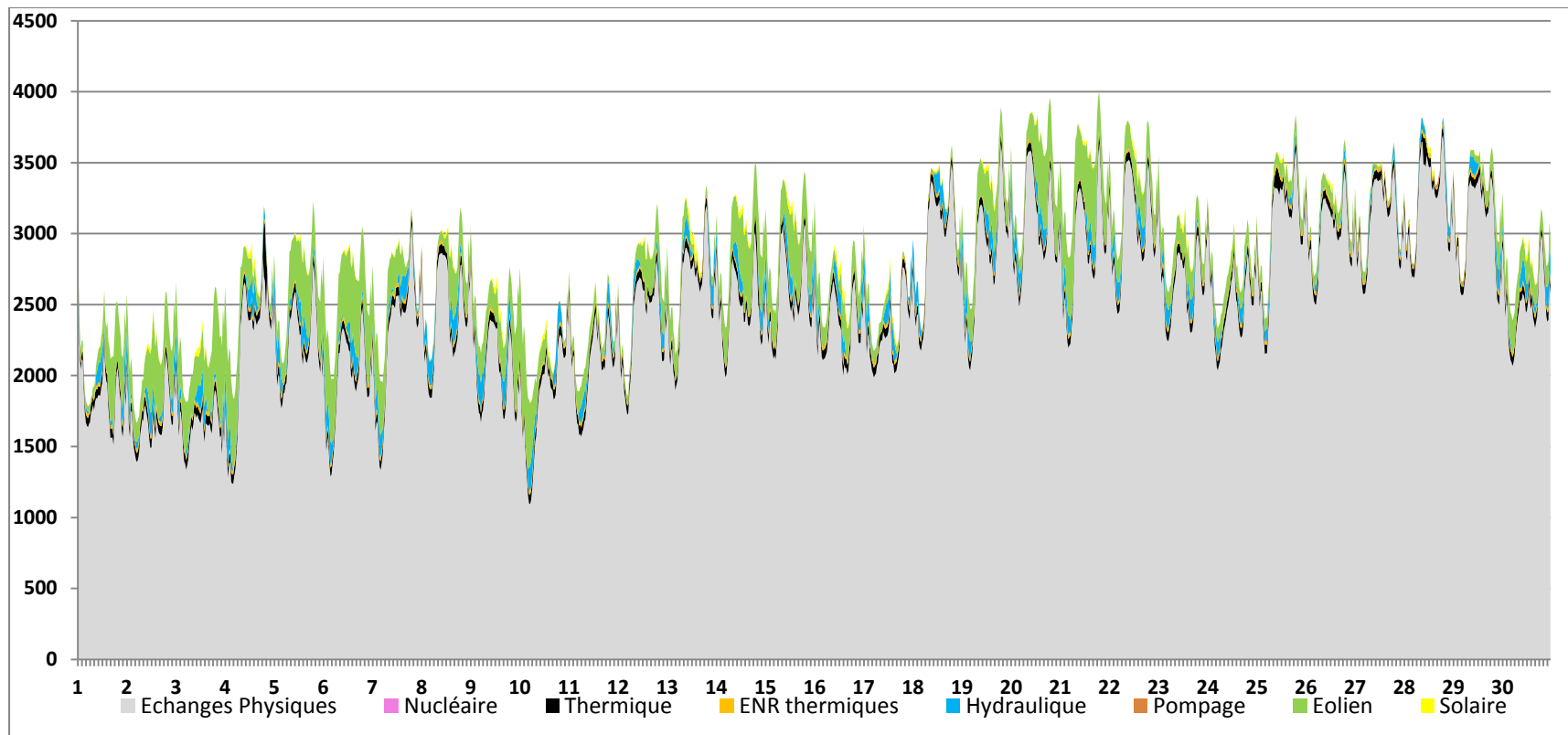
**H. Flocard & J.-P. Le Gorgeu  
Association « Sauvons le Climat »**

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

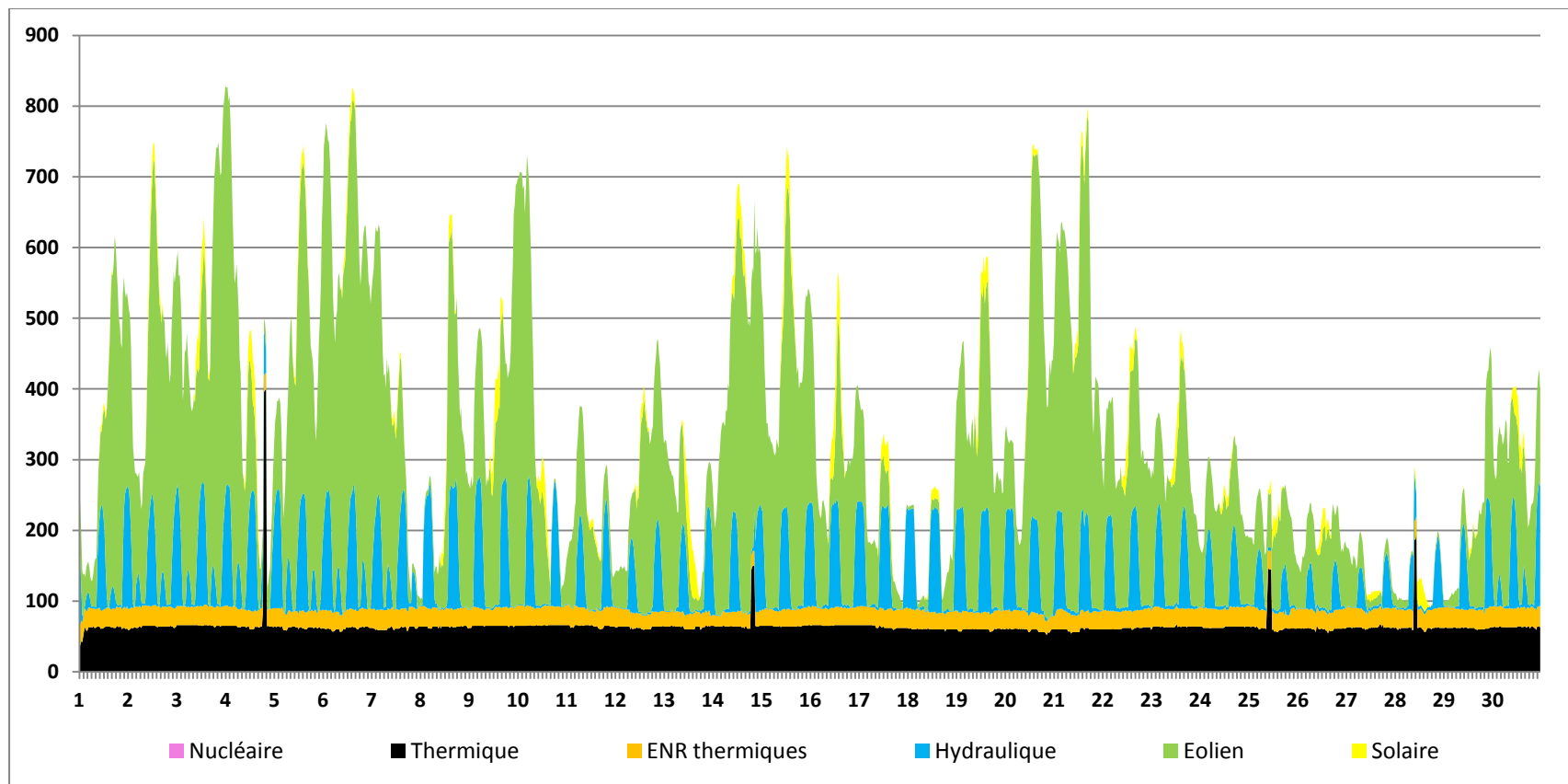
**données « eCO2mix/RTE », analyse « Sauvons le Climat » .**

