

Analyse graphique des données du site eCO2mix (RTE)

Septembre 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/donneestechniqueshtml/analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-delectricite/35-fparticles/1177-analyse-graphique-des-donnees-du-site-eco2mix-rte-sur-la-production-francaise-delectricite.html>

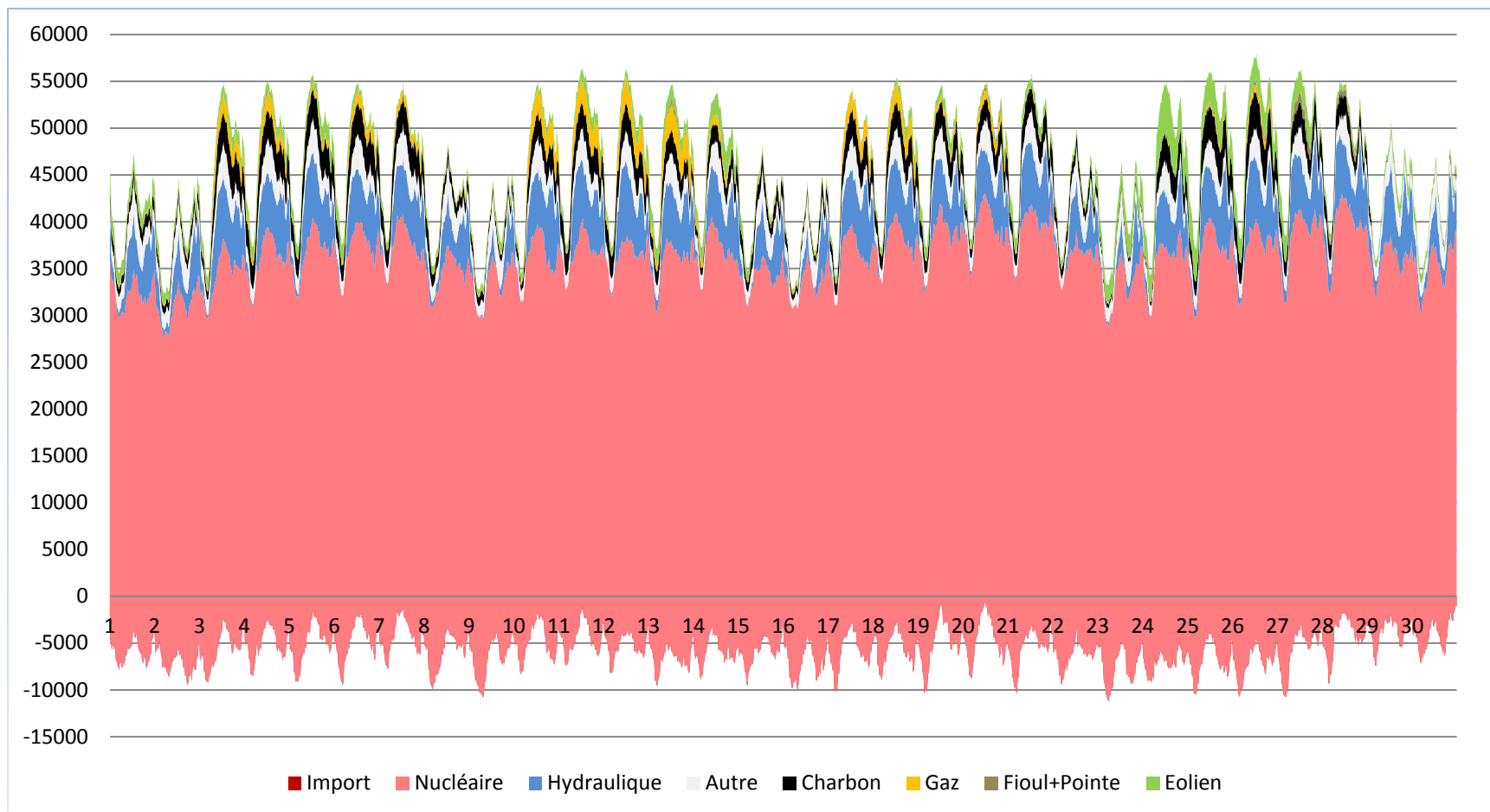


Fig.1 Consommation – production France continentale Septembre 2012. Selon Météo-France, le temps sur la France en ce mois de Septembre a été « normal ». Par rapport à la seconde moitié du mois d’Août, on observe une faible montée de la consommation (enveloppe supérieure de l’ensemble des courbes). Sur un fond légèrement croissant de production nucléaire, on constate que, jusqu’au 22 Septembre, il a été fait appel aux centrales à charbon (noir) et à gaz (jaune). Les 4 jours du 24 au 27 ont été ventés (zone verte). La France a exporté du courant sans discontinuer.

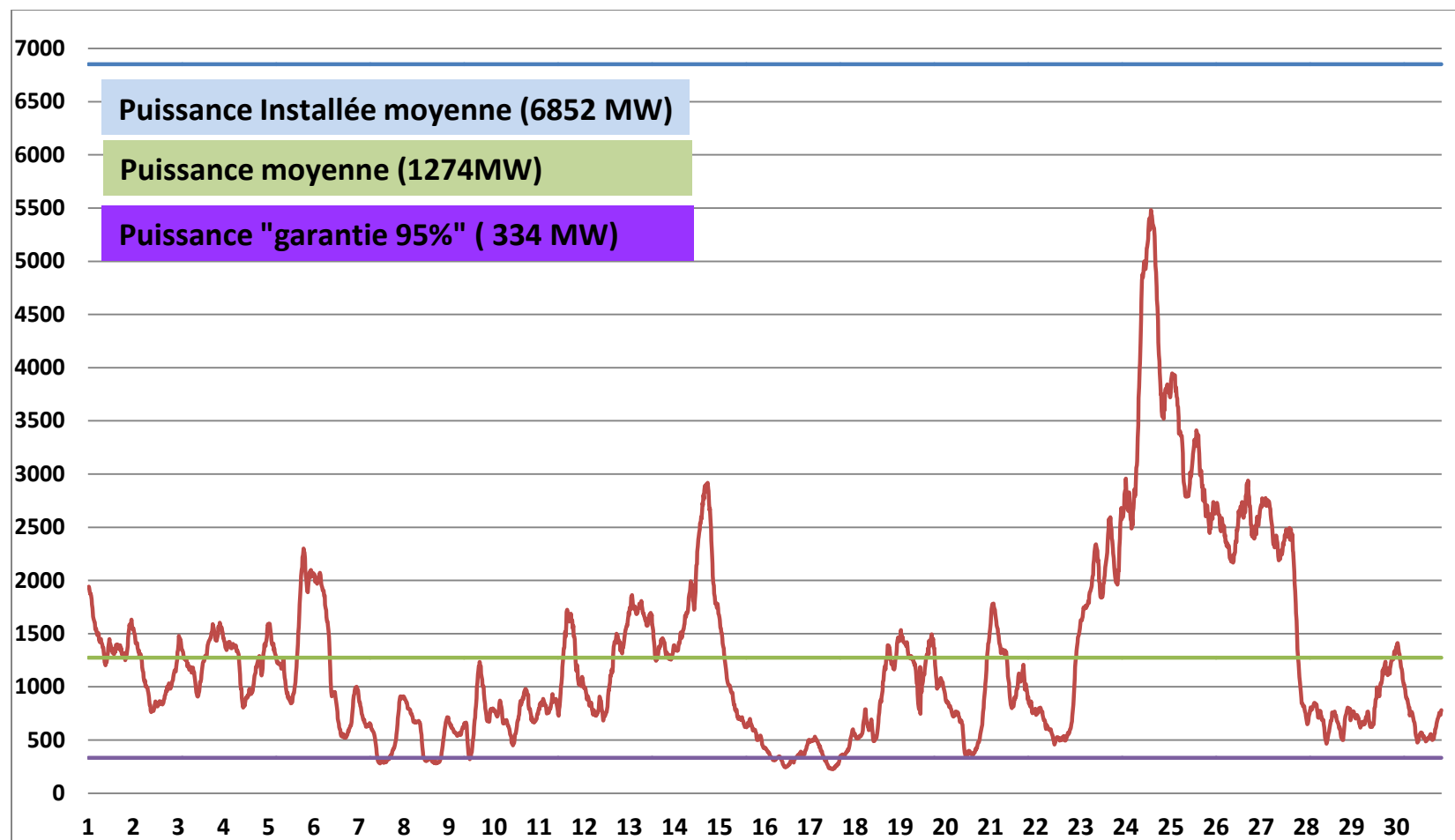


Fig.2 Production éolienne France continentale – Septembre 2012. Selon les données du site « Suivi Eolien » de l'ADEME, en Août, la puissance éolienne installée en France continentale a crû de 243 MW pour s'établir en fin de mois à 7014 MW. La puissance moyenne livrée au réseau sur le mois de Septembre a été de 1274 MW soit une efficacité moyenne de 18,6 %. Le maximum de production a été de 5,48 GW (efficacité 80 %) le 24 Septembre. La moyenne de production sur les 24 et 25 Septembre a été de 3,5 GW (51,8 %). Ces résultats exceptionnels ont suscité des communiqués positifs de RTE et du Syndicats des Energies Renouvelables ; communiqués largement repris par les médias. Tout aussi remarquable, mais qui n'ont pas suscité de communiqués sont les faits que le 17 Septembre un minima de 226 MW (3,3 %) a été observé et que la moyenne de production éolienne sur les 16 et 17 Septembre n'a pas dépassé 361 MW (5,3 %).

