

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

Décembre 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>

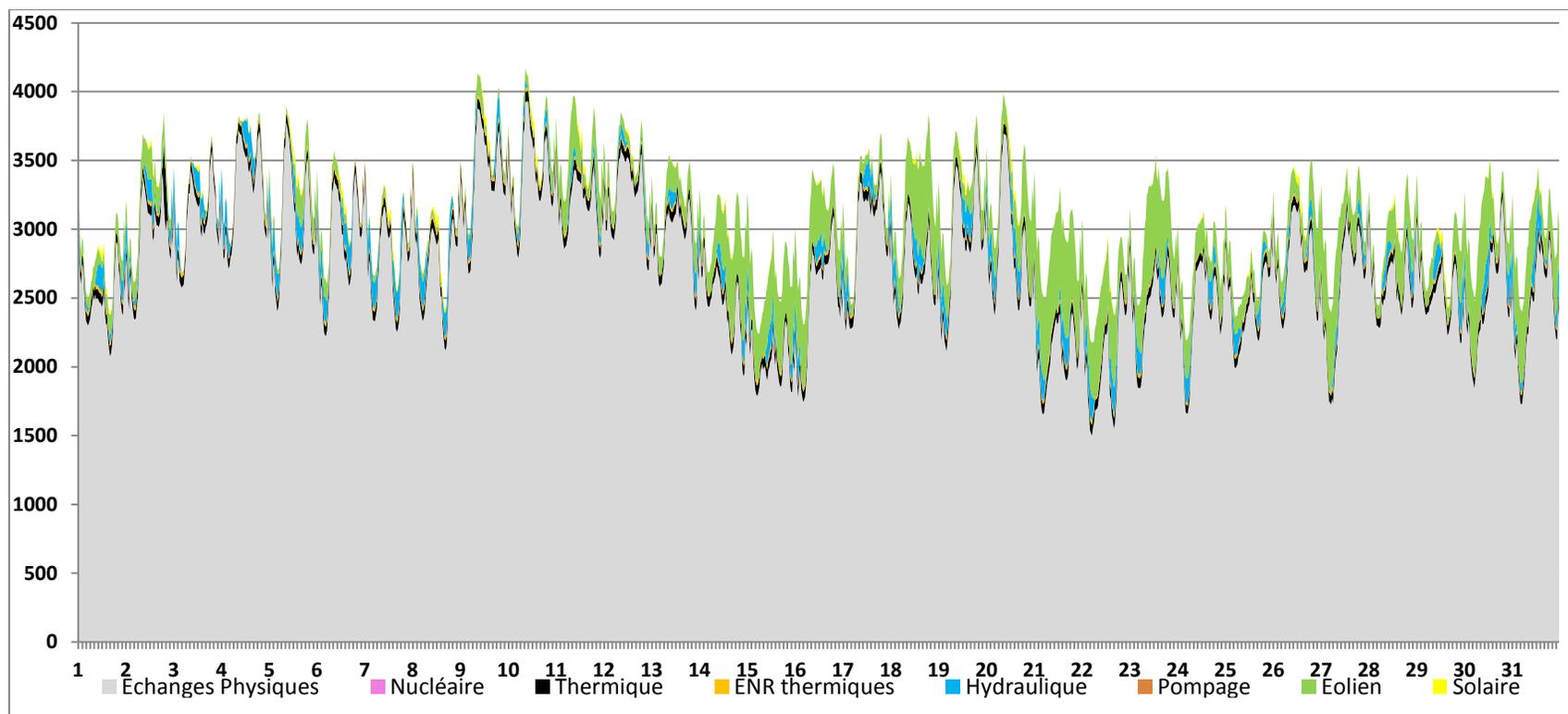


Fig.1 Consommation – production Bretagne Décembre 2013 (MW). La puissance consommée moyenne du mois a été de 3,18 GW (mois précédent 2,83 GW) entre un maximum de 4,2 GW (mois précédent 4 GW) le 10 du mois à 8h30 et un minimum de 2,18 (mois précédent 1,67 GW) le 22 du mois à 5h00. La consommation est couverte à 87,22 % (mois précédent 87,46 %) par des importations. En première approximation, celles-ci provenant en grande partie de Basse Normandie (qui exporte entre 1 et 1,5 GW sur le mois), on peut raisonnablement estimer qu’une part importante de l’électricité consommée en Bretagne est indirectement d’origine nucléaire. Le complément de production est fourni par l’hydraulique au rythme des marées, en ce mois, un petit peu par le solaire les milieux de journées et par l’éolien, particulièrement sur la seconde moitié du mois. On note que la région Pays-de-Loire a, elle aussi, importé sans cesse du courant. Toutefois, les données eCO2mix ne permettant 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.

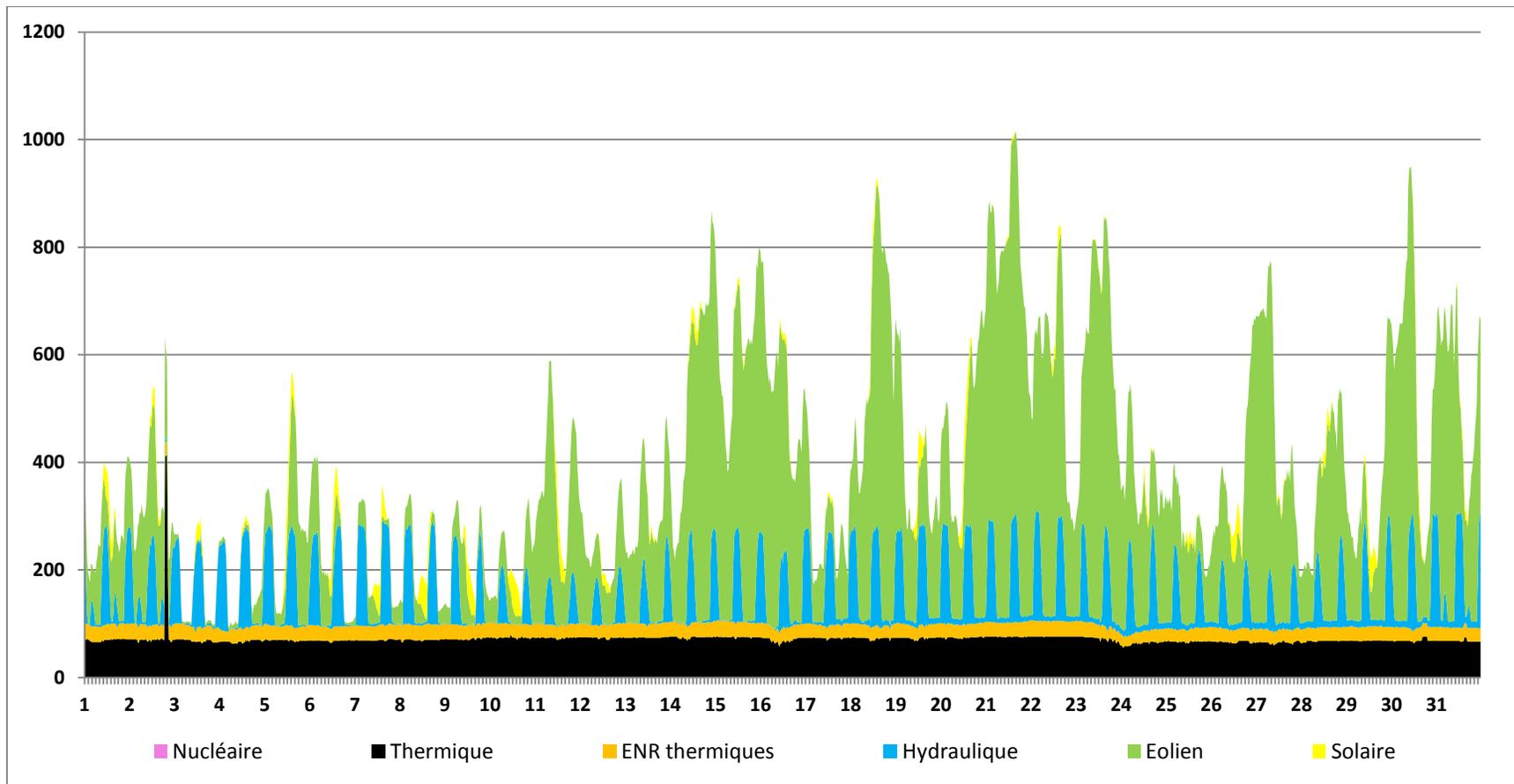


Fig.2 Production électrique de la Bretagne Décembre 2013 (MW). Ce mois-ci, l'ensemble de ces productions compte environ 12,7 % de la consommation locale. En GWh la production totale a été de 168,9 (mois précédent 141,3) pour l'éolien, 45,8 (mois précédent 37,4) pour l'hydraulique, 19,3 (mois précédent 18,4) pour les ENR thermiques et de 5,1 (mois précédent 5,2) pour le solaire (consommation totale 2317 GWh – mois précédent 2037,6 GWh). A l'exception des ENR Thermiques dont la production est quasi-constante et de la faible contribution thermique (53 GWh – mois précédent 46,1 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 (Décembre à Mars). A l'exception du pic du 2 Décembre, sur une heure, d'amplitude proche de 350 MW (!!!) le thermique (comme l'ENR thermique) fonctionne en base sans participer à la gestion de régulation du réseau.

