

Analyse graphique des données du site eCO2mix (RTE)

Décembre 2012

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 » .

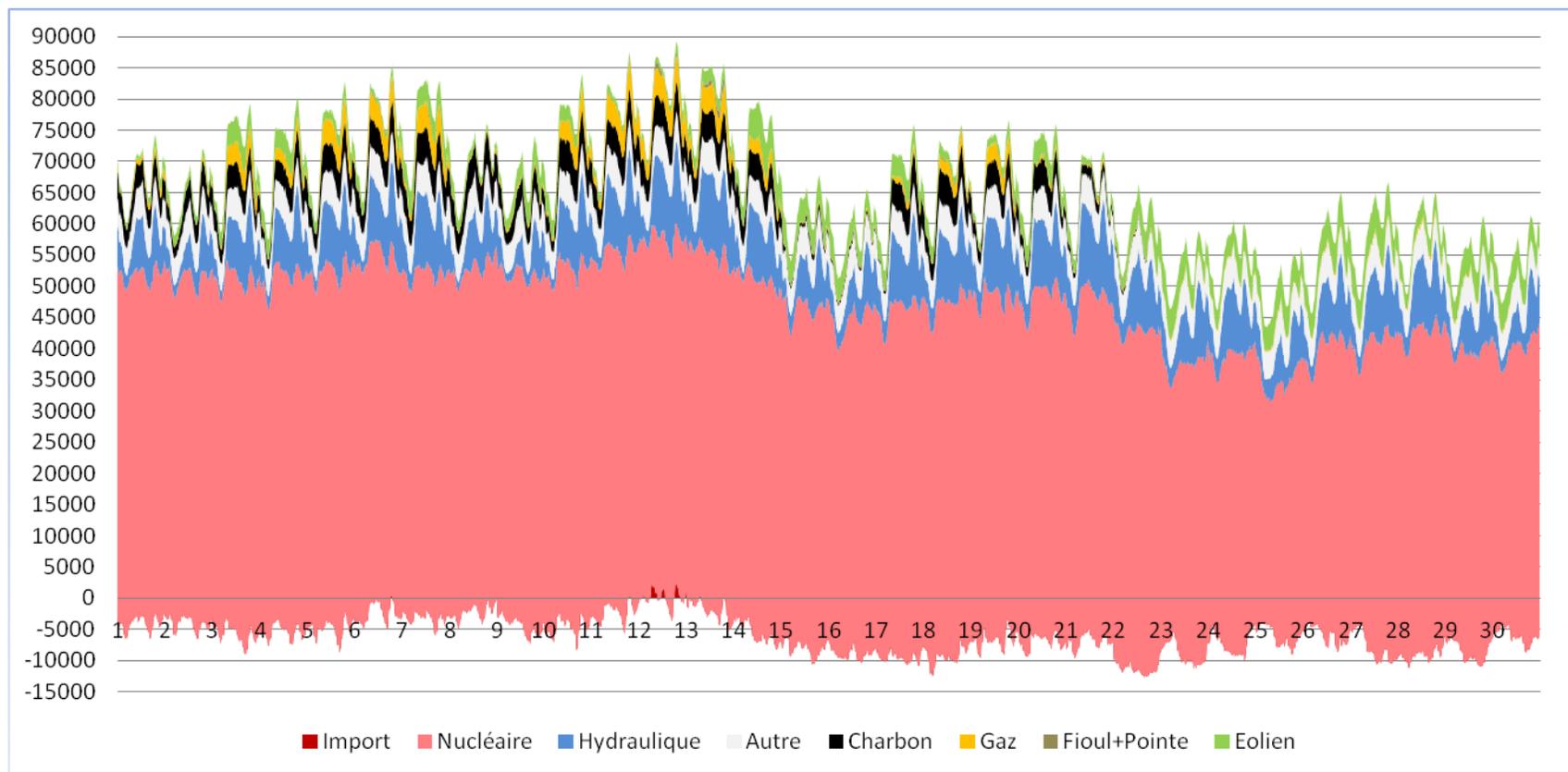
En fin de document, on trouvera quelques remarques sur les données eCO2mix du mois.
Les fichiers des mois précédents ainsi que l'ensemble des données eCO2mix sauvegardées et rassemblées par trimestre sont disponibles à l'adresse suivante :

<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>

Depuis la mi-Décembre, le site eCO2mix accessible à l'adresse :

<http://www.rte-france.com/fr/developpement-durable/eco2mix>

s'est considérablement enrichi d'informations susceptibles d'étoffer et aussi de fiabiliser les analyses. Il se pourrait donc que ce fichier qui complète l'année 2012 soit le dernier que SLC publie sous ce format.



Fi

g.1 Consommation – production France continentale Décembre 2012. On distingue deux périodes pendant ce mois de Décembre. L'hiver, dont les premiers signes étaient visibles à la fin Novembre, effectue une avancée sur la première partie du mois. Le pic de puissance consommée grimpe au-delà de 85 GW. Il reste toutefois très inférieur aux records de consommation de Février 2012 (102 GW) ou de Décembre 2010. A partir de la moitié du mois, un flux océanique s'installe qui apporte à la fois douceur, pluie et vent. La consommation électrique baisse puis chute encore plus lorsqu'on rentre dans la période de fêtes. Sur le dernier tiers du mois, les productions non subventionnées émettrices de CO2 (Charbon, Gaz et Fioul) s'arrêtent complètement. Les productions fossiles de cogénération (subventionnées) continuent elles au même niveau (voir Fig.18). De plus, afin de gérer la baisse de consommation ainsi que la forte puissance éolienne, le nucléaire s'ajuste fortement à la baisse. La France a encore été en mesure d'exporter du courant presque sans discontinuer.

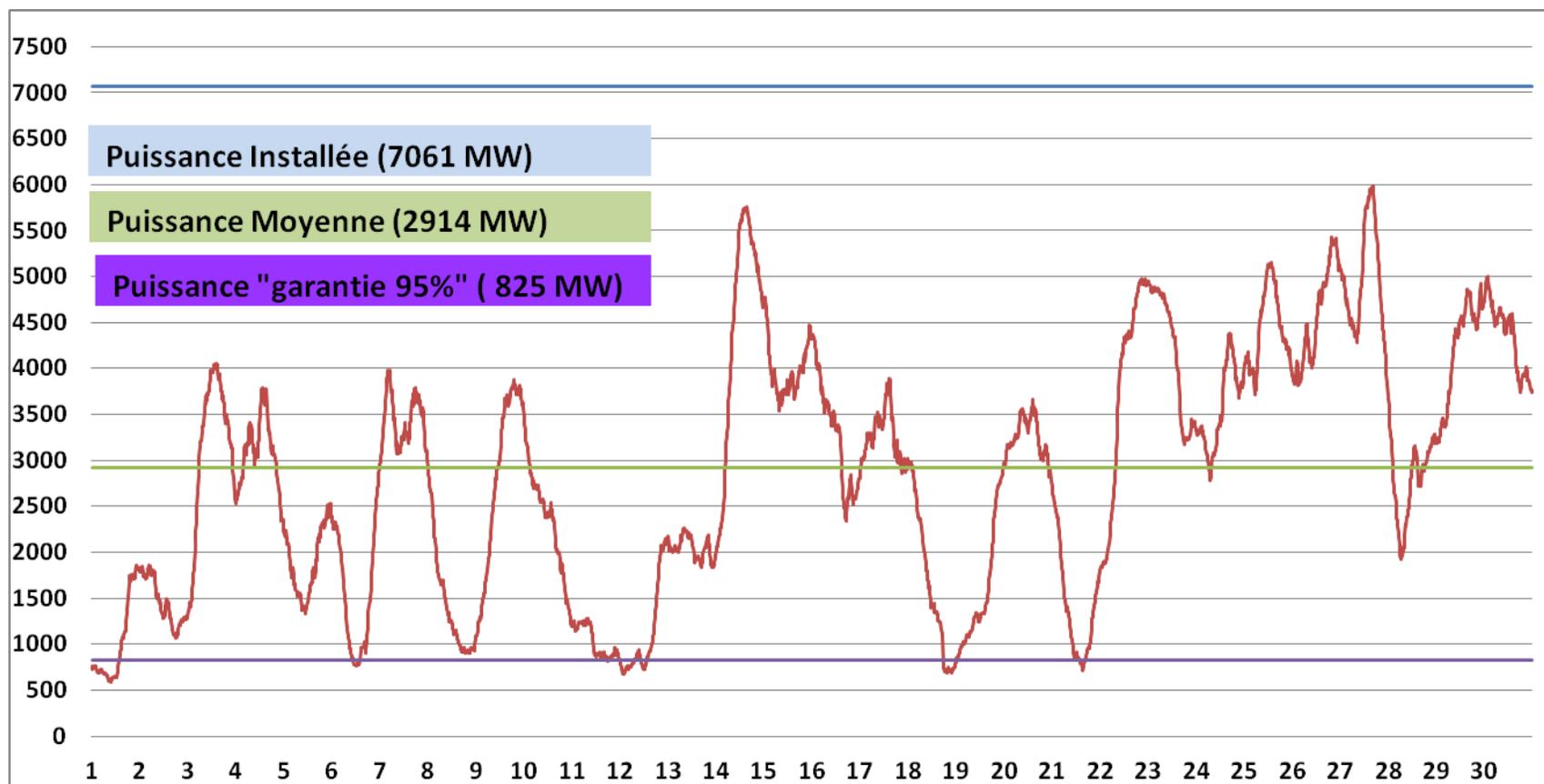


Fig.2 Production éolienne France continentale – Décembre 2012. Selon les données du site « Suivi Eolien » de l'ADEME, en Décembre, la puissance éolienne installée en France continentale est montée à 7061 MW (cette valeur est sous estimée et nous conduit donc à surestimer les efficacités ; voir note 6). La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois de Septembre a été de 2914 MW soit une efficacité moyenne de 41.2 %. La figure met bien en évidence que ce résultat remarquable est surtout dû à la production sur la seconde partie du mois. Le maximum de production, atteint en pleine période de fêtes, a été de 5,98 GW (efficacité 84,7 %). La moyenne de production sur les 26 et 27 Décembre a été de 4,8 GW (67,4 %). Le 12 Décembre un minima de 591 MW (8.3 %) a été observé. La moyenne de production éolienne sur les 11 et 12 Décembre a atteint 1,1 GW (15,2 %). Compte tenu du caractère exceptionnel de la productivité éolienne de ce mois de Décembre 2012, qui a conduit à plusieurs communiqués du Syndicat des Energies bien repris par les médias, nous proposons dans ce document plusieurs figures supplémentaires (Fig. 7, 8 et 13) qui mettent en perspective cette « performance » éolienne.

