



Analyse des consommations énergétiques des établissements de santé franciliens



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

Rapport final

Septembre 2008

Sommaire

1. Synthèse.....	4
2. Trente établissements de santé ont été analysés	5
3. Analyse des consommations d'énergie.....	7
3.1. Consommation d'énergie et nombre de lits : une corrélation très faible.....	8
3.2. La corrélation entre la consommation annuelle d'énergie et le nombre d'hospitalisation est limitée.....	11
3.3. Les établissements de santé franciliens consomment en moyenne 264 kWh / m² / an.....	14
3.4. Le nombre d'équipements médico-techniques ne peut être relié à la consommation totale d'énergie	17
4. Analyse des consommations d'électricité et des consommations de chauffage.....	19
4.1. Le chauffage représente en moyenne 60 % de la consommation totale d'énergie	19
4.2. Les consommations d'électricité des établissements franciliens sont évaluées en moyenne à 100 kWh / m² / an.....	20
4.3. Les consommations électriques augmentent en moyenne de 221 kWh par hospitalisation supplémentaire	21

1. Synthèse

Dans le cadre de cette étude, les consommations énergétiques de 30 établissements franciliens ont été analysées.

Les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

- il existe une très grande hétérogénéité quant au type d'établissements de santé (près d'une trentaine de catégories d'établissements ont ainsi été recensés en région Ile-de-France) ;
- au sein des plus gros établissements franciliens, **la consommation d'énergie et la surface des établissements sont très fortement corrélées et permettent d'établir un niveau moyen de consommation d'énergie d'environ 270 kWh / m² / an ;**
- **les consommations de chauffage des établissements sont estimées à environ 170 kWh / m² / an ;**
- **les consommations d'électricité des établissements sont estimées à environ 100 kWh / m² / an ;**
- les consommations d'électricité sont corrélées au nombre d'hospitalisations et augmentent en moyenne (à partir d'un seuil plancher) de 221 kWh à chaque nouvelle hospitalisation ;
- le nombre d'hospitalisations est un élément nécessaire mais pas suffisant pour mesurer la consommation d'énergie d'un établissement de santé. En effet, cet indicateur ne permet pas d'identifier la nature des soins prodigués ou encore les activités spécifiques des établissements de santé (qui vont impacter le niveau de consommation d'énergie) ;
- la corrélation entre la consommation totale d'énergie et la capacité d'accueil des établissements est très faible. Le seul critère du nombre de lits n'est pas pertinent pour estimer l'activité des établissements et donc leur consommation d'énergie.

2. Trente établissements de santé ont été analysés

Réalisée pour le compte de l'Ademe et de l'Arene, cette étude a pour but d'analyser les consommations d'énergie de 30 établissements de santé franciliens.

Il existe cependant une grande variété d'établissements de santé présents en région Ile-de-France, autant dans le secteur privé que dans le secteur public. Les principaux types d'établissements sont listés ci-dessous :

- centres hospitaliers régionaux et universitaires (CHU-CHR) ;
- centres hospitaliers départementaux ;
- centres hospitaliers intercommunaux ;
- centres hospitaliers communaux ;
- centres hospitaliers privés ;
- centres hospitaliers spécialisés dans la lutte contre les maladies mentales ;
- hôpitaux locaux ;
- hôpitaux militaires ;
- centres de lutte contre le cancer (CLCC) ;
- services de santé des armées ;
- établissements de convalescence et de repos ;
- établissements de réadaptation fonctionnelle ;
- établissements de soins de longue durée ;
- établissements de soins obstétricaux et chirurgico-gynécologiques ;
- établissements de soins chirurgicaux ;
- établissements de soins médicaux ;
- établissements de lutte contre la tuberculose ;
- établissements de soins pluridisciplinaires ;
- établissements sanitaires des prisons ;
- centres médico-psychologiques ;
- maisons de santé pour malades mentaux ;
- pouponnières à caractère sanitaire ;
- maisons d'enfants à caractère sanitaire permanentes ;
- services médico-psychologiques régionaux (SMPR) ;
- centres ateliers thérapeutiques ;
- centres de postcure pour malades mentaux ;
- centres de postcure pour alcooliques ;
- centres de crise ou d'accueil permanent ;
- etc.

Face à la très forte diversité des profils d'établissements (et donc des profils de consommation d'énergie) et afin d'atteindre un niveau de représentativité satisfaisant, **l'échantillon a été centré sur les établissements de santé les plus importants** et ce dans tous les départements franciliens.

Ce recentrage sur les plus gros hôpitaux (CHU-CHR, centres hospitaliers départementaux, intercommunaux et communaux) a pour but de comparer des établissements à l'activité et au profil relativement similaires. Cette démarche vise à mettre en évidence un profil énergétique type correspondant à des établissements ayant des caractéristiques proches (notamment via l'élaboration de ratios de consommations d'énergie).

Dans le cadre de cette étude, nous avons contacté 55 établissements de santé franciliens. In fine, les consommations d'énergie de 21 CHU-CHR, de 5 hôpitaux communaux, de 2 hôpitaux intercommunaux, d'un hôpital départemental et d'un centre hospitalier privé ont été analysées.

Les données présentées ci-après sont issues de deux types de sources :

- la base de données de la Statistique Annuelle des Etablissements de santé (SAE). Il s'agit d'une enquête administrative exhaustive et obligatoire auprès des établissements de santé installés en France, réalisée par la Drees (Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques) du Ministère de la Santé. Cette base fournit pour l'année 2006, dernière année disponible, la liste des établissements avec leur nombre de lits, leur nombre d'hospitalisations, les effectifs ainsi que le nombre d'équipements médico-techniques ;
- des entretiens téléphoniques individuels menés auprès des responsables techniques des hôpitaux de notre échantillon pour l'ensemble des éléments relatifs à la surface des établissements, aux consommations d'énergie et aux modes de chauffage. Ces éléments ont été fournis au titre de l'année 2007. Par ailleurs, il est important de souligner que, du fait de leur caractère déclaratif, ces informations peuvent - par nature - contenir des approximations, voire des erreurs.

