

# RAPPORT D'EXPERTISE TECHNIQUE – MESURES ENERGETIQUES PIC WISSOUS 2024



# SUIVI DES EDITIONS

Version	Paragraphes/Nature de la modification	Rédaction Nom, date	Vérification Nom, date	Approbation Nom, date
1.0	Création	CHAMPION 22/10/24	MARCELLI 31/10/24	

Fonction Service	Nom	Date
Directeur ou son délégué Service		
Chef de projet Service		

# SOMMAIRE

1. Contexte du rapport d'expertise .....	5
2. Objectifs .....	5
3. Méthodologie .....	5
4. Préambule Technique .....	5
4.1. 1. Facteur de Puissance .....	5
4.2. Harmoniques .....	6
4.3. Déséquilibre de Courant .....	7
4.4. Puissance Réactive .....	7
5. Resultats de mesure .....	8
5.1. Mesure Initiale – Transitique complète .....	8
5.2. Mesure n°1 CDP 20 (cable plat W5-1 armoire AE5) .....	8
5.2.1. Eléments impactés : .....	8
5.2.2. Appareil Installé.....	8
5.2.3. Résultats de mesure.....	9
5.3. Mesure n°2 (câble plat W1-7 armoire AE1) .....	12
5.3.1. Eléments impactés : .....	12
5.3.2. Appareil Installé.....	13
5.3.3. Résultats de mesure.....	13
5.4. Mesure n°3 MTIGF1 (armoire MTIGF007) .....	15
5.4.1. Eléments impactés .....	15
5.4.2. Appareil Installé.....	16
5.4.3. Résultats de mesure.....	16
5.5. Mesure n°4 CDP17 (cable plat W1-6 armoire AE1) .....	18
5.5.1. Eléments impactés .....	18
5.5.2. Appareil Installé.....	19
5.5.3. Résultats de mesure.....	19
6. Conclusion .....	21
Annexes .....	22
7. Annexe A – Sortie GF, Vidéo de dysfonctionnement : absence d’arrêt des convoyeurs .....	22
8. Annexe B – Caractéristiques Techniques PEL104 Chauvin Arnoux .....	22
9. Annexe C – Norme NFC 15100 impact des harmoniques .....	22

## Normes NFC 15100

Des appareils de surveillance et de contrôle des harmoniques permettent d'évaluer la distorsion de la tension et du courant, et de déclencher des actions correctives si nécessaire. Les ordres de grandeur des taux de distorsion et les effets sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Normes NFC 15100	
Taux d'harmoniques	Effets prévisibles
THDu<5% et THDi<10%	Neant
5%<Thdu<8% ou 10%<Thdi<50%	Pollution significative, effets nuisibles possibles
Thdu>8% ou Thdi>50%	Pollution forte, dysfonctionnements probables
Taux d'harmonique 3 en courant>15%	Courant non négligeable dans le conducteur de neutre

23

## 1. Contexte du rapport d'expertise

Le rapport d'expertise s'inscrit dans le cadre d'une mission de réduction des consommations énergétiques des Plateformes Industrielles Courrier (PIC) de La Poste, avec un projet pilote réalisé sur le site de Wissous. La Poste vise une réduction de 30% de ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2025 et 90% d'ici 2040. Le projet a été lancé en réponse à l'augmentation des prix de l'énergie, à la nécessité d'améliorer la rentabilité des opérations, et à la modernisation des infrastructures pour éviter l'obsolescence.

Ce rapport se concentre exclusivement sur les résultats des mesures énergétiques réalisées sur le système de transitique (anneau TCC et convoyeurs) ainsi que sur une des MTIGF du site de Wissous. L'objectif est de fournir une évaluation précise de la consommation énergétique, identifier les surconsommations et proposer des solutions d'optimisation.

## 2. Objectifs

L'objectif de cette expertise est d'analyser en profondeur les consommations énergétiques des convoyeurs, des machines de tri (MTIGF) et de l'anneau TCC, de proposer des solutions techniques pour optimiser l'utilisation de l'énergie sur site et de réduire les coûts opérationnels.

## 3. Méthodologie

Le projet est structuré en plusieurs étapes :

1. Installation d'un analyseur de réseau électrique (PEL104 de Chauvin Arnoux) pour enregistrer les consommations sur une période représentative l'ensemble des données techniques de l'appareil sont indiquées en Annexe B.

2. Collecte de données sur plusieurs jours (durée prévue de une à deux semaines) pour obtenir un profil de consommation énergétique des convoyeurs, du système TCC, d'une MTIGF, avec un focus sur les pics d'utilisation et les périodes d'inactivité.

3. Analyse des données pour identifier les sources de surconsommation et les zones nécessitant des améliorations, réalisation d'un rapport technique pour garder une trace et avoir un élément de comparaison avec de futures mesures.

## 4. Préambule Technique

Ce rapport contient des données techniques relatives aux performances énergétiques du site industriel de Wissous. Pour bien comprendre les résultats des mesures, il est essentiel de se familiariser avec certains concepts clés utilisés dans ce domaine. Voici une explication des termes techniques principaux qui apparaissent fréquemment dans le rapport, leur impact sur l'efficacité énergétique, ainsi que les causes courantes des problèmes associés.

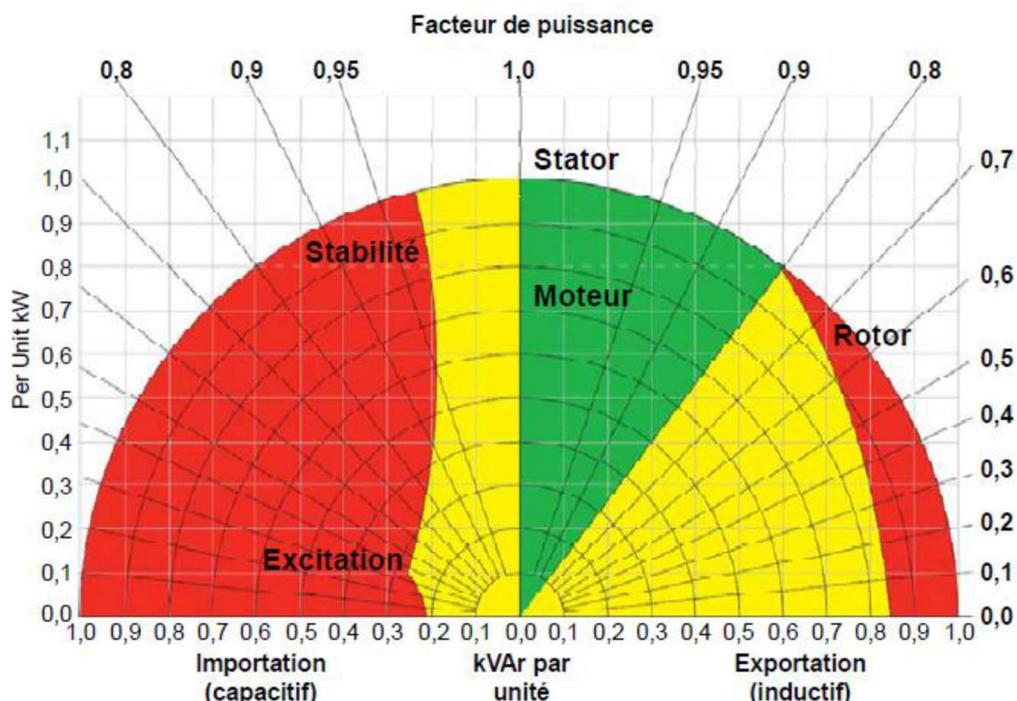
### 4.1. 1. Facteur de Puissance

Le facteur de puissance, est un indicateur de l'efficacité avec laquelle une installation utilise l'électricité. Il représente le rapport entre la puissance active, qui correspond à l'énergie utile consommée pour faire fonctionner les équipements, et la puissance apparente, qui est l'ensemble de l'énergie fournie par le réseau, il comprend le facteur de déplacement noté  $\cos \varphi$  ainsi que l'impact des harmoniques.

**Impact :** Un facteur de puissance bas indique que l'installation consomme plus d'énergie que nécessaire, car une partie importante de l'électricité est « perdue » sous forme de puissance réactive. Cela peut entraîner une surcharge des réseaux et des équipements électriques.

**Causes typiques :** Une faible correction du facteur de puissance est souvent causée par des moteurs ou des équipements inductifs (comme des transformateurs ou des éclairages à ballast) qui consomment plus de puissance réactive.

**Valeurs à surveiller :** Un facteur de puissance idéal se situe entre 0,85 et 0,95. En dessous de 0,8 sur l'ensemble de l'installation (en inductif), il convient de prendre des mesures pour améliorer l'efficacité énergétique.



## 4.2. Harmoniques

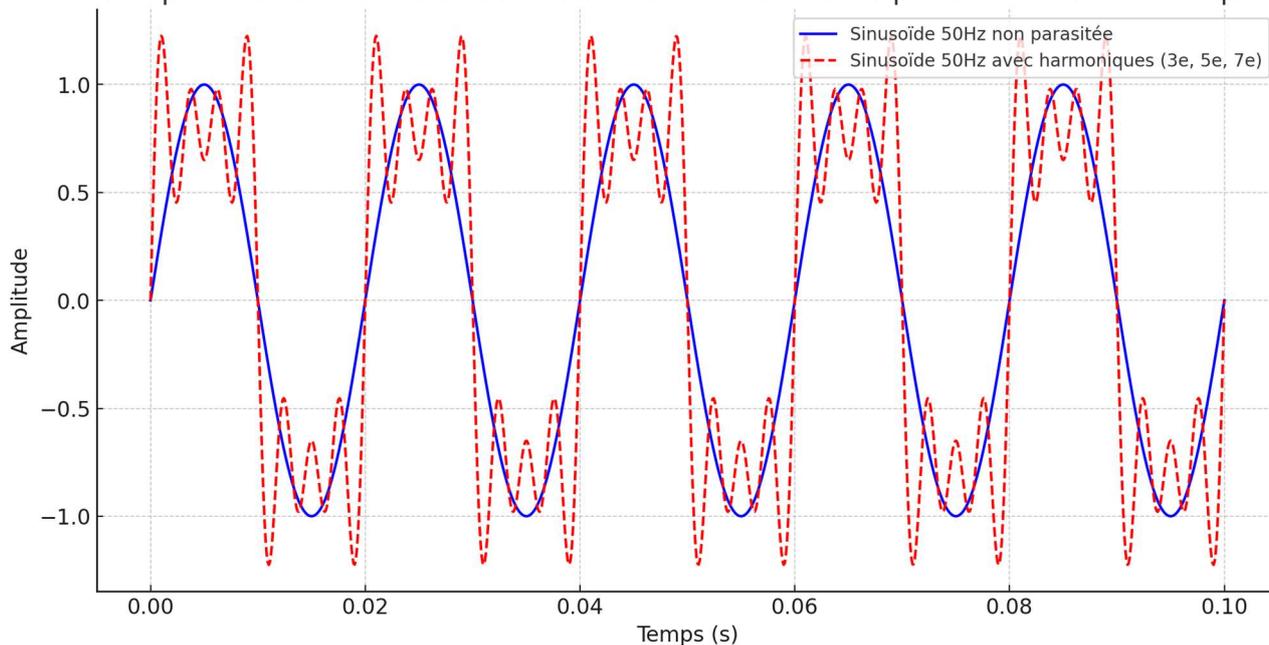
Les harmoniques sont des perturbations présentes dans les signaux électriques, générées par certains équipements non-linéaires (comme les variateurs de fréquence, les alimentations à découpage ou les moteurs contrôlés électroniquement). Ces perturbations ajoutent des fréquences indésirables au signal d'alimentation normal, il est parfois lié dans ses résultats au déséquilibre de courant par l'usage d'un ou plusieurs appareils, c'est un indicateur de maintenance préventive.

