



**AUDIT ÉNERGÉTIQUE DU SITE DE
XXXXX SITUÉ À XXXXX (HAUTE-SAVOIE)
SUIVANT LA NORME NF EN 16247-3**

Commanditaire de l'étude : XXXXX

ADRESSE DU SITE : XXXXXXXXXXXX

DOSSIER N°14109– RAPPORT 4 MAI 2016 - VERSION 1

Bureau d'ingénierie

**Energies
Renouvelables**

**Maîtrise De
l'Énergie**

**Siège de
TRANSENERGIE :**

3d allée Claude Debussy
F-69130 ECULLY

Téléphone 33 (0)4 72 86 04 04
Télécopie 33 (0)4 72 86 04 00
www.transenergie.eu

sun@transenergie.eu

**TRANSENERGIE
MEDITERRANEE :**

Mandelieu Technologie Center
Parc d'activité de la Siagne
Allée François Coli – Bât.13
06210 MANDELIEU

Téléphone 33 (0)4 93 00 42 65
Télécopie 33 (0)4 72 86 04 00

mediterranee@transenergie.eu

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	4
1.1 Présentation du Maître d'Ouvrage et commanditaire de l'étude.....	4
1.1.1 Maître d'ouvrage et commanditaire de l'étude.....	4
1.1.2 Auditeur(s).....	4
1.2 Rappel du contexte.....	4
1.3 Objet de la mission.....	4
1.4 Audit précédent.....	5
1.5 Objet et contenu du rapport.....	5
1.6 Déroulement de l'audit.....	5
1.6.1 Calendrier.....	5
1.6.2 Remarques.....	6
1.7 Glossaire et abréviations.....	6
2. PRÉSENTATION DU SITE.....	7
2.1 Coordonnées.....	7
2.2 Données météorologiques.....	7
2.3 Locaux.....	8
2.3.1 Installations.....	8
2.3.2 Fonctions principales d'usage.....	8
2.3.3 Fréquentation.....	9
2.4 Activité du site.....	10
2.4.1 Présentation.....	10
2.4.2 Contraintes réglementaires, environnementales et techniques.....	10
2.4.3 indicateurs d'activité disponibles et retenus de l'activité du site.....	10
3. DESCRIPTIF DES INSTALLATIONS.....	12
3.1 Énergies utilisées.....	12
3.1.1 Types d'énergie utilisés.....	12
3.1.2 Contrats de fourniture.....	12
3.2 Caractéristiques du bâti.....	13
3.2.1 Caractéristiques générales.....	13
3.2.2 Zonage et caractéristiques thermiques.....	14
3.3 Équipements des bâtiments.....	18
3.3.1 Chauffage/climatisation.....	18
3.3.2 Eau chaude sanitaire (ECS).....	18
3.3.3 Renouvellement d'air.....	18
3.3.4 Éclairage.....	19
3.3.5 Équipements divers.....	20
3.4 Installations de procédés industriels.....	21
4. PROFIL ÉNERGÉTIQUE.....	22
4.1 Consommations réelles constatées.....	22
4.1.1 Processus suivi et observations.....	22
4.1.2 Calcul du prix moyen réel.....	22
4.1.3 Électricité.....	23
4.1.4 Gaz naturel (U2).....	27
4.1.5 Carburants des véhicules.....	29
4.1.6 Eau.....	29

4.1.7 Bilan de l'analyse des factures.....	31
4.2 Mesures effectuées sur site.....	33
4.2.1 Mesures de température et d'hygrométrie.....	33
4.2.2 Mesures de puissance électrique.....	33
4.3 Analyse des consommations.....	46
4.3.1 Synthèse de la répartition des consommations.....	46
4.3.2 Hypothèses et données utilisées.....	46
4.3.3 Résultats des calculs des consommations.....	49
5. PRÉCONISATIONS DE MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE.....	51
5.1 Préconisations de gestion et d'usage.....	52
5.2 Préconisations sur le bâti.....	53
5.3 Préconisations sur les installations énergétiques.....	54
5.4 Programme d'action.....	55

1. INTRODUCTION

1.1 PRÉSENTATION DU MAÎTRE D'OUVRAGE ET COMMANDITAIRE DE L'ÉTUDE

1.1.1 Maître d'ouvrage et commanditaire de l'étude

1.1.2 Auditeur(s)

Nom	
Fonction	
Entreprise	
Qualifications de l'entreprise pour réaliser l'audit	

1.1.3

1.2 RAPPEL DU CONTEXTE

XXXXX, en application des articles L233-1 à L233-4 du Code de l'Énergie a souhaité réaliser un audit énergétique son site industriel situé à XXXXX, et de ses installations, en vue de mieux connaître les la structure de ses consommations énergétique et éventuellement d'en baisser le montant.

1.3 OBJET DE LA MISSION

La présente étude d'audit énergétique a pour objet de dresser une photographie énergétique du site de l'entreprise afin d'évaluer les gisements d'économie d'énergie envisageables et d'orienter le maître d'ouvrage vers des interventions à mettre en œuvre et/ou vers des études plus approfondies, lorsque nécessaire.

La mission a été réalisée conformément à la norme NF EN 16247.

Le contenu de ce rapport d'audit énergétique est le suivant :

1. L'état des lieux du site :

- Procédés
- Bâtiments

2. Profil énergétique du site :

- analyses des factures énergétiques et d'eau.
- modélisation du site et de ses consommations, comprenant :

- Un calcul des consommations de procédés basé sur des hypothèses d'exploitation ou des corrélations des consommations.
- Un calcul sommaire des consommations énergétiques des bâtiments,

Les hypothèses de calculs sont explicitées dans de cette partie.

3. Des préconisations en vue de faire des économies d'énergie avec une estimation des temps de retour sur investissement.

1.4 AUDIT PRÉCÉDENT

Un audit énergétique précédent a été effectué par CAP ENERGIE en 2014. Celui-ci n'avait toutefois pas été fait suivant la norme NF EN 16247. En particulier, il ne comportait pas répartition de la consommation par usages et d'établissement d'indices de performance énergétique.

Rappelons les pistes et conclusions principales de cet audit :

- Consommation d'électricité :
 - Eclairage (Usines 1 et 2),
 - Optimisation de la production d'air comprimé (usine 1),
 - Mise en place de variation de vitesse au niveau des aspirations de brouillard d'huile (Usines 1 et 2),
 - Mise en place de variation de vitesse sur les pompes de distribution de l'huile de coupe (Usine 1),
- Consommation de gaz : Optimisation du chauffage (Usine 2).

1.5 OBJET ET CONTENU DU RAPPORT

Ce rapport précise pour le site :

- Le contexte/situation du projet ;
- Le descriptif des installations énergétiques ;
- Le bilan énergétique annuel du site ;
- **Les préconisations de maîtrise de la demande d'énergie hiérarchisées.**

Cette étude s'appuie sur l'analyse des consommations énergétiques annuelles :

- d'électricité (2 contrats de fourniture) de 2012 à 2015.
- de gaz naturel de 2012 à 2015.
- de carburant pour véhicules (essence et gazole) de 2015.
- d'eau de 2011 à 2014.

1.6 DÉROULEMENT DE L'AUDIT

1.6.1 Calendrier

- Lancement en décembre 2015. Contacts préliminaires jusque février 2016.
- Venue sur site 7-8 mars 2016. Pose d'un équipement de mesure.
- Deux venues supplémentaires sur site pour correction de l'appareil de mesure (le 16 mars) et puis pour dépose et visite complémentaire (1^{er} avril).
- Rédaction du rapport et restitution : avril-mai 2016.

1.6.2 Remarques

Des mesures avec enregistrement en TGBT ont été effectuées sur choix de l'auditeur bien que cette prestation complémentaire n'avait pas été retenue par la maîtrise d'ouvrage. Elle n'a pas été facturée.

1.7 GLOSSAIRE ET ABRÉVIATIONS

Prix € HTVA :

Le prix HTVA (hors TVA) contient toutes les taxes applicables au prix de vente, sauf la TVA, celle-ci étant récupérable.

Prix de l'énergie en € HTVA / kWh :

Un prix global de l'énergie est calculé en prenant en compte toutes les dépenses de fourniture, partie fixe et partie variable, ramenées au nombre de kWh consommés.

Indicateur de Performance Énergétique (IPE) :

Valeur quantitative, estimée ou mesurée, de la performance énergétique d'un ou plusieurs usages énergétiques.

2. PRÉSENTATION DU SITE

2.1 COORDONNÉES

Nom du site	XXXXX - Vougy
Adresse	XXXXXXXXXXXX

2.2 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Les données pour cette étude sont issues de la station météo de Annecy-Meythet, la plus proche trouvée avec des données complètes de 2012 à 2015.

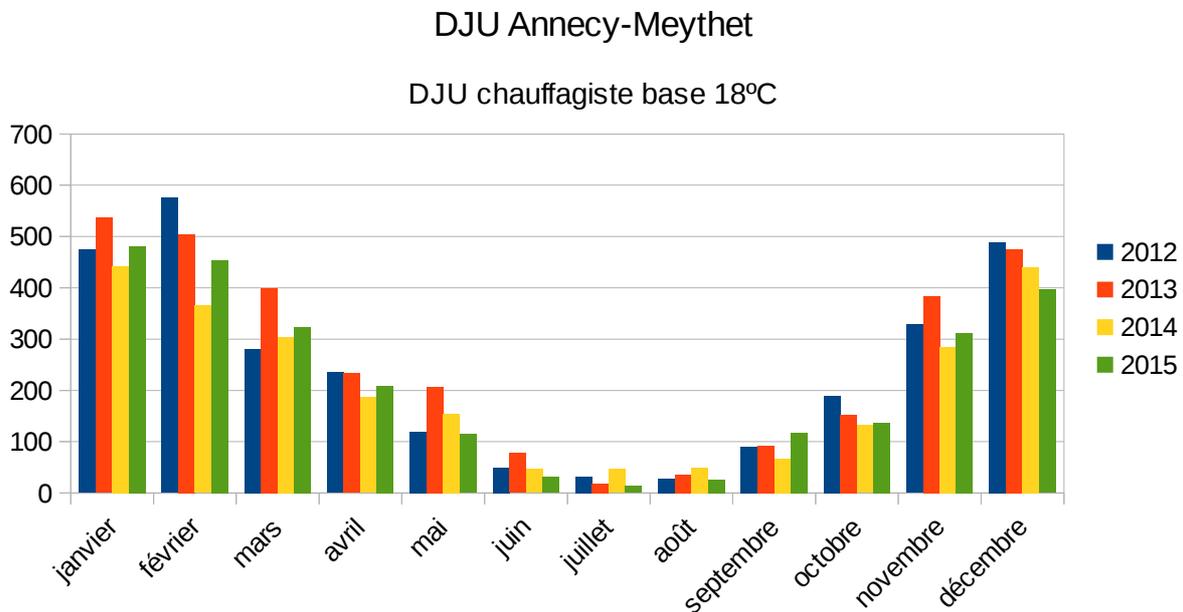
Source : site Infoclimat.fr.

Les tableaux ci-dessous présentent les cumuls des Degrés Jours Unifiés pour chaque mois de l'année :

Zone climatique (selon RT2012) : H1c
 DJU moyens (base 18°C) 2013-2015: 2785

Les Degrés-Jours Unifiés (DJU) permettent d'évaluer les besoins de chauffage d'un lieu.

La figure ci-dessous représente les Degrés-Jours Unifiés (DJU) base 18°C moyens de la station météorologique sur les 3 dernières années.



Toutefois, vue la région montagneuse et les nombreux micro-climats, ces valeurs de DJU ne sont pas considérables comme très fiables.

2.3 LOCAUX

Note : Certains relevés d'électricité font apparaître l'existence d'un deuxième site appelé Magland, hors périmètre de cette étude.

2.3.1 Installations

Le site comporte 3 sous-ensembles .

- L'usine 1 (U1)
- L'usine 2 (U2)
- Les aires extérieures de stationnement et la loge du gardien.



L'entreprise est propriétaire des locaux. L'entreprise n'envisage pas à court et moyen terme de quitter ces locaux.

À noter que initialement, les deux usines, bien que construites par le même architecte, appartenaient à deux maîtres d'ouvrage distincts. La conception des deux bâtiments est donc semblable, sans être complètement identique.

2.3.2 Fonctions principales d'usage

Le site étudié abrite les fonctionnalités suivantes :

- Bureaux (U1 essentiellement) dont salles de réunion et salle serveurs informatiques ;
- Ateliers d'usinage mécanique ;
- Laboratoires de métrologie ;
- Stockages et magasin ;

2.3.3 Fréquentation

L'effectif total de l'entreprise est de 39 personnes environ, dont :

- 22 sont dans les bureaux,
- 2 dans l'entrepôt,
- 15 sont itinérants (hors site la plupart du temps).

Les horaires du site sont : du Lundi au Vendredi de 8h à 20h. Les salariés sont présents essentiellement de 8h30 à 12h30 et de 13h30 à 17h. L'entrepôt éteint ses lumières à 17h.

Le site est ouvert toute l'année.

2.4 ACTIVITÉ DU SITE

2.4.1 Présentation

Bla bla

2.4.2 Contraintes réglementaires, environnementales et techniques

Il ne nous a pas été communiqué d'informations sur un classement SEVESO ou ICPE du site.

Il est par contre à noter que le site a des contraintes de ventilation et filtration d'air à cause de l'huile utilisée pour lubrification des machines. Celles-ci sont en effet pour la plupart lubrifiées via des brouillards d'huile et l'intérieur des ateliers présente donc des vapeurs d'huile en suspension. Pour des raisons d'évitement de la pollution aérienne dans la vallée, la DREAL interdit un rejet direct de l'air vicié à l'extérieur et une filtration doit être effectuée. Parallèlement, la CARSAT impose un renouvellement de l'air pour des raisons de santé du personnel, indépendamment du niveau qualité de la filtration d'air. Ceci crée donc une situation où un important renouvellement d'air doit être opéré.

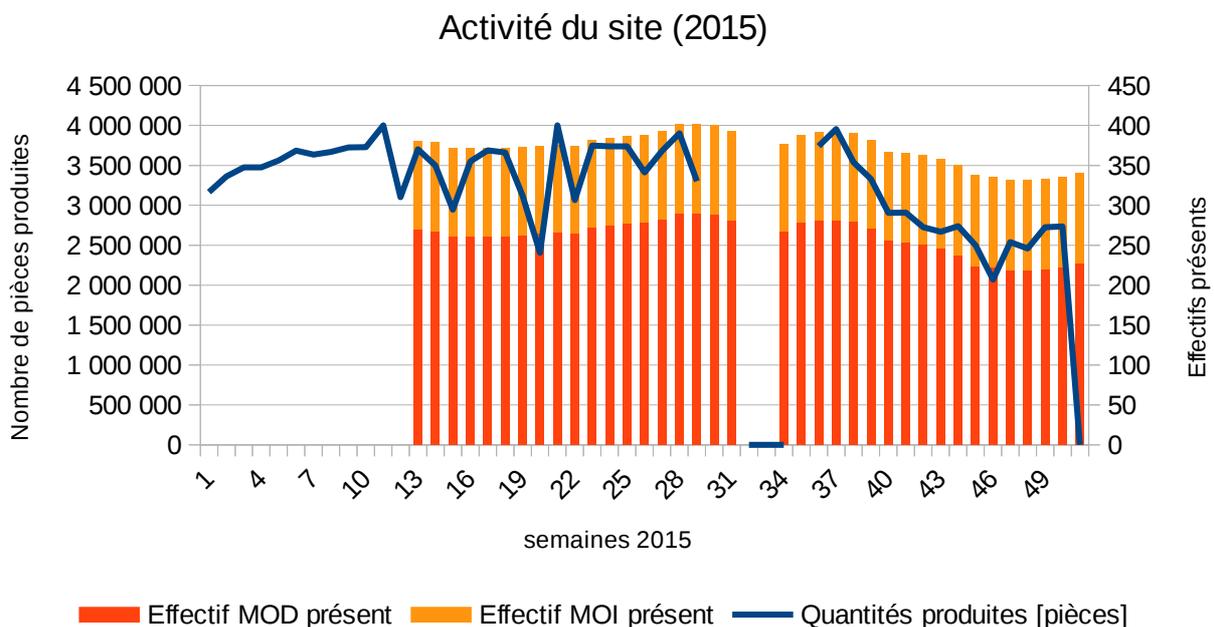
2.4.3 indicateurs d'activité disponibles et retenus de l'activité du site

Nous avons demandé à avoir accès aux données suivantes :

- Le nombre de pièces produites
- Le nombre de personnes en activité sur le site.

