



**Lignes directrices pour l'évaluation des pertes d'un utilisateur
du réseau avec raccordement direct au poste HT/MT**

Table des matières

1	Lignes directrices pour l'évaluation des pertes d'un utilisateur du réseau avec raccordement direct au poste HT/MT	3
2	Extension de la méthode au cas des réseaux BT et des productions décentralisées...	3
3.	Evaluation des pertes d'un utilisateur du réseau avec raccordement direct au poste HT/MT ;	7
3.1	Préliminaire	7
3.2	Formule de Bérard	7
3.3	Méthode TIC.....	7
3.4	La résistance	8
3.5	Répartition	9
3.6	Traitement de 8 cas.....	9
3.6.1	Le cas WBL046	9
3.6.2	Répartition dans le cas TSL046	11
3.6.3	Résumé des résultats.....	12
3.7	Caractéristiques des câbles MT	22
3.8	Caractéristiques des câbles BT	27

1 Lignes directrices pour l'évaluation des pertes d'un utilisateur du réseau avec raccordement direct au poste HT/MT

Le comptage des utilisateurs du réseau, raccordés directement sur un poste HT/MT doit se situer en principe dans ce poste. Dans le cas où l'on déroge à cette règle générale et que le comptage est situé dans les installations de l'utilisateur du réseau, les pertes entre le poste HT/MT et le point de comptage ne sont pas enregistrées. Elles doivent faire l'objet d'une estimation.

Basées sur le point 3 'Evaluation des pertes du réseau d'un utilisateur du réseau avec raccordement direct au poste HT/MT, les pertes dans le raccordement sont évaluées selon la formule de Bérard.

On doit disposer de données fixes et chaque mois de données variables

données fixes, invariables tant que la configuration du raccordement ne change pas :

- caractéristiques du raccordement
 - nature du câble (aluminium ou cuivre),
 - section,
 - longueur L des câbles de raccordement
- tension MT moyenne (= de consigne) au poste HT/MT

données variables chaque mois :

- nbre de jour dans le mois
- pointe en kW
- cosinus moyen
- consommation en kWh

Différentes étapes :

On détermine la répartition de la charge dans les câbles par proportionnalité inverse de la résistance à 28°C du câble par rapport à la résistance équivalente de l'ensemble des câbles pris à 28°C. Cette opération peut se faire automatiquement en remplissant la grille de répartition (simplement remplir la colonne grisée).

On sélectionne le câble le plus chargé pour appliquer l'évaluation en %.

On détermine le courant moyen, qui permet de trouver la valeur de la résistance moyenne par la relation $r = f(i)$.

La perte en puissance est déterminée par la relation $P_{kW} = 3rL_{tot}^2$, où I_{tot} est issu de la relation $Puissance_{tot} = Puissance_{pertes} + Puissance_{util}$.

L'application de la formule de Bérard, $P_{kWh\%} = P_{kW\%}(1/3 + 2/3 \times utilisation / total\ heures)$, donne l'estimation des pertes en kWh.

Les pertes sont exprimées en pourcent avec 3 chiffres après la virgule. Les calculs intermédiaires sont effectués avec au moins 4 chiffres après la virgule. Les coefficients de la relation $r = f(i)$ sont exprimés avec 10 chiffres après la virgule.

Dans la grille interactive de 'calcul pertes client direct', il suffit d'introduire dans la colonne grisée, les 5 données fixes et chaque mois les 4 données variables pour obtenir le résultat.

2 Extension de la méthode au cas des réseaux BT et des productions décentralisées

- Les mêmes principes sont à appliquer dans le cas d'un utilisateur de réseau BT avec raccordement direct à la cabine MT/BT.
- Les mêmes principes sont à appliquer dans le cas d'une production décentralisée pour laquelle il faudrait estimer les pertes entre la production et le poste où elle est raccordée.

	R28°/km	nbre de c	R	1/R	coef de répartition par section câble	
					= R_{eq}/R	
400 alu	0,08029	2	0	0	0,0000	0,0000
240 alu	0,1290		0,0645	15,50388	0,5502	0,2751
150 alu	0,2126		0	0	0,0000	0,0000
95 alu	0,3302		0	0	0,0000	0,0000
400 cu	0,04847	2	0	0	0,0000	0,0000
240 cu	0,07775		0	0	0,0000	0,0000
150 cu	0,1279		0	0	0,0000	0,0000
120 cu	0,1578		0,0789	12,67427	0,4498	0,2249
95 cu	0,1990		0	0	0,0000	0,0000
$1/R_{eq} = \sum 1/R = 28,178$ $R_{eq} = 0,035488$					contrôle total 1,000 =100%	

NB pour exemple, le cas TSL046 est introduit dans la grille, simplement introduire les valeurs dans les cases ombrées.

Grille de calcul pertes client direct en MT

R = f(i) câble alu 400	NBN C33-211 10 kV papier	NBN C33-211 12 - 15 kV papier	NBN C33-323 8-15 kV PRC I 4.28835E-05 Cte 0.077371165
240	I 8.61538E-05 Cte 0.124138462	I 0.0001 Cte 0.124	I 8.61244E-05 Cte 0.124138756
150	I 0.000164 Cte 0.20436	I 0.000178261 Cte 0.204217391	I 0.000187302 Cte 0.204126984
95	I 0.000321053 Cte 0.316789474	I 4.62651E-05 Cte 0.074706024	I 0.000369919 Cte 0.316300813
câble cu 400	NBN C33-111 10 kV	NBN C33-111 12 - 15 kV	NBN C33-323 8-15 kV PRC I 2.31905E-05 Cte 0.046652142
240	I 4.62651E-05 Cte 0.074706024	I 5.18919E-05 Cte 0.074621622	I 4.19962E-05 Cte 0.074770057
150	I 8.25397E-05 Cte 0.122761905	I 8.96552E-05 Cte 0.122655172	I 8.68486E-05 Cte 0.122697271
120	I 0.000110714 Cte 0.151339286	I 0.000124 Cte 0.15114	I Cte
95	I 0.000154167 Cte 0.1906875	I 0.000168182 Cte 0.190477273	I 0.000171975 Cte 0.190420382

Formule de Bérard pour 1 câble		avec $r = f(i_{\text{moyen}})$	
$P_{\text{moyen}} = \text{kWh/heures}$	$I_{\text{moyen}} = P_{\text{moyen}}/1,73 \times U \times \cos$		
$P_{\text{moyen}} = 1547.00$	$I_{\text{moyen}} = 91.07$		
P_{kW}	ampères	$r = f(i_{\text{moy}})$	$3r i^2$
I_{tot}	146.96	0.1320	9.407
			0.3783%
P_{kWh}	$1/3 P_{\text{kW}} \% \cdot 2/3 P_{\text{kW}} \% \cdot$	utilisation/tot heures	
	0.1261%	0.2522%	0.62205
			0.2830%

le 11 juin 03

Identification	
Client	TSL046
Raccordement	2x 240 alu + 2x120cu

Données fixes	
Tension moyenne au poste HT/MT	10.5 kV
Longueur du raccordement	1.1 km
Répartition (provient de la grille répartition)	0.2751 de la charge
Résistance (copier-coller) $r = f(i) =$	8.62E-05 i 0.124138 cte