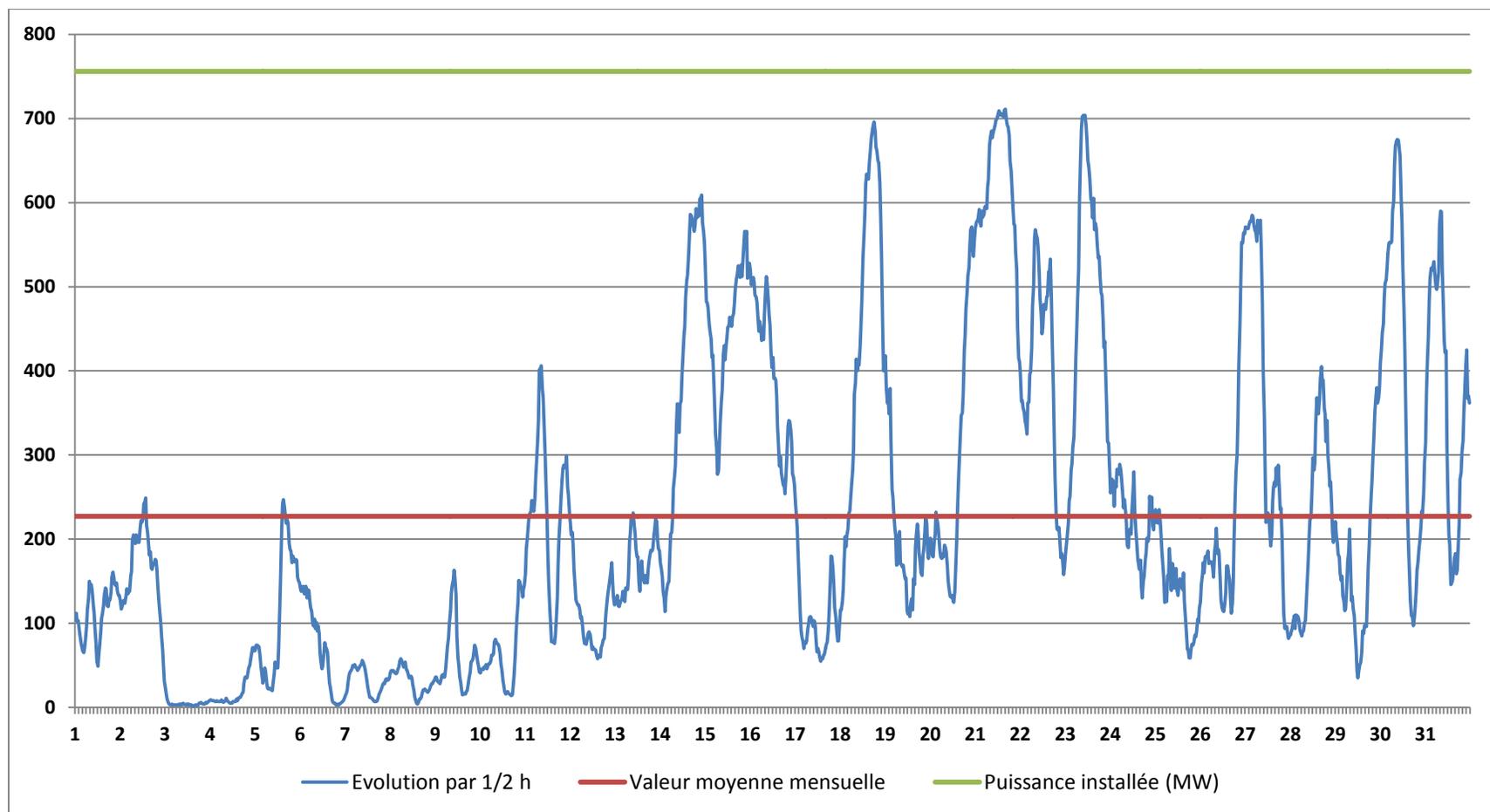


Fig.3 Production éolienne, Puissance (MW) Bretagne – Décembre 2013. En nous basant sur les données des 30/06 et 30/09 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons *extrapolé* la puissance éolienne régionale installée en Décembre à 756 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 227 MW (mois précédent 196,3) soit une efficacité moyenne de 30,0 % (mois précédent 26,0 %). Le maximum de production a été de 711 MW (mois précédent 653 MW) pour une efficacité 94,1 % (mois précédent 86 %) le 21 du mois à 16h00. Plusieurs fois dans le mois, la production a été quasi-nulle. Elle est descendue à 1 MW le 3 à 14h30. On notera que ce creux de production correspond précisément à la période anticyclonique froide de la première partie du mois et de fortes consommations qui peuvent dépasser les 3,5 GW.

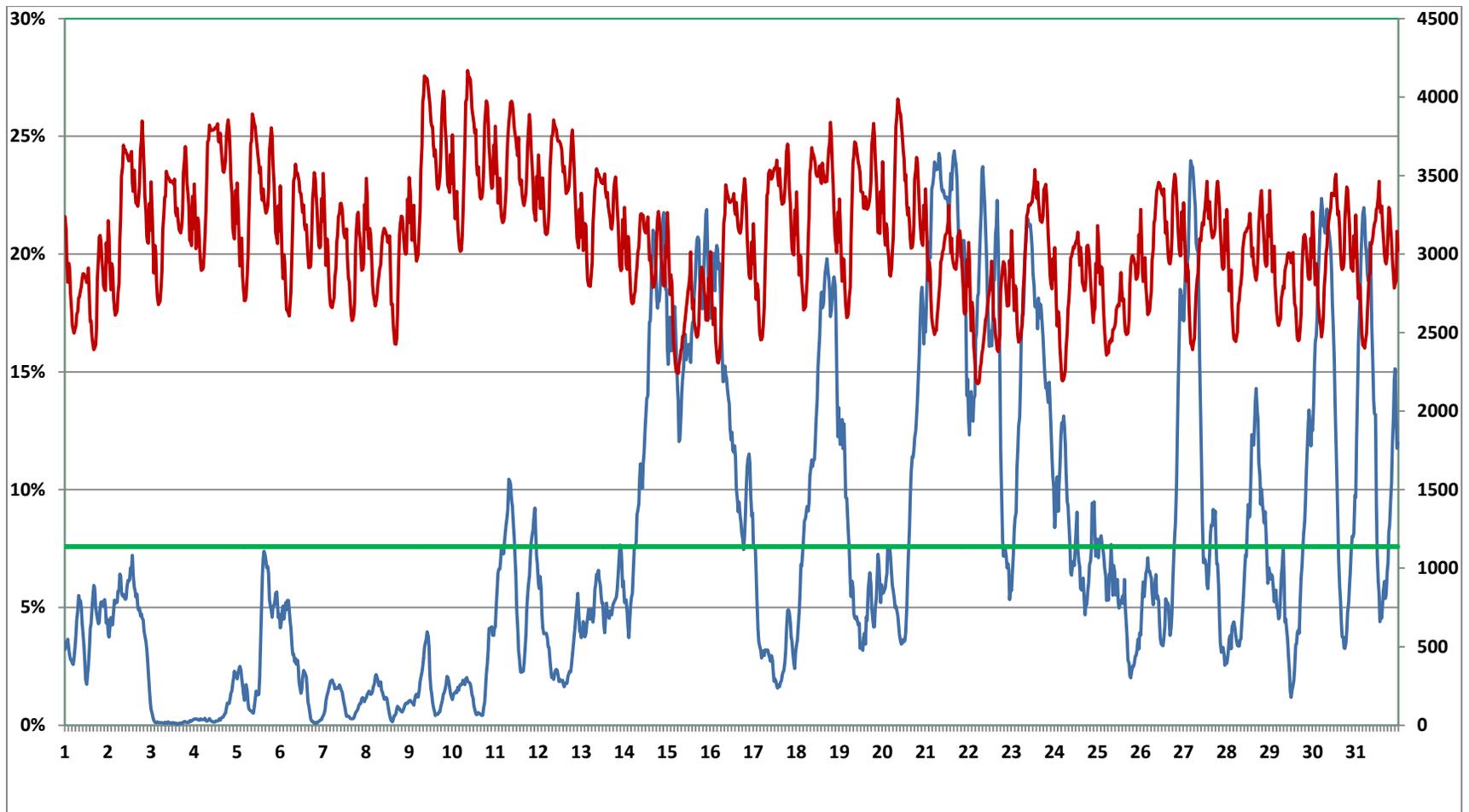


Fig.4 Production éolienne, Taux de couverture (%) Bretagne – Décembre 2013. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) de l'éolien est de 7,6 % (mois précédent 7,3 %). Il atteint son maximum de 24,4 % (mois précédent 28,7 %) le 21 du mois à 16h00 (le début des congés de fin d'année) à une période 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 (par exemple le weekend du 14-15). Le minimum est de 0,03 % le 3 du mois à 14h30 (un jour ouvré).

