

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

**Octobre 2013**

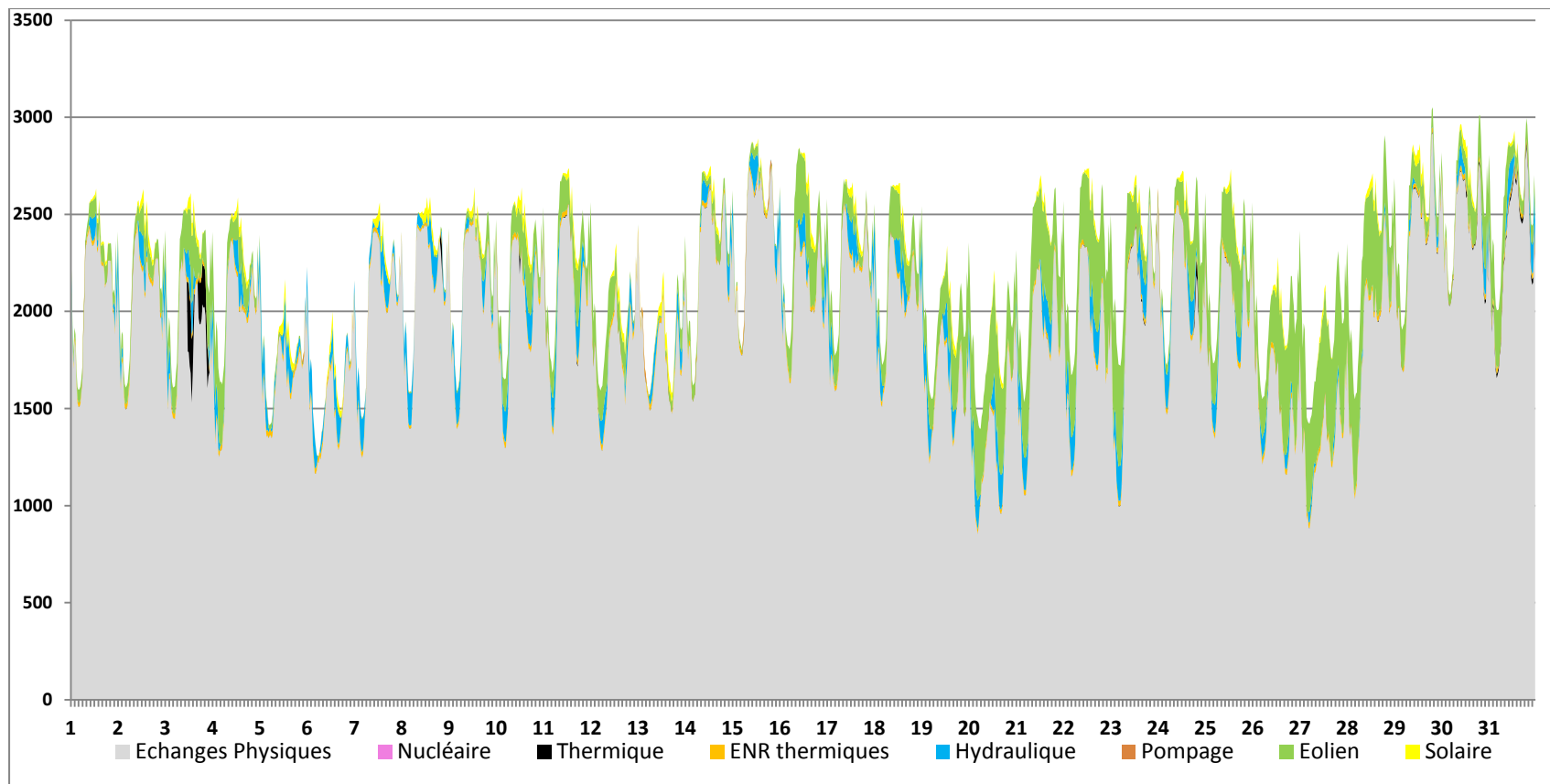
**H. Flocard & J.-P. Le Gorgeu  
Association « Sauvons le Climat »**

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

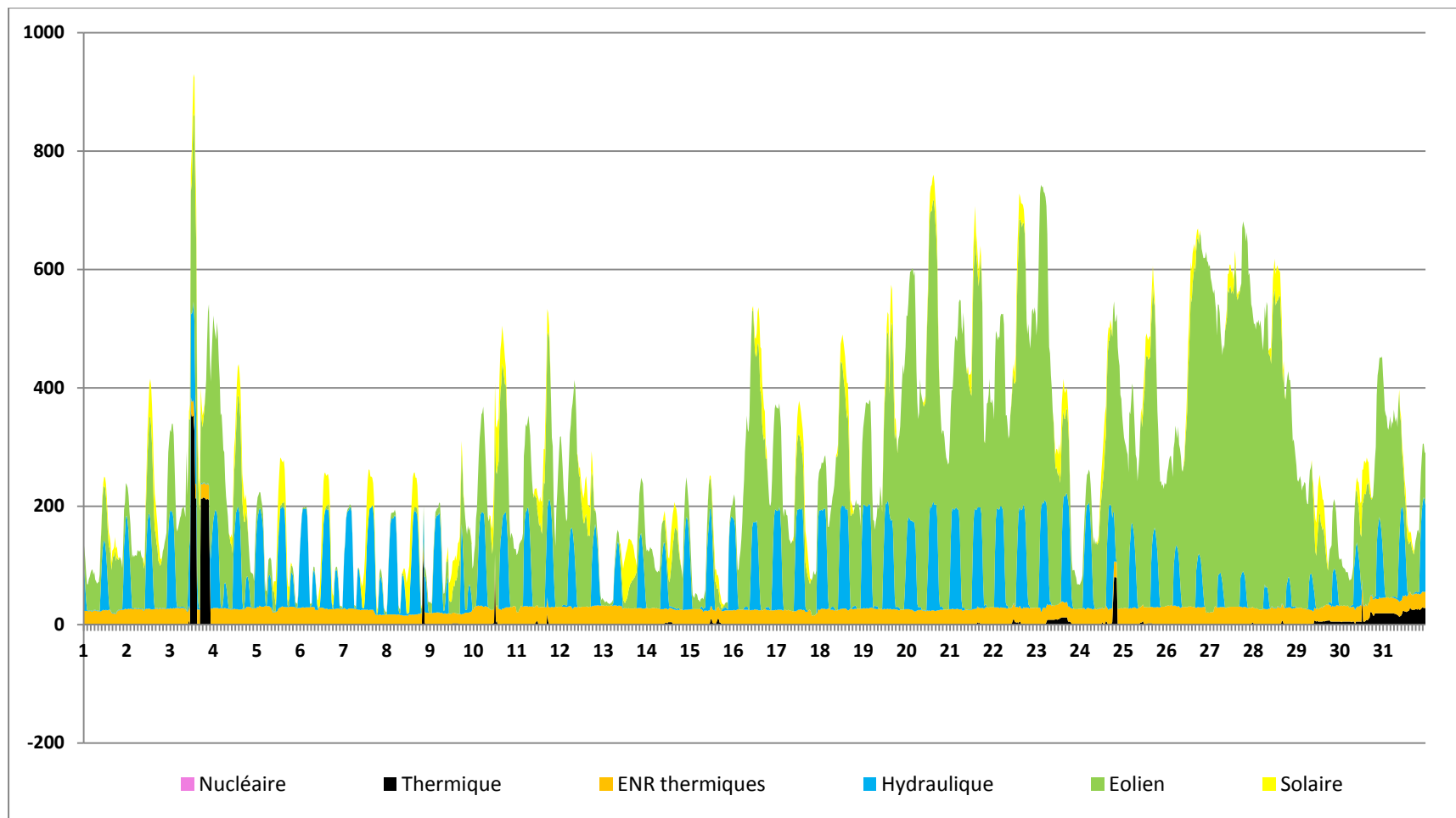
**données « eCO2mix/RTE », analyse « Sauvons le Climat » .**

