

# **EXPERIMENTATION REVERBERI: SYSTEME D'ECONOMIE D'ENERGIE EN ECLAIRAGE PUBLIC**

## **Commune de Saint-Paul**

POSTE 3711  
RESEAU D'ECLAIRAGE DE LA RUE SAINT-LOUIS





**SARL TESTONI REUNION**

Réseaux électriques

11 Rue Lafayette  
ZI Bras Fusil  
97470 SAINT BENOIT

Tel: 0262 50 00 30 / Fax: 0262 50 22 33  
E-mail: [entreprise@testoni-reunion.com](mailto:entreprise@testoni-reunion.com)  
Web: [www.testoni.fr](http://www.testoni.fr)

Ingénieur Technico-Commercial:  
Cyril MARODON  
Tel: 0262 47 70 13 / Fax: 0262 47 70 17  
GSM: 0692 69 45 06  
E-mail: [cm@testoni.fr](mailto:cm@testoni.fr)

Sarl Capital 157 500 €  
SIRET 340 270 495 000 13  
APE 452F  
RC 87B86

Interlocuteur:	Cyril MARODON
N° Téléphone:	0262 47 70 13 / 0692 69 45 06

Affaire: <b>Expérimentation REVERBERI Saint-Paul</b>
N° de référence du dossier: 7006

Saint-Benoît, le: 03/05/2007

**SYSTEME ECONOMIE D'ENERGIE, POSTE 3711, SAINT-PAUL**

**MAIRIE DE SAINT-PAUL:**  
**EXPERIMENTATION D'UN SYSTEME D'ECONOMIE D'ENERGIES REVERBERI**  
**SUR L'ARMOIRE D'ECLAIRAGE PUBLIC DU POSTE 3711 ALIMENTANT LE**  
**RESEAU D'ECLAIRAGE DE LA RUE SAINT-LOUIS.**

**SOMMAIRE**

<b>CHOIX DU SITE ET DU RESEAU</b> .....	2
<b>REGULATEUR / VARIATEUR DE DEMONSTRATION</b> .....	3
<b>DUREE DE L'EXPERIMENTATION</b> .....	3
<b>INSTALLATION DU MATERIEL</b> .....	4
<b>CYCLE DE FONCTIONNEMENT CHOISI</b> .....	4
<b>SUIVI DU FONCTIONNEMENT ET RESULTATS</b> .....	5
<b>ANNEXES</b> .....	6

Notations:

- P:** Puissance active, exprimée en kW
- S:** Puissance apparente, exprimée en kVA
- $\phi$ :** angle de déphasage entre l'intensité et la tension

**CHOIX DU SITE ET DU RESEAU**

Le choix du site a été fait par le Service Environnement et Eclairage Public de la commune de Saint-Paul. Il s'agit de l'armoire de commande d'éclairage public de la **rue Saint-Louis** située sur le **poste 3711**.

L'installation concernée est composée de **30 luminaires ESTORIL GFS de 250 W** positionnés sur des mâts d'une hauteur de 10 m. Les luminaires sont répartis en 2 réseaux: un départ sous disjoncteur de 32 A comprenant 10 points lumineux et un autre sous disjoncteur de 40 A comprenant 20 points lumineux. L'ensemble est câblé en triphasé.

Supposons que le rendement et que le  $\cos \varphi$  soient dans la moyenne, avec, en valeurs approximatives:  
 $\text{rendement} \approx 1,15$  ;  $\cos \varphi \approx 0,7$

La puissance consommée est calculée par:

$$P \approx 30 \times 0,25 \times 1,15$$

La puissance apparente totale nécessaire au fonctionnement en régime stabilisé est:

$$S \approx (30 \times 0,25) \times \frac{1,15}{0,7}$$

Ce qui donne les valeurs théoriques estimées:  **$P \approx 8,5 \text{ kW}$**  et  **$S \approx 12,32 \text{ kVA}$**

Les hypothèses de calcul ont été validées par TESTONI REUNION par des mesures in situ à l'aide d'un Fluke 434 (mesure de courants et de puissances sur une installation triphasée).

Ces mesures nous donnent les courants stabilisés suivants:

Neutre:  $I_N = 10,4 \text{ A}$

Phase 1:  $I_1 = 16 \text{ A}$

Phase 2:  $I_2 = 18,5 \text{ A}$

Phase 3:  $I_3 = 17 \text{ A}$

La présence d'un courant élevé dans le neutre proviendrait à la fois du raccordement d'un réseau aérien monophasé et du léger déséquilibre entre les phases. La défaillance de matériel vétuste ou hors service a aussi un impact direct sur le courant de neutre du fait que les éléments d'éclairage public travaillent en circuit monophasé.