**Impact :** Les harmoniques peuvent entraîner des échauffements supplémentaires dans les câbles et les équipements, réduire la durée de vie des moteurs, et provoquer des perturbations dans le fonctionnement des appareils électroniques sensibles.

**Causes typiques :** Elles proviennent principalement des équipements électroniques ou des machines industrielles utilisant des variateurs ou des convertisseurs d'énergie, qui perturbent la sinusoïde du courant.

**Valeurs à surveiller :** Un niveau d'harmoniques supérieur à 10% peut être préoccupant, car il affecte significativement la qualité du réseau et les performances des équipements.

Comparaison entre une sinusoïde de 50Hz avec et sans perturbations harmoniques



### 4.3. Déséquilibre de Courant

Le déséquilibre de courant se produit lorsque les charges électriques ne sont pas réparties de manière égale entre les phases d'un système triphasé. Cela signifie qu'une phase consomme plus de courant que les autres, ce qui peut créer des déséquilibres dans la distribution d'énergie, il est utilisé comme indicateur de maintenance prédictive.

**Impact :** Ce déséquilibre peut entraîner des surcharges sur certaines phases, diminuer l'efficacité des équipements et causer des dysfonctionnements à long terme.

**Causes typiques :** Ce phénomène est souvent dû à une répartition inégale des charges entre les différentes phases, par exemple lorsqu'un équipement consomme beaucoup sur une seule phase au lieu d'être réparti équitablement (usure probable), cela peut aussi être dû à des appareils en monophasé qui ne consomment que sur une seule phase

**Valeurs à surveiller :** Un déséquilibre supérieur à 10% entre les phases peut indiquer un problème de maintenance nécessitant une intervention.

### 4.4. Puissance Réactive

La puissance réactive est une composante de l'énergie qui ne participe pas directement à l'accomplissement d'un travail utile, mais qui est néanmoins nécessaire pour certains équipements, comme les moteurs et transformateurs, afin de créer les champs magnétiques indispensables à leur fonctionnement.

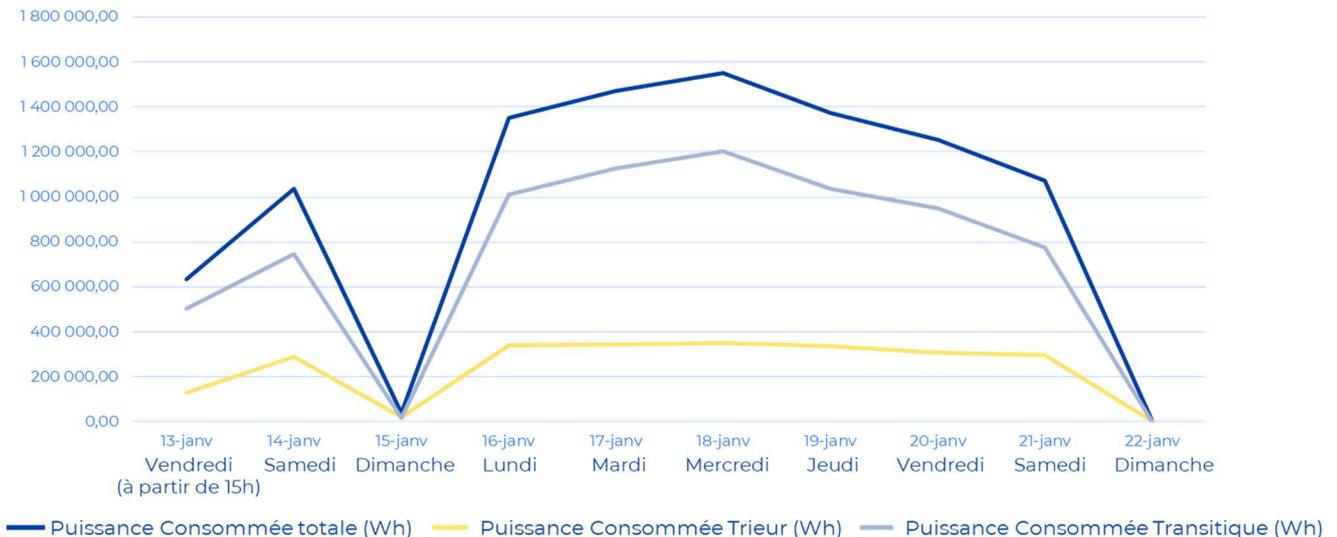
**Impact :** Bien que la puissance réactive ne soit pas consommée au sens propre, elle circule dans le réseau et contribue à sa saturation. Une quantité excessive de puissance réactive diminue l'efficacité globale du réseau électrique et peut entraîner des coûts supplémentaires.

**Causes typiques :** Les moteurs, transformateurs et autres équipements inductifs sont les principales sources de puissance réactive. Un manque de correction adéquate par des dispositifs comme les condensateurs peut aggraver la situation.

## 5. Resultats de mesure

### 5.1. Mesure Initiale – Transitique complète

Une mesure initiale (Anneau TCC et Transitique) a été réalisée en 2023, du 13 au 22 janvier par Cyril Morvan ci-dessous



Cela correspond à environ **8MWh par mois**, soit l'équivalent d'environ **6000€ par mois**

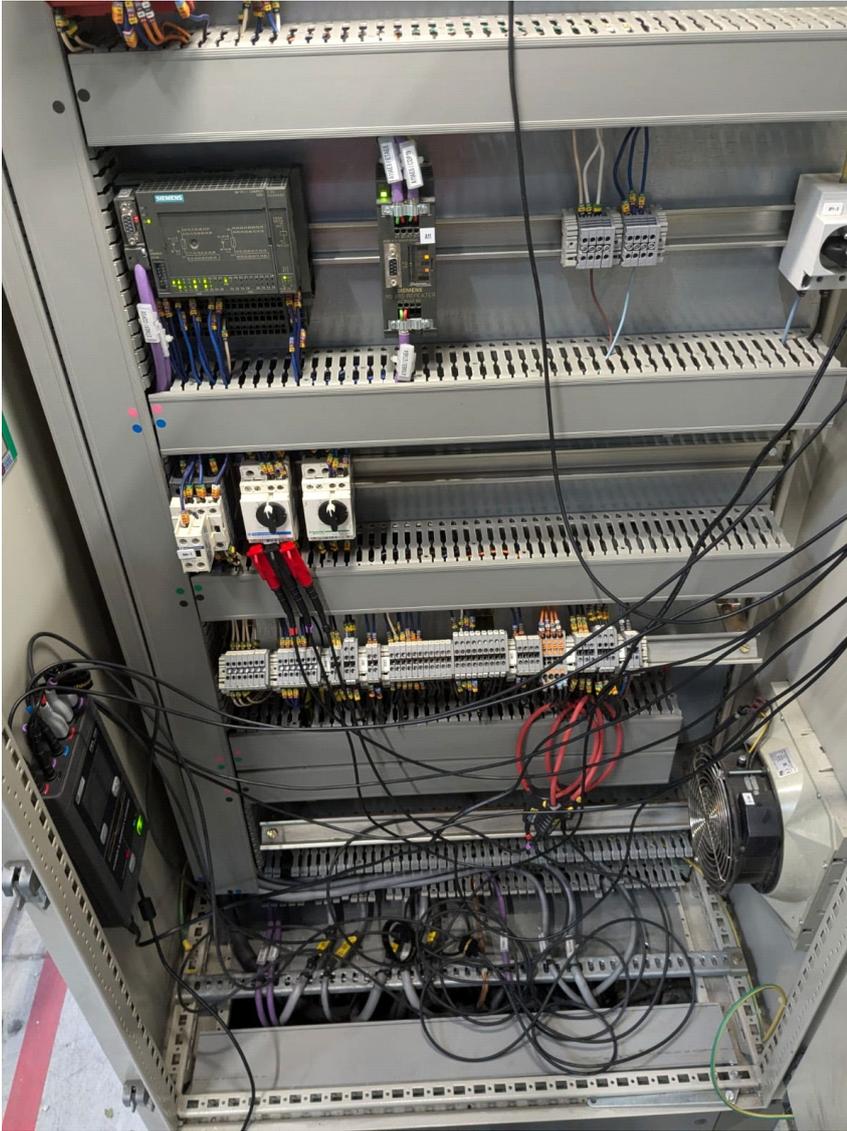
### 5.2. Mesure n°1 CDP 20 (cable plat W5-1 armoire AE5)