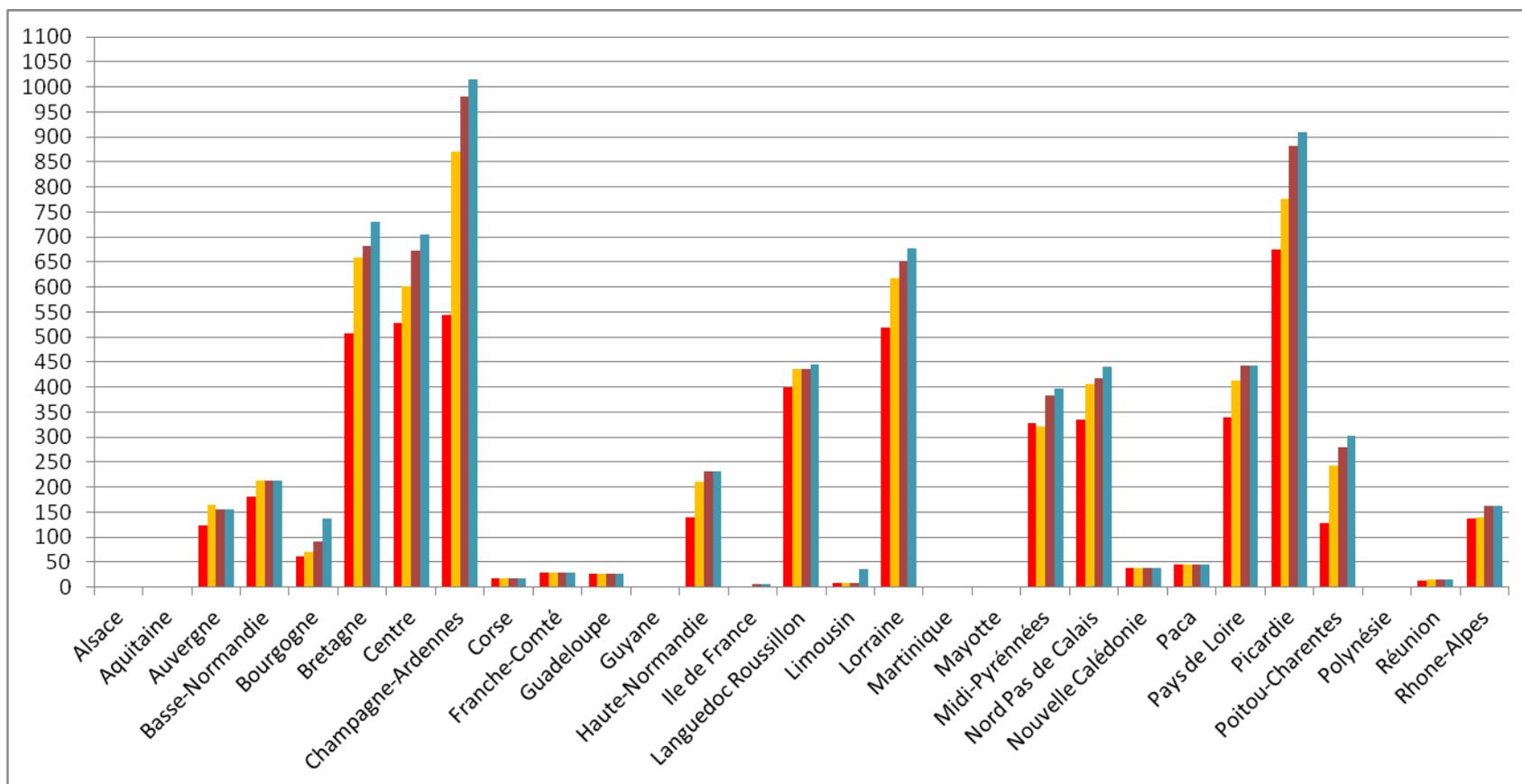


Fig.3 Répartition régionale des puissances éoliennes (en MW) installées en France (données site ADEME www.suivi-eolien.com). Les barres rouges indiquent la situation au 1^{er} Septembre 2010, les jaunes, la situation un an plus tard et les barres marrons celle au 1^{er} Septembre 2012. Les barres bleues correspondent au 31 Décembre 2012. On constate qu'en dehors de la Bretagne, les régions françaises les plus ventées (côtes de la Manche, Languedoc Roussillon, couloir rhodanien-PACA) ne se trouvent pas sur le podium. La région Champagne-Ardennes qui, sur les cartes de vent n'apparaît que moyennement favorisée vient de dépasser le GW installé. Plutôt qu'à des considérations énergétiques, en France, l'implantation d'éoliennes semble donc déterminée par la capacité des promoteurs à mettre en avant des arguments de nature socio-économique (zones à faible densité de population et effet NIMBY réduit, attractivité financière pour les grands céréaliers ainsi que pour les régions confrontées à des difficultés économiques : Lorraine et Champagne - Ardennes).

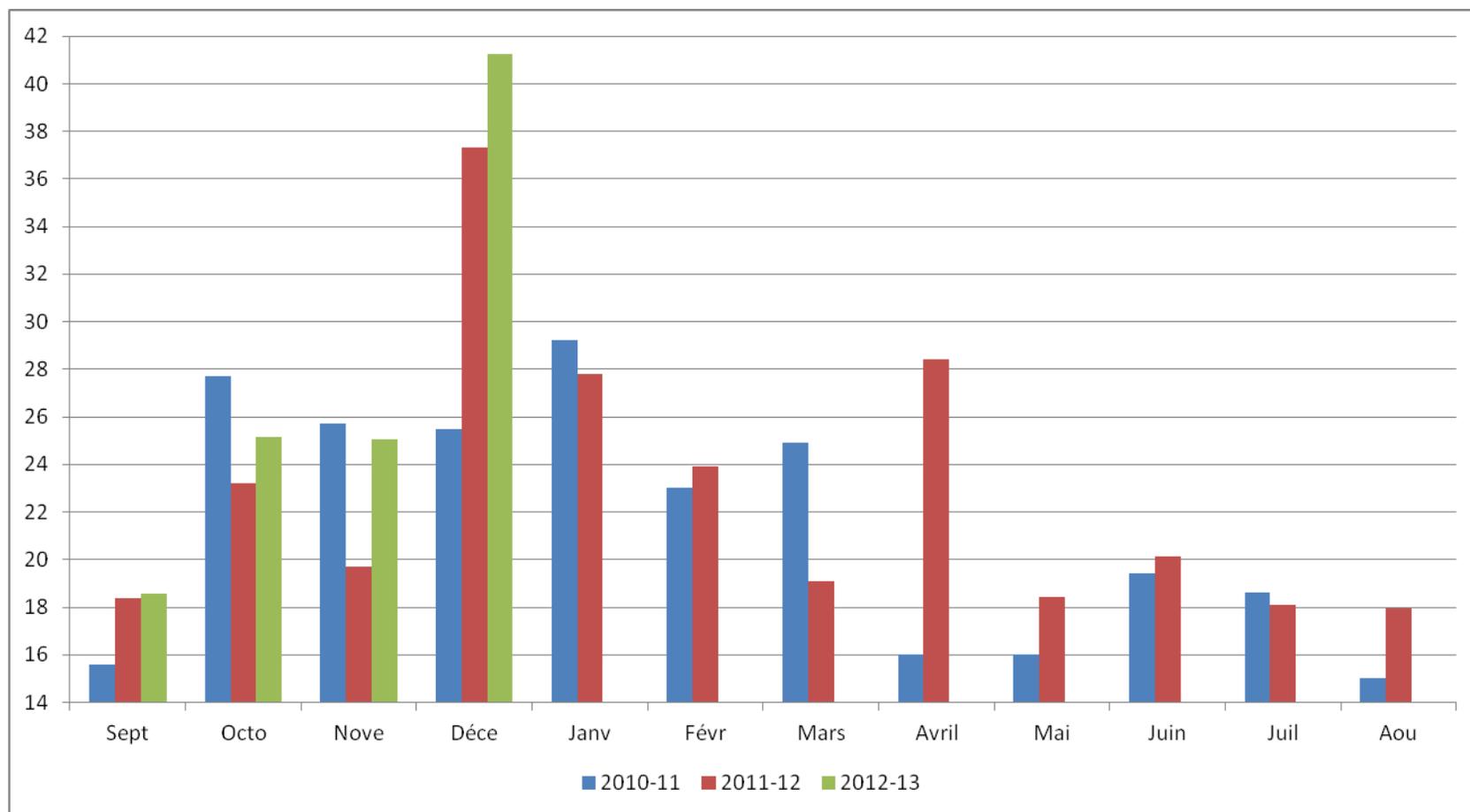


Fig. 4 France continentale Comparaison des efficacités mensuelles (en %) de la production éolienne d’une année sur l’autre. Des variations mois pour mois de 2-4 % dans un sens ou un autre sont communes. Les variations les plus extrêmes, de l’ordre de 15 %, sont observées pour les mois de Décembre et Avril. L’efficacité (facteur de charge) pour l’ensemble de l’année académique 2011-12 est de **22,7 %**. Elle est donc supérieure de plus de 1 point à celle de l’année 2010-11 (**21,4%**). Toutefois, cela semble moins refléter une amélioration technique (machines plus performantes, gestion optimisée des parcs) que les conditions météorologiques particulières de quelques mois (Décembre 2011 et 2012, Avril 2012). En effet, durant ceux-ci, des dépressions en provenance de l’Atlantique ont traversé notre territoire en plus grand nombre. On notera que les efficacités fournies ici, utilisant les chiffres de puissance installée fournis par le site de l’ADEME « suivi-éolien », sont vraisemblablement des surestimations (voir note 6).