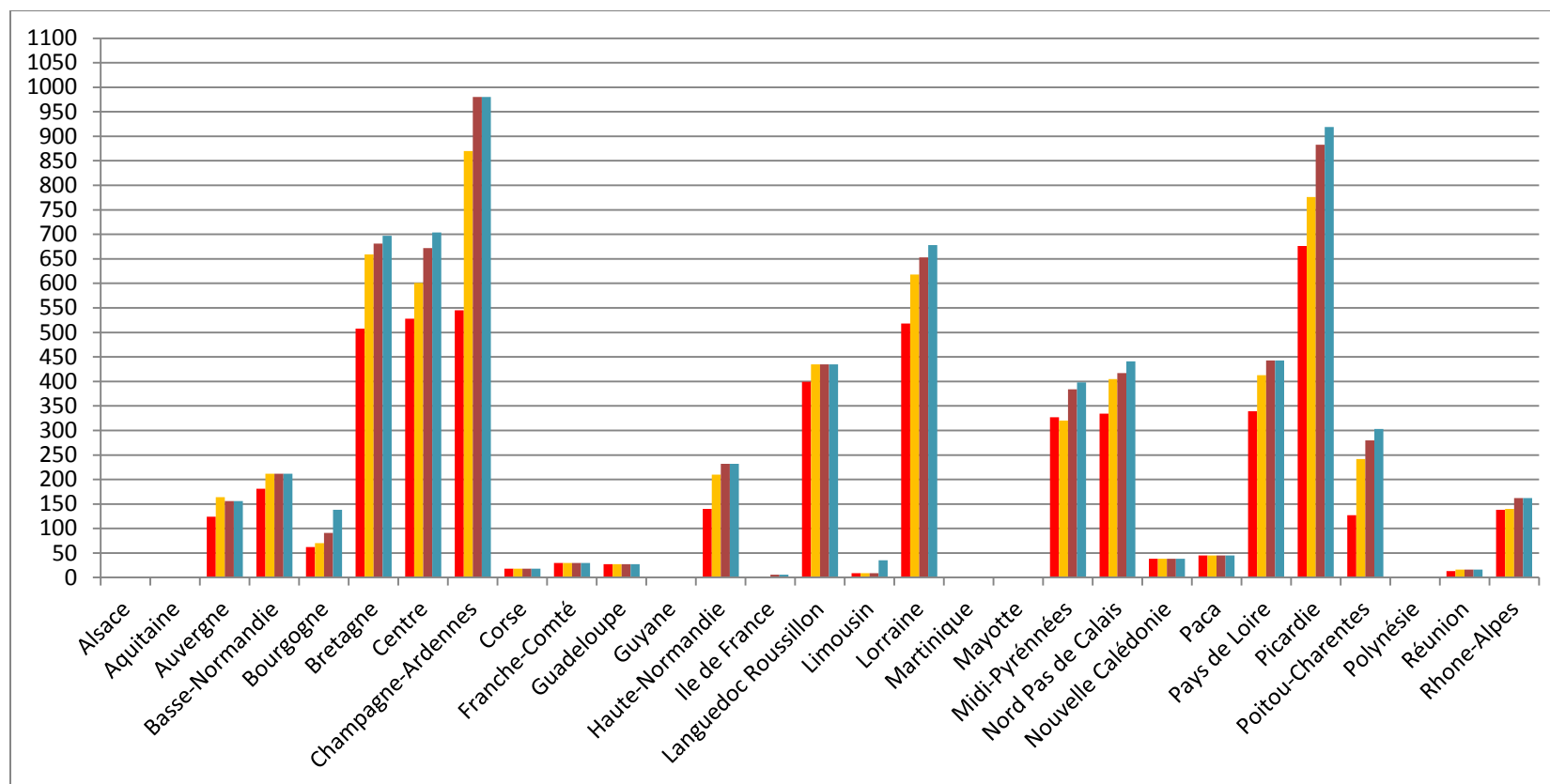


Fig.3 Répartition régionale des puissances éoliennes (en MW) installées en France (données site www.suivi-eolien.com). Les barres rouges indiquent la situation au 1^{er} Septembre 2010, les jaunes, la situation un an plus tard et les barres marrons celle au 1^{er} Septembre 2012. Les barres bleues correspondent au 30 Septembre 2012. Ce mois met donc fin à une longue période de stagnation puisqu'en un mois la puissance installée a augmenté de la moitié de ce qu'elle avait crû sur toute une année. En Septembre 2012 la puissance a augmenté en Bourgogne, Bretagne, Centre, Lorraine, Midi Pyrénées, Nord-pas de Calais, Picardie et Poitou-Charentes. 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. 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).

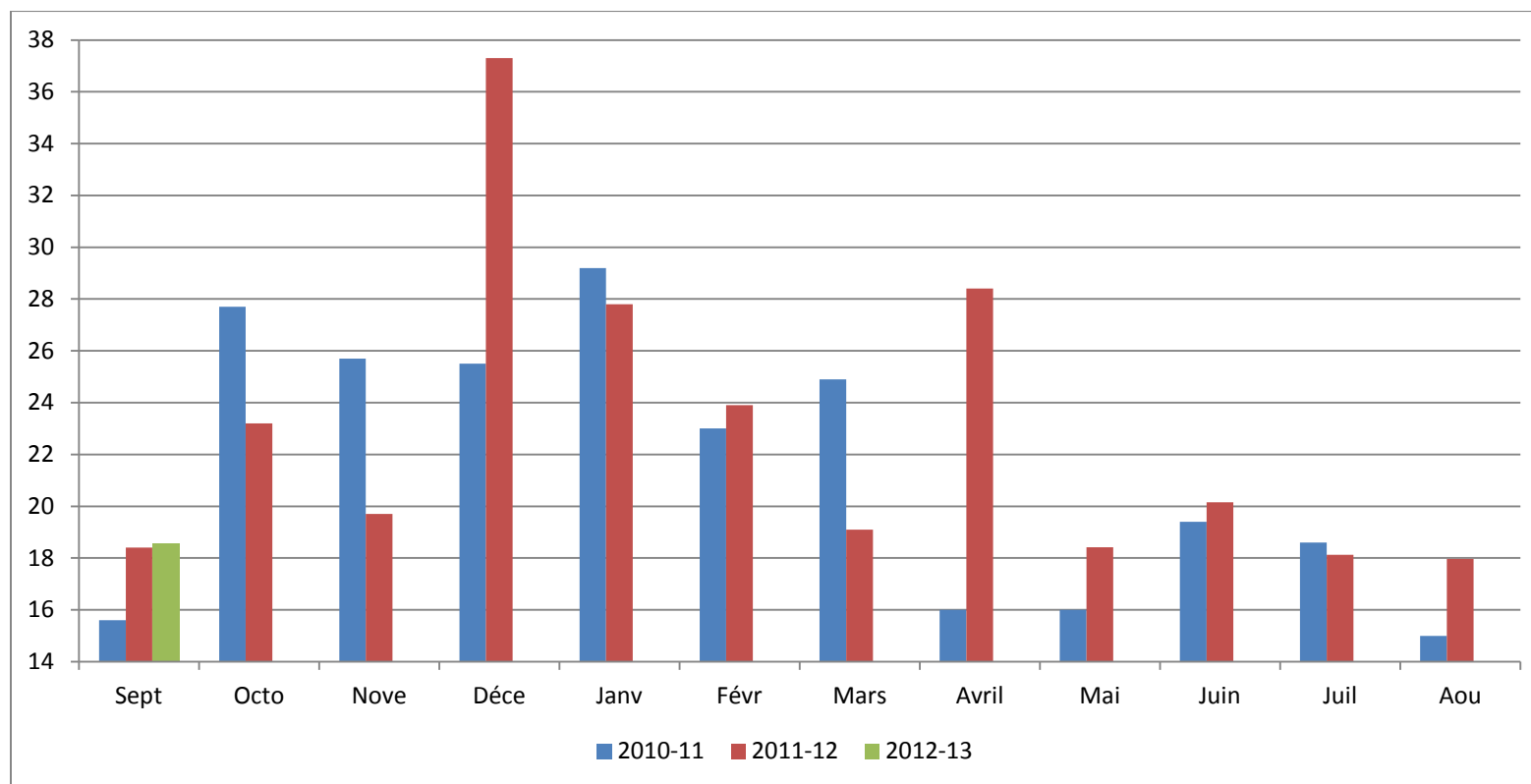


Fig. 4 France continentale Comparaison des efficacités mensuelles (en %) de la production éolienne d'une année sur l'autre. Des variations mois pour mois de 2-4 % dans un sens ou un autre sont communes. Les variations les plus extrêmes, 12 %, sont observées pour les mois de Décembre et Avril. L'efficacité (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 deux mois (Décembre 2011, Avril 2012). En effet durant ceux-ci, des dépressions en provenance de l'Atlantique ont traversé notre territoire en plus grand nombre. De plus, ces valeurs d'efficacité pourraient bien être en excès d'environ 1% par rapport aux valeurs réelles. Le diagramme ci-dessus utilise les puissances éoliennes installées données par le site « Suivi de l'éolien » de l'ADEME. Or au 30 juin 2012, le « tableau de bord de l'éolien et du solaire » du ministère de l'environnement (tutelle de l'ADEME) comptabilisait 245 MW (3% du parc) de plus de puissance éolienne installée que n'était indiqué sur le site de l'ADEME à la même date.

