

Introduction

De nombreuses questions se posent en ce qui concerne les circuits « prises de courant 10/16A non spécifiques », et surtout comment établir un bilan de puissance. Par l'intermédiaire de cette note, je vais tenter d'y répondre. J'espère que celle-ci va susciter de nombreuses remarques de la part des membres du forum.

Je ne prétends pas répondre d'une manière exhaustive à toutes vos interrogations. Pour les cas particuliers, le lecteur se reportera, soit à la documentation des constructeurs, soit aux chapitres correspondants de la norme. Dans les années 1980, suite à un litige avec un installateur, j'ai posé d'ailleurs certaines questions, directement auprès du consuel de ma région, et à l'UTE, elles sont restées sans réponses évidentes.

Les commentaires ci-dessous ne seront que le fruit de mon analyse et de mon expérience.

Qu'est ce qu'un bilan de puissance ?

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 réalisée au niveau de chaque équipement jusqu'à la source. Cette méthode est approximative par rapport à un bilan des puissances actives et réactives réalisé suivant la méthode de Boucherot¹ mais offre l'avantage de dimensionner l'installation par excès. Dans ce type de calcul la précision n'est pas recherchée puisqu'on affecte des facteurs de correction (ks, ku et ke) approximatifs.

Note 1 : En premier lieu, il convient de dresser un recueil des données², d'établir ensuite un schéma unifilaire, de regrouper par exemple les équipements vitaux (ceux qui doivent être secourus) des autres.

Note 2 : Seule la méthode de Boucherot permet de déterminer le facteur de puissance de l'installation électrique et de dimensionner la correction de l'énergie réactive et de placer ci nécessaire les dispositifs de compensation aux points stratégiques.

Description des facteurs de correction

Facteur d'utilisation (ku) :

Caractérise le taux d'utilisation de la charge en fonction du temps. L'application de ce coefficient nécessite la parfaite connaissance du fonctionnement des récepteurs. En l'absence de données précises, en ce qui concerne la force motrice, un coefficient de l'ordre de 0,75³ peut être appliqué.

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.

Note 3 : En ce qui concerne la formule relative au facteur de simultanéité indiquée dans certaines réponses et dans certains livres scolaires et applicable aux circuits prises de courant, celle-ci a fait long feu. Elle figure bien dans la « nouvelle norme NFC 15-100 de 1977 dite aussi la grenat, celle qui a succédé à la bleue » mais a été abandonnée dans les versions suivantes. Cette formule n'a d'ailleurs jamais été reprise dans les diverses versions des guides pratiques UTE C 15-105 (Ensemble de ses guides en ma possession depuis le projet de Mai 1990 sous le numéro 15C-367)

¹ J'ai fait d'ailleurs une petite étude comparative, les écarts ne sont pas très significatifs (attention sur un exemple)

² L'expérience montre que ce n'est pas toujours facile et là il faut faire appel à l'expérience et à l'imagination. Des réajustements seront ensuite nécessaires. Le bureau d'études générales ne fournit pas toujours en temps opportun les éléments au service électrique. Expérience vécue pendant 23 ans de pratique.

³ Ce coefficient n'est pas aberrant compte tenu que les constructeurs optent toujours pour de puissances machines normalisées supérieures à la puissance mécanique réelle.

Facteur tenant compte des prévisions d'extension (k_e) :

Permet de prendre en compte les évolutions prévisibles de l'installation. En règle générale on adopte $k_e = 1,2$.

Note 4 : Ces coefficients sont utilisés afin de déterminer le courant circulant dans les circuits amont des circuits terminaux et dimensionner les sources. C'est sa vocation première.

Note 5 : Par contre, ces coefficients ne sont pas à prendre en compte pour l'étude des circuits terminaux (protection contre les surintensités du circuit et détermination des caractéristiques de la canalisation.)

Analyse personnelle

Tout d'abord avant d'entrer dans le vif du sujet faisons un petit point :

Une prise de courant 10/16A a pour « **courant assigné 16A** », sauf une surcharge accidentelle, ou un court-circuit cela signifie que l'on ne peut pas en principe en régime « **permanent** » l'utiliser au delà de 16A ! Il me semble que la réglementation dit quelque part que l'appareillage électrique ne doit pas être utilisé dans des conditions de service plus sévères que celles pour les quelles il a été construit !