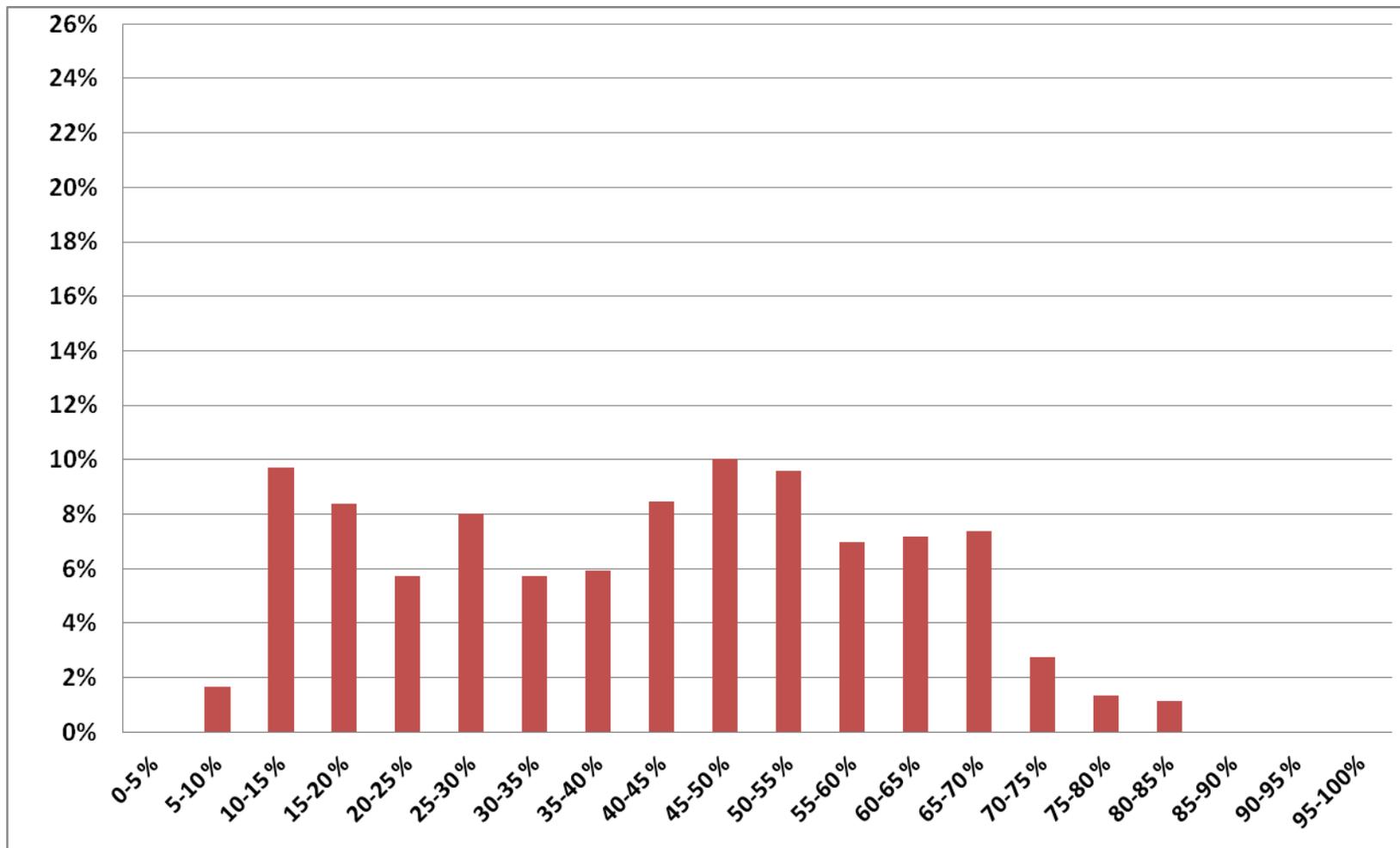


Fig.5 France continentale Décembre 2012. Pourcentage du temps en fonction de la puissance éolienne livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 7,06 GW). Cette distribution présente une forme atypique étalée quasi uniformément entre 10% et 70%. Elle correspond de fait à la superposition de deux courbes que l'on peut associer aux deux quinzaines du mois. La puissance livrée a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée pendant 38% du temps (Novembre 9,6 %). Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 11,4% du temps (Novembre 34,4 %).

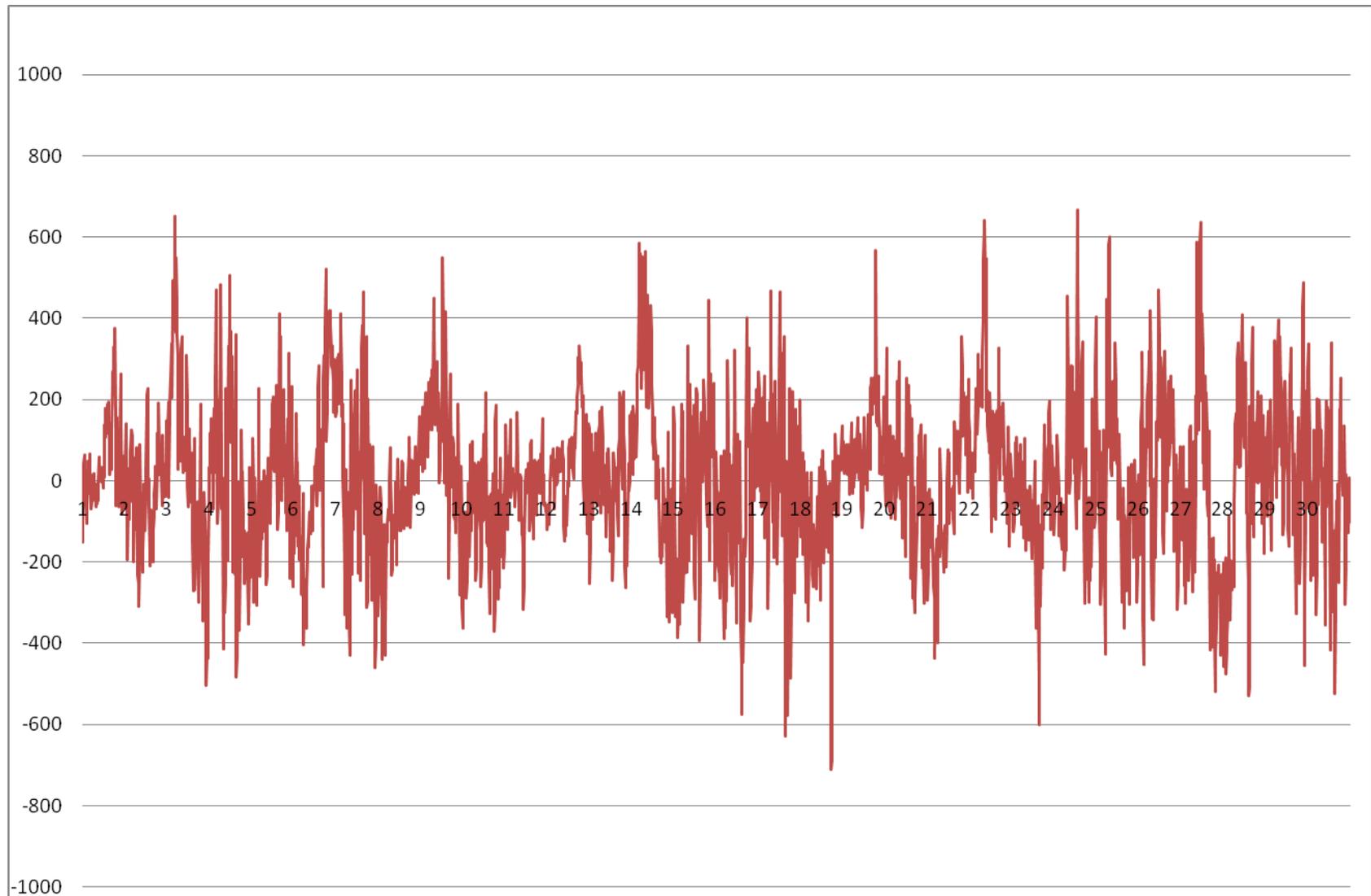


Fig.6 Gradient de puissance éolienne (MW/h) France continentale – Décembre 2012 Les gradients importants sont associés aux pics de production et s’approchent ou dépassent les 600 MW par heure soit une variation de 9% de la puissance installée.

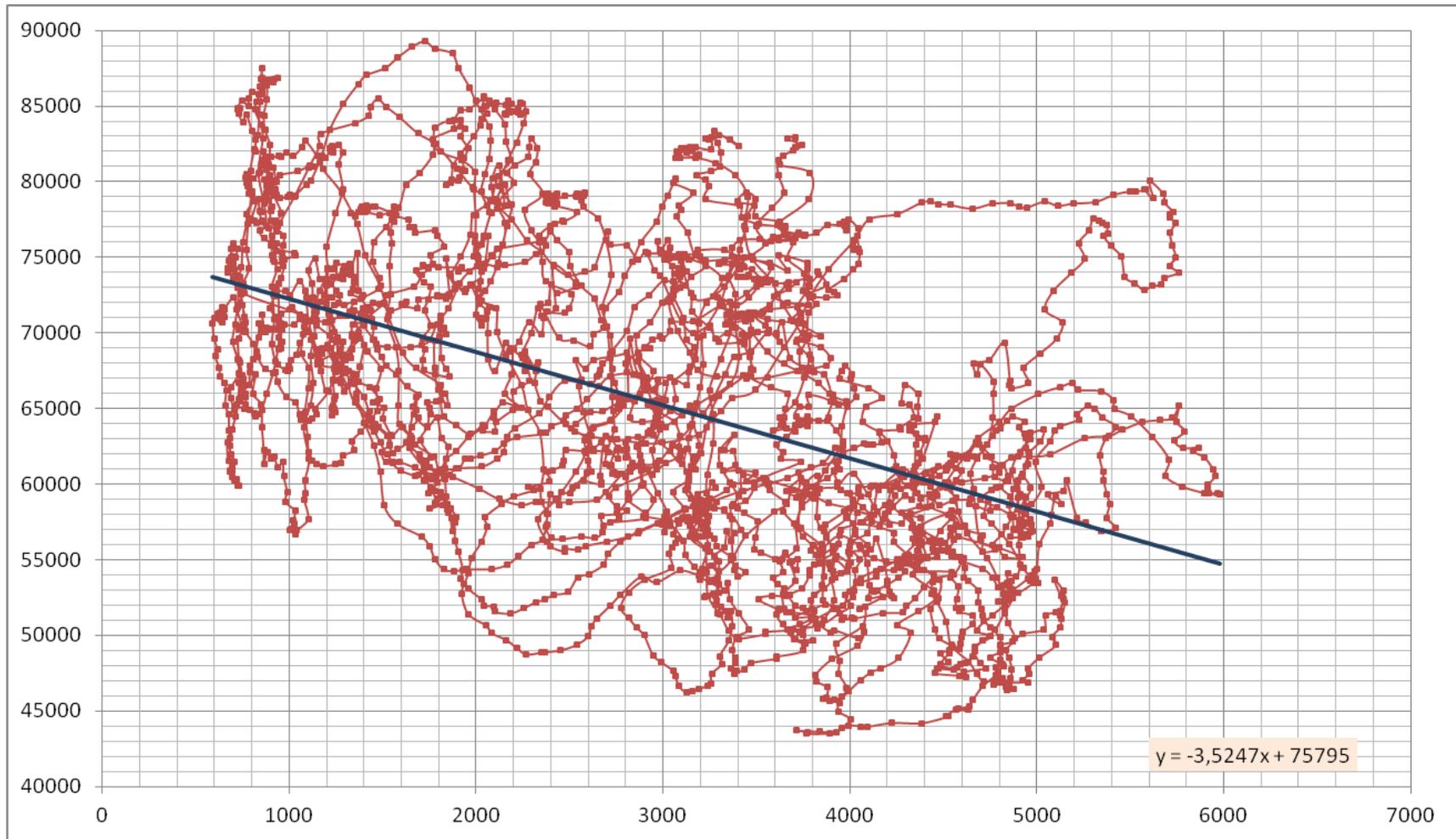


Fig.7 Diagramme de corrélation entre la puissance électrique consommée et la puissance éolienne fournie au réseau. Pour chaque quart d'heure du mois, l'ordonnée (verticale) donne en MW la puissance consommée et l'abscisse (horizontale) la puissance éolienne (en MW). On constate que la tendance est d'avoir peu de production éolienne quand les besoins en consommation sont importants et au contraire une forte production quand le besoin du pays est faible. On comparera cette figure à la figure similaire pour la production nucléaire (Fig. 11). La droite de régression linéaire a effectivement une pente négative qui mesure le niveau d'anticorrélation moyen entre la production éolienne et les besoins du pays (en gros la puissance consommée baisse de 3 MW alors que la puissance éolienne s'accroît de 1 MW).