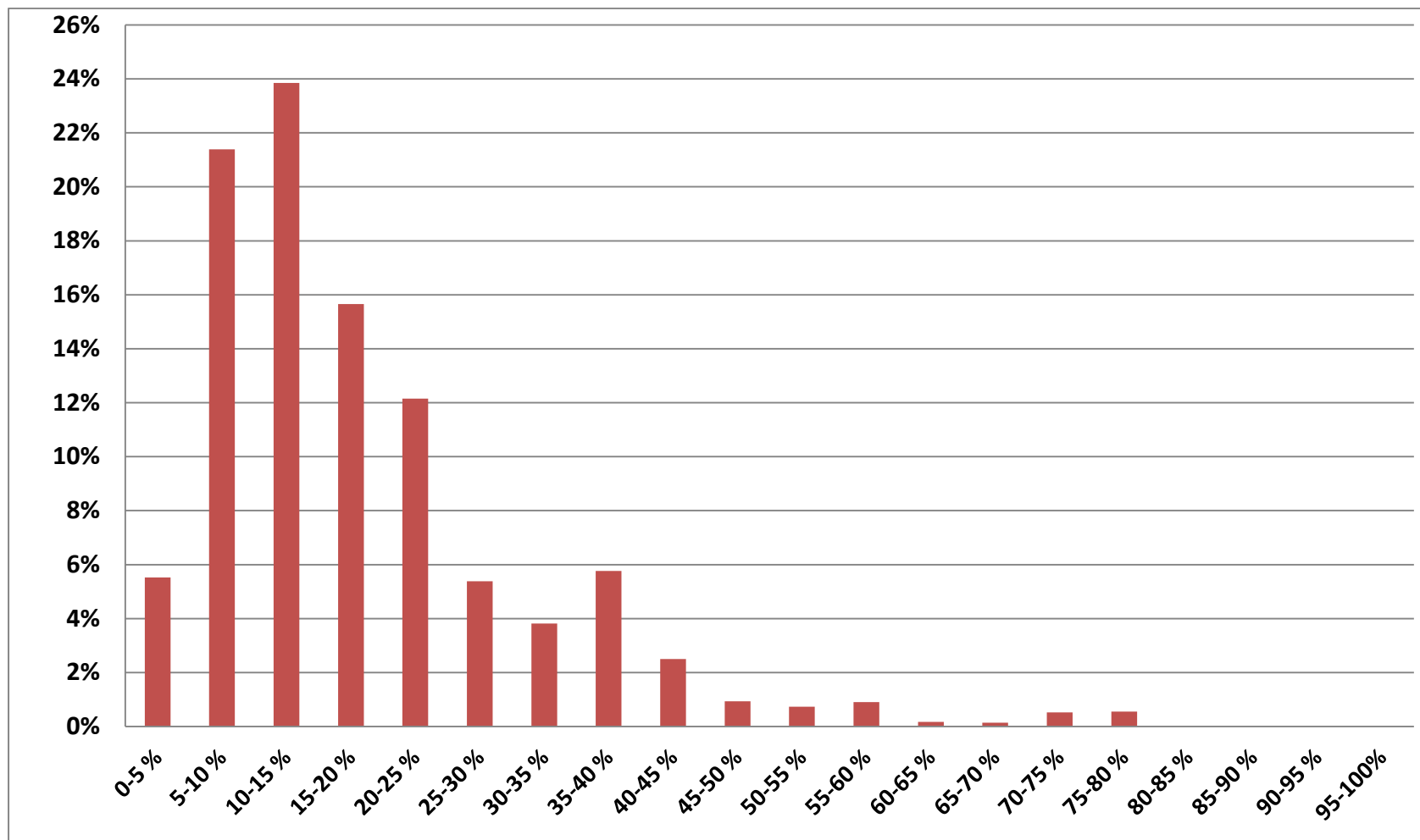


Fig.5 France continentale Septembre 2012.Pourcentage du temps en fonction de la puissance éolienne livrée (abscisses : intervalles de puissance mesurés en pourcentage de la puissance installée : 6,85 GW). Cette distribution présente une forme « conventionnelle » pour un mois peu productif avec toutefois 1 fort pic de production (le 24 Septembre quand l'efficacité à presque atteint 80 %). Ainsi la puissance livrée n'a dépassé 50 % de la puissance moyenne installée que pendant 3 % du temps. Elle a été inférieure à 15 % de la puissance installée pendant 51 % du temps.

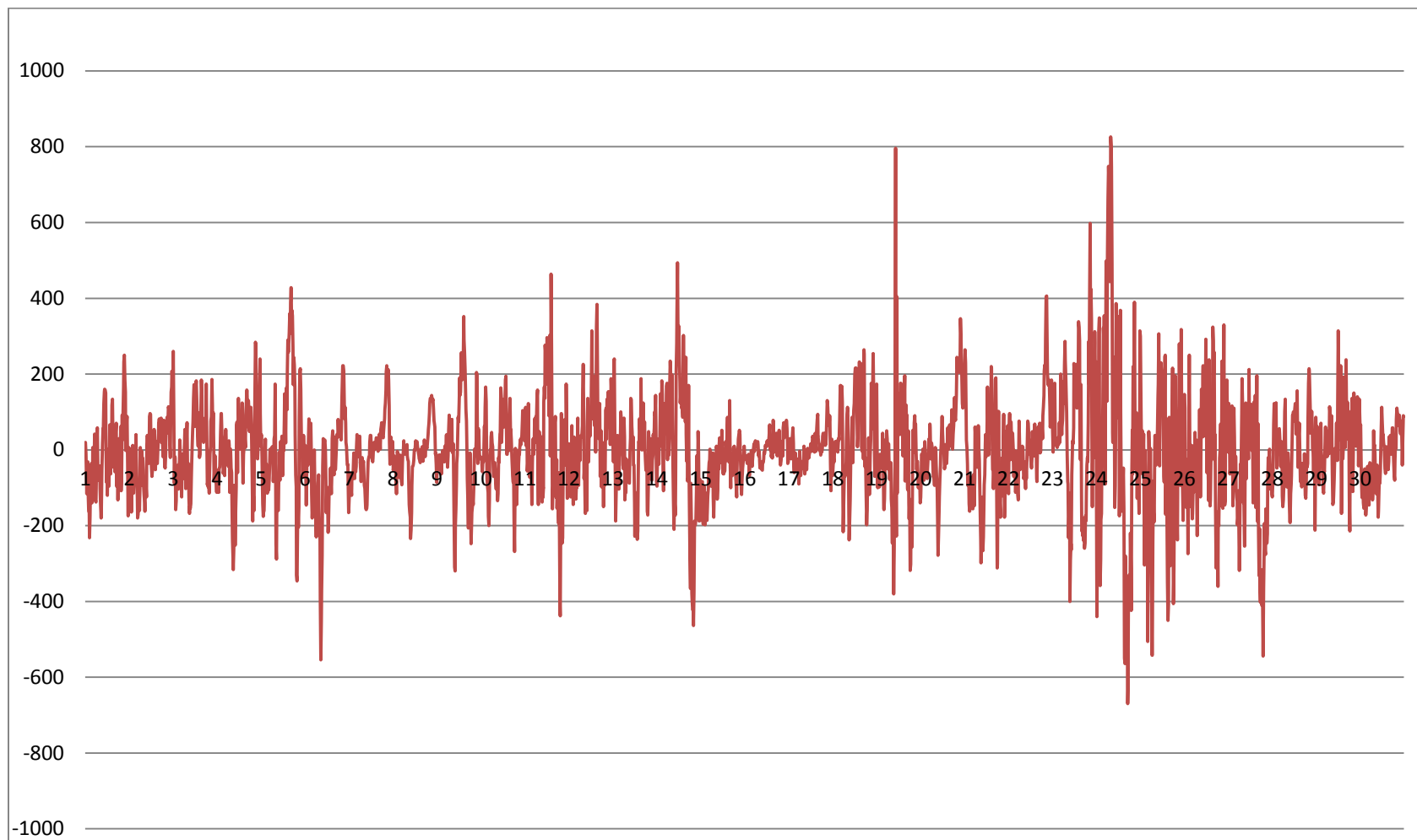


Fig.6 Gradient de puissance éolienne (MW/h) France continentale – Septembre 2012 En ce mois globalement peu venté, le pic de production du 24 Septembre a donné lieu à des gradient dépassant 800 MW/h soit une variation supérieure à 12 % de la puissance éolienne installée en moins d'une heure.