#### 5.2.1. Eléments impactés :

##### CDP 20

TB73-09  
TB73-07  
TB73-05  
TB73-01  
TB73-03  
TB70-05  
TB70-01  
TB70-03  
TB71-01

#### 5.2.2. Appareil Installé

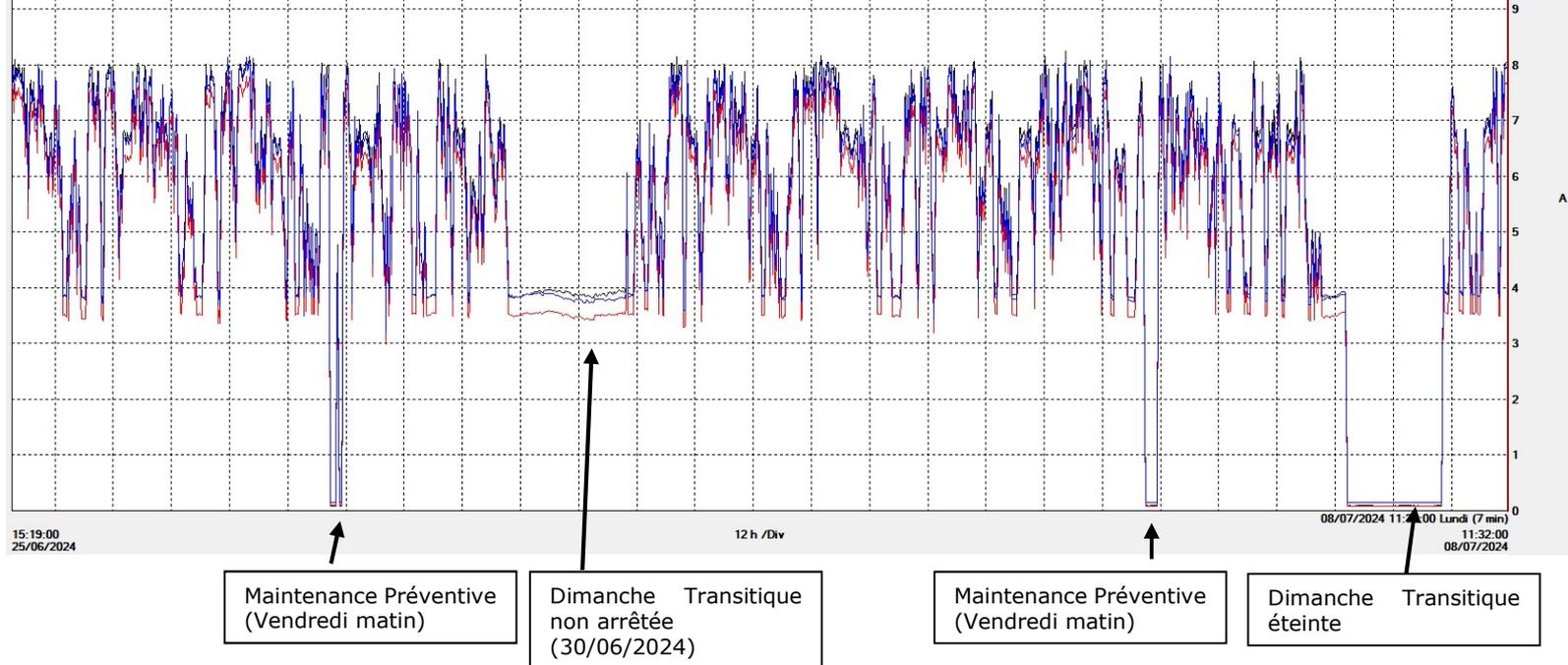


### 5.2.3. Résultats de mesure

La mesure a été prise du 25/06/2024 à 15h jusqu'au 08/07/2024 à 11h30 (2 semaines)

#### 5.2.3.1. Intensité mesurée

Noir – Phase 1 (L1)  
Rouge – Phase 2 (L2)  
Bleu – Phase 3 (L3)



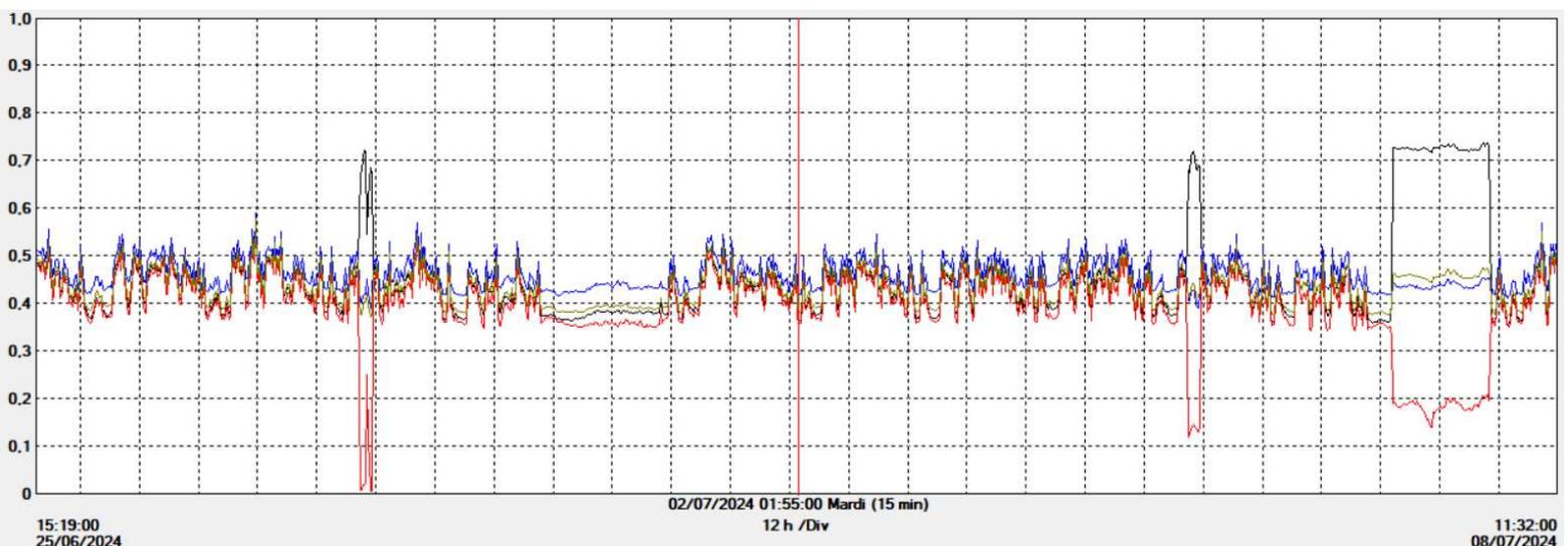
Sur l'ensemble de la journée du dimanche 30/06/2024, où la transitique n'a visiblement pas été arrêtée, une **consommation constante de 4A par phase** est observée, indiquant qu'une partie de la transitique est en perpétuel mouvement (voir annexe A). Cette consommation de 4A persiste tout au long de l'enregistrement, la consommation énergétique totale de la consommation constante de 4A sur 24h, est de **38,24 kVAh**, rien que pour cette partie de la transitique cela correspond à 1185,44 kVAh/mois (environ **830 kWh/mois**) on peut estimer les coûts de cette surconsommation inutile à environ **117€/mois** sur cette zone spécifique.

En plus de la consommation de base de 4A, le graphique montre une hausse de la consommation pendant les heures de fonctionnement de la transitique, indiquant l'activité normale du reste des systèmes.

Courant maximal (Imax) : On observe des pics de courant allant jusqu'à 8A

Courant moyen (Imoy) : le courant moyen est d'environ 5,7A sur ces 2 semaines de mesure

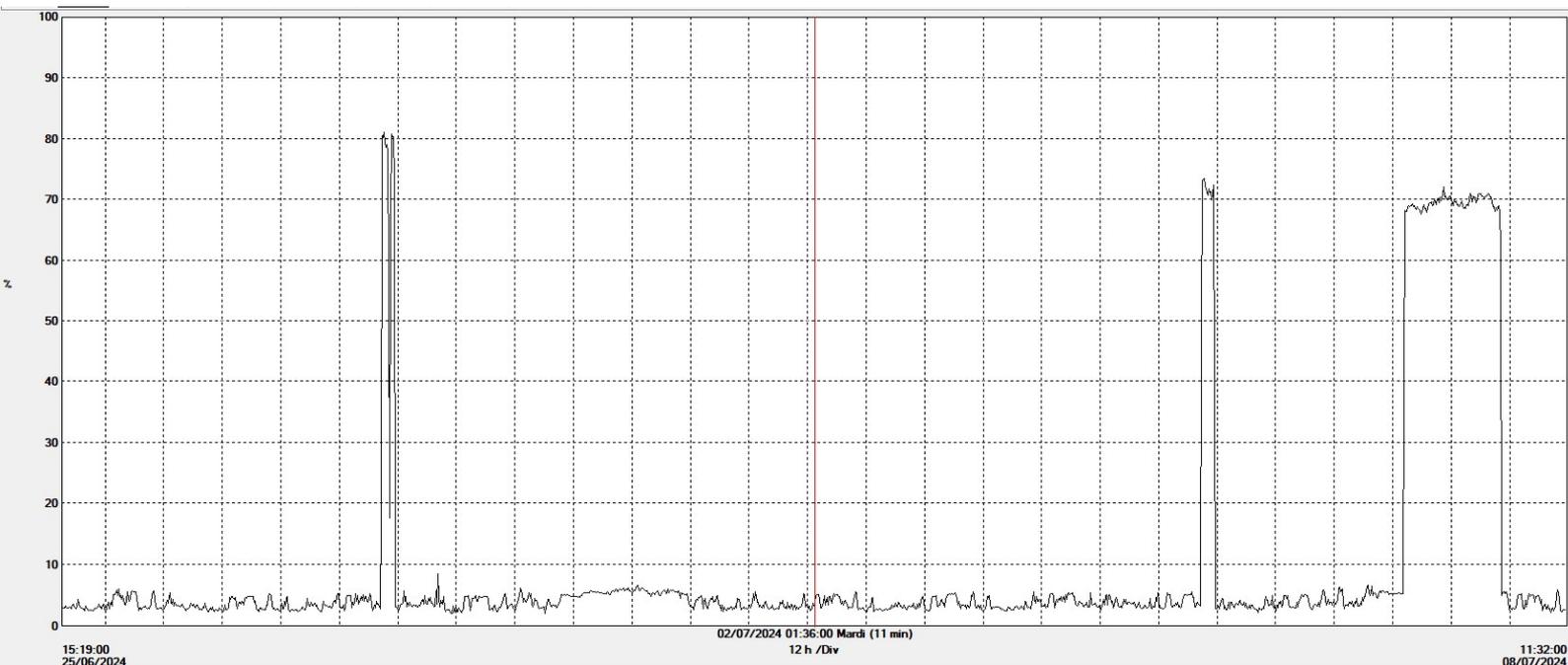
#### 5.2.3.2. Facteur de Puissance



Note : les différences brutales sont dus à une erreur de mesure lié à la mise hors tension de la zone ils ne représentent pas le facteur de puissance réel sur site