Données variables tous les mois	
Total heures	720 heures
Pointe	9040 kW
Cosinus	0.934
Consommation	4048800 kWh

intermédiaire	
kw sur le câble sélectionné	2486.946 kW
kwh sur le câble sélectionné	1113844 kWh
utilisation	447.88 h

jours	heures
31	744
30	720
29	696
28	672

Grille de calcul pertes client direct en BT

le 11 juin 03

R = f(i) câble	NBN C33-322 alu 1 kV EAXVB	NBN C33-121 (suite) 1 kV EVAVB	NBN C33-322 cu 1 kV EXVB
240 l	9.02439E-05	185 l	5.76316E-05
240 Cte	0.124097561	185 Cte	0.098235526
300 l	2.99115E-05	300 l	2.99115E-05
300 Cte	0.059651327	300 Cte	0.059651327
150 l	0.000193443	150 l	7.64706E-05
150 Cte	0.204065574	150 Cte	0.122852941
240 l	4.26263E-05	240 l	4.26263E-05
240 Cte	0.074760606	240 Cte	0.074760606
95 l	0.000387234	120 l	0.000101639
95 Cte	0.31612766	120 Cte	0.15147541
185 l	6.56471E-05	185 l	0.098115294
185 Cte	0.098115294	185 Cte	0.098115294
50 l	0.001167742	95 l	0.00014717
50 Cte	0.629322581	95 Cte	0.190792453
150 l	9.33333E-05	150 l	9.33333E-05
150 Cte	0.1226	150 Cte	0.1226
70 l	0.000240909	120 l	0.000130303
70 Cte	0.264386364	120 Cte	0.151045455
50 l	0.00044	95 l	0.000186207
50 Cte	0.3804	95 Cte	0.190206897
35 l	0.000710345	70 l	0.000319149
35 Cte	0.513344828	70 Cte	0.263212766
25 l	0.001234783	50 l	0.000378947
25 Cte	0.708478261	50 Cte	0.38131579
300 l	0.0000302	35 l	0.00091875
300 Cte	0.059647	35 Cte	0.51021875
240 l	3.91011E-05	25 l	0.001511111
240 Cte	0.074813483	25 Cte	0.704333333
NBN C33-121 cu 1 kV EVAVB			
400 l	2.51786E-05		
400 Cte	0.046622321		
300 l	0.0000302		
300 Cte	0.059647		
240 l	3.91011E-05		
240 Cte	0.074813483		

Identification	
Client	BT
Raccordement	95 alu EAXVB

Données fixes	
Tension moyenne au poste MT/BT	0.41 kV
Longueur du raccordement	0.33 km
Répartition (provient de la grille répartition)	1.0000 de la charge
Résistance (copier-coller) r = f(i) =	0.000387 i 0.316128 cte

Données variables tous les mois	
Total heures	720 heures
Pointe	70 kW
Cosinus	0.950
Consommation	21000 kWh

intermédiaire	
kw sur le câble sélectionné	70 kW
kwh sur le câble sélectionné	21000 kWh
utilisation	300.00 h

jours	heures
31	744
30	720
29	696
28	672

Formule de Bérard pour 1 câble		avec r = f(i _{moyen})	
P _{moyen} = kWh/heures	I _{moyen} = P _{moyen} /1,73xUxcos		
P _{moyen} = 29.17	I _{moyen} = 43.23		
P _{kw} ampères	r=f(i _{moy})	3rli ²	
I _{tot} 109.63	0.3329	3.961	5.6582%
P _{kWh} 1/3P _{kw} % · 2/3P _{kw} %*	utilisation/tot heures		
1.8861%	3.7721%	0.416667	3.4578%

3. Evaluation des pertes d'un utilisateur du réseau avec raccordement direct au poste HT/MT ;

3.1 Préliminaire

Le comptage des utilisateurs du réseau, raccordés directement sur un poste HT/MT doit se situer en principe dans ce poste. Dans le cas où l'on déroge à cette règle générale et que le comptage est situé dans les installations de l'utilisateur du réseau, les pertes entre le poste HT/MT et le point de comptage ne sont pas enregistrées. Elles doivent faire l'objet d'une estimation. C'est le propos de ce chapitre.

3.2 Formule de Bérard

Edmond Bérard a établi une formule qui convient à l'estimation des pertes pour un consommateur avec raccordement direct. La démonstration de cette formule a été publiée dans la revue ENERGIE sous le titre ' Nouveau mode de calcul des pertes ohmiques dans les réseaux '.

Cette méthode fait usage d'un diagramme de fonctionnement birectiligne dont la forme dépend de l'utilisation.

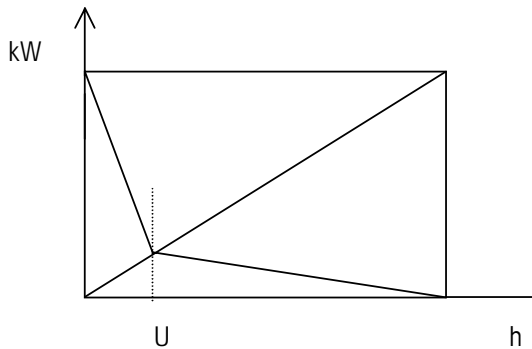


fig 5

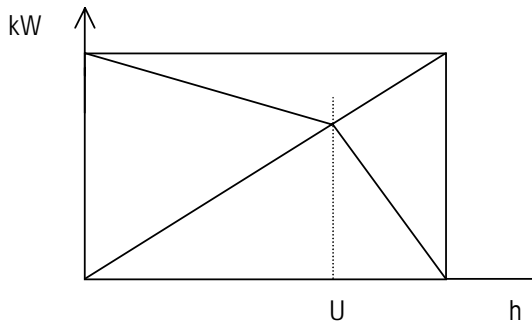


fig 6

Il est démontré que la surface du diagramme représente l'énergie lorsque les deux lignes se rejoignent sur la diagonale au droit de l'utilisation comme illustré dans les figures 5 et 6.

Dans ce cas les pertes en kWh répondent à la formule :

$$P_{kWh}\% = P_{kW}\%(1/3 + 2/3 \times \text{utilisation} / \text{nbre d'heures totales})$$

Une autre méthode, appelée la méthode TIC, a aussi été explorée dans le but de montrer que la formule de Bérard donne une bonne approximation de la réalité.

3.3 Méthode TIC

Le TIC (télécomptage informatisé) met à disposition le nombre de kWh livré tous les quarts d'heure. En supposant que la puissance est constante pendant un quart d'heure, on trouve :

$$P_{kWh} = \sum P_{kW_{1/4 h}} \times 0,25 \text{ heure}$$

dans laquelle $P_{kW_{1/4 h}}$ est la perte de puissance ¼ horaire.