Ces données nous ont été communiquées avec des valeurs hebdomadaires aux bémols suivants :

- Le nombre de pièces comptabilisé correspond au nombre de pièces faisant l'objet d'une opération sur une station de travail et donc la même pièce passant sur plusieurs stations de travail est comptabilisée plusieurs fois.
- Les effectifs MOD (production) et MOI (encadrement et support production), avec plusieurs tableaux ne se recoupant pas entre eux : tableau *effectifs* transmis par les RH et le tableau de bord hebdomadaire de la production. Nous avons privilégié ce dernier par homogénéité de la source avec le nombre de pièces et car il semble qu'il corresponde aux effectifs présents et non pas aux effectifs salariés (plus élevé).
- Des 'trous' sont présents dans les données (effectifs sur les trois premiers mois de 2015 ; production en semaines 30 et 31 de 2015).



3. DESCRIPTIF DES INSTALLATIONS

Dans ce paragraphe, les données fournies par le maître d'ouvrage et celles recueillies pendant la visite sont récapitulées pour former l'état des lieux du site. Certaines données n'ayant pas pu être déterminées avec certitude, des hypothèses ont été prises.

Ces hypothèses sont basées sur :

- Les observations réalisées pendant la visite ;
- La date de construction des bâtiments et installations ;
- L'usage et l'historique du site.

3.1 ÉNERGIES UTILISÉES

3.1.1 Types d'énergie utilisés

	Électricité	Gaz naturel
Chauffage	X (U1)	X (U2)
Climatisation	X	
Éclairage	X	
Ventilation	X	
Bureautique	X	
Électroménager	X	
Usinage	X	

Le carburant est lui bien sûr utilisé pour les véhicules de fonction et de service.

3.1.2 Contrats de fourniture

3.1.2.1 Électricité

L'entreprise dispose de deux contrats de fourniture en électricité (un pour chaque usine) avec fourniture en 20 kV. Comme initialement il s'agissait de deux usines séparées aux propriétaires distincts, chaque usine dispose en effet de son propre PDL (poste de livraison) et de deux TGBT.

Les deux contrats de fourniture sont passés aux tarifs non-réglementés depuis avant 2012. La présence de deux contrats séparés ne semble justifiée que

U1	
Fournisseur	EDF Entreprises
Type de tarif	Inconnu (Les documents fournis par la maîtrise d'ouvrage et par EDF n'indiquent en effet pas le type de contrat).
Référence contrat	1-NSYQ6S
Puissance souscrite en kW	1800 kW sans différenciation temporelle (contrat ErDF)

À noter que U1 fait l'objet d'une facturation séparée de EDF et de ErDF (gestionnaire du réseau de distribution électrique), contrairement à U2.

U2					
Fournisseur	EDF Entreprises				
Type de tarif	Tarif Vert A5 – Option Base LU				
Référence contrat	1-NSYPX0				
Puissance souscrite (PS) en kW	HPH (heures pleines hiver)	HCH (heures creuses hiver)	HPE (heures pleines été)	HCE (heures creuses été)	PTE (pointe)
	1400	1400	1400	140	1400
Puissance réduite (PR) en kW	NA				

Les puissances maximale atteintes en 2015 sont juste sous la barre des 1400 kW. La puissance souscrite est donc bien choisie.

3.1.2.2 Gaz naturel

L'entreprise dispose d'un seul contrat de fourniture en gaz naturel, pour U2 (pas d'utilisation de gaz sur U1).

Gaz naturel	
Fournisseur	Engie (ex GDF-Suez)
Type de tarif	Inconnu (les documents fournis par la maîtrise d'ouvrage ne le précisent pas)
Référence Client	150400123416
Consommation annuelle de référence (CAR)	Inconnu (les documents fournis par la maîtrise d'ouvrage ne le précisent pas)
Profil de consommation	Inconnu (les documents fournis par la maîtrise d'ouvrage ne le précisent pas)

3.1.2.3 Carburants

L'entreprise dispose de quelques véhicules de fonction et de service pour le personnel. Les consommations de carburant sont prises dans n'importe quelles stations services.

3.1.2.4 Eau

L'entreprise dispose d'un seul contrat de fourniture en eau.

3.2 CARACTÉRISTIQUES DU BÂTI

Commentaire général en option

3.2.1 Caractéristiques générales

Description générale

Année de construction	xxxx
Surface de plancher	Xxx m ²
Orientation principale	
Surface totale chauffée	Xxx m ²
Surface climatisée	Xxx m ²
Hauteur moyenne sous plafond	
Nombre de niveaux	

3.2.2 Zonage et caractéristiques thermiques

Dans le cadre de l'étude des consommations thermiques, le bâtiment a été découpé en plusieurs zones thermiques définies suivant leurs fonctions, leurs utilisations et leurs températures de consigne.

INSÉRER PLAN OU DESCRIPTION ZONAGE THERMIQUE

Caractéristiques thermiques générales	
Inertie	Faible
Étanchéité	Moyenne
Isolation	Faible

Description et composition des parois :

Type de paroi	Caractéristiques	U ¹ (W/(m ² .K))

¹ Coefficient de conductivité thermique de la paroi (connu ou estimé)

Commentaire général sur les parois.

Description des surfaces vitrées et des ouvrants :

Type d'ouvrants	Description	Localisation	U_w^2 (W/(m ² .K))
Fenêtres	XXXX		
Portes			

Commentaire général sur les ouvrants.

Insérer au besoin des photos des ouvrants pour identification (reprendre tableau ci-dessus).

2 Coefficient de conductivité thermique globale de la fenêtre (connu ou estimé)

3.3 ÉQUIPEMENTS DES BÂTIMENTS

3.3.1 Chauffage/climatisation

Les caractéristiques des équipements de chauffage/climatisation sont récapitulées dans le tableau suivant :

Fonction	Désignation équipement	Emplacement et espace traité	Énergie	Type de régulation	Commentaires / photos
Production					

3.3.2 Eau chaude sanitaire (ECS)

Zone desservie			
Emplacement			
Type d'énergie			
Période de fonctionnement			
	Marque		
	Volume		
	Etat du calorifuge		
	Etat général		
Photos / remarques			

3.3.3 Renouvellement d'air

Au niveau des bâtiments, les zones suivantes font l'objet d'un renouvellement d'air contrôlé :

- les pièces à pollution spécifique (sanitaires, vestiaires, cuisines et laboratoire),
- le bureau xxxx.

Signaler si des pièces supplémentaires devraient réglementairement faire l'objet d'un renouvellement d'air alors qu'il n'y en a pas.

Ce renouvellement d'air est dans l'ensemble naturel excepté pour le laboratoire, le bureau comptabilité et la salle de réunion.

Zone desservie				
Emplacement				
Type d'énergie				
Période de fonctionnement				
Marque				
Débit d'air estimé				
État général				
Photos / remarques				

Pour le reste, il s'agit d'un renouvellement d'air par ouverture des ouvrants par les usagers.

3.3.4 Éclairage

Insérer tableau à partir du tableur de calcul ou celui de collecte des données

commentaires

3.3.5 Équipements divers

Dans cette catégorie sont regroupés les équipements de bureautique, électroménager, et petits appareils divers.

Insérer tableau à partir du tableur de calcul ou celui de collecte des données

commentaires

3.4 INSTALLATIONS DE PROCÉDÉS INDUSTRIELS

A partir du relevé des machines réalisé avec l'exploitant du site, il a été possible de dégager un ordre de grandeur de la puissance générée par l'ensemble des procédés de production de l'entreprise.

Insérer tableau à partir du tableur de recensement

4. PROFIL ÉNERGÉTIQUE

4.1 CONSOMMATIONS RÉELLES CONSTATÉES

Le bilan énergétique présenté ci-dessous consiste en l'analyse de l'évolution des consommations du site. Ceci permet de constater leur tendance de progression ainsi que leurs éventuelles dérives et de les expliquer.

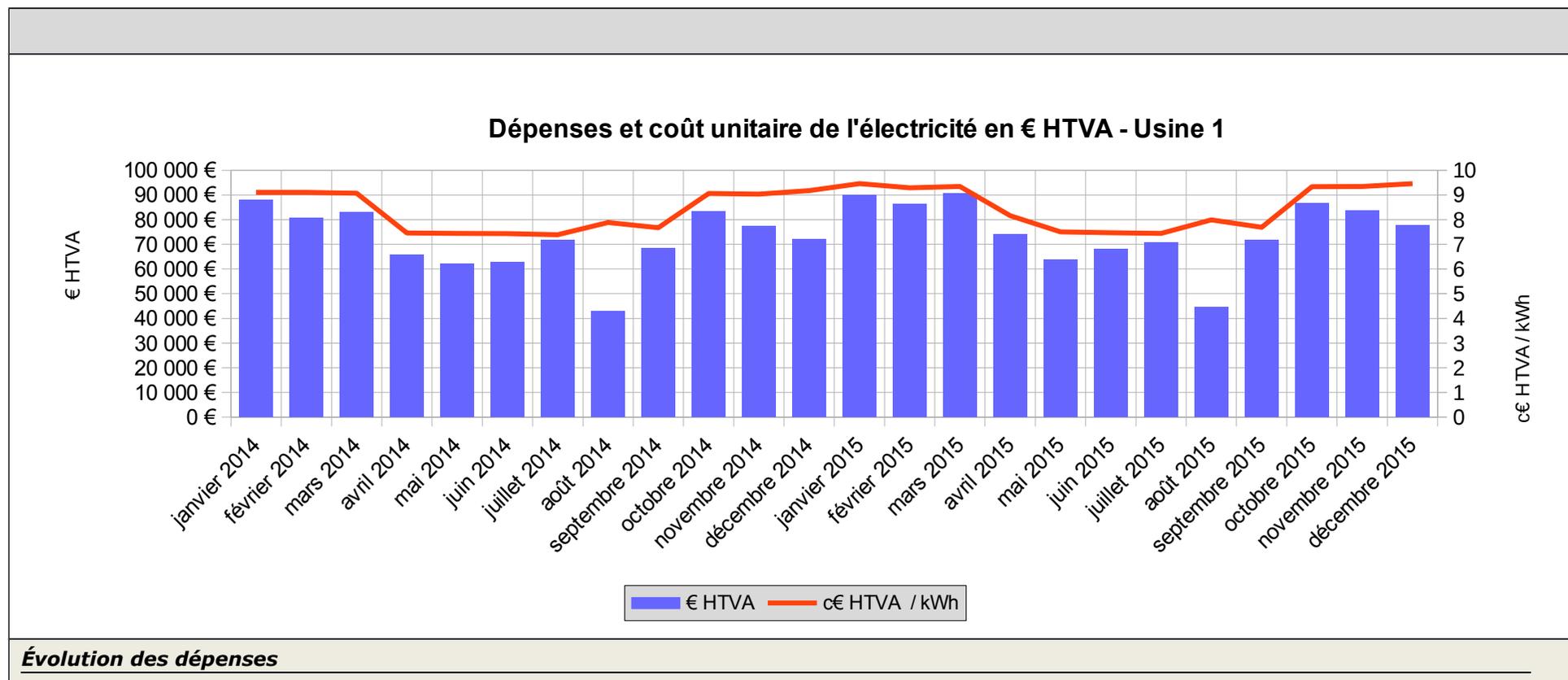
4.1.1 Processus suivi et observations

Le processus de collecte des données de consommation énergétique a consisté à demander à Mme Bottollier de récupérer les informations nécessaires et de remplir un tableur fourni par l'auditeur, suivi d'un contrôle de cohérence de ces informations.

Ce processus a rencontré des problèmes car les factures récupérées ne comportait que la partie énergie (facture EdF, sans la facture réseau ErDF), ce qui faisait apparaître des incohérences avec les chiffres communiqués par la comptabilité. Il a fallu d'abord demander à EDF de communiquer des extraits de sa base de facturation (qui ne comportait pas les factures ErDF) puis récupérer aux archives les factures EDF et ErDF pour arriver à établir un historique correct des consommations et facturations d'électricité de U1.

4.1.2 Calcul du prix moyen réel

L'approche retenue est de calculer un prix moyen global, comprenant partie variable (énergie), partie fixe (abonnement en puissance) et toutes taxes comprises sauf la TVA, puisque celle-ci est récupérable. Cela correspond au prix réellement payé par l'entreprise.



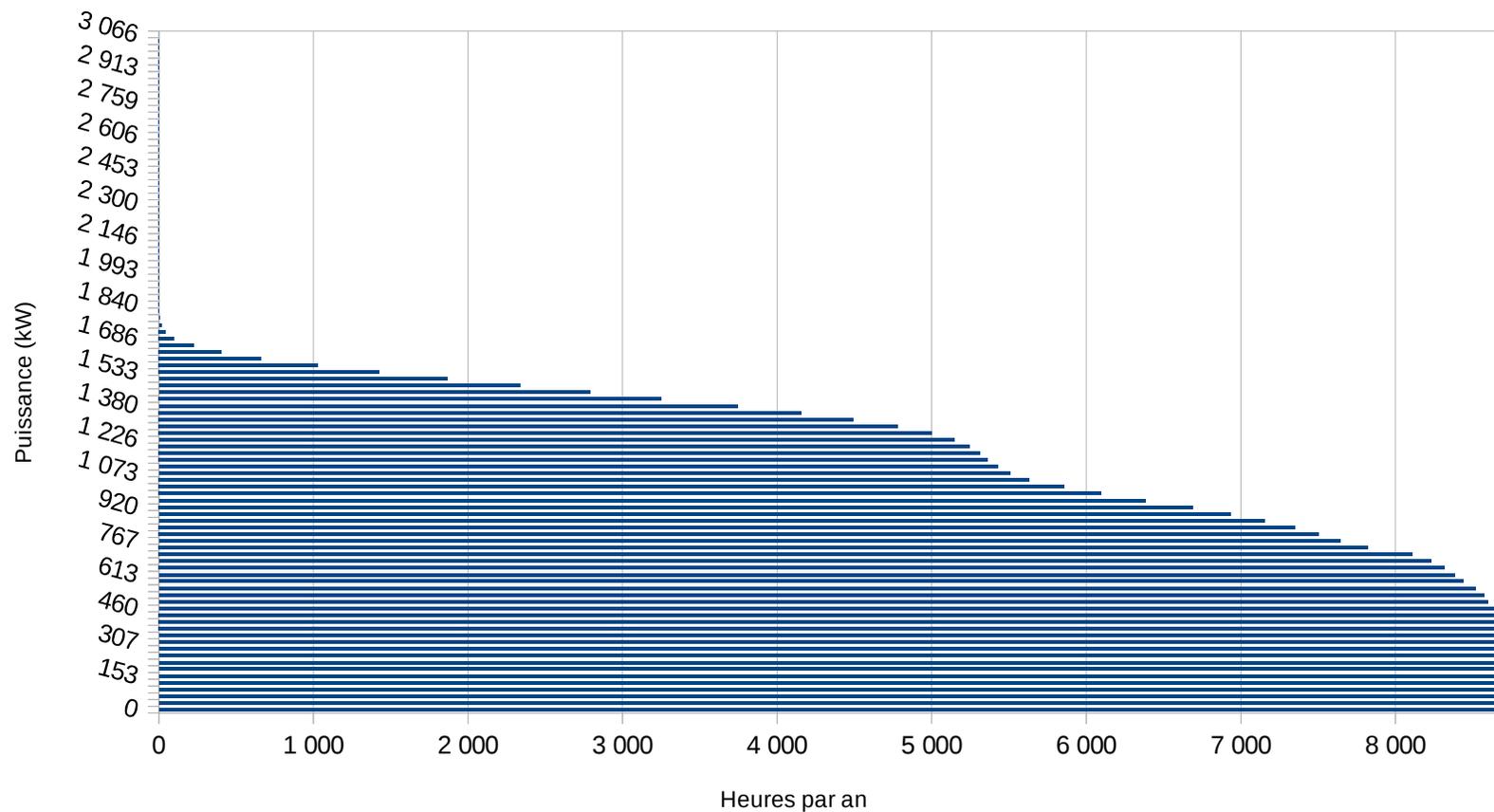
Évolution des dépenses

Les dépenses et le prix moyen sont aussi stables, bien qu'une légère saisonnalité du prix apparait.

