

STIB - SCHAERBEEK

CONSTRUCTION D'UNE NOUVELLE SOUS-STATION

Note technique NT.01/C

—

Impact acoustique des installations techniques sur l'environnement

AVRIL 2025

Indice	Date	Modification
-	JANVIER 2025	Provisoire
A	FEVRIER 2025	Coordination ARCADIS / ATS
B	FEVRIER 2025	Coordination ARCADIS / ATS
C	AVRIL 2025	Commentaires STIB

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1.	3
Introduction	3
 CHAPITRE 2.	 5
Plans du projet	5
 CHAPITRE 3.	 7
Réglementation environnementale	7
 CHAPITRE 4.	 9
Equipements techniques liés au projet	9
 CHAPITRE 5.	 10
Interventions acoustiques	10
5.1. Généralités	10
5.2. Eloignement des transformateurs	10
5.3. Murs des loges accueillant les transformateurs	11
5.4. Traitement absorbant des murs des loges accueillant les transformateurs	11
5.5. Fermeture partielle de la toiture des loges	12
5.6. Appuis antivibratoires	12
5.7. Régime horaire	13
5.8. Extracteurs	13
5.9. Prises et rejets d'air en façades	13
 CHAPITRE 6.	 14
Phasage et procédure	14
 ANNEXE - TRANSFORMATEUR PAUWELS	 15

CHAPITRE 1.

INTRODUCTION

Le projet porte sur la construction d'une sous-station, avenue de Vilvoorde, à Schaerbeek, pour le compte de la STIB.

Sa localisation est illustrée aux figures 1 à 3.

Ce projet se caractérise par l'intégration d'une série d'équipements électriques.

Parmi ceux-ci, **deux transformateurs électriques** constituent les sources de bruit principales du projet.

Ces équipements sont implantés à ciel ouvert.



Figure 1 : Localisation du projet.



Figure 2 : Localisation du projet.



Figure 3: Intégration isométrique du projet.

CHAPITRE 2.

PLANS DU PROJET

Les figures 4 et 5 illustrent les plans du projet.

On y distingue les deux espaces à ciel ouvert TFO1 et TFO2 contenant les futurs transformateurs.