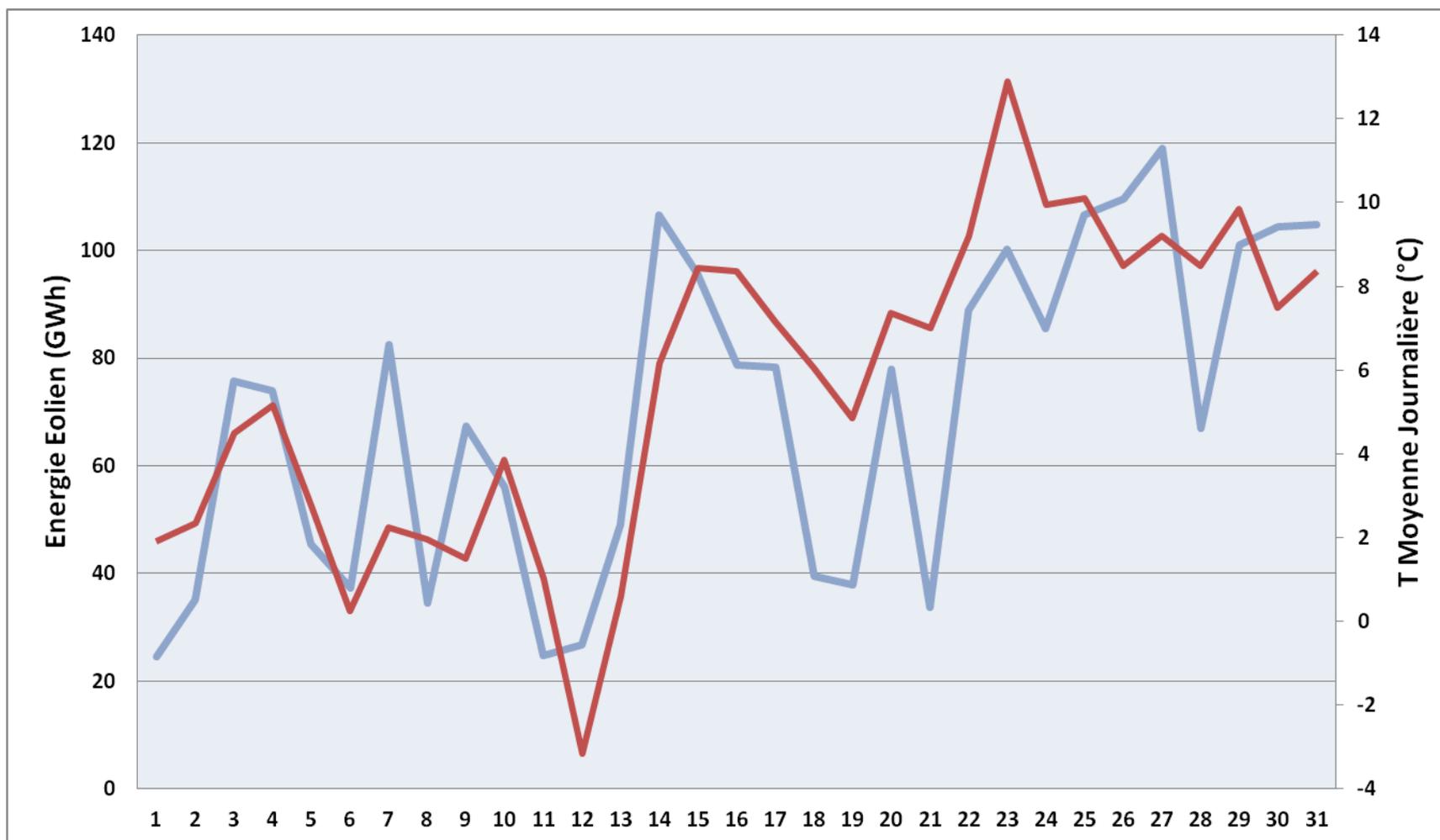


Fig.8 Evolution comparée sur le mois de Décembre 2012 de la production énergétique journalière (courbe bleue, unité GWh, échelle de gauche) et de la température moyenne (courbe brune, unité °C, échelle de droite) mesurée à la station de l'aérodrome de Toussus le Noble. Cette station a été choisie car elle est préservée des effets thermiques d'une grande agglomération et approximativement située au centre de gravité des puissances installées du parc éolien français (voir Fig.3). Les températures sont prises sur le site « Météociel ». La température moyenne est définie comme la demi-somme du maximum et du minimum journalier. La comparaison des courbes confirme une analyse antérieure de SLC (effectuée pour l'hiver 2010-2011) qui montrait qu'en hiver le vent souffle surtout quand les températures sont clémentes (et la consommation faible) et faiblit lorsqu'un anticyclone froid se manifeste et que la demande électrique du pays croit.

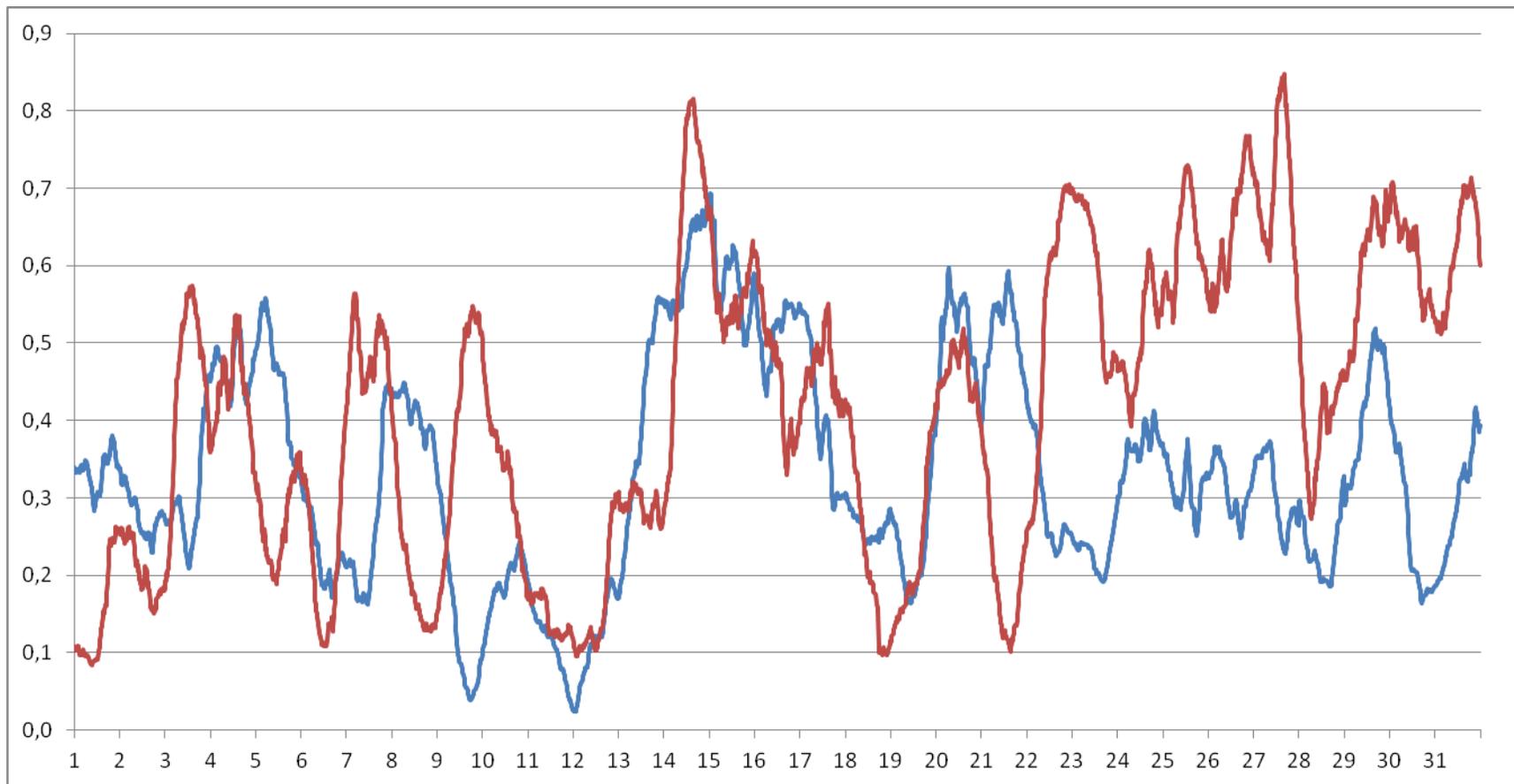


Fig.9 Comparaison des efficacités (en % de la puissance installée) des parcs espagnols (courbe bleue) et français (courbe brune) Décembre 2012. Même si globalement, pour une fois, l'efficacité du parc espagnol (33 %) est inférieure à celle du parc français (41 %), sur ce mois, on constate encore un accord qualitatif entre les évolutions des productivités des parcs situés de part et d'autre des Pyrénées au moins pour la première partie du mois. Ensuite le passage plus au nord des dépressions atlantiques a favorisé l'éolien français. On notera que bien que l'essentiel de la puissance éolienne française soit installée au Nord de la Loire (voir Figure 3) à près de 1000km des champs éoliens espagnols, un bon niveau de corrélation est visible. Les données « Espagne » sont extraites du site du réseau national espagnol RED : <https://demanda.ree.es/eolica.html>. Une étude des données irlandaises est en cours.