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

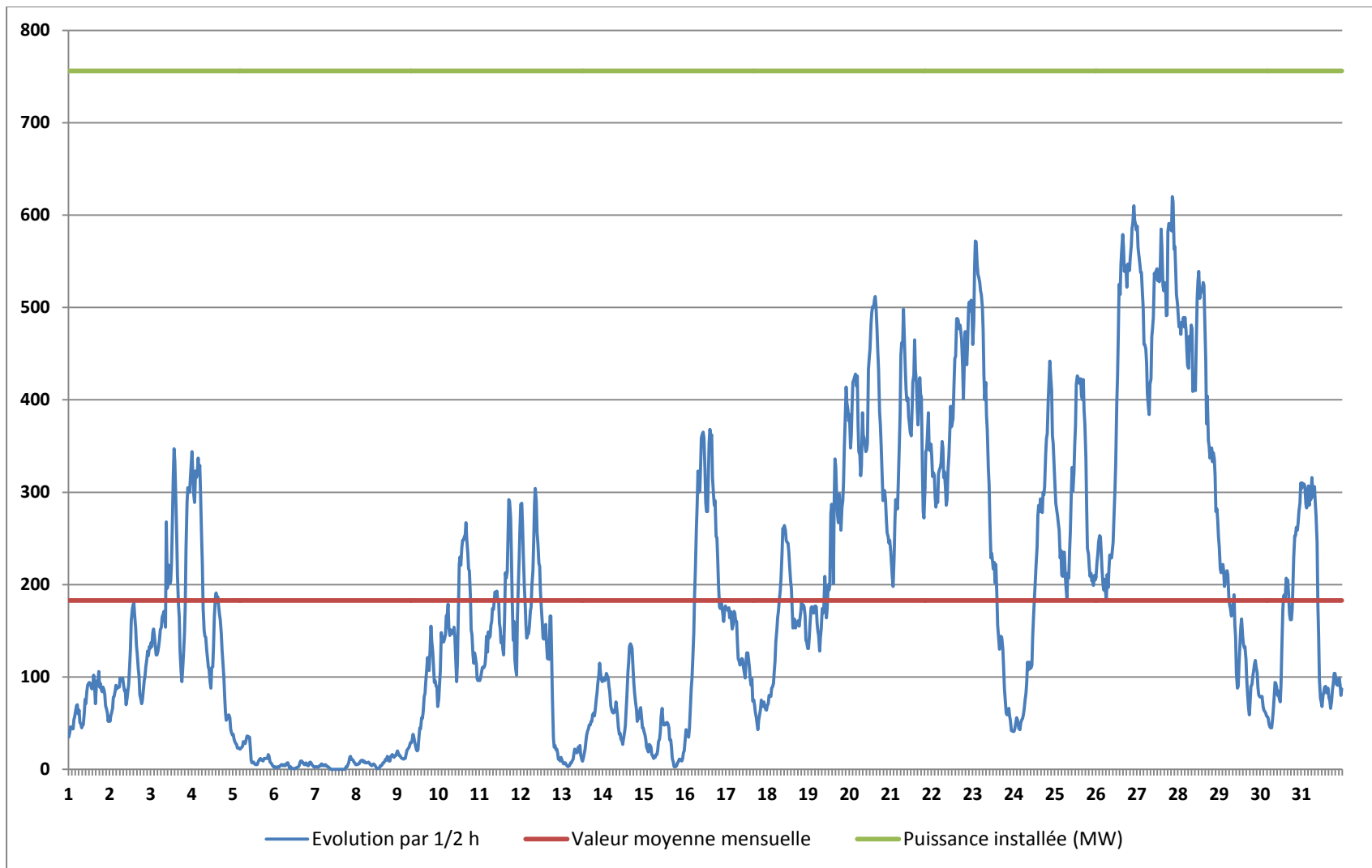
**<http://www.sauvonsleclimat.org/donneestechriqueshtml/analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-deelectricite/35-fparticules/1177-analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-deelectricite.html>**



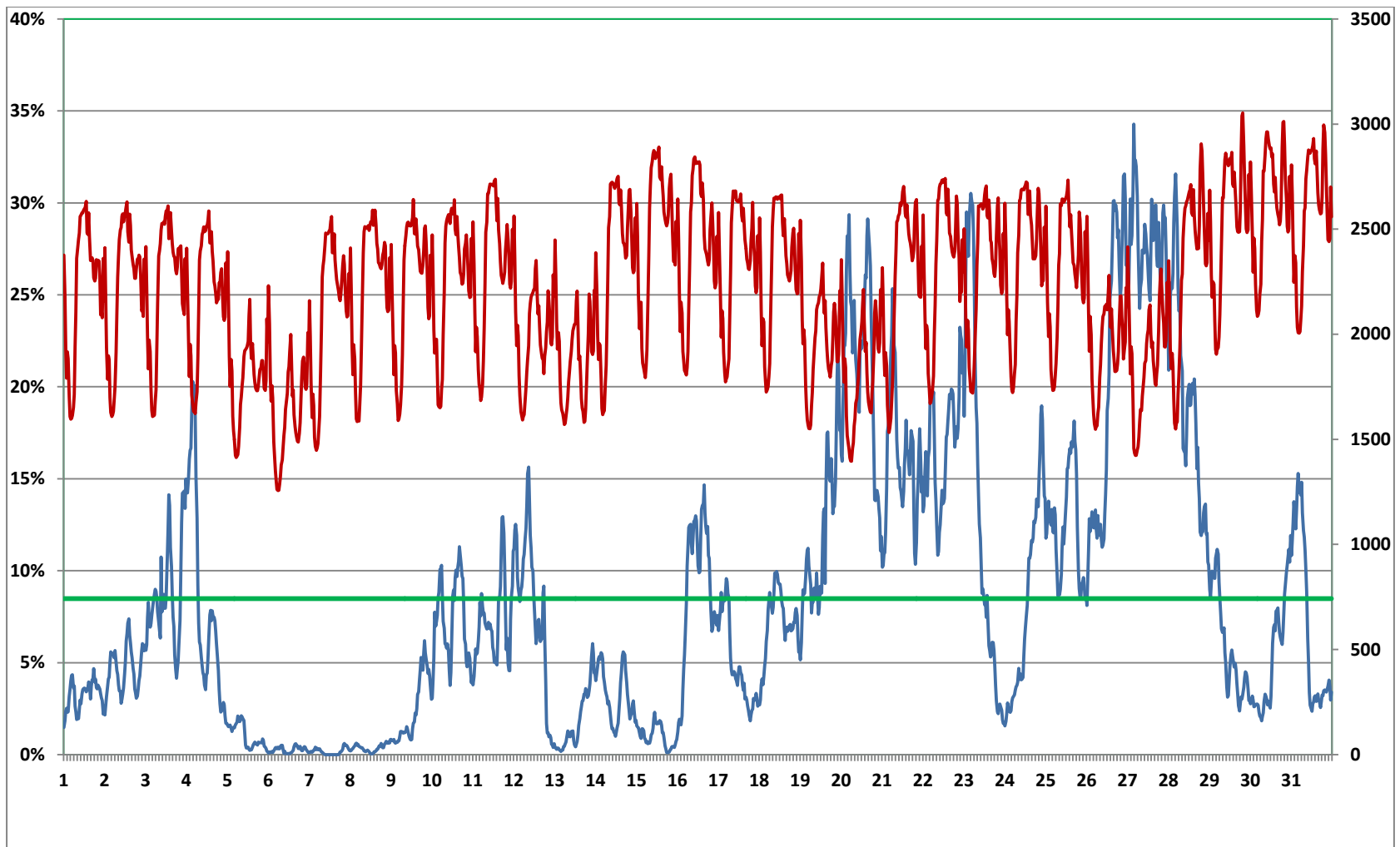
**Fig.1 Consommation – production Bretagne Octobre 2013 (MW).** La puissance consommée moyenne du mois a été de 2,21 GW entre un maximum de 3,05 GW le 29 du mois et un minimum de 1,26 GW le 6 du mois. La consommation est couverte à 87,24 % par des importations. En première approximation, celles-ci provenant, 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 la période du 19 au 29 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.



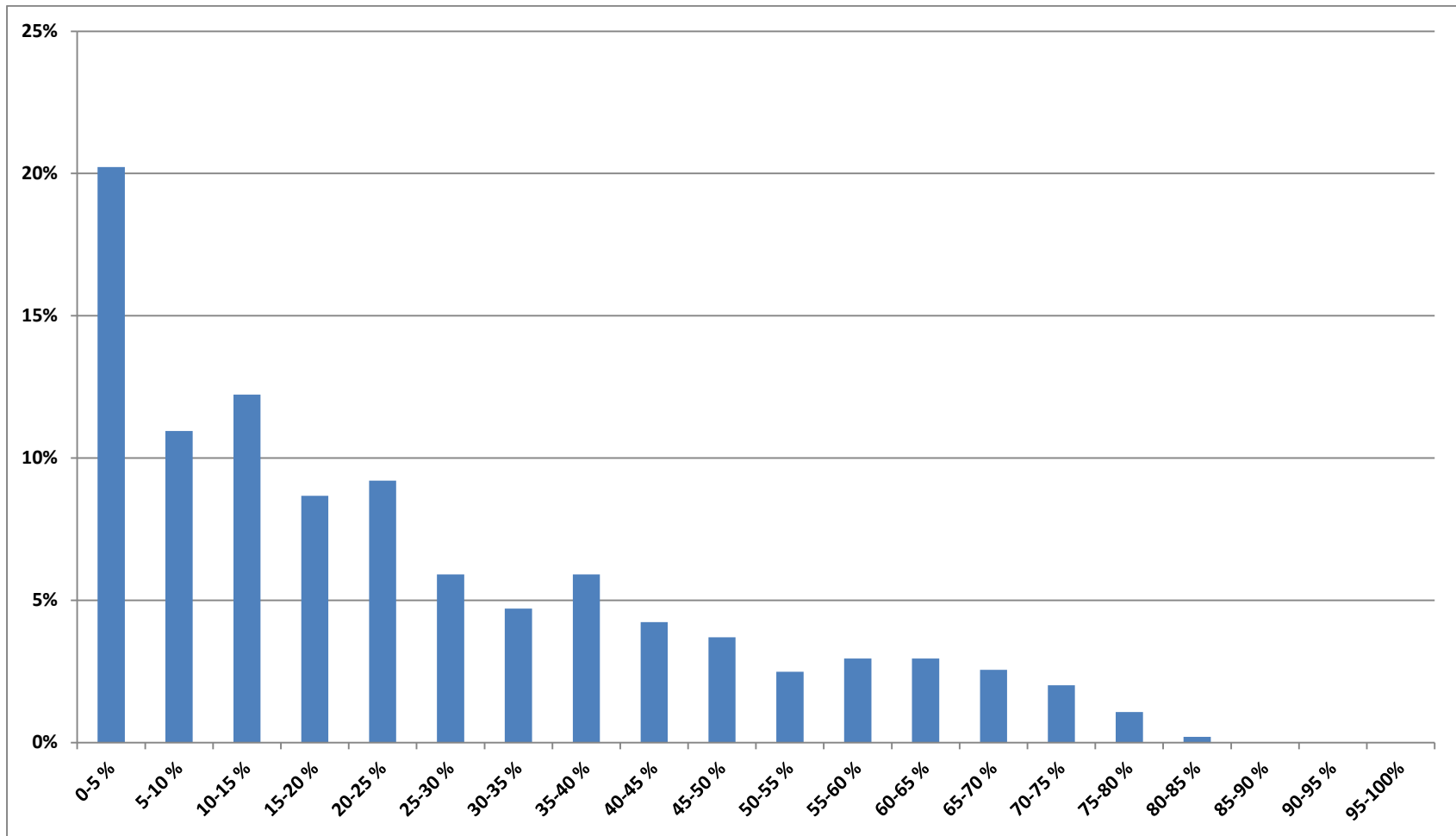
**Fig.2 Production électrique de la Bretagne Octobre 2013 (MW).** Ce mois-ci, l'ensemble de ces productions compte environ 12,5 % de la consommation locale. En GWh la production totale a été de 136,1 pour l'éolien, 39,5 pour l'hydraulique, 18,7 pour les ENR thermiques et de 10,3 pour le solaire (consommation totale 1648,5 GWh). A l'exception des ENR Thermiques dont la production est quasi-constante et de la faible contribution thermique (en noir et comptant pour 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 en fin de mois qui s'explique par l'attrait financier de subventions spécifiques accordées à la cogénération en période hivernale (Novembre à Mars).