3. Analyse des consommations d'énergie

Afin de caractériser le profil de consommation d'énergie des 30 établissements de santé analysés, quatre indicateurs ont été retenus :

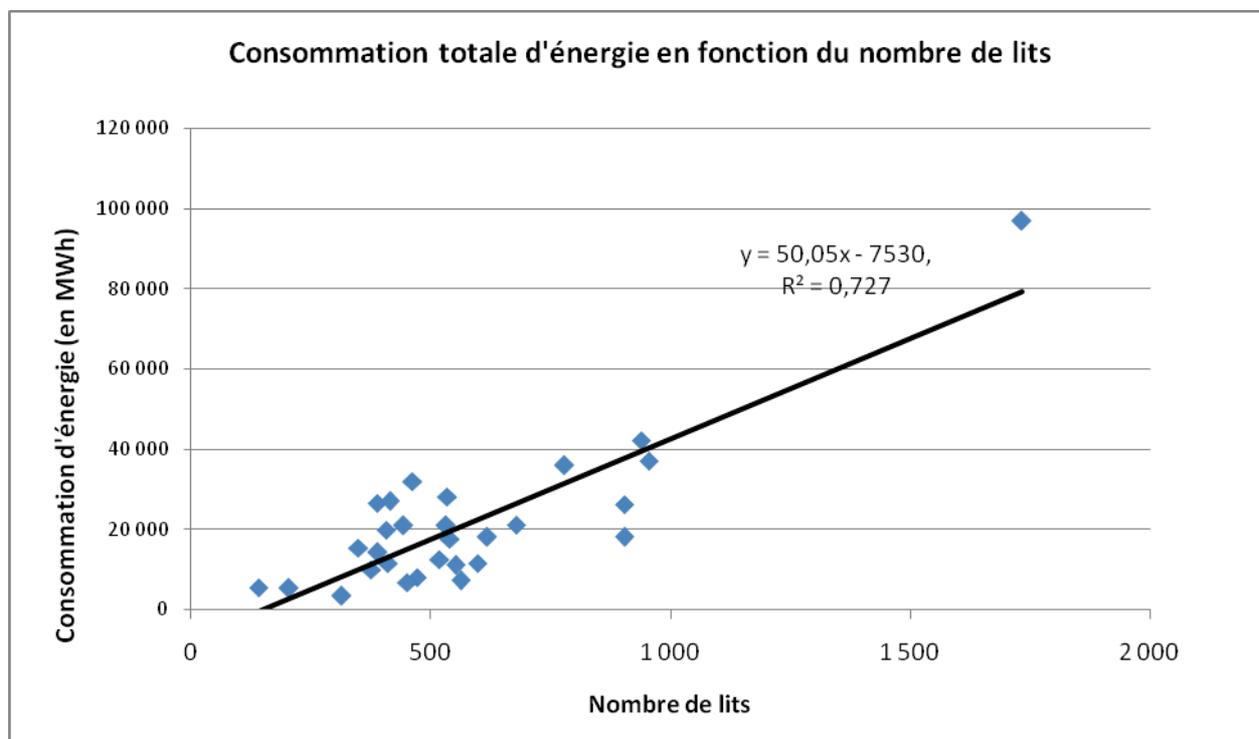
- **la capacité d'accueil** (nombre de lits) ;
- **le nombre annuel d'hospitalisations** ;
- **la surface** (en m²) ;
- **le nombre d'équipements médico-techniques** (scanner, IRM, échographes Doppler, etc.).

Ces paramètres sont en effet les quatre premiers éléments susceptibles d'influer sur les consommations énergétiques des établissements.

Pour quantifier la relation de la consommation énergétique totale d'un établissement avec les différents facteurs choisis, le coefficient R² a été retenu. Il s'agit d'un coefficient qui traduit le caractère linéaire ou non d'un ensemble de point. La valeur de ce coefficient est toujours inférieure à 1, mais plus elle est proche de 1 et plus la forme des points se rapproche d'une droite linéaire. Dès lors, on peut déduire qu'il existe (ou non) une relation de proportionnalité entre les deux termes (de type $y = ax$).

Par ailleurs, il convient de signaler la présence dans notre échantillon de deux hôpitaux produisant chauffage et électricité grâce à un système de cogénération. Les consommations d'énergie qui nous ont été fournies, dans ce cas, correspondent donc aux consommations en énergie primaire (et non finale). Cette énergie sera ensuite transformée en chaleur et en électricité avec un rendement spécifique à l'installation. Elles ne peuvent de ce fait être comparées avec l'électricité en provenance du réseau qui est consommée sans aucune transformation. Ces deux établissements ne seront donc pas pris en compte dans l'échantillon présenté ci-dessous.

3.1. Consommation d'énergie et nombre de lits : une corrélation très faible



Logiquement, on observe une tendance générale à l'augmentation de la consommation totale d'énergie avec la taille de l'établissement (caractérisée ici par son nombre de lits). Une relation de proportionnalité globale entre les consommations d'énergie et le nombre de lits existe avec un coefficient R^2 de 0,73.

