

**I PRESENTATION GENERALE**

**I.1 Objectifs**

- Dimensionner la ou les sources d'énergie (Transformateurs, Groupes électrogène, Onduleurs.)
- Calculer le courant d'emploi circulant dans les circuits terminaux et de distribution.
- Dimensionner la capacité des batteries de condensateurs.
- Opter pour une puissance souscrite vis à vis du fournisseur d'énergie électrique.

**I.2 Méthodes Utilisées**

Le bilan de puissance est en fait un bilan de courant car c'est la somme algébrique des courants et des puissances apparentes qui est consommée au niveau de chaque équipement jusqu'à la source. Cette méthode est approximative par rapport à un bilan de puissances effectué suivant la méthode de BOUCHEROT qui consiste à comptabiliser d'une part les puissances actives et d'autre part les puissances réactives mais offre l'avantage de dimensionner l'installation par excès. Dans ce type de calcul la précision n'est pas recherchée puisqu'on affecte, aux circuits terminaux et principaux des facteurs de correction (ku, ks et ke) très approximatifs. Tous calculs faits en utilisant les deux méthodes, les écarts ne sont pas significatifs. L'exemple résolu en fin de cette note illustre mes propos précédents. Par contre la méthode qui consisterait à tout additionner serait anti-économique.

**I.3 Description des facteurs de correction**

**I.3.1 Facteur d'utilisation (ku) :**

Caractérise le taux d'utilisation de la charge en fonction du temps. Il est utilisé pour déterminer le courant circulant dans les circuits amont et dimensionner la source. Par contre, il n'est pas pris en compte dans le choix de la protection contre les surintensités du circuit et les caractéristiques de la canalisation. L'application de ce coefficient nécessite la parfaite connaissance du fonctionnement des récepteurs. Voir le dessin N°2. En l'absence de données précises, en ce qui concerne la force motrice, un coefficient de 0,8 peut être appliqué.

**I.3.2 Facteur de simultanéité ou de foisonnement (ks) :**

Caractérise les conditions d'exploitation de l'installation notamment pour les moteurs et les prises de courant. Il nécessite donc une connaissance détaillée de l'installation. Il est utilisé pour le choix du jeu de barres ou de la Canalisation Electrique Préfabriquée (CEP) auquel il est affecté, pour déterminer le courant circulant dans les circuits amont, et pour dimensionner la source.

**I.3.3 Facteur tenant compte des prévisions d'extension (ke) :**

Permet de prendre en compte les évolutions prévisibles de l'installation.

**II RESUME et FORMULAIRE**

**II.1 Courant d'emploi - Formules générales**

Circuits terminaux			Circuits principaux
Moteurs asynchrones triphasés Moteurs synchrones triphasés	Moteurs biphasés Moteurs monophasés	Circuits biphasés Circuits monophasés	
$Ib_{(A)} = \frac{P_u(kW)}{U_{(kV)} \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \times \eta} \times ku$ <p align="center">(1)</p>	$Ib_{(A)} = \frac{P_u(kW)}{U_{(kV)} \times \cos \varphi \times \eta} \times ku$ $Ib_{(A)} = \frac{P_u(kW)}{V_{(kV)} \times \cos \varphi \times \eta} \times ku$ <p align="center">(1)</p>	$Ib_{(A)} = \frac{P_u(kW)}{U_{(kV)} \times \cos \varphi} \times ku$ $Ib_{(A)} = \frac{P_u(kW)}{V_{(kV)} \times \cos \varphi} \times ku$ <p align="center">(1)</p>	$Ib_{(A)} = \Sigma I_{(A)} \times ku \times ks \times ke$ <p align="center">avec</p> $Ib_{(A)} = \frac{S_n(kVA)}{U_{(kV)} \times \sqrt{3}}$ <p align="center">où</p> $Ib_{(A)} = \frac{P_u(kW)}{U_{(kV)} \times \sqrt{3} \times \cos \varphi}$

**Tableau N°1**

$Ib_{(A)}$  : Courant d'emploi -  $U_{(kV)}$  : Tension composée -  $V_{(kV)}$  : Tension simple

**BILAN de PUISSANCE**

N° d'ordre : 2014-Elec 00 Rév. : 4  
 Classement : Forum Electrotechnique  
 Emetteur : J.M BEAUSSY  
 Date : 16/01/2014 Page : 2/7