Du	Au	Total kWh	Total € HTVA	€ HTVA / kWh tout compris	Variation de consommation	Variation de facture	Variation du prix moyen
1. janv. 2014	1. janv. 2015	10 300 012	858 576,34 €	0,083	-1,1%		
1. janv. 2015	1. janv. 2016	10 606 989	908 043,66 €	0,086	3,0%	5,8%	2,7%

Analyse des points 10 minutes :

Monotone de puissance - U1 (2015)



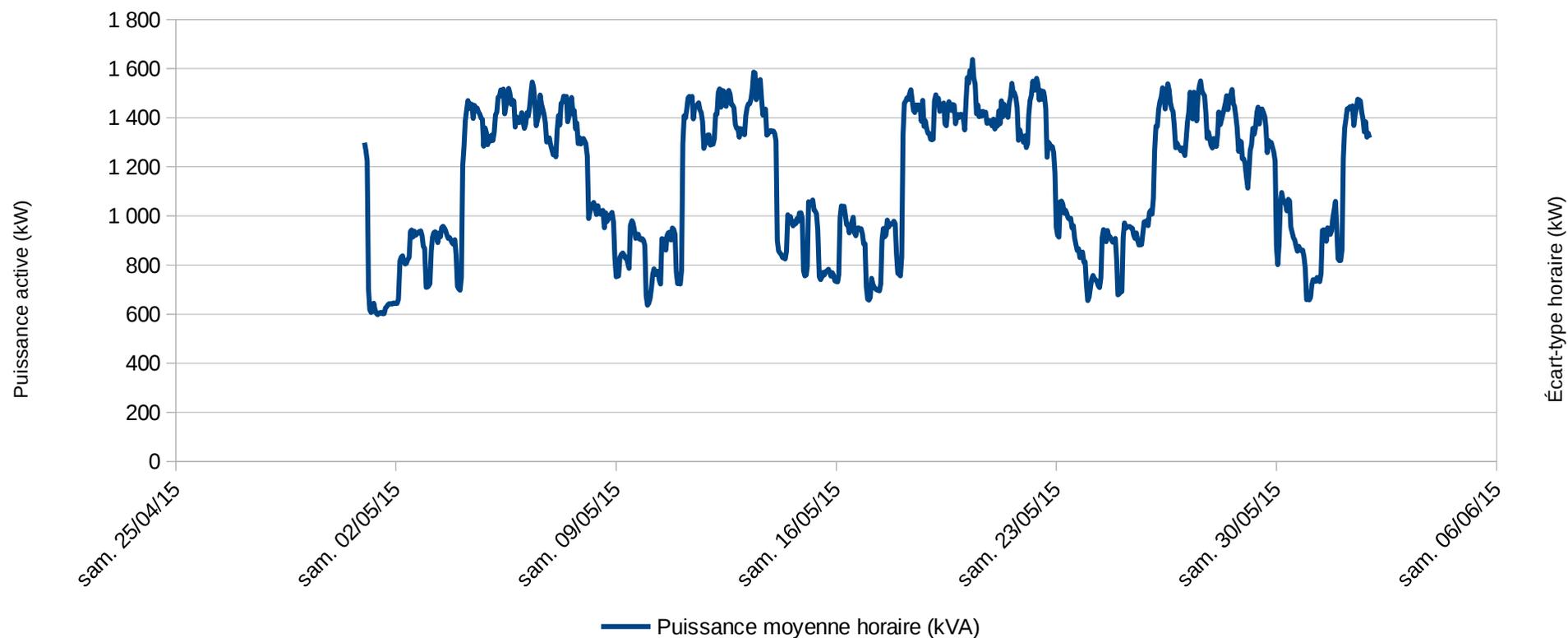
L'analyse de la monotone de puissance de U1 met en évidence un talon de consommation important (puissance appelée de 650 kW, soit 54 % de la puissance appelée moyenne, pendant au moins pendant 95 % du temps).

Ceci est mis en évidence si on regarde la courbe de charge pendant le mois de mai, pendant lequel on peut supposer qu'il n'y a ni consommation de chauffage, ni de climatisation. On peut alors distinguer :

- les pointes de consommation diurnes en semaine à plus de 1400 kW
- les creux relatifs de consommation nocturne en semaine entre 1200 et 1400 kW.
- Les creux de consommation pendant les fins de semaine avec eux-même des pointes et creux relatifs correspondants aux épisodes diurnes / nocturnes.

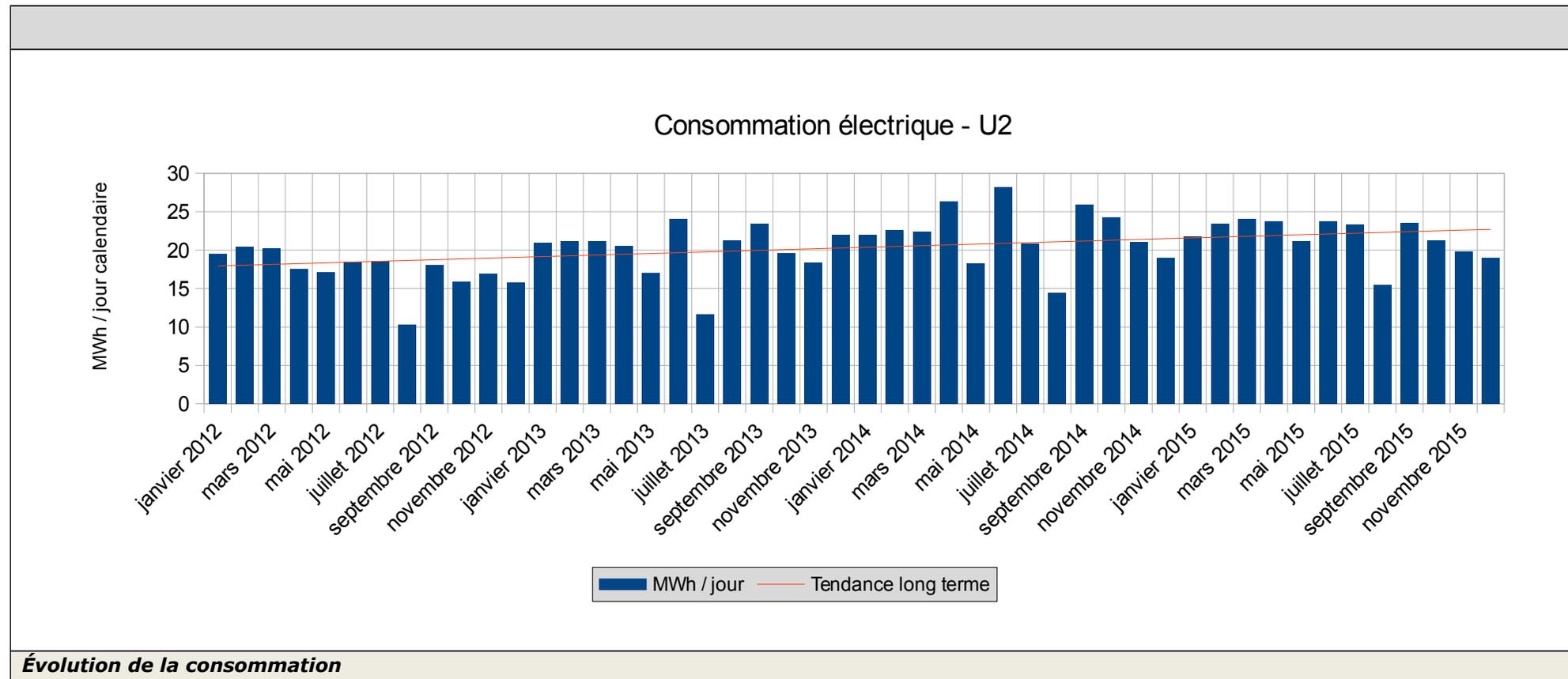
Courbe de charge U1 - 1 mois

Puissance appelée (moyenne horaire)



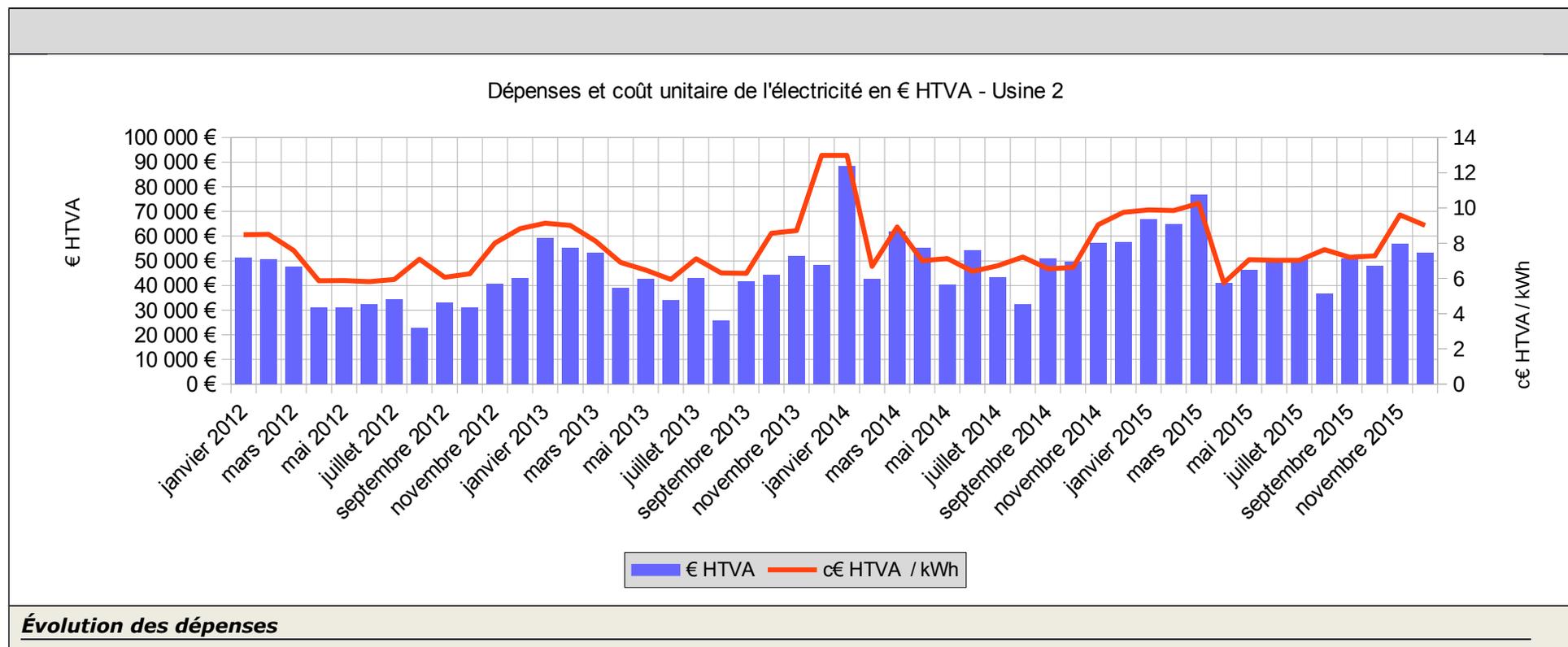
Le même genre de schéma peut être observé durant les autres mois.

4.1.3.2 U2



Évolution de la consommation

La tendance d'évolution de la consommation est à la hausse sur 2012-2014, puis une stagnation en 2015.



Évolution des dépenses

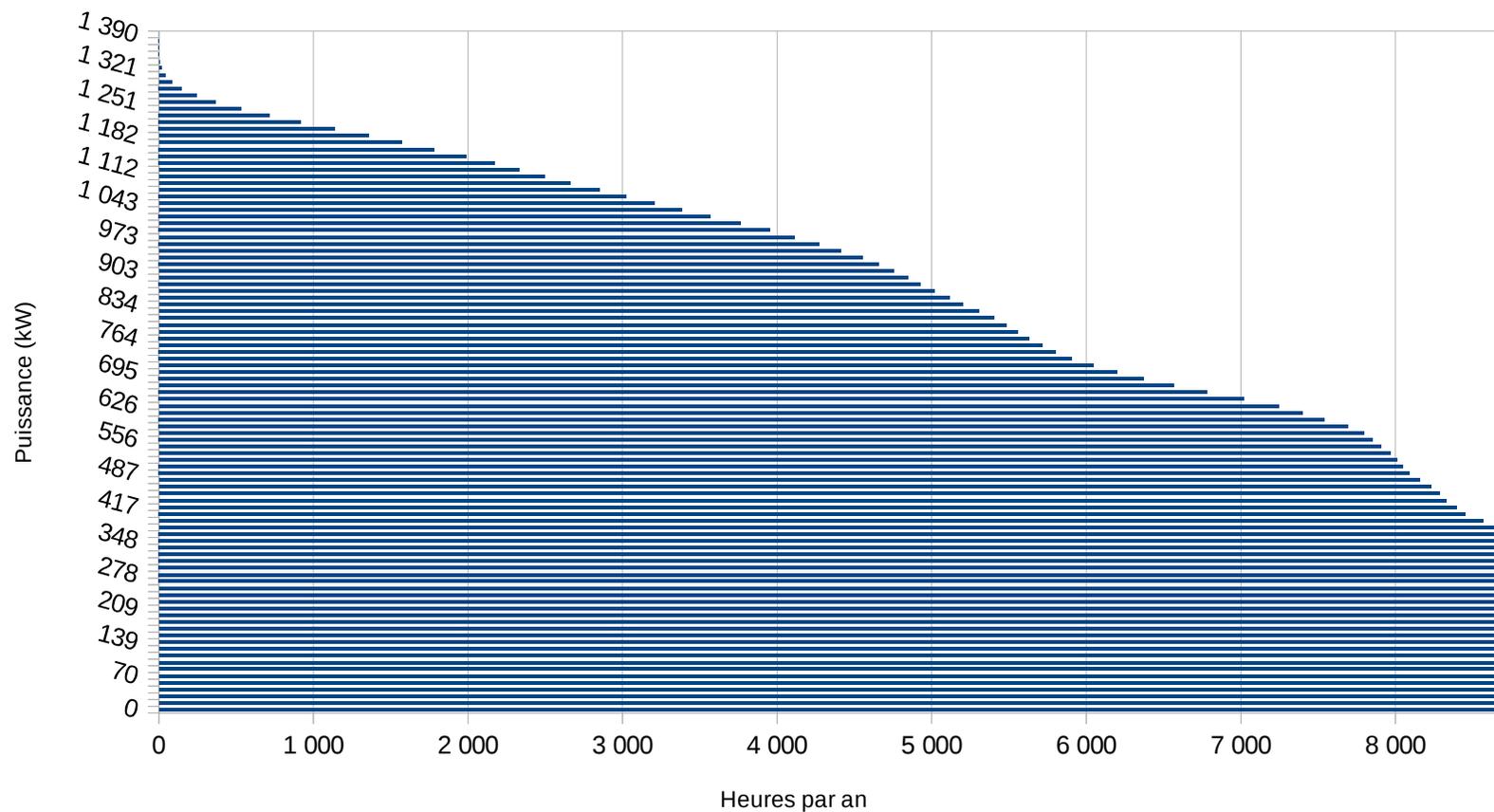
La tendance d'évolution du prix est à la hausse.