Compte tenu de l'équation de la droite de tendance, l'évolution des consommations énergétiques en fonction du nombre de lits prend la forme :

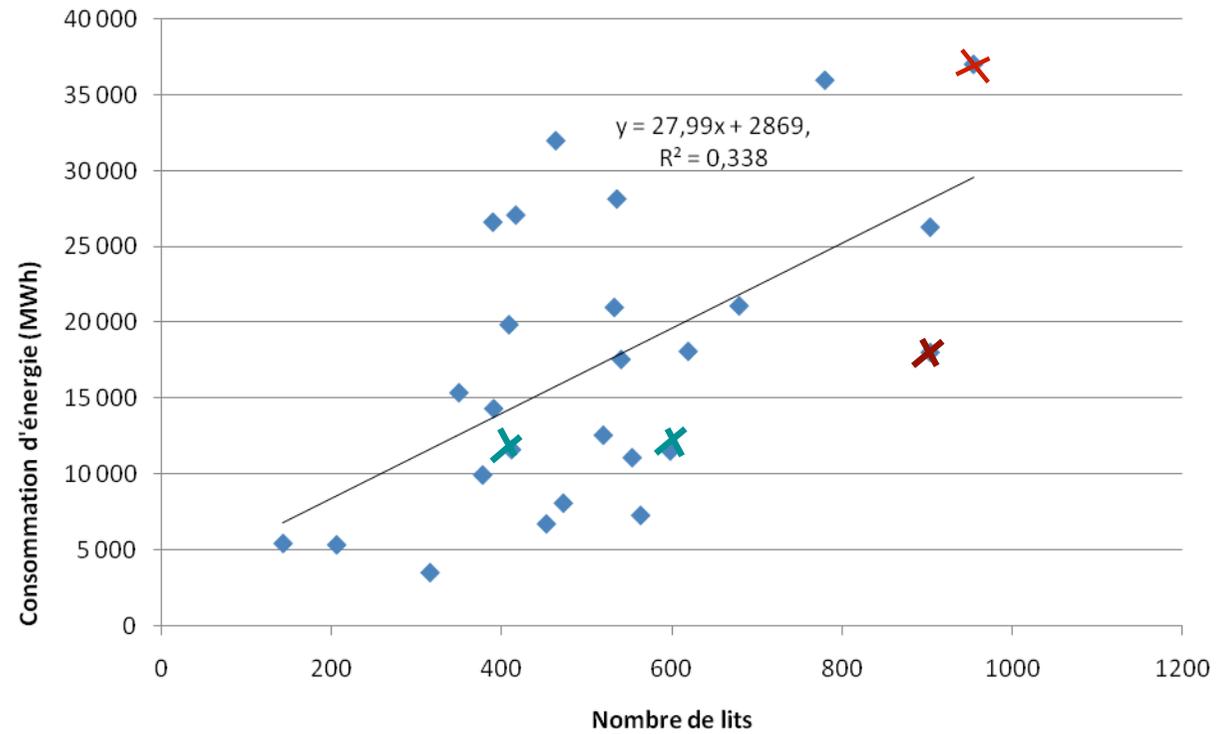
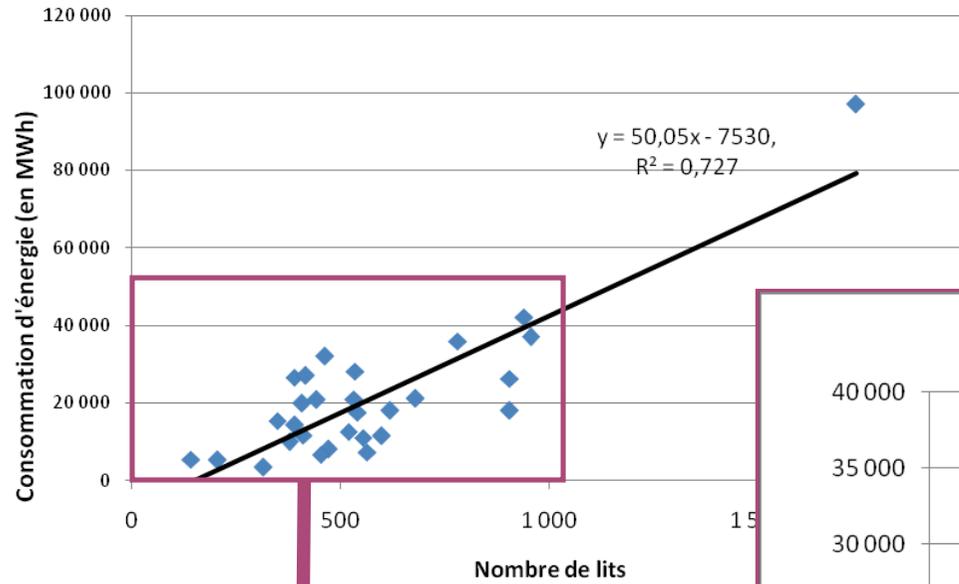
$$\text{Consommation [MWh]} = 50 \text{ MWh} \times \text{Nbre de lits} - 7\,530 \text{ MWh}$$

Cette relation traduit deux éléments :

- en dessous d'un certain nombre de lits (ici fixé à 151 puisqu'en dessous de ce niveau la consommation deviendrait « mathématiquement » négative), on ne peut utiliser cette relation pour évaluer la consommation ;
- à partir de ce seuil d'environ 150 lits, on enregistre une augmentation moyenne des consommations d'énergie de l'ordre de 50 MWh par lit supplémentaire.

Cette analyse est cependant en partie déformée par la prise en compte du point excentré situé en haut à droite du graphique. L'établissement correspondant à ce point possède en effet deux fois plus de lits que la plupart des établissements composant l'échantillon. Afin d'affiner notre analyse, un nouvel échantillon ne comprenant pas cet établissement a été constitué.