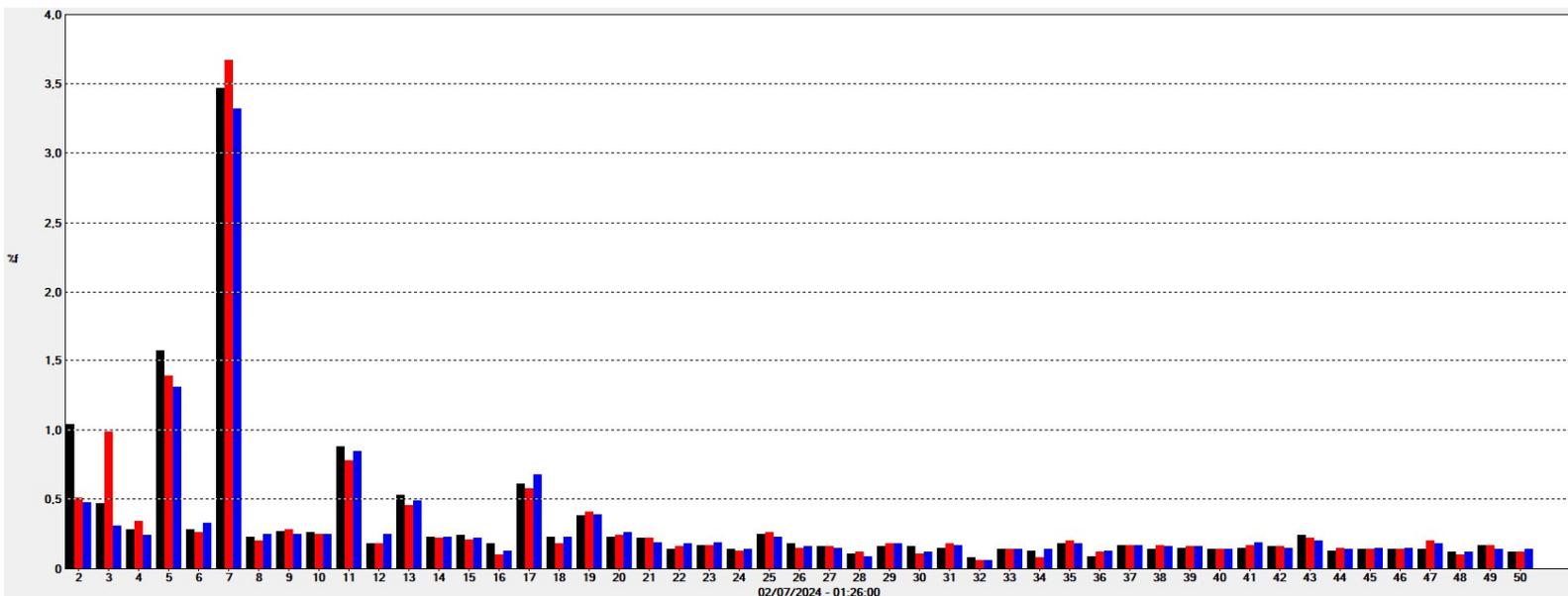
Un facteur de puissance de **0.45** indique une consommation élevée de puissance réactive par rapport à la puissance active. Cela surcharge les réseaux électriques, **augmentant les pertes** dans les appareils (rendement réduit). Les équipements de distribution doivent **être dimensionnés** pour des courants plus élevés, ce qui accroît les investissements en infrastructure. De plus, les compagnies d'électricité imposent des **pénalités financières** pour un faible facteur de puissance (zone inductive) à l'échelle du site. Une valeur optimale pour ces moteurs est de **0.85 à 0.95**, améliorant l'efficacité énergétique et réduisant les coûts. Pour corriger un facteur de puissance de 0.45, il faudrait installer des batteries de condensateurs ou d'autres dispositifs de correction, en prenant en compte le prix d'installation et les risques d'exploitations.

### 5.2.3.3. Harmoniques et déséquilibre de courant



Note : les différences brutales sont dus à une erreur de mesure lié à la mise hors tension de la zone ils ne représentent pas le déséquilibre en courant réel sur site

Ces résultats (en moyenne 5.4%) de déséquilibre de consommation entre les phases n'est pas une source de préoccupation majeure (<10%)



Les harmoniques les plus importantes (rang 2, 3, 5 et 7) sont entre 1.5% et 3.5% ce qui est dans la zone standard et n'est pas une préoccupation majeure (<10%)

### 5.3. Mesure n°2 (câble plat W1-7 armoire AE1)

#### 5.3.1. Eléments impactés :

##### Armoire CDP18

TB71-11  
 TB71-07  
 TBRG71-06  
 TB71-03  
 TB70-07

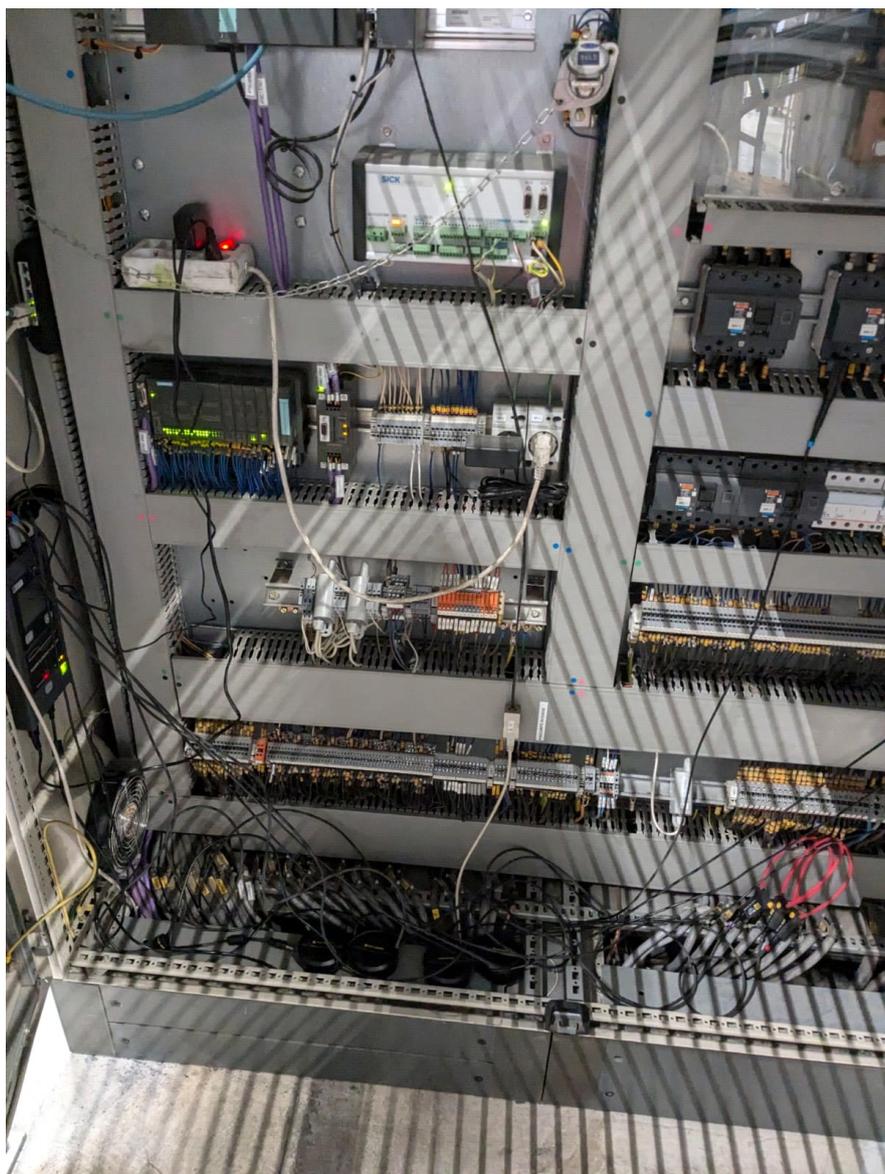
##### Armoire CDP19

TBST76-01  
 TB76-02  
 RT76-06  
 TB075-22  
 TB075-23  
 INJ75-05  
 TB76-09

##### Armoire CDP26

TBST54-01  
 TB54-02  
 TB54-10  
 TB54-05  
 TB54-071

### 5.3.2. Appareil Installé

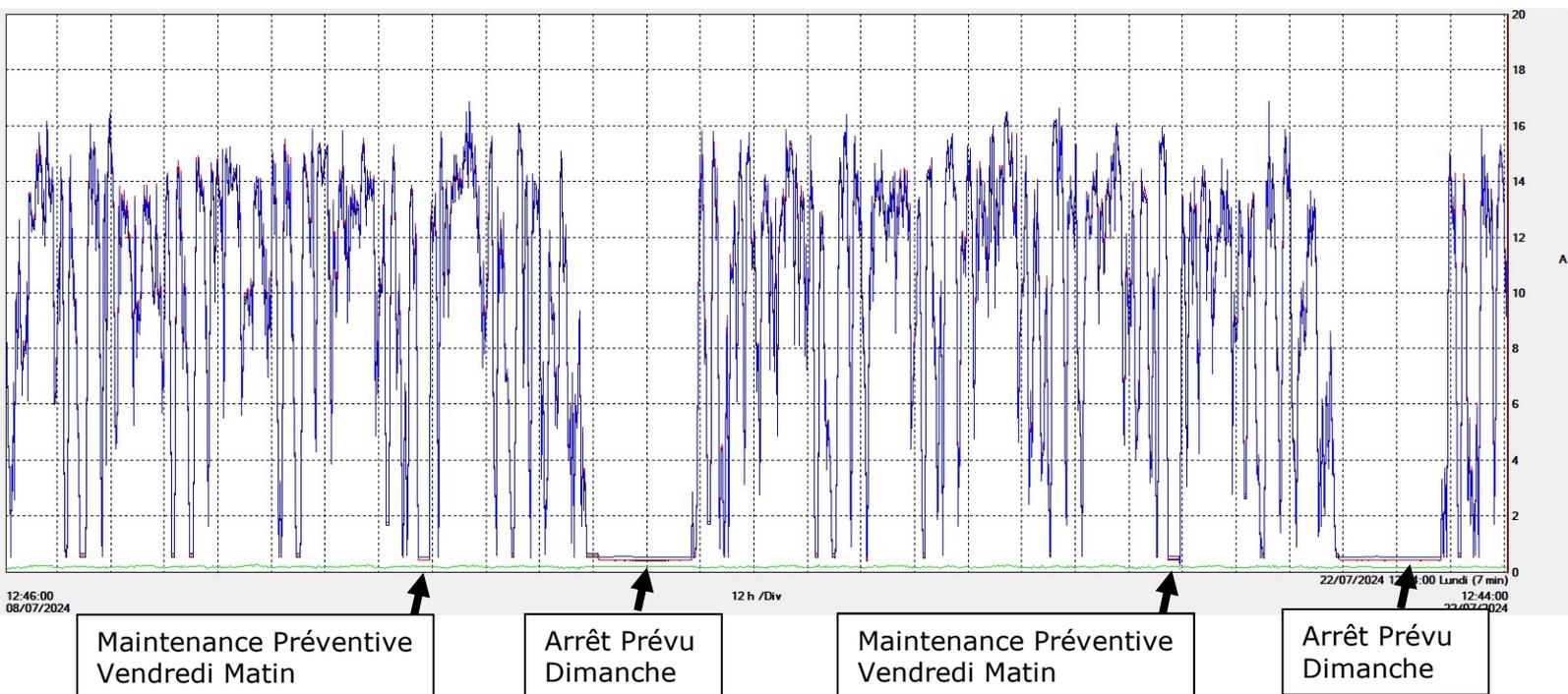


### 5.3.3. Résultats de mesure

La mesure a été prise du 08/07/2024 à 12h30 jusqu'au 22/07/2024 à 12h30 (2 semaines)