Du	au	Total kWh	Total € HTVA	€ HTVA / kWh tout compris	Variation de consommation	Variation de facture	Variation du prix moyen
01/01/12	01/01/13	6 361 962	447 817,19 €	0,070	-	-	-
01/01/13	01/01/14	7 356 521	537 769,86 €	0,073	15,6%	20,1%	3,9%
01/01/14	01/01/14	8 050 581	633 294,17 €	0,079	9,4%	17,8%	7,6%
01/01/15	01/01/16	7 913 394	642 130,97 €	0,081	-1,7%	1,4%	3,2%

Le taux d'approvisionnement renouvelable est nul.

Analyse des points 10 minutes :

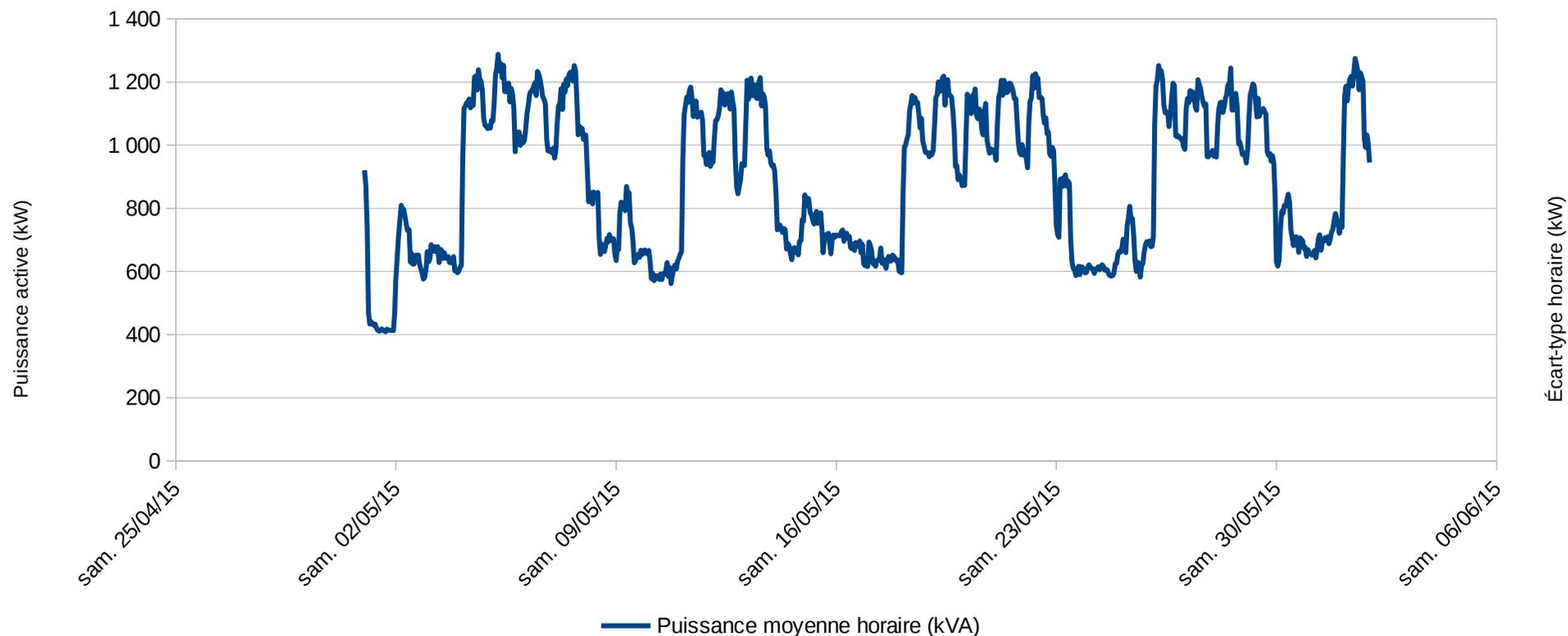
Monotone de puissance U2 (2015)



Le talon de consommation correspond à 95 % du temps est de 430 kW, ce qui correspond à 48% de la puissance moyenne appelée.

Courbe de charge U2 - 1 mois

Puissance appelée (moyenne horaire)

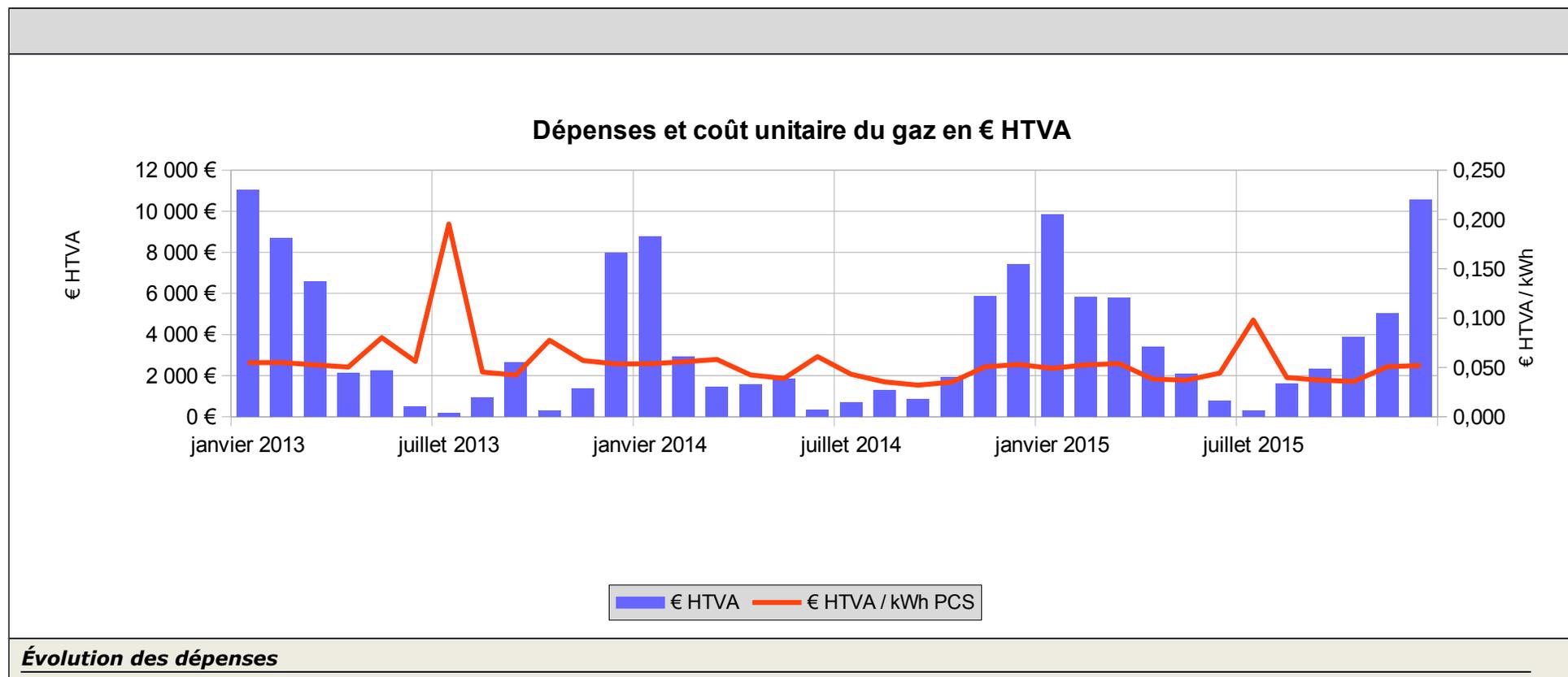


Pour le même mois de mai 2015, on observe un schéma équivalent à celui de U1. Notons toutefois que les creux relatifs dus aux nuits de semaine sont légèrement plus prononcés et que on observe très peu de creux et bosses relatifs pendant les fins de semaines (consommation quasiment stable).

4.1.4 Gaz naturel (U2)



Évolution de la consommation
La consommation de gaz est bien sûr très saisonnière. Pour une raison inidentifiée, celle-ci a fortement augmenté en 2015 par rapport aux années précédentes.



Le prix moyen payé par kWh PCS présente un pic habituel en période estivale dû au poids financier de l'abonnement en période de consommation quasi-nulle.

Du	Au	Total kWh	Total € HTVA	€ HTVA / kWh tout compris	Variation de consommation	Variation de facture	Variation du prix moyen
1 janv. 12	1 janv. 13	902 141	48 548	0,054	-	-	-
1 janv. 13	1 janv. 14	823 428	44 546	0,054	-8,73%	-8,24%	0,53%
1 janv. 14	1 janv. 15	719 504	34 909	0,049	-12,62%	-21,63%	-10,31%
1 janv. 15	1 janv. 16	1 097 806	51 449	0,047	52,58%	47,38%	-3,41%

Les prix suivent une tendance à la baisse, lié à la baisse des coûts des énergies fossiles.

4.1.5 Carburants des véhicules

La comptabilité ne pouvait fournir que les montants de consommation en € HTVA sur l'année 2015, sans les volumes en litres ni la nature exacte des carburants.

Pour informations techniques, il nous a été communiqué que la flotte consiste en :

- 3 voitures citadines
- 3 petits utilitaires
- 1 petit poids lourd

Il a donc été pris les hypothèses de calcul suivantes pour estimer les volumes de consommation :

- que la consommation consistait en 50 % de gazole et 50 % d'essence (super sans plomb)
- que les prix moyens des carburants étaient de 1,4 € HTVA / litre pour le gazole et 1,2 € HTVA / litre pour l'essence.

Ce qui a permis de prendre un comme caractéristiques du mix moyen de carburant :

- 1,3 € HTVA / litre
- 10 kWh PCI / litre

Pour obtenir les résultats suivants :

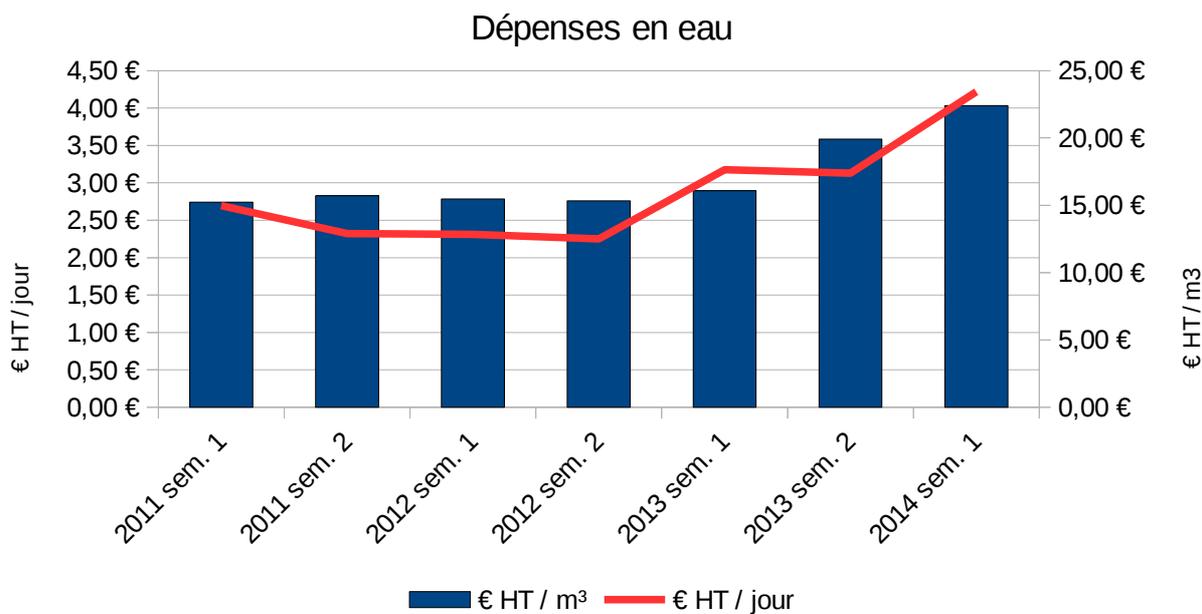
Total 2015	
Litres	11 501
MWh	115
€ HTVA	14 951,45 €

4.1.6 Eau

Le périmètre des audits suivant la norme EN 16247 n'inclut pas les consommations d'eau. Toutefois celles-ci ont été relevées pour indication au maître d'ouvrage :

Une tendance à la hausse des dépenses d'eau est perceptible, surtout liée à l'augmentation du prix du mètre cube d'eau, mais aussi liée à une augmentation du volume d'eau consommé.

Nous conseillons de surveiller ces dépenses et de regarder les consommations postérieures à 2014.