3.4 La résistance

La résistance est variable avec la température du conducteur donc elle est fonction de l'intensité.
 On notera $r = f(i)$. Les variations de résistance sont déduites des normes C 33-111, C 33-211 et C 33-323.
 où l'on trouve les valeurs à 20° et 65 ou 90° selon la nature de l'isolant.
 La fig 7 illustre quelques exemples utilisés dans ce chapitre et produit l'équation de la relation $r = f(i)$. La série complète est fournie en annexe.

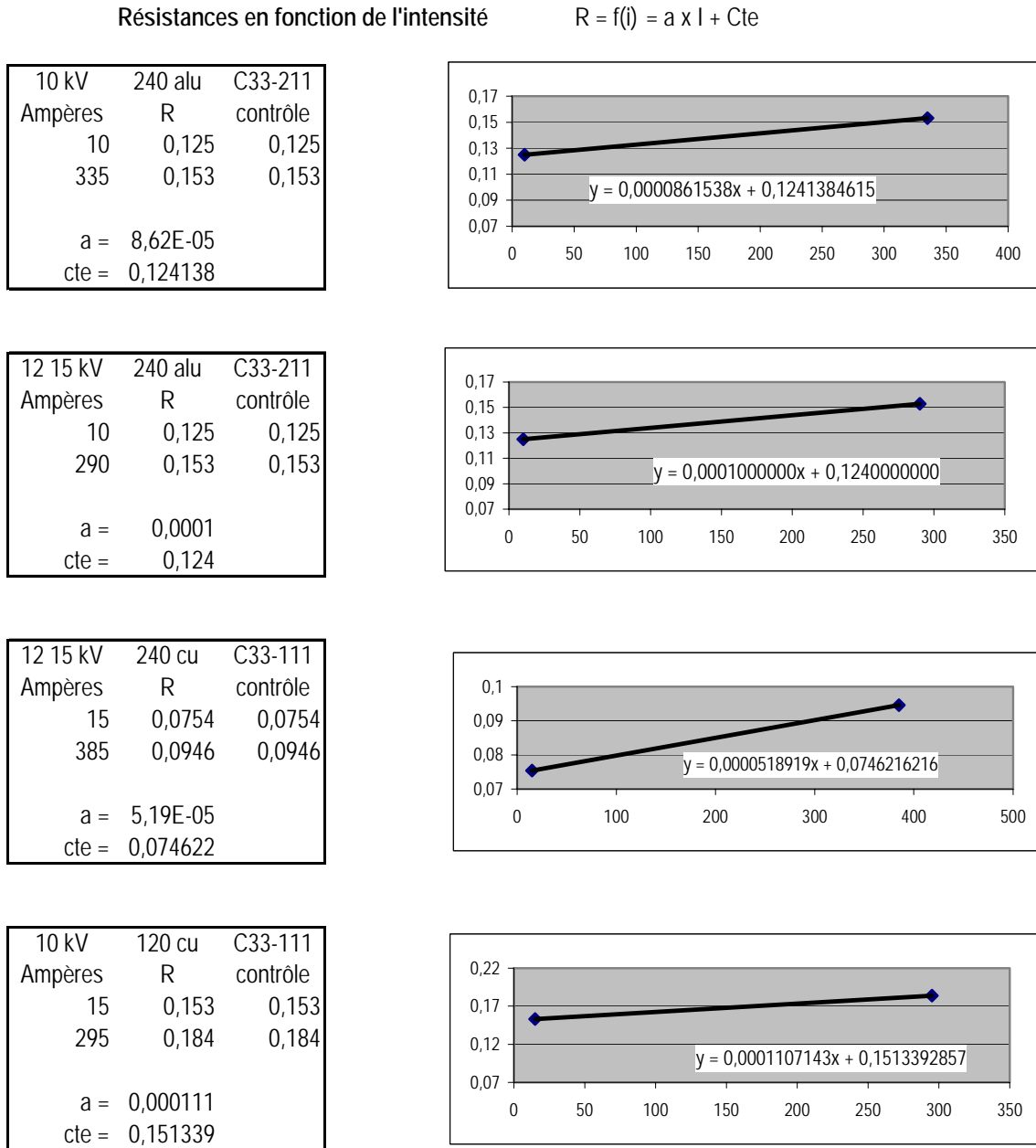


fig 7

3.5 Répartition

Dans la plupart des cas, il y a plusieurs câbles en parallèle. Lorsque les n câbles sont de même section, nature et longueur, il y a 1/n courant dans chaque câble. Les valeurs calculées des $P_{kW}\%$ et $P_{kWh}\%$ étant identiques pour chaque câble, le calcul se fait sur un seul câble.

Lorsque les câbles sont de section, de nature ou de longueur différente, la répartition des courants est inversement proportionnelle à la résistance et par conséquent les pertes exprimées en % ont la même valeur. Le cas TSL046 analysé plus haut, illustre ce fait.

Pour simplifier la démarche, la répartition se calculera avec une résistance à 28°C qui correspond à la température moyenne des conducteurs des 8 cas traités plus haut lorsqu'ils transportent leur courant moyen dans le cas considéré.

La valeur de la résistance à 28°C est donnée par la formule

$$R_{28^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} (1 + a \times 8)$$

où a = 0,0039 pour le cu et 0,004 pour l'alu (CEI 60228)

3.6 Traitement de 8 cas

La formule de Bérard et la méthode TIC ont été appliquées sur 8 cas réels en prenant les relevés d'un mois de trente jours. La résistance des conducteurs a été adaptée à la résistance moyenne dans la formule de Bérard et à la résistance du quart d'heure dans la méthode TIC par la relation $r = f(i)$.

La comparaison des résultats obtenus par les deux applications, montre que la formule de Bérard avec une résistance moyenne est une bonne estimation des pertes réelles. En effet les résultats TIC sont en général inférieurs. Cela s'explique du fait que les valeurs ¼ horaires sont des moyennes et comme il a été démontré dans le paragraphe 2.4 des prescriptions C10/15, la moyenne sous-estime les pertes. Il faudrait majorer chaque valeur ¼ horaire à l'aide d'un coefficient correctif I^2 .

Pour un cas, WBL045, l'évaluation de la méthode TIC est plus élevée que celle issue de la formule de Bérard. L'origine de cette discordance est dans la forme du diagramme où la zone qui génère le moins de pertes est diminuée par rapport à la zone qui en génère plus.

3.6.1 Le cas WBL046

Pour la compréhension du traitement, le cas WBL046 sera expliqué en détail.

Le rectangle supérieur fournit les données du problème.

WBL046				4,04	MW, 10 kV			cos	0,968
2x 240 alu	nombre de c	2	par câble	2,02	10,4	kV = U _{poste}			
long L=		2,45	km						
		2516490	kWh						
par câble		1258245	kWh	utilisation	622,89	heures	tot utilisat	720	

L'utilisateur WBL046 est alimenté par 2 câbles 240 alu de longueur L = 2,45 km. La puissance prélevée pendant le mois de septembre (30 jours = 720 heures) a été chez le client de 4040 kW avec un cosinus moyen de 0,968. La tension nominale est 10kV, le réglage tension au poste HT/MT est $U_{\text{poste}} = 10,4$ kV. La consommation s'est élevée à 2516490 kWh et correspond à une utilisation de 622,89 heures = 2516490 kWh/4040kW.