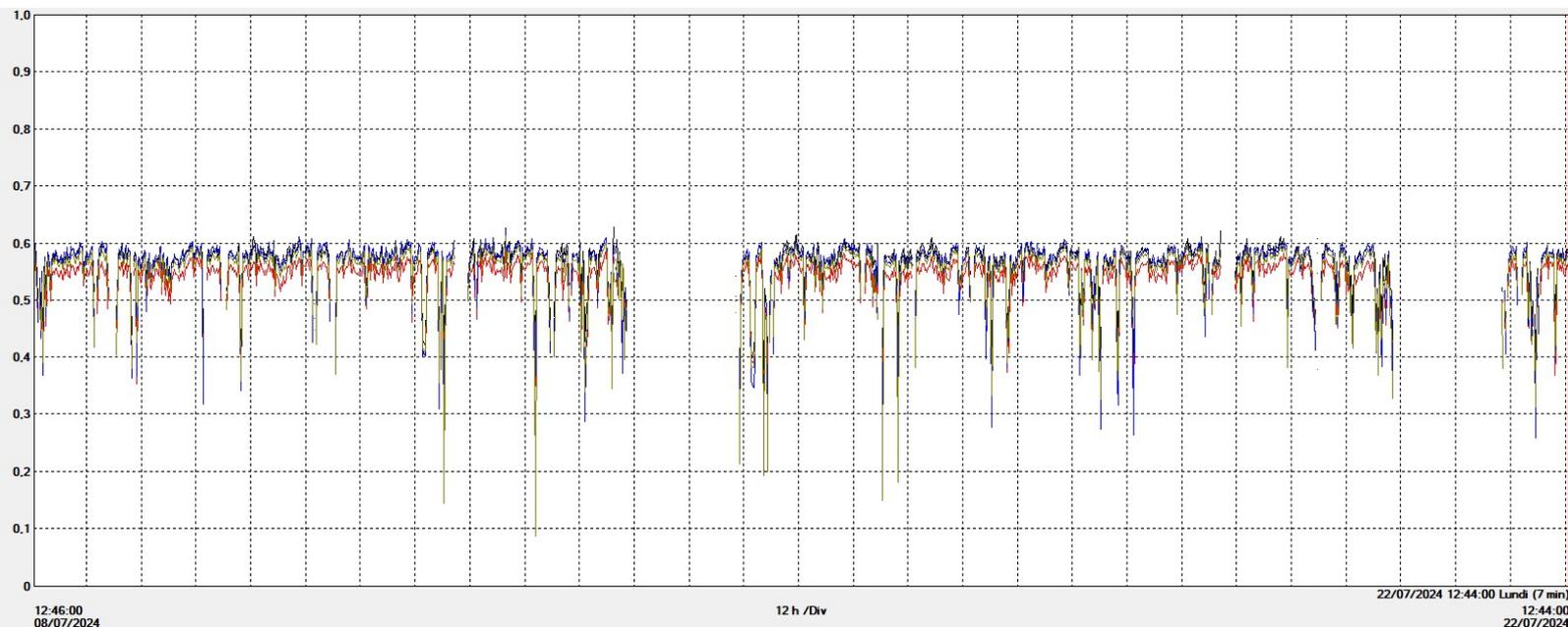
#### 5.3.3.1. Intensité mesurée

Noir – Phase 1 (L1)  
Rouge – Phase 2 (L2)  
Bleu – Phase 3 (L3)



La zone présente une consommation normale avec une consommation presque nulle lorsqu'il n'y a pas de débit sur la ligne  
 Courant moyen  $I_{moy} = 10A$   
 Courant Max  $I_{max} = 18.5A$

### 5.3.3.2. Facteur de Puissance



Là encore on observe un facteur de puissance trop faible entre **0.5 à 0.6** bien qu'il ne soit pas aussi mauvais que dans la mesure n°1, cela reste un critère à garder en tête en cas de problème

**[X] C1. Interne [ ] C2. Restreint [ ] C3. Confidentiel [ ] C4. Secret**

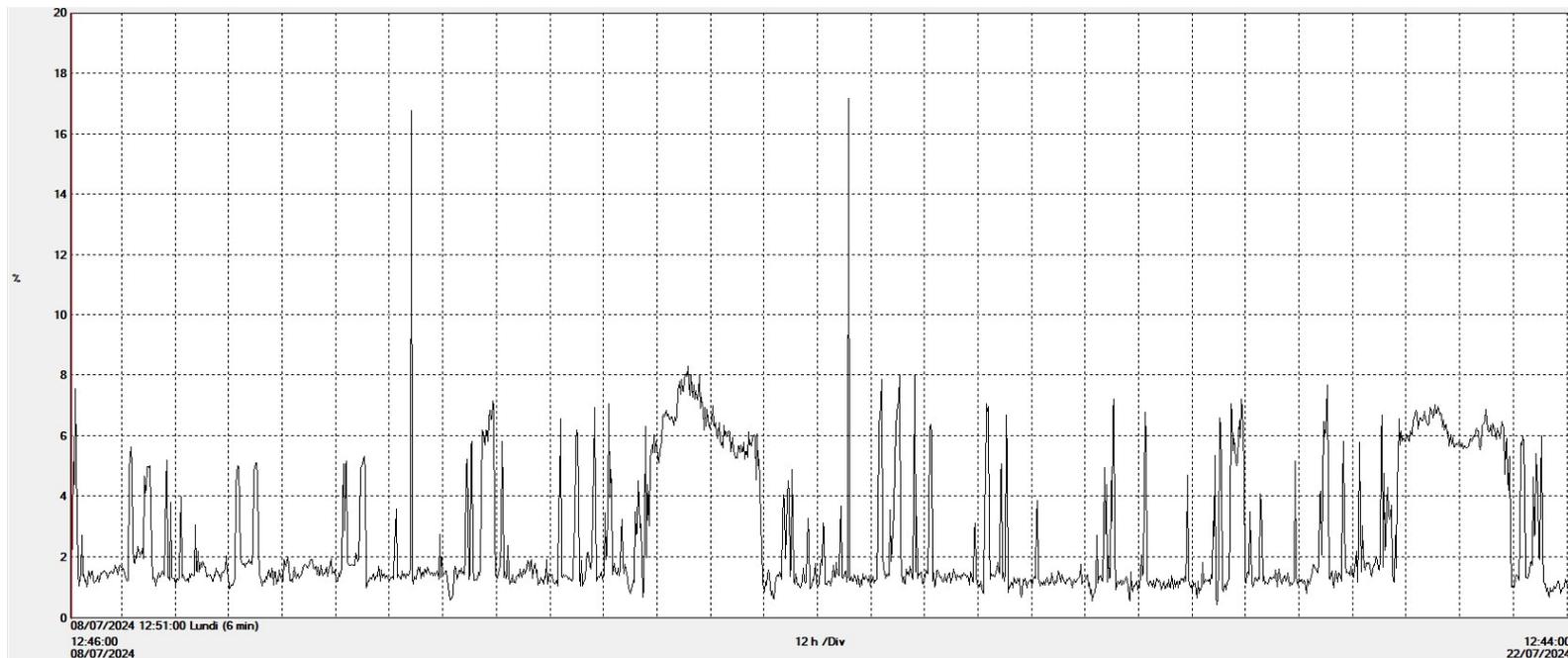
Site de Chartres : 58 RUE DE REVERDY - 28033 CHARTRES CEDEX - Tél : +33 (0)2 36 15 71 69 - Fax : +33 (0)2 37 30 07 01

Site de Nantes : BP 86334 - 10 RUE DE L'ILE MABON - 44263 NANTES CEDEX 2 - Tél : +33 (0)2 49 09 74 00 - Fax : +33 (0)2 40 89 60 00

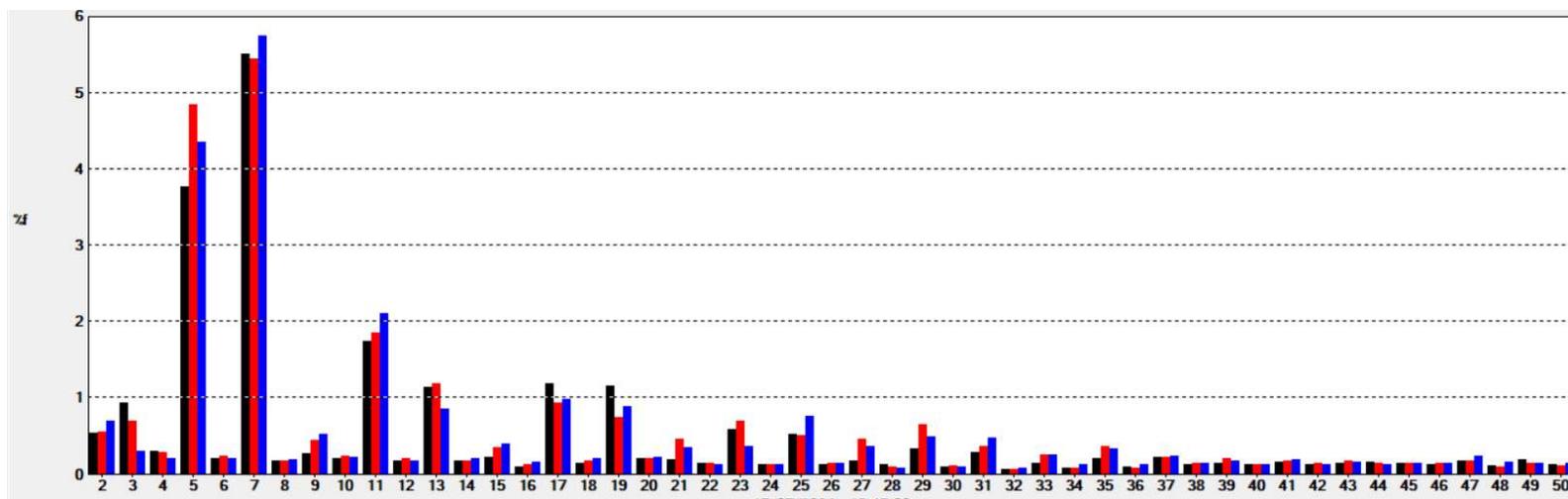
La Poste - Société Anonyme au capital de 3 800 000 000 euros - 356 000 000 RCS PARIS

Siège social : 9 RUE DU COLONEL PIERRE AVIA - 75015 PARIS

### 5.3.3.3. Harmoniques et déséquilibre de courant



Le déséquilibre de courant mesuré est contenu entre 2 et 8% (les pics de déséquilibres pendant des durées courtes ne sont pas problématiques) cela est à prendre en compte en cas de dépassement du seuil de 10%, c'est alors un indicateur de performance à surveiller