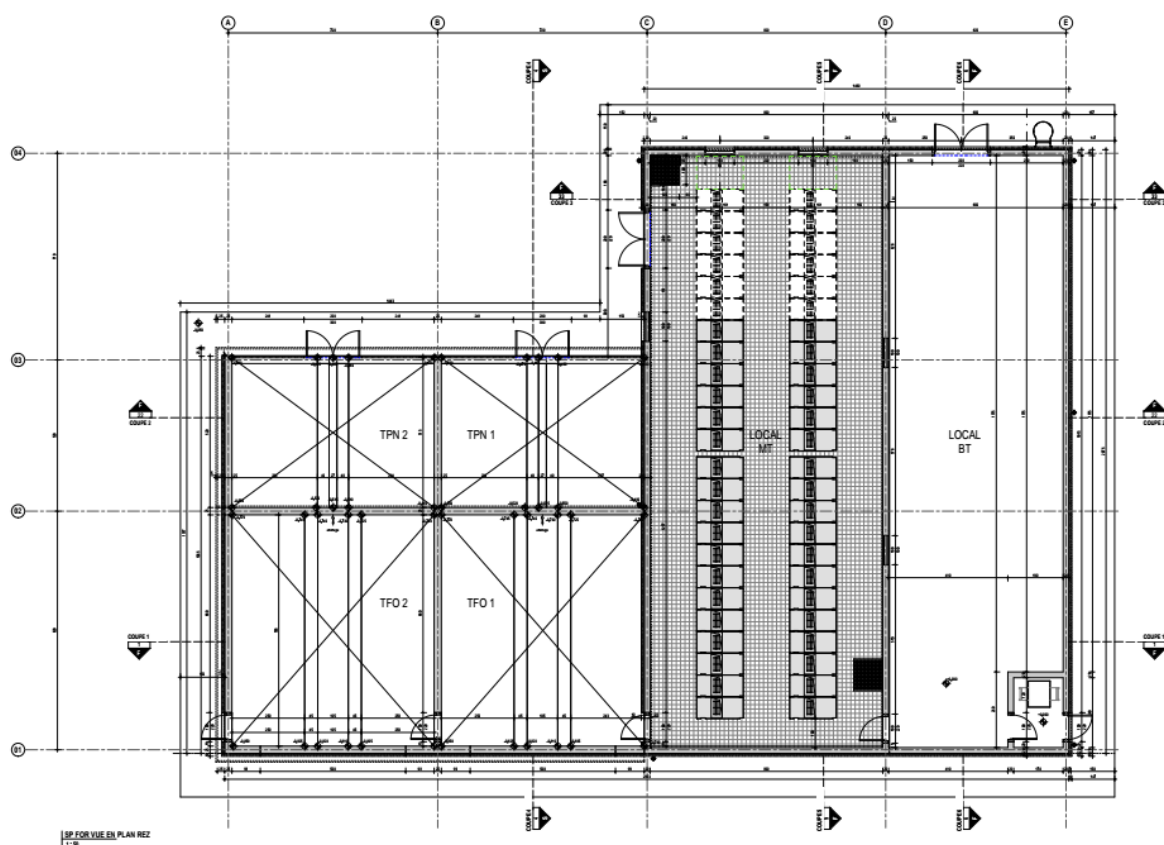


Figure 4 : Vue en plan du rez-de-chaussée.

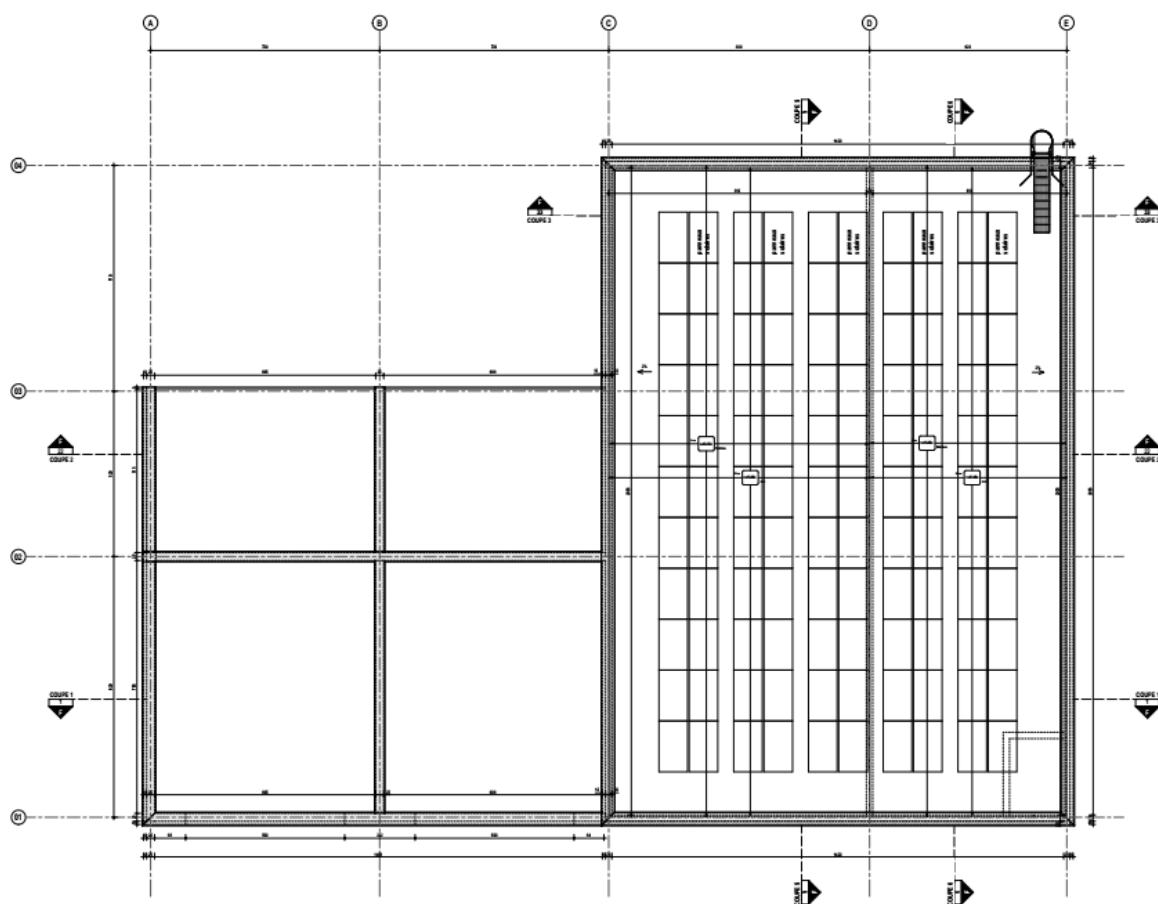


Figure 5 : Vue en plan de la toiture.

CHAPITRE 3.

RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE

Le projet est soumis à la Réglementation environnementale IBGE en vigueur (Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement) et en particulier aux Arrêtés du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatifs à la lutte contre les bruits de voisinage et les bruits et vibrations générés par les installations classées - 21 et 24 novembre 2002.

Cette réglementation contraignante est incontournable.

Par conséquent, toutes les dispositions devront être mises en œuvre afin de respecter les niveaux sonores admissibles imposés par cette Réglementation.

A ce titre, il est rappelé que ces niveaux admissibles sont notamment fonction des tranches horaires journalières considérées.

Tableau 1 : périodes A, B, C - tranches horaires journalières

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Fériés
07h00 – 19h00	A	A	A	A	A	B	C	C
19h00 – 22h00	B	B	B	B	B	C	C	C
22h00 – 07h00	C	C	C	C	C	C	C	C

Pratiquement, la Réglementation fixe le niveau de bruit spécifique global (Lsp) comme le niveau de pression acoustique équivalent propre aux installations faisant l'objet du permis. Cette valeur ne peut dépasser (**Zone d'industries urbaines, zones d'activités portuaires et de transport, zones de chemin de fer et zones d'intérêt régional à aménagement différé**) :

- Période A : 60 dBA ;
- Période B : 54 dBA ;
- Période C : 48 dBA.

Les mesures des sources sonores sont effectuées suivant la méthode et dans les conditions définies par les Arrêtés du gouvernement de la région de Bruxelles-Capitale relatifs à la lutte contre les bruits de voisinage et les bruits et vibrations générés par les installations classées - 21 et 24 novembre 2002.

Toutes les sources de bruit liées au projet sont concernées. Les interventions environnementales prioritaires concernent les équipements techniques à ciel ouvert ainsi que les prises et rejets d'air en façades.

Les critères ci-dessus doivent être respectés lorsque l'ensemble des installations techniques du projet sont en fonctionnement.



Figure 6 : Zones de bruit (source BRUGIS).

Concernant les équipements techniques, rappelons que les éventuelles émergences acoustiques sont soumises à des pénalités au sens de la Réglementation IBGE. Une attention particulière sera donc réservée à cet aspect lors du choix des équipements.

Les niveaux maximums imposés par l'IBGE sont contraignants. Au besoin, ils nécessitent des protections acoustiques autour des équipements bruyants : écrans, capotages, silencieux ...

CHAPITRE 4.

EQUIPEMENTS TECHNIQUES LIÉS AU PROJET

Le projet se caractérise par l'intégration d'une série d'équipements électriques.

Parmi ceux-ci, **deux transformateurs** sont intégrés dans des « loges » à ciel ouvert : TF.01 et TF.02.

La fiche technique d'un équipement pressenti est reprise en pièce jointe. Une vue globale est reprise à la figure 7.

A ce stade, les seules données acoustiques reprises sur la fiche technique du transformateur sont les suivantes (voir la page 3/5 de la fiche technique reprise en annexe) :

Niveaux de bruit à tension assignée et à vide :

- **ONAN (17.500 kVA) :** Pression sonore (L_p) : **45 dBA** à 1 mètre (tolérance : 2 dBA) ;
- **ONAF (25.000 kVA) :** Pression sonore (L_p) : **50 dBA** à 1 mètre (tolérance : 2 dBA).

Commentaire ATS

Ces niveaux de bruit, particulièrement faibles, devront faire l'objet d'une vérification précise, basée notamment sur le **spectre de puissance acoustique** (à recevoir) du transformateur.