La puissance apparente est calculée par:

$$S = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3} \times 410 \times \sqrt{3} \text{ ou } S = (I_1 + I_2 + I_3) \times 230$$

Les calculs donnant respectivement  $S = 12,2 \text{ kVA}$  ou  $S = 11,85 \text{ kVA}$ , pour l'ensemble du réseau soumis directement à la tension EDF de 230 V, nous pouvons supposer que la puissance apparente réelle consommée vaut alors:

$$\mathbf{S \approx 12 \text{ kVA}}$$

Nous pouvons ainsi valider nos hypothèses car les 2 puissances apparentes calculées par la théorie et par la mesure sont proches, l'erreur n'étant que d'environ 3 %. Ainsi, dans le cadre de notre expérimentation, il faudra disposer d'un matériel permettant de fournir une puissance apparente de 12 kVA pour le bon fonctionnement du réseau d'éclairage. Nous pouvons aussi considérer que dans la puissance consommée par le réseau est d'environ 8,5 kW, ce qui se ramène, avec une commande par récepteur PULSADIS et une durée de fonctionnement annuelle approchant 3 900 heures, à une consommation électrique annuelle de l'ordre de 33 MWh (et une facture estimée à 2 900 euros/an).

### **REGULATEUR / VARIATEUR DE DEMONSTRATION**

L'appareil de démonstration proposé est un **REVERBERI SEC STP 16** d'une puissance maximum de **16 kVA**, soit d'une puissance apparente supérieure de 33 % par rapport à la puissance apparente nécessaire au réseau (12 kVA). Notre appareil de régulation / variation fonctionne à 75 % de sa capacité et a donc au moins 25 % de puissance en réserve.

La tension mesurée aux bornes de l'installation est de 230 V minimum. En régulant le réseau à une tension maximale de 220 V, la puissance apparente maximale est alors réduite d'environ 4 %. Elle est ramenée à environ **11,5 kVA**.

Le régulateur / variateur REVERBERI utilise le principe d'abaissement de tension. Il n'engendre donc pas d'harmoniques sur le réseau, possède un rendement de 98,5 % et peut travailler avec tout type de lampe. L'appareillage est intégré dans une armoire en INOX verrouillée avec une serrure dont nous disposons de la clef. Le système est ventilé pour éviter les surchauffes, et possède ses propres protections différentielles. Il nécessite d'être rattaché à la terre (prise sur l'armoire de commande existante).

### **DUREE DE L'EXPERIMENTATION**

La démonstration est effectuée sur une période de **3 mois**, à compter de la mise en marche de l'appareil après installation sur le poste EDF. L'expérience a débuté le **vendredi 16 mars 2007** (premier cycle réalisé pendant la nuit du 16 mars au 17 mars). Elle se termine le **vendredi 15 juin 2007**, jour de démontage de l'installation expérimentale. Cela correspond à une période de **13 semaines** de fonctionnement en mode économique.

## INSTALLATION DU MATERIEL

L'armoire de commande actuelle n'est pas déposée. Il n'a été fait qu'une déviation à l'intérieur même de celle-ci pour ajouter dans le circuit le mécanisme de régulation / variation. Le régulateur / variateur REVERBERI a alors été **installé en série à l'aval du contacteur de l'armoire de commande actuelle** (dont le récepteur PULSADIS commandera l'allumage et l'extinction du réseau) **et à l'amont des 2 départs souterrains**.

Si besoin est pour la mairie de réaliser des travaux de maintenance du réseau, il reste possible d'activer la marche forcée à partir de son armoire de commande (sur laquelle nous avons branché en série le variateur / régulateur REVERBERI) soit par l'interrupteur de marche forcée, soit par l'enclencheur du récepteur relai PULSADIS.

La commande d'éclairage étant toujours pilotée par le **récepteur relais PULSADIS** présent, nous ne changerons donc pas les horaires d'enclenchement de l'éclairage public.

Ainsi, notre analyse sur trois mois pourra être judicieusement comparée avec des données de la même période prise sur l'année précédente, id est du 16 mars 2006 au 15 juin 2006. Les durées de fonctionnement de l'éclairage seront similaires, et nous pourrons ainsi confirmer l'unicité du principe de variation / régulation sur l'impact énergétique et économique observé a posteriori.