Le rectangle 'Formule de Bérard' applique la formule de Bérard à 1 des 2 câbles.

Formule de Bérard		pour 1 câble		avec $r = f(i_{\text{moyen}})$	
$P_{\text{moyen}} = \text{kwh}/720$		$I_{\text{moyen}} = P_{\text{moyen}}/1,73 \times U \times \cos$			
$P_{\text{moyen}} =$	1747,56	$I_{\text{moyen}} =$	100,22		
P_{kw}					
	ampères	$r=f(i_{\text{moy}})$	$3rI^2$		
I_{tot}	116,61	0,1328	13,269		0,6569%
P_{kwh}	$1/3P_{\text{kw}}\% + 2/3P_{\text{kw}}\% \times \text{utilisation}/720$				
	0,2190%	0,4379%	0,86513		0,5978%

Il y a d'abord la recherche de l'intensité moyenne avec

$$P_{\text{moyen}} = 1258245\text{kWh}/720\text{h} = 1747,56 \text{ kW et}$$

$$I_{\text{moyen}} = P_{\text{moyen}} / 1,73205 \times U \times \cos = 1747,56 / 1,73205 \times 10,4\text{kV} \times 0,968 = 100,22 \text{ A}$$

L'intensité moyenne permet de déterminer la valeur de la résistance moyenne à l'aide des coefficients trouvés au point 3.4.

$$r = f(i_{\text{moy}}) = a \times I_{\text{moy}} + C^{\text{te}} = 0,0000861538 \times 100,22 + 0,1241384615 = 0,1328 \text{ ohm}$$

La 2^{me} partie du rectangle évalue la perte de puissance P_{kw} . La puissance fournie est la puissance mesurée chez l'utilisateur à laquelle il faut ajouter la puissance supplémentaire due aux pertes.

$$\text{Puissance}_{\text{tot}} = \text{Puissance}_{\text{pertes}} + \text{Puissance}_{\text{utilis.}}$$

autrement écrit :

$$1,73205 \times U_{\text{poste}} \times I_{\text{tot}} \times \cos = 3rL \times I_{\text{tot}}^2 + P_{\text{utilis.}}$$

Cette relation est une équation du 2^{me} degré en I_{tot} qui permet d'écrire

$$I_{\text{tot}} = \frac{1,73205 \times U_{\text{poste}} \times \cos - (3 \times U_{\text{poste}}^2 \times \cos^2 - 4 \times 3rL \times P_{\text{utilis.}})^{0,5}}{2 \times 3rL}$$

$$I_{\text{tot}} = \frac{1,73205 \times 10,4\text{kV} \times 0,968 - (3 \times 10,4\text{kV}^2 \times 0,968^2 - 4 \times 3 \times 0,1328\text{ohm/km} \times 2,45\text{km} \times 2020\text{kW})^{0,5}}{2 \times 3 \times 0,1328\text{ohm/km} \times 2,45\text{km}} = 116,61 \text{ A}$$

On trouve ensuite $P_{\text{kw}} = 3rL I_{\text{tot}}^2$

$$P_{\text{kw}} = 3 \times 0,1328\text{ohm/km} \times 2,45\text{km} \times 116,61\text{A}^2 = 13,269 \text{ kW} = 0,6569\%$$

Et dans ce cas

$$P_{\text{kWh}} = 1/3P_{\text{kw}}\% + 2/3P_{\text{kw}}\% \times \text{utilisation}/720$$

$$P_{\text{kWh}} = 1/3 \times 0,6569\% + 2/3 \times 0,6569\% \times (622,89 \text{ heures} / 720 \text{ heures}) = 0,5978\%$$

Enfin la valeur indiquée pour le diagramme TIC, $P_{\text{kWh}} = 0,572\%$, provient de la somme des pertes des 2880 quart d'heures que comportent un mois de trente jours. Dans chaque quart d'heure on y a calculé le I_{tot} et tenu compte d'une résistance $r = f(i)$.

3.6.2 Répartition dans le cas TSL046

Quatre câbles de même longueur alimentent l'utilisateur. Deux câbles sont en 240 alu et 2 câbles sont en 120 cu.

La résistance équivalente est donnée par la relation :

$$1/R_{\text{éq}} = \sum 1/R_n$$

$$1/R_{\text{éq}} = 1/R_{240\text{alu}} + 1/R_{120\text{cu}} = (R_{120\text{cu}} + R_{240\text{alu}}) / R_{240\text{alu}} \times R_{120\text{cu}}$$

$$R_{\text{éq}} = (R_{240\text{alu}} \times R_{120\text{cu}}) / (R_{120\text{cu}} + R_{240\text{alu}})$$

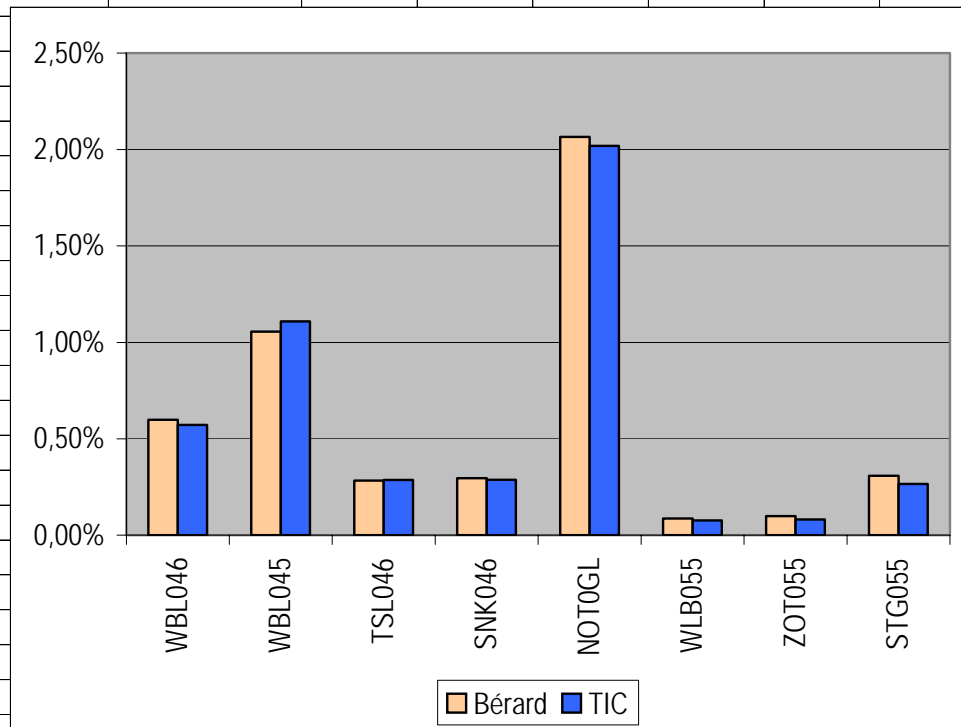
$$\text{répartition 240alu} = R_{\text{éq}} / R_{240\text{alu}} = R_{120\text{cu}} / (R_{120\text{cu}} + R_{240\text{alu}})$$

$$\text{répartition 120cu} = R_{\text{éq}} / R_{120\text{cu}} = R_{240\text{alu}} / (R_{120\text{cu}} + R_{240\text{alu}})$$