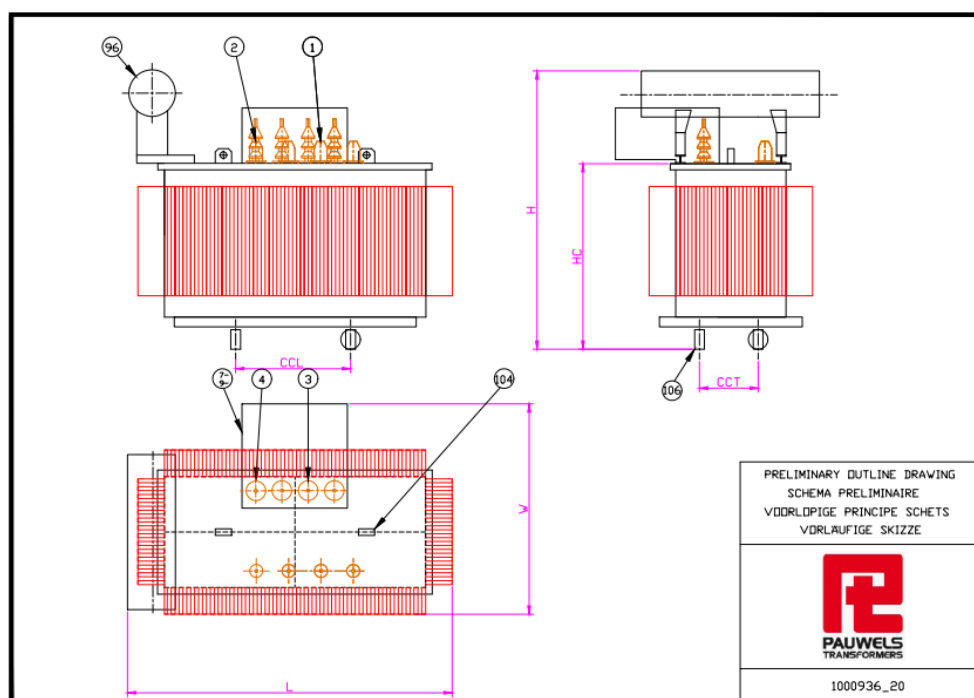


Figure 7 : Transformateur PAUWELS – Equipement pressenti.

CHAPITRE 5.

INTERVENTIONS ACOUSTIQUES

5.1. GÉNÉRALITÉS

Il importe que les équipements techniques extérieurs dont question dans ce qui précède s'inscrivent dans le respect des critères acoustiques imposés par la réglementation environnementale (Région de Bruxelles-Capitale, IBGE).

Des précautions acoustiques et vibratoires ont donc été prescrites au droit des équipements concernés, notamment :

- Eloigner les transformateurs à l'égard des riverains situés de l'autre côté des voies ferrées (avenue Georges Rodenbach, ...) ;
- **Monter les murs des loges** au-delà de la hauteur des transformateurs ;
- Traiter les murs des loges **en absorption** ; (*)
- Fermer les loges **partiellement en toiture**. (*)

Ces interventions sont synthétisées ci-après.

Il est important de noter que les niveaux de bruit annoncés dans la fiche technique du transformateur et repris au chapitre 4 ci-dessus sont très faibles.

S'ils se confirment, les deux dernières interventions ci-avant (*) ne seront probablement pas nécessaires.

Ce point essentiel devra faire l'objet d'une vérification détaillée des caractéristiques acoustiques définitives du transformateur et en particulier de son **spectre de puissance acoustique** (par bande d'octave ou mieux, par tiers de bandes d'octave). Cette donnée est **indispensable à toute analyse et vérification acoustique**.

5.2. ÉLOIGNEMENT DES TRANSFORMATEURS

La première intervention vise à éloigner, autant que faire se peut, les deux loges contenant les transformateurs à l'égard des riverains situés de l'autre côté des voies ferrées (avenue Georges Rodenbach, ...) en créant un **effet d'écrans procuré** par les locaux « batteries ». La figure 8 illustre l'effet de « tampon acoustique » procuré par les locaux « batteries ».



Figure 8 : Espace tampon créé par les locaux « Batteries » à l'égard des riverains au SUD.

5.3. MURS DES LOGES ACCUEILLANT LES TRANSFORMATEURS

La seconde intervention consiste à monter les murs des loges (contenant les transformateurs) le plus haut possible.

Dans tous les cas, la hauteur de ces murs devra être supérieure **d'au moins 1 mètre** à celle du point haut des transformateurs.

5.4. TRAITEMENT ABSORBANT DES MURS DES LOGES ACCUEILLANT LES TRANSFORMATEURS

La nécessité de ce traitement sera vérifiée sur base des données acoustiques précises du transformateur - voir points 5.1 ci-dessus.

Toutes les parois de chaque loge sont traitées en absorption. Voir la figure 9.

La composition actuellement retenue est la suivante (de l'extérieur des loges vers l'intérieur) :

- Voile de béton de la loge ;
- Matelas de laine de roche, épaisseur minimale 200 mm, densité 60 à 80 kg/m³ ;
- Lamé d'air ventilée, épaisseur 4 cm ;
- Tôle métallique, épaisseur 0.75 mm, hautement perforée (taux de perforation : minimum 40%).