En pratique, les factures EDF ne permettent pas d'avoir autant de précision sur l'analyse de l'étude. Il sera ainsi fait une évaluation annuelle et une évaluation sur 3 mois (ou 6 mois selon l'abonnement EDF) pour extraire la meilleure comparaison possible.

Il est aussi possible d'effectuer la gestion de l'allumage / extinction de l'éclairage au moyen d'un capteur à infrarouges INFRALUX branché sur notre armoire REVERBERI, mais nous n'utiliserons pas cette méthode pour l'expérimentation. En effet, l'INFRALUX étant un contacteur crépusculaire précis, il se peut qu'il optimise suffisamment la durée de l'éclairage pour que nous ne puissions pas faire de comparaison efficace de notre installation avec celle existante.

## CYCLE DE FONCTIONNEMENT CHOISI

Voir les graphiques en annexes.

Les heures de fonctionnement sur la première nuit de fonctionnement, celle **du 16/03/2007 au 17/03/2007**, sont: **Allumage à 18h37 et Extinction à 06h01.**

Les heures d'allumage et d'extinction dépendent directement de l'information envoyée au récepteur PULSADIS.

Les données intéressantes sur le cycle à choisir ne sont pas nécessairement celle des heures de coucher et de lever du Soleil, mais les intensités du trafic routier. Ainsi, alors que le système de régulation est appliqué sur toute la durée de fonctionnement, le système de variation ne sera pas utilisé pendant les périodes de pointe, que nous avons programmé de 18h30 à 21h00 pour la soirée, et à partir de 05h00 pour le matin. La régulation reste pourtant effective, ce qui limite la tension fournie à 220 V.

Ainsi, le cycle de fonctionnement réglé sur le REVERBERI SEC STP 16 est le suivant:

Pendant 5 min après l'allumage (environ 18h30 à 18h35) – Fonctionnement à la puissance de démarrage sous 200 V (5 min à 17 % de réduction de puissance)

5 min après l'allumage à 21h00 – Fonctionnement à pleine puissance sous 220 V (2 h 30 min à 0 % de réduction de puissance)

De 21h00 à 05h00 – Fonctionnement à puissance réduite sous 160 V (8 h à 47 % de réduction de puissance)

De 05h00 à l'heure d'extinction (environ 06h00) – Fonctionnement à puissance réduite sous 200 V (1 h à 17 % de réduction de puissance)

$$\frac{(0,17 \times 0,08) + (0 \times 2,5) + (0,47 \times 8) + (0,17 \times 1)}{11,58} = 0,34$$

La variation ainsi programmée permet de réaliser **une économie d'énergie sur un cycle complet de 34 %**.

L'économie d'énergie ainsi réalisée par rapport au cycle initial peut alors être estimée. Elle tient compte de deux paramètres qui sont les suivants:

- **Economie liée à la régulation 220 V / 230 V: - 10 %**

⇒ Lors de la régulation, le réseau est donc limité à **90 %** de puissance par rapport au mode non régulé.

- **Economie liée au cycle de variation** par rapport à 220 V: - **34 %**

⇒ Sur les 90 % de consommation maximale possibles, il n'y a que **66 %** de consommation effectivement réalisés.

$$(1 - 0,34) \times (1 - 0,01) = 0,66 \times 0,9 = 0,59 \quad \rightarrow \quad 1 - 0,59 = 0,41$$

Cela nous ramène à une **économie d'énergie globale de 41 %** sur les consommations électriques.

Le réseau soumis à la régulation / variation ne fonctionne alors, en moyenne, plus qu'à 59 % de sa puissance antérieure, ce qui nous permet d'effectuer les calculs suivants sur le nouveau statut du réseau:

$$P_{\text{régulé/varié}} = 0,59 \times P \quad \text{avec} \quad P \approx 8,5 \text{ kW} \quad \rightarrow \quad P_{\text{régulé/varié}} \approx 5 \text{ kW}$$
$$S_{\text{régulé/varié}} = \frac{P_{\text{régulé/varié}}}{\cos(\varphi)} \quad \text{avec} \quad \cos \varphi \approx 0,7 \quad \rightarrow \quad S_{\text{régulé/varié}} \approx 7,2 \text{ kVA}$$

De nos estimations, il en vient donc que **la consommation moyenne du réseaux n'est plus que de 5 kW pour une puissance apparente moyenne de 7,2 kVA**. Nous les confirmerons par la suite sur les résultats obtenus en fin de démonstration.