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

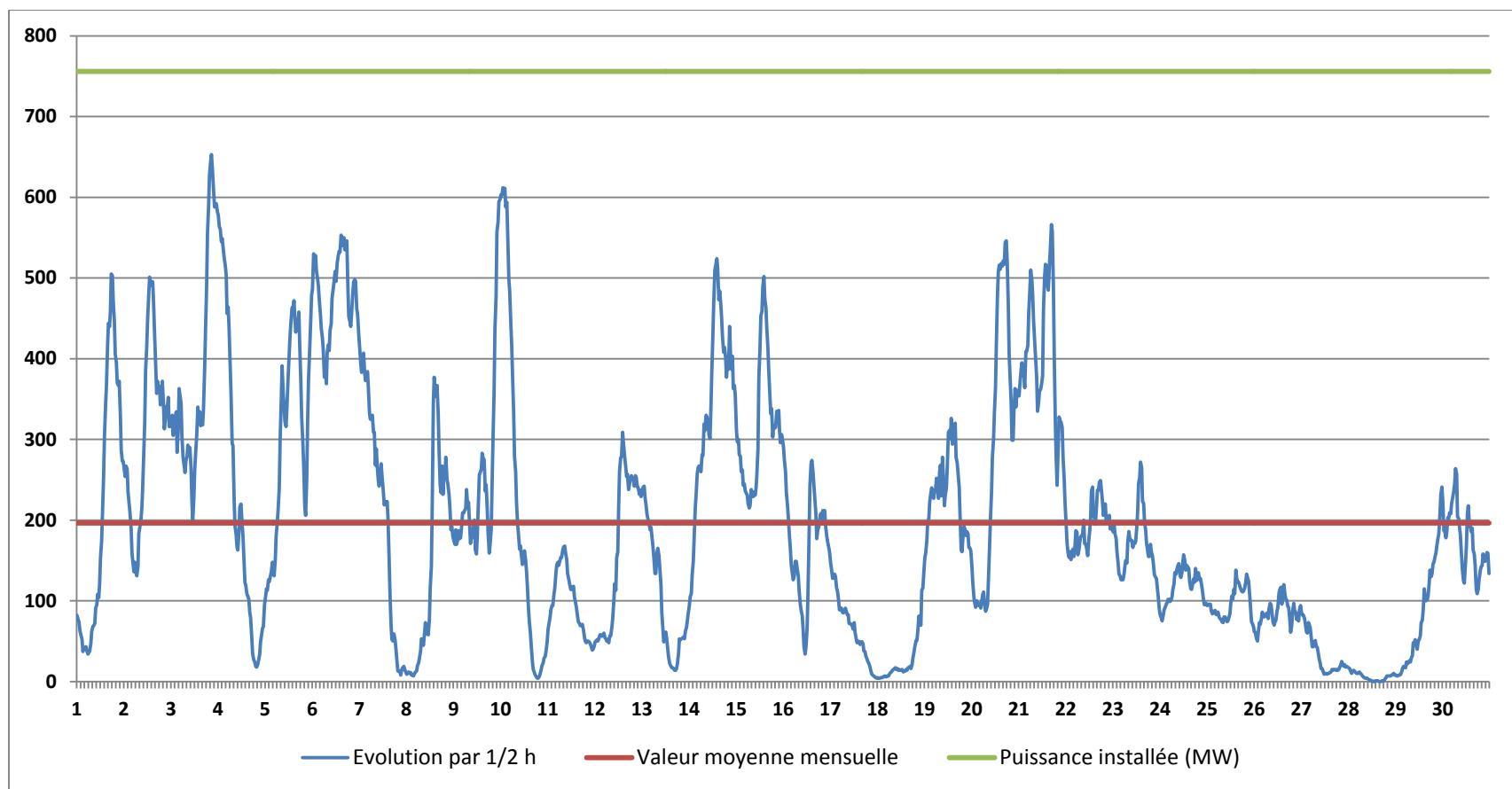
**<http://www.sauvonsleclimat.org/donneestechriqueshtml/analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-delectricite/35-fparticules/1177-analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-delectricite.html>**



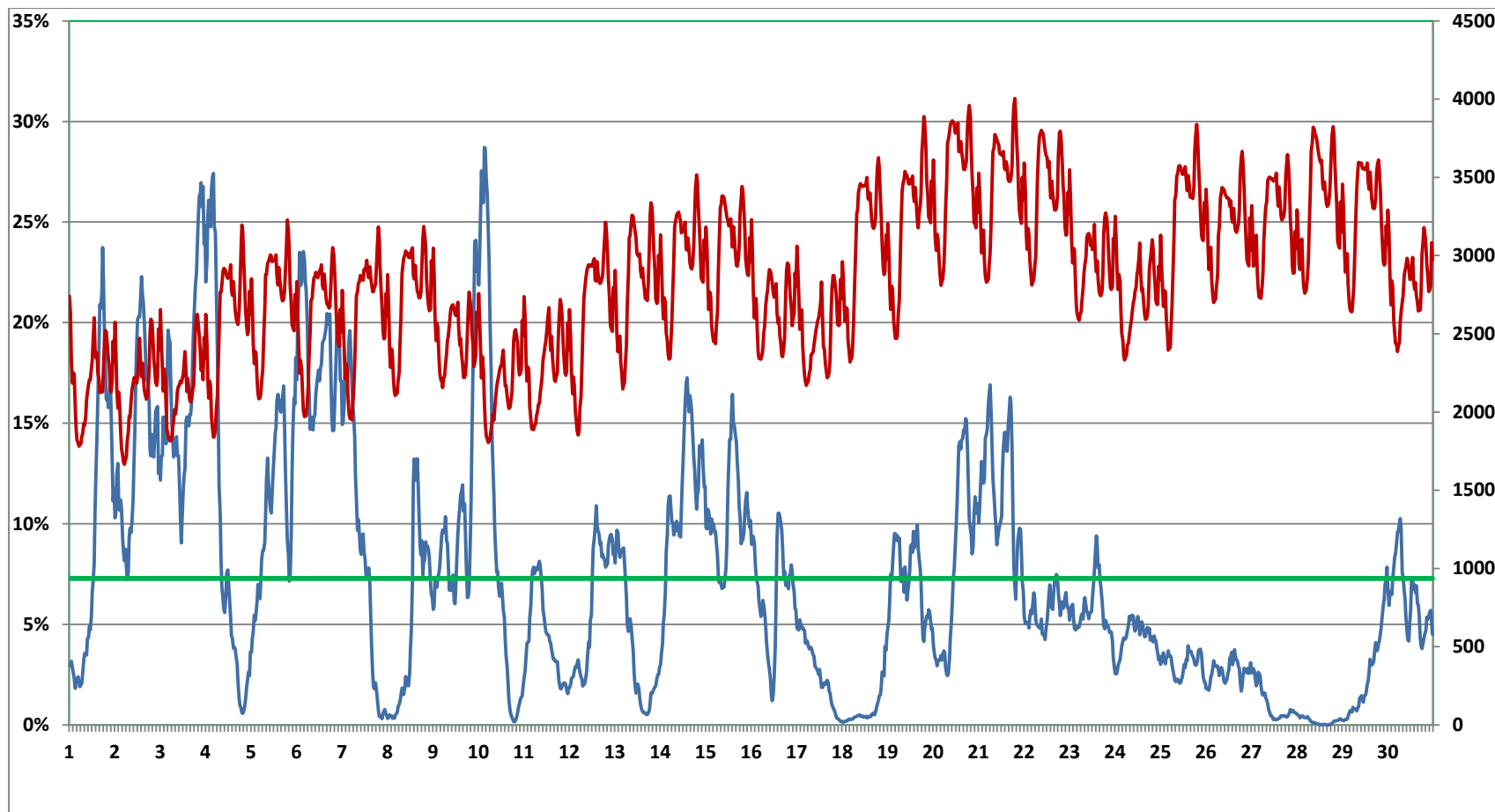
**Fig.1 Consommation – production Bretagne Novembre 2013 (MW).** La puissance consommée moyenne du mois a été de 2,83 GW (mois précédent 2,21 GW) entre un maximum de 4,0 GW (mois précédent 3,05 GW) le 21 du mois à 19h00 et un minimum de 1,67 (mois précédent 1,26 GW) le 2 du mois à 5h00. La consommation est couverte à 87,46 % (mois précédent 87,24 %) par des importations. En première approximation, celles-ci provenant, ce mois-ci exclusivement de Basse Normandie, on peut raisonnablement estimer que près des 9/10 de l'électricité consommée en Bretagne est indirectement d'origine nucléaire. 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 les deux premiers tiers du mois. On note que la région Pays-de-Loire a elle aussi importé sans cesse du courant. Toutefois, les données eCO2mix ne fournissant que le bilan des échanges [=import-export] 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 d'ailleurs la Basse-Normandie – vers la Bretagne.