Comme le montre le tableau 771F⁴, la norme est par contre contradictoire avec cette règle.

Maintenant si l'on pousse un peu le raisonnement. Faisons abstraction des facteurs de corrections que l'on pourrait appliquer en fonction du mode de pose et de la méthode de référence (voir la NF C 15-100 ou le guide UTE C 15-105). Dans des « **conditions normales** » l'intensité admissible (Méthode de référence B, PVC2 (colonne 2) pour du 2,5² cuivre est $I_2 = 24A$. Or en cas de surcharge permanente :

- Le disjoncteur de type domestique ou analogue dont le courant nominal est égal à 20A (courbe B ou C) mettra 1 heure (temps conventionnel) pour déclencher lorsque celui-ci sera parcouru par un courant de 29A (soit $\rightarrow I_2 = 1,45 \times I_n$)
- Le fusible HPC de type gG 16A mettra 1 heure (temps conventionnel) pour fondre lorsque celui-ci sera parcouru par un courant de 28A (soit $\rightarrow I_2 = 1,75 \times I_n$)

Il faut retenir de ce que je viens de dire que la température sur l'âme du conducteur sera de l'ordre de 70°C pour le PVC. A cette température aucun souci pour le cuivre dont la température de fusion est de 1083°C mais l'isolation (isolant en contact avec l'âme conductrice) risque de se dégrader rapidement si cette situation perdure d'où la nécessité de protéger la canalisation contre les surintensités.

Vous me direz que dans l'exemple précédent, il n'y a pas de quoi fouetter un chat ! La surcharge est parfaitement admissible et n'aura pour conséquence une diminution importante de la durée de vie de la canalisation. **La seule tâche au tableau reste à mon avis le non respect du courant assigné.**

Attention :

Dans l'hypothèse où les conditions de pose (réduction de l'intensité admissible) s'écartent des conditions normales refaire l'exercice précédent.

La norme différencie la prise de courant commandée par un interrupteur qui est assimilable à un circuit d'éclairage donc limité à 10A \rightarrow Protection contre les surintensités 10A (fusibles HPC ou disjoncteur) et section 1,5²

Contrairement aux installations de type domestique, le nombre de points terminaux (8 pour les circuits et 5 pour les circuits éclairage) ne sont pas limités dans les installations industrielles. Néanmoins dans le cas des installations industrielles penser au confort des utilisateurs.

La protection contre les surintensités à l'origine des circuits prises de courant n'a pas pour vocation principale de protéger le ou les récepteurs raccordés sur la ou les prises de courant, ces derniers doivent

⁴ Folio 1/ document en annexe

être munis d'une protection interne. La protection contre les surintensités à l'origine protège la canalisation électrique située en aval.

Application

Maintenant je vous laisse le soin de faire l'analyse de l'exemple traité dans la brochure du J3E LE MEMO 85 fiches de calcul pour la conception des équipements électriques.

J'attends bien entendus vos commentaires.

311.3 - 312.2

— 4 —

NF C 15-100
Edition de 1977

GUIDE

311.3. — Facteurs de simultanéité

Il est permis de tenir compte du fonctionnement non simultané des matériels en appliquant aux différentes puissances alimentées (par exemple, éclairage, chauffage, moteurs) des facteurs de simultanéité.

La détermination des facteurs de simultanéité nécessite la connaissance détaillée de l'installation considérée et l'expérience des conditions d'exploitation. Il n'est pratiquement pas possible de spécifier la valeur des facteurs de simultanéité pour chaque type d'installation, mais le tableau 31 GA peut être généralement utilisé.

TABLEAU 31 GA

UTILISATION	FACTEUR DE SIMULTANÉITÉ
Éclairage	1
Chauffage électrique	1*
Conditionnement d'air de pièce	1
Chauffe-eau	1*
Prises de courant (<u>N étant le nombre de prises de courant alimentées par le même circuit</u>)	$0,1 + \frac{0,9}{N}$
Appareils de cuisson	0,7
Ascenseurs **	1
et	
monte-charge	0,75
	0,6

* Lorsque les circuits alimentant le chauffage ou des chauffe-eau ne peuvent être mis sous tension que pendant certaines heures, il est possible de ne pas tenir compte simultanément de leur puissance et de celle des autres circuits si l'on est certain que les autres appareils ne fonctionnent pas en même temps.