*Remarque: les taux de réduction de puissance sont ceux obtenus lors d'expérimentations en laboratoire du matériel REVERBERI avec des lampes SHP de 250 W. Ces taux varient selon l'installation (type et qualité des éléments du réseau d'éclairage). Nous pourrions les comparer avec les mesures de puissances sur l'installation à Saint-Paul. Nous assurons néanmoins des résultats similaires avec peu d'écart.*

### **SUIVI DU FONCTIONNEMENT ET RESULTATS**

TESTONI REUNION a confié au BET REUNIR la mission de suivi de cette expérimentation.

Les mesures faites par l'automate LIT du SEC STP 16 seront relevées hebdomadairement puis mises en ligne sur un site web accessible par le client. L'adresse de ce site et les codes d'accès client seront communiqués aux Services Techniques de la Mairie de Saint-Paul, représentés par le responsable du Service Eclairage Public, en la personne de Monsieur AYE Jackson.

L'installation ayant été fait un vendredi, les relevés seront effectués chaque vendredi, de manière à récupérer les mesures des 7 cycles hebdomadaire. Ces données seront mises sur le site au plus tard le lundi suivant en cours de journée.

En cas d'anomalie constatée sur le fonctionnement du réseau (mise en marche, coupures,..) ou sur l'appareillage (dégradations,..), la commune peut en informer l'ingénieur technico-commercial de TESTONI REUNION, Monsieur MARODON Cyril:

- soit par e-mail à [cm@testoni.fr](mailto:cm@testoni.fr)
- soit par fax au 0262 47 70 17
- soit sur téléphone fixe au 0262 47 70 13
- soit sur téléphone portable au 0692 69 45 06.

**Deux réunions de synthèse** seront organisées, l'une à la mi-expérimentation (**début mai 2007**) et l'autre à la fin de l'expérimentation (**fin juin 2007**). Les membres des Services Techniques participant au suivi de la démonstration ainsi que les élus de la commune pourront assister à ces réunions qui se dérouleront dans une salle de réunion de Saint-Paul, les dates et heures étant précisées par la mairie de Saint-Paul en concertation avec l'entreprise TESTONI REUNION.

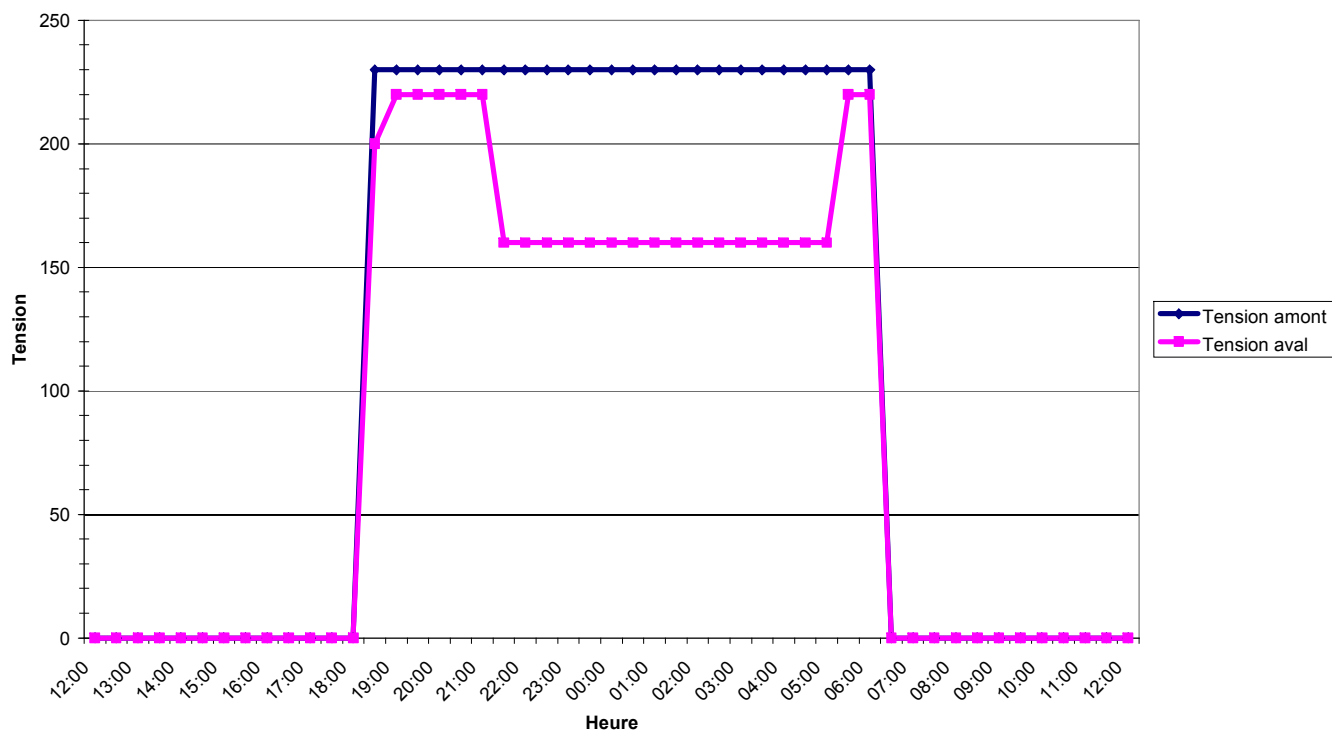
Ces réunions permettrons de faire le point sur l'expérimentation, notamment sur le fonctionnement, les problèmes éventuellement rencontrés et les résultats énergétiques obtenus.