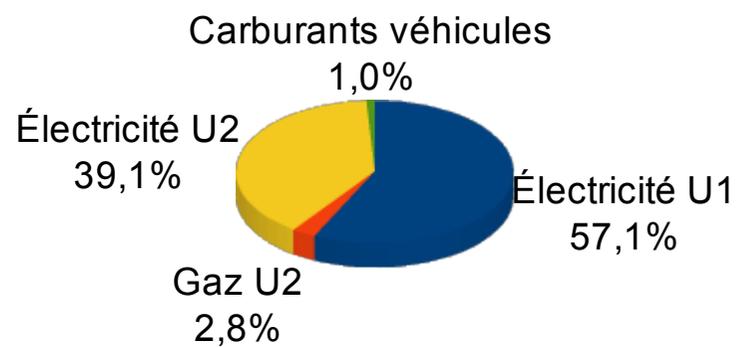
Les consommations sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Semestre	année	m³ consommés	Facture € HT	m³ / an
2011 sem. 1	2011	989	2708,83	1829
2011 sem. 2		840	2374,3	
2012 sem. 1	2012	840	2337,16	1674
2012 sem. 2		834	2301,69	
2013 sem. 1	2013	1103	3192,98	1995
2013 sem. 2		892	3197,13	
2014 sem. 1	2014	1052	4241,77	2087
2014 sem. 2		1035	inconnu	

4.1.7 Bilan de l'analyse des factures

4.1.7.1 Bilan des consommations énergétiques																					
Bilan effectué sur le(s) année(s) 2013-2015																					
ENERGIE FINALE	ENERGIE PRIMAIRE																				
<p>Consommation d'énergie finale</p> <table border="1"> <caption>Données de la consommation d'énergie finale</caption> <thead> <tr> <th>Énergie</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Électricité U1</td> <td>54,4%</td> </tr> <tr> <td>Électricité U2</td> <td>40,5%</td> </tr> <tr> <td>Gaz U2</td> <td>4,5%</td> </tr> <tr> <td>Carburants véhicules</td> <td>0,6%</td> </tr> </tbody> </table>	Énergie	Pourcentage	Électricité U1	54,4%	Électricité U2	40,5%	Gaz U2	4,5%	Carburants véhicules	0,6%	<p>Consommation d'énergie primaire</p> <table border="1"> <caption>Données de la consommation d'énergie primaire</caption> <thead> <tr> <th>Énergie</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Électricité U1</td> <td>56,2%</td> </tr> <tr> <td>Électricité U2</td> <td>41,8%</td> </tr> <tr> <td>Gaz U2</td> <td>1,8%</td> </tr> <tr> <td>Carburants véhicules</td> <td>0,2%</td> </tr> </tbody> </table>	Énergie	Pourcentage	Électricité U1	56,2%	Électricité U2	41,8%	Gaz U2	1,8%	Carburants véhicules	0,2%
Énergie	Pourcentage																				
Électricité U1	54,4%																				
Électricité U2	40,5%																				
Gaz U2	4,5%																				
Carburants véhicules	0,6%																				
Énergie	Pourcentage																				
Électricité U1	56,2%																				
Électricité U2	41,8%																				
Gaz U2	1,8%																				
Carburants véhicules	0,2%																				
<p>- L'électricité représente donc 95 % de la consommation d'énergie finale. Cette proportion est stable dans le temps.</p>																					
<p><u>Énergie finale</u> : Quantité d'énergie disponible ("facturée") pour l'utilisateur final. Elle permet de suivre le taux de pénétration des différentes énergies</p> <p><u>Énergie primaire</u> : Consommation finale totale plus la consommation nécessaire à la production de cette énergie. Elle permet de mesurer le taux d'indépendance énergétique national et également d'additionner entre elles les consommations d'énergies différentes. Pour l'électricité, 1 kWh en énergie finale équivaut à 2,58 kWh en énergie primaire.</p>																					
4.1.7.2 Bilan des Dépenses énergétiques																					

Dépenses d'énergie
€ HTVA



La part financière des consommations énergétiques de combustibles est absolument secondaire.

4.2 MESURES EFFECTUÉES SUR SITE

4.2.1 Mesures de température et d'hygrométrie

Lors de la visite du site le 1^{er} avril 2016, des observations sur les températures et le taux d'hygrométrie (humidité relative de l'air³) des différentes pièces (bureaux et atelier) ont été faites.

Heure	Température (°C) et taux d'humidité à l'extérieur (%)	Zone	Température (°C) et taux d'humidité mesurés (%)
11h	12°C, 50 % Hr	Bureaux U1	21 à 22,5°C et 40-45 % Hr
		Ateliers U1	22 à 25°C suivant les zones et la hauteur ; 40-45 % Hr
		Rejet de chaleur depuis la salle compresseurs	50°C 15 % Hr
15h45	21°C	Bureaux U1	26°C

Ces mesures laissent penser que les locaux sont surchauffés.

4.2.2 Mesures de puissance électrique

Un appareil mesureur-enregistreur de type Omégawatt Multivoies a été posé le 8 mars sur un des TGBT. Cette prestation complémentaire normalement facturée en sus étant effectuée gracieusement, il a fallu choisir lequel des quatre TGBT mesurer. Après discussion avec le responsable des services techniques, M. Roumagnac, le choix s'est posé sur le TGBT bâtiment et utilités de U1.

Un problème avec l'équipement de mesure a nécessité à une intervention supplémentaire le 16 mars pour remplacer le concentrateur (pièce centrale) de l'enregistreur. Au final, deux semaines complètes de mesure correctes ont été disponibles.

L'enregistrement a consisté en des mesures de la puissance active de chacune des 3 phases de tous les départs triphasés du TGBT, avec enregistrement d'une valeur par phase et départ toutes les 10 minutes.

Au total, la durée d'enregistrement a dépassé deux semaines complètes.

³ Taux d'humidité massique sur base humide.



Vue d'une des portes du TGBT avec les tores de mesure.

La liste des départs triphasés mesurés est :

- RLR 180 Compresseur *
- Armoire A6 Compresseurs
- Centrale type 4 (filtration)
- Batterie condensateurs 300 kVAR
- PAC sous-sol technique ◇
- PCAA décolletage A9
- PCAA décolletage A10 * ◇
- PCAA stockage
- PCAA reprise
- Machine à laver n°1
- Machine à laver n°3
- Armoire A1 Atelier décolletage
- Armoire A2 Atelier reprise
- Armoire A4 Zone logistique
- Armoire A5 Sous-sol technique
- Armoire A7 Bureaux administratifs
- Armoire A3 Bureaux étage

Les départs marqués d'un astérisque ont fait l'objet d'une double mesure, ce qui a permis de confirmer la fiabilité des mesures. Ceux marqués d'un losange (◇) ont montré aucune consommation ou presque.

La graphe ci-dessus montre les puissances appelées moyennes ainsi que le ratio entre cette puissance appelée moyenne et la valeur maximale obtenue (correspond systématiquement à un phénomène transitoire). Plus cette dernière valeur est élevée et proche de 100 %, plus les équipements connectés à ce départ fonctionnent en consommant une puissance constante.

On remarque ainsi que les départs suivants ont les ratios les plus élevés :

- RLR Compresseur : 96 %
- PCAA reprise : 96 %
- Centrale type 4 (filtration) : 82 %

La colonne TOTAL montre les valeurs de l'ensemble mesuré.

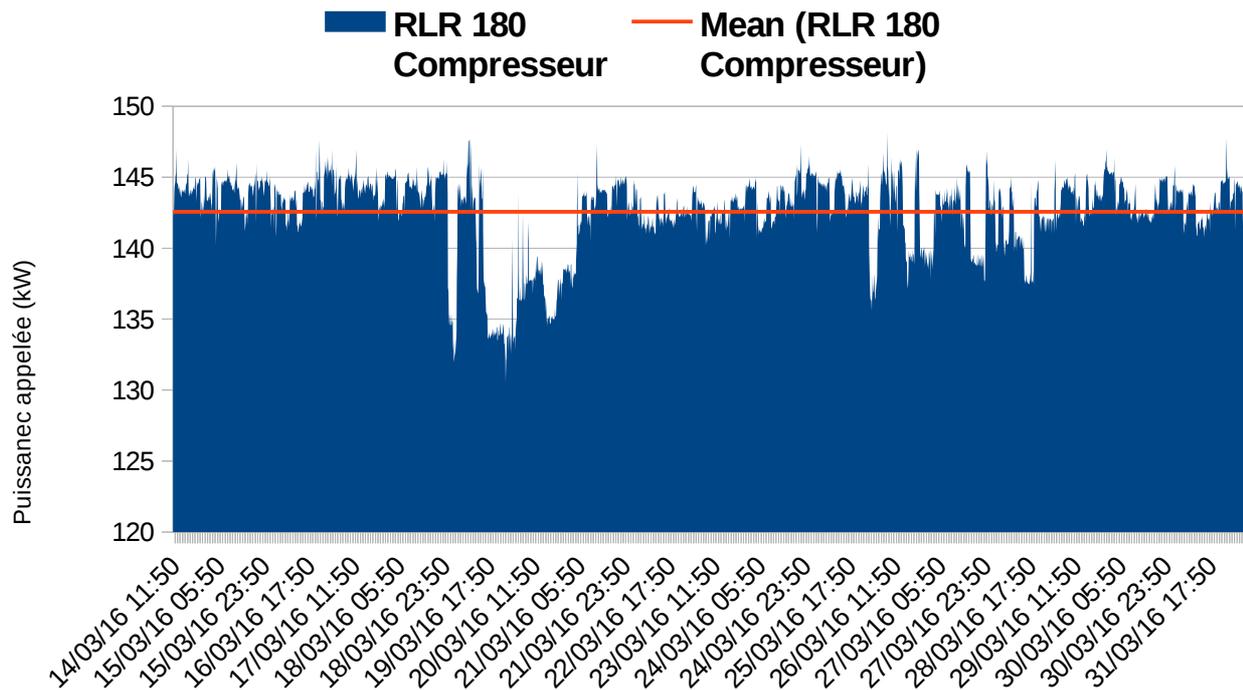
Nom départ	RLR 180 Compresseur	Armoire A6 Compresseurs	Centrale type 4 (filtration)	Batterie condensateurs 300 kVAr	PAC sous- sol technique	PCAA décolletage A9	PCAA décolletage A10	PCAA stockage	PCAA reprise	Machine à laver n°1	Machine à laver n°3	Armoire A1 Atelier décolletage	Armoire A2 Atelier reprise	Armoire A4 Zone logistique	Armoire A5 Sous-sol technique	Armoire A7 Bureaux administratifs	Armoire A3 Bureaux étage	TOTAL
P mini (kW)	130,60	21,70	-3,04	-0,16	-1,44	-19,82	-0,06	0,01	-0,01	-27,72	13,32	1,00	0,00	13,32	11,93	18,60	0,00	185,91
P max (kW)	148,14	113,30	61,38	2,02	-0,02	40,44	-0,02	93,15	37,11	49,54	57,53	36,14	186,24	57,53	63,81	39,55	54,30	583,33
Puissance active moyenne (kW)	142,55	43,09	50,50	0,74	-0,78	18,07	-0,04	53,33	35,62	24,19	30,55	25,96	40,24	30,55	37,31	29,00	12,11	387,37

Les enregistrements de courbes de puissance apparaissent ci-après, départ par départ avec une ligne rouge démarquant la valeur moyenne enregistrée.

Pour rappel, les dates suivantes correspondaient à des fins de semaine : 19-20 mars et 26-27 mars.

Pour la lecture des mesures suivantes, il convient d'avoir en tête qu'**une consommation permanente (24/365) de 100 kW représente 72 k€ HTVA par an**. Les fins de semaine (samedi-dimanche) présents sur la période furent les 19-20 mars et 26-27 mars.

4.2.2.1 Départ RLR 180 Compresseur



On peut observer un talon de consommation permanent de 130 kW. De faibles baisses de consommation interviennent durant les fins de semaine mais ne dépassent guère 10 % de la consommation moyenne.

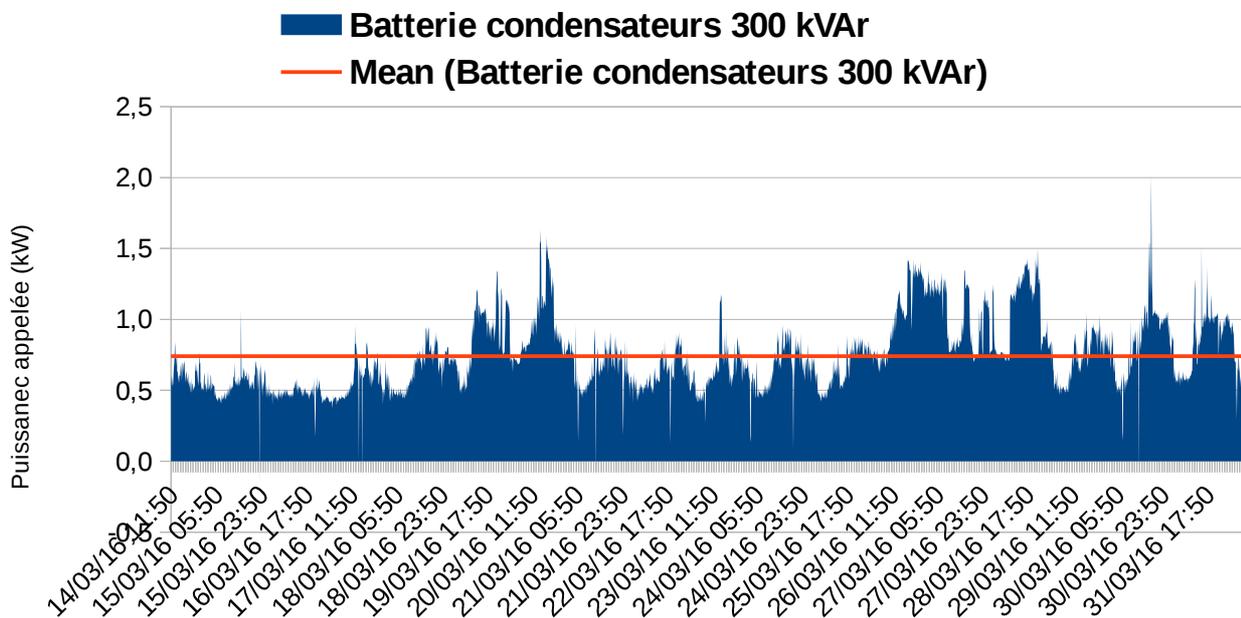
4.2.2.2 Armoire A6 compresseurs

Le talon de consommation est d'environ 22 kW. On y voit clairement des appels de puissance temporaires jusque 60 kW et plus en dehors de fins de semaine pendant lesquelles la consommation reste « au talon ».

4.2.2.3 Centrale type 4 (filtration)

Le fonctionnement montre là aussi un talon de fonctionnement quasi-permanent, de l'ordre de 45 kW, avec des plateaux de consommation lors des fins de semaine et des séries de légers appels de puissance en semaine en journée.

4.2.2.4 Batterie de condensateurs 300 kVAr

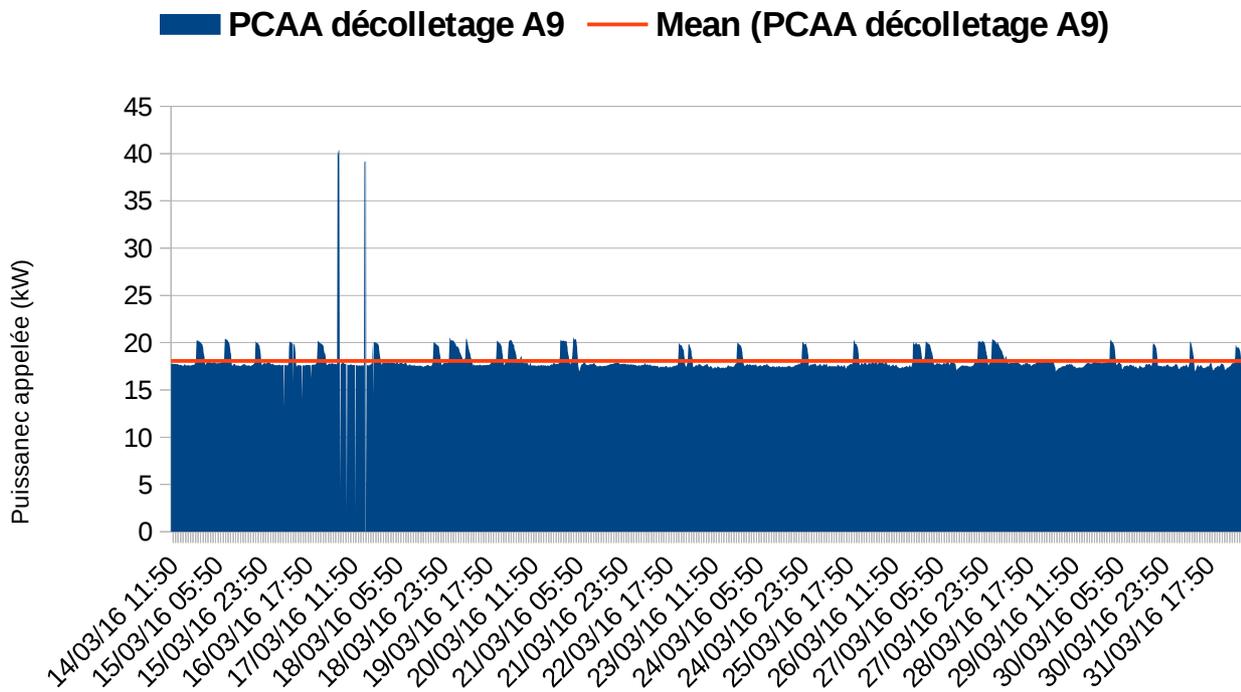


La consommation de puissance active des batteries de condensateurs est marginale, ce qui est normal.