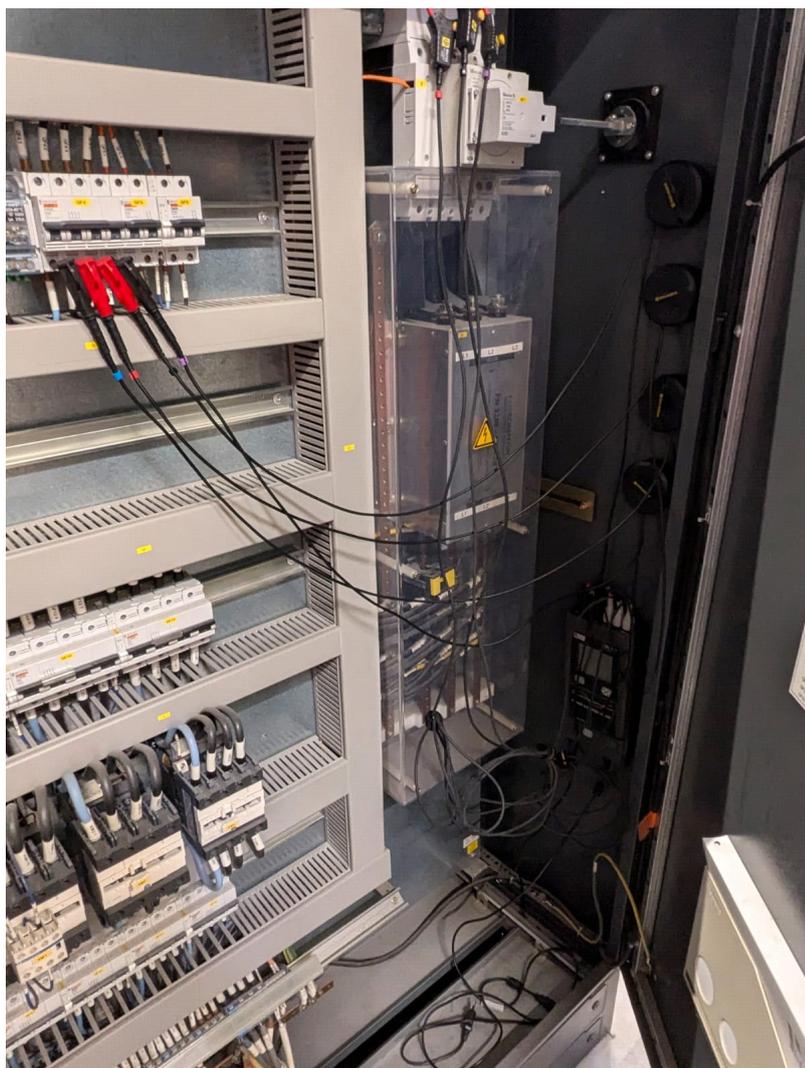
Les Harmoniques de courant sont aussi contenues dans un intervalle de 4 à 6% ce qui est peu problématique dans une situation réelle

## 5.4. Mesure n°3 MTIGF1 (armoire MTIGF007)

### 5.4.1. Eléments impactés

MTIGF1 ainsi que tous ses sous-ensembles

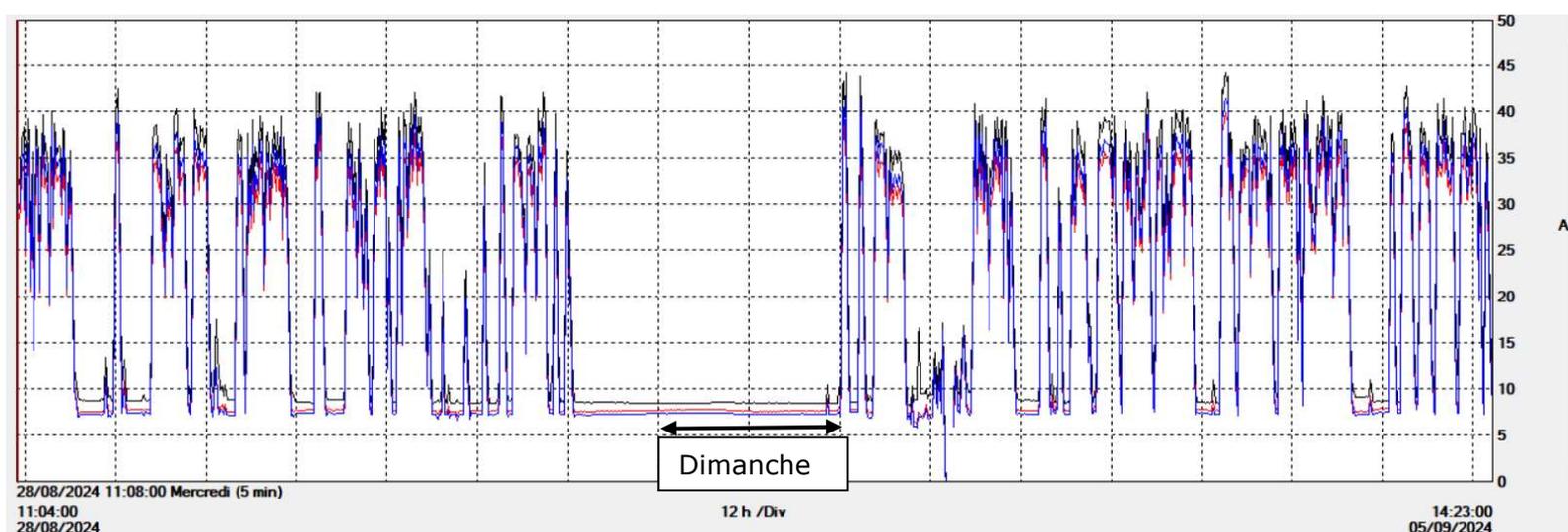
## 5.4.2. Appareil Installé



## 5.4.3. Résultats de mesure

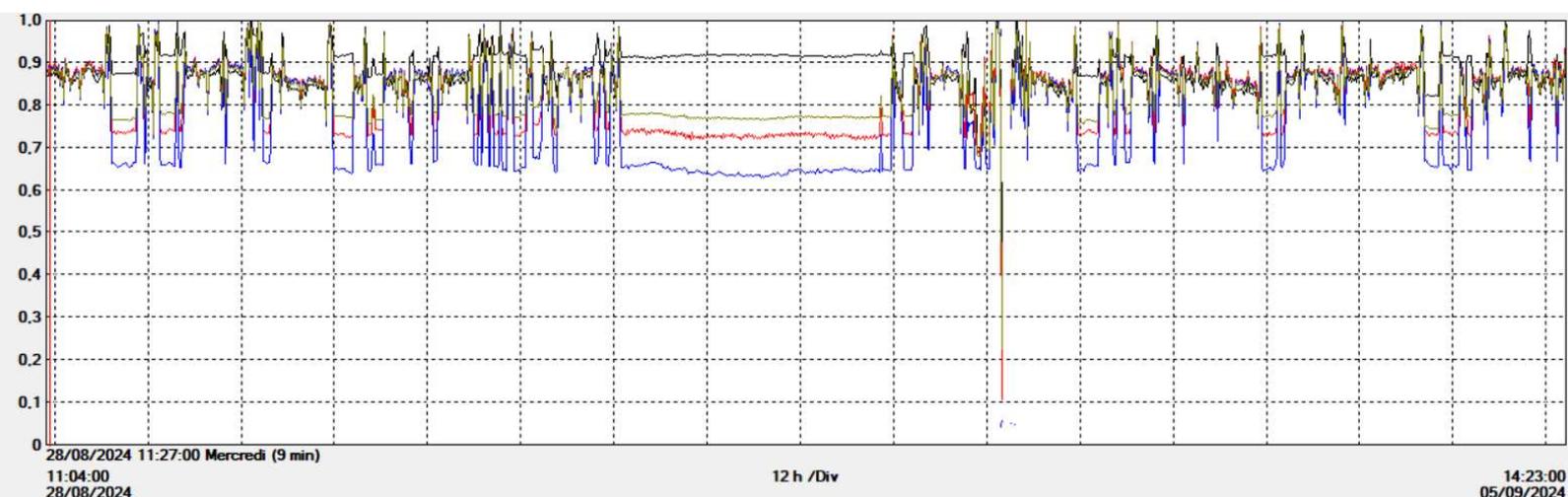
La mesure a été réalisée entre le 28/08/2024 à 11h au 05/09/2024 à 14h (1 semaine)

### 5.4.3.1. Intensité mesurée



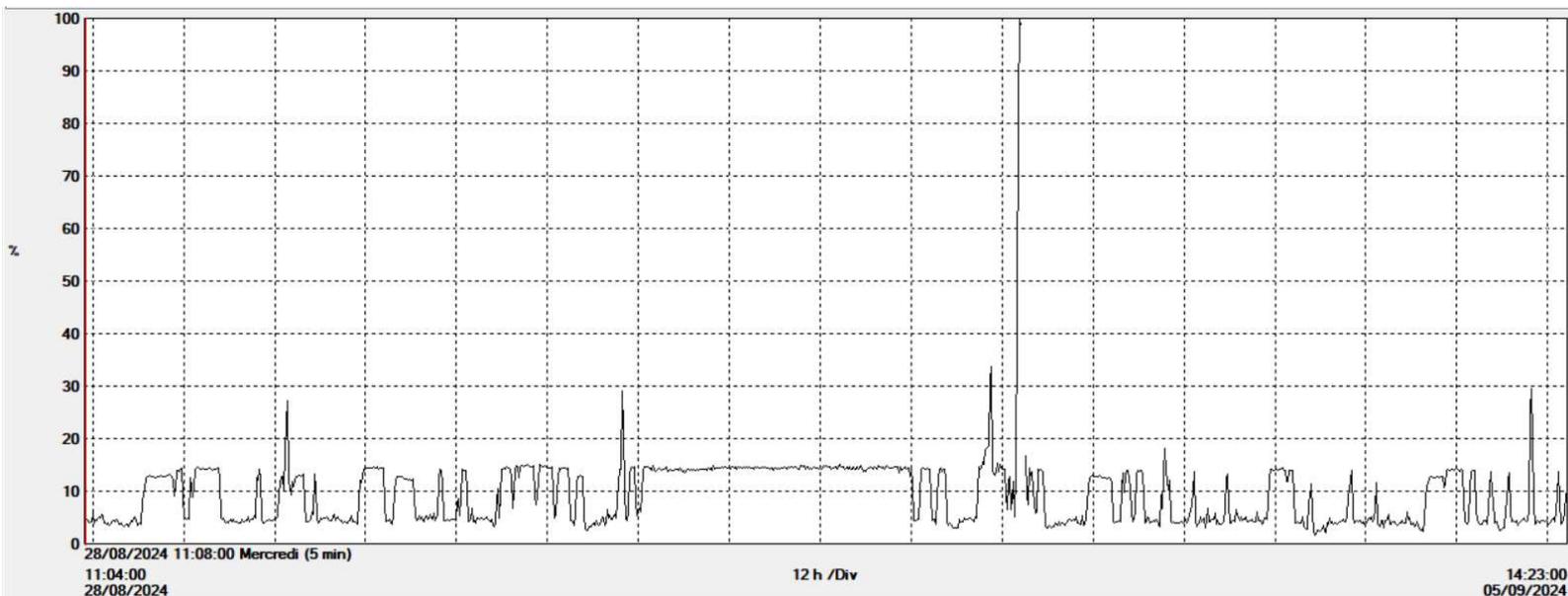
La consommation à vide de la MTIGF (aucun flux à traiter) est de **8.4A** cela correspond à **76.32 kVA/h** sur une journée comme un dimanche où la machine ne traite pas de flux (environ **68.7 kWh**) cela correspond à environ **12.36€** par dimanche