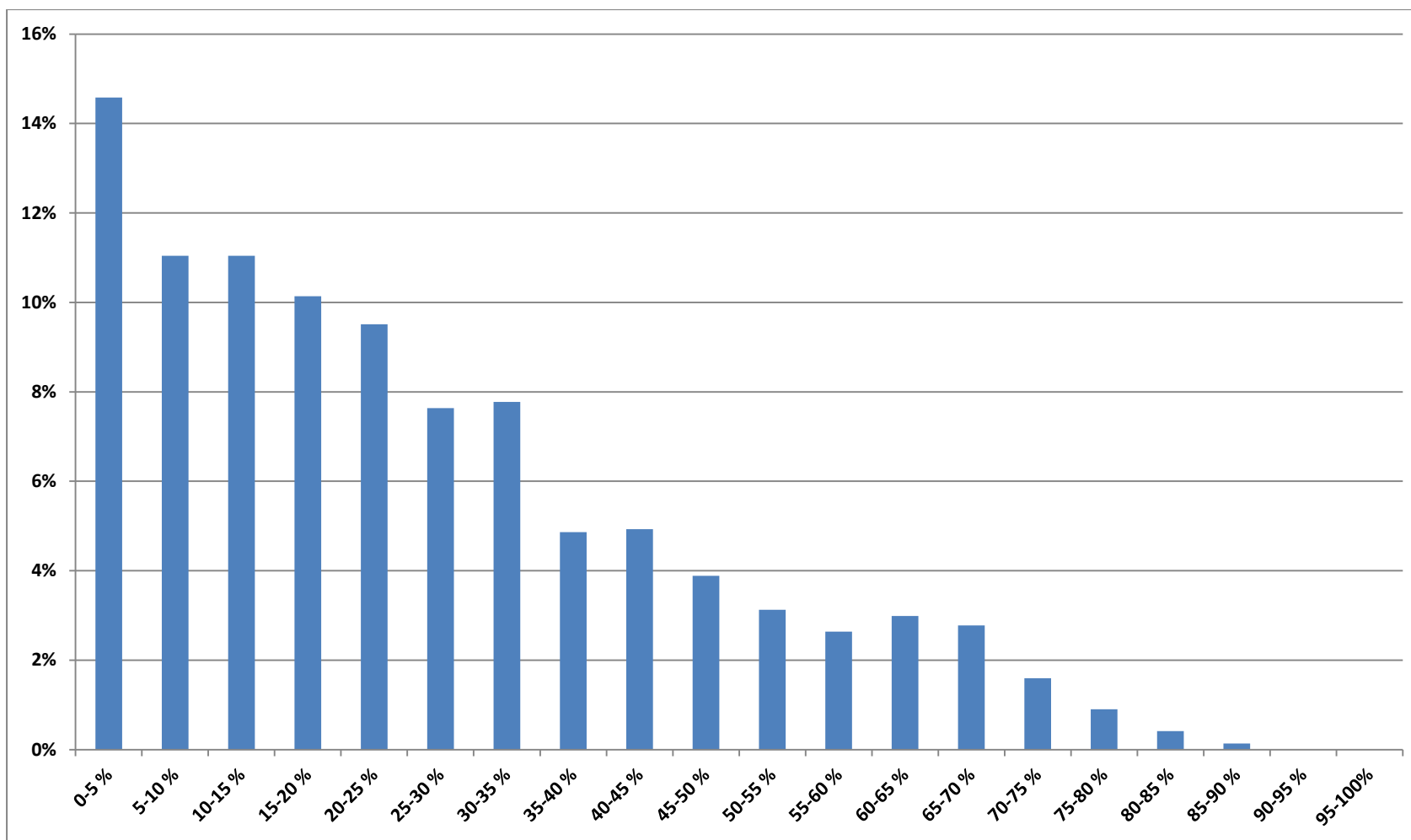
**Fig.2 Production électrique de la Bretagne Novembre 2013 (MW).** Ce mois-ci, l'ensemble de ces productions compte environ 12,5 % de la consommation locale. En GWh la production totale a été de 141,3 (mois précédent 136,1) pour l'éolien, 37,4 (mois précédent 39,5) pour l'hydraulique, 18,4 (mois précédent 18,7) pour les ENR thermiques et de 5,2 (mois précédent 10,3) pour le solaire (consommation totale 2037,6 GWh – mois précédent 1648,5 GWh). A l'exception des ENR Thermiques dont la production est quasi-constante et de la faible contribution thermique (46,1 GWh – mois précédent 4,3 GWh), les autres énergies, toutes fatales, fluctuent sans corrélation avec les besoins en électricité de la région. On note un démarrage de l'énergie thermique. Il s'explique par l'attrait financier de subventions spécifiques accordées à la cogénération en période hivernale (Novembre à Mars). A l'exception de quelques pics (dont 1 le 4 Novembre d'amplitude proche de 350 MW !) le thermique (comme l'ENR thermique) fonctionne en base sans participer à la gestion de régulation du réseau.



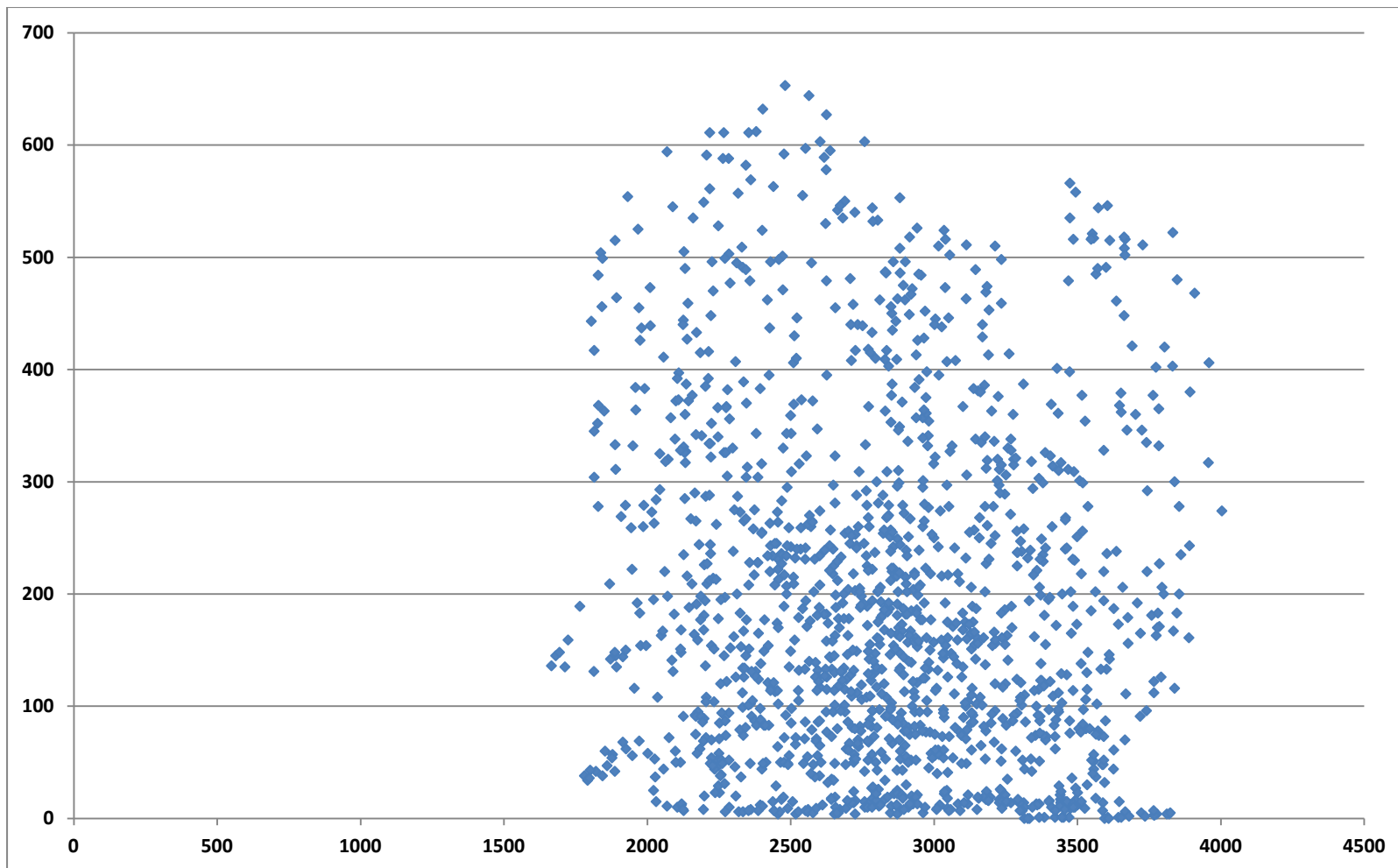
**Fig.3 Production éolienne, Puissance (MW) Bretagne – Novembre 2013.** En nous basant sur les données des 30/06 et 30/09 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance éolienne régionale installée à 756 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 196,3 MW (mois précédent 182,9) soit une efficacité moyenne de 26,0 % (mois précédent 24,2 %). Le maximum de production a été de 653 MW (mois précédent 620 MW) pour une efficacité 86 % (mois précédent 82 %) le 3 du mois à 20h30. Plusieurs fois dans le mois, la production a été quasi-nulle et absolument nulle le 28 du mois. On notera que ce creux de production correspond précisément à la période anticyclonique froide et de fortes consommations qui peuvent dépasser les 3,5 GW.