**Cyril MARODON**  
Ingénieur  
TESTONI REUNION

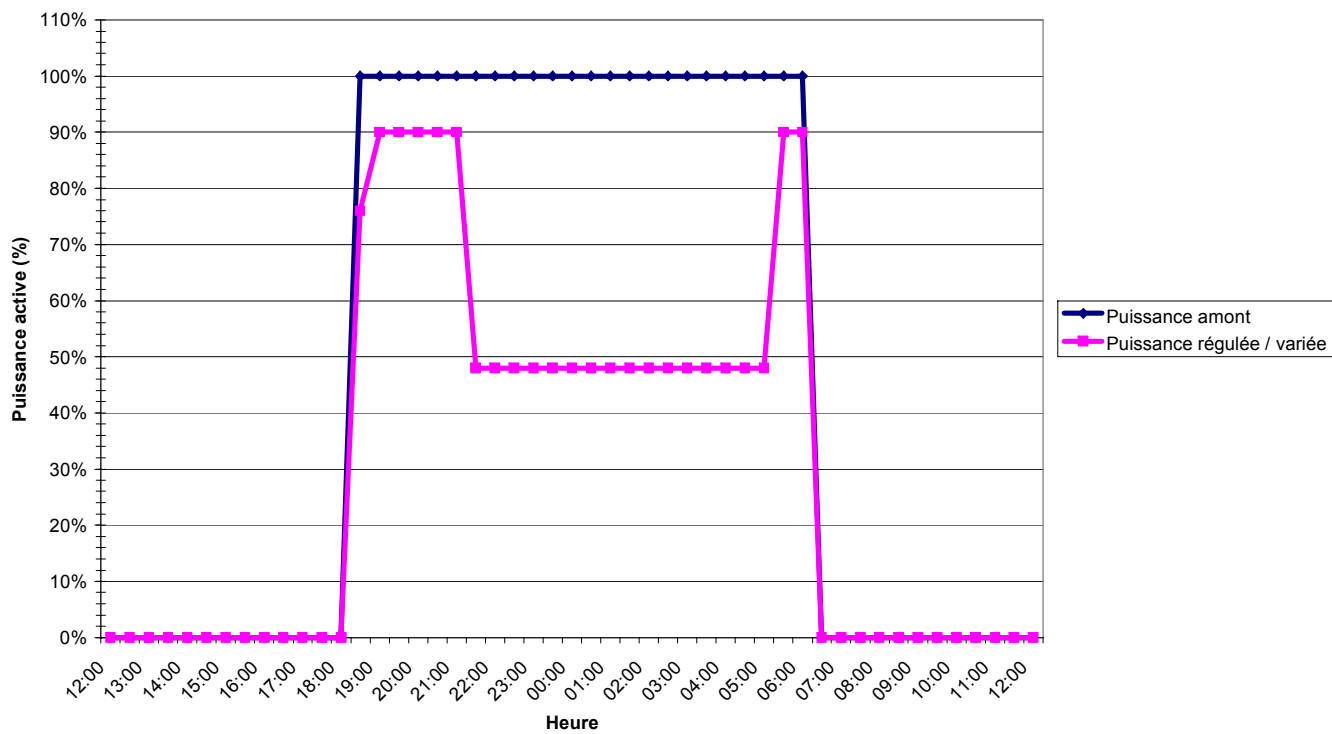
Saint-Benoît, le 03/05/07

# ANNEXES

## CYCLE DE REGULATION / VARIATION EN TENSION



## CYCLE DE REGULATION / VARIATION EN PUISSANCE



# CYCLE DE REGULATION / VARIATION EN PUISSANCE - ECONOMIE