$k_u$  : Coefficient d'utilisation -  $k_s$  : Coefficient de simultanéité -  $k_e$  : Coefficient d'extension  
 $P_{u(kW)}$  : Puissance utile -  $S_{n(kVA)}$  : Puissance apparente -  $\cos\phi$  : Facteur de puissance -  $\eta$  : Rendement

**Notes importantes :**

1. Les formules (1) ne doivent être utilisées uniquement pour établir le bilan de puissance.
2. Pour déterminer la section de la canalisation relative aux circuits terminaux, il ne faut pas tenir compte du coefficient  $k_u$ .
3. Ne pas oublier de faire intervenir le rendement dans le cas des appareils d'éclairage.

**II.2 Ordre de grandeur des coefficients  $k_u$ ,  $k_s$  et  $k_e$** 

Ces valeurs sont issues de quelques normes en vigueur. Elles sont données à titre indicatif. Elles sont le fruit de l'expérience. Elles peuvent être utilisées en l'absence de toute valeur plus précise.

Facteurs d'utilisation		Facteurs de simultanéité				Facteur d'extension
Guide pratique UTE C 15-105		Norme NFC 63-410		Norme NFC 14-100/1		
Utilisations	$k_u$ (1)	Nombre de circuits	$k_s$ (2)	Nombre de circuits	$k_s$	$k_e$  1,1 à 1,3 (5)
Force Motrice	0,75 à 1	2 et 3	0,9	$4 \leq$	1	
Eclairage	1	4 et 5	0,8	5 à 9	0,75	
Chauffage	1	6 à 9	0,7	10 à 14	0,56	
PC	0,1 à 0,2 (3)	> 10	0,6	15 à 19	0,48	
Ventilation	1			20 à 24	0,43	
Climatisation	1			25 à 29	0,40	
Froid	1			30 à 34	0,38	
Ascenseurs et Monte charges (4)	Moteur le + puissant	1		35 à 39	0,37	
	Moteur suivant	0,75		40 à 49	0,36	
	Autres moteurs	0,6		> 50	0,34	

**Tableau N°2**

- (1) L'application de ce coefficient nécessite la connaissance parfaite du fonctionnement du ou des récepteurs.
- (2) Ce facteur peut-être différent, il peut être imposé par le maître d'ouvrage.
- (3) Dans les installations industrielles, ce facteur peut être plus élevé.
- (4) Le courant d'emploi à prendre en compte pour chaque moteur est égal à :  $I_b = I_n + \frac{I_d}{3}$
- (5) Ce coefficient peut être plus élevé. En l'absence de tout autre renseignement, les valeurs ci-dessus peuvent être retenues.

**II.3 Installations d'éclairage**

Pour établir un bilan de puissance, il est nécessaire de prendre en compte la consommation des ballasts. Facteurs de puissance courants (Valeurs courantes). Le tableau ci-dessous donne les ordres de grandeurs des  $\cos\phi$  et  $\eta$  des récepteurs courants.

Récepteurs Force motrice		$\cos\phi$ (1)	$\eta$ (2)	Lampes à incandescences Lampes fluo compactes	Punitaire (W)	Ballast (%)	$\cos\phi$ (1)	$\eta$ (2)
Moteurs asynchrones	à vide	0,17		Tubes fluorescents à ballasts ferromagnétiques non compensés	18 à 116	25	0,5	0,9
	Chargé à 25%	0,55						
	Chargé à 50%	0,73		Tubes fluorescents à ballasts ferromagnétiques compensés	18 à 116	25	0,9	0,9
	Chargé à 75%	0,80						
	Chargé à 100%	0,85	(2)	Lampes fluorescences à ballast électronique	18 à 100	25	0,92	0,95
Four à résistance		1	1					

**BILAN de PUISSANCE**

N° d'ordre : 2014-Elec 00 Rév. : 4  
 Classement : Forum Electrotechnique  
 Emetteur : J.M BEAUSSY  
 Date : 16/01/2014 Page : 3/7