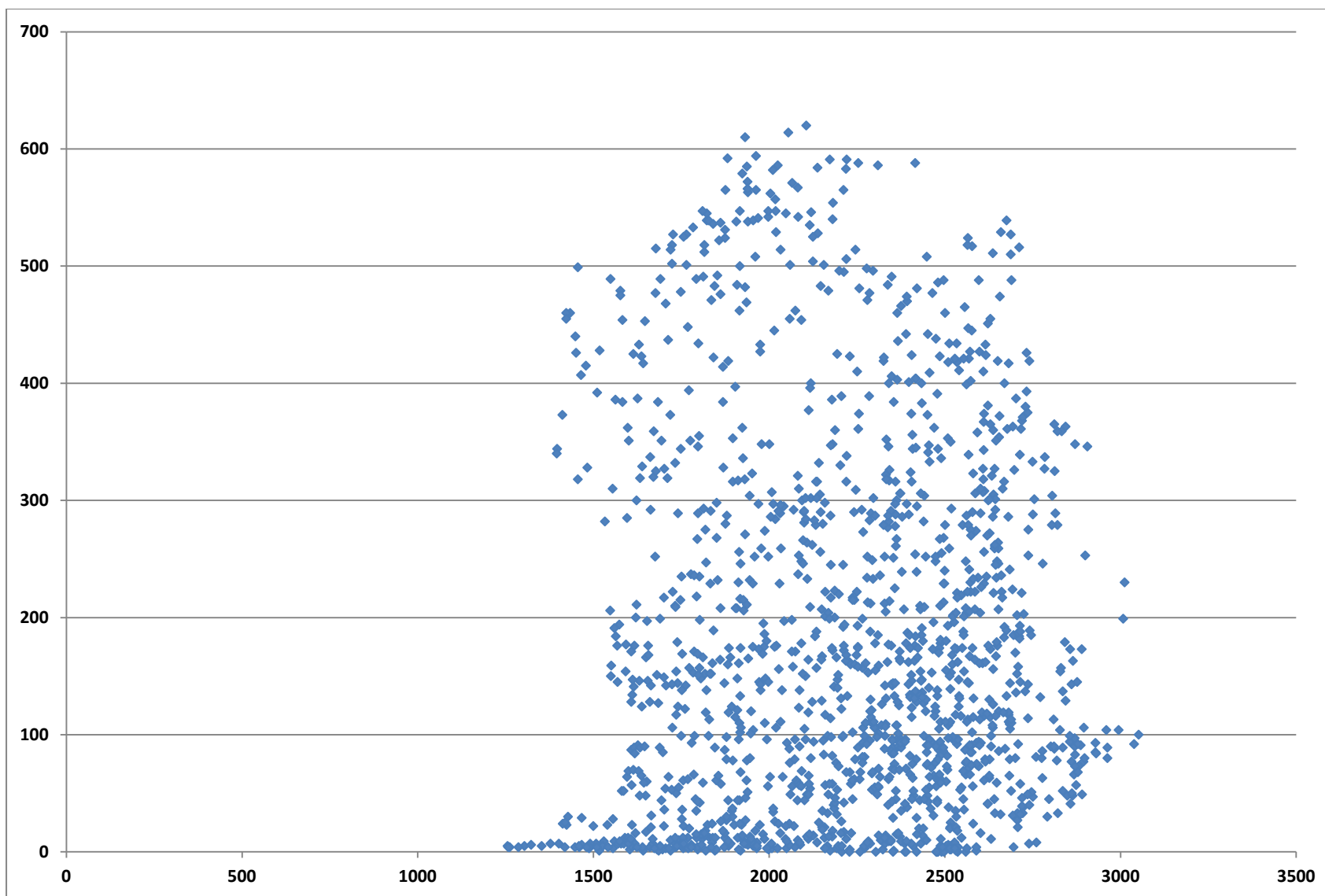
**Fig.3 Production éolienne, Puissance (MW) Bretagne – Octobre 2013.** En nous basant sur les données des 30/06 et 30/09 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance éolienne régionale installée à 756 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 182,9 MW soit une efficacité moyenne de 24,2 %. Le maximum de production a été de 620 MW (efficacité 82 %) le 27 du mois. Plusieurs fois dans le mois la production a été quasi-nulle et absolument nulle le 7 du mois.



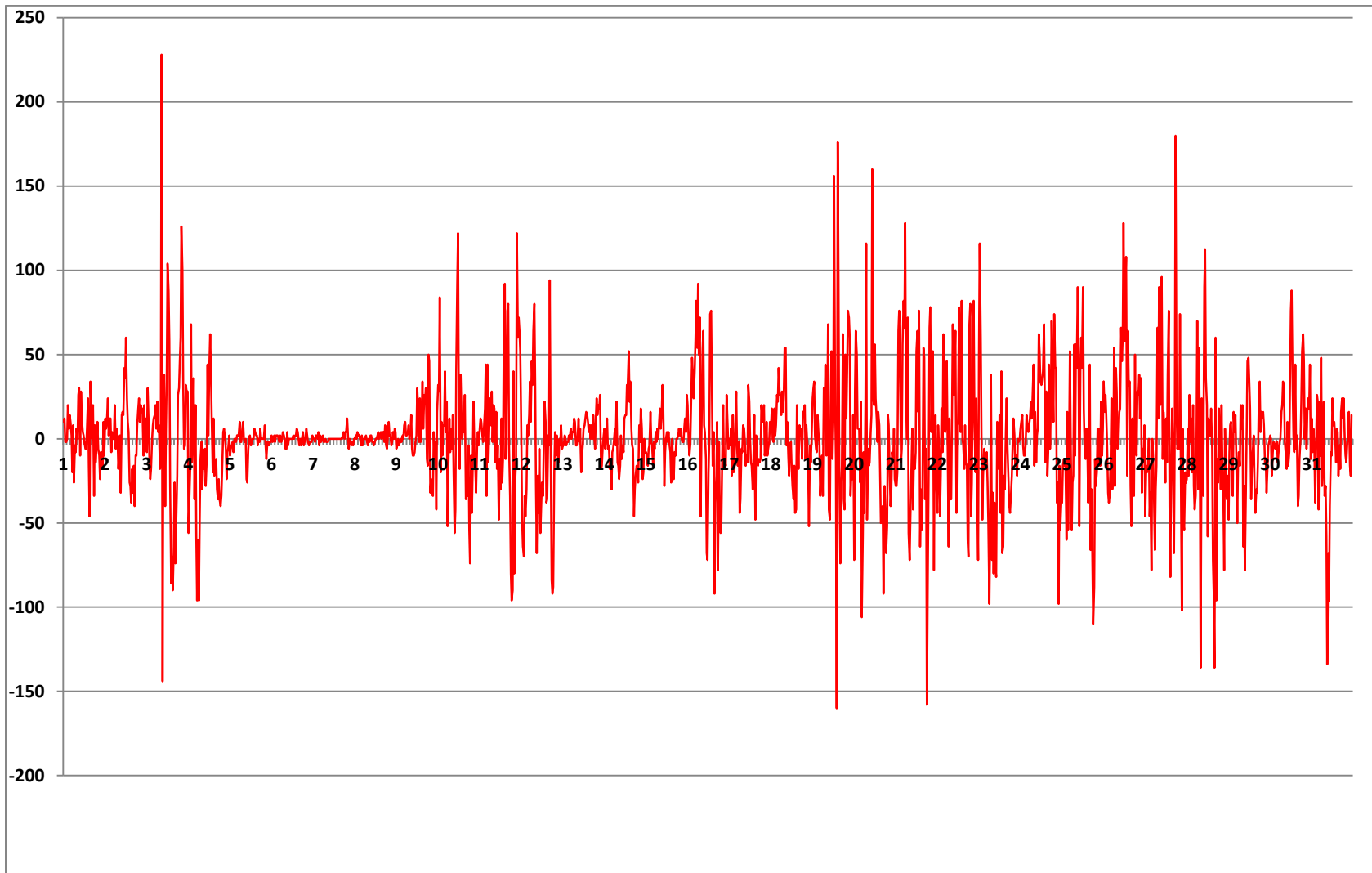
**Fig.4 Production éolienne, Taux de couverture (%) Bretagne – Octobre 2013.** La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) de l'éolien est de 8,5 %. Il atteint son maximum (34,3 %) le 27 du mois (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 7 du mois.