Fig.10 Puissance nucléaire Décembre 2012 (MW). La puissance nucléaire moyenne a atteint un palier supérieur proche de la puissance installée en début de mois. A partir du 20 Décembre, il s'ajuste aux besoins de consommation (en baisse) et à la production éolienne (en hausse) pour assurer la stabilité du réseau. Malgré cette baisse, sur le mois la puissance moyenne s'affiche à 53,4 GW (Novembre 51,36 GW, Octobre 43,9 GW). Sur la seconde moitié du mois, les ingénieurs de EDF ont dû plusieurs fois réaliser des gradients de +/- 4GW/h.

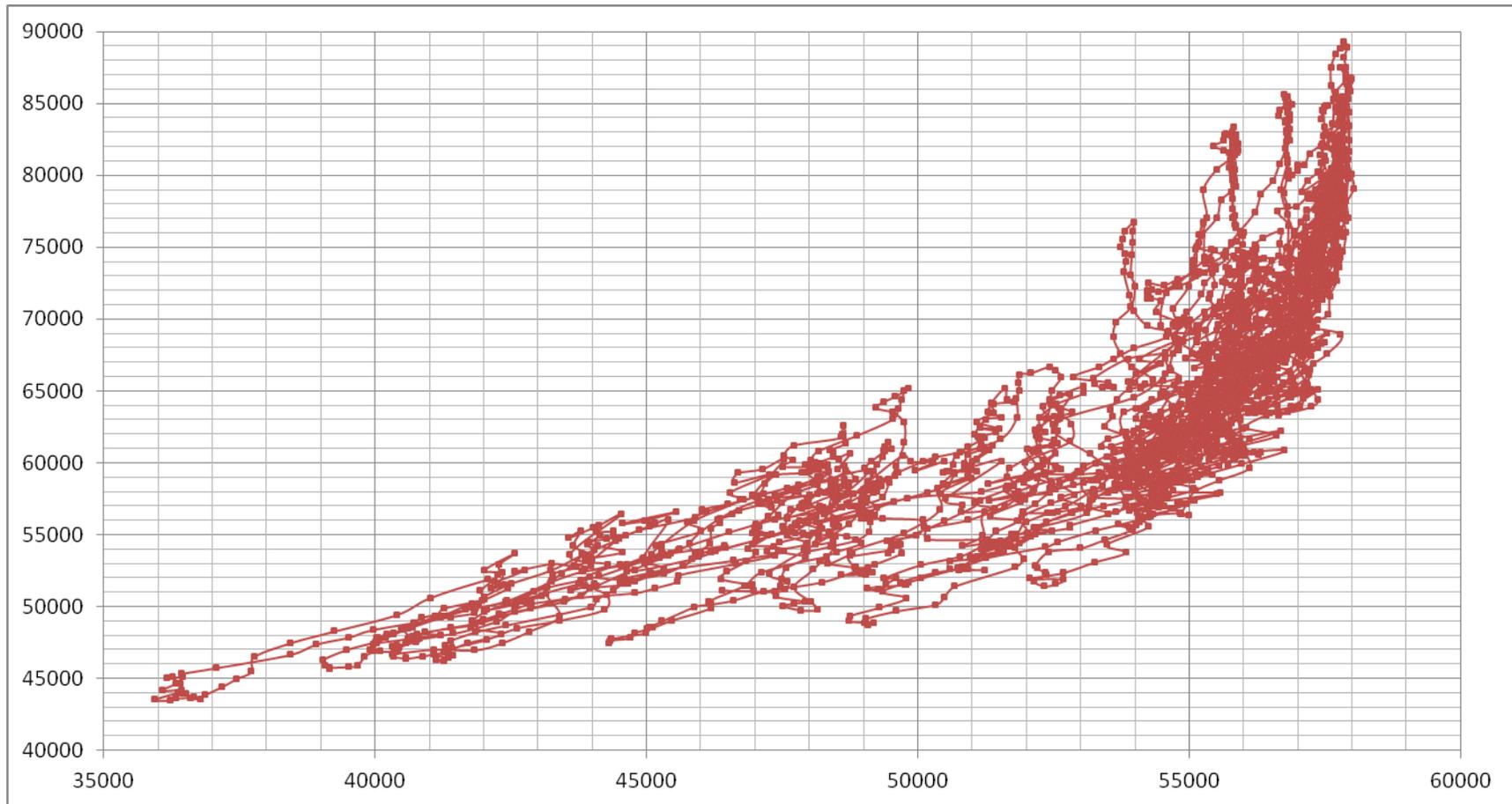


Fig.11 Diagramme de corrélation entre la puissance électrique consommée et la puissance nucléaire fournie au réseau. Pour chaque quart d'heure du mois, l'ordonnée verticale donne en MW la puissance consommée et l'abscisse (horizontale) la puissance nucléaire (en MW). On observe deux régimes. Lorsque la puissance nucléaire n'a pas atteint sa puissance maximale disponible (ici 58 GW), celle-ci croît approximativement MW de production pour MW de consommation de façon à s'ajuster au besoin en électricité. Une observation pluriannuelle des données eCO2mix semble montrer que la gestion d'EDF s'attache à disposer d'une puissance proche du maximum possible (62 GW) seulement vers le début de chaque année. Ceci probablement parce que, statistiquement, c'est à partir de ce moment qu'on peut le plus s'attendre à l'arrivée d'anticyclones froids et à des pics de consommation comme celui du début février 2012. Dans le second régime (partie droite de la figure), le nucléaire atteint son pic de puissance et y reste quelque soit la demande. Seule une puissance nucléaire disponible plus grande permettrait à ce moyen de production de mieux suivre les besoins.

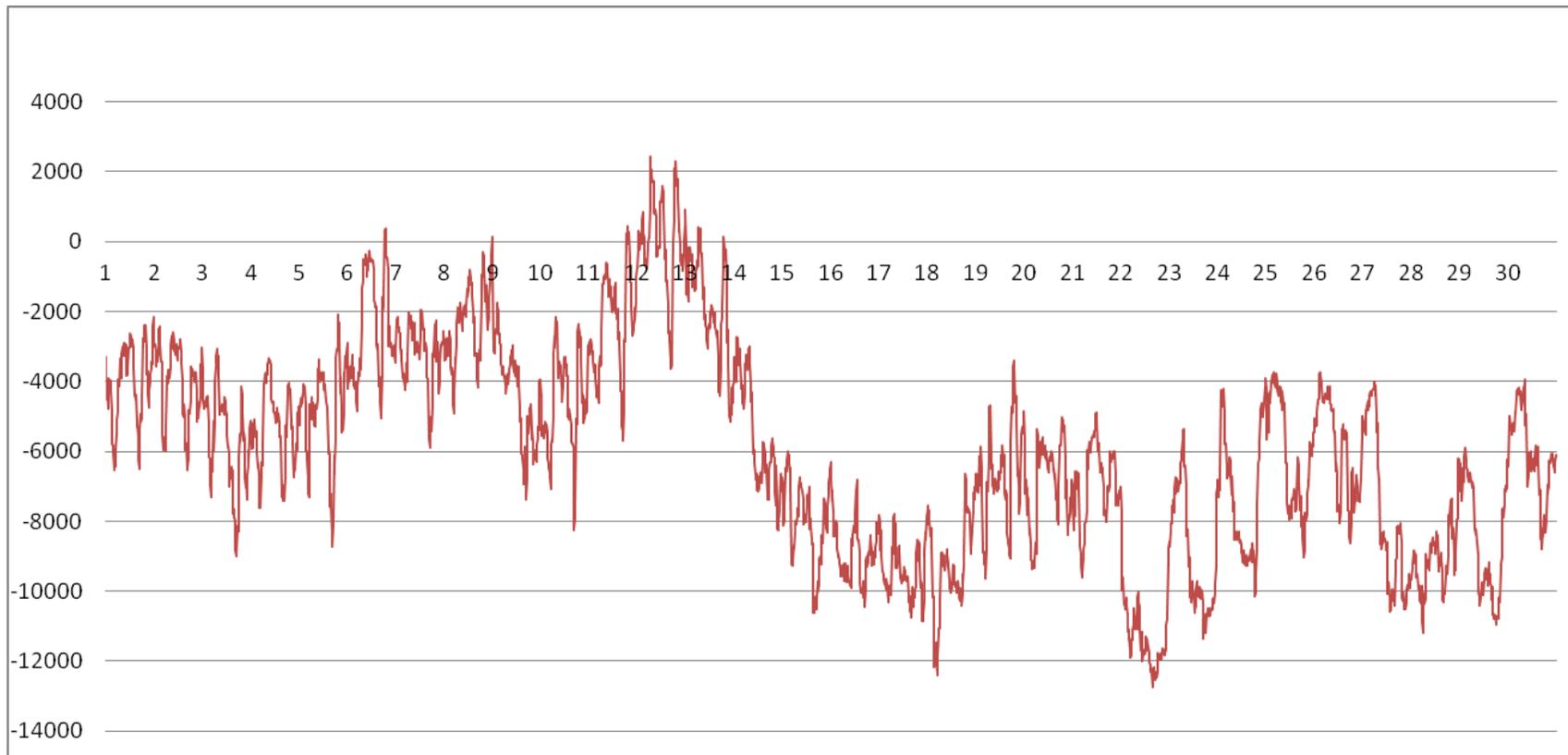


Fig.12 Puissance Import (+) Export (-) (MW) France continentale – Décembre 2012 A l'exception de quelques quarts d'heure, la France a exporté du courant sans discontinuer. Sur l'ensemble du mois, le niveau moyen de la puissance exportée s'élève à 5,94 GW (Novembre 6,1 GW, Octobre 4,88 GW). On constate qu'en dépit de la chute de la consommation et de la forte baisse de la production nucléaire, le niveau d'exportation s'accroît fortement sur la seconde partie du mois. Ceci est une première indication (voir Fig. 13) qu'une forte production éolienne conduit généralement plus à une exportation qu'à une consommation locale contrairement à ce qui est annoncé dans les programmes écologistes. Or une telle exportation non programmable n'est pas nécessairement favorable à la balance commerciale du pays. En effet, la forte production éolienne simultanée par l'ensemble des pays du nord de l'Europe - dont les plus de 30 GW installés allemands - a conduit à un effondrement du prix de l'électricité sur le marché international en fin de mois. Celui-ci est même temporairement devenu négatif pour atteindre - 473 €/MWh le 25 Décembre (Les Echos 28/12). Il fallait donc payer pour exporter une électricité produite mais essentiellement inutile. Seuls les pays capables d'absorber la production des autres (Suisse avec ses barrages par exemple) ont été en mesure de bénéficier de cette aubaine.