TSL046	Répartition						
	r 28°C		9040 kW				
240 alu	0,129		kW =	$9040 \times 0,1578 / (0,129 + 0,1578) =$		4973,9	kW
120 cu	0,1578		kW =	$9040 \times 0,129 / (0,129 + 0,1578) =$		4066,1	kW
			4048800 kWh				
240 alu	0,129		kWh =	$4048800 \times 0,1578 / (0,129 + 0,1578) =$		2227687,0	kWh
120 cu	0,1578		kWh =	$4048800 \times 0,129 / (0,129 + 0,1578) =$		1821113,0	kWh

3.6.3 Résumé des résultats

Cas étudiés	utilisation		P kW	P kWh			
WBL046	622,89	Bérard (r_{imoy})	0,657%	0,598%			
		TIC		0,572%			
WBL045	486,01	Bérard (r_{imoy})	1,347%	1,055%			
		TIC		1,109%			
			version alu	version cu			
TSL046	447,88	Bérard (r_{imoy})	0,378%	0,283%	0,374%	0,280%	
		TIC		0,286%		0,282%	
SNK046	358,12	Bérard (r_{imoy})	0,444%	0,295%			
		TIC		0,287%			
NOT0GL	357,11	Bérard (r_{imoy})	3,112%	2,066%			
		TIC		2,019%			
WLB055	262,74	Bérard (r_{imoy})	0,149%	0,086%			
		TIC		0,077%			
ZOT055	228,96	Bérard (r_{imoy})	0,182%	0,099%			
		TIC		0,081%			
STG055	189,01	Bérard (r_{imoy})	0,607%	0,308%			
		TIC		0,265%			

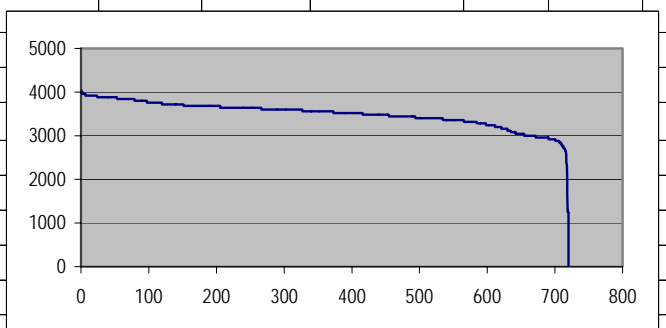
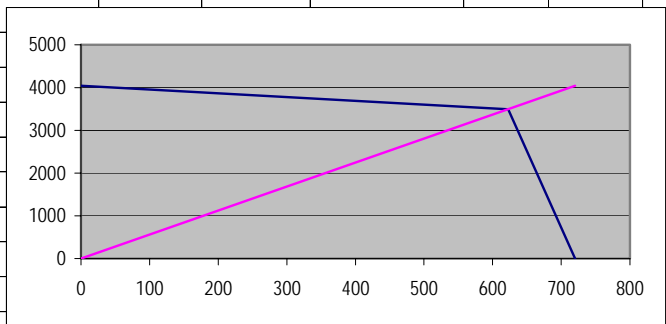


1^{er} cas WBL046

Deux câbles de 2,45 km de section 240 alu ont transporté 2.516.490 kWh avec une puissance de 4,04 MW sous cosinus de 0,968 en 10,4kV au poste HT/MT.

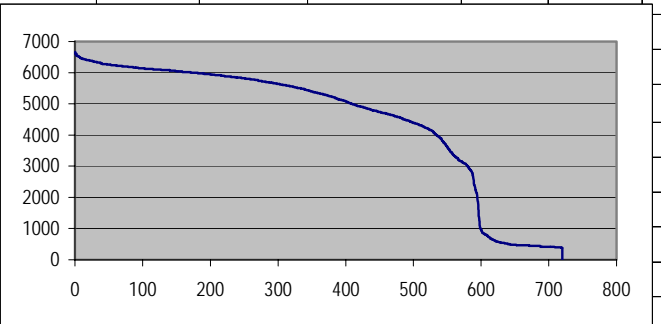
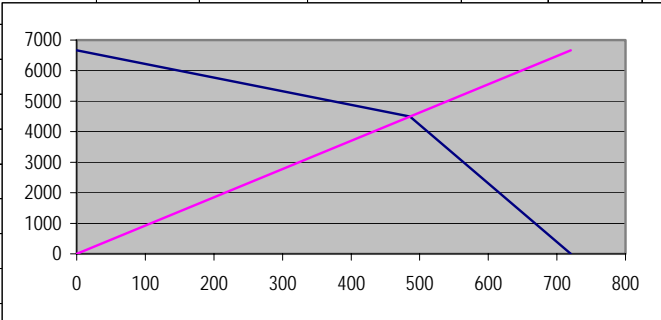
Comme il s'agit de câbles de même section et de même nature, le calcul se fait sur un câble avec demi-charge.

WBL046				4,04 MW, 10 kV				cos 0,968		
2x 240 alu	nombre de c	2	par câble	2,02	10,4 kV = U _{poste}					
long L=	2,45 km									
	2516490 kWh									
par câble	1258245 kWh	utilisation	622,89 heures	tot utilisat	720					
Formule de Bérard		pour 1 câble		avec $r = f(i_{moyen})$				$r = f(i) =$	8,61538E-05 i	
$P_{moyen} = kWh/720$		$I_{moyen} = P_{moyen}/1,73 \times U \times \cos$							0,124138462	
$P_{moyen} =$	1747,56	$I_{moyen} =$	100,22							
P_{kw}										
	ampères	$r = f(i_{moy})$	$3rI^2$							
I_{tot}	116,61	0,1328	13,269		0,6569%					
								résumé		
P_{kwh}	$1/3P_{kw}\% + 2/3P_{kw}\% \times utilisation/720$							Bérard ($T_{moy} \text{ °C}$)	P_{kw}	P_{kWh}
	0,2190%	0,4379%	0,86513		0,5978%			TIC	0,657%	0,598%
Bérard	4040 kW		622,9 heures							
diagonale		courbe birectiligne								
0	0	0	4040							
720	4040	622,9	3495							
		720	0							
diagr TIC										
		$P_{kWh} =$	0,572%							