4.2.2.5 PAC sous-sol technique

Ce départ n'alimente normalement plus rien et les valeurs mesurées ont été considérées comme relevant du « bruit de fond ».

4.2.2.6 PCAA décolletage A9

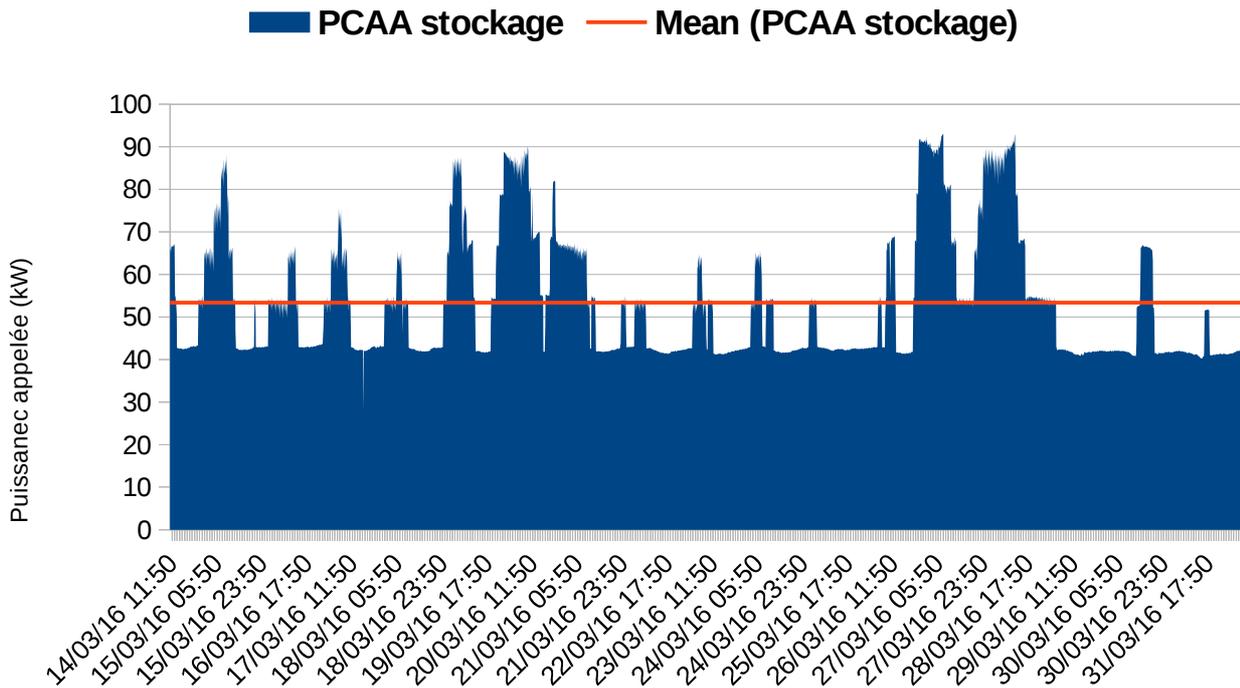


La consommation est quasi-permanente à environ 18 kW.

4.2.2.7 PCAA décolletage A10

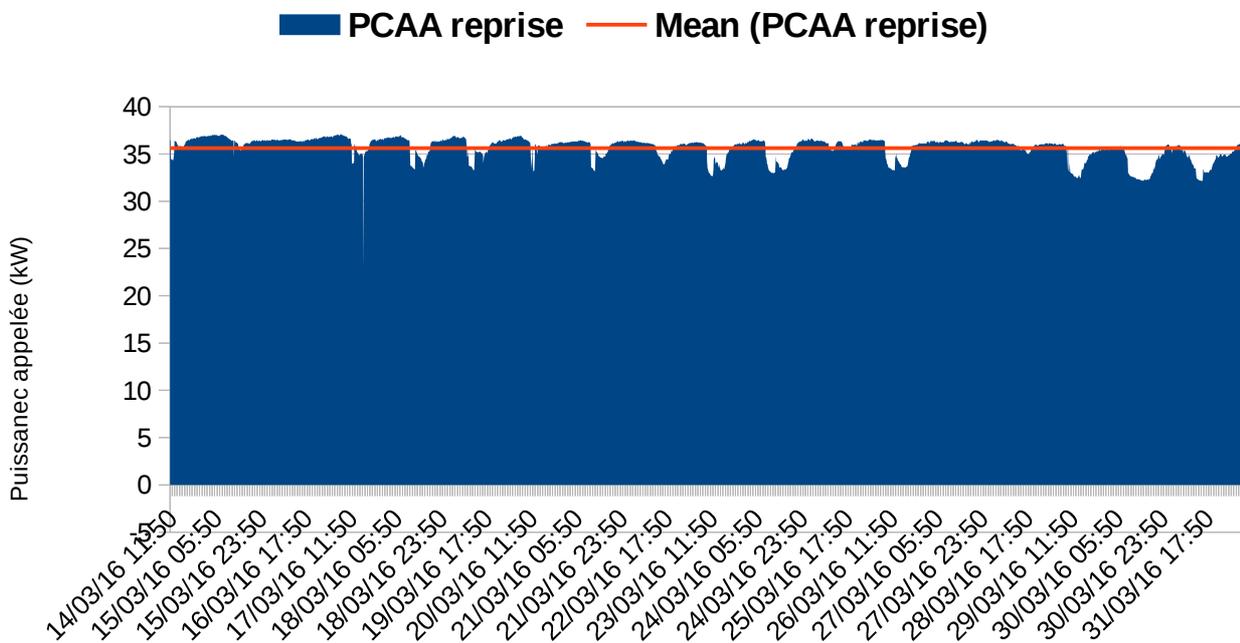
Ce départ n'alimente visiblement plus rien et les valeurs mesurées ont été considérées comme relevant du « bruit de fond ».

4.2.2.8 PCAA stockage



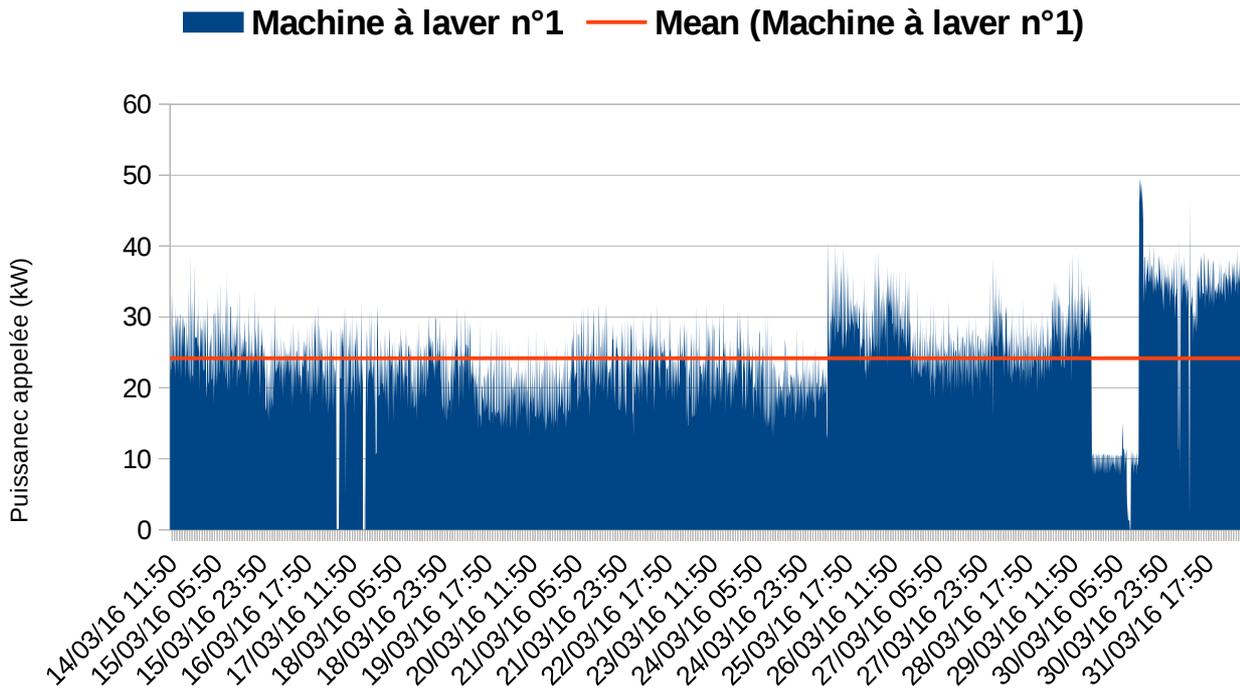
Le talon de consommation est de environ 42 kW avec des pointes de consommation jusque 90 kW. Il est à noter que **ces pics de consommation ne sont pas en journée mais souvent de nuit.**

4.2.2.9 PCAA reprise



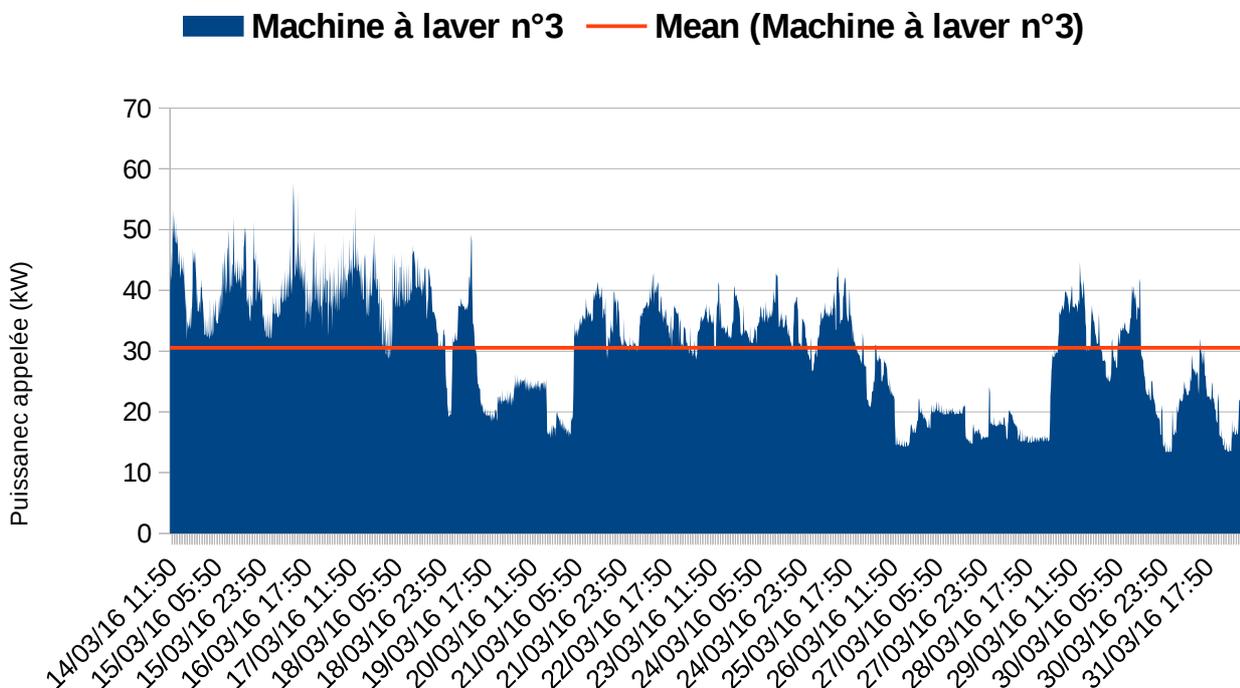
La consommation est quasi-permanente à 35 kW.

4.2.2.10 Machine à laver n°1



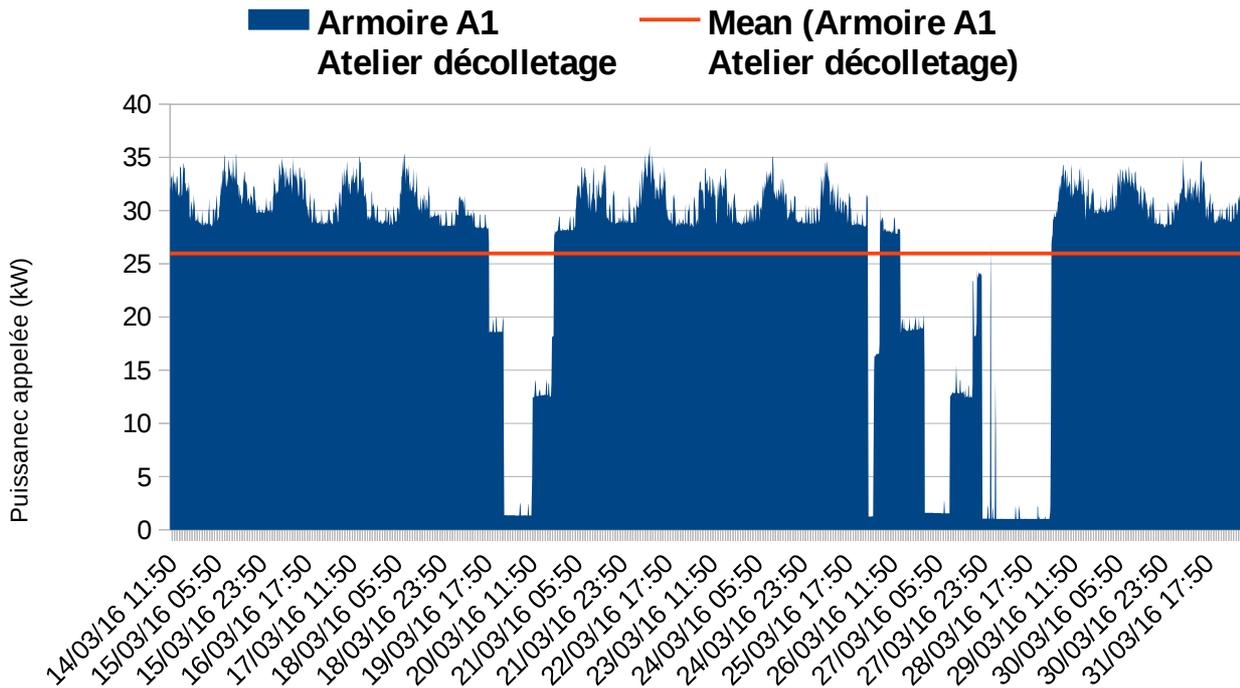
La consommation est beaucoup plus fluctuante que pour les autres départs, ce qui est a priori lié aux cycles de fonctionnement de la machine. On observe toutefois que la consommation est quasiment tout le temps supérieure à 15 kW, sauf pendant les journées des 29 et 30 mars (qui ne sont pas une fin de semaine).