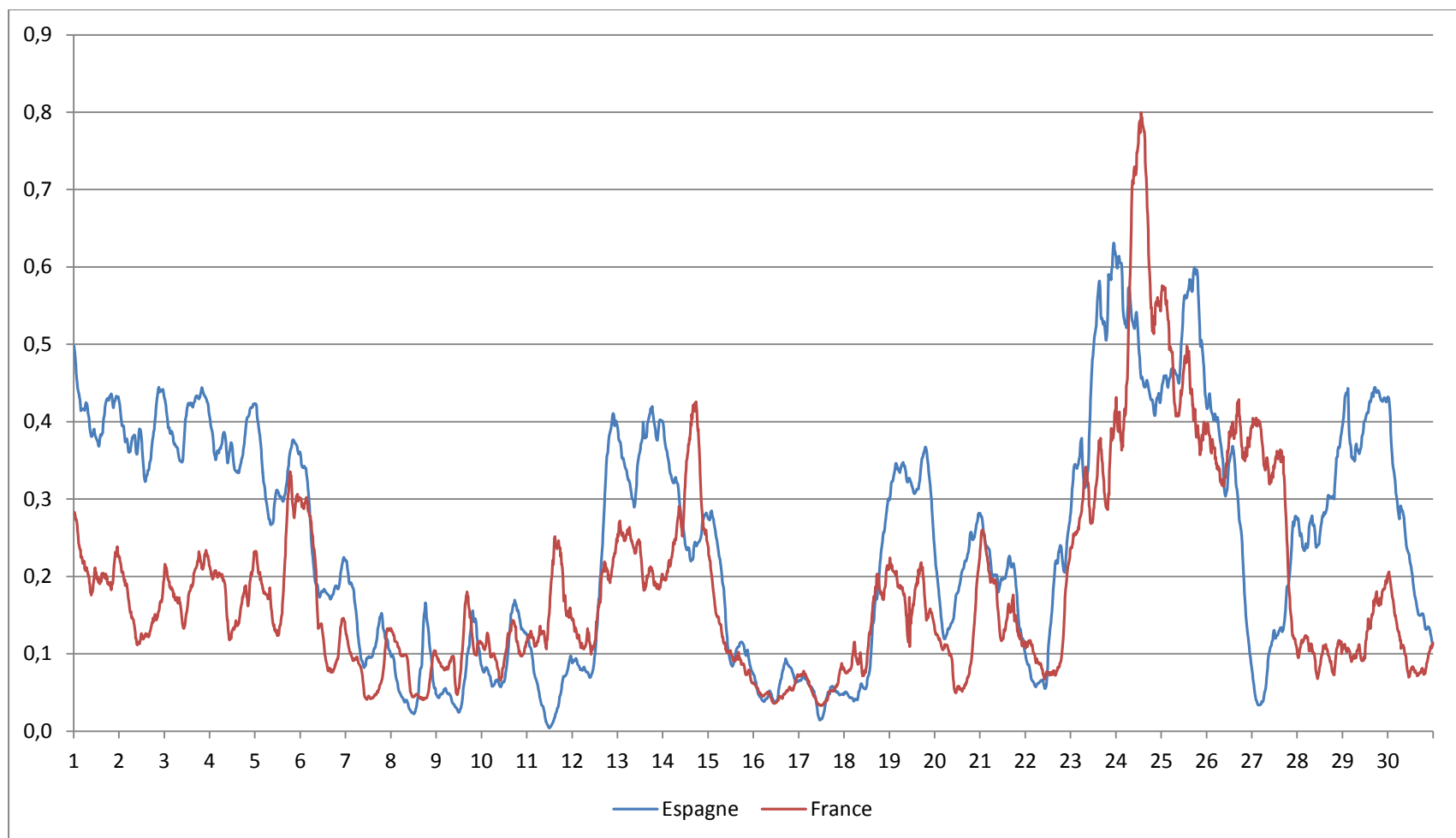


Fig.7 Comparaison des efficacités (en % de la puissance installée) des parcs espagnols et français Septembre 2012. Même si globalement l'efficacité du parc espagnol (25 %) est supérieure à celle du parc français (18,6 %), sur ce mois, on constate un bon accord qualitatif entre les évolutions des productivités des parcs situés de part et d'autre des Pyrénées : quand il y a peu de vent en Espagne, il en de même en France. Quand le vent souffle sur la péninsule ibérique la puissance éolienne française est elle aussi importante. Ce résultat est d'autant plus remarquable que l'essentiel de la puissance éolienne française est installée au Nord de la Loire (voir Figure 3) à près de 1000km des champs éoliens espagnols. Les données « Espagne » sont extraites du site du réseau national espagnol RED : <https://demanda.ree.es/eolica.html>

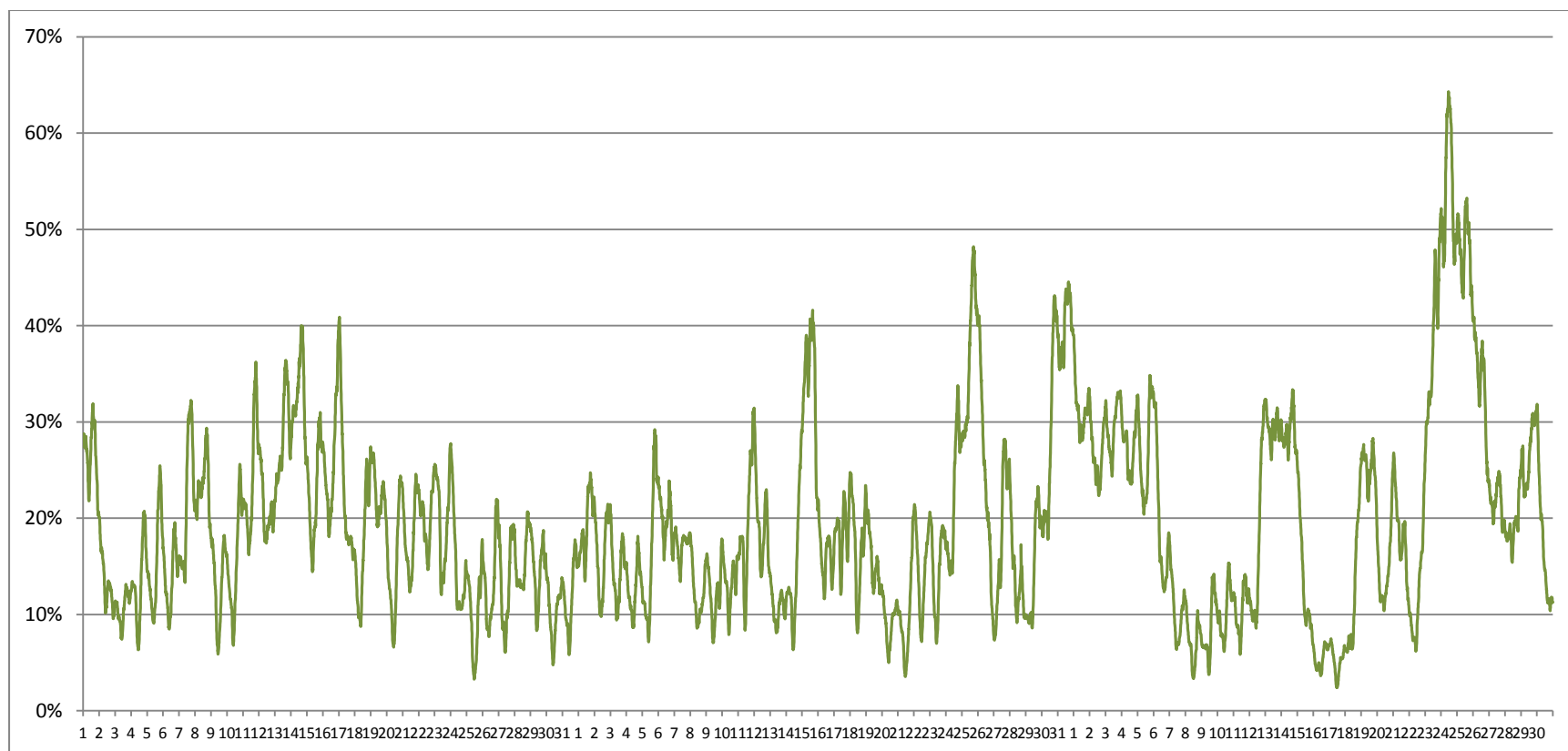


Fig.8 Analyse de l'efficacité conjointe des parcs français et espagnols (en % de la puissance installée) ; été 2012. On invoque souvent la notion de « foisonnement » - selon laquelle les différences des intermittences des productions des diverses régions de l'Europe se compenseraient en partie - afin de justifier un plan (financé par l'Europe) de construction d'un nouveau super réseau de lignes haute tension (HT) à travers le continent. Ainsi on évoque la construction de lignes supplémentaires traversant les Pyrénées à un niveau de puissance très supérieur à sa valeur actuelle (2 GW). A l'horizon 2020, si les ambitions éoliennes du Grenelle de l'environnement (25 GW) se réalisent, les puissances des parcs espagnols (aujourd'hui 22 GW et en stagnation) et français seront similaires. La figure ci-dessus considère le cas idéal pour lesquels deux parcs de puissances installées égales pourraient échanger sans contrainte de l'électricité éolienne (notion dite de la « plaque de cuivre ») grâce à un réseau adéquat de nouvelles lignes HT. Dans ces conditions, l'efficacité combinée est la demi-somme des deux efficacités nationales. Cette figure calculée à partir des données des deux pays pour les mois de Juillet, Août et Septembre 2012 montre que les fluctuations de la production combinée resteraient importantes. La notion de « foisonnement » a donc une validité très limitée et ne peut guère être invoquée comme justification à un déploiement massif de nouvelles lignes HT à travers la chaîne pyrénéenne.