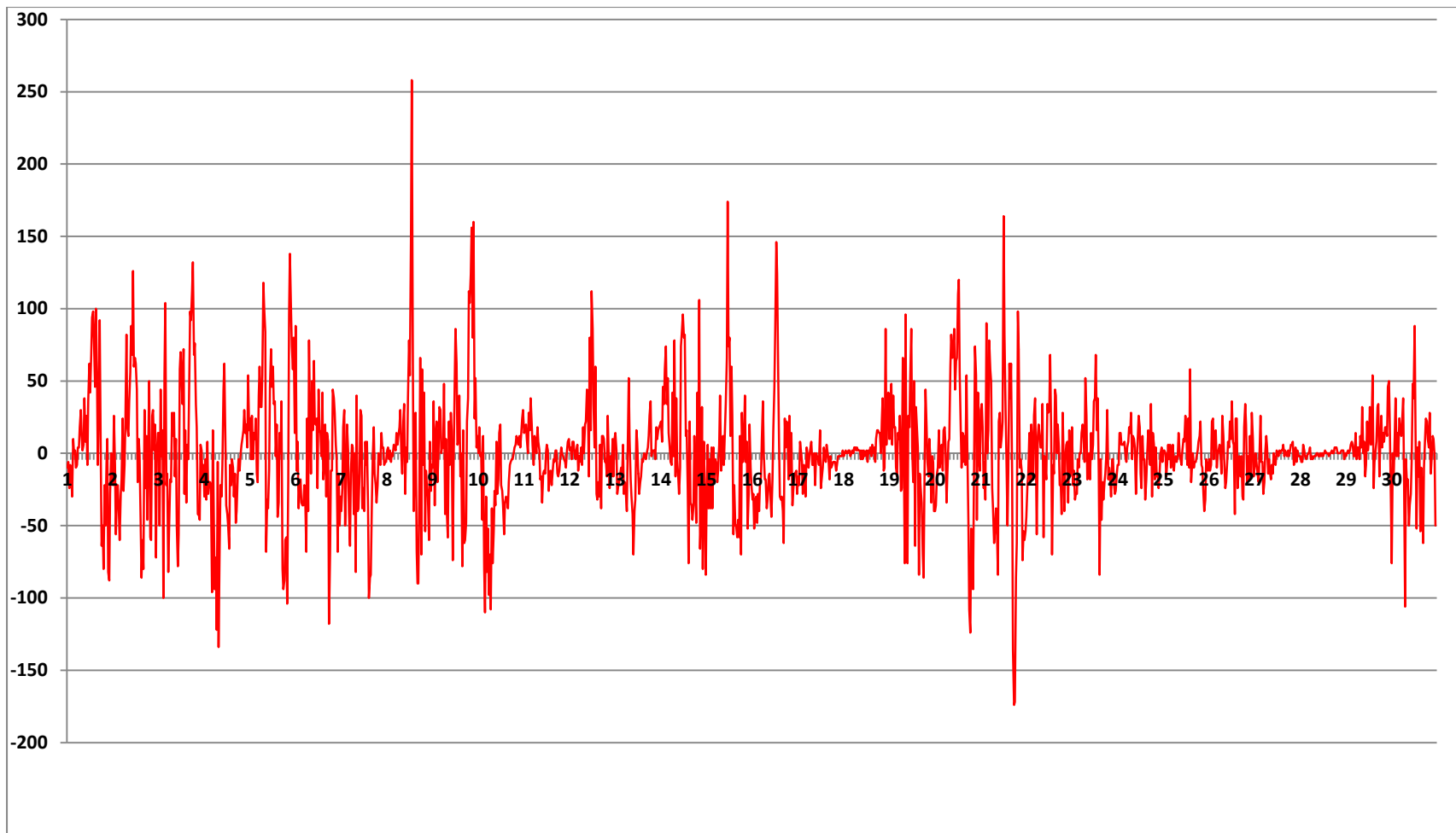
**Fig.4 Production éolienne, Taux de couverture (%) Bretagne – Novembre 2013.** La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) de l'éolien est de 7,3 % (mois précédent 8,5 %). Il atteint son maximum de 28,7 % (mois précédent 34,3 %) le 10 du mois à 3h00 du matin (une nuit 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 28 du mois à 12h30 (un jour ouvré).



**Fig.5 Bretagne Novembre 2013. Pourcentage du temps en fonction de la puissance éolienne livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 756 MW).** Cette distribution présente une forme « conventionnelle » pour une zone géographique de petite dimension au regard des zones météo (pas ou peu de foisonnement). Le mois a été plutôt productif (efficacité moyenne 26 % - mois précédent 24,2 %) avec un fort pic de production (le 3 du mois quand l'efficacité a atteint 86,4 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 14,6 % (mois précédent 14 %) du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 36,4 % (mois précédent 43,4 %) du temps.

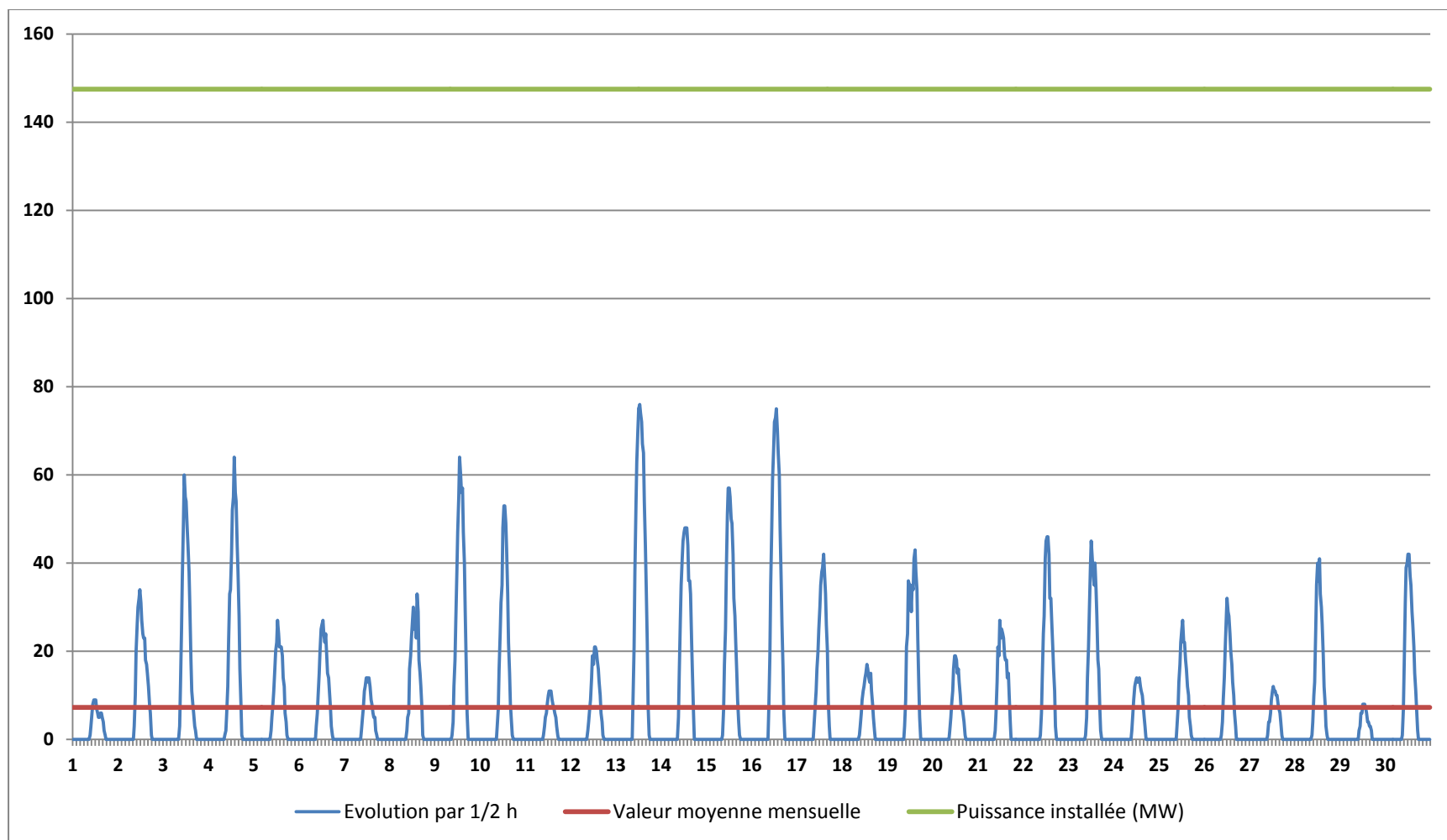


**Fig.6 Bretagne Novembre 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance éolienne livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW).** On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale. Au contraire, une structure d'anti-corrélation hivernale typique commence à apparaître. Les plus fortes productions éoliennes associées à l'arrivée de dépressions atlantiques plutôt tièdes correspondent à de faibles consommations tandis que les anticyclones froids (fin du mois par exemple) conduisant à de fortes consommations correspondent à des creux de production éolienne.