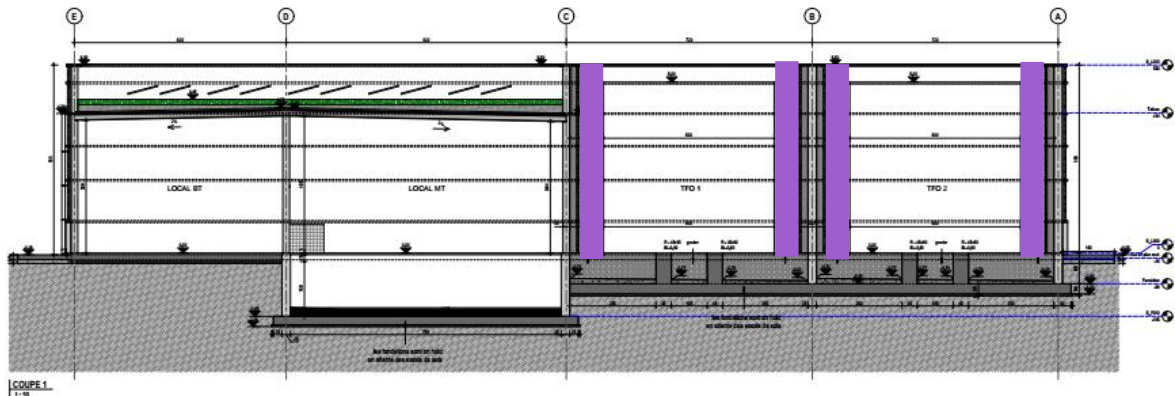


Figure 9 : Traitement absorbant des murs des loges

5.5. FERMETURE PARTIELLE DE LA TOITURE DES LOGES

La nécessité de ce traitement sera vérifiée sur base des données acoustiques précises du transformateur - voir points 5.1 ci-dessus.

Il est possible de fermer partiellement la toiture de chaque loge.

Ces fermetures seront affinées en fonction des caractéristiques définitives des transformateurs.

Elles occuperont la **plus grande surface possible** afin de limiter les ouvertures et donc le risque de propagation sonore en environnement.

En base, ces fermetures présentent la composition minimale suivante (de l'extérieur vers l'intérieur des loges) :

- Tôle pleine, épaisseur **minimale 2 mm** ;
- Laine de roche 100 mm ;
- Tôle acier hautement perforée (taux de perforation : minimum 40%).

5.6. APPUIS ANTIVIBRATOIRES

Des appuis antivibratoires sont prévus sous chaque équipement technique susceptible de générer des vibrations.

Ces appuis sont intercalés entre l'équipement concerné et son support.

Ils présenteront une fréquence propre qui permettra d'obtenir un rendement d'isolation antivibratoire **supérieur à 95%** aux fréquences d'excitation des équipements.

Ils présenteront aussi une fréquence de résonance **inférieure ou égale à 3 Hz**.

L'amortissement interne des appuis sera aussi suffisant pour limiter l'amplification due à la résonance au moment des phases de démarrage et de ralentissement des appareils.

5.7. RÉGIME HORAIRE

Les transformateurs fonctionnent en permanence.

Cela dit, d'un point de vue environnemental, on veillera à limiter, autant que faire se peut, le fonctionnement de chaque équipement du projet au strict minimum nécessaire.

5.8. EXTRACTEURS

5.8.1. SILENCIEUX

Les extracteurs éventuels sont équipés d'un silencieux.

Ces silencieux seront dimensionnés en fonction des caractéristiques définitives de **chaque** extracteur (y compris sur ceux éventuellement placés en gaine) afin d'assurer le respect des critères de bruit imposés dans l'environnement (riverains, IBGE).

5.8.2. RÉGIME HORAIRE DES EXTRACTEURS

Ici aussi, le fonctionnement de chaque extracteur sera limité au strict minimum nécessaire.

5.9. PRISES ET REJETS D'AIR EN FAÇADES

Les prises et rejets d'air en façade du projet sont également équipés d'un silencieux.

Ici aussi, ils seront dimensionnés en fonction des données acoustiques définitives liées aux équipements afin d'assurer le respect des critères de bruit imposés dans l'environnement (IBGE).

CHAPITRE 6.

PHASAGE ET PROCÉDURE

Les interventions acoustiques listées dans ce qui précède doivent faire l'objet de calculs de vérifications acoustique visant à s'assurer que les critères de bruit fixés par la réglementation environnementale sont bien respectés.

Il convient en particulier de réaliser un calcul d'efficacité de l'effet d'écran procuré par les murs des loges.

Ce calcul impose, par définition, la connaissance du **spectre de puissance acoustique par bande d'octave** (ou mieux, par bande de tiers d'octave) du transformateur.

A ce stade, ce spectre de puissance acoustique n'est pas disponible et les niveaux de bruit annoncés pour ce transformateur PAUWELS (fiche technique du fournisseur) sont particulièrement faibles. Une vérification de ces données sera donc indispensable.