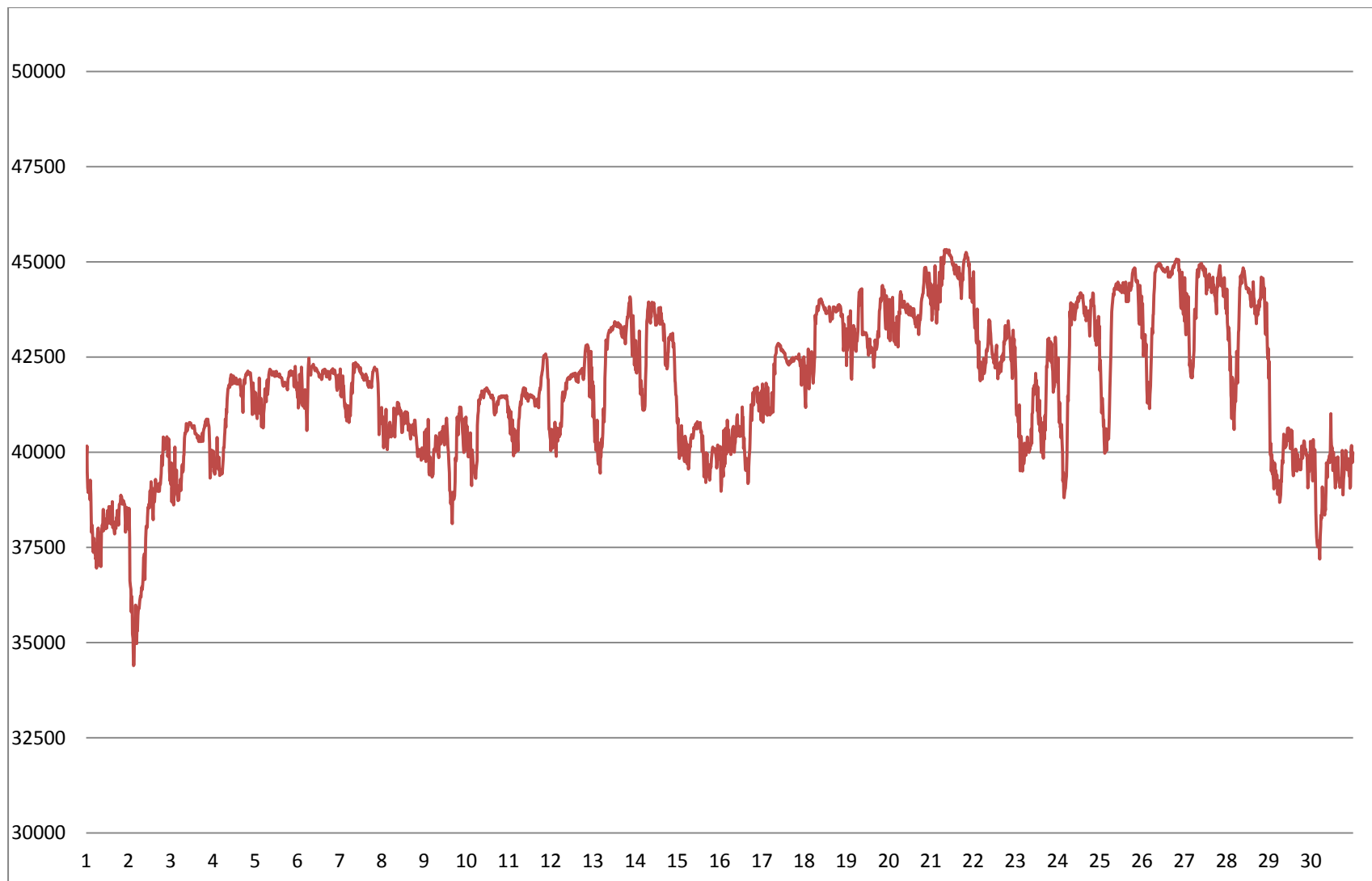


Fig.9 Puissance nucléaire Septembre 2012 (MW). La puissance nucléaire moyenne monte progressivement (46,8 GW pour 43,1 GW en Aout). Cette augmentation compense pour partie la baisse de productivité de l'hydraulique (fig. 14).

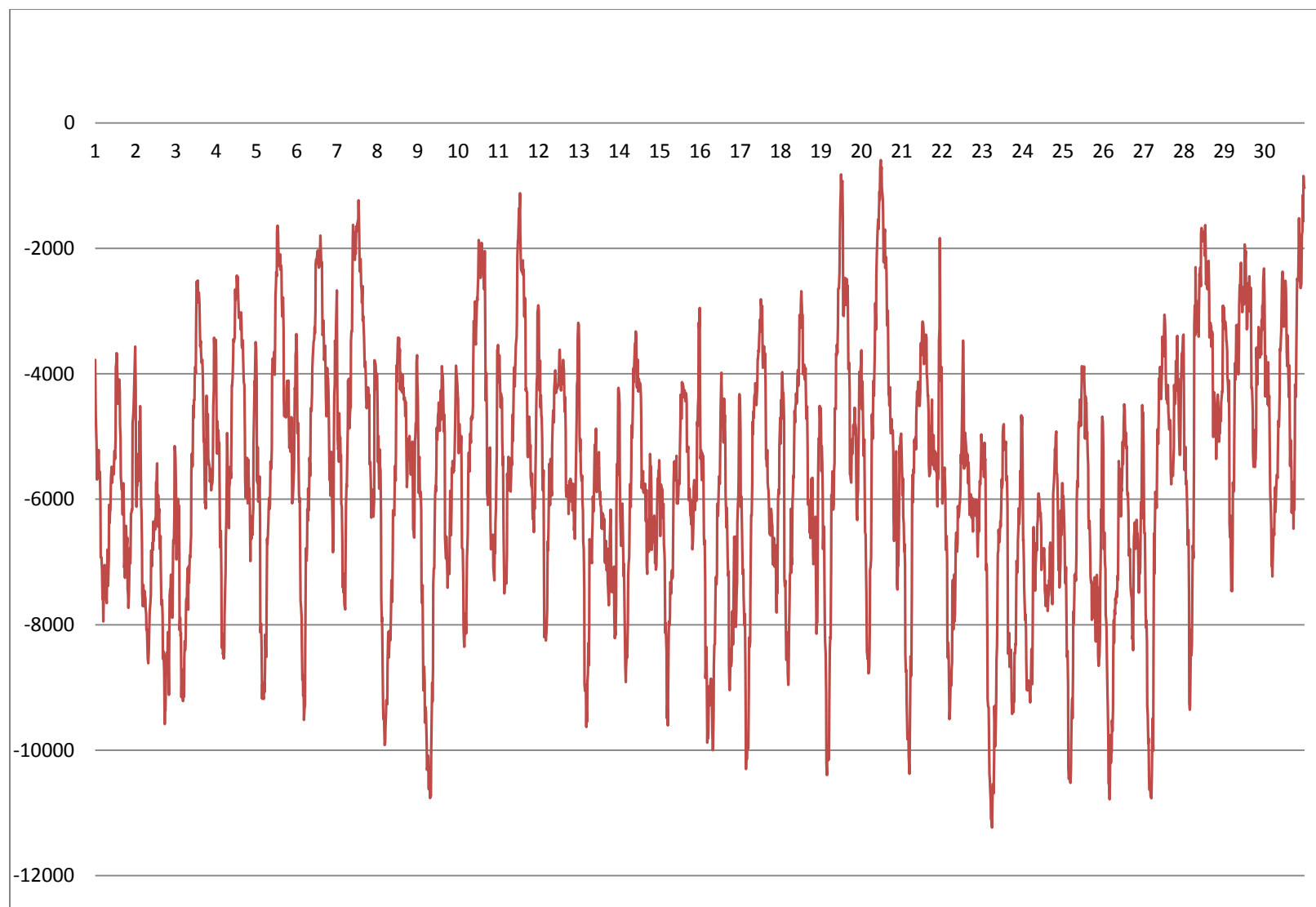


Fig.10 Puissance Import (+) Export (-) (MW) France continentale – Septembre 2012 La France a exporté du courant sans discontinuer. Avec la fin de l'été, l'effet des surplus d'électricité solaire allemande en milieu de journée se fait moins sentir (voir Figure 16). Sur l'ensemble du mois, le niveau moyen de la puissance exportée s'élève à 5,7 GW (Août 4,9 GW).