** Le courant à prendre en considération est égal au courant nominal du moteur, majoré du tiers du courant de démarrage.

Les facteurs de simultanéité peuvent être utilisés pour déterminer les courants d'emploi intervenant dans le choix des sections des conducteurs des canalisations (523) et dans le choix des appareillages (512.1.2).

Extrait de la NFC 15-100 (1977)

Modifié le :

Date

Désigné par
JM BEAUVSSYBilan Puissance
Ballesteros

25/11/2006

28/05/2015

BILAN de PUISSANCE
3E LE MEMO

1/7

Folio N°

NF C 15-100
Edition de 2002

Titre 3

CHAUFFAGE (par résistance) : $a = 1$

AUTRES RECEPTEURS : a est à déterminer suivant les indications des constructeurs

b) **Facteur b** : facteur d'utilisation des appareils

Dans une installation industrielle, le facteur b peut varier entre 0,3 et 0,9.

En l'absence d'indications plus précises, un facteur d'utilisation de 0,75 peut généralement être adopté pour les appareils à moteur. Pour les appareils d'éclairage et de chauffage, le facteur d'utilisation est toujours égal à 1.

c) **Facteur c** : facteur de simultanéité

La détermination des facteurs de simultanéité c nécessite la connaissance détaillée de l'installation considérée et l'expérience des conditions d'exploitation, notamment pour les moteurs et les prises de courant. Il n'est pratiquement pas possible de spécifier des valeurs du facteur c pour chaque type d'installation, mais, en l'absence d'indications plus précises, la valeur du facteur de simultanéité peut être prise dans le tableau suivant :

UTILISATION		FACTEUR DE SIMULTANEITE c
Eclairage		1
Chauffage et conditionnement de l'air		1
Prises de courant		0,1 à 0,2 (*)
Ascenseurs (**)	{ pour le moteur le plus puissant pour le moteur suivant pour les autres	1
et		0,75
Monte charge		0,60
(*) Dans certains cas, notamment dans les installations industrielles, ce facteur peut être plus élevé.		
(**) Le courant à prendre en considération est égal au courant nominal du moteur, majoré du tiers du courant de démarrage.		

Extrait de la NFC 15-100 (2005)

Modifié le :	Date	Bilan Puissance Ballastros	Dessiné par JM BEAUSSY
	25/11/2006		
28/05/2015	BILAN de PUISSANCE 3E LE MEMO		
	Folio N°	2/7	

Dessiné par JM BEAUSSY	Bilan Puissance Ballesteros	BILAN de PUISSANCE 3E LE MEMO
Modifié le :	28/05/2015	
Folio N°	3/7	

Tableau 771F – Courant assigné des dispositifs de protection en fonction de la section des conducteurs

Nature du circuit	Section minimale des conducteurs (mm ²)	Courant assigné maximal du dispositif de protection (A)	
		Disjoncteur	Fusible
Eclairage, volets roulants, prises commandées	1,5	16	10
VMC	1,5	2 ⁽¹⁾	- ⁽³⁾
Circuit d'asservissement tarifaire, fil pilote, gestionnaire d'énergie, etc.	1,5	2	- ⁽³⁾
Prises de courant 16 A :			
- circuit avec 5 socles maxi : ou	1,5	16	- ⁽³⁾
- circuit avec 8 socles maxi :	2,5	20	16

Courant assigné de la prise de courant

Je note ici une contradiction

Extrait de la NFC 15-100 (2005)

Cet exemple montre bien que vous avez intérêt de bien connaître la destination des circuits prises de courant. Dans le cas contraire, vous aurez vite fait de courir à la catastrophe.