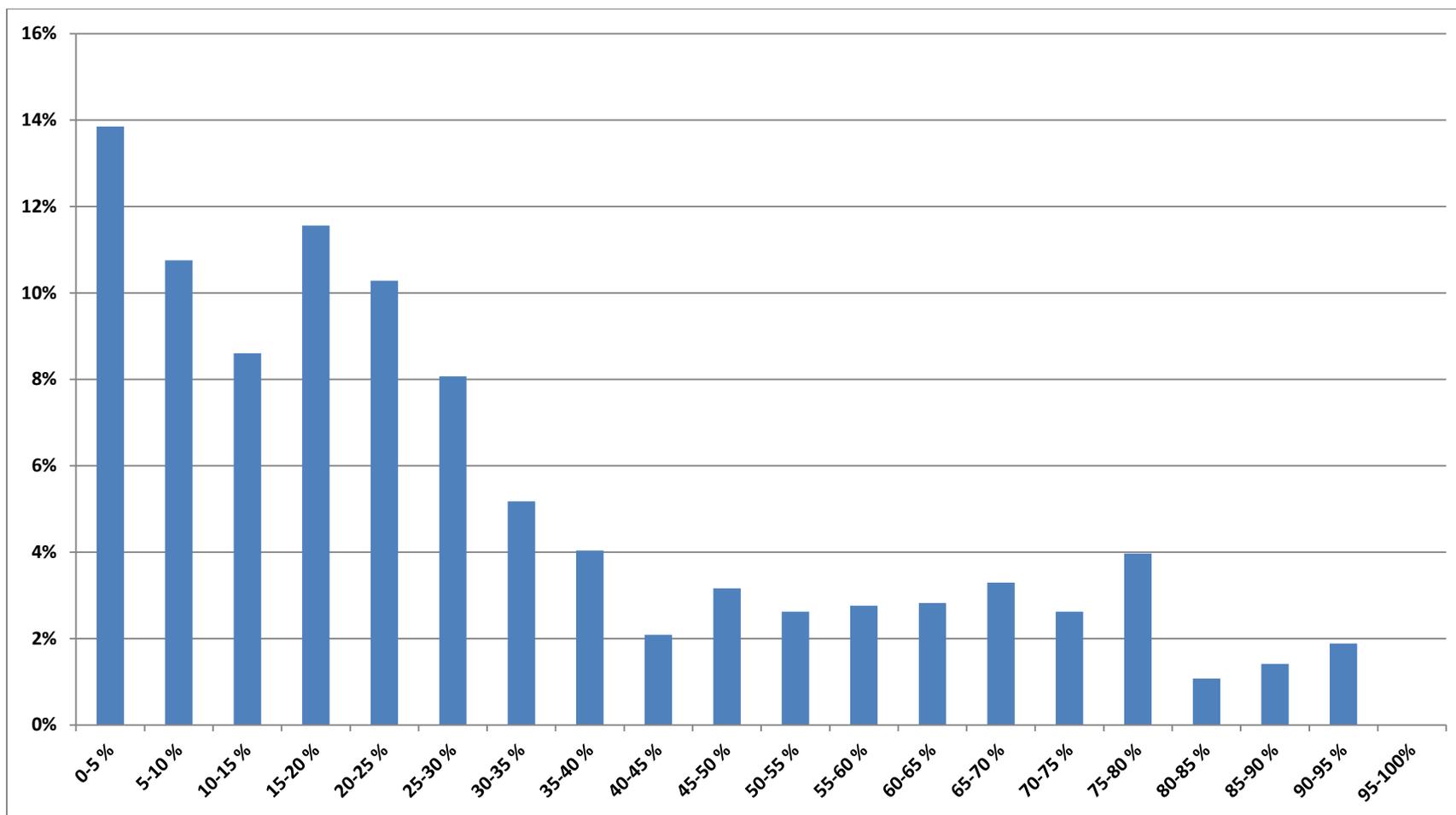


Fig.5 Bretagne Décembre 2013. Pourcentage du temps en fonction de la puissance éolienne livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 756 MW). Cette distribution présente une forme non conventionnelle. Elle résulte de l'addition sur le mois de deux régimes de vent différents : anticyclonique et faible sur la première moitié du mois, océanique et fort avec même des tempêtes sur la seconde. Grâce à cette seconde partie du mois, l'éolien a été très productif (efficacité moyenne 30 % - mois précédent 26 %) avec un fort pic de production (le 21 du mois quand l'efficacité a atteint 90 %). La puissance livrée a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée pendant 22,5 % (mois précédent 14,6 %) du temps. Néanmoins elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 33,2 % (mois précédent 36,4 %) du temps.

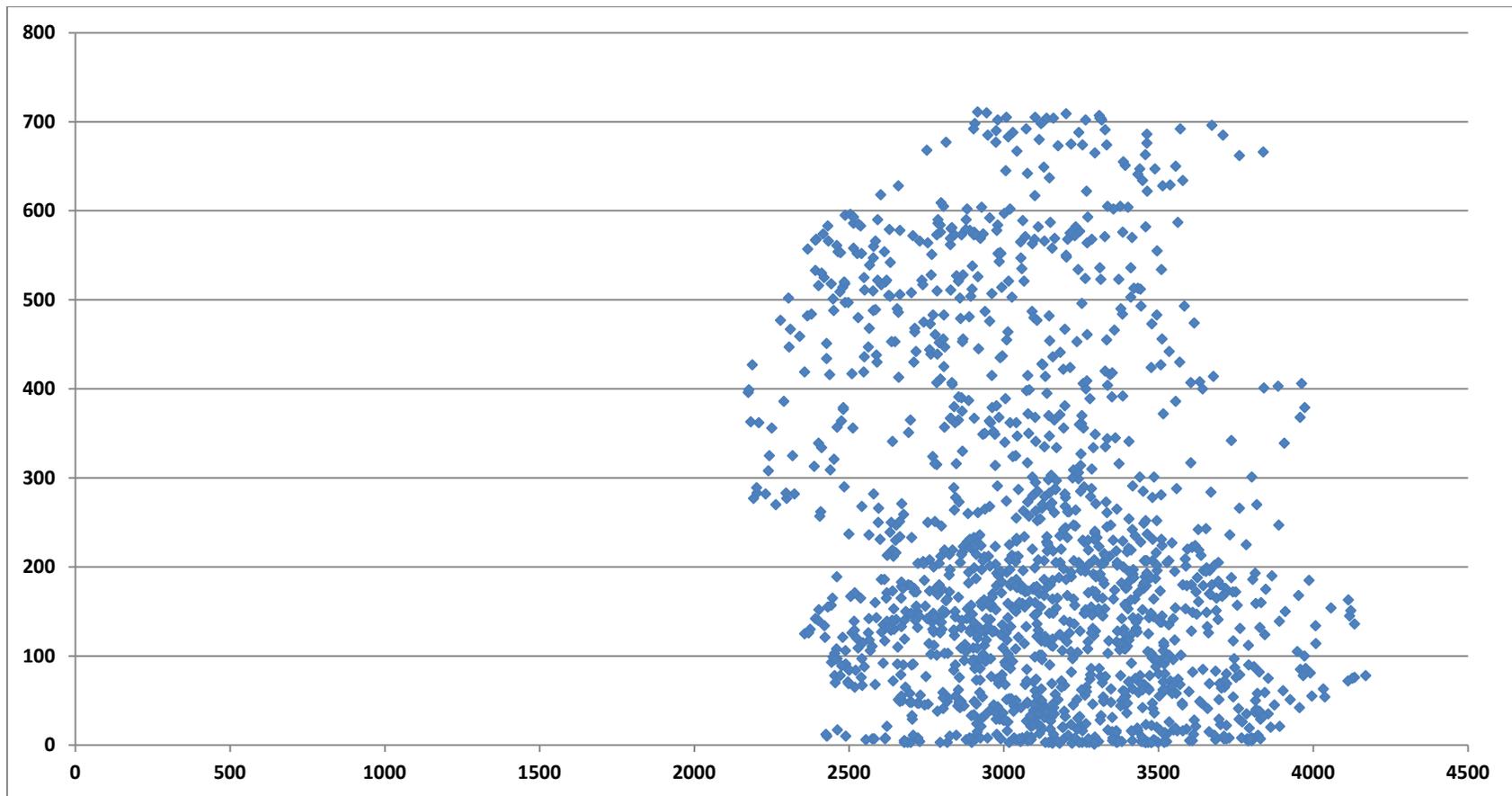


Fig.6 Bretagne Décembre 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance éolienne livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n’observe aucune corrélation, comme on pouvait s’y attendre pour une énergie fatale. Au contraire, la structure d’anti-corrélation hivernale typique déjà discernable le mois précédent se confirme. En haut à gauche du nuage de points, les plus fortes productions éoliennes associées à l’arrivée de dépressions atlantiques plutôt tièdes correspondent à de faibles consommations (phénomène augmenté ce mois-ci par la baisse d’activité associée aux congés de fin d’année) tandis qu’en bas à droite les anticyclones froids (ici le début du mois) conduisant à de fortes consommations correspondent à des creux de production éolienne.