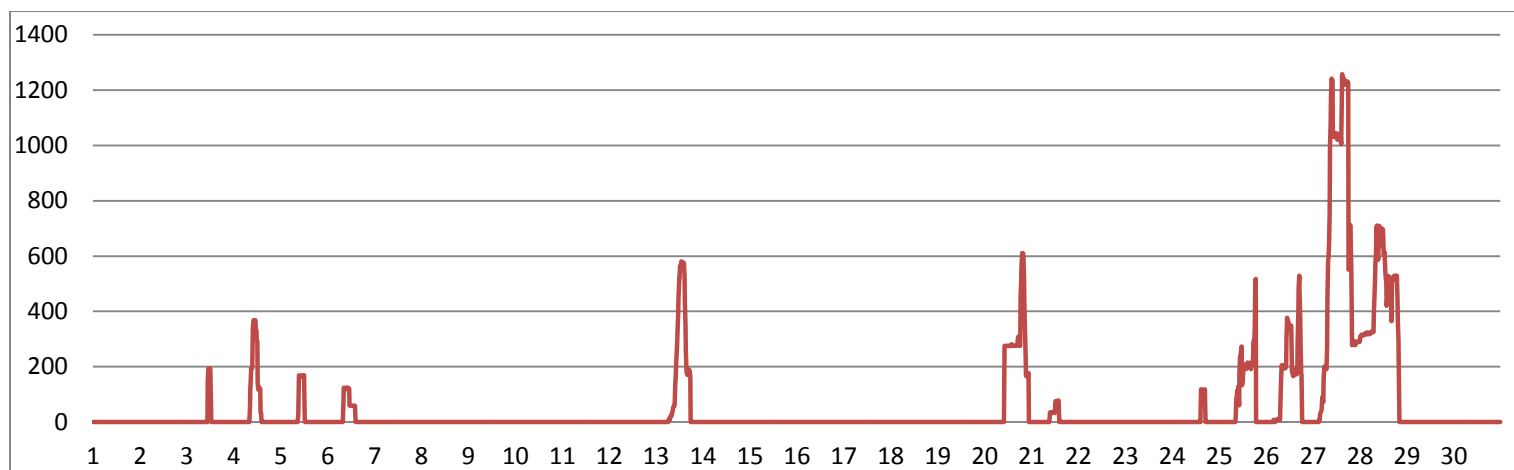


Fig. 11 Production des moyens d'extrême pointe (Fioul) France continentale Septembre 2012 (MW). L'appel à ce moyen de production reste épisodique sauf en fin de mois probablement pour aider à gérer les fortes fluctuations de l'éolien et l'arrêt de la production gaz (Figure 12). La puissance moyenne sur le mois est de 54 MW (Août 10 MW).

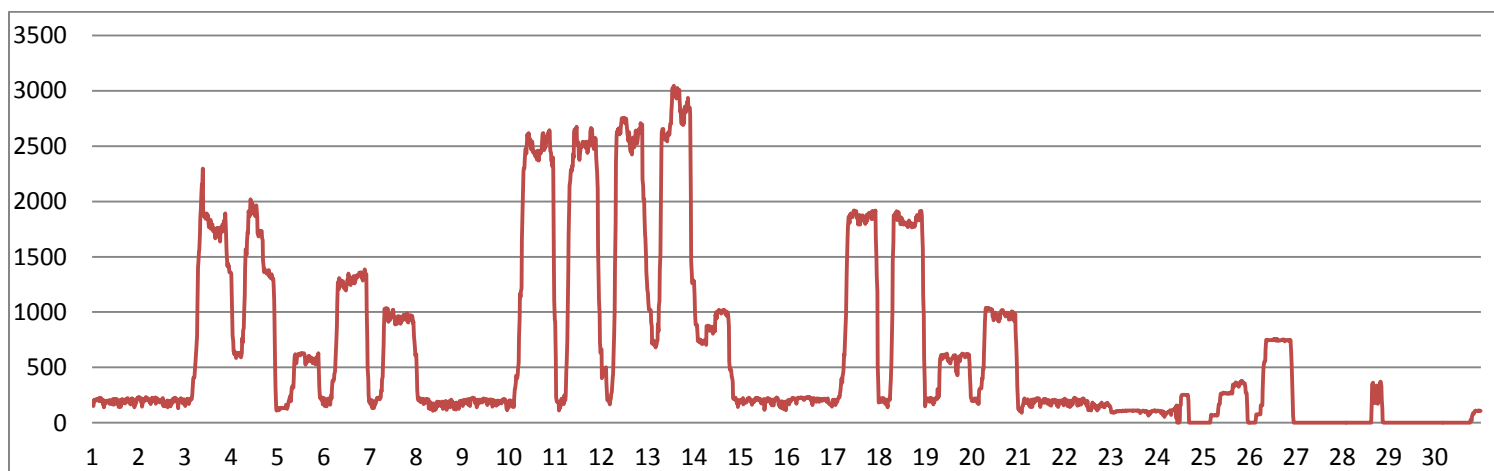


Fig. 12 Puissance instantanée (MW) Gaz France continentale Septembre 2012. En ce mois de Septembre l'appel au gaz reste faible sauf sur la semaine du 10-15 Septembre. Le fond constant de production à la hauteur de 200 MW s'arrête en fin de mois. Sur le mois la puissance moyenne livrée est de 646 MW (Août 883 MW, Juillet 484 MW).