Dans ce contexte, la procédure suivante est actuellement proposée :

- **Au stade du Permis** : Prévoir des interventions minimales liées aux transformateurs implantés. Ce point fait l'objet de ce qui précède ;
- **En phase projet** : La STIB imposera les critères acoustiques dans son marché des transformateurs. Ces critères feront d'ailleurs l'objet d'un critère de sélection des adjudicataires ;
- **En phase d'adjudication** : Une fois les données acoustiques précises reçues, les auteurs de projet procéderont à un calcul détaillé du projet. Le cas échéant, les interventions décrites ci-dessus (phase Permis) seront affinées ;
- **En phase exécution**, des mesures de vérification sont réalisées pour vérifier la conformité de la situation.

ANNEXE - TRANSFORMATEUR PAUWELS

Ce qui suit présente les données liées à l'équipement pressenti (PAUWELS) pour les transformateurs.

Projet / réf.: 01000936_10 rev.0
Date de quotation: 18/11/2024
Ingénieur d'offre: Boujomas Dhaya
Description: 17500 kVA - 36000 // 11000 V
Version de fiche: 67



Fiche de données techniques TRANSFORMATEUR SMALL POWER

1. Spécifications applicables
Spécifications suivantes étaient en notre possession au moment de l'offre

Reference document	Revision	Titre
CW29078/HP/CG		SPEC_CSC(Septembre 2024)

2. Remarques et déviations
Toutes les données mentionnées dans cette fiche technique sont à titre d'information seulement.
Pauwels se réserve le droit de modifier la conception, les dimensions ou les fournisseurs de matériaux mentionnés après réception de la commande.
La conception finale sera affichée dans les plans de l'encombrement général soumis après réception de la commande.
Ce transformateur est conforme aux règlement de l'Union Européenne (UE) N°548/2014.
Les sujets suivants ne correspondent pas aux spécifications mentionnées au-dessus:

Reference document	Page/paragraph	Deviation

3. Caractéristiques généraux

* Pays d'origine:	Belgique		
* Pays de destination:	Belgique		
* Type du constructeur:	ORV 25/60		
* Puissance assignée:	ONAN :	17500	kVA
	ONAF :	25000	kVA
* Rapport de tension (prise principale HT/MT/BT):	36000 // 11000 V		
* Normes:	IEC60076/1-5		
* Direction du flux d'énergie:	Step-down		
* Mode d'opération:	Distribution		
* Installation:	A l'extérieur		
* Degré de protection:	Tension la plus haute: IP00 Tension la plus basse: IP00		
* Refroidissement:	ONANONAF		
* Diélectrique:	Huile de transformateur selon IEC 60296		
* Limites de température ambiante:		Max journalière:	40 °C
		Moyenne mensuelle:	30 °C
		Moyenne annuelle:	20 °C
			-25 °C
* Echauffement:		Point chaud diélectrique:	60 Kelvin
		Moyenne enroulements:	65 Kelvin
		Point chaud enroulements:	78 Kelvin
* Isolation des enroulements:		Classe d'isolation:	A
		Matériau d'isolation:	kraft paper
* Hauteur max.:	1000 m		
* Exécution:	Cuve avec radiateurs amovibles & avec conservateur Couverture soudée Cuve avec couvercle		
* protection anti-corrosion	ISO 12944-3 :	C5	Pas de galvanisation
	Couleur de la couche finale:	RAL 7033	
* Surcharges:	IEC 60076-7		

Projet / réf.: 01000936_10 rev.0
 Date de quotation: 18/11/2024
 Ingénieur d'offre: Boujomaa Dhaya
 Description: 17500 kVA - 36000 // 11000 V
 Version de fiche: 67