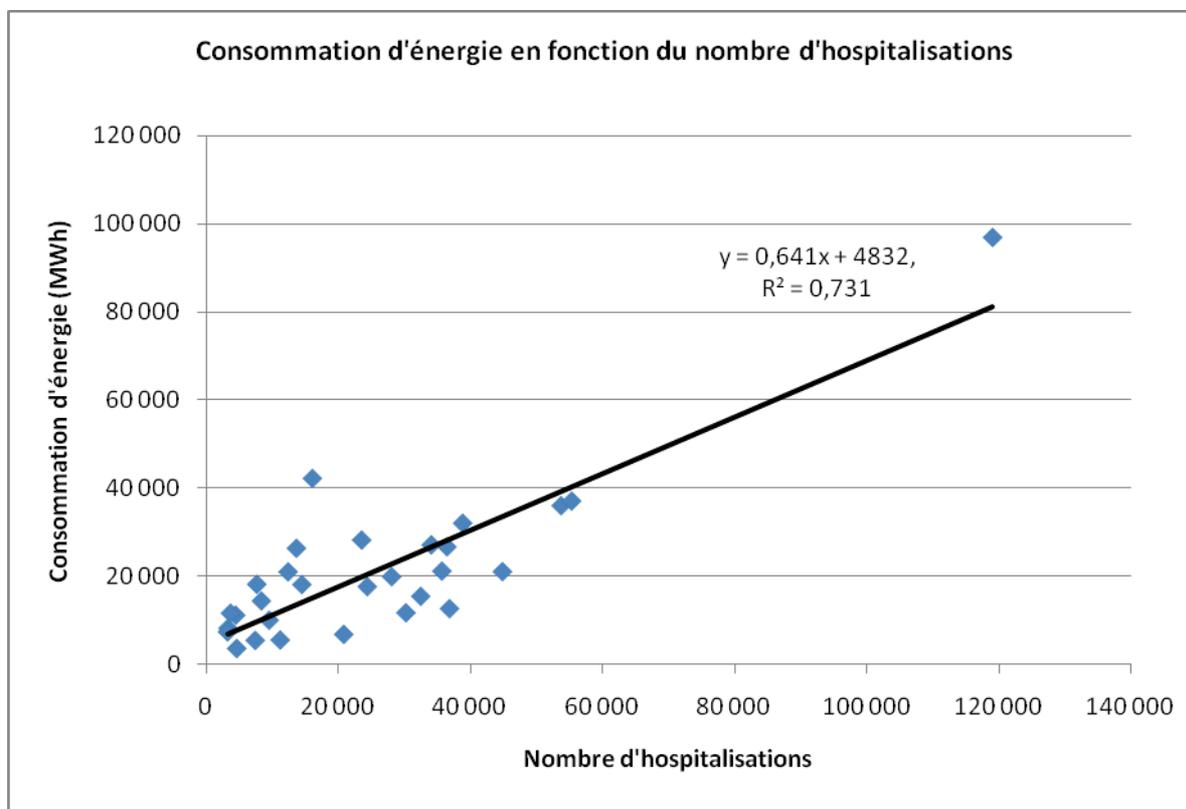
Consommation totale d'énergie en fonction du nombre de lits



Une fois cet établissement retiré de l'échantillon, le coefficient R^2 chute à 0,34 révélant une répartition des points nettement plus aléatoire. Par exemple, les deux centres hospitaliers marqués d'une croix rouge possèdent des capacités d'accueil proches, mais affichent des consommations d'énergie radicalement différentes (37 000 MWh et 18 000 MWh par an). A l'inverse, les capacités d'accueil des deux établissements marqués d'une croix verte diffèrent de plus de 50% alors que leurs consommations d'énergie sont sensiblement identiques.

La corrélation entre la consommation annuelle d'énergie et la capacité d'accueil des établissements de santé franciliens est donc très faible.

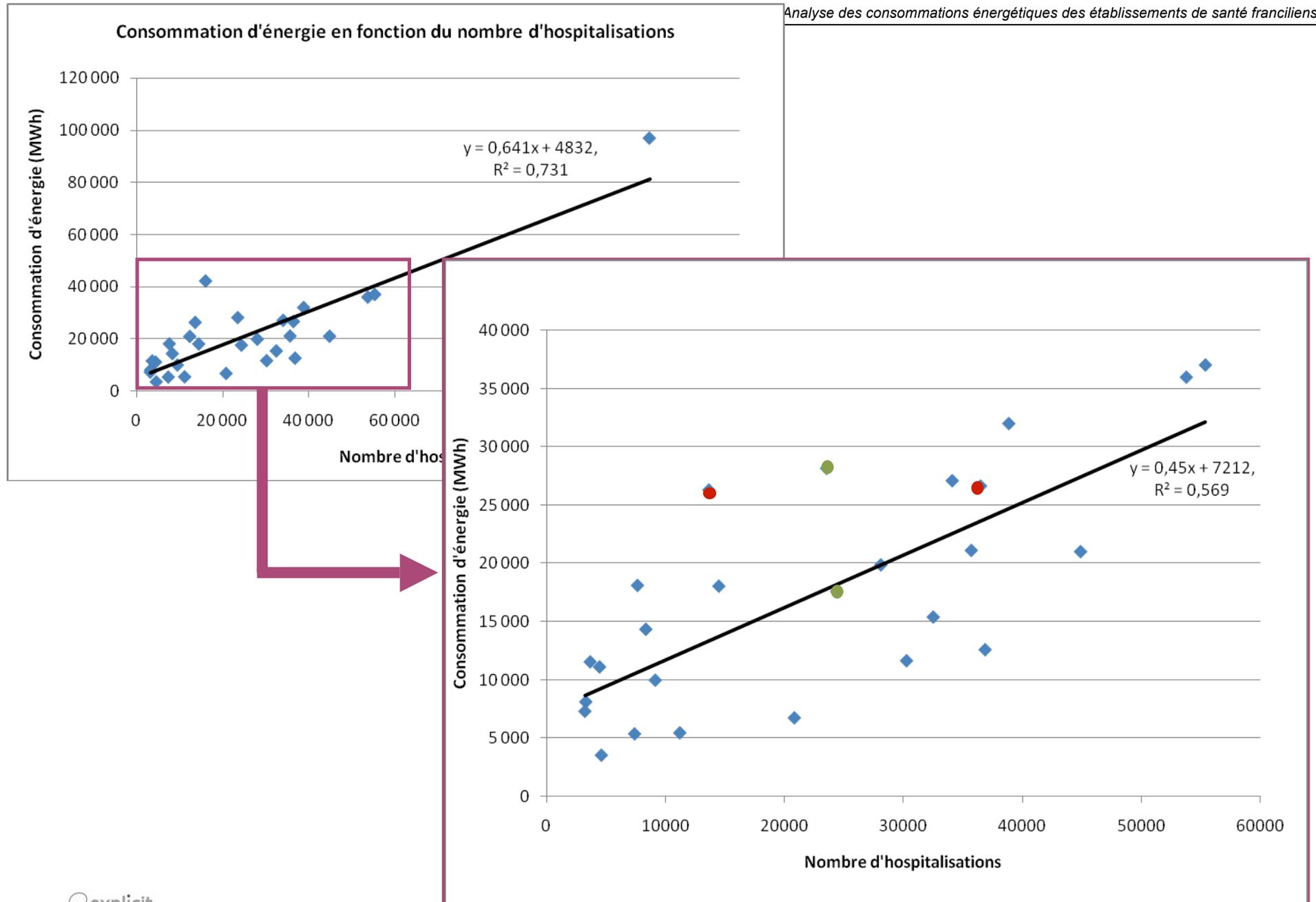
3.2. La corrélation entre la consommation annuelle d'énergie et le nombre d'hospitalisation est limitée