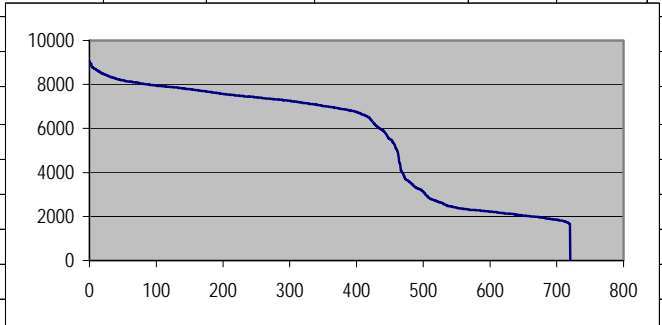
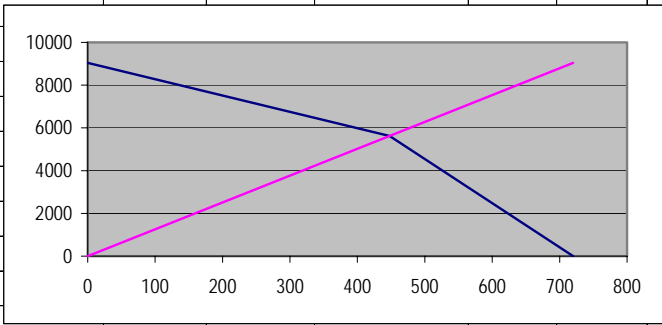
2^{me} cas WBL045

WBL045				6,66 MW, 10 kV		cos 0,960		
2x 240 alu	nombre de c	2	par câble	3,33	10,4 kV = U _{poste}			
long L=	2,9 km							
	3236830 kWh							
par câble	1618415 kWh	utilisation	486,01 heures	tot utilisat	720			
Formule de Bérard		pour 1 câble		avec $r = f(i_{\text{moyen}})$		$r = f(i) = 8,61538E-05 i$		
$P_{\text{moyen}} = \text{kwh}/720$		$I_{\text{moyen}} = P_{\text{moyen}}/1,73 \times U \times \cos$				0,124138462		
$P_{\text{moyen}} =$	2247,80	$I_{\text{moyen}} =$	129,98					
P_{kw}								
	ampères	$r = f(i_{\text{moy}})$	$3rI^2$					
I_{tot}	195,16	0,1353	44,845		1,3467%			
						résumé	P_{kw}	P_{kWh}
P_{kWh}	$1/3 P_{\text{kw}} \% + 2/3 P_{\text{kw}} \% * \text{utilisation}/720$	Bérard ($T_{\text{moy}} \text{ } ^\circ\text{C}$)					1,347%	1,055%
	0,4489%	0,8978%	0,675015		1,0549%	TIC		1,109%
Bérard	6660 kW		486,01 heures					
diagonale		courbe birectiligne						
0	0	0	6660					
720	6660	486,01	4496					
		720	0					
diagr TIC								
		$P_{\text{kWh}} =$	1,109%					



3^{me} cas TSL046 Avec 2 câbles 240 alu et 2 câbles 120 cu, un calcul préalable de répartition est nécessaire.

TSL046	Répartition								
	r 28°C		9040 kWh						
240 alu	0,129		kW =	$9040 \times 0,1578 / (0,129 + 0,1578) =$		4973,9 kW			
120 cu	0,1578		kW =	$9040 \times 0,129 / (0,129 + 0,1578) =$		4066,1 kW			
			4048800 kWh						
240 alu	0,129		kWh =	$4048800 \times 0,1578 / (0,129 + 0,1578) =$		2227687,0 kWh			
120 cu	0,1578		kWh =	$4048800 \times 0,129 / (0,129 + 0,1578) =$		1821113,0 kWh			
TSL046				4,974 MW, 10 kV		cos 0,934			
2x 240 alu	nombre de c	2	par câble	2,486946	10,5 kV = U _{poste}				
long L=	1,1 km								
	2227687 kWh								
par câble	1113844 kWh	utilisation	447,88 heures	tot utilisat	720				
Formule de Bérard	pour 1 câble		avec $r = f(i_{\text{moyen}})$			$r = f(i) =$	8,61538E-05 i		
$P_{\text{moyen}} = \text{kWh}/720$	$I_{\text{moyen}} = P_{\text{moyen}} / 1,73 \times U \times \cos$						0,124138462		
$P_{\text{moyen}} =$	1547,00	$I_{\text{moyen}} =$	91,07						
P_{kW}									
	ampères	$r = f(i_{\text{moy}})$	$3rI^2$						
I_{tot}	146,96	0,1320	9,407		0,3783%				
						résumé		P_{kW}	P_{kWh}
P_{kWh}	$1/3 P_{\text{kW}} \% + 2/3 P_{\text{kW}} \% \times \text{utilisation}/720$					Bérard ($T_{\text{moy}} \text{°C}$)	0,378%	0,283%	
	0,1261%	0,2522%	0,62205		0,2830%	TIC		0,286%	
Bérard	9040 kW		447,88 heures						
diagonale		courbe birectiligne							
	0	0	0	9040					
	720	9040	447,88	5623					
			720	0					
diagr TIC									
		$P_{\text{kWh}} =$	0,286%						

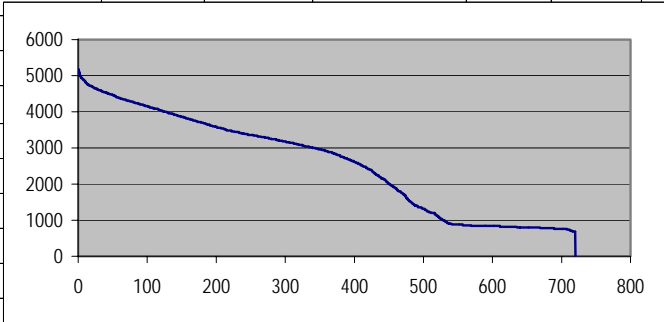
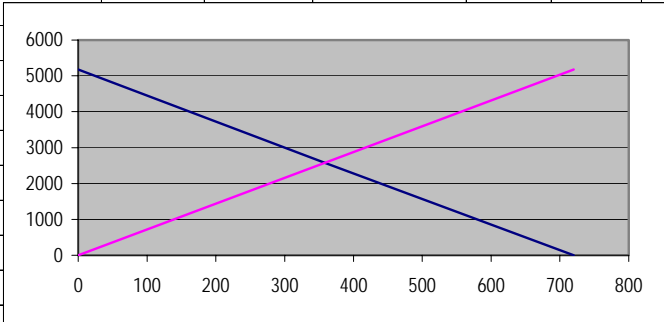


3^{me} cas TSL046 calculé à partir du câble 120 cu

TSL046				4,066 MW, 10 kV		cos 0,934		
2x 120 cu	nombre de c	2	par câble	2,033054	10,5 kV = U _{poste}			
long L=	1,1 km							
	1821113 kWh							
par câble	910556 kWh	utilisation	447,88 heures	tot utilisat	720			
Formule de Bérard	pour 1 câble	avec $r = f(i_{\text{moyen}})$			$r = f(i) =$	0,000110714 i		
$P_{\text{moyen}} = \text{kWh}/720$	$I_{\text{moyen}} = P_{\text{moyen}}/1,73 \times U \times \cos$					0,151339286		
$P_{\text{moyen}} =$	1264,66	$I_{\text{moyen}} =$	74,45					
P_{kw}								
	ampères	$r = f(i_{\text{moy}})$	$3rI^2$					
I_{tot}	120,14	0,1596	7,601		0,3738%			
						résumé	P_{kw}	P_{kWh}
P_{kWh}	$1/3 P_{\text{kw}} \% + 2/3 P_{\text{kw}} \% * \text{utilisation}/720$					Bérard ($T_{\text{moy}} \text{ } ^\circ\text{C}$)	0,374%	0,280%
	0,1246%	0,2492%	0,62205		0,2797%	TIC		0,282%