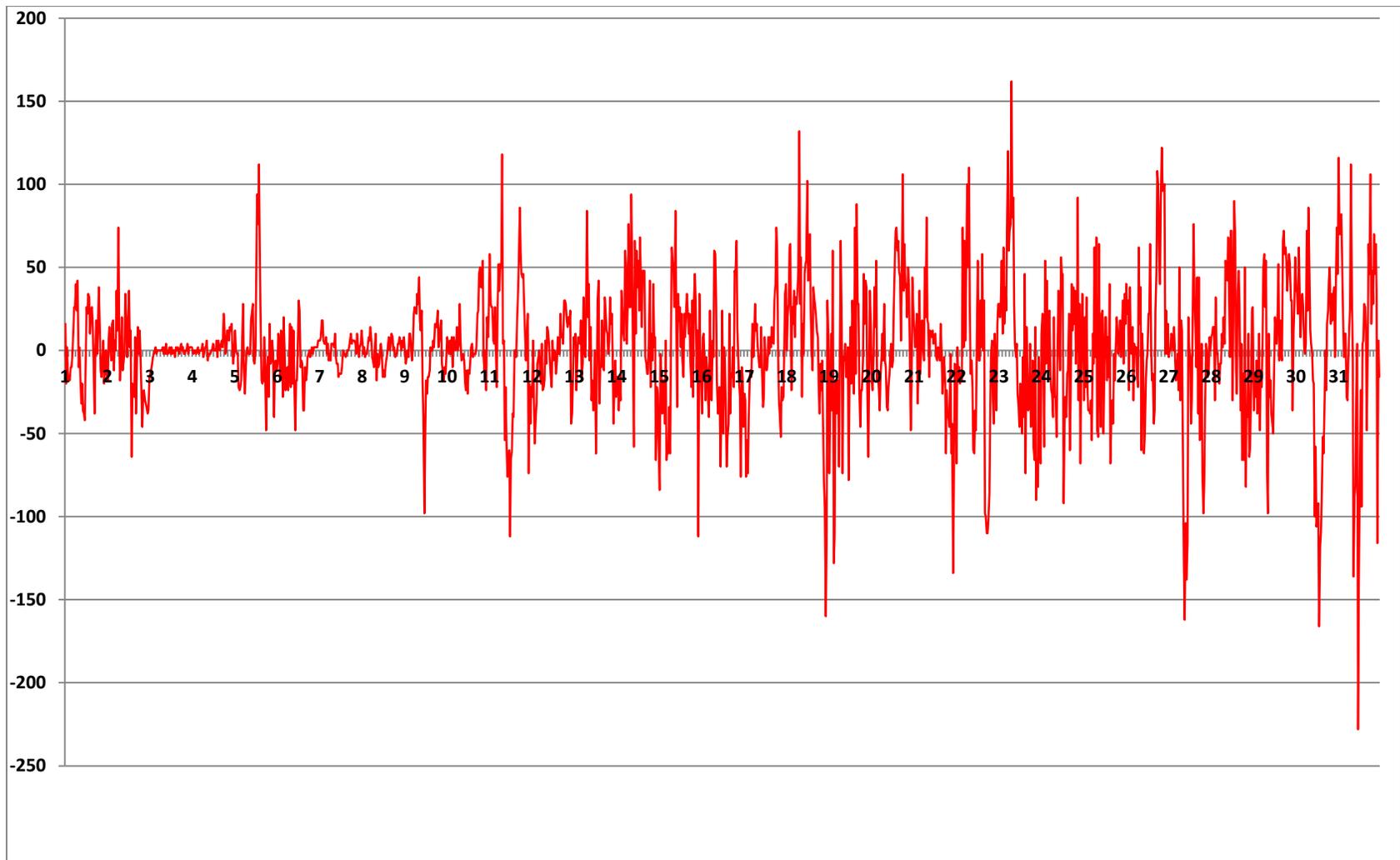


Fig.7 Gradient de puissance éolienne (MW/h) Bretagne – Décembre 2013. En ce mois venté sur la seconde moitié, la forte production de cette période n'a pas été régulière. Elle s'est faite par à-coups. Le réseau (en fait l'importation de puissance nucléaire depuis le reste de la France et en particulier la Basse Normandie) a dû gérer des gradients de puissance dépassant 150 MW/h aussi bien en positif qu'en négatif.

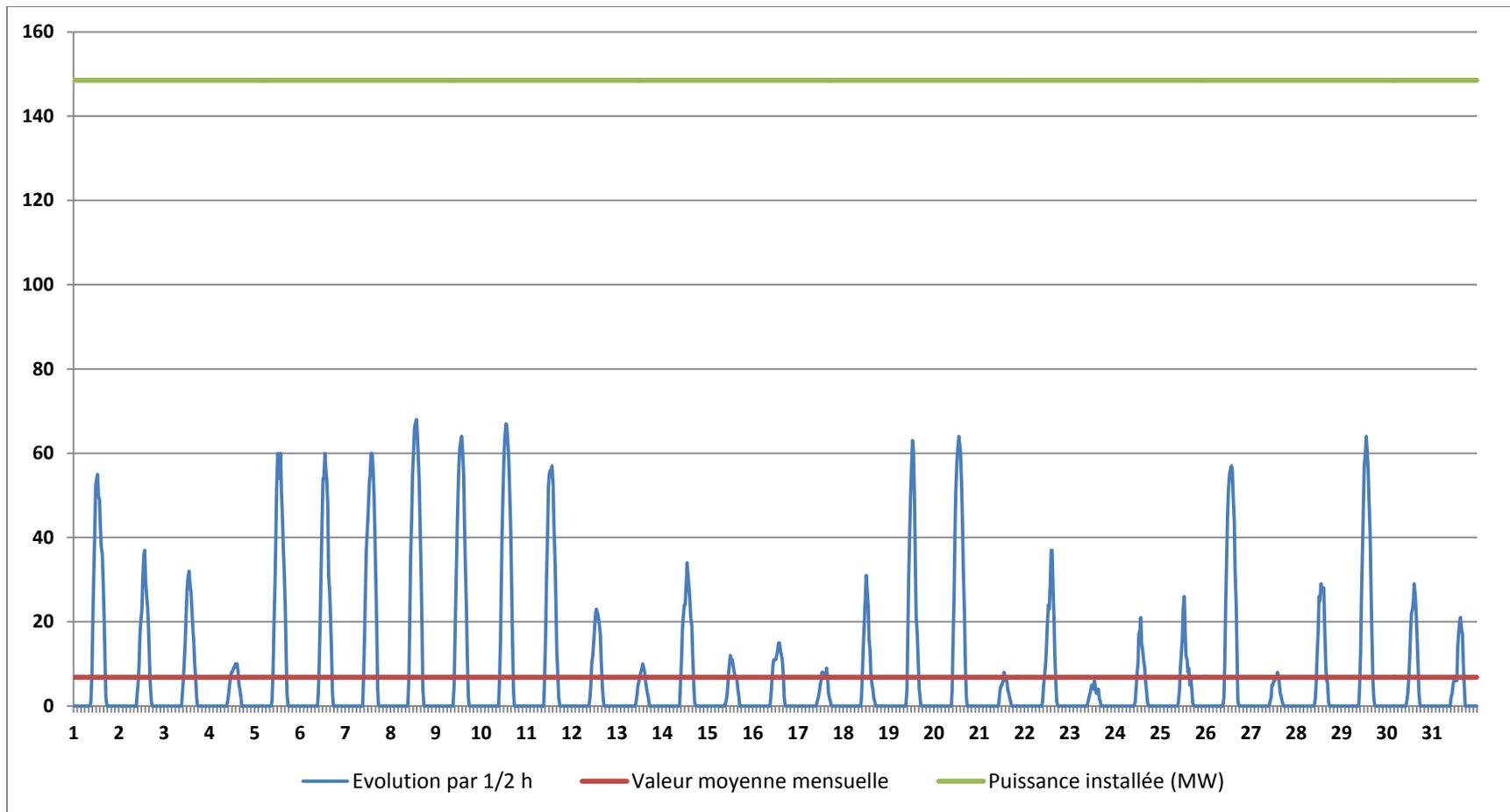


Fig.8 Production photovoltaïque, Puissance (MW) Bretagne – Décembre 2013. En nous basant sur les données des 30/06 et 30/09 des « Tableaux de bord éolien et photovoltaïque » du ministère nous avons *extrapolé* une puissance solaire régionale installée à 148,5 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois a été de 6,8 MW (mois précédent 7,3 MW) soit une efficacité moyenne de 4,6 % (mois précédent 4,9 %). Le maximum de production a été de 68 MW (mois précédent 76 MW) pour une efficacité 45,8 % (mois précédent 51,5 %) le 8 du mois à 13h30. Les hauteurs des maxima reflètent la variabilité de la nébulosité (meilleur ensoleillement pendant la période anticyclonique froide de la première partie du mois) 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). Des variations de production d'un facteur 10 d'un jour à l'autre sont observables.