**Fig.5 Bretagne Octobre 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 24,2 %) avec un fort pic de production (le 27 du mois quand l'efficacité a atteint 82 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 14 % du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 43,4 % du temps.

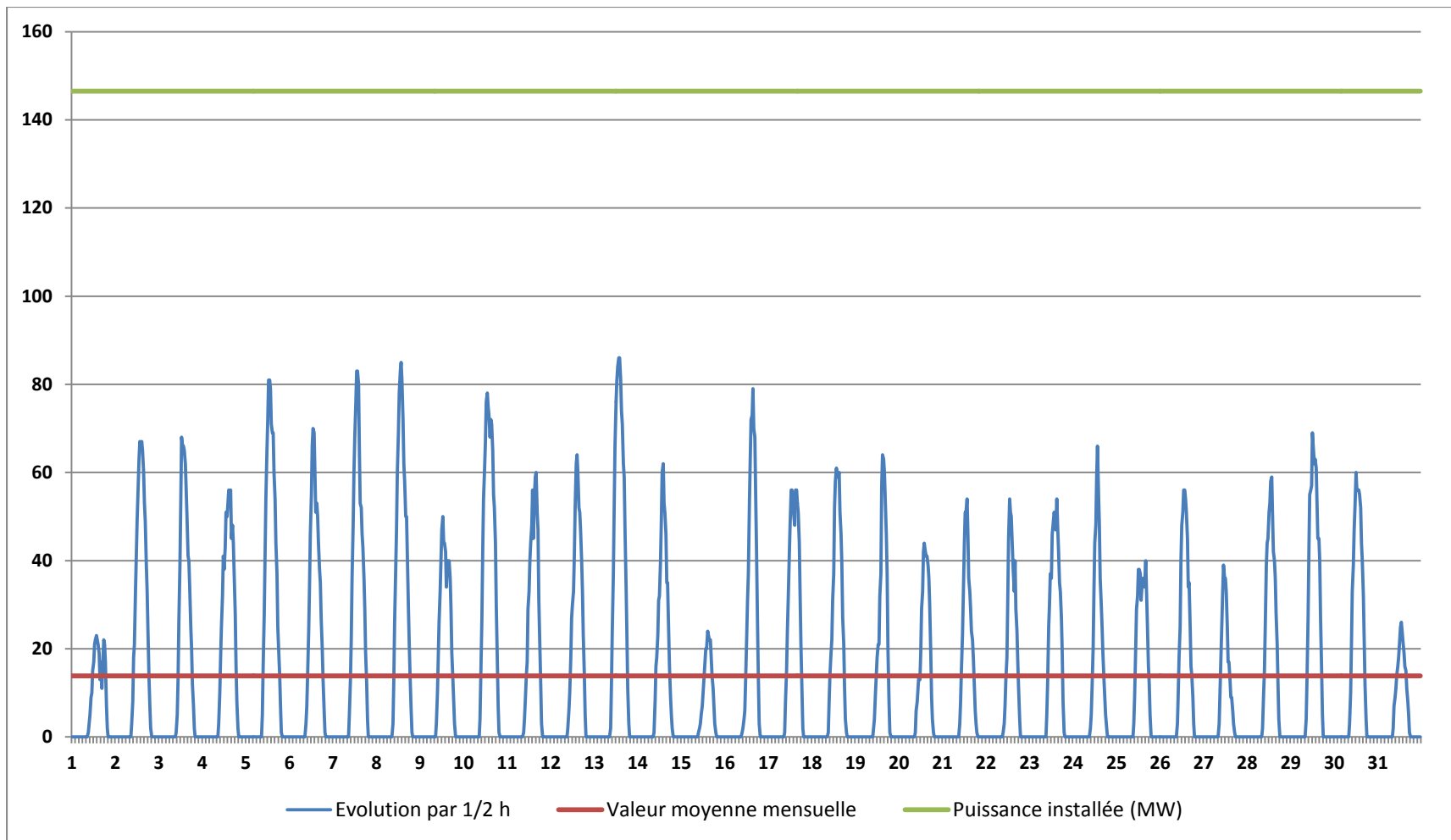


**Fig.6 Bretagne Octobre 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance éolienne livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.**

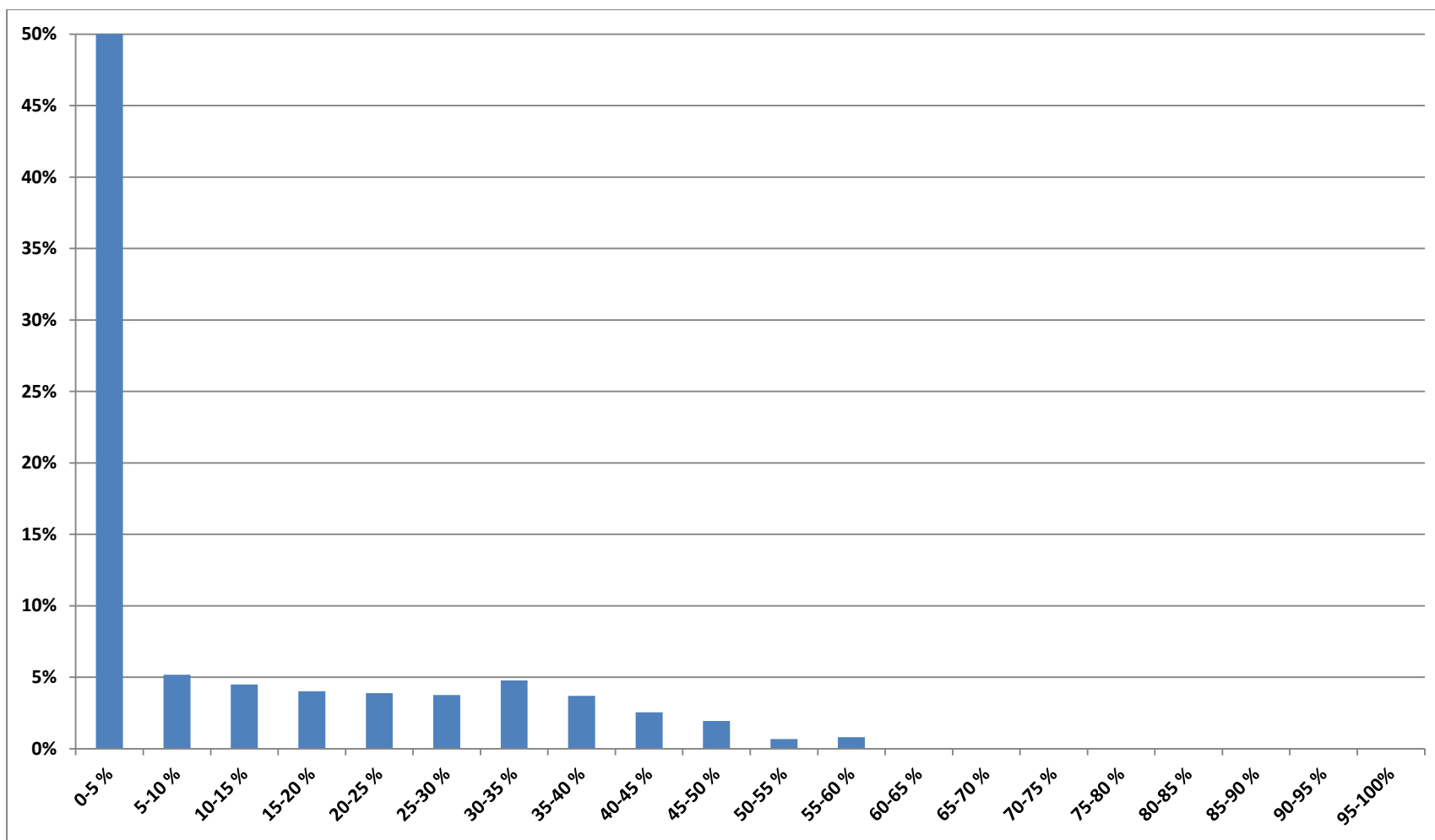


**Fig.7 Gradient de puissance éolienne (MW/h) Bretagne – Octobre 2013.** En ce mois venté sur sa seconde moitié, la forte production sur la période du 19 au 29 du mois n'a pas été régulière, Le réseau (en fait l'importation de puissance nucléaire depuis la Basse-Normandie) a dû gérer des gradients de puissance dépassant 150 MW/h aussi bien en positif qu'en négatif.