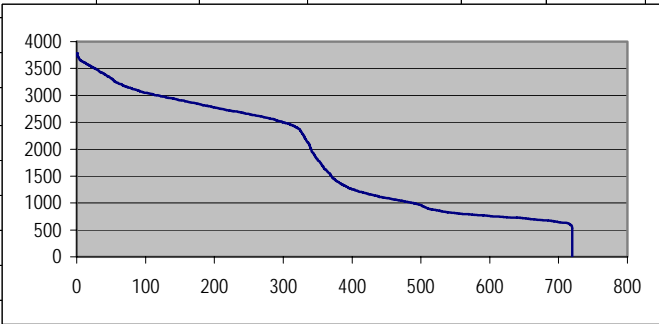
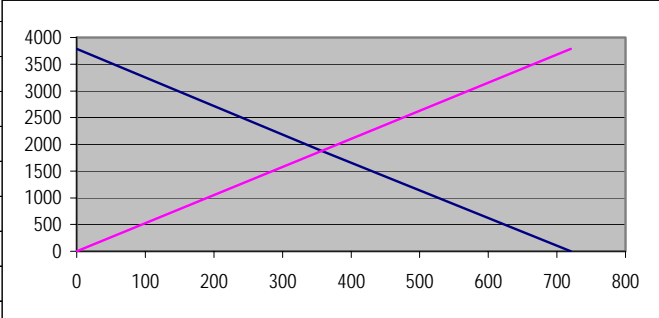
4^{me} cas SNKO46

SNKO46				5,18	MW, 10 kV			cos	0,952		
2x 240 alu	nombre de c	2	par câble	2,59	10,5	kV = U _{poste}					
long L=	1,3	km									
	1855070	kWh									
par câble	927535	kWh	utilisation	358,12	heures	tot utilisat	720				
Formule de Bérard		pour 1 câble		avec $r = f(i_{\text{moyen}})$				$r = f(i) =$	8,61538E-05 i		
$P_{\text{moyen}} =$	kWh/720	$I_{\text{moyen}} = P_{\text{moyen}}/1,73 \times U \times \cos$							0,124138462		
$P_{\text{moyen}} =$	1288,24	$I_{\text{moyen}} =$	74,41								
P_{kW}											
	ampères	$r = f(i_{\text{moy}})$	$3rI^2$								
I_{tot}	150,26	0,1305	11,495								
								résumé		P_{kW}	P_{kWh}
P_{kWh}	$1/3P_{\text{kW}}\% + 2/3P_{\text{kW}}\% \times \text{utilisation}/720$	Bérard ($T_{\text{moy}}^{\circ}\text{C}$)								0,444%	0,295%
	0,1479%	0,2959%	0,497391						TIC		0,287%
Bérard	5180	kW	358,12	heures							
diagonale											
	0	0	0	5180							
	720	5180	358,12	2576							
			720	0							
diagr TIC											
		$P_{\text{kWh}} =$	0,287%								



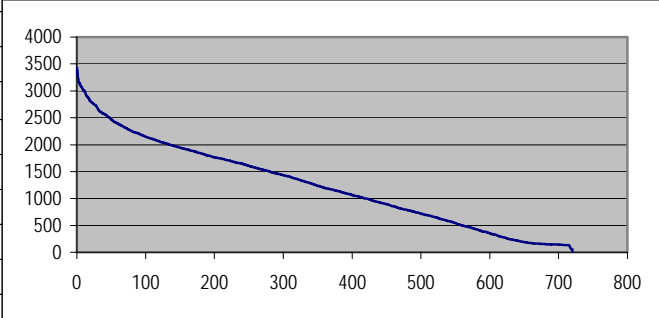
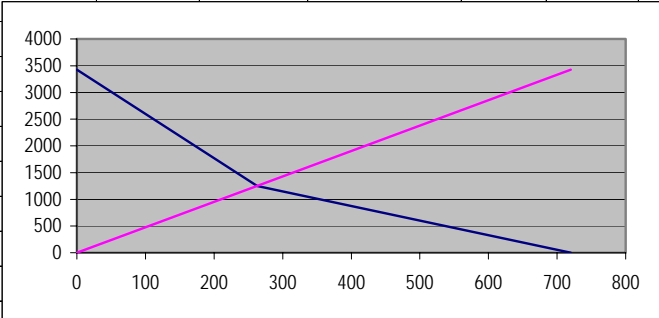
5^{me} cas NOTOGL

NOTOGL				3,785 MW, 15 kV		cos 0,944	
1x 240 alu	nombre de c	1	par câble	3,785	15,5 kV = U _{poste}		
long L=	12,6 km						
	1351645 kWh						
par câble	1351645 kWh	utilisation		357,11 heures	tot utilisat	720	
Formule de Bérard		pour 1 câble		avec $r = f(i_{\text{moyen}})$		$r = f(i) =$	0,0001 i
$P_{\text{moyen}} = \text{kWh}/720$		$I_{\text{moyen}} = P_{\text{moyen}}/1,73 \times U \times \cos$					0,124
$P_{\text{moyen}} =$	1877,28	$I_{\text{moyen}} =$	74,07				
P_{kW}							
	ampères	$r = f(i_{\text{moy}})$	$3rI^2$				
I_{tot}	154,00	0,1314	117,797				
					résumé	P_{kW}	P_{kWh}
P_{kWh}	$1/3P_{\text{kW}}\% + 2/3P_{\text{kW}}\% \times \text{utilisation}/720$				Bérard ($T_{\text{moy}}^{\circ}\text{C}$)	3,112%	2,066%
	1,0374%	2,0748%	0,49598		TIC		2,019%
Bérard	3785 kW		357,11 heures				
diagonale		courbe birectiligne					
	0	0	0	3785			
	720	3785	357,11	1877			
			720	0			
diagr TIC							
		$P_{\text{kWh}} =$	2,019%				



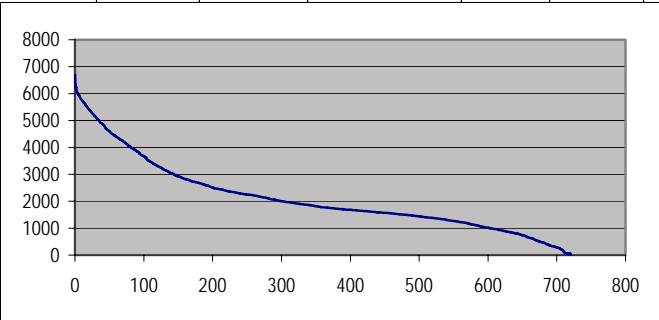
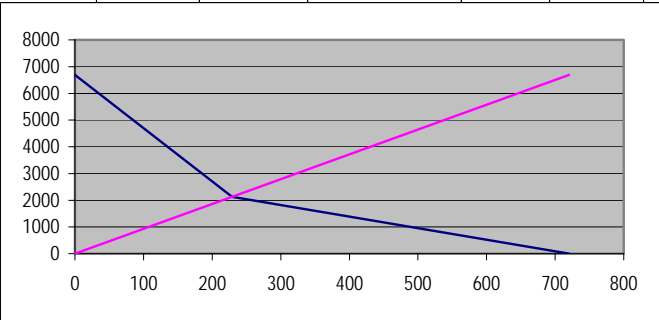
6^{me} cas WLB055