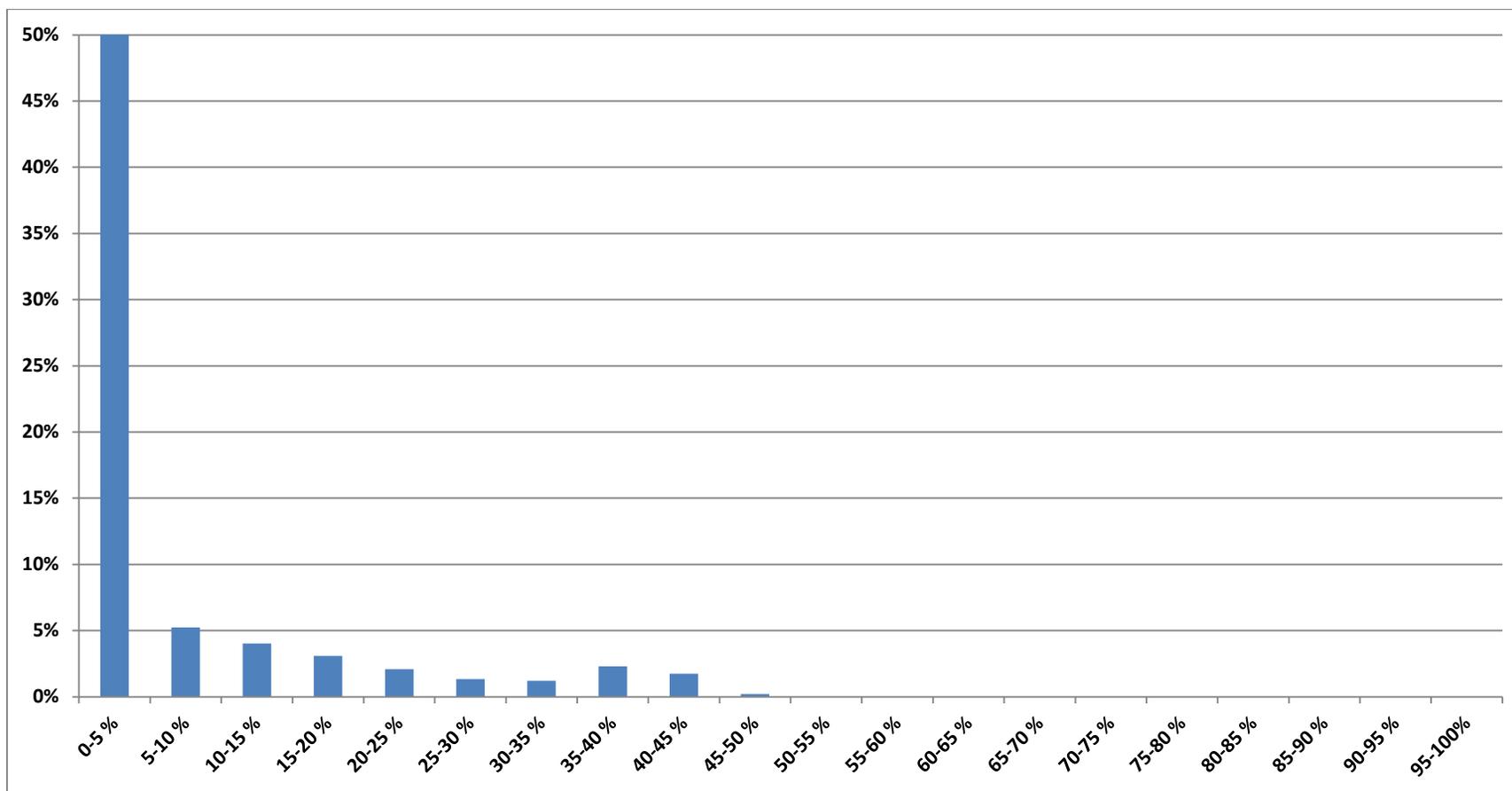


Fig.9 Bretagne Décembre 2013. Pourcentage du temps en fonction de la puissance solaire livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 148,5 MW). L'axe vertical a été tronqué à 50 %. La barre la plus à gauche s'élève en fait à 78,8 %. Cette distribution présente la forme « conventionnelle » pour la production solaire d'une zone géographique de petite dimension au regard des zones météo. Au voisinage du solstice d'hiver la productivité du mois est, comme on s'y attend, basse avec une efficacité moyenne de 4,6 % (mois précédent 4,9 %) et une production qui le 8 du mois à 13h30 a atteint son maximum mensuel d'efficacité 45,8 % (mois précédent 51,5 %). La puissance livrée n'a jamais dépassé 50 % de la puissance moyenne installée (mois précédent 0,3 % du temps). Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 88 % du temps.

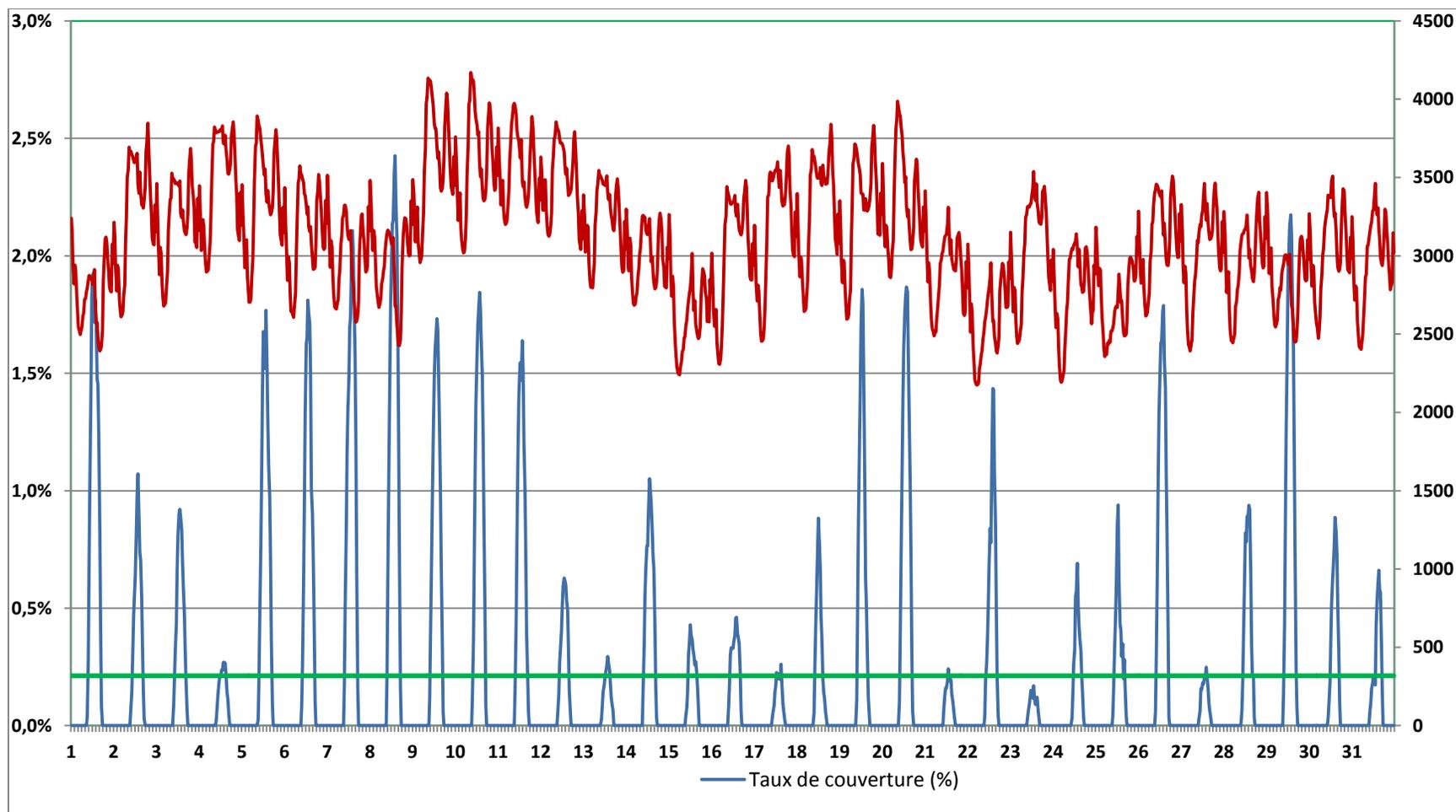


Fig.10 Production photovoltaïque, Taux de couverture (%) Bretagne – Décembre 2013. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne, le taux de couverture (rapport de la puissance livrée à la puissance consommée au même instant) du photovoltaïque est de 0,21 % (mois précédent 0,25 %). Il atteint son maximum de 2,4 % (mois précédent 2,7 %) le 8 du mois à 14h quand le soleil est encore haut et que la consommation est celle d'un Dimanche. 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.