Suite du tableau précédent

Récepteurs Force motrice	Cosφ (1)	η (2)	Lampes à incandescences Lampes fluo compactes	Punitaire (W)	Ballast (%)	Cosφ (1)	η (2)
Four à induction compensé	0,85	0,9	Fluo compacte à ballast électronique externe	5 à 26	25	0,95	0,9
Four à chauffage électrique	0,85	1					
Récepteurs Force motrice	Cosφ (1)	η (2)					
Redresseur de puissance à thyristors.	0,4 à 0,8	0,9	Lampes à vapeur de mercure HP compensé	500 à 2000	10	0,85	0,95
Machine à souder à résistances	0,8 à 0,9	1	Lampes à iodure métallique	70 à 2000	10	0,85	0,9
Poste à souder statique monophasé	0,5	0,75					
Poste à souder rotatif	0,7 à 0,9	0,8					
Fours à arc	0,8	0,8					
Poste statique (transfo redresseur)	0,7 à 0,9	0,7					
			Lampes halogènes TBT	60 à 2000	sans objet	1	1

**Tableau N°3**

- (1) Ces valeurs sont données à titre indicatif et peuvent être utilisées en l'absence de tout autre renseignement.  
 (2) Les rendements des moteurs électriques et des appareils d'éclairage sont donnés dans les documents constructeurs.

**II.4 Choix de la puissance nominale du transformateur**

- A partir du courant d'emploi total  $I_{total(A)}$  (déterminé précédemment), calculer la puissance d'utilisation « Pn » ou « Sn » en kVA que la source (transformateur) devra fournir.

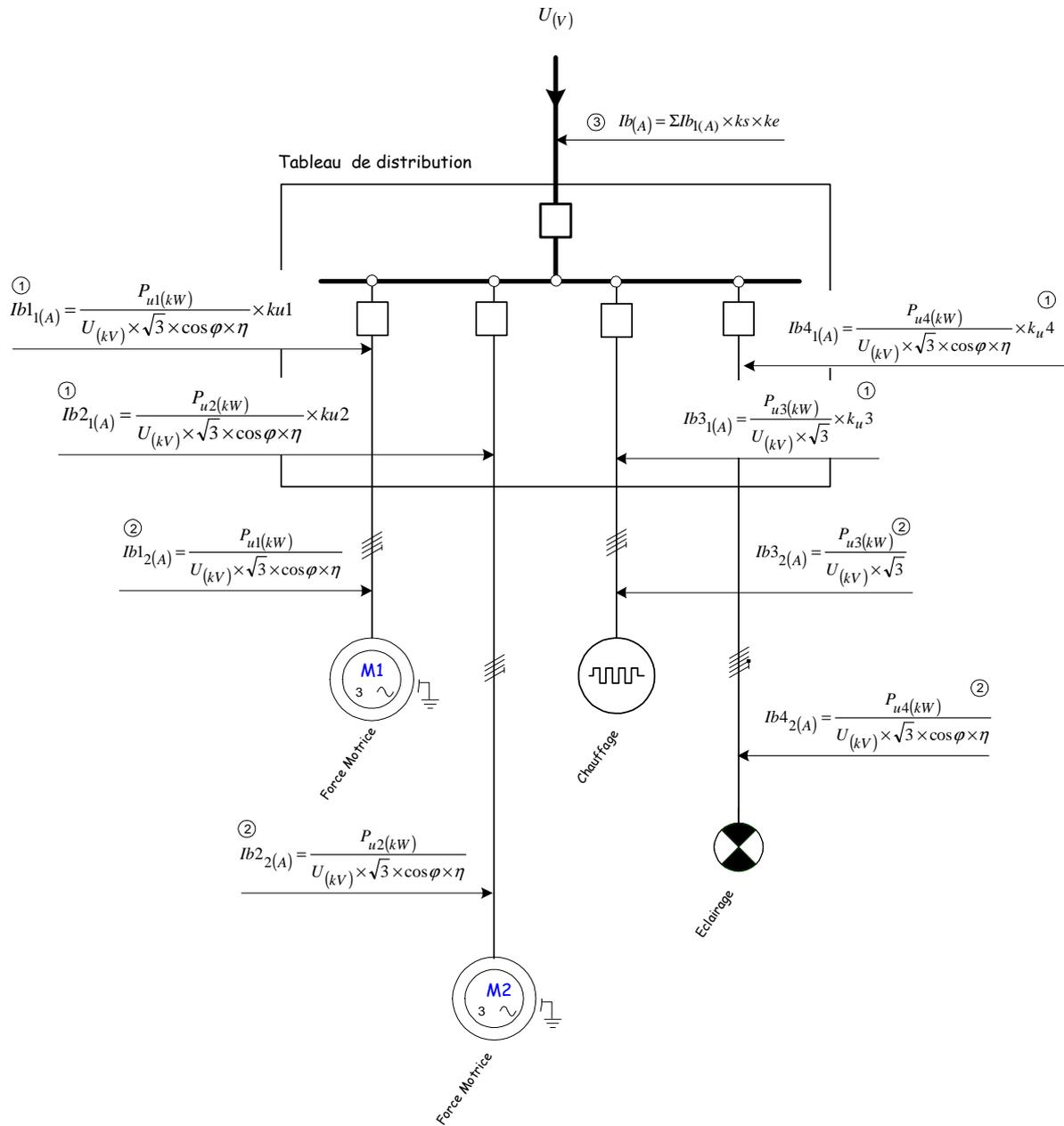
On précise :