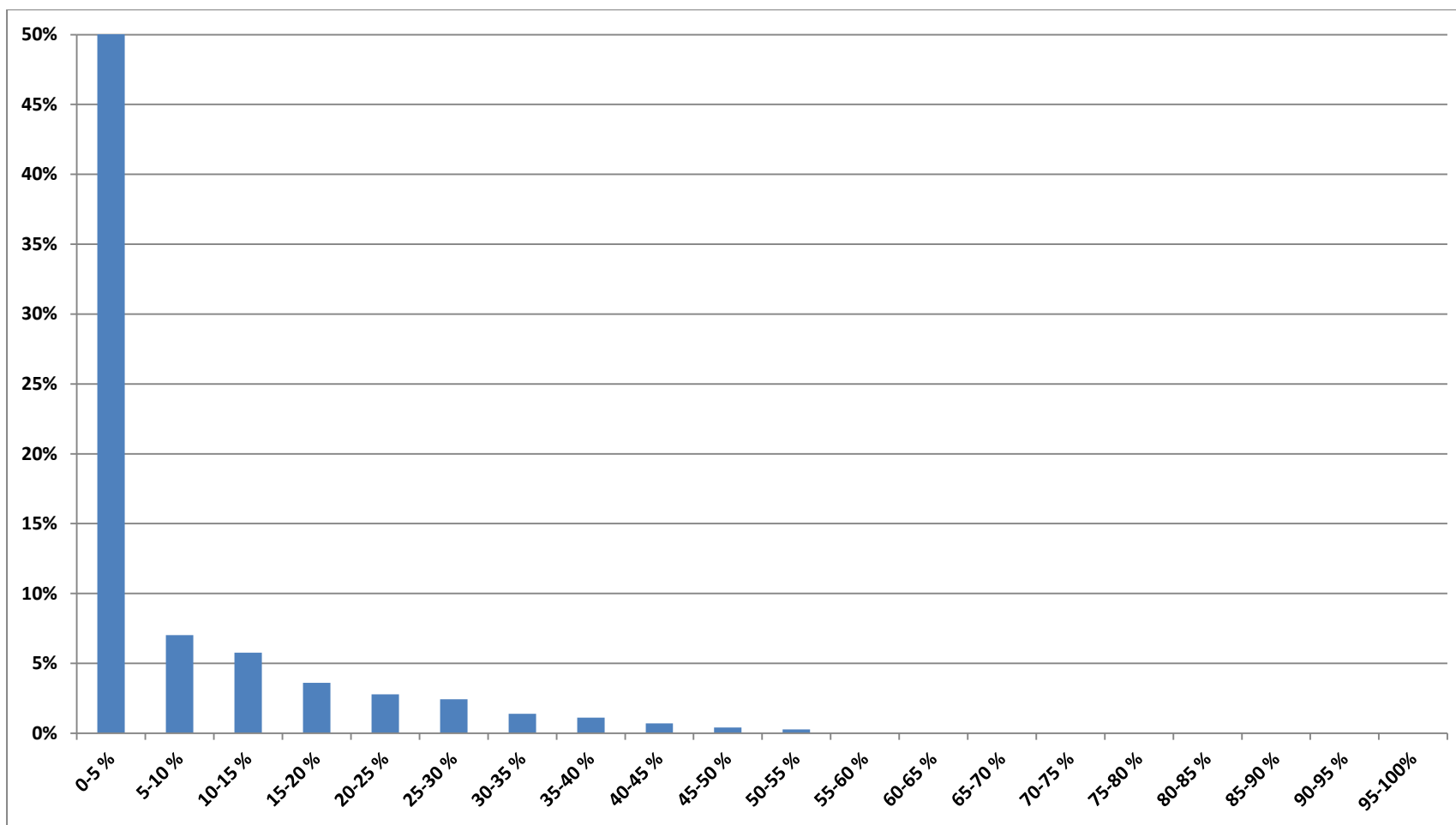


**Fig.7 Gradient de puissance éolienne (MW/h) Bretagne – Novembre 2013.** En ce mois venté sur ses deux premiers tiers, la forte production sur la période n'a pas été régulière, Le réseau (en fait l'importation de puissance nucléaire depuis la Basse-Normandie) a dû gérer des gradients de puissance dépassant 150 MW/h aussi bien en positif qu'en négatif.

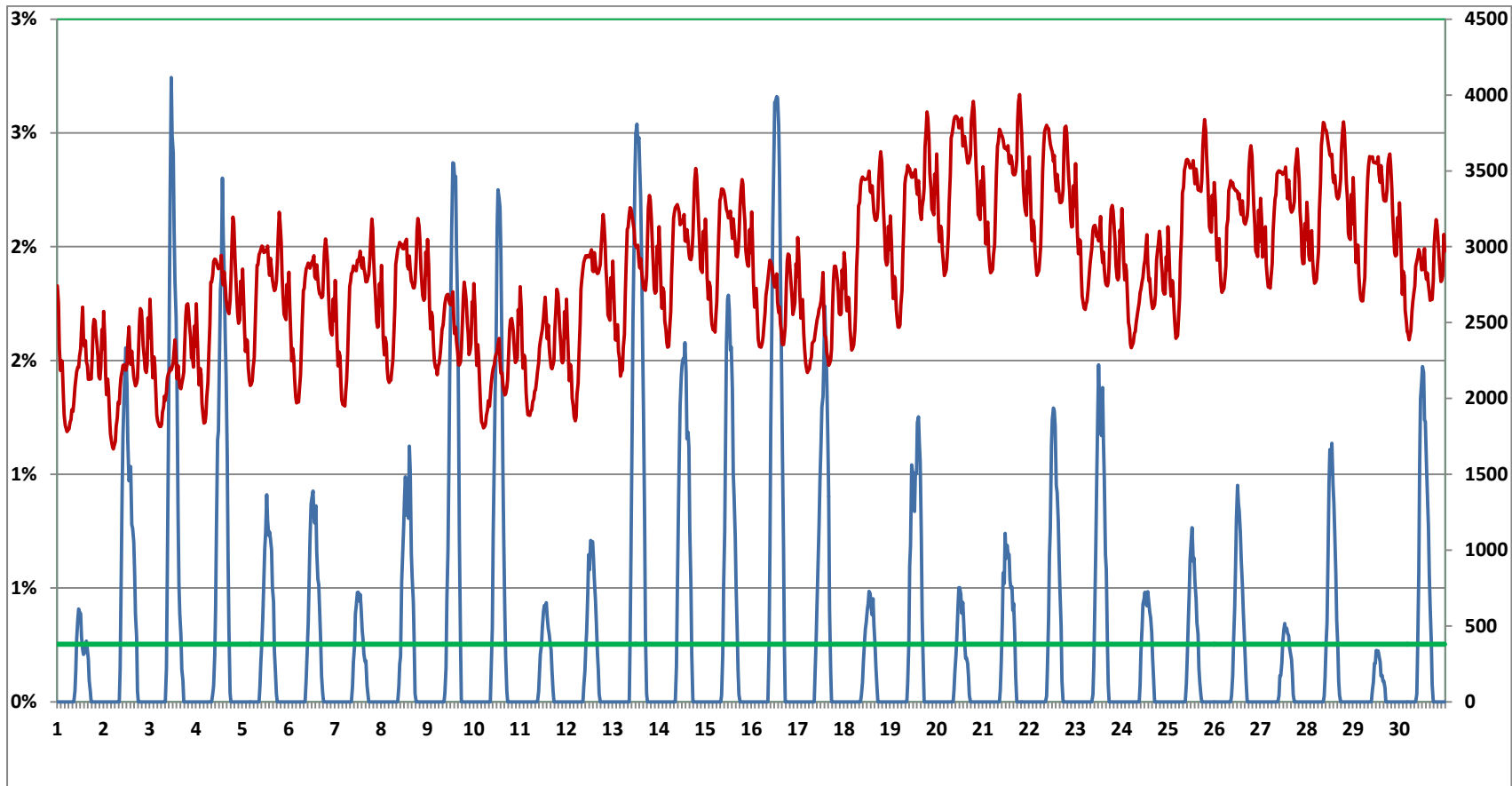




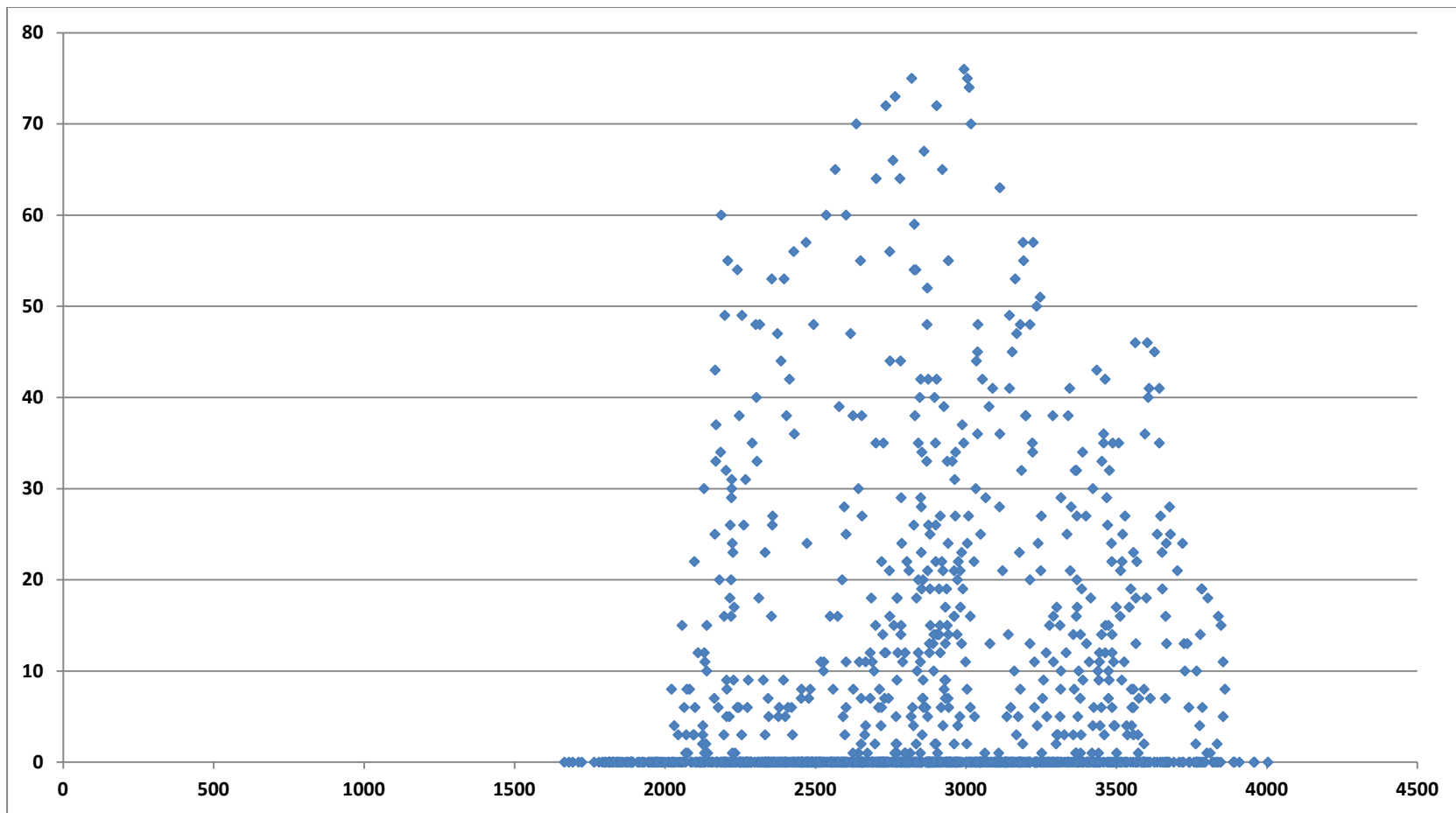
**Fig.8 Production photovoltaïque, Puissance (MW) Bretagne – Novembre 2013.** En nous basant sur les données des 30/06 et 30/09 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance solaire régionale installée à 147,5 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 7,3 MW (mois précédent 13,8 MW) soit une efficacité moyenne de 4,9 % (mois précédent 9,4 %). Le maximum de production a été de 76 MW (mois précédent 86 MW) pour une efficacité 51,5 % (mois précédent 58,7 %) le 13 du mois à 12h30. 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).