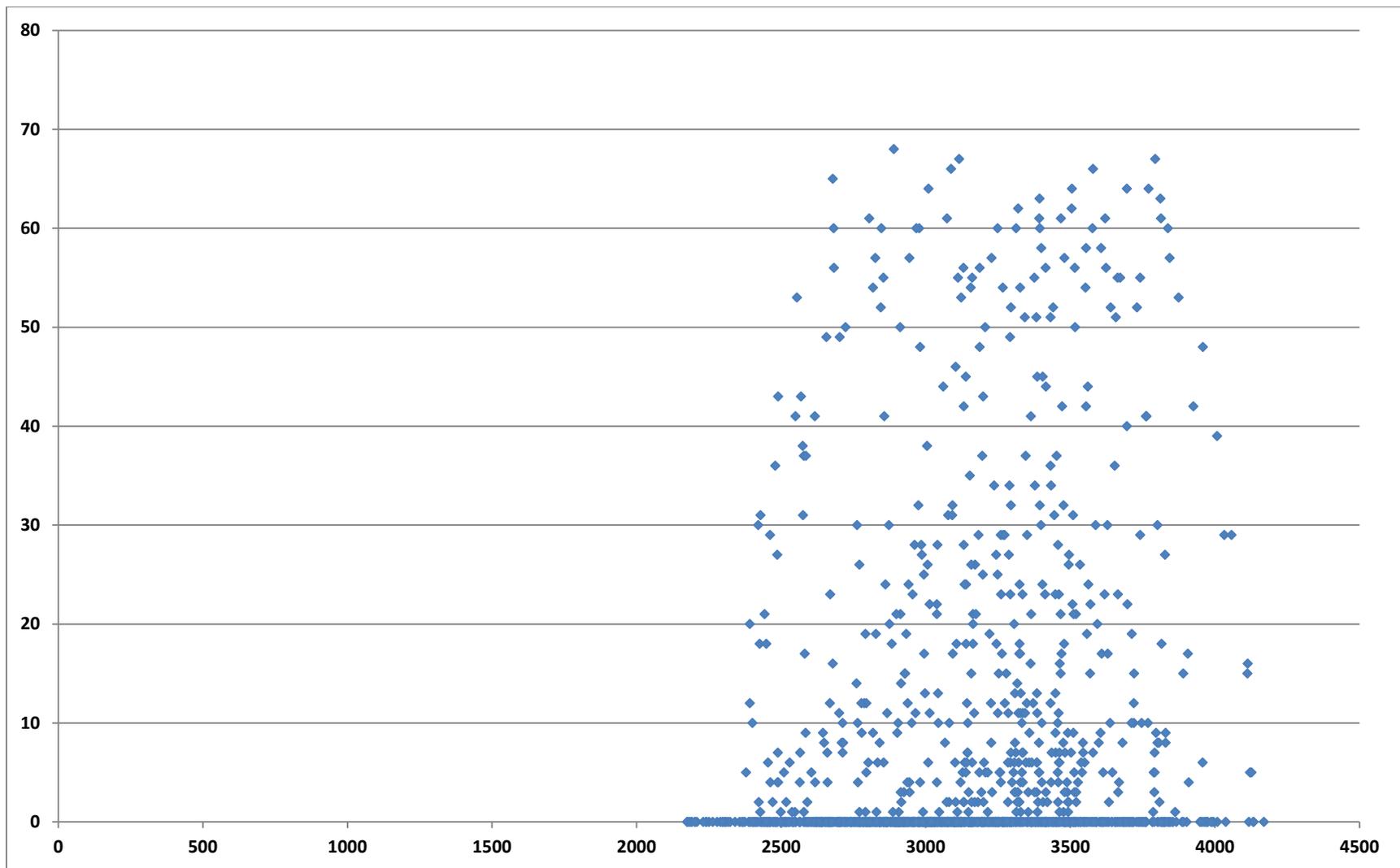


Fig.11 Bretagne Décembre 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance photovoltaïque livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). On n'observe aucune corrélation, comme on pouvait s'y attendre pour une énergie fatale.

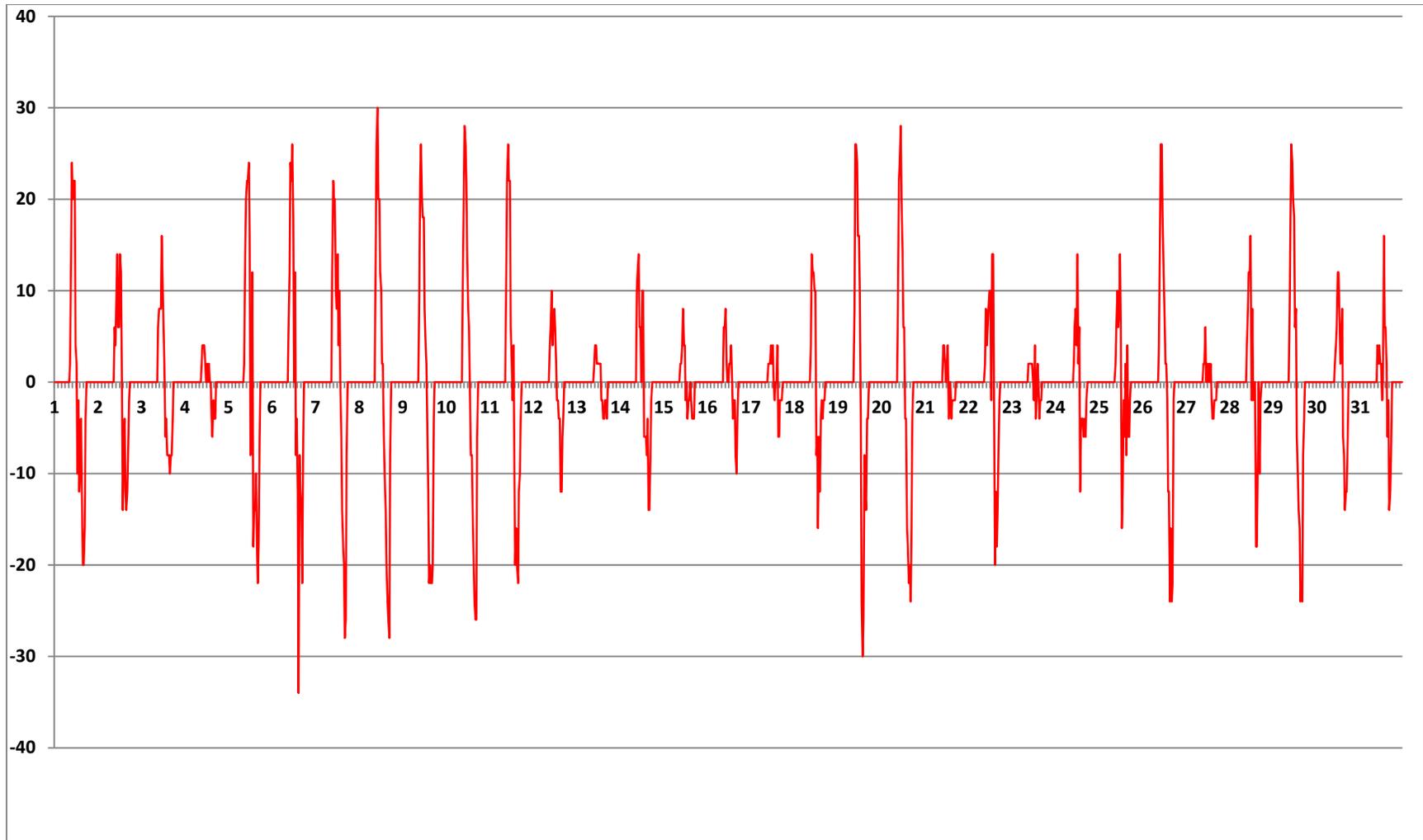


Fig.12 Gradient de puissance solaire (MW/h) Bretagne – Décembre 2013 Comme il se doit les gradients sont en moyenne directement liés au pic de production solaire. Ils sont positifs le matin et négatifs l'après-midi. Leur amplitude est aussi en relation avec la hauteur du pic. Plus il y a de soleil, plus le parc photovoltaïque exerce de contrainte sur le réseau. Ainsi pour des pics de moins de 60 MW en milieu de journée les gradients s'approchent de +/- 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 ».

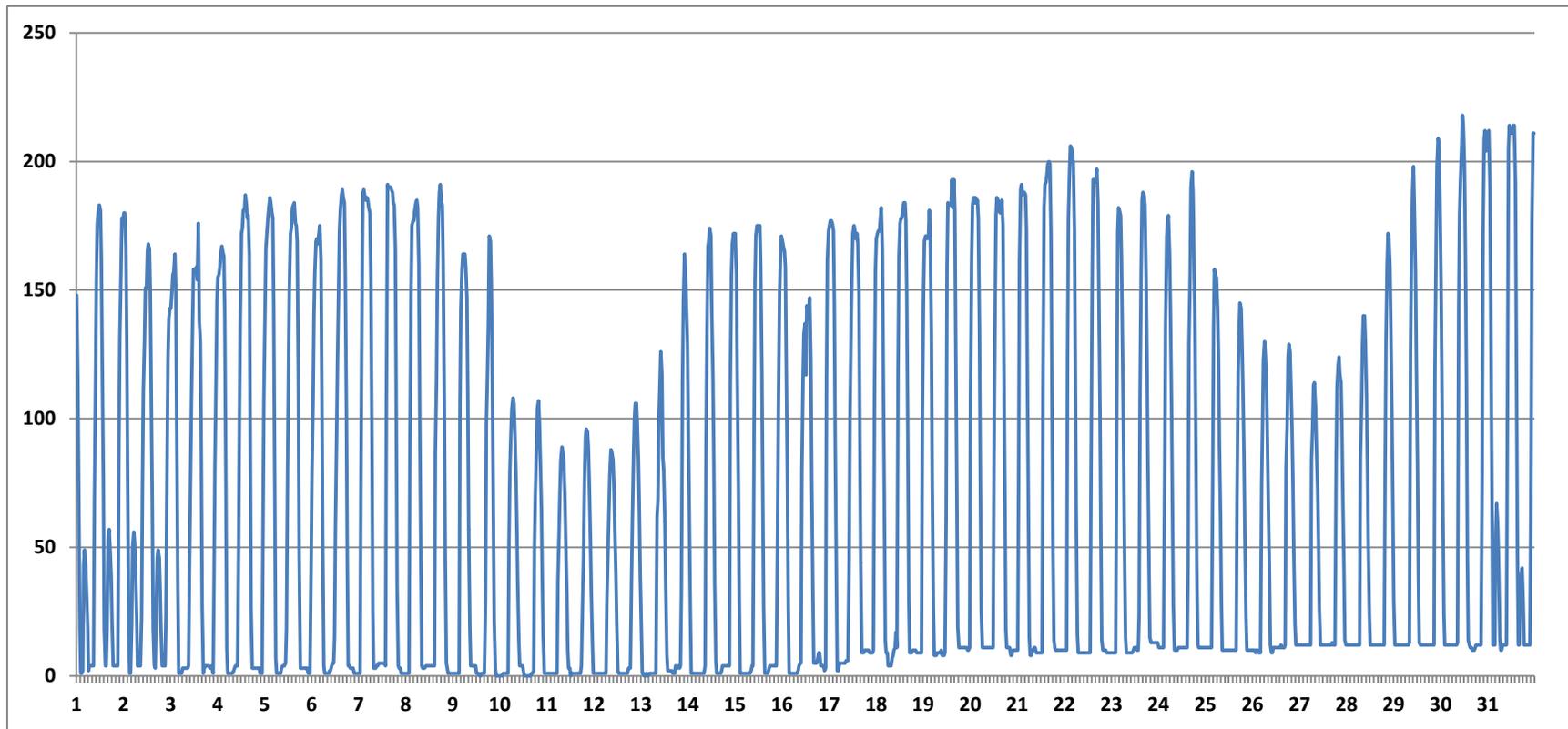


Fig.13 Production hydraulique, Puissance (MW) Bretagne – Décembre 2013. L'hydraulique breton lié au barrage de la Rance (Puissance installée 240 MW) se distingue du reste de l'hydraulique français (de type « fil de l'eau » ou « éclusées »). C'est une énergie fatale (comme d'ailleurs l'hydraulique de fil de l'eau) qui dépend de l'amplitude (pour partie) des marées et de leur rythme alternatif. Elle ne participe que faiblement au réglage du réseau par le biais d'une fonction de pompage. La puissance pic ne dépasse les 200 MW qu'en fin d'année lorsque que les coefficients de marée s'approchent de leur maximum. On observe aussi vers cette période un fond de production continue autour de 10 MW. L'énergie totale livrée au réseau sur le mois a été de 45,8 GWh, soit un taux de charge mensuel de 25,6 %, alors que le pompage (une consommation de courant restituée - pour partie - ultérieurement et comptabilisée dans le total « hydraulique ») n'a concerné que 4,9 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, précède une période où il n'y a pas eu de stockage par pompage.