Soit 10 circuits de 8 prises de courant 16A chacun
(Ce n'est pas une obligation, mais un bon compromis)

Puissance totale

$$P_{(kW)} = \frac{10 \times 16 \times 230 \times 1}{1000} \approx 36,8 kW$$

EXEMPLE

Soit un ensemble mixte **bureaux-atelier** alimenté en triphasé 230/400V et comportant les équipements recensés dans le tableau récapitulatif ci-joint :

Fonction	Equipements
Eclairage	50 fluos de 58W compensés
Prises de courant	80 PC 2 x 10/16 + T 230V
Chauffage direct	20 convecteurs de 750W
Chauffage accumulation	10 grilles chauffantes de 4,5 kW
Eau chaude	3 chauffe-eau de 2 kW
Atelier 1	3 machines de 2,5 kW 400V
Atelier 2	1 machine de 5 kW 400V
Ventilation	1 groupe VMC de 3 kW 400V

Le tableau des puissances absorbées par phase et par tranche horaire se présentera donc comme suit (voir tableau au verso).

La puissance totale absorbée par ce tableau sera donc de 51 kVA, valeur à prendre en compte pour le cumul des puissances permettant d'aboutir à la détermination de la puissance de la source d'alimentation.

Néanmoins, pour ce qui concerne le dimensionnement du tableau de protection lui-même et de sa ligne d'alimentation, le courant d'emploi sera fonction de la puissance affectée à la phase la plus chargée, soit 87A (20 kVA/230V = 87A).

Cette façon de calculer néglige en partie l'incidence des facteurs de puissance propres à chaque circuit, dont la prise en compte impose l'addition vectorielle des puissances apparentes. Les conditions particulières de fonctionnement résultant des démarrages longs ou fréquents, qui nécessitent un calcul particulier sont également ignorées.

Puissance Apparente totale

$$S_{(kVA)} = \frac{P_u \times k_u}{\eta \times \cos \varphi} = \frac{36,8 \times 0,5}{1 \times 1} = 18,4kVA$$

Cet exemple montre bien que vous avez intérêt de bien connaître la destination des circuits prises de courant. Dans le cas contraire, vous aurez vite fait de courir à la catastrophe.

Répartition sur les 3 phases après application de ks

$$S_{apparente} = \frac{S_{apprente\ totale} \times k_s}{3} = \frac{18,4 \times 0,5}{3} = 3,06kVA$$

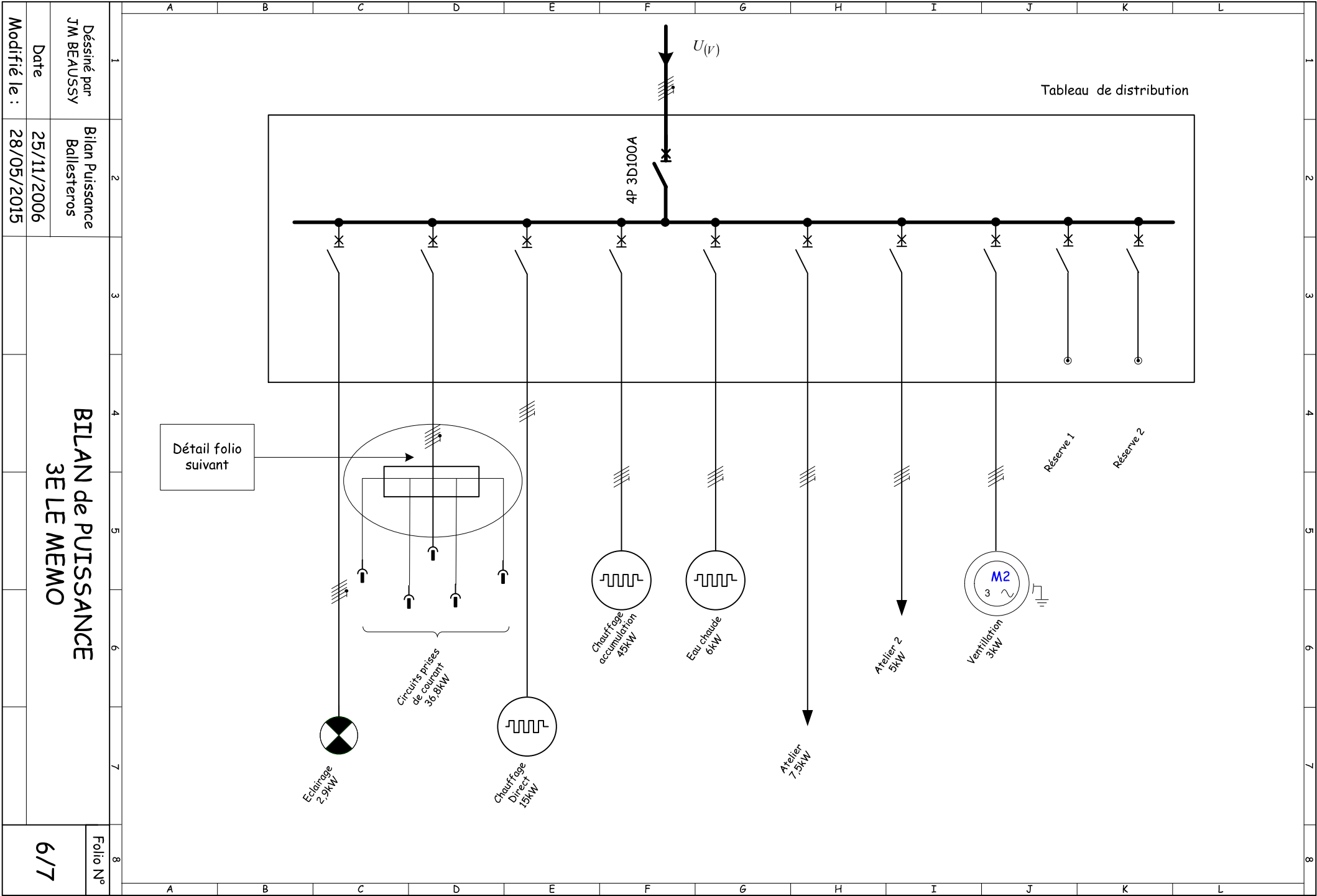
soit approximativement
 3kVA par phase
 Application de ke =1,2
 3,6kVA par phase