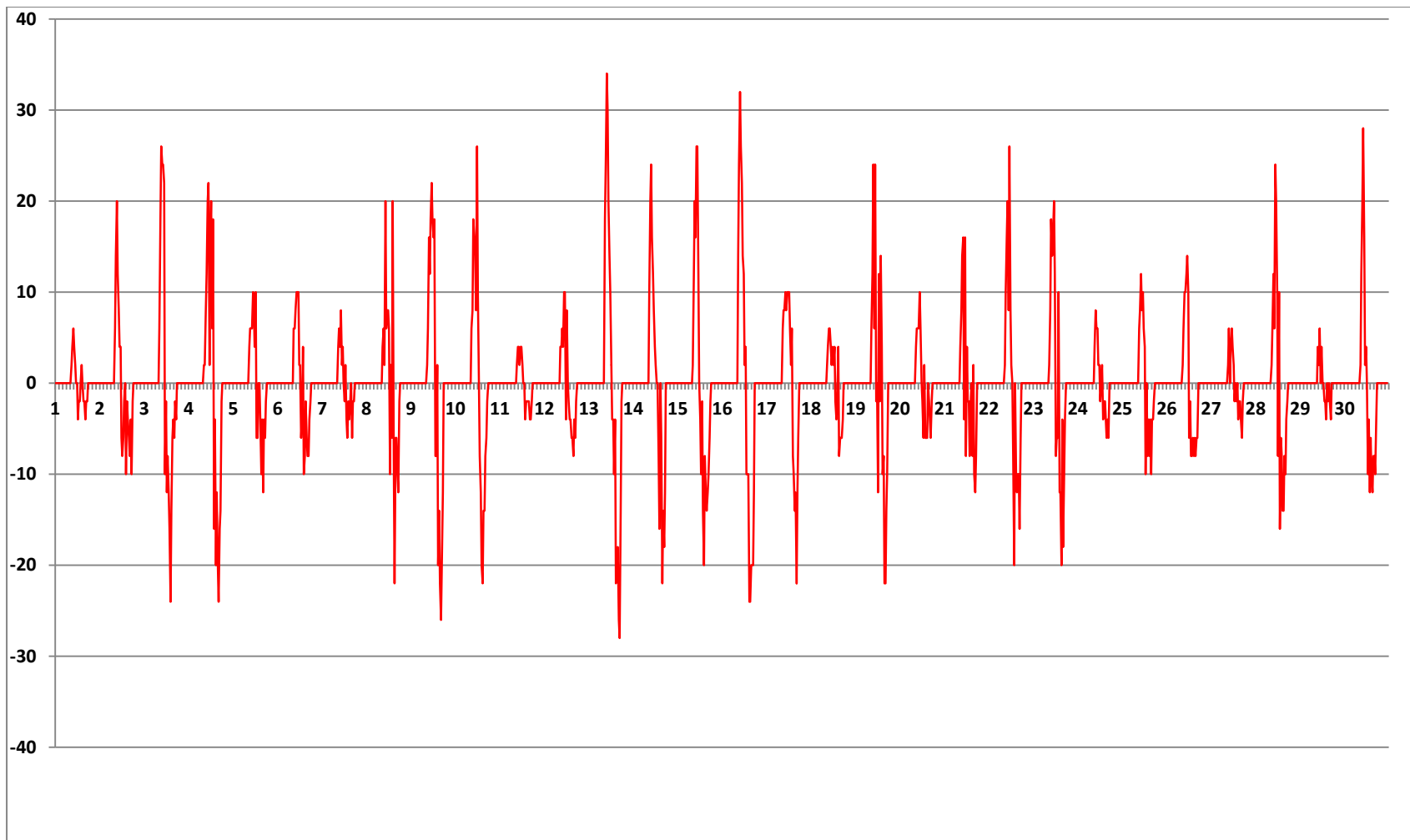
**Fig.9 Bretagne Novembre 2013. Pourcentage du temps en fonction de la puissance solaire livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 147,5 MW).** L'axe vertical a été tronqué à 50 %. La barre la plus à gauche s'élève en fait à 74,5 %. Cette distribution 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 productivité du mois est en baisse avec une efficacité moyenne de 4,9 % (mois précédent 9,4 %) avec une production qui le 13 du mois à 12h30 a atteint son maximum mensuel d'efficacité 51,5 % (mois précédent 58,7 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 0,3 % (mois précédent 1,5 %) du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 87,2 % du temps.



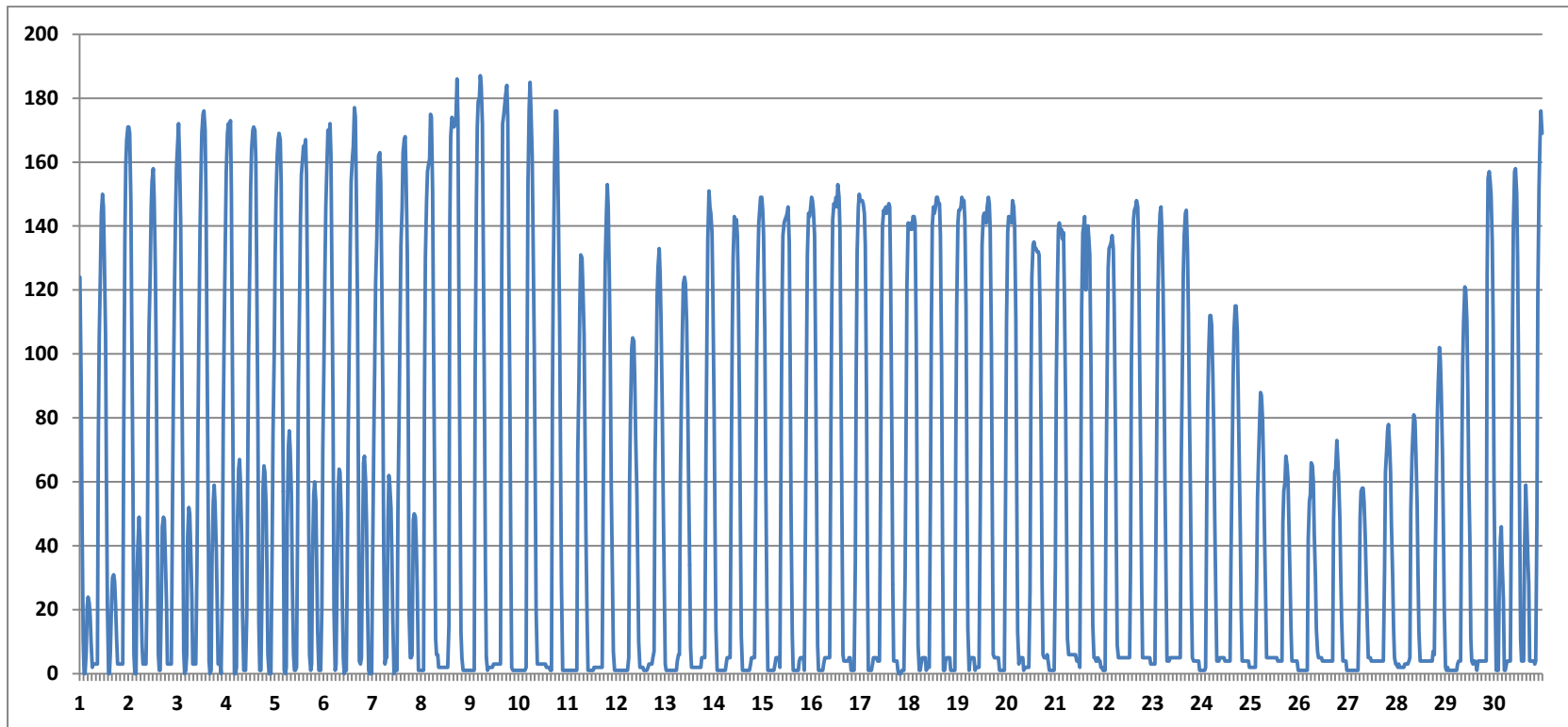
**Fig.10 Production photovoltaïque, Taux de couverture (%) Bretagne – Novembre 2013.** La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) du photovoltaïque est de 0,25 % (mois précédent 0,6 %). Il atteint son maximum de 2,7 % (mois précédent 4,6 %) le 3 du mois à 11h 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.