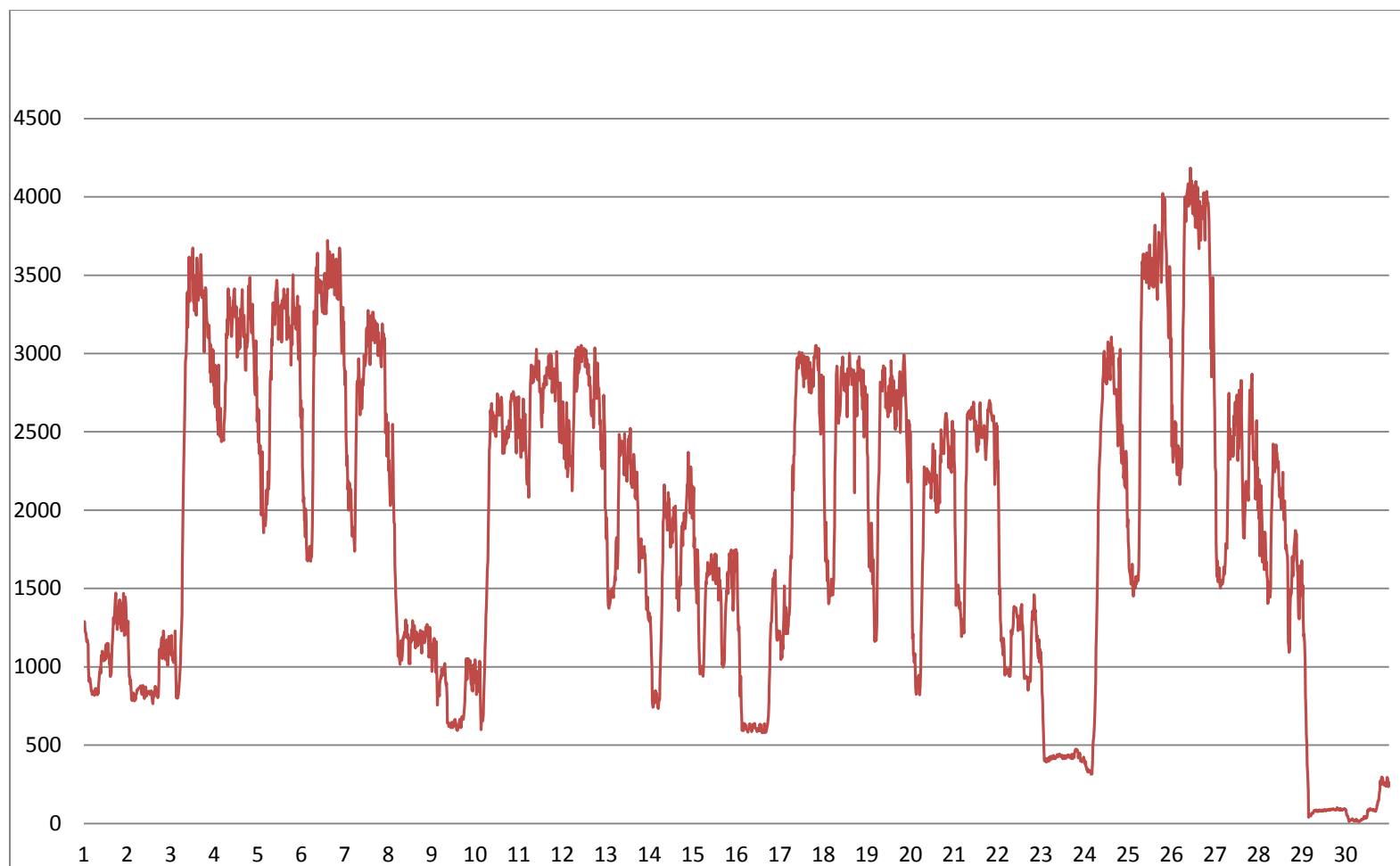


Fig. 13 Puissance instantanée charbon (MW) France continentale Septembre 2012. L'appel à ce moyen de production est maintenant plus régulier pendant les semaines ouvrées. Sur le mois, la puissance moyenne est de 1,92 GW (Août 1,59 GW, Juillet 1,45 GW). La production d'électricité à partir de charbon détermine en grande partie le taux de CO₂ du kWh électrique français. Selon eCO2mix, en moyenne sur le mois de Septembre, il vaut 56 gCO₂/kWh. Lors des pics de production par les centrales brûlant du charbon le taux de CO₂ peut s'élever à 99 gCO₂/kWh. Il peut descendre jusqu'à 15 gCO₂/kWh quand elles s'arrêtent. Ces valeurs sont très inférieures à la moyenne européenne et encore plus à celle de pays qui dépendent majoritairement des combustibles fossiles comme par exemple l'Allemagne ou le Danemark pour lesquelles des valeurs 5 à 7 fois plus grandes sont observées.

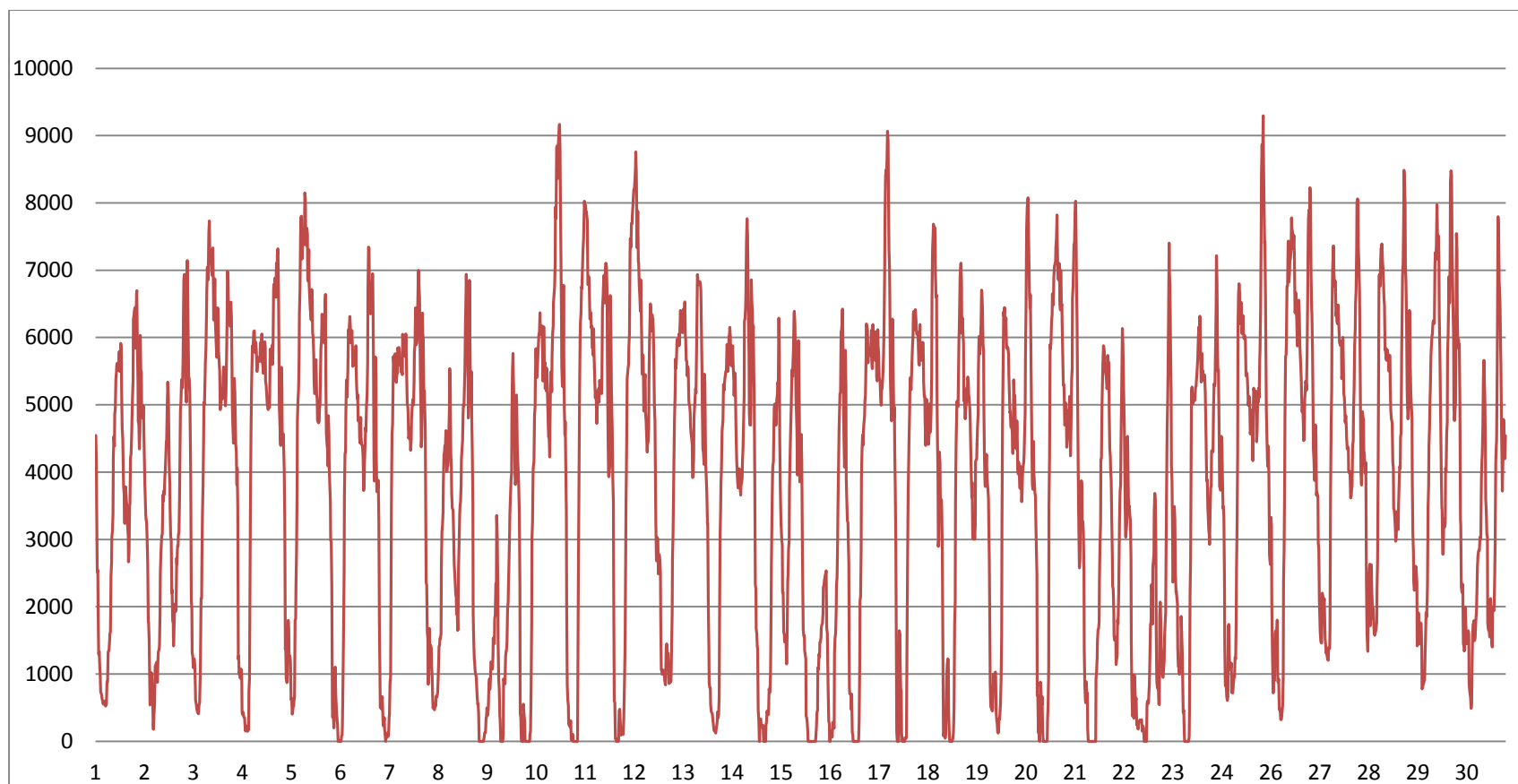


Fig.14 Puissance hydraulique en France continentale Septembre 2012 (MW). Cette courbe somme algébriquement les productions des barrages de fil de l'eau (énergie fatale), la production des barrages de montagne et celle des stations de pompage (STEP) (énergie dispatchable) – un barrage peut aussi dans 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. La puissance livrée ce mois par l'hydraulique a encore baissé. Avec la fin des fontes de printemps, les barrages ont cessé de se remplir. On rentre dans une phase de gestion saisonnière de la ressource énergétique stockée dont il convient d'optimiser l'usage pour la faire durer sur la fin 2012 et surtout l'hiver 2013 pour une bonne gestion des pointes. On constate qu'à certains moments la courbe passe par zéro ce qui indique que la puissance pompée devient supérieure à celle qui est turbinée (voir légende Fig. 15). La puissance moyenne livrée sur le mois est de 3,8 GW (Août 3,9 GW, Juillet 5,4 GW, Juin 7,8 GW).