Comme précédemment, le coefficient de proportionnalité R^2 de 0,73 laisse entrevoir une corrélation marquée entre la consommation totale d'énergie et le nombre d'hospitalisations.

En théorie, l'évolution des consommations énergétiques en fonction du nombre d'hospitalisations traduit le fait qu'en l'absence d'un niveau plancher d'hospitalisations, la consommation d'énergie ressort à 4 832 MWh et que chaque hospitalisation supplémentaire se traduit par un surcroît de consommation de 641 kWh.

Toutefois, comme précédemment, le caractère singulier du point situé en haut à droite du graphique perturbe l'analyse.

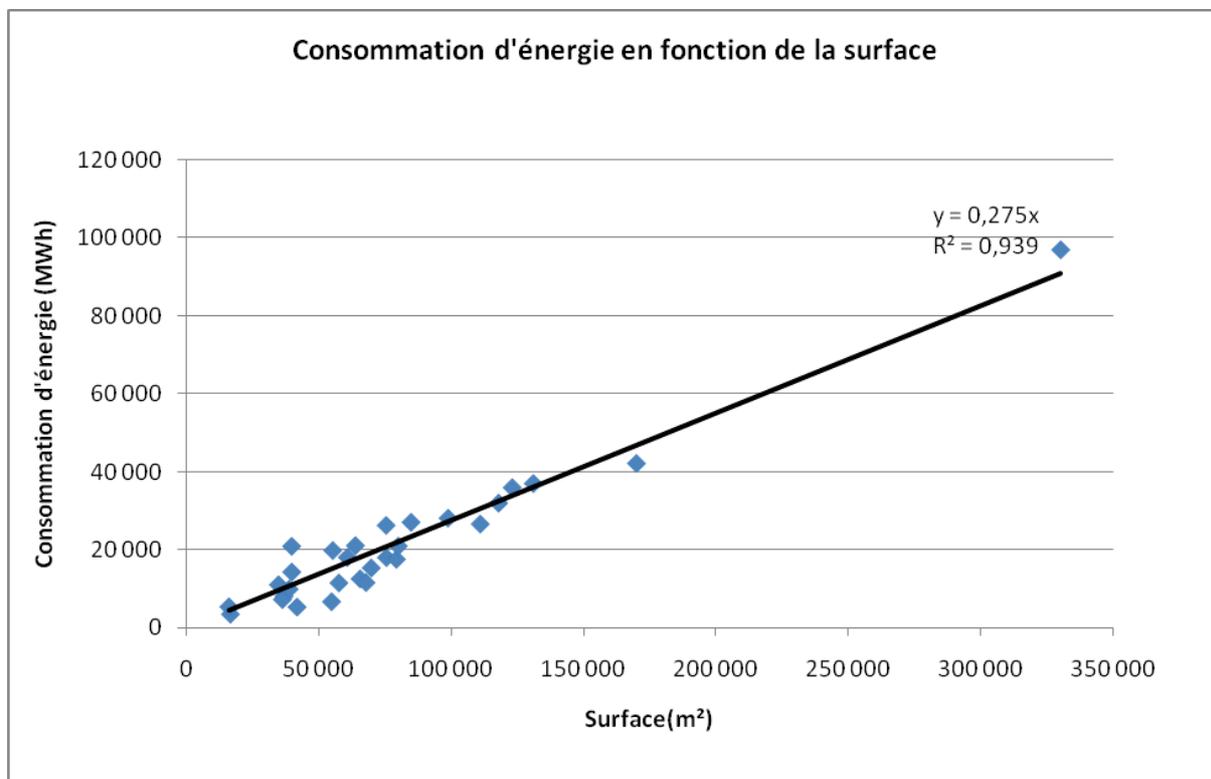


La valeur du coefficient (0,57) révèle cette fois la corrélation limitée entre le nombre d'hospitalisations et la consommation totale d'énergie d'un établissement de santé. Par exemple, pour des consommations annuelles d'énergie relativement proches, le nombre d'hospitalisation des deux établissements marqués d'un point rouge (cf. graphique précédent) varie dans un rapport 1 à 3. De même, les hôpitaux marqués d'un point vert affichent un nombre d'hospitalisations proche mais un écart de plus de 50% dans leur consommation annuelle d'énergie.