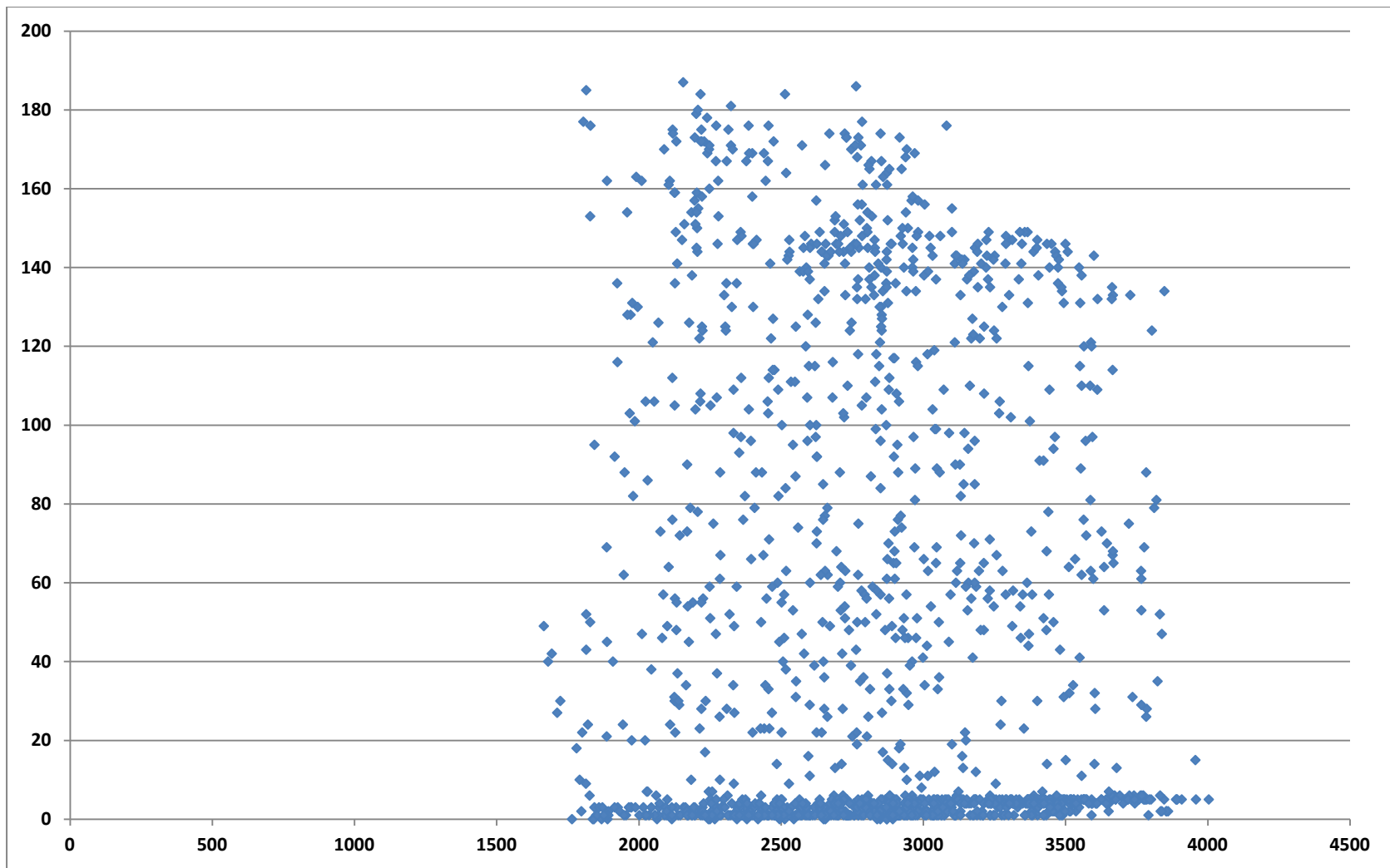
**Fig.11 Bretagne Novembre 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance photovoltaïque livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.**



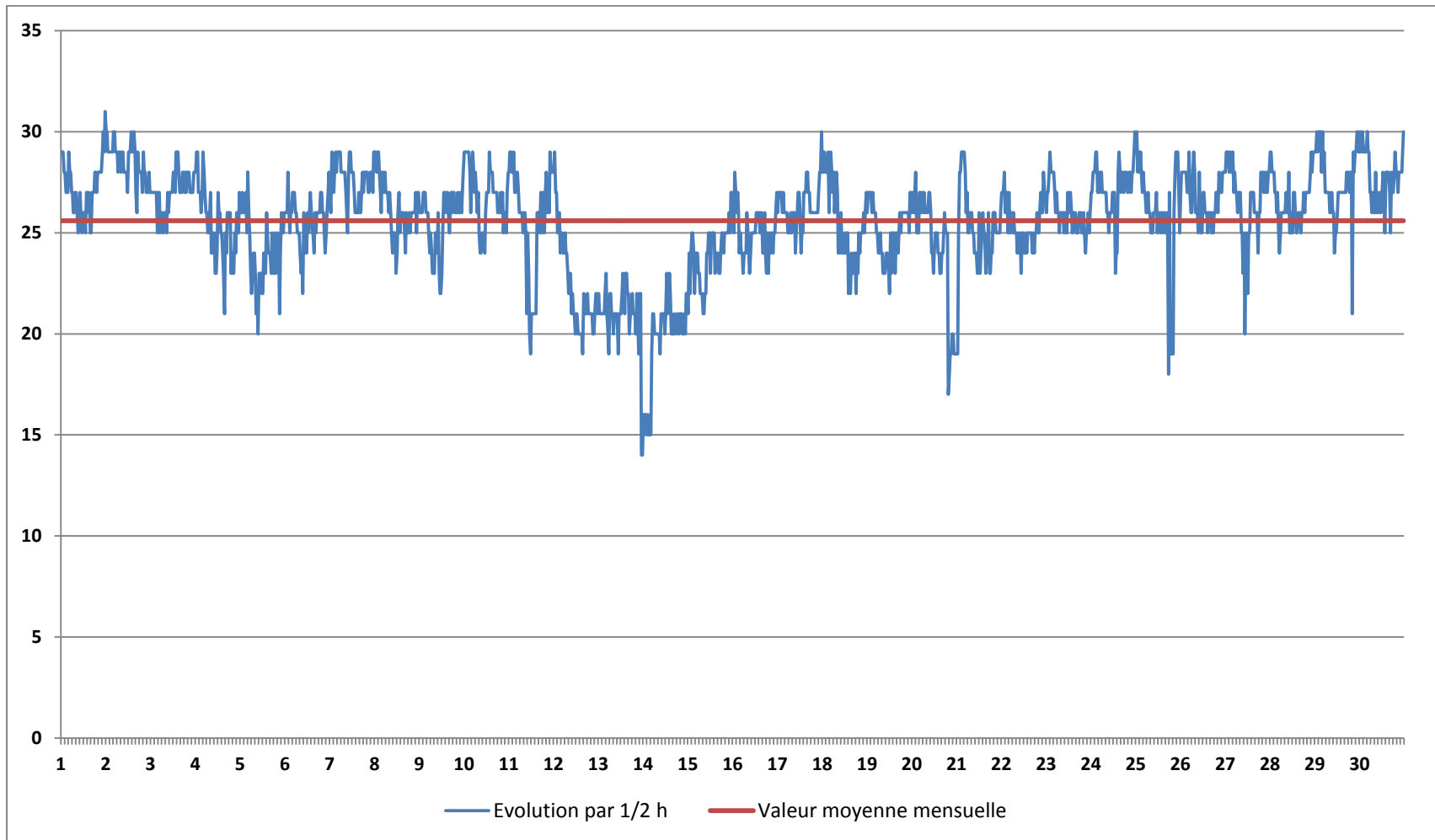
**Fig.12 Gradient de puissance solaire (MW/h) Bretagne – Novembre 2013** Comme il se doit les gradients sont en moyenne directement liés au pic de production solaire. Ils sont positifs le matin et négatifs l'après-midi. Leur amplitude est aussi en relation avec la hauteur du pic. Plus il y a de soleil, plus le parc photovoltaïque exerce de contrainte sur le réseau. Ainsi pour des pics de moins de 80 MW en milieu de journée les gradients s'élèvent à +/- 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 – Novembre 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 37,4 GWh (mois précédent 39,5 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. 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). La structure de production a « pic double » observable en début de mois, correspondant à une période où il n'y a pas eu de stockage par pompage.