#### 5.4.3.2. Facteur de puissance

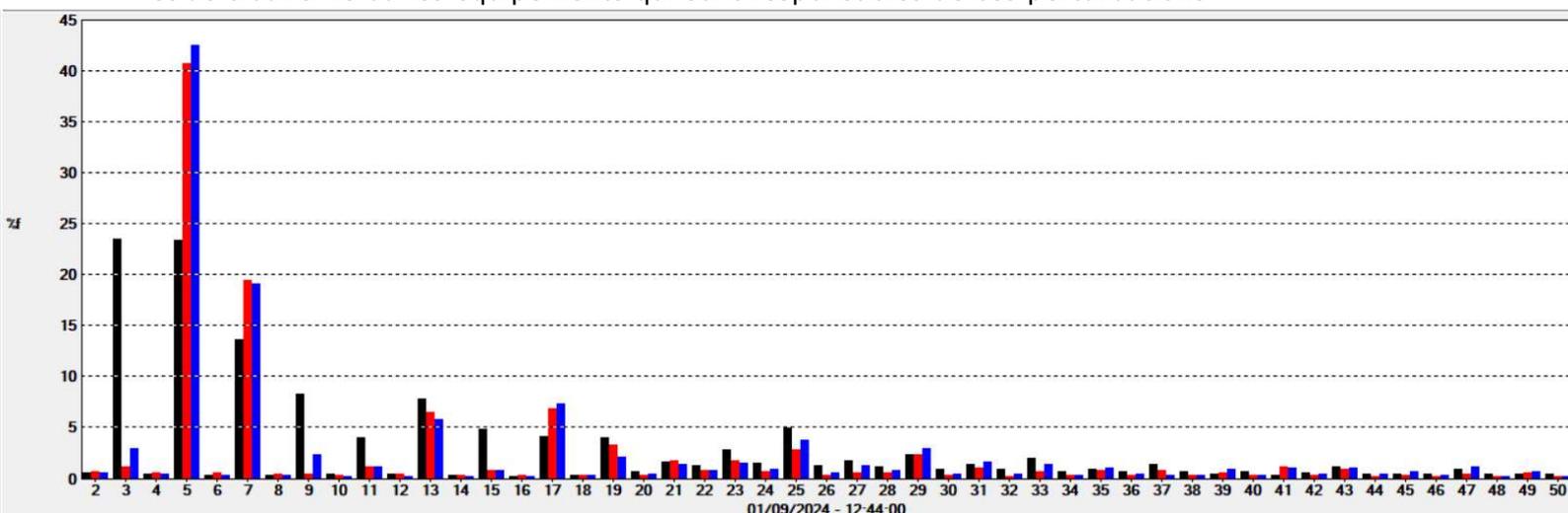


Le facteur de Puissance de la MTIGF est très bon (**0.9**) cela est dû à la correction active au sein de la machine par des batteries de condensateurs prévues par le fabricant, en revanche on remarque une forte disparité entre les phases qui témoigne de parasitage par harmonique ou déséquilibre de consommation

#### 5.4.3.3. Harmoniques et déséquilibre de courant



Le déséquilibre de courant mesuré est compris entre 5 et 14% entre les phases avec une moyenne de 9.22% il peut être nécessaire si celui-ci augmente encore de se pencher sur le sujet et de trouver le ou les équipements qui sont responsables de ces perturbations



La mesure des harmoniques est quant à elle assez mauvaise et varie beaucoup par phase, typique d'une usure forte d'un ou plusieurs équipements, **sur le rang 3 un équipement Monophasé (Phase 1) semble en être la cause** on observe des valeurs d'harmoniques dépassant les 40% de rang 5 et 7 ce qui est bien au-dessus de la valeur typique, cela est souvent dû aux appareils de commandes (variateurs...), qui avec l'usure et le temps sont responsables de ces perturbations en fréquence, cela entraîne des problèmes de maintenance à moyen et long terme des équipements (vibration accrue, perturbation du fonctionnement typique, échauffement des enroulements de moteurs, usure des roulements accrue, augmentation du niveau de bruit)

## 5.5. Mesure n°4 CDP17 (cable plat W1-6 armoire AE1)

### 5.5.1. Éléments impactés

## CDP17

TBST40-01  
TB40-02  
RT40-05  
TBST41-01  
TB41-02  
TB41-05

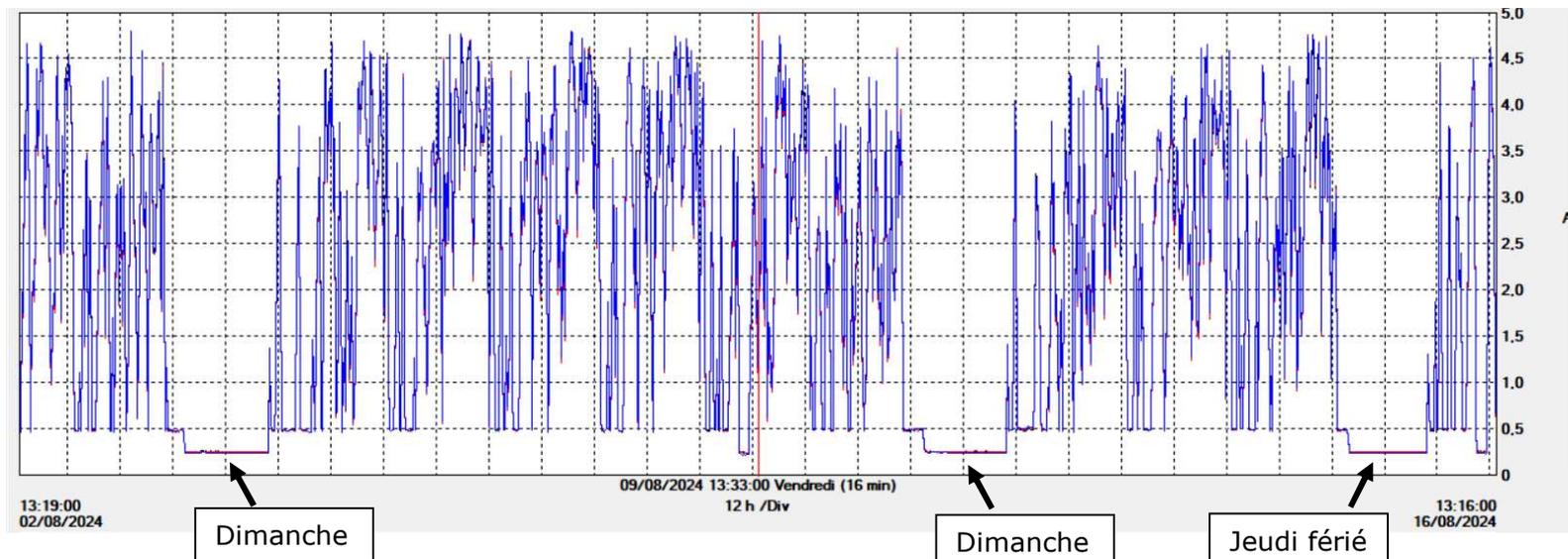
### 5.5.2. Appareil Installé

L'appareil a été installé sur le bornier XM1 (pince ampère métrique), de l'armoire AE1, à côté du câble W1-7 de la mesure n°2

### 5.5.3. Résultats de mesure

La mesure a été réalisée entre le 02/08/2024 à 13h au 16/08/2024 (2 semaines)

#### 5.5.3.1. Intensité mesurée

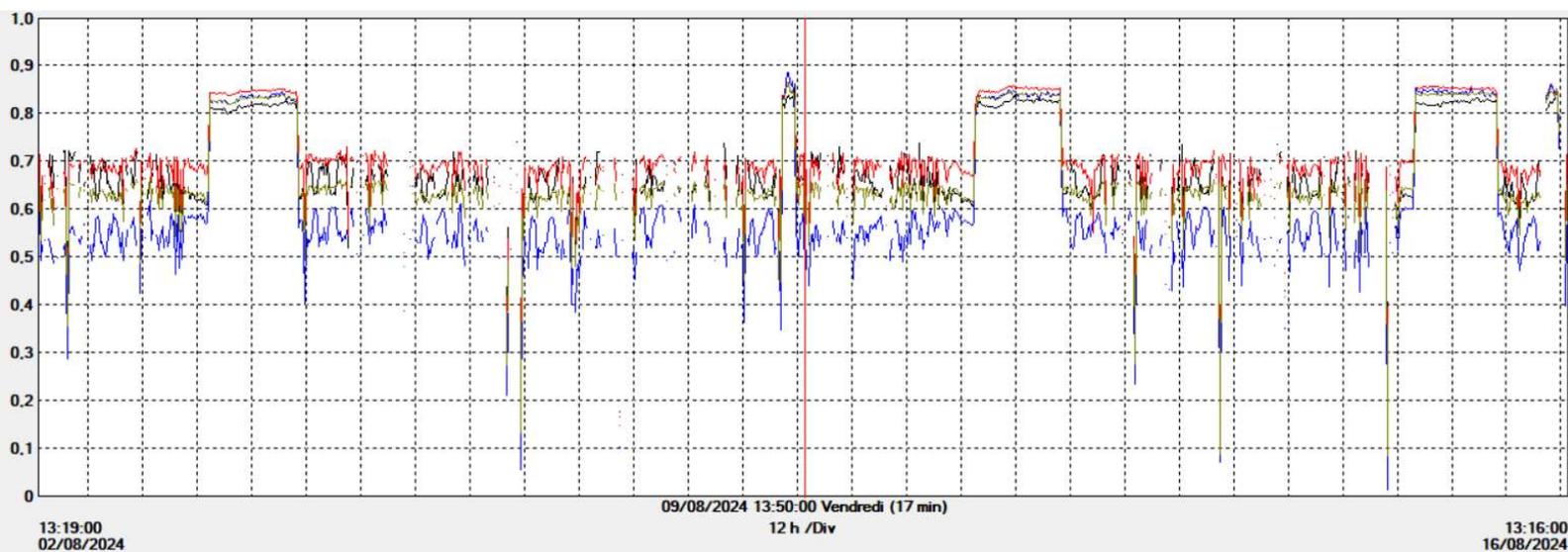


On peut observer sur cette partie de la transitique une consommation résiduelle de 500mA (correspondant certainement à des appareils de commandes) la consommation est assez typique pour ce genre d'installation industrielle