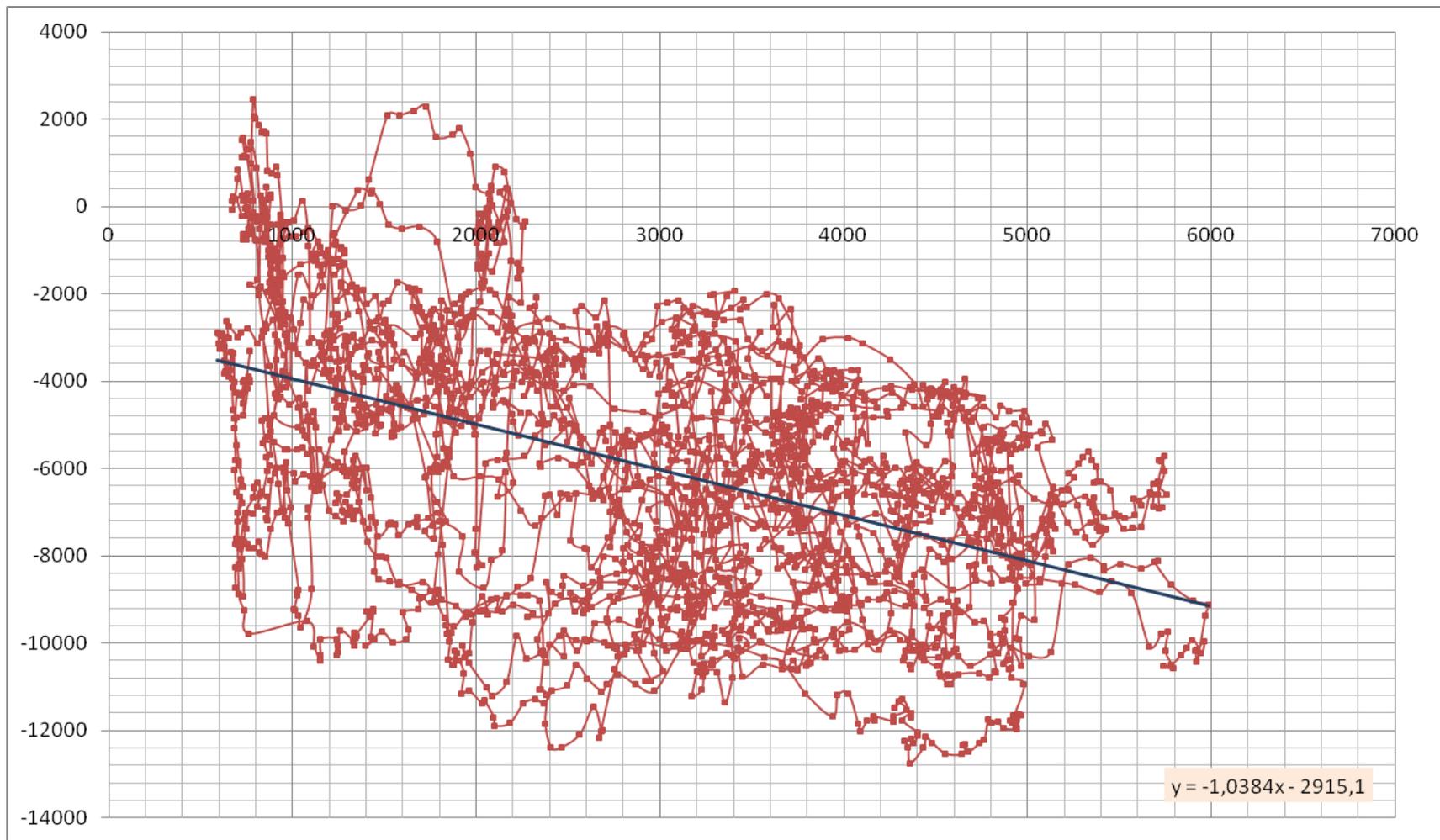


Fig.13 Diagramme de corrélation entre le solde import-export de puissance électrique et la puissance éolienne fournie au réseau. Pour chaque quart d'heure du mois, l'ordonnée verticale donne en MW le solde de puissance (valeurs négatives = export) et l'abscisse (horizontale) la puissance éolienne (en MW). On observe bien que, plus nos éoliennes produisent, plus on doit exporter. La pente de la droite de la régression linéaire est proche de moins un. Ceci peut s'interpréter en disant qu'en moyenne chaque MWh supplémentaire d'énergie éolienne produit conduit à un MWh de plus d'énergie électrique qu'il est nécessaire exporter. Comme l'électricité éolienne continue à être achetée cher aux producteurs et est revendue à bas prix quand ce n'est pas à un prix négatif, c'est le consommateur qui, via la CSPE, doit acquitter la perte financière associée à la différence (si ce n'est pas lui, c'est l'Etat via EDF).

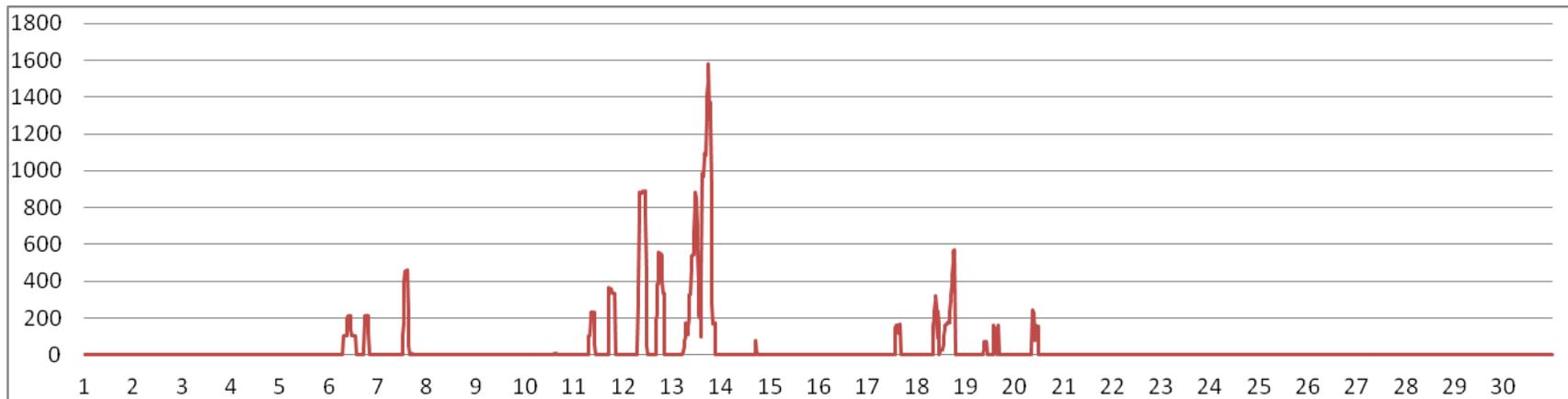


Fig. 14 Production des moyens d'extrême pointe (Fioul) France continentale Décembre 2012 (MW). L'appel à ce moyen de production reste épisodique et limité en puissance appelée. Il s'arrête complètement en fin de mois. La puissance moyenne sur le mois est de 30 MW (Novembre 55 MW, Octobre 29 MW).

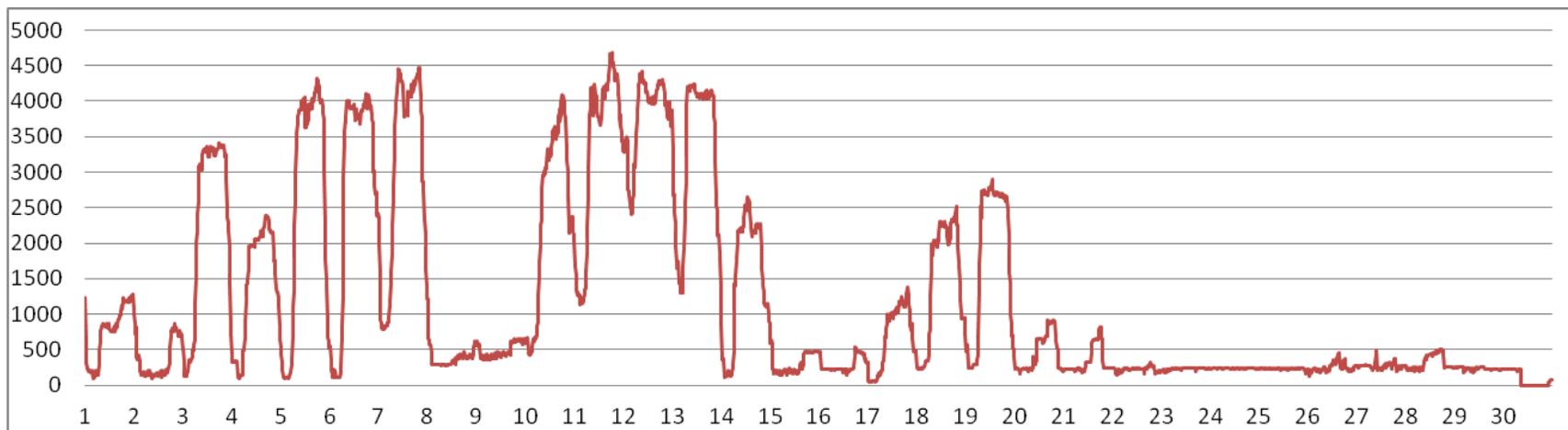


Fig. 15 Puissance instantanée (MW) Gaz France continentale Décembre 2012. En ce mois de Décembre l'appel au gaz se fait de plus en plus régulier durant les jours ouvrés. Il chute cependant en seconde moitié du mois. En dehors d'un fond constant de production à la hauteur de 200 MW. Sur le mois la puissance moyenne livrée est de 1165 MW (Novembre 1183 MW, Octobre 854 MW).