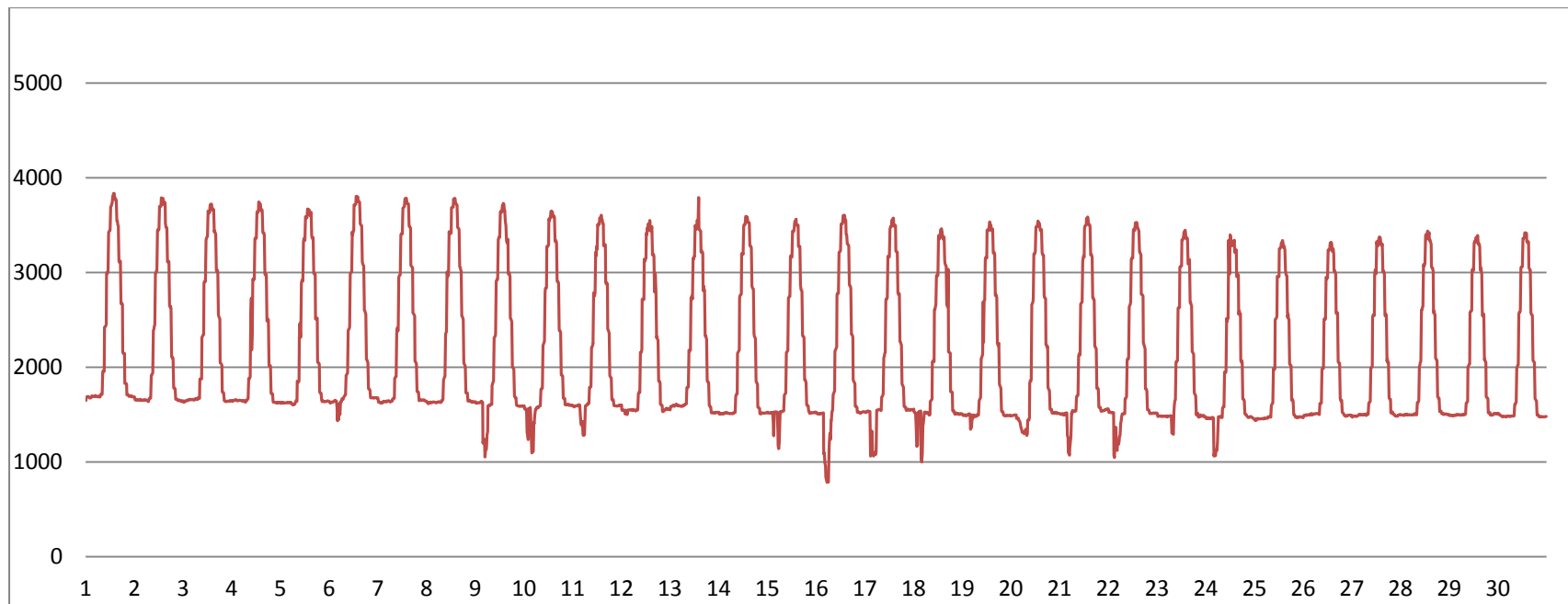


Fig.15 Puissance « Autres » France continentale Septembre 2012. Pour cette production du mois de Septembre, nous pouvons reprendre la légende des trois mois précédents. En effet la courbe est quasi identique et ne reflète certainement pas les modulations de l'ensoleillement que tout un chacun a pu constater pour ce mois de Septembre. 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 2 GW) associé aux centrales à gaz à cogénération (CGC). On observe aussi des oscillations journalières régulières surimposées qui sont censées décrire la production photovoltaïque française (plus de 3 GWc installés). En fait, ces oscillations ne sont pas mesurées mais « inventées » par eCO2mix. Ainsi, leur amplitude, qui au mois de Mars valait de façon constante 800 MW, devient d'un coup 1800-2000 MW à partir du premier d'Avril. On pourra par exemple comparer cette courbe avec celle de la figure 16 qui décrit une production mesurée. On notera aussi des accidents en « creux » dans certains minima des courbes (par exemple les nuits du 9, 10, 15-18, 21 et 22 Septembre). La comparaison avec la figure 14 montre que ces accidents surviennent lorsque la courbe hydraulique passe par zéro (Fig. 14). En effet, plutôt que donner une puissance hydraulique négative quand le pompage surpasse le turbinage, eCO2mix a fait le choix d'imputer cette différence à la production « Autres » qui sert donc de variable d'ajustement à la comptabilité énergétique de eCO2mix.

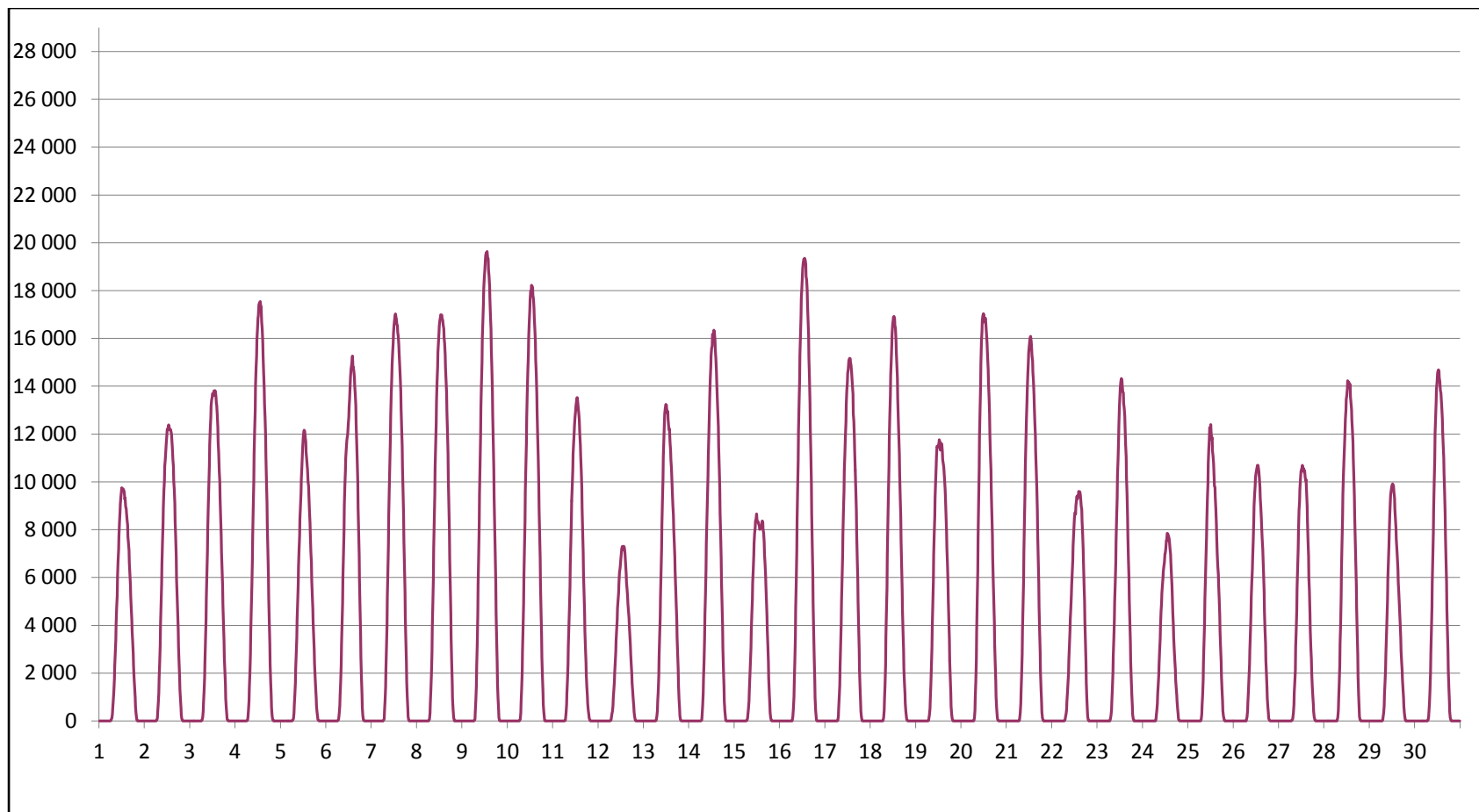


Fig. 16 Puissance solaire photovoltaïque (MW) en Allemagne Septembre 2012. Les données proviennent du site www.transparency.eex.com. Les derniers recensements montrent que la puissance installée du parc solaire photovoltaïque allemand a maintenant dépassé les 29000 MW (en France, elle est en croissance et est maintenant supérieure à 3500 MW). En plus de la variation diurne (jour-nuit) on peut observer sur ce mois de Septembre des variations de la hauteur du pic proche d'un facteur 3 d'un jour à un autre (9 Septembre et 12 Septembre). La puissance moyenne sur le mois est de 4,0 GW (Août 5,2 GW) ce qui correspond à une efficacité moyenne de 14% (Août 19 %).

Remarques sur les données eCO2mix (Septembre 2012)

- 1) Le 25 Septembre 2012 à 12h45 le site eCO2mix a fourni pour la production « Autres » des données présentant une forte discontinuité avec les 1/4h voisins. Nous avons choisi de remplacer les données erronées ou manquantes par des interpolations.
- 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) En outre, on constate certaines incohérences dans les données eCO2mix. Ainsi parfois la « Consommation », telle que définie ci-dessus peut différer de la somme des « Productions » de plusieurs dizaines de MW dans un sens ou un autre. En Septembre 2012, l'excès de la consommation par rapport à la production a été de 1 MW (probablement pas de signification). Un déficit de la consommation par rapport à la somme des productions, déficit qui en Septembre a atteint un maximum de 19 MW, est aussi observé chaque fois que la production d'électricité des centrales à charbon ou à gaz est annoncée nulle par eCO2mix. Ce déficit, non comptabilisé comme une consommation par eCO2mix, pourrait donc correspondre à l'énergie qu'il faut néanmoins consommer pour maintenir les centrales à charbon à l'arrêt mais prêtes à redémarrer (situation quelquefois appelée « régime bouillote »). Si c'était le cas – à vérifier auprès de RTE – cela donnerait une première indication des pertes supplémentaires – outre les baisses d'efficacité en fonctionnement- et des émissions de CO₂ qu'il faudra accepter dans les centrales dispatchables que l'on placera en attente dans les réseaux pour compenser l'intermittence des renouvelables.
- 5) La discussion en légende de la courbe « Autres » (Fig. 15), montre qu'en France, à ce jour, au contraire de l'Allemagne (Fig. 14) on n'est toujours pas capable de suivre en temps réel la production de nos plus de 3,5 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). Les oscillations de la production photovoltaïque « dessinées » par eCO2mix sont régulièrement réajustées (en général en début de mois) probablement sur la base de relevés de la production globale effectués par ERDF (relevés qui servent à calculer la valeur de la taxe CSPE imputée aux factures d'électricité). Ce point est à vérifier auprès de RTE.
- 6) 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 ».

- 7) Bien que rien n'ait été indiqué sur la description des données qui est faite sur le site eCO2mix, on notera que depuis la mi-Mai, RTE a choisi de fournir l'évolution temporelle du taux de CO₂ du secteur productif français exprimé en gCO₂/kWh. Par rapport aux données précédentes qui fournissaient la production totale en tCO₂/h les valeurs actuellement fournies sont obtenues après division de cette production horaire de CO₂ par la somme de la consommation plus le solde exportateur (en MW).