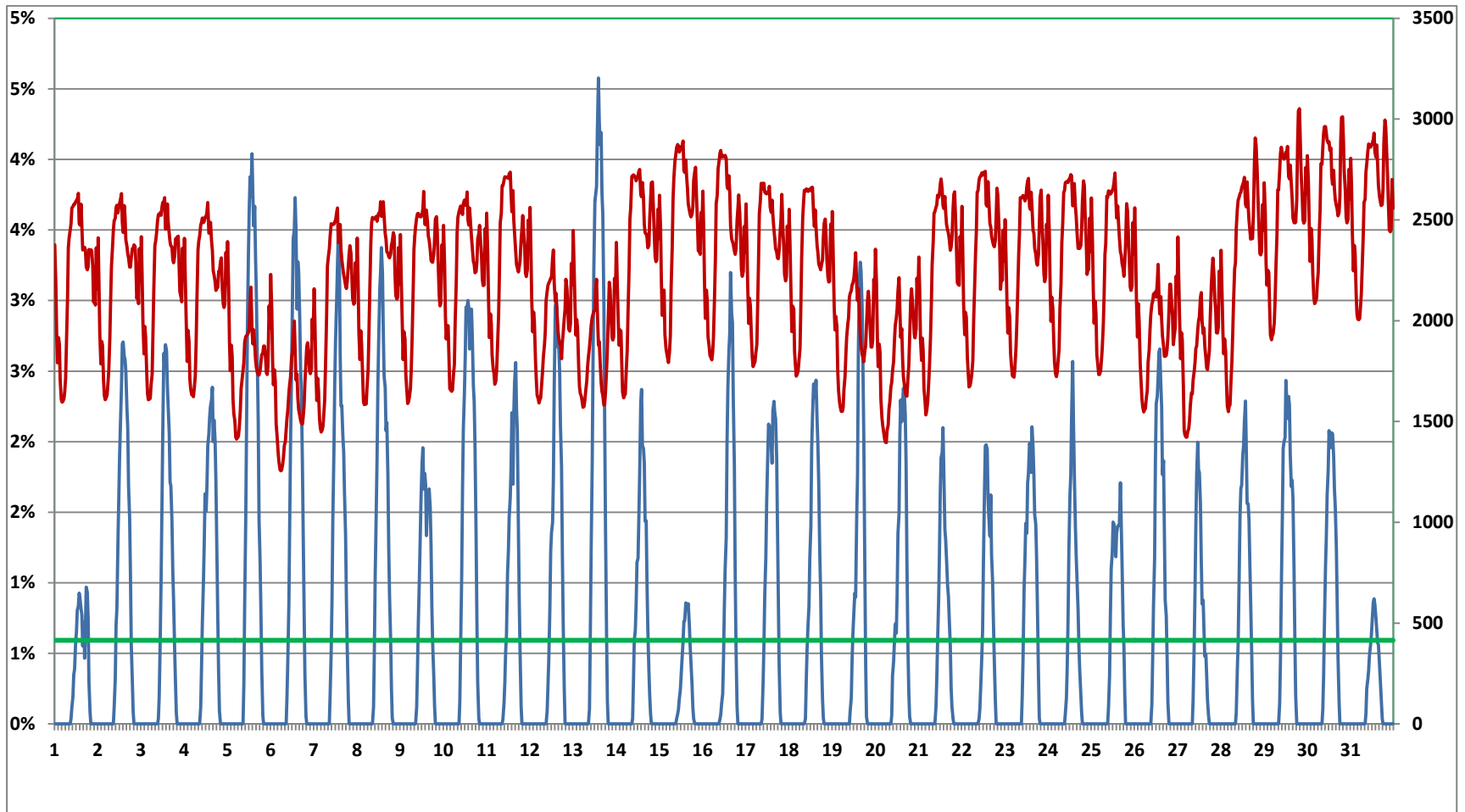




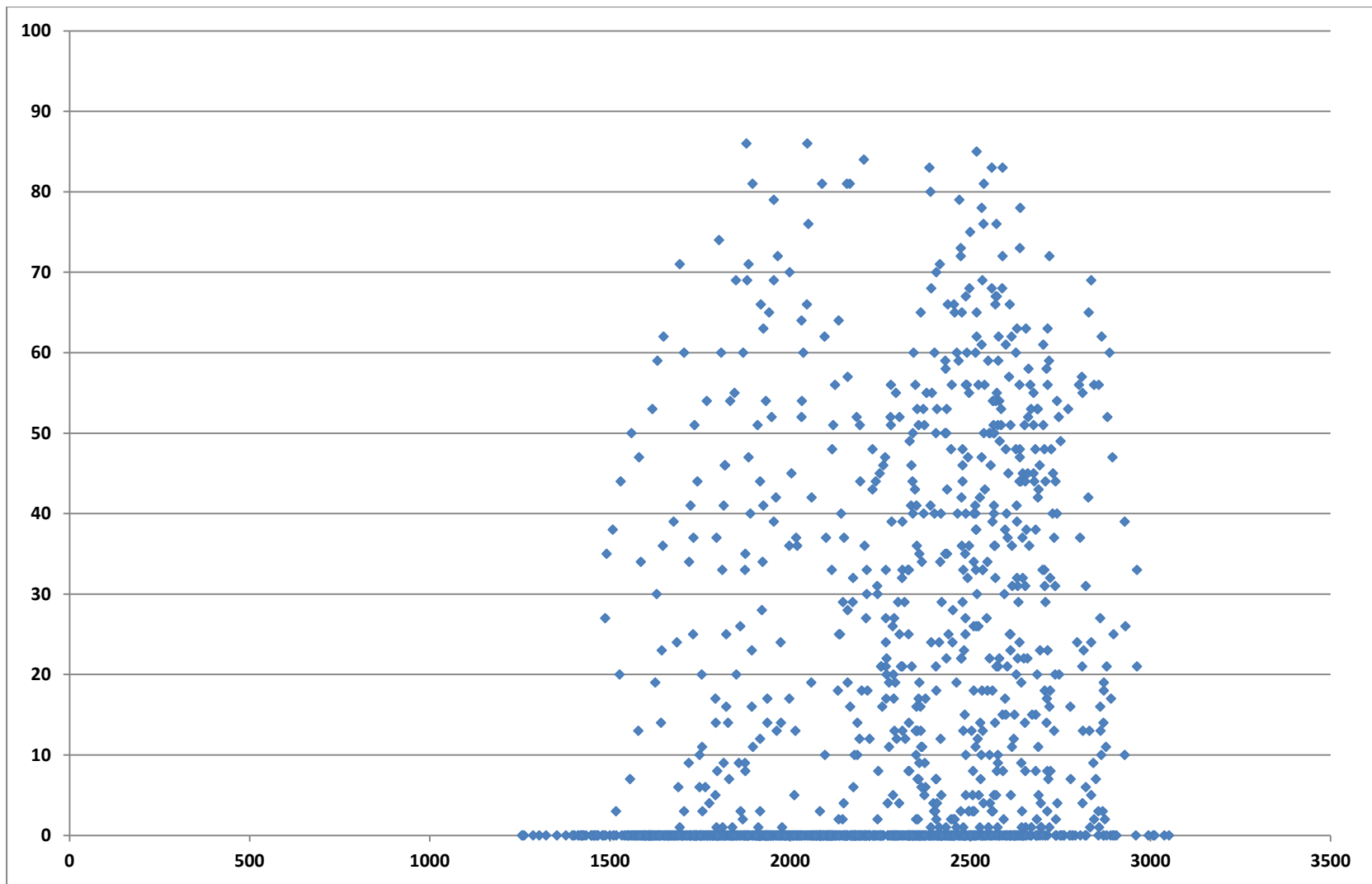
**Fig.8 Production photovoltaïque, Puissance (MW) Bretagne – Octobre 2013.** En nous basant sur les données des 30/06 et 30/09 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons estimé la puissance solaire régionale installée à 146,5 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 13,8 MW soit une efficacité moyenne de 9,4 %. Le maximum de production a été de 86 MW (efficacité 58,7 %) le 13 du mois à 13h30. 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).



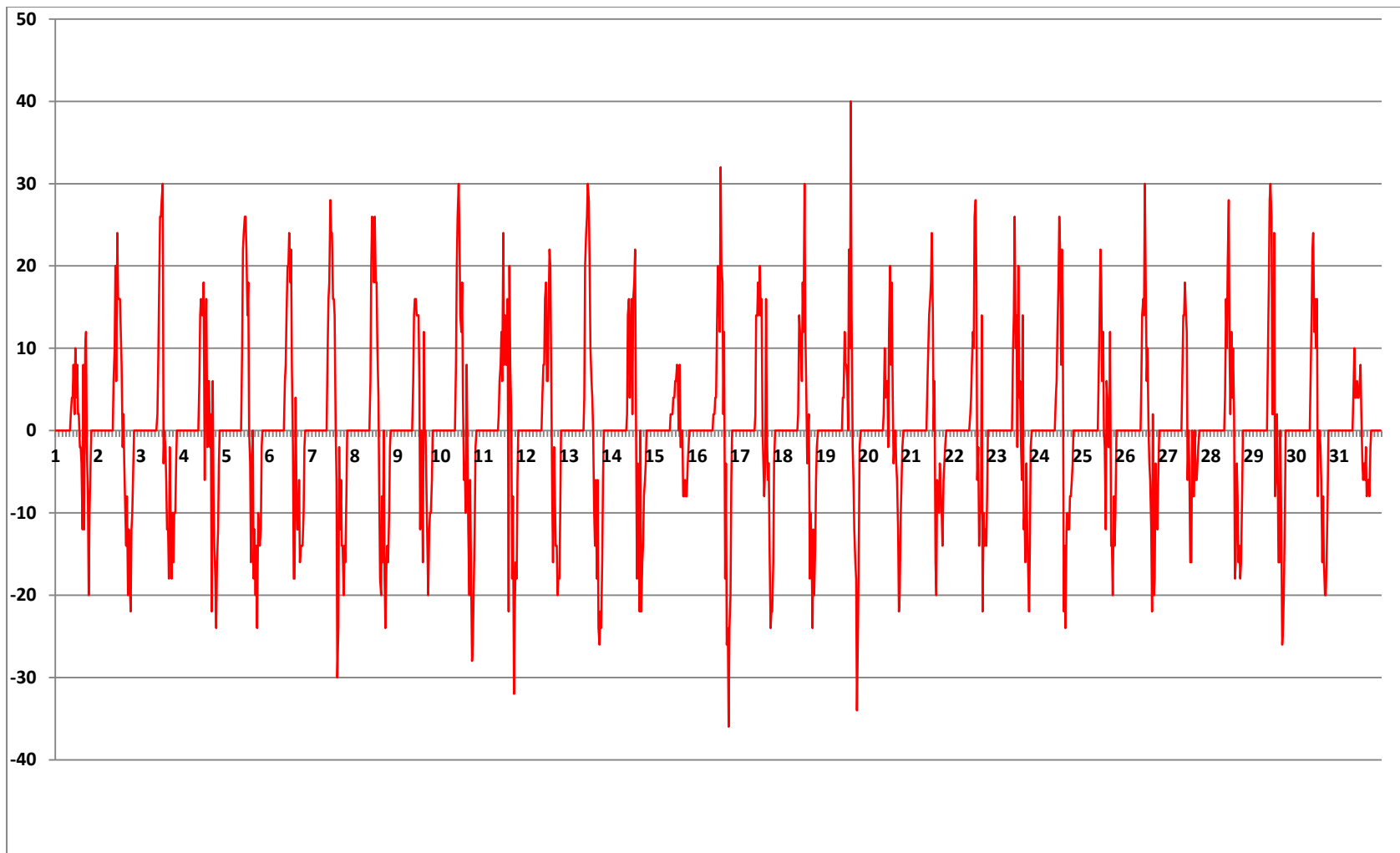
**Fig.9 Bretagne Octobre 2013. Pourcentage du temps en fonction de la puissance solaire livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 146,5 MW).** L'axe vertical a été tronqué à 50 %. La barre la plus à gauche s'élève en fait à 64,2 %. Cette distribution 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). La productivité du mois est en baisse (efficacité moyenne 9,4 %) avec une production qui le 13 du mois à 13h30 a atteint son maximum mensuel (efficacité de 58,7 %). La puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 1,5 % du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 73,9 % du temps.