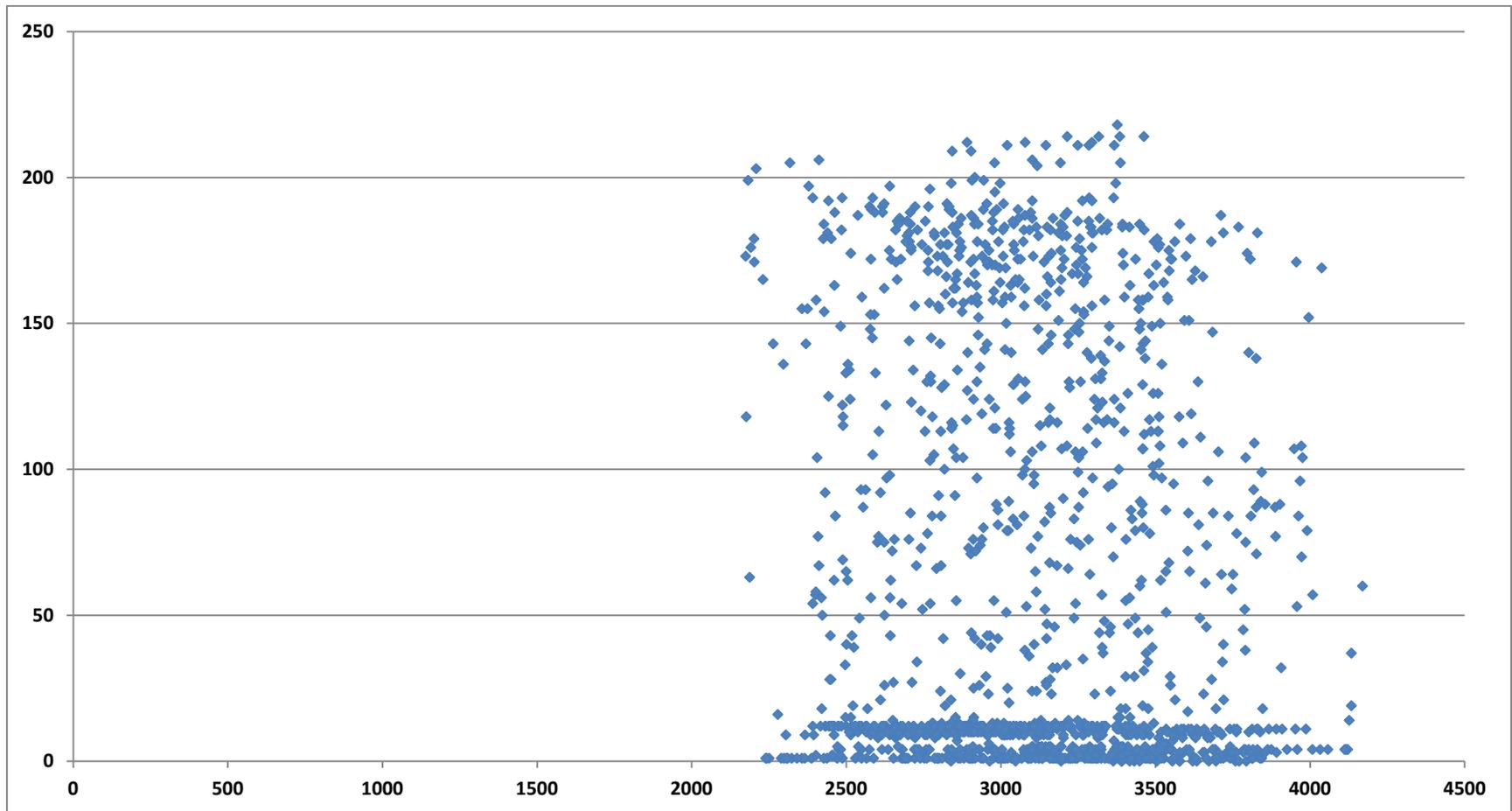


Fig.14 Bretagne Décembre 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance hydraulique livrée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Compte tenu de ce que sur une période de l'ordre du mois, il ne peut pas y avoir de corrélation entre les marées avec les besoins électriques de la société on n'observe encore aucune corrélation. L'hydraulique des marées est bien une énergie fatale. La ligne horizontale d'ordonnée 10 MW (environ) visible en bas de la figure, correspond au fond de production continu mentionné dans la légende de la figure précédente.

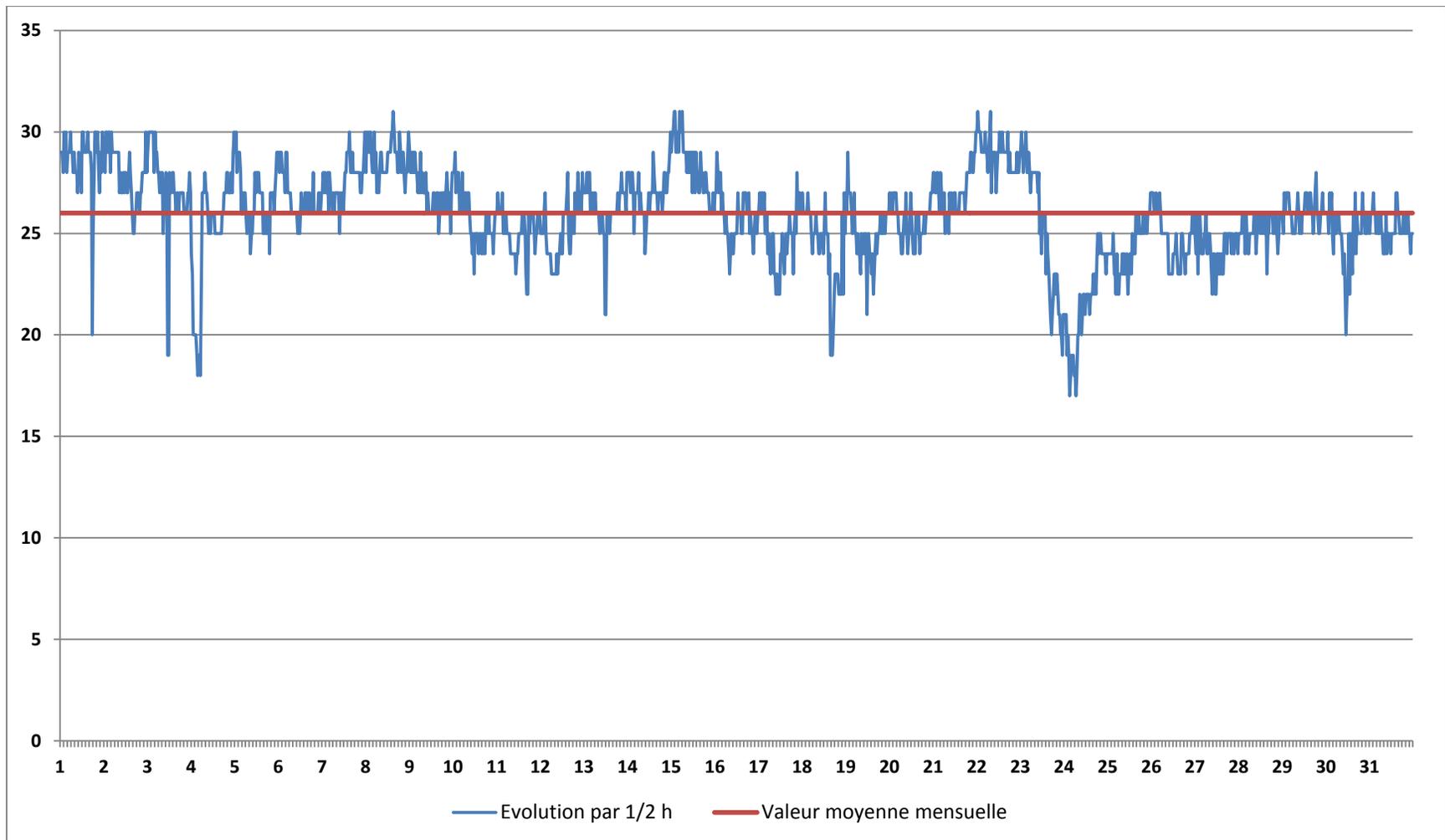


Fig.15 Production ENR thermique, Puissance (MW) Bretagne – Décembre 2013. Cette production ayant pour origine la combustion de la biomasse et de déchets en cogénération fonctionne comme une énergie de base quasi-constante autour de sa valeur moyenne (26 MW). Sur ce mois, le taux de couverture moyen correspondant est de 0,9 % (mois précédent 0,9 %) (variant de 0,5 % à 1,4 %). Une contribution aussi faible ne peut bien sûr pas être utilisée pour la stabilisation du réseau.