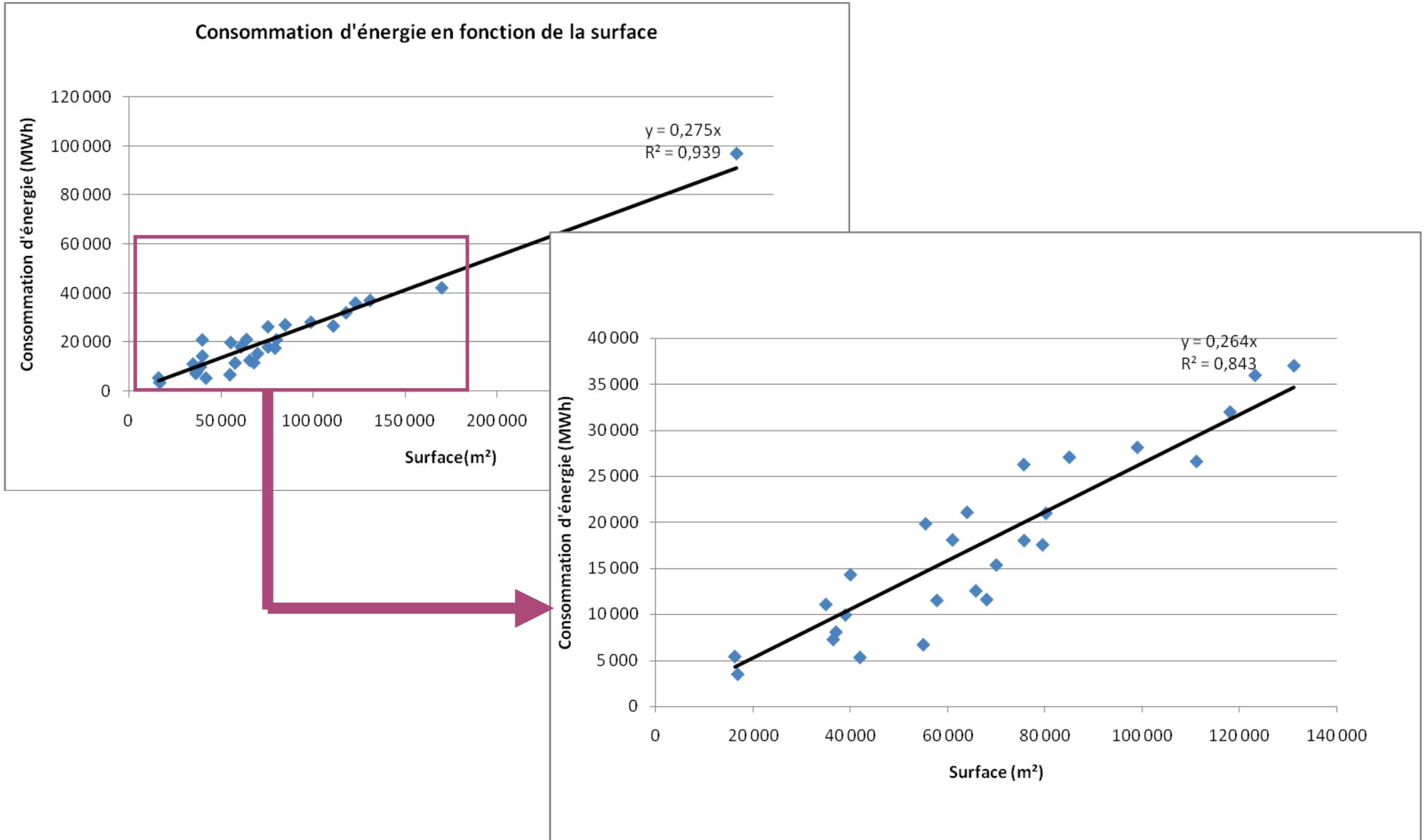
La corrélation entre le nombre d'hospitalisations et la consommation annuelle d'énergie est ainsi limitée dans les établissements de santé. Plusieurs facteurs spécifiques peuvent en effet influencer sur les consommations d'électricité :

- la nature des soins prodigués et notamment les appareils médicaux qui vont être utilisés (ainsi que leur fréquence d'utilisation) ;
- les spécialités et services présents dans l'établissement, qui peuvent également influencer sur les consommations d'énergie. Par exemple, un service de grand brûlé nécessite que la température de la pièce varie en fonction de l'état du patient. Autre exemple avec la présence ou non d'un service de néonatalogie qui suppose le maintien d'une température ambiante à un niveau élevé ;
- la présence d'un système de restauration et/ou de blanchisserie sur site (postes fortement consommateurs d'énergie) ;
- la présence d'un système de climatisation ou non sur l'ensemble du site ;
- les performances intrinsèques des systèmes de chauffage de l'établissement.

3.3. Les établissements de santé franciliens consomment en moyenne 264 kWh / m² / an



Une très forte corrélation apparaît entre la surface et la consommation d'énergie annuelle des établissements de santé analysés. Le coefficient R^2 ressort ainsi à 0,94 et fait apparaître une consommation annuelle moyenne d'énergie de 275 kWh / m². Comme précédemment, une analyse spécifique a toutefois été menée en excluant le point situé en haut à droite du graphique.



Le coefficient R^2 ressort à 0,84 (contre 0,94 précédemment) révélant une bonne corrélation entre la surface et la consommation d'énergie des établissements de santé. Il est ainsi possible d'établir un **ratio moyen de consommation de 264 kWh par m² et par an dans les établissements de santé franciliens.**

Les valeurs de consommation extrêmes sont comprises entre 358 kWh / m² / an et 122 kWh / m² / an. Cette dernière valeur correspond à un établissement enregistrant une consommation de chauffage particulièrement faible. L'explication provient du fait qu'une partie de l'établissement est chauffée grâce à la géothermie, d'où une consommation de gaz naturel plus faible que la moyenne de l'échantillon.

3.4. Le nombre d'équipements médico-techniques ne peut être relié à la consommation totale d'énergie

Les équipements médico-techniques des établissements de santé sont souvent fortement consommateurs d'énergie. Les équipements pris en compte dans l'étude sont les appareils de machinerie médicale répertoriés ci-dessous :

- scanner ;
- IRM ;
- caméra à scintillation ;
- tomographe à émission ;
- caméra à positrons ;
- lithotriporteur ;
- échographes Doppler ;
- appareils de radiologie.