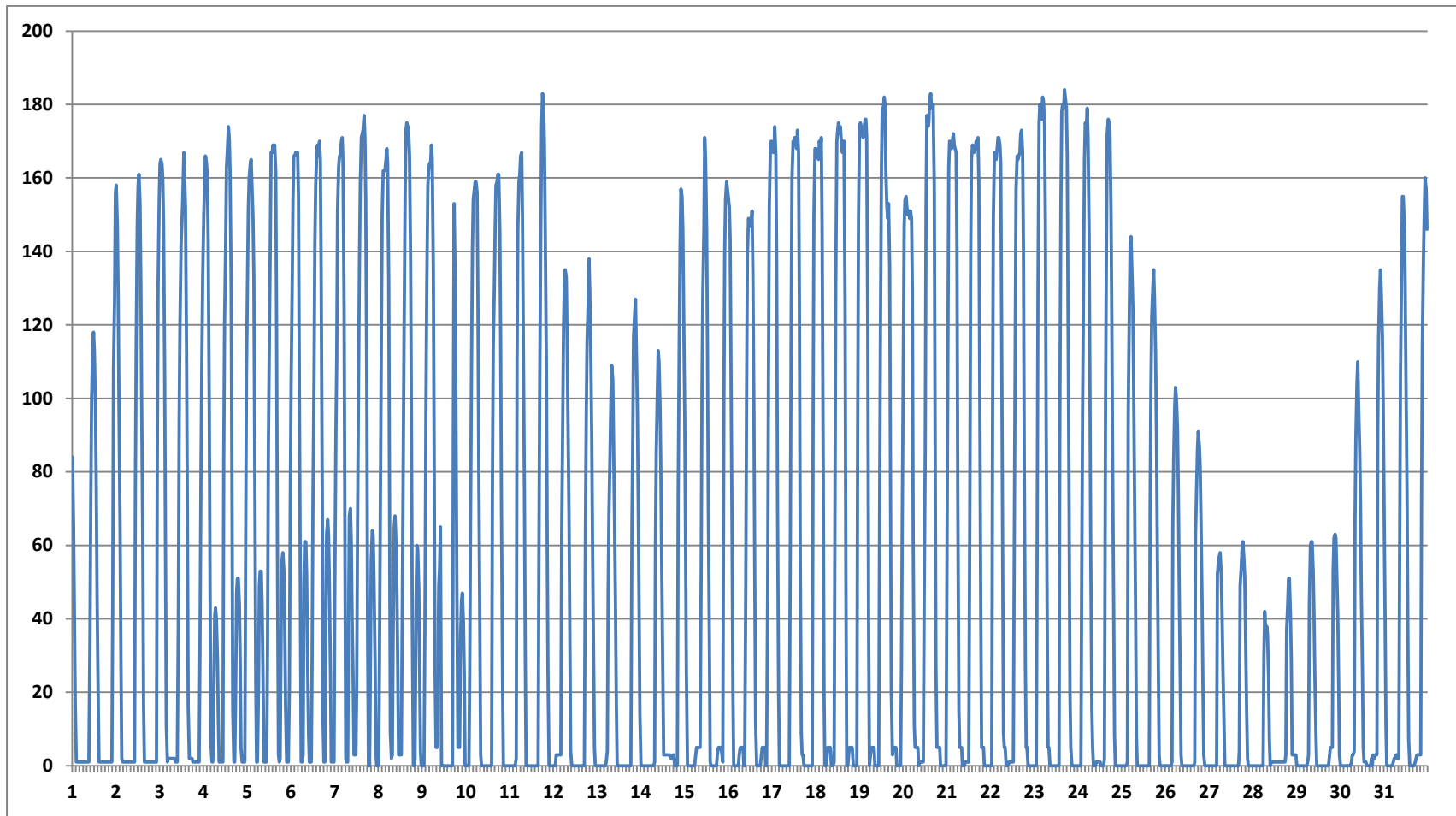
**Fig.10 Production photovoltaïque, Taux de couverture (%) Bretagne – Octobre 2013.** La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) du photovoltaïque est de 0,6 %. Il atteint son maximum (4,6 %) le 13 du mois à 14h 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.



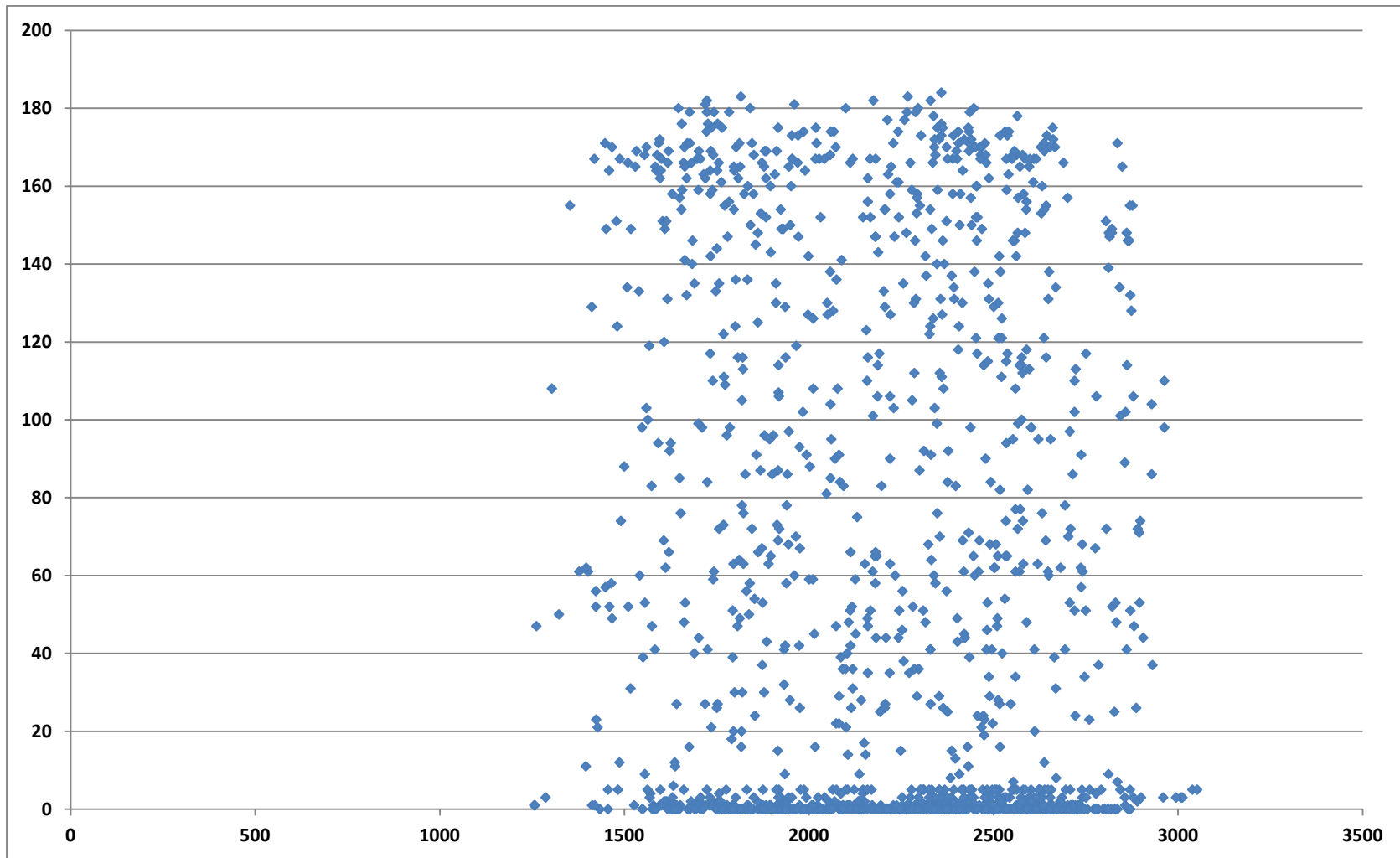
**Fig.11 Bretagne Octobre 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance photovoltaïque livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.**