Fiche de données techniques TRANSFORMATEUR SMALL POWER

4. Caractéristiques électriques

* Puissance assignée:	17500	kVA
* Fréquence assignée:	50	Hz
* Nombre de phases:	3	
* Nombre d'enroulements:	2	
* Durée de court-circuit max.:	2	s
* Enroulement haute tension:	Tension primaire	
	HT1	HT2
Puissance assignée:	17500	kVA
Tension à vide assignée:	36000	V
Courant au refroidissement ONAN:	281	A
Courant au refroidissement ONAF:	401	A
Niveau d'isolement:	41,5	kV
Tension la plus élevée:		
Tension de tenue assignée:	85	kV (50 Hz - 60 s)
Tension de tenue au choc de foudre:	185	kV (BIL)
Changeur de prises:	Dans la cuve	
Position:	En charge	
Mode d'opération:	Motorisé	
Système d'opération:	MR	
Fabricant:	VV-III-600-Y-76 10...G	
Type:	600	
Courant assigné (A):	±9x1.389	
Réglage:	19	
Nombre de prises:		
Traversées:	Nombre: 4	
	Type: DIN 52F630A-	
	Eclateurs: No	
Couplage:	YN	
Matériau:	CU	
* Enroulement basse tension:	Tension secondaire	
	MT1	BT2
Puissance assignée:	17500	kVA
Tension à vide assignée:	11000	V
Courant au refroidissement ONAN:	919	A
Courant au refroidissement ONAF:	1312	A
Niveau d'isolement:	17,5	kV
Tension la plus élevée:		
Tension de tenue assignée:	38	kV (50 Hz - 60 s)
Tension de tenue au choc de foudre:	95	kV (BIL)
Traversées:	Nombre: 3	
	Type: DIN 20N92000A-	
	Eclateurs: No	
Raccordement câbles:	Non livré	
Couplage:	d	
Matériau:	CU	
* Enroulement tertiaire:	Non disponible	

Projet / ref.: 01000936_10 rev.0
 Date de quotation: 18/11/2024
 Ingénieur d'offre: Boujomaa Dhaya
 Description: 17500 kVA - 38000 // 11000 V
 Version de fiche: 67



Fiche de données techniques TRANSFORMATEUR SMALL POWER

* <u>Couplage:</u>	YNd11			
* <u>Pertes à 75°C, puissance assignée et rapport de tension assigné:</u>				
<u>A vide (à 100 % tension assignée):</u>				
HT/MT1:	7800	W	tolérance: +15%	
<u>En pleine charge (au rapport de tension nom.) - ONAN:</u>				
HT/MT1:	63500	W	tolérance: +15%	
<u>En pleine charge (au rapport de tension nom.) - ONAF:</u>				
	130000	W	tolérance: +15%	
<u>Somme des pertes (à prise nominale) (au rapport de tension nom.) (excl. pertes des accessoires) - ONAN:</u>				
HT/MT1:	71300	W	tolérance: +10%	
<u>Somme des pertes (à prise nominale) (au rapport de tension nom.) (excl. pertes des accessoires) - ONAF:</u>				
	137800	W	tolérance: +10%	
* <u>Tension de court-circuit à 75°C, tension assignée et rapport de tension nom.:</u>				
ONAN :	HT/MT1:	8,4	%	tolérance: +/-5%
ONAF :		12,0	%	tolérance: +/-5%
* <u>Courant à vide (pourcentage du courant assigné):</u>				
	HT/MT1:	0,3	%	tolérance: +/- 30%
* <u>Courant d'enlèvement (max.):</u>				
		4,2	* courant assigné	

5. Caractéristiques mécaniques

* Dimensions hors tout et poids:	(All weights and dimensions are preliminary. Pauwels reserves the right to change these during final design after PO)		
Sans boîte à câbles/produit:			
Longueur (L):	5100 mm	(approximatif et non certifié)	
Largeur (W):	3190 mm	(approximatif et non certifié)	
Hauteur:			
hors tout (H):	4275 mm	(approximatif et non certifié)	
Jusqu'au-dessus du couvercle (HC):	2900 mm	(approximatif et non certifié)	
Centre entre galets de roulement (CCL):	1505 mm	(approximatif et non certifié)	
Centre entre galets de roulement (CCT):	1505 mm	(approximatif et non certifié)	
poids du liquide de refroidissement:	9300 kg	(approximatif et non certifié)	
poids décuve:	20200 kg	(approximatif et non certifié)	
poids total:	36600 kg	(approximatif et non certifié)	
* Niveau de bruit à tension assignée et à vide:			
ONAN:	pression sonore (Lp): 45 dB(A) à 1 m	tolérance:	2
ONAF:	pression sonore (Lp): 50 dB(A) à 1 m	tolérance:	2
* Refroidissement forcé:	Ventilateurs montés en-dessous quelques radiateurs		
Refroidissement AF:			
nombre de ventilateurs:	8		
puissance par ventilateur:	171 W		
tension d'alimentation:	230 V	3 ph	50 Hz

Projet / ref.: 01000936_10 rev.0
 Date de quotation: 18/11/2024
 Ingénieur d'offre: Boujoma Dhaya
 Description: 17500 kVA - 38000 // 11000 V
 Version de fiche: 67