$S_{(kVA)} = U_{(kV)} \times I_{total(A)} \times \sqrt{3} \times k_e$	avec :	$S_{(kVA)}$ : Puissance apparente en kVA
		$I_{total(A)}$ : Courant d'emploi total en A
		$U_{(kV)}$ : Tension nominale entre phases du transformateur = 0,4kV
		$k_e$ : Coefficient d'extension. Ici nous prendrons $k_e = 1,2$

**Information :** Sauf exception le coefficient  $k_e = 1,2$  est compris entre 1,1 et 1,3 qui permet de tenir compte d'une croissance normale des besoins en énergie (extension possible). En toute rigueur un coefficient d'extension devrait être pris en considération à chaque stade de la distribution, il peut être plus élevé.

Choisir la puissance nominale normalisée (Pn ou Sn en kVA) du transformateur.

**III Illustration des tableaux précédents.**



- ① → Formule à utiliser pour les circuits principaux (indice 1) → ③
- ② → Formule à utiliser pour les circuits terminaux (indice 2)

**Dessin N°1**

**Commentaires :**

En procédant ainsi, vous obtenez un résultat par excès. En réalité, vous n'avez pas le droit d'additionner des courants dont les arguments ne sont pas identiques.

Cette méthode « approximative » ne permet de déterminer le facteur de puissance au niveau du tableau de distribution.

En toute rigueur, pour chaque circuit, vous devez calculer :

$$P_{(kW)} = \Sigma P_{abs(kW)} \quad (1)$$

$$Q_{(kVAr)} = \Sigma Q_{abs(kVAr)} \quad (2)$$

$$S_{(kVA)} = \sqrt{(\Sigma P_{abs})^2 + (\Sigma Q_{abs})^2} \quad (3)$$

$$I_b(A) = \frac{S_{(kVA)}}{U_{(kV)} \times \sqrt{3}} \quad (4)$$

$$I_{b(A)} = I_{b(4)} \times k_s \times k_e$$

#### **IV Transformateur de puissance**

Comptage BTA → Tgφ ramenée au primaire (tenir compte du facteur 0,09) soit :