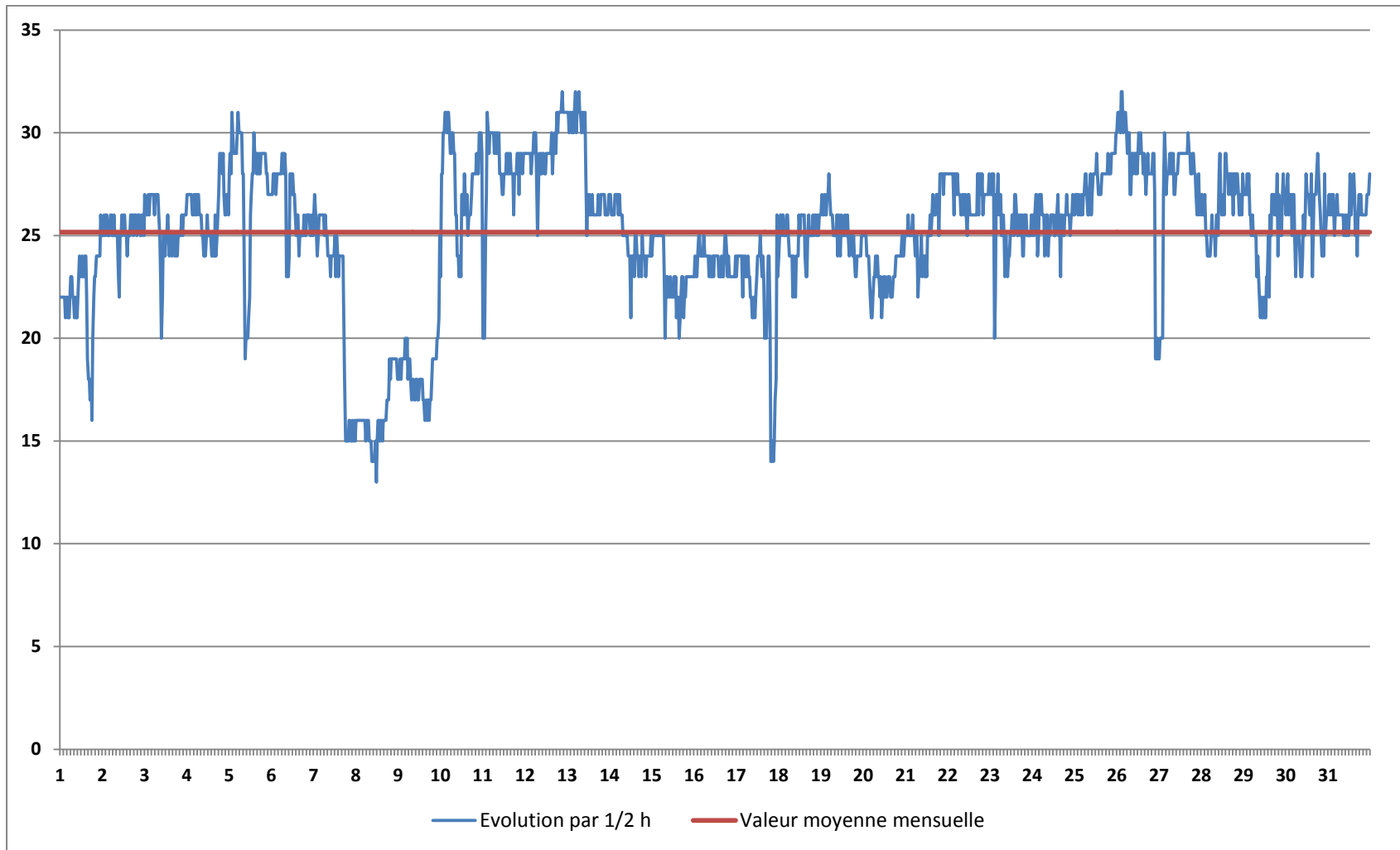
**Fig.12 Gradient de puissance solaire (MW/h) Bretagne – Octobre 2013** Comme il se doit les gradients sont en moyenne directement liés au pic de production solaire. Ils sont positifs le matin et négatifs l'après-midi. Leur amplitude est aussi en relation avec la hauteur du pic. Plus il y a de soleil, plus le parc photovoltaïque exerce de contrainte sur le réseau. Ainsi pour des pics de 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 – Octobre 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 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 4,5 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).

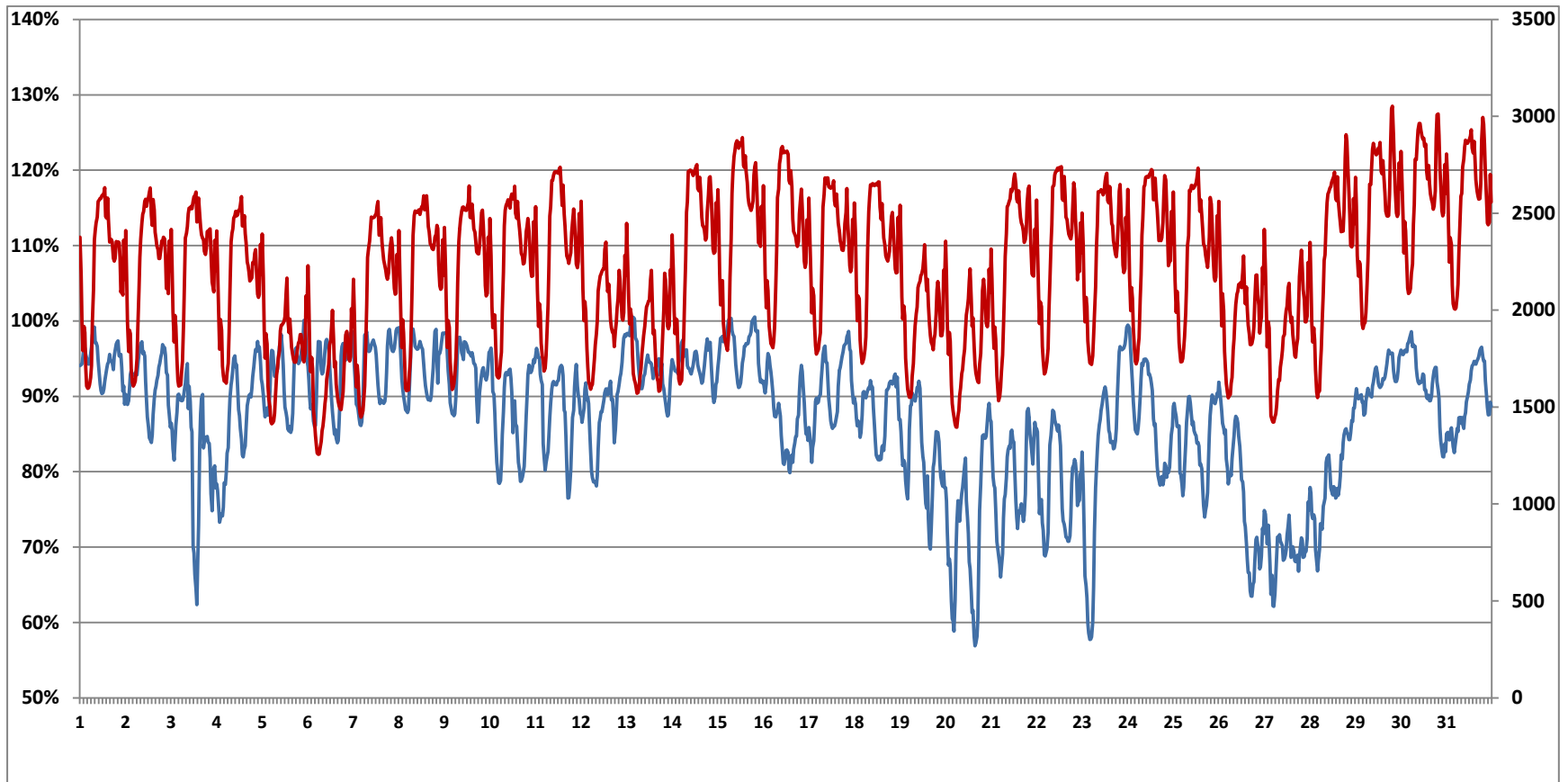


**Fig.14 Bretagne Octobre 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance hydraulique livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW).** Compte tenu de ce que sur une période de l'ordre du mois, il ne peut pas y avoir de corrélation entre les marées avec les besoins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