Le nombre d'équipements est révélateur des puissances relatives présentes dans chaque établissement, mais ne donne pas d'indication quant au niveau de consommation d'énergie (qui va lui dépendre de la fréquence d'utilisation). Toutefois, le croisement de la consommation d'énergie, du nombre d'hospitalisation et du nombre d'équipements de chaque établissement ne permet pas de mettre en évidence une corrélation entre ces trois variables.

In fine, quatre conclusions peuvent être tirées :

- la corrélation entre la surface et la consommation annuelle d'énergie est élevée et permet d'établir un ratio de consommation moyen d'environ 264 kWh / m² / an dans les établissements de santé franciliens ;
- la corrélation entre le nombre d'hospitalisations et les consommations annuelles d'énergie n'a pu être mise en évidence en raison de la présence d'autres facteurs « masquants » et ne permet donc pas d'établir un ratio moyen de consommation par hospitalisation ;
- la corrélation entre la capacité d'accueil (exprimée en nombre de lits) et la consommation annuelle d'énergie est très faible ;
- le nombre d'équipements médico-techniques dont disposent les établissements de santé ne peut être directement relié à la consommation totale d'énergie tous usages confondus.

Une étude des consommations par usage a été menée pour affiner l'analyse.

4. Analyse des consommations d'électricité et des consommations de chauffage

4.1. Le chauffage représente en moyenne 60 % de la consommation totale d'énergie

La répartition entre consommations d'électricité et consommations de chauffage a été établie en attribuant à la part « électricité » les consommations d'énergie électrique fournies par les responsables techniques. Les consommations relatives aux autres combustibles (gaz naturel, fioul et chauffage urbain) ont été placées dans le poste « chauffage ».

Ce choix se justifie par le fait que seuls deux établissements utilisent l'électricité pour le chauffage d'une partie de leurs locaux. Les autres types d'énergie sont donc utilisés pour le chauffage et éventuellement pour la production d'eau chaude sanitaire. La part de l'eau chaude sanitaire dans les consommations étant généralement faible par rapport aux usages liés au chauffage, toutes les consommations d'énergie ont ici été attribuées au chauffage.

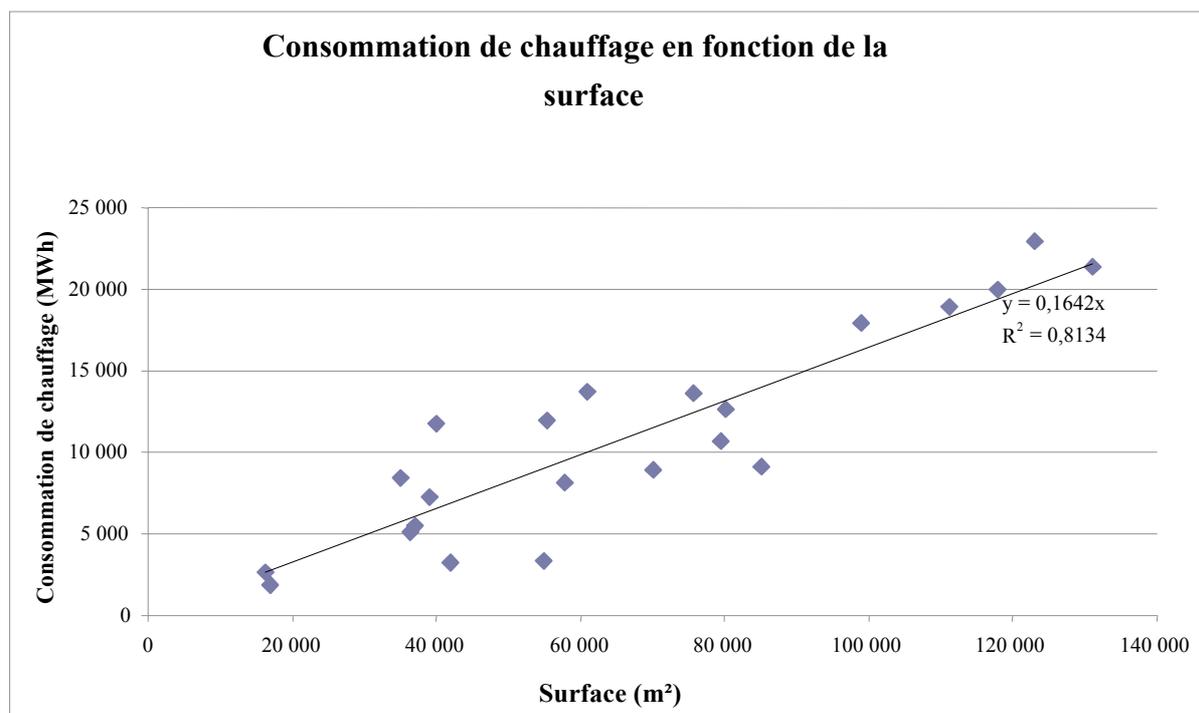
	Consommation annuelle (MWh)	en %
Electricité	184 397	41%
Chauffage	267 247	59%
	451 644	100%

Le chauffage représente 59% des consommations cumulées des 30 établissements de santé constituant notre échantillon. L'électricité regroupe quant à elle plusieurs usages (cuisson, éclairage et électricité spécifique) dont la répartition est inconnue.

4.2. Les consommations d'électricité des établissements franciliens sont évaluées en moyenne à 100 kWh / m² / an

Sur la base des résultats précédents, un croisement a été effectué entre les consommations de chauffage et les surfaces des établissements de santé. En effet, on a vu précédemment que la corrélation entre le nombre de lits et la consommation totale d'énergie était très faible. Nous supposons également que le nombre d'hospitalisations n'influe pas directement sur les consommations de chauffage (l'établissement étant toujours chauffé de manière similaire quelque soit le nombre de patients).