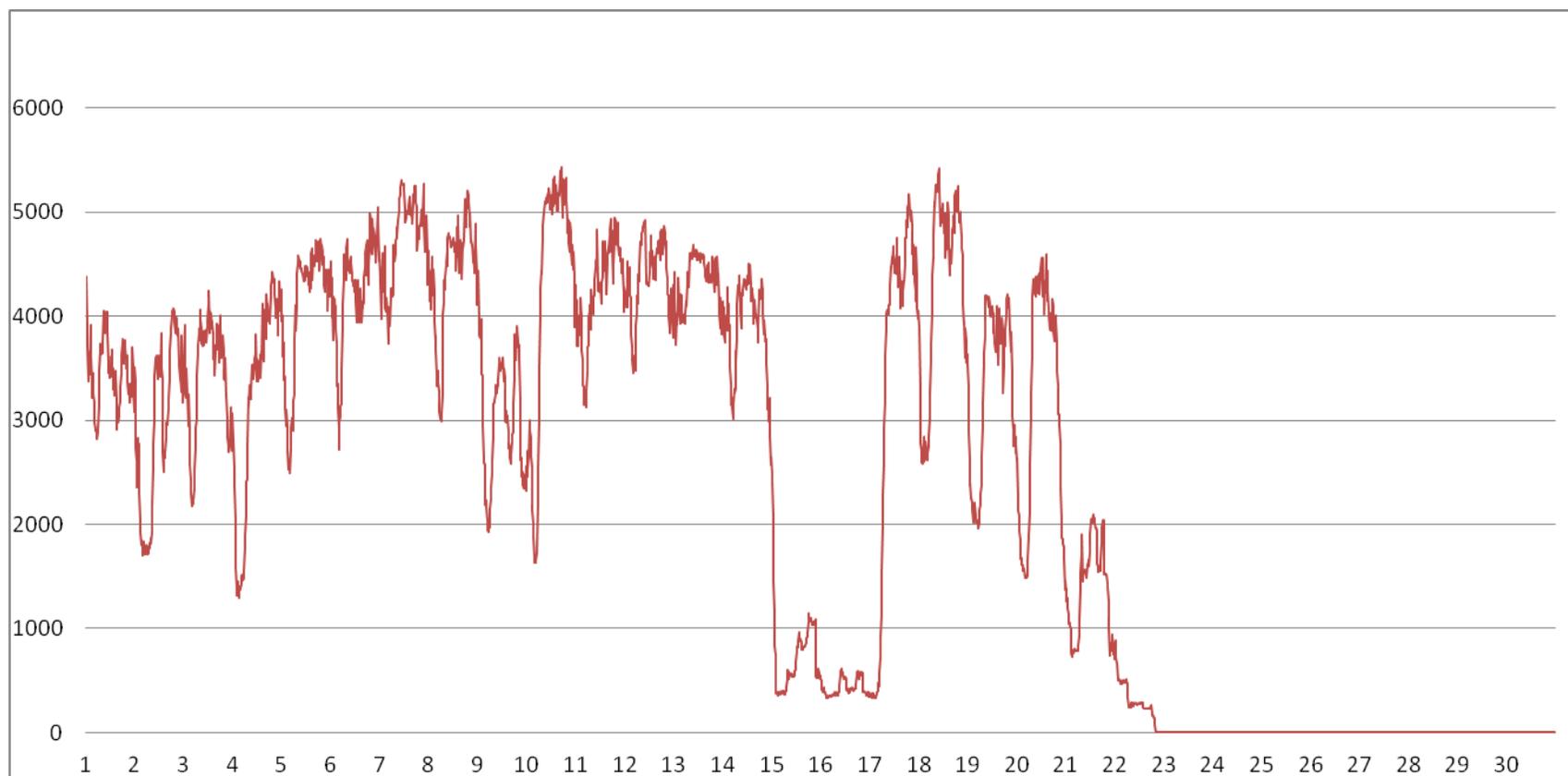


Fig. 16 Puissance instantanée charbon (MW) France continentale Décembre 2012. L'appel à ce moyen de production est maintenant régulier pour les jours ouvrés. Il s'arrête complètement en fin de mois dès que le besoin de consommation ne le justifie plus. Sur le mois, la puissance moyenne est de 2,3 GW (Novembre 2,53 GW, Octobre 2,73 GW). La production d'électricité à partir de charbon détermine en grande partie le taux de CO₂ du kWh électrique français. Selon eCO₂mix, en moyenne sur ce mois, il vaut 60 gCO₂/kWh. Lors des pics de production par les centrales brûlant du charbon le taux de CO₂ peut s'élever à 106 gCO₂/kWh. Il peut descendre jusqu'à 23 gCO₂/kWh quand elles s'arrêtent. Ces valeurs sont très inférieures à la moyenne européenne et encore plus à celles de pays qui dépendent majoritairement des combustibles fossiles comme par exemple l'Allemagne, l'Irlande et le Danemark pour lesquels des valeurs 5 à 7 fois plus grandes sont observées.

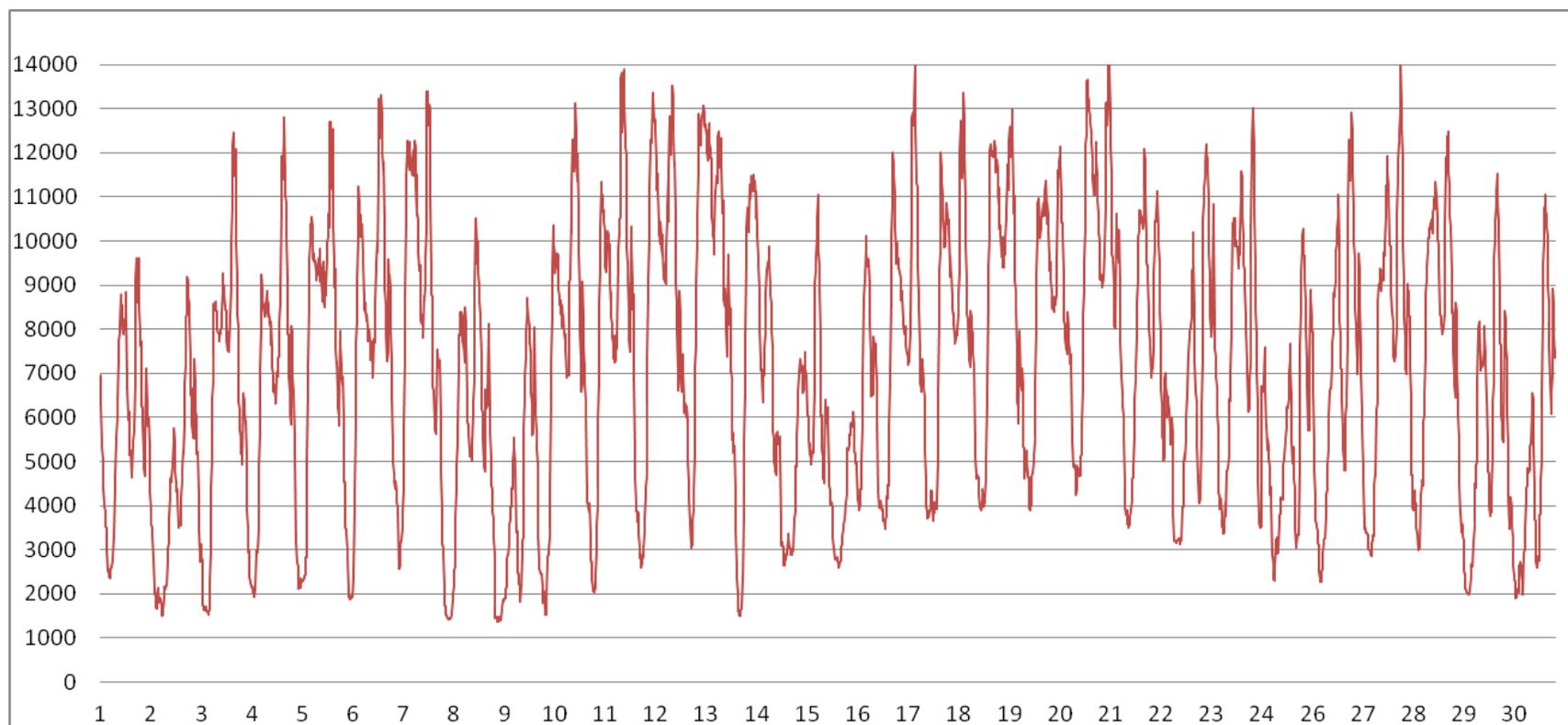


Fig.17 Puissance hydraulique en France continentale Décembre 2012 (MW). Pour la dernière fois ce mois-ci cette courbe somme algébriquement les productions des barrages de fil de l'eau (énergie fatale), la production des barrages de montagne et celle des stations de pompage (STEP) (énergie dispatchable) – un barrage peut aussi dans certains cas être une STEP ; cas de Grand-Maison – (énergie dispatchable) ainsi que la consommation de ces stations de pompage (voir restriction en légende de Fig. 15). Elle mélange donc production et consommation. Les nouvelles données eCO2mix (disponibles mi-décembre 2012) vont permettre de séparer les contributions en 2013. L'hydraulique joue maintenant pleinement son rôle de gestionnaire hivernal des fluctuations journalières de la demande. La puissance moyenne livrée sur le mois est de 7,01 GW (Novembre 5,4 GW, Octobre 4,7 GW). Ceci montre qu'un afflux de puissance éolienne ne peut servir à compenser de l'hydraulique (toutes les ENR ne se valent pas) qui tout au long du mois conserve la même utilité pour la gestion journalière. Une fois charbon, gaz et fioul arrêtés, toute puissance éolienne que la « béquille » du nucléaire ne peut compenser, doit être exportée.