TABLEAU DE PUISSANCES

Récepteur	Puissance utile kW P_u	Rendement % η	Facteur d'utilis. k_u	Facteur de puissance $\cos \varphi$	Puissance apparente absorbée kVA S	Facteurs de simultan. k_s	Puissance par phase et par tranche horaire								
							Jour			Nuit			Pointe		
							Ph I kVA	Ph II kVA	Ph III kVA	Ph I kVA	Ph II kVA	Ph III kVA	Ph I kVA	Ph II kVA	Ph III kVA
Eclairage	2,9	0,83	1	0,85	4,1	1	1,48	1,31	1,31	—	—	—	1,48	1,31	1,31
Prises de courant	36,8	1	0,5	1	18,4	0,5	3,6	3,6	3,6	—	—	—	3,6	3,6	3,6
Chauffage direct	15	1	1	1	15	1	5,25	4,50	5,25	—	—	—	5,25	4,50	5,25
Chauf. accumul.	45	1	1	1	45	1	—	—	—	13,5	18	13,5	—	—	—
Eau chaude	6	1	1	1	6	1	—	—	—	2	2	2	—	—	—
Atelier	7,5	0,75	0,7	0,75	9,3	0,9	2,80	2,80	2,80	—	—	—	2,80	2,80	2,80
Atelier 2	5	0,8	0,7	0,8	5,5	1	1,83	1,83	1,83	—	—	—	1,83	1,83	1,83
Ventilation	3	0,7	0,9	0,7	5,5	1	1,83	1,83	1,83	—	—	—	1,83	1,83	1,83
Totaux							16,79	15,87	16,62	15,5	20	15,5	16,79	15,87	16,62
Facteurs de simultanéité globaux							0,9			1			0,9		
Totaux des puissances absorbées par phase							15,11	14,28	14,96	15,5	20	15,5	15,11	14,28	14,96
Totaux des puissances absorbées par tranche horaire (1)							44,35			60			44,35		

(1) Ces totaux résultent du triplement de la puissance de la phase la plus chargée, arrondi à l'entier supérieur.
 (2) Les régimes Jour, Nuit et Pointe, correspondent aux périodes d'activité journalière et sont indépendants des périodes tarifaires EdF, qui doivent être étudiées séparément.

Revu et corrigé



Dessiné par JM BEAUSSY	Bilan Puissance Ballesteros	BILAN de PUISSANCE 3E LE MEMO						Folio N° 7/7