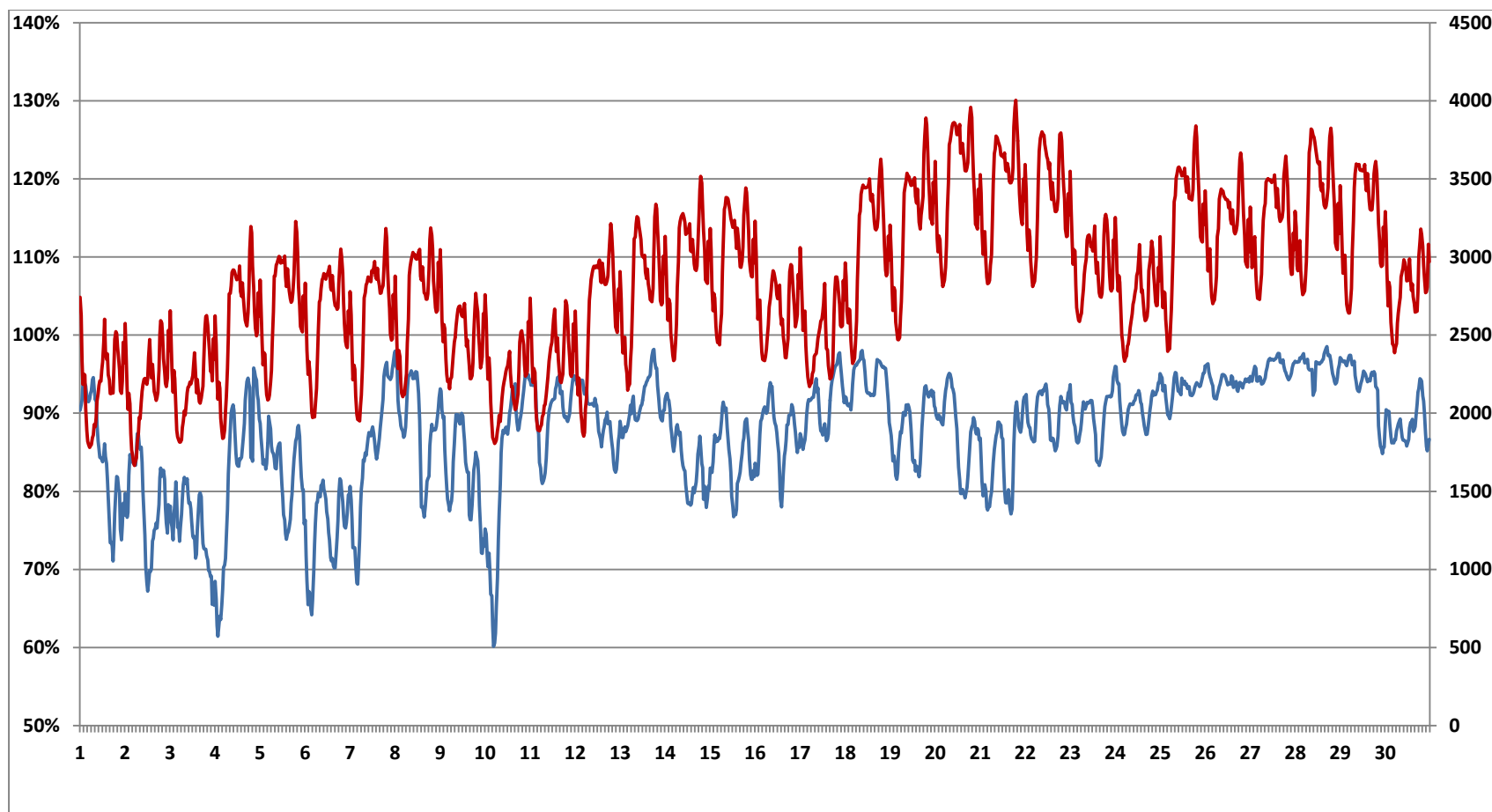


**Fig.14 Bretagne Novembre 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance hydraulique livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW).** Compte tenu de ce que sur une période de l'ordre du mois, il ne peut pas y avoir de corrélation entre les marées avec les besoins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

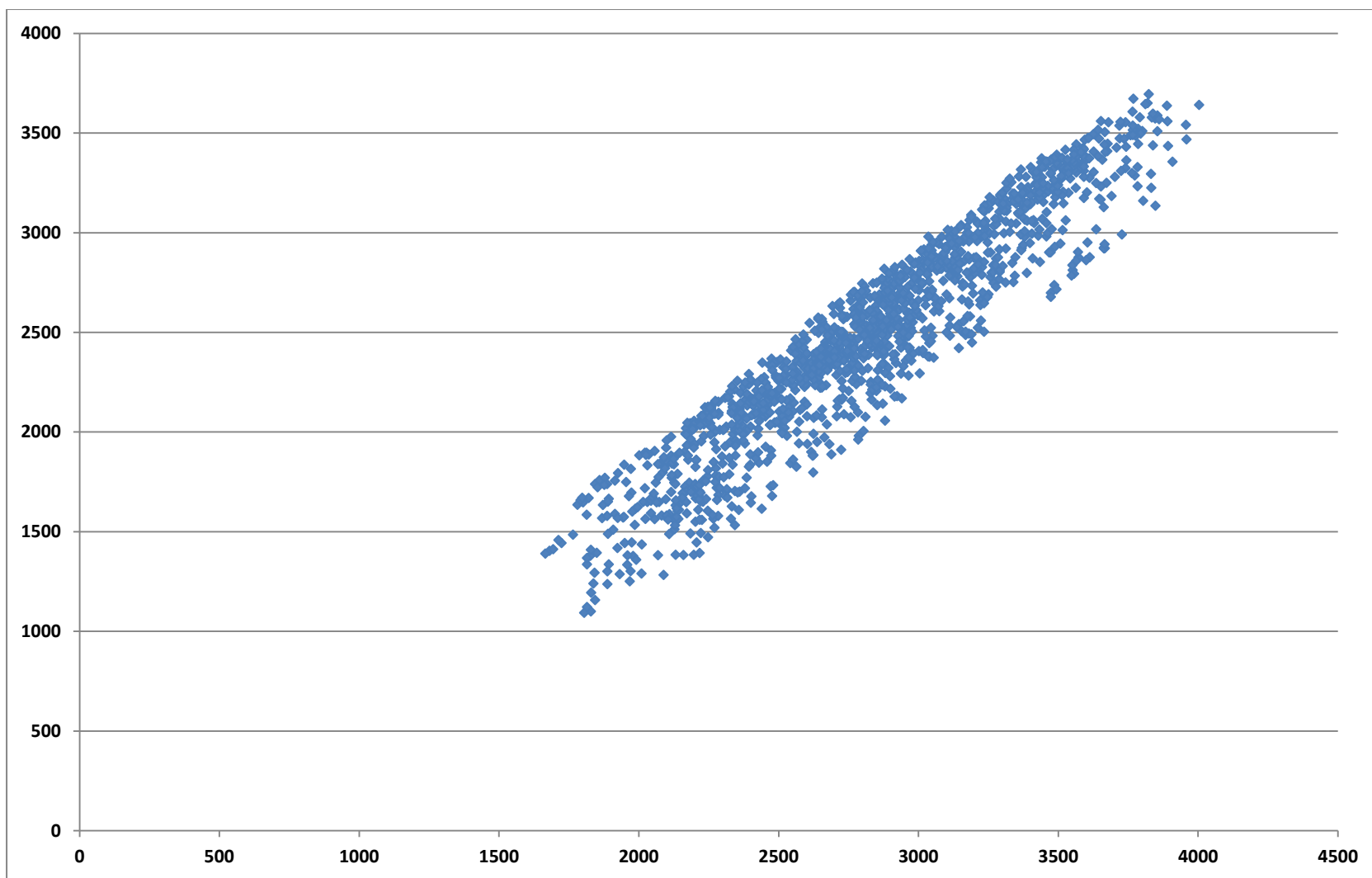


**Fig.15 Production ENR thermique, Puissance (MW) Bretagne – Novembre 2013.** Cette production ayant pour origine la combustion de la biomasse et de déchets en cogénération fonctionne comme une énergie de base quasi-constante autour de sa valeur moyenne (25,6 MW). Sur ce mois, le taux de couverture moyen correspondant est de 0,9 % (mois précédent 1,18 %) (variant de 0,4 % à 1,8 %). Une contribution aussi faible ne peut bien sûr pas être utilisée pour la stabilisation du réseau.





**Fig.16 Importation électrique, Taux de couverture (%) Bretagne – Novembre 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 87,5 % (mois précédent 87,2 %). A son maximum il atteint 98,5 % (mois précédent 100,5 %) le 28 du mois à 17h00). Pendant la période froide du dernier tiers du mois alors que la consommation est forte il reste presque toujours supérieur à 95 %. Au minimum, le taux de couverture d'importation est de 60,1 % (mois précédent 56,9 %). Il a lieu le 10 du mois à 4h30 au moment où en cette nuit de week-end le taux de couverture éolien s'approche brièvement de 30 %.



**Fig.17 Bretagne Novembre 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 à près de 88 % de la production nucléaire importée de Basse-Normandie, comme on pouvait s’y attendre, la corrélation est quasi-parfaite.