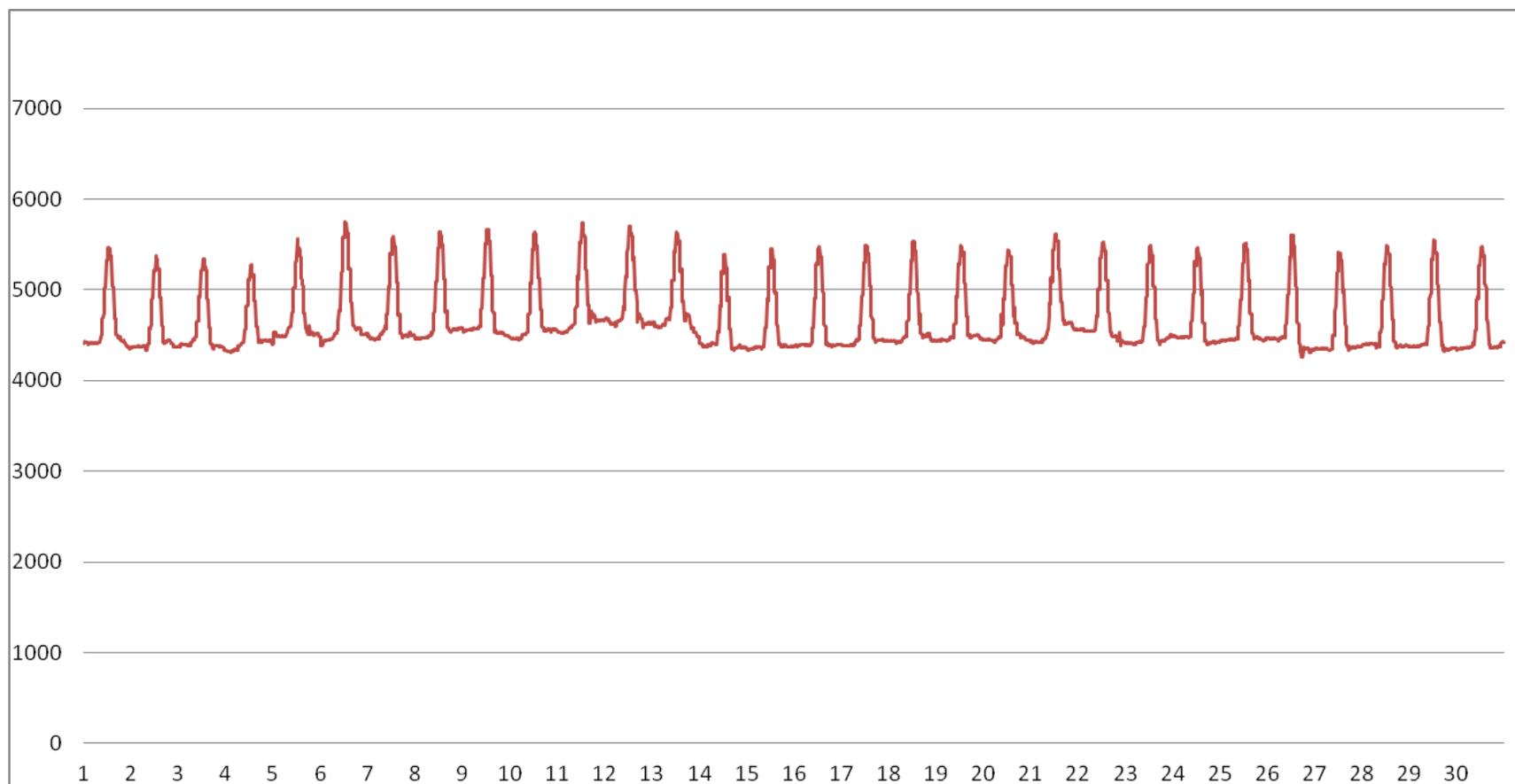


Fig.18 Puissance « Autres » France continentale Décembre 2012. Pour cette production du mois de Décembre, on observe un fond stable auquel sont encore superposées des oscillations d’amplitude quasi constante. Ces oscillations d’amplitude voisines de 1GW ne reflètent certainement pas les modulations de la puissance solaire photovoltaïque française (voir Fig. 19 pour des données réelles). En principe, « Autres » somme les contributions de toutes les productions pour lesquelles eCO2mix n’a pas prévu de rubrique spécifique, comme, par exemple, la production électrique par biomasse et le solaire photovoltaïque. En pratique elle ne résulte guère que de l’addition de deux contributions. Tout d’abord un fond de production (environ 4 GW) associé aux centrales à gaz à cogénération (CCG) et des oscillations journalières régulières surimposées qui sont censées décrire la production photovoltaïque française (plus de 4 GWc installés). En fait, ces oscillations ne sont pas mesurées mais sont plutôt « inventées » par eCO2mix. L’évolution récente du site eCO2mix donne l’espoir que l’on puisse bientôt disposer de données solaires réalistes.

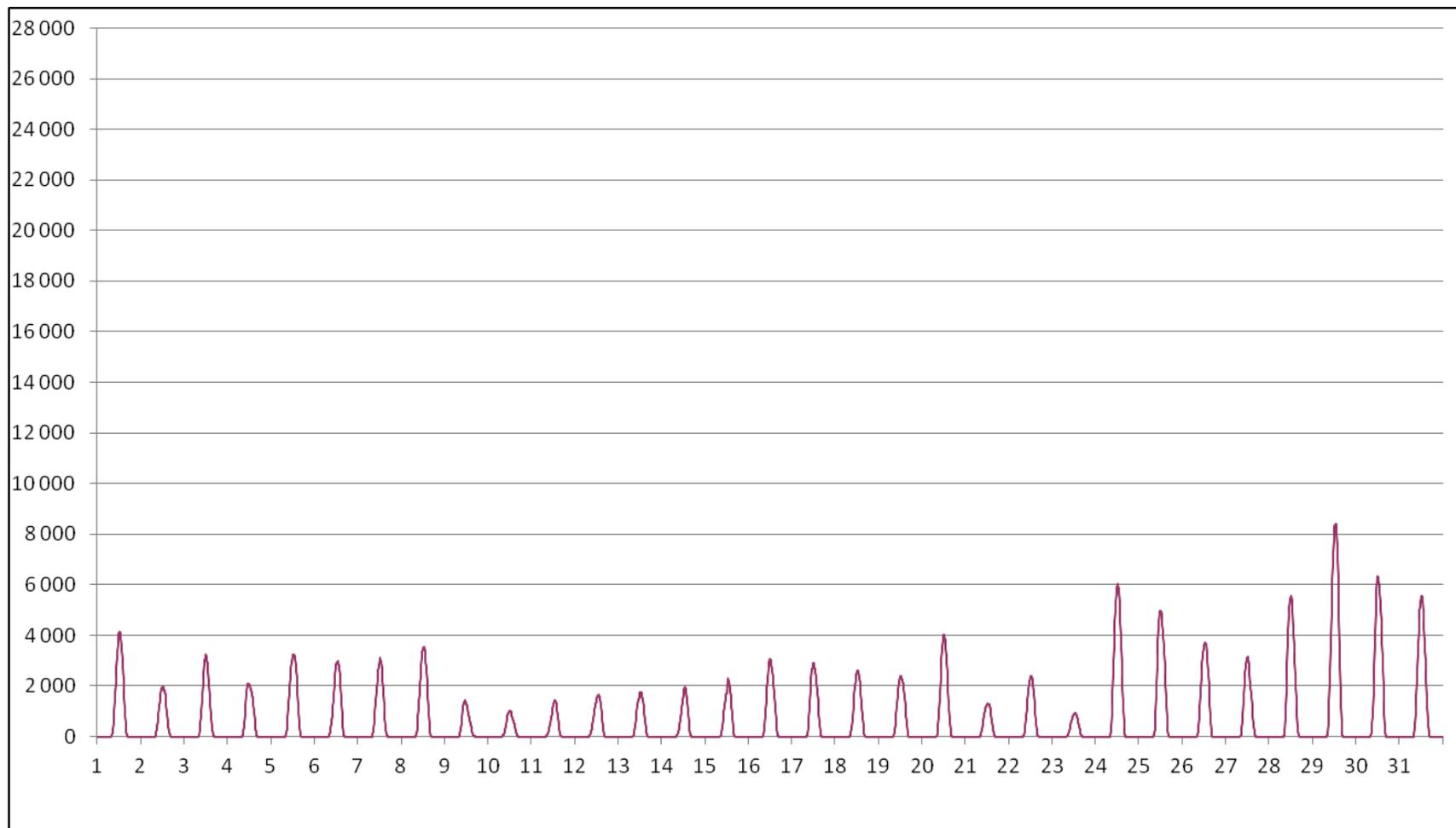


Fig. 19 Puissance solaire photovoltaïque (MW) en Allemagne Décembre 2012. Les données proviennent du site www.transparency.eex.com. Les derniers recensements montrent que la puissance installée du parc solaire photovoltaïque allemand a maintenant dépassé les 32000 MW. La puissance moyenne sur le mois est de 0,59 GW ce qui correspond à une efficacité moyenne de 1,8 %. En France la puissance solaire installée est aussi en croissance. Elle dépasse maintenant 4000c MWc faisant croître de façon importante la taxe CSPE (Contribution au Service Public de l'Electricité) imputée aux factures des consommateurs (la dernière communication de la CRE l'estime à plus de 2 milliards d'Euros par an). Par contre, au contraire de l'Allemagne, le public français ne dispose toujours pas d'information sur l'évolution temporelle de cette production.

Remarques sur les données eCO2mix (Décembre 2012)

- 1) Ce mois-ci nous avons encore dû corriger quelques omissions de données ou des incohérences repérées dans les données eCO2mix. Cependant la remarquable amélioration apportée au site eCO2mix donne à penser que ce sera bientôt chose du passé si du moins on accepte d'attendre un mois pour disposer de données validées. On notera aussi que les données eCO2mix vont maintenant devenir « éternelles » plutôt que d'avoir une durée de vie de 1 mois.
- 2) Le site eCO2mix ne fournit aucune information sur les pertes dans les réseaux de RTE ou d'ERDF. On sait que la plus grande partie des pertes de la production conventionnelle a lieu sur le réseau basse tension d'ERDF plutôt que sur le réseau haute tension de RTE. Il serait donc intéressant de voir jusqu'à quel point les pertes sur les électricités éoliennes et surtout photovoltaïques qui circulent essentiellement sur le réseau basse tension sont plus importantes que celles de la production conventionnelle.
- 3) Comme aucune information sur les pertes n'est fournie, pour eCO2mix, - et donc pour ce document - « Consommation » est en fait équivalent à « Consommation plus pertes sur le réseau ».
- 4) La discussion en légende de la courbe « Autres » (Fig. 18), montre qu'en France, à ce jour, au contraire de l'Allemagne (Fig. 15) on n'est toujours pas capable de suivre en temps réel la production de nos plus de 4 GWc (quatre tranches nucléaires donc) de puissance photovoltaïque, et donc encore moins, faute de la connaître, de la contrôler par un quelconque « smartgrid » (à définir, à financer et à mettre en place). Tout indique que cette situation sera bientôt corrigée puisque eCO2mix a introduit une colonne « Solaire » spécifique (non encore instruite à ce jour).
- 5) Faute de pouvoir séparer dans « Autres » les contributions des renouvelables de celles des centrales à cogénération, pour calculer les émissions CO₂, eCO2mix applique de façon indifférenciée à toute la production « Autres » un coefficient de 0,4 tCO₂/MWh. Du coup, lorsque la production des centrales à gaz, à charbon et à fuel est nulle, et que la courbe « Autres » présente les oscillations reflétant le choix de eCO2mix pour la production photovoltaïque, on observe que la production CO₂ de la France donnée par eCO2mix oscille en phase avec « Autres ». A nouveau cette situation regrettable devrait bientôt cesser.
- 6) Depuis le début de nos analyses nous sommes allés chercher les informations sur la puissance éolienne installée sur le site www.suivi-éolien.fr de l'ADEME. Cependant, le fait que les nouveaux parcs n'y sont enregistrés qu'avec un certain retard relativise fortement la valeur du mot « suivi ». Par exemple la valeur de puissance indiquée pour le parc au 31 Décembre est inférieure à celle que le ministère de tutelle de l'ADEME (Ministère de l'Environnement) indiquait dans son « tableau de bord de l'éolien et du solaire » du 30 Septembre. A partir de l'an prochain nous allons donc cesser de nous appuyer sur un site qui bien qu'officiel semble finalement peu fiable (notons que l'addition des puissances régionales est inférieure de 14 MW à la puissance indiquée pour la France). En l'état il n'est pas impossible que notre utilisation des puissances installées du site « suivi-éolien » conduise à surestimer les efficacités de l'éolien d'un point (typiquement 22% au lieu de 21%).