**Courant Moyen Imoy = 2.5A par phase**

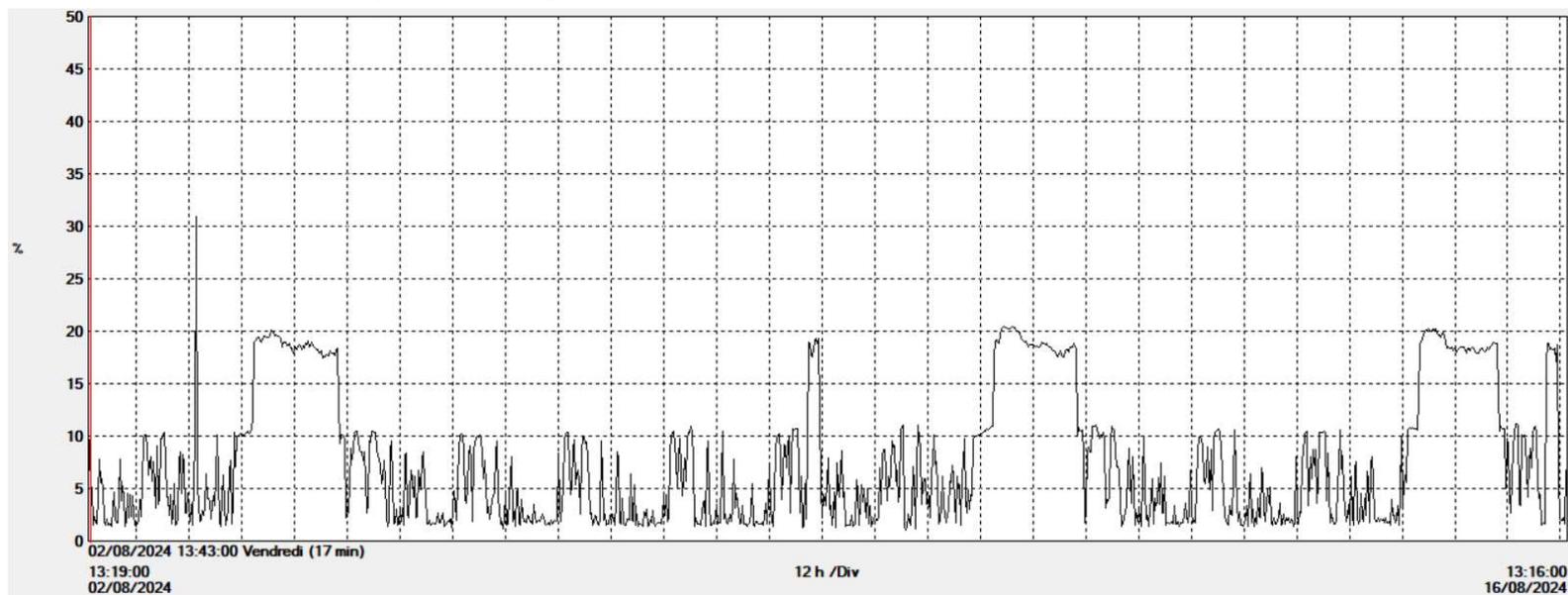
**Courant Max Imax = 5.42A par phase**

#### 5.5.3.2. Facteur de puissance

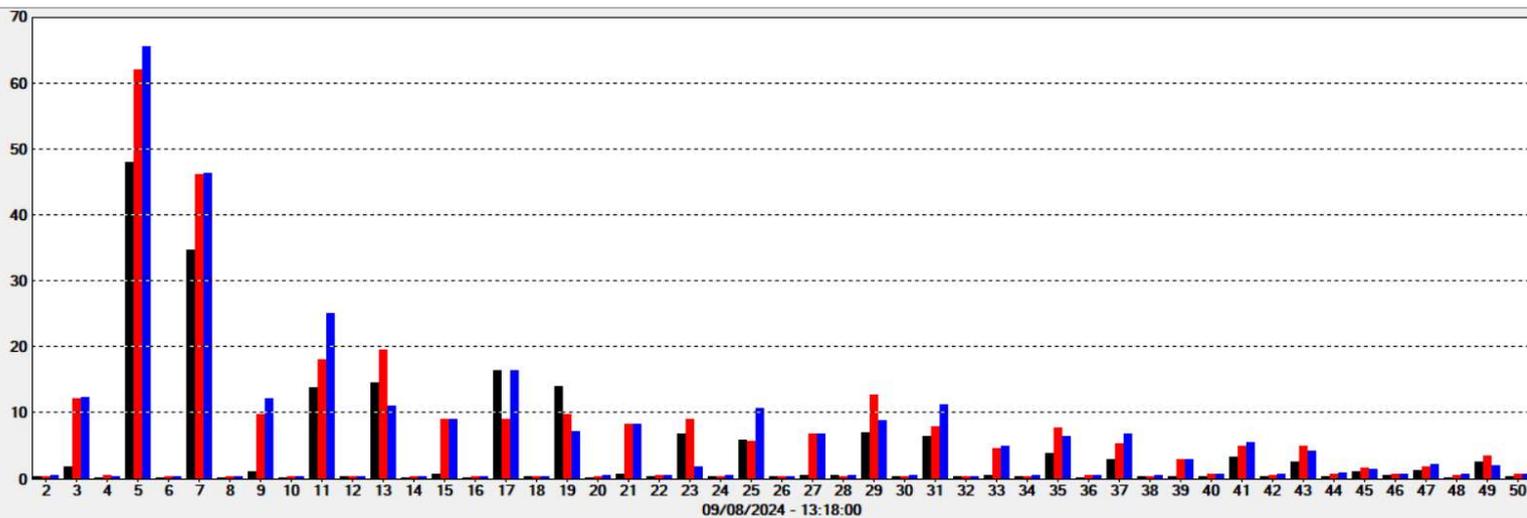


Le  $\cos \varphi$  de la zone est optimal, se situant entre 0,9 et 1 en revanche le facteur de puissance est assez moyen à cause de très fortes harmoniques (voir ci-dessous).

### 5.5.3.3. Harmoniques et déséquilibres de courant



Le déséquilibre de courant, compris entre 5 et 10%, indique des perturbations potentielles. Bien que le risque soit relativement faible, il est utile de surveiller cet indicateur dans le cadre de la maintenance préventive. Il est recommandé d'examiner cette situation de plus près afin d'identifier et de localiser les équipements responsables de ces anomalies.



La mesure d'harmonique, dévoile aussi de très fortes perturbations sur le réseau, assez uniformes entre phases, on observe des pics à **65%*f*** ce qui est **considérable**, selon la norme NFC15100 en annexe C cette zone est fortement polluée avec des dysfonctionnements possibles d'appareils il est nécessaire de vérifier et d'identifier la provenance de ces perturbations pour maximiser la durée de vie du reste des composants, tout en minimisant les opérations de maintenance correctives

## 6. Conclusion

En conclusion **La consommation de courant excessive** des moteurs est une priorité absolue, cela entraîne **une perte financière significative** et nécessite une analyse approfondie pour identifier la cause exacte. Dans la mesure n°1 le problème n'est pas lié à un problème de temporisation, on observe ce phénomène sur **3 ou 4 convoyeurs en milieu de ligne** (voir annexe A), et ne retourne pas de message d'erreur sur le système de supervision Fives, sur l'anneau TCC les sorties ne s'arrêtent qu'après plusieurs minutes d'un passage d'une cassette unitaire, **les temporisations ne peuvent être corrigées qu'avec l'intervention du constructeur Fives**, nécessitant alors de créer un dossier avec eux

En plus des problèmes de temporisation, **d'autres anomalies ont été identifiées**, telles que **les harmoniques en courant** et le déséquilibre de courant, ils correspondent majoritairement à des indicateurs de maintenance prédictive, pouvant causer des pannes matérielles ou réduire la durée de vie des équipements **à moyen et long terme**, ils ne sont pas une urgence mais ils permettent de quantifier la qualité du réseau électrique sur l'installation, il peut être utile de prendre en compte ces indicateurs de performance pour permettre de réduire les opérations de maintenance correctives ainsi que les arrêts machines imprévus

Il est donc essentiel de **poursuivre les mesures** et de **cartographier le site** pour obtenir des données fiables. Cela permettra de définir des stratégies de correction en fonction de la gravité des problèmes et d'évaluer le retour sur investissement des solutions proposées.

# ANNEXES

## 7. Annexe A – Sortie GF, Vidéo de dysfonctionnement : absence d'arrêt des convoyeurs

Lien de la vidéo

[Transitique Wissous - Disfonctionnement des arrêts.mp4](#)

## 8. Annexe B – Caractéristiques Techniques PEL104 Chauvin Arnoux

### Caractéristiques Générales :

- **Entrées** : 3 entrées de tension et 3 entrées de courant.
- **Tension Mesurée** : Jusqu'à 1000 V AC/DC.
- **Courant Mesuré** : Jusqu'à 10 kA AC / 5 kA DC.
- **Puissance Mesurée** : Jusqu'à 10 GW/Gvar/GVA.
- **Énergie Mesurée** : Jusqu'à 4 EWh/EVAh/Evarh.
- **Norme de Mesure** : IEEE 1459.

### Fonctionnalités :

- **Enregistrement Continu** : Avec un pas de 200 ms.
- **Communication** : WiFi, 3G-UMTS/GPRS, LAN (Ethernet), Bluetooth, USB.
- **Auto-Alimentation** : Par les entrées de tension jusqu'à 600 V.
- **Mode Alarme** : Configuration des limites et enregistrement des événements.
- **Application Mobile** : Compatible avec Android pour la configuration et la visualisation des données.
- **Logiciel** : PEL Transfer pour l'analyse des données et génération de rapports.

Plus d'informations sur <https://www.chauvin-arnoux.ch/fr-fr/pel106-fr.html>

## 9. Annexe C – Norme NFC 15100 impact des harmoniques

## Normes NFC 15100

Des appareils de surveillance et de contrôle des harmoniques permettent d'évaluer la distorsion de la tension et du courant, et de déclencher des actions correctives si nécessaire. Les ordres de grandeur des taux de distorsion et les effets sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Normes NFC 15100	
Taux d'harmoniques	Effets prévisibles
THDu<5% et THDi<10%	Neant
5%<Thdu<8% ou 10%<Thdi<50%	Pollution significative, effets nuisibles possibles
Thdu>8% ou Thdi>50%	Pollution forte, dysfonctionnements probables
Taux d'harmonique 3 en courant>15%	Courant non négligeable dans le conducteur de neutre