Fiche de données techniques TRANSFORMATEUR SMALL POWER

6. Accessories

* Accessoires mécaniques:

Plaque d'identification	Langue: Français	Matière: Stainless steel	1
Plaque d'identification "PAUWELS"			1
Chariot de roulement avec galets à boudin bidirectionnels			x
Système de blocage des galets			2
Anneaux/crochets de levage	sur couvercle 4	au parol de la cuve	4
appui de verin (sur parol de la cuve)			4
Crochet d'amarage			4
Protection d'anti chute	Adapton sur couvercle		1
Dolgi de gant selon EN 50216-4			1
Dolgi de gant de réserve selon EN 50216-5			1
Orifice de remplissage	sur le conservateur		x
Vanne de prise d'échantillon		au dessus de la parol de la cuve à mi-hauteur de la parol de la cuve en dessous de la parol de la cuve	
Robinet de vidange avec verrouillage		NW15	1
Vanne de filtrage avec verrouillage		NW50	1
Vanne d'isolement avec verrouillage entre conservateur et relais buchholz		NW80	1
Vanne d'isolement avec verrouillage entre couvercle et relais buchholz		NW80	1
Vanne d'isolement avec verrouillage entre règleur en charge et conservateur		NW25	1
Vanne d'isolement avec verrouillage entre règleur en charge et relais de protection		NW25	1
Conservateur:	Compartment(s): 2		1
Assécheur d'air DIN 42567A (à hauteur homme)		compartment règleur en charge	1
Assécheur d'air DIN 42562 (à hauteur homme)		compartment cuve	1
Couvercle sur conservateur pour nettoyage		compartment cuve & règleur en charge	2

* Accessoires électriques:

Relais de protection règleur en charge	R32001 (MR)	1NO/NC	contacts	1
Entraînement règleur en charge	ETOSMED100			1
Règleur de tension règleur en charge	Tapcon type 230			1
Thermomètre diélectrique avec aiguille max.	Qualitrol Ø 160mm	2NO/NC	contacts	1
Sonde température PT100 diélectrique	RÖSSEL			4
Vanne de suppression	ORTO	2NO/NC	contacts	1
Relais Buchholz	EMB NW80	2NO/NC	contacts	1
Équipement d'échantillon de gaz pour relais Buchholz	(à hauteur d'homme)			1
Indicateur niveau du diélectrique magnétique au conservateur (cuve)	Qualitrol Ø 160mm	2NO/NC	contacts	1
Indicateur niveau du diélectrique magnétique au conservateur (règleur en charge)	Qualitrol Ø 160mm	2NO/NC	contacts	1
Système de surveillance on-line de l'huile: (MSENSE® DGA Online Oil Analysis)				1
Armoire à borniers pour câblage des accessoires et transformateurs de courant	IP55	Stainless steel		1
avec éclairage				1
avec Chauffage et thermostat				1

* Accessoires pour le transport:

Enregistreur de shocks (Transport)					1
------------------------------------	--	--	--	--	---

Projet / réf.: 01000936_10 rev.0
 Date de quotation: 18/11/2024
 Ingénieur d'offre: Boujomas Dhaya
 Description: 17600 KVA - 38000 // 11000 V
 Version de fiche: 67



Fiche de données techniques TRANSFORMATEUR SMALL POWER

7. Données électriques

Pertes garanties dans le fer	7800 W
la valeur de l'induction dans le circuit magnétique	1,5T
la composante inductive de la tension de court-circuit	11,99%
la composante ohmique de la tension de court-circuit	0,52%
PEI	99,735%

Rendement et pertes garanties dans le cuivre à 75°C pour la marche à 6/4, 4/4, 3/4, 2/4 et 1/4 de charge

Charge	Pertes garanties dans le cuivre à 75°C (W)	Rendement garantie (cos(phi)=1) (%)	Rendement garantie (cos(phi)=0,8) (%)
6/4	295000	99,19	98,87
4/4	130000	99,44	99,26
3/4	74000	99,57	99,43
2/4	33000	99,68	99,58
1/4	8500	99,75	99,68

Les rapports de transformation

Position	HT (V)	MT(V)
1	40500	11000
2	40000	11000
3	39500	11000
4	39000	11000
5	38500	11000
6	38000	11000
7	37500	11000
8	37000	11000
9	36500	11000
10	36000	11000
11	35500	11000
12	35000	11000
13	34500	11000
14	34000	11000
15	33500	11000
16	33000	11000
17	32500	11000
18	32000	11000
19	31500	11000

La valeur maximale du courant d'enclenchement à vide du transformateur = 4,2 x Courant nominal