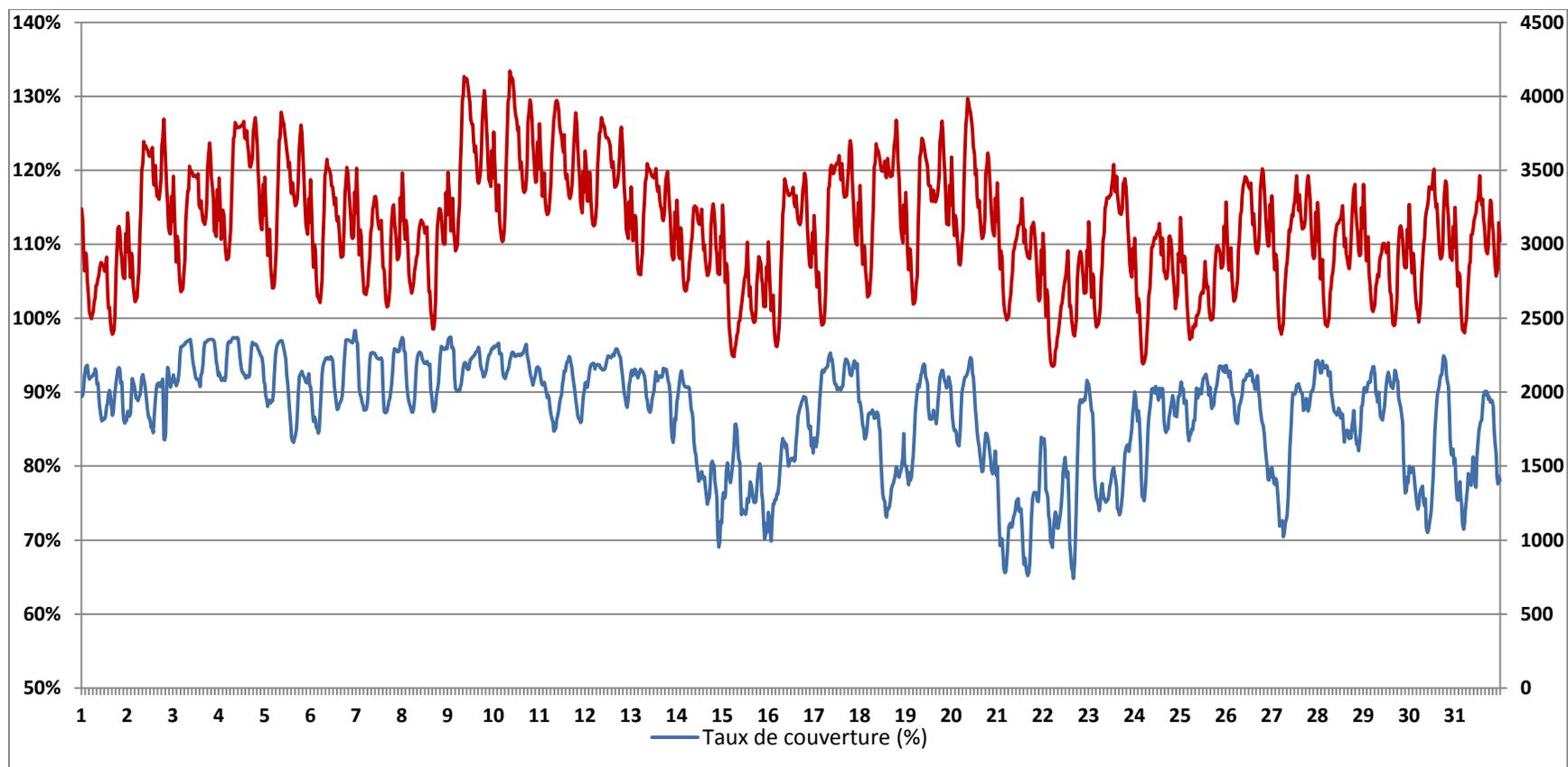


Fig.16 Importation électrique, Taux de couverture (%) Bretagne – Décembre 2013. La courbe rouge (échelle de droite en MW) montre l'évolution de la consommation. En moyenne sur le mois, le taux de couverture (rapport de cette puissance importée à la puissance consommée par la région au même instant) est de 87,2 % (mois précédent 87,5 %). A son maximum il atteint 98,4 % (mois précédent 98,5 %) le 6 du mois à 23h30). 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 64,8 % (mois précédent 60,1 %). Il a lieu le 22 du mois à 16h00 au moment où, en cette journée de Dimanche, le taux de couverture éolien s'approche de 25 %. Par ailleurs, on observe bien sur les données de Basse-Normandie que les réacteurs de Flamanville (dont, en fin d'année, la puissance produite avoisinait les 2500 MW) ont, sur quelques heures, à plusieurs reprises, baissé puis remonté leur production (variations de 500 MW à 1000 MW) pour compenser les fluctuations de production éolienne de la période du 20-24 Décembre. Lors du passage des dépressions océaniques, l'impact déstabilisateur plus particulier de la Bretagne sur le réseau, par rapport aux régions voisines, tient à l'importance relative actuelle de la puissance installée de son parc éolien (756 MW).

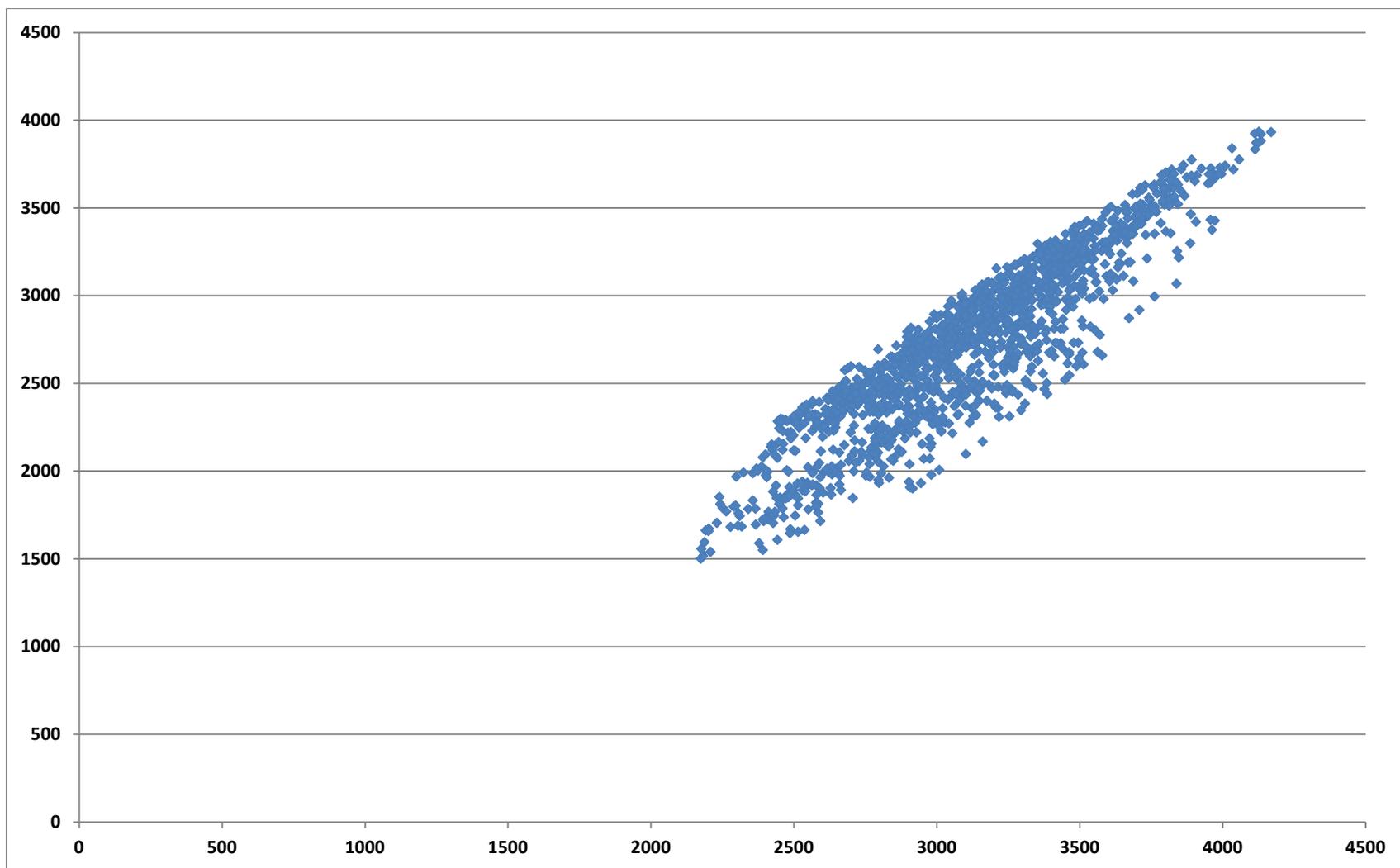


Fig.17 Bretagne Décembre 2013. Diagramme de corrélation entre la puissance importée (axe vertical unité MW) et la consommation au même instant (axe horizontal MW). Compte tenu de la dépendance de la région à près de 88 % de la production importée du reste de la France et en particulier de Basse-Normandie, comme on pouvait s’y attendre, la corrélation est quasi-parfaite.