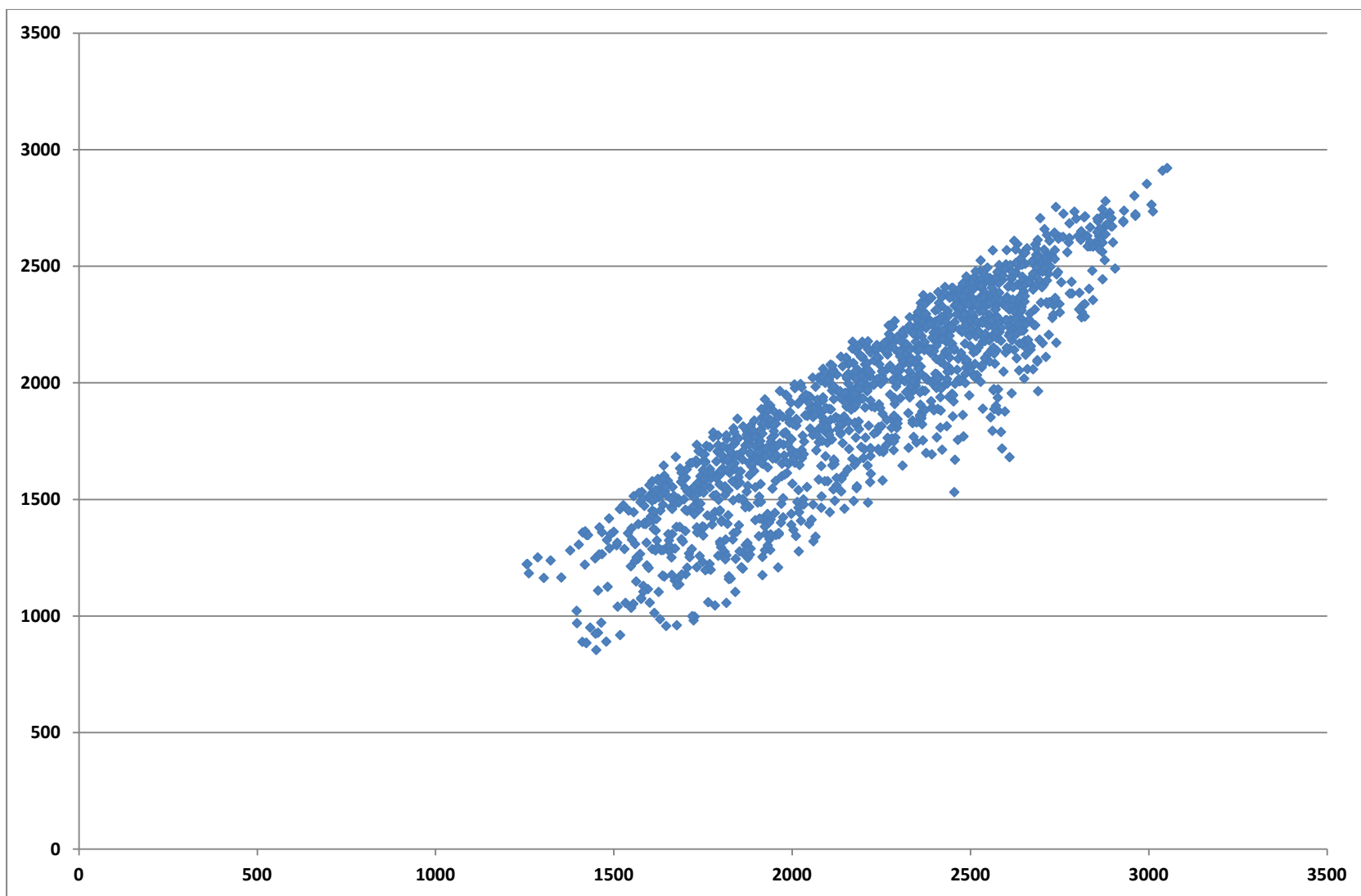


**Fig.15 Production ENR thermique, Puissance (MW) Bretagne – Octobre 2013.** Cette production ayant pour origine la combustion de la biomasse et de déchets en cogénération fonctionne comme une énergie de base quasi-constante autour de sa valeur moyenne (25,2 MW). Sur ce mois, le taux de couverture moyen correspondant est de 1,18 % (variant de 0,5 % à 2,3%). Une contribution aussi faible ne peut bien sûr pas être utilisée pour la stabilisation du réseau.

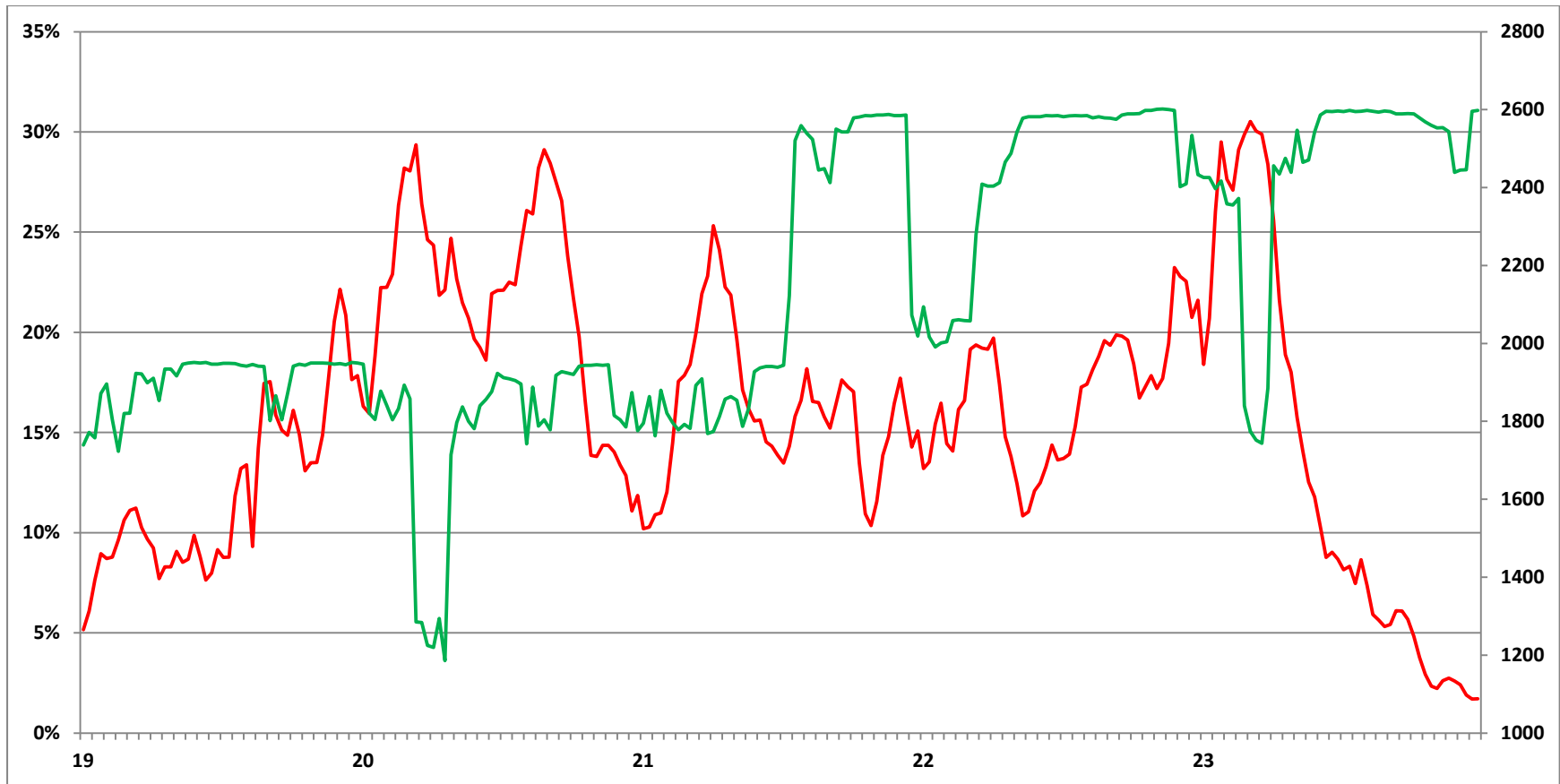




**Fig.16 Importation électrique, Taux de couverture (%) Bretagne – Octobre 2013.** La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne sur le mois, le taux de couverture (rapport de cette puissance importée à la puissance consommée par la région au même instant) est de 87,2 %. A son maximum il atteint même 100,5 % (le 15 du mois à 19h30). Le fait qu'il dépasse 100% démontre qu'à ce moment le barrage de la Rance est en train de stocker de l'énergie nucléaire importée (qui au lâcher de l'eau devient une « énergie verte » !). Au minimum, le taux de couverture d'importation est de 56,9 %. Il a lieu le 20 du mois à 15h30 au moment où en ce jour de week-end le taux de couverture éolien atteint 30 %. L'analyse des données de Basse-Normandie montre qu'il y a eu ce jour là un ajustement très rapide à la baisse (puis peu après à la hausse) de la production nucléaire. De même sur les 10 jours ventés (19 au 29) le nucléaire normand a dû s'ajuster pour gérer les gradients de vent visibles en fig.7.



**Fig.17 Bretagne Octobre 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 plus de 87 % de la production nucléaire importée de Basse-Normandie, comme on pouvait s’y attendre, la corrélation est quasi-parfaite.



**Fig.18 Bretagne Octobre 2013. Corrélation entre le taux de couverture éolien breton (courbe rouge, unité %, échelle de gauche) et la production nucléaire de la Basse-Normandie (courbe verte, unité MW, échelle de droite) sur la période ventée du 19 au 23 Octobre.** Cette période a correspondu à une des deux périodes ventées du mois avec des pics de taux de couverture de la consommation bretonne par de l'éolien (proches de 30%). On constate qu'en deux instances le 20 et le 23, il a été nécessaire de demander à la centrale de Flamanville de réduire brusquement et ensuite de faire remonter tout aussi rapidement (les courbes ont des points toutes les 1/2h) sa production pour des amplitudes de l'ordre de 800 MW. Cette variation correspond donc à une gestion par le nucléaire de la puissance éolienne actuelle déployée en Bretagne et de façon plus générale sur la partie ouest de la Manche. Une telle gestion restera-t-elle possible avec une puissance éolienne doublée ou triplée du fait des parcs offshore, et à long terme si la puissance nucléaire française est réduite ?