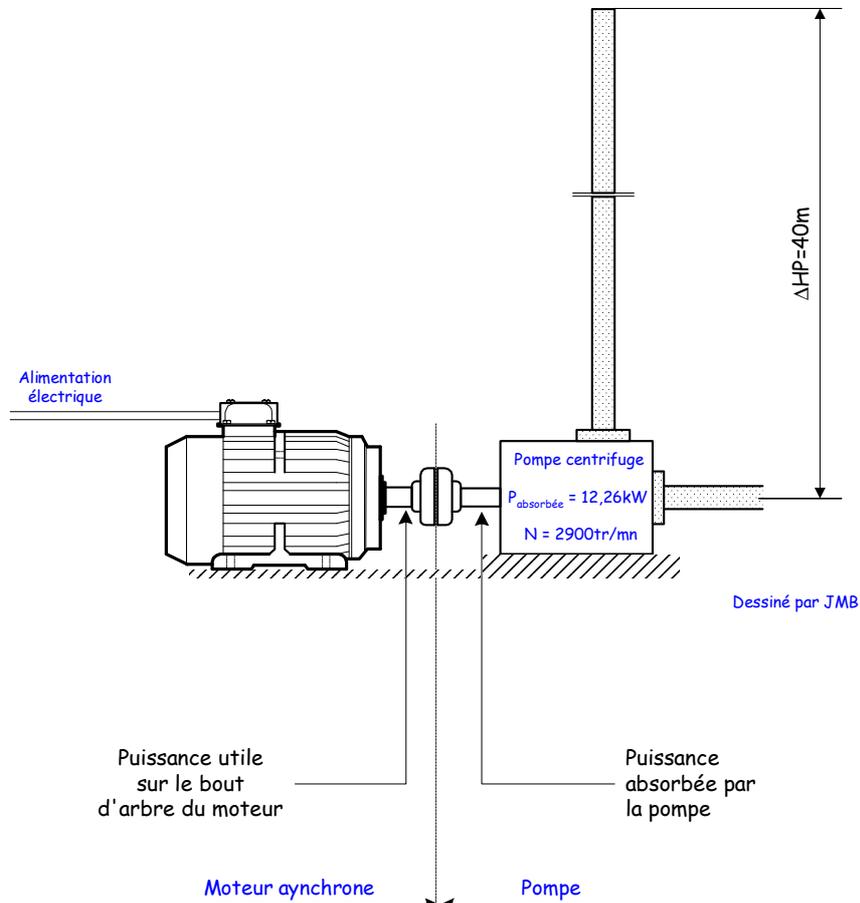
$$Tg\varphi_{(\hat{a} \text{ atteindre})} = 0,4 - 0,09 = 0,31$$

Puissance nominale du transformateur en kVA	PUISSANCE en kVAr de la COMPENSATION		
	Transformateur fonctionnant à		
	à vide	Charge 75%	Charge 100%
100	3	5	6
160	4	7,5	10
200	4	9	12
250	5	11	15
315	6	15	20
400	8	20	25
500	10	25	30
630	12	30	40
800	20	40	55
1000	25	50	70
1250	30	70	90
1600	32	90	126
2000	50	100	150
2500	60	150	200
3150	90	200	250

**Tableau N°4**

Note : En comptage HTA, le coefficient (0,09 ou 0,13 selon l'âge du transformateur) n'est pas appliqué. Pour éviter cette pénalité complémentaire en comptage BTA, elle doit être située directement dans la cellule du transformateur et raccordée directement aux bornes du transformateur sans interposition d'appareillage électrique (interrupteur, disjoncteur ou autre.)

**Justification du coefficient d'utilisation ku**



$$P_{\text{utile}} = \underbrace{U \times I \times \sqrt{3}}_{\text{Puissance apparente}} \times \cos \varphi \times \eta \geq P_{\text{absorbée}} = \frac{1}{367} \times \frac{Q \times \Delta H_p \times d}{\eta_{\text{pompe}}} \times k_s$$

$$P_{\text{utile normalisée}} = 37 \text{ kW}$$

$$N = 750 \text{ tr/mn (Vitesse de synchronisme)}$$

$$I_b = \frac{37}{0,4 \times \sqrt{3} \times 0,82 \times 0,91} = 71,56 \text{ A}$$

Application :

$Q = 125 \text{ m}^3 / \text{h}$  (débit)

$\Delta H_p = 40 \text{ m}$  (hauteur différentielle)

$d = 1,25$  (densité)

$\eta_{\text{pompe}} = 0,5$  (donnée constructeur)

$P_{\text{absorbée}} = 34,05 \text{ kW}$

$k_s = 1$

en toute rigueur le coefficient d'utilisation est de:

$$k_u = \frac{P_{\text{abs}}}{P_{\text{utile}}} = \frac{34,05}{37} = 0,92$$

Il est à noter que parfois certains constructeurs prennent des coefficients de sécurité de l'ordre de 1,2 selon les installations et les types de matériels

**Dessin N°2**

**BILAN de PUISSANCE**

N° d'ordre : 2014-Elec 00 Rév. : 4  
Classement : Forum Electrotechnique  
Emetteur : J.M BEAUSSY  
Date : 16/01/2014 Page : 7/7

**V Application**