Par ailleurs, quatre établissements aux profils atypiques et perturbant l'analyse ont été éliminés. Un des hôpitaux est en effet chauffé pour un tiers de sa surface au gaz naturel et pour les deux autres tiers restants à l'électricité. N'étant pas en mesure d'évaluer la part du chauffage dans ce cas, il a été sorti de l'échantillon. Un établissement affichant une consommation de chauffage particulièrement élevée et deux établissements affichant à l'inverse des consommations de chauffage faibles ont également été exclus de l'échantillon.



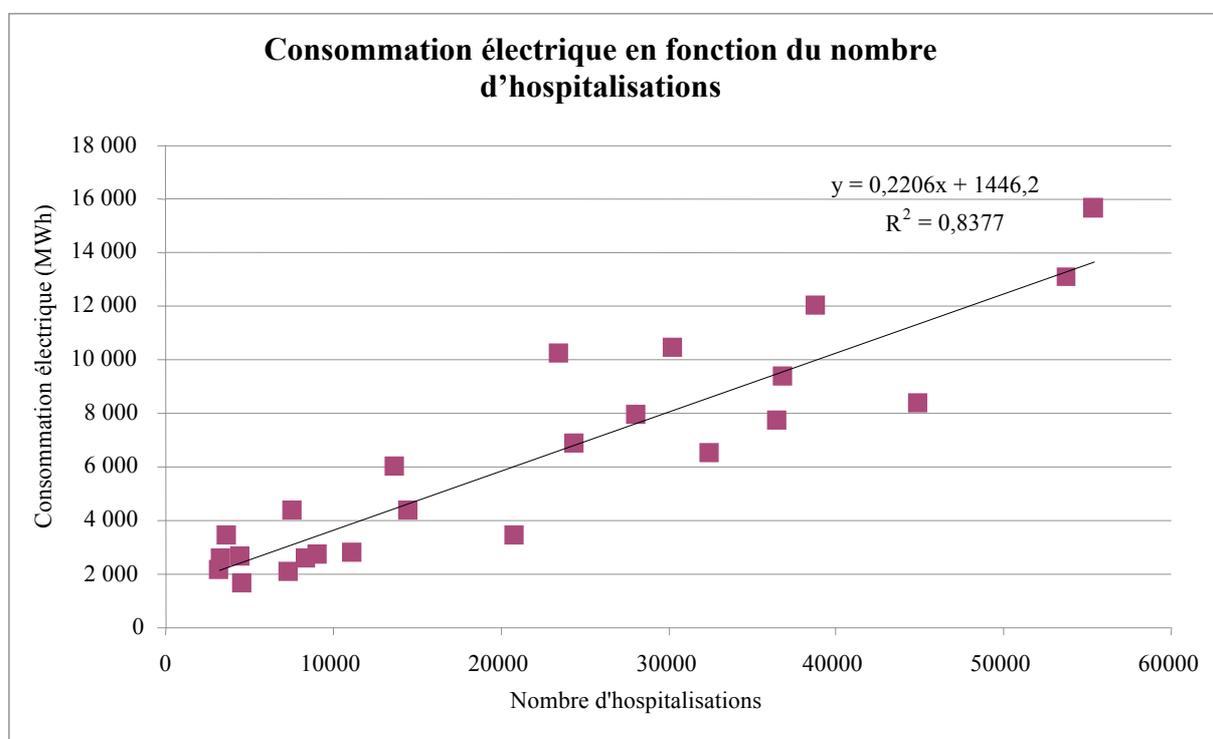
Le croisement de la consommation de chauffage et de la surface révèle une corrélation élevée avec un coefficient R^2 de 0,81, ce qui permet d'établir un **ratio moyen de consommation de chauffage de 164 kWh / m² / an**.

Sur la base du ratio de consommation totale d'énergie de 264 kWh / m² / an établi précédemment, on évalue le **ratio de consommation d'électricité à 100 kWh / m² / an**.

4.3. Les consommations électriques augmentent en moyenne de 221 kWh par hospitalisation supplémentaire

La seconde représentation retenue croise la consommation d'électricité avec le nombre d'hospitalisations. Outre les usages spécifiques tels que l'éclairage, la consommation d'électricité est en effet directement liée au fonctionnement des appareils médico-techniques fortement consommateurs et à leur durée d'utilisation. Or, la durée d'utilisation est elle-même liée au nombre d'hospitalisations.

Comme précédemment, les hôpitaux qui perturbent l'analyse ont été éliminés. L'un est en effet chauffé aux deux-tiers à l'électricité, ce qui explique une consommation d'électricité particulièrement élevée. L'autre établissement atypique possède quant à lui un profil spécifique en raison de l'importance de sa consommation d'électricité. Une spécificité très certainement due au fait que cet établissement soit le seul de notre échantillon à être entièrement climatisé.



On voit apparaître ici une forte corrélation entre les consommations d'électricité et le nombre d'hospitalisations, avec un coefficient R^2 de 0,84.

Deux enseignements peuvent être tirés de l'analyse de ces données :

- même dans les cas où l'on enregistre un faible nombre d'hospitalisations, la consommation d'électricité de l'établissement se situe à un « niveau plancher » de 1 446 MWh. Ce résultat n'est pas surprenant puisqu'un établissement de santé a une consommation dite de « veille » même en l'absence d'activité. Cet élément traduit le fait qu'en dessous d'un certain nombre d'hospitalisations annuelles, la consommation d'électricité varie peu. Il faut atteindre un nombre important d'hospitalisations pour que l'impact soit significatif et que les consommations commencent à augmenter proportionnellement. En dessous de ce chiffre, la variation n'est pas significative ;
- la croissance des consommations d'électricité avec le nombre d'hospitalisations est de **221 kWh de plus à chaque nouvelle hospitalisation.**