4.2.2.11 Machine à laver n°3



L'autre machine à laver présente une courbe de charge plus habituelle avec un talon de 17 kW lors des fins de semaine, des talons nocturnes en semaine de 30 kW et de pics diurnes en semaine jusque 50 kW et plus.

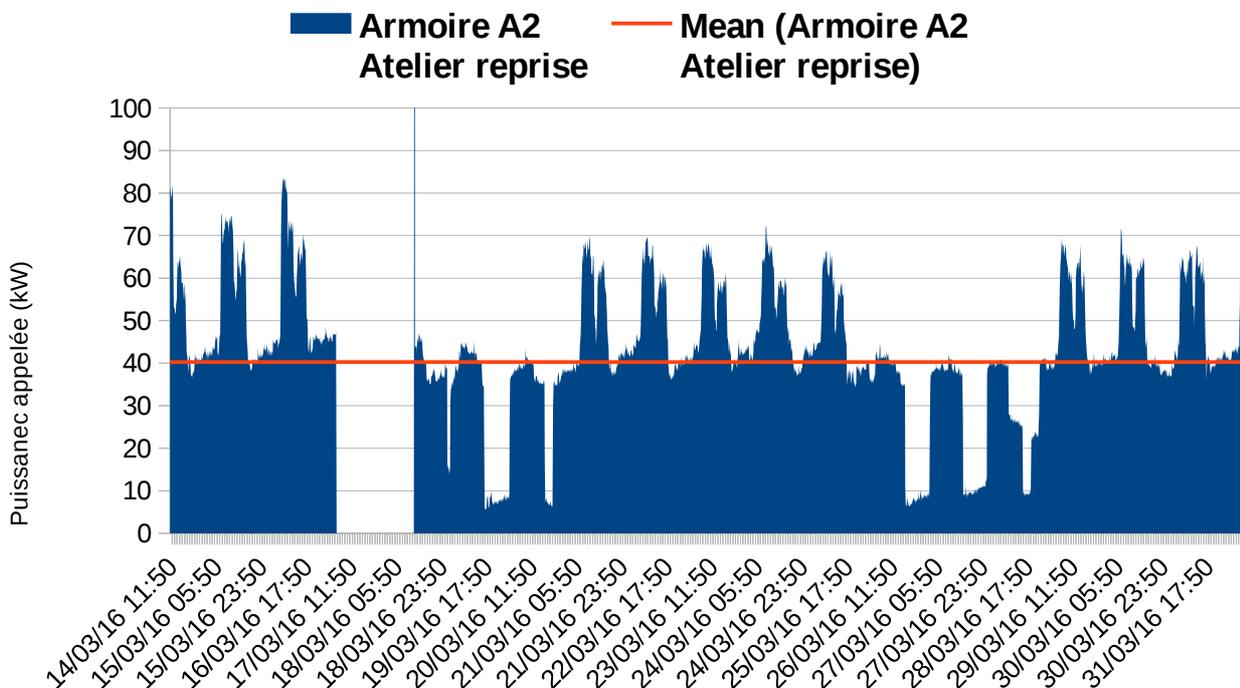
4.2.2.12 Armoire A1 décolletage



On observe bien un talon important de fonctionnement en semaine de environ 28 kW, même de nuit, avec les points journalières à 35 kW, ainsi que la coupure des installations durant les fins de semaine.

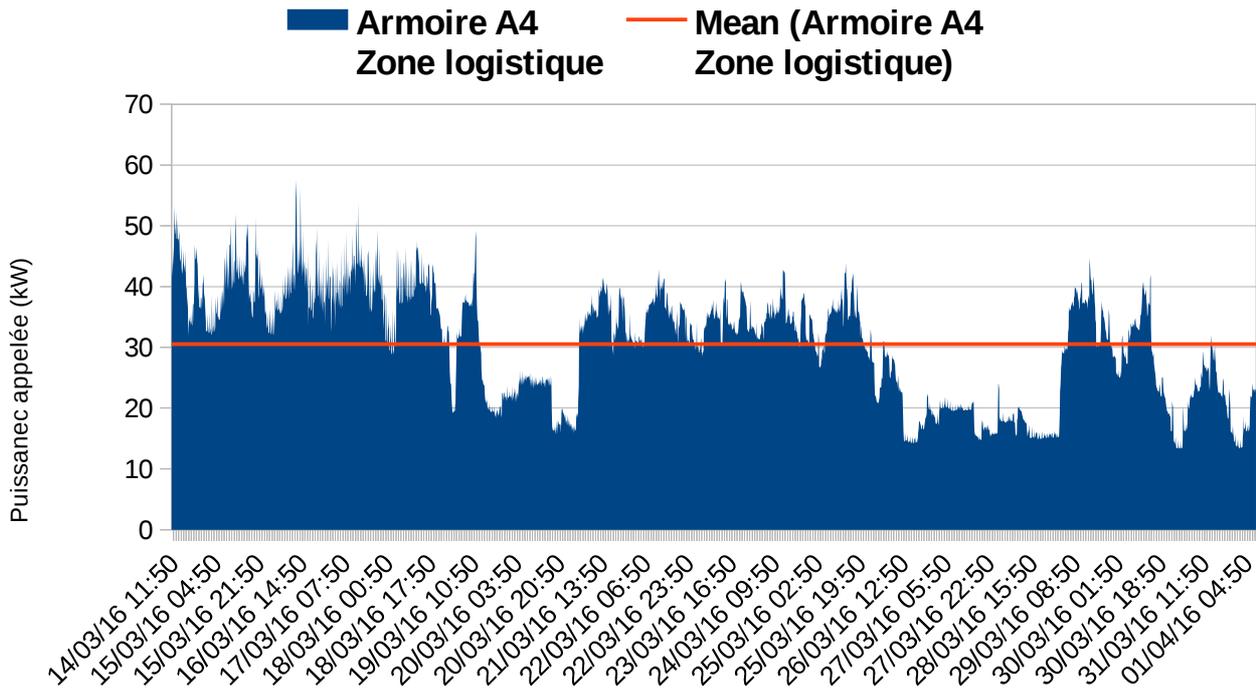
4.2.2.13 Armoire A2 atelier reprise

Le creux dans les mesures les 17 et 18 mars correspond à un problème temporaire avec l'appareil de mesure et non pas à une absence réelle de consommation.



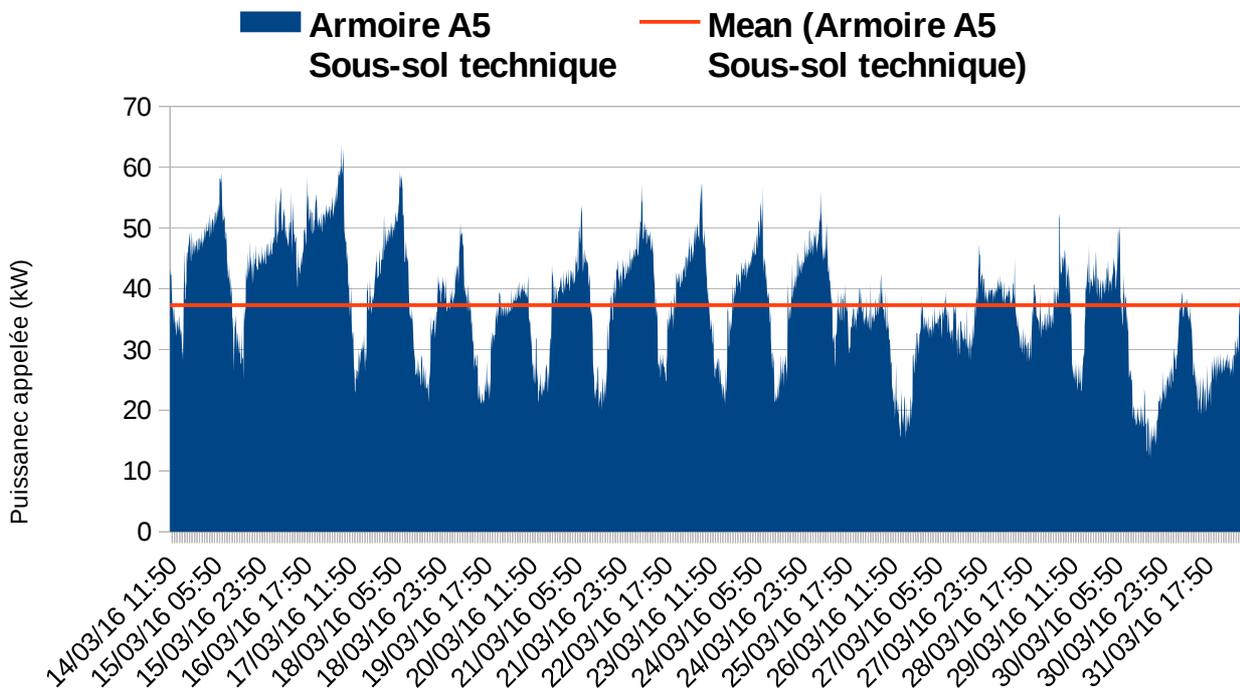
Même schéma que pour l'armoire A1 : talon de consommation en semaine de 40 kW, avec pointes diurnes jusque 80 kW, mais une baisse sensible de la consommation durant les fins de semaine avec une courbe assez similaire à celle obtenue en semaine mais avec 30 kW de moins.

4.2.2.14 Armoire A4 Zone logistique



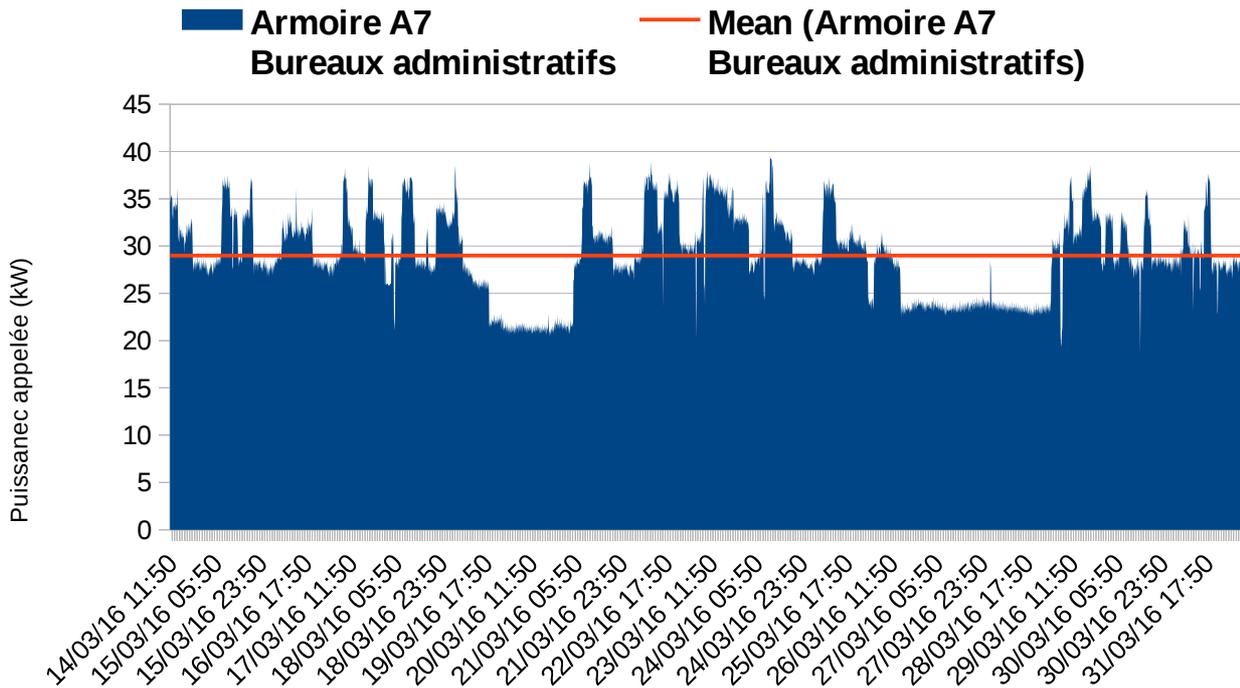
Là aussi une courbe normale avec des creux à 15 kW durant les fins de semaine et pendant les semaines des pics relatifs en journée jusque 50 kW et des creux relatifs à 30 kW.

4.2.2.15 Armoire A5 sous-sol technique



La courbe présente bien les creux et bosses habituels, mais à une différence près : **les pics de puissance appelée ont lieu non pas en journée, mais de la fin de journée 17h jusqu'au lendemain 9h** et les creux de puissance ont lieu en journée. À noter aussi qu'il n'y a quasiment aucune différence de consommation entre la semaine et les week-ends.

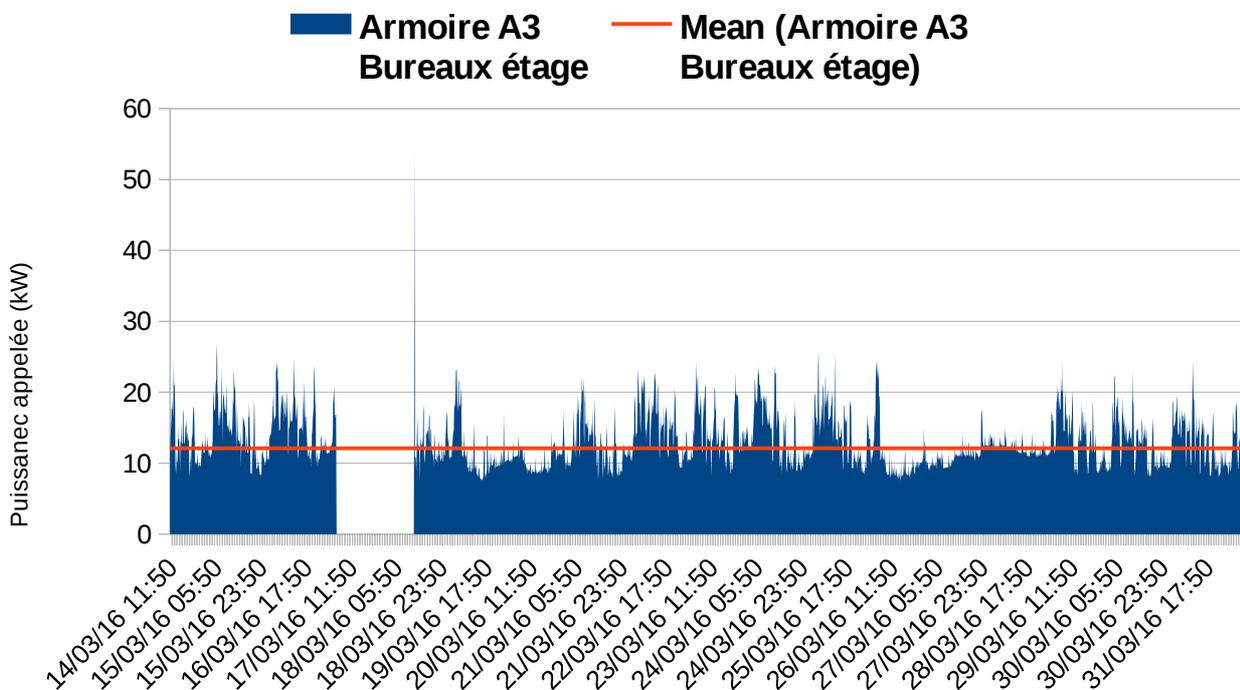
4.2.2.16 Armoire A7 bureaux administratifs



La courbe semble habituelle avec des plateaux bas le week-end vers 20 kW et en semaine une consommation fluctuant entre 28 et 35 kW, avec les pics plutôt en après-midi.

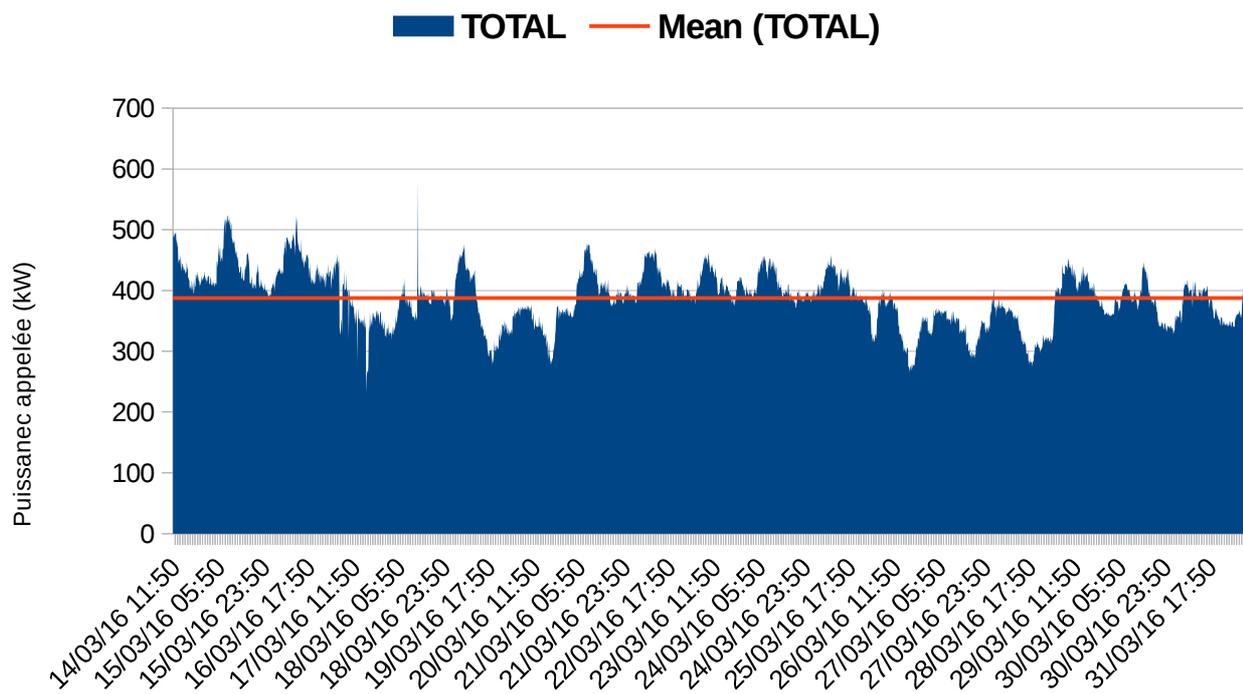
4.2.2.17 Armoire A3 bureaux étage

Le creux dans les mesures les 17 et 18 mars correspond à un problème temporaire avec l'appareil de mesure et non pas à une absence réelle de consommation.



Beaucoup d'appels courts de puissance au-delà de 20 kW avec un plancher autour de 10 kW.

4.2.2.18 Total TGBT Utilités



4.2.2.19 Total TGBT Procédés

Il a été possible de déduire la courbe de charge du second TGBT de U1, le TGBT Procédés, en déduisant la courbe de charge précédente (Total TGBT Utilités) à celle obtenue avec les points 10 minutes EDF.

Il n'a pas été nécessaire de considérer les pertes transformateur, l'appareil de relevé des points 10 minutes étant situé coté basse-tension.

À compléter une fois les points 10 mn 2016 obtenus.

4.3 ANALYSE DES CONSOMMATIONS

4.3.1 Synthèse de la répartition des consommations

A la suite de l'analyse des factures et de l'étude théorique, les postes consommateurs ont pu être répartis de la manière suivante :

Électricité	
Principales consommation	Répartition
<ul style="list-style-type: none"> Bla bla 	Insérer diagramme

Dupliquer pour chaque énergie

4.3.2 Hypothèses et données utilisées

4.3.2.1 Principe

Les consommations énergétiques de référence sont données par les factures recueillies. Les consommations théoriques doivent ainsi se rapprocher le plus possible de la réalité constatée sur les factures.

4.3.2.1.1 Bâtiments

Aucune modélisation thermique n'a été effectuée pour les bâtiments.

Toutefois le fait que le chauffage de U2 est effectué au gaz a permis de dégager des ratios de consommation de chauffage. L'indicateur choisi a été le ratio mensuel de kWh PCS de gaz consommé par DJU.

On observe une valeur moyenne de 318 kWh PCS / DJU. En considérant une efficacité de l'ensemble du système de production-distribution de chauffage de 85 %, on peut estimer la demande thermique à 270 kWh th / DJU.

4.3.2.1.2 Procédés et autres équipements

La consommation des équipements est estimée sur la puissance de chaque équipement, son nombre évalué d'heures de fonctionnement par an et une estimation de son facteur moyen de charge mécanique et électrique.

Les consommations ont été estimées à partir des puissances théoriques des équipements, du temps de fonctionnement estimé et d'un facteur de charge moyen. Ce dernier correspond à un ratio entre la moyenne consommée et la puissance nominale de l'équipement, qui tient compte des moments où ces équipements sont en veille (ex : ordinateur) où à l'arrêt (ex : intermittence du chauffage des ballons d'ECS) et des moments où ils sont en fonctionnement.

4.3.2.2 Caractéristiques, usage et programmation des équipements

4.3.2.2.1 Bâti

Les caractéristiques des bâti prises en compte lors du calcul théorique sont celles exposées dans l'état des lieux (Cf.3.2).

Ci-dessous, sont exposés les températures ambiantes et les temps d'application considérés pour les calculs théoriques par zone. Ces températures et temps d'application sont basés sur les informations recueillies/observées lors de la visite.

Les nombres de jours de chauffe / climatisation indiqués correspondent aux nombres de jour de fonctionnement des systèmes de chauffage / climatisation. Ce nombre de jours peut être différent de la durée de la saison de chauffe / climatisation si la programmation du chauffage ou de la climatisation prévoit l'arrêt des systèmes lors des périodes d'inoccupation (ex : fins de semaines, vacances).

copier-coller les tableaux issus du tableur

Le rendement moyen des systèmes de chauffage / climatisation se calcule suivant la formule

$$h_{\text{global}} = h_{\text{génération}} \times h_{\text{distribution}} \times h_{\text{émission}}$$

4.3.2.2.2 Machines de procédés

Bla bla

4.3.2.2.3 Facteurs d'ajustement et indicateurs de performance énergétique (IPE)

Les facteurs d'ajustement sont « des paramètres quantifiables influant sur la consommation énergétique » et servent de base pour l'établissement des IPE (source : norme NF EN 16247).

Dans le cas présent, les facteurs d'ajustement retenus sont :

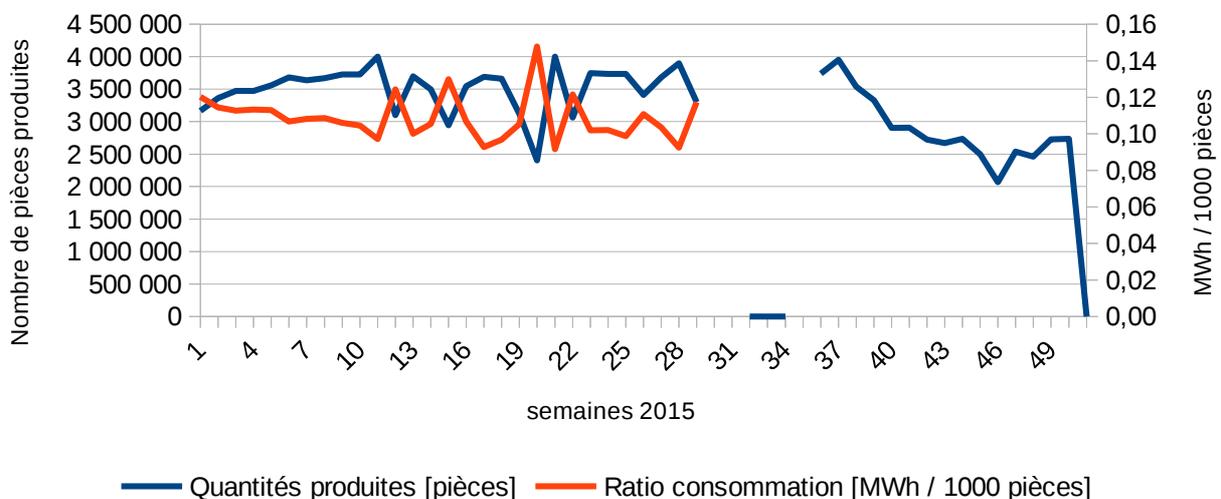
- DJU
- etc ..

Les IPE retenus sont :

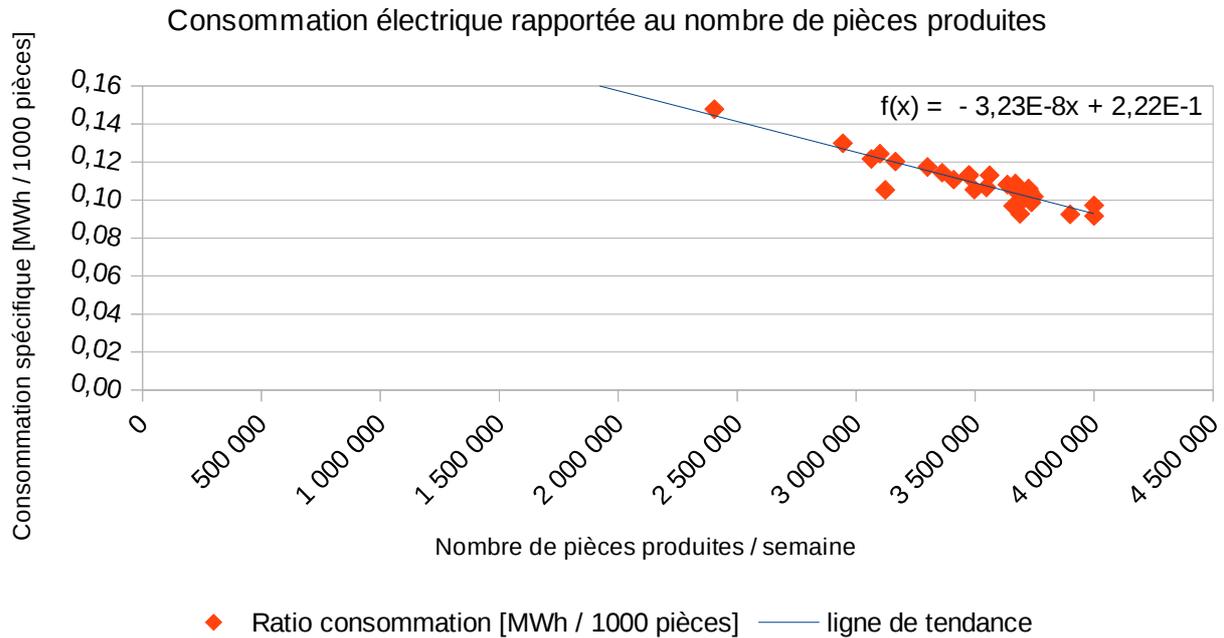
- compléter

IPE : consommation par pièce produite

Consommation électrique rapportée au nombre de pièces produites



IPE : consommation par pièce produite



Ce type de comportement est typique des installations avec un talon non-marginal de consommation (consommation ayant lieu même lorsque les installations sont à l'arrêt).

4.3.3 Résultats des calculs des consommations

4.3.3.1 Modèle pour chauffage – climatisation XXXX		
Répartition des surfaces déperditives par postes	Répartition des déperditions par postes	
Analyse et interprétation		
	Coefficient de déperdition thermique :	xx kW / °C

Besoins de chauffage-climatisation :

insérer tableaux copiés-collés du tableur avec les besoins bruts de chauffage/clim,
 les rendements pris en compte, la consommation théorique

4.3.3.2 Modèle pour usage autre XXXXX

5. PRÉCONISATIONS DE MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

Le site présente certains postes de consommation énergétique qui peuvent être réduits. Des préconisations visant à diminuer les consommations sont détaillées ci-dessous. Pour chaque préconisation sont détaillés :

- le coût d'investissement estimé ;
- les économies attendues sur les factures ;
- les réductions d'émissions de gaz à effet de serre attendues ;
- Le temps de retour brut.

Les estimations de coûts sont généralement basées sur des ratios issus de l'observation des prix en maîtrise d'oeuvre. Elles ne remplacent pas un (plusieurs) devis effectué(s) par un artisan professionnel.

Les préconisations porteront l'accent sur les principaux postes de consommations suivants :

- xxxxxx.
- xxxxxx.

Elles sont classées par type :

- Préconisations sur le bâti ;
- Préconisations sur les installations énergétiques ;
- Préconisations de gestion et d'usage.

Pour l'estimation des économies sur les dépenses, il a été pris en compte les coûts moyens suivants :

- xxxxx c€HTVA / kWh électrique (calculé sur xxxxx) ;
- xxxxx c€HTVA / kWh gaz naturel (calculé sur xxxxx).

5.1 PRÉCONISATIONS DE GESTION ET D'USAGE

5.2 PRÉCONISATIONS SUR LE BÂTI

5.3 PRÉCONISATIONS SUR LES INSTALLATIONS ÉNERGÉTIQUES

5.4 PROGRAMME D'ACTION

Un programme de travaux est proposé pour le site. Pour chaque phase du programme est présenté :

- L'investissement total cumulé,
- La comparaison entre la consommation énergétique avant et après travaux en kWh_{EP},
- Le rejet de CO₂ dans l'atmosphère évité,
- Le temps de retour brut.

Ce programme d'action se veut « cohérent ». En effet, diverses considérations dictent de ne pas mener les travaux dans n'importe quel ordre. Par exemple :

- Il est préférable de changer les systèmes de chauffage / climatisation après avoir le gros des travaux d'isolation, ceux-ci impactant en effet les déperditions thermiques du bâtiment.
- Certains travaux doivent être effectués avant ou simultanément à d'autres, afin d'éviter de refaire certaines tâches plusieurs fois inutilement (ex : travaux d'isolation par l'intérieur et travaux impliquant des passages de canalisation à travers l'isolation).

En outre, lorsque de telles considérations ne prévalent pas, la logique habituelle est celle dite « des fruits aux branches basses d'abord » : on s'attaque d'abord aux mesures permettant les retours sur investissement les plus faciles et on garde les autres pour plus tard, quitte à refaire une évaluation plus précise et réactualisée plus tard.

Remplir avec tableau copié-collé ou bien avec du texte