WLB055				3,428	MW, 10 kV		cos	0,994		
2x 240 alu	nombre de c	2	par câble	1,714	10,4	kV = U _{poste}				
long L=	0,73	km								
	900684	kWh								
par câble	450342	kWh	utilisation	262,74	heures	tot utilisat	720			
Formule de Bérard		pour 1 câble		avec $r = f(i_{\text{moyen}})$		$r = f(i) =$		8,61538E-05	i	
$P_{\text{moyen}} =$	kWh/720	$I_{\text{moyen}} = P_{\text{moyen}}/1,73 \times U \times \cos$						0,124138462		
$P_{\text{moyen}} =$	625,48	$I_{\text{moyen}} =$	34,93							
P_{kW}										
	ampères	$r = f(i_{\text{moy}})$	$3rI^2$							
I_{tot}	95,87	0,1271	2,559		0,1493%					
								résumé	P_{kW}	P_{kWh}
P_{kWh}	$1/3 P_{\text{kW}} \% + 2/3 P_{\text{kW}} \% \times \text{utilisation}/720$	Bérard ($T_{\text{moy}} \text{°C}$)						0,149%	0,086%	
	0,0498%	0,0995%	0,364921		0,0861%			TIC	0,077%	
Bérard	3428	kW	262,74	heures						
diagonale	courbe birectiligne									
0	0	0	3428							
720	3428	262,74	1251							
		720	0							
diagr TIC										
		$P_{\text{kWh}} =$	0,077%							



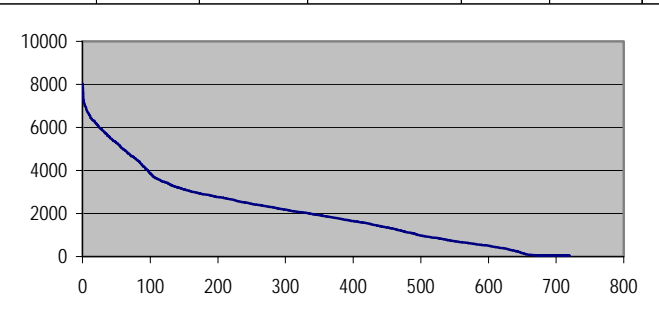
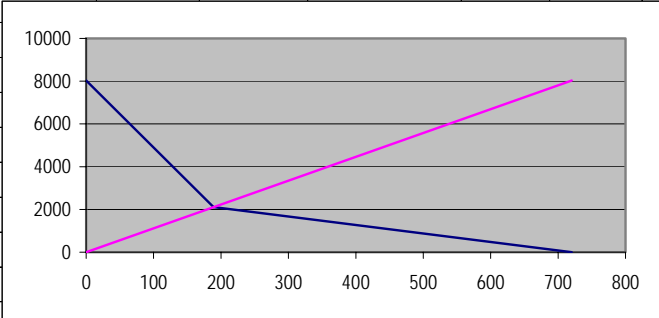
7^{me} cas ZOT055

ZOT055				6,692 MW, 15 kV		cos 0,977		
2x 240 cu	nombre de c	2	par câble	3,346	15,4 kV = U _{poste}			
long L=	1,6 km							
	1532231 kWh							
par câble	766115,5 kWh	utilisation	228,96 heures	tot utilisat	720			
Formule de Bérard		pour 1 câble		avec $r = f(i_{moyen})$		$r = f(i) = 5,18919E-05 i$		
$P_{moyen} = kWh/720$		$I_{moyen} = P_{moyen}/1,73xUxcos$				0,074621622		
$P_{moyen} =$	1064,05	$I_{moyen} =$	40,83					
P_{kW}								
	ampères	$r=f(i_{moy})$	$3rI^2$					
I_{tot}	128,63	0,0767	6,095		0,1821%			
						résumé	P_{kW}	P_{kWh}
P_{kWh}	$1/3P_{kW}\% + 2/3P_{kW}\% * utilisation/720$					Bérard ($T_{moy}^{\circ}C$)	0,182%	0,099%
	0,0607%	0,1214%	0,318006		0,0993%	TIC		0,081%
Bérard	6692 kW		228,96 heures					
diagonale		courbe birectiligne						
	0	0	0	6692				
	720	6692	228,96	2128				
			720	0				
diagr TIC								
		$P_{kWh} =$	0,081%					



8^{me} cas STG055

STG055				8,034 MW, 15 kV		cos 0,982		
2x 240 alu	nombre de c	2	par câble	4,017	15,5 kV = U _{poste}			
long L=	2,7 km							
	1518505 kWh							
par câble	759253 kWh	utilisation		189,01 heures	tot utilisat	720		
Formule de Bérard		pour 1 câble		avec $r = f(i_{moyen})$		$r = f(i) =$		
$P_{moyen} = kWh/720$		$I_{moyen} = P_{moyen}/1,73xUxcos$				0,0001 i		
$P_{moyen} =$	1054,52	$I_{moyen} =$	40,00			0,124		
P_{kW}								
	ampères	$r=f(i_{moy})$	$3rli^2$					
I_{tot}	153,29	0,1280	24,364			0,6065%		
						résumé		
P_{kWh}	$1/3P_{kW}\% + 2/3P_{kW}\% * utilisation/720$					P_{kW}	P_{kWh}	
	0,2022%	0,4043%	0,262514			Bérard ($T_{moy} °C$)	0,607%	0,308%
						TIC	0,265%	
Bérard	8034 kw		189,01 heures					
diagonale		courbe birectiligne						
	0	0	0	8034				
	720	8034	189,01	2109				
			720	0				
diagr TIC								
		$P_{kWh} =$	0,265%					



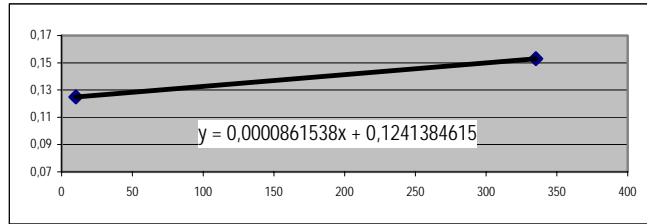
3.7 Caractéristiques des câbles MT

Résistances en fonction de l'intensité $R = f(i)$

câble papier alu

NBN C33-211

10 kV 240 alu			
A	R	contrôle	
10	0,125	0,125	
335	0,153	0,153	
X	8,62E-05		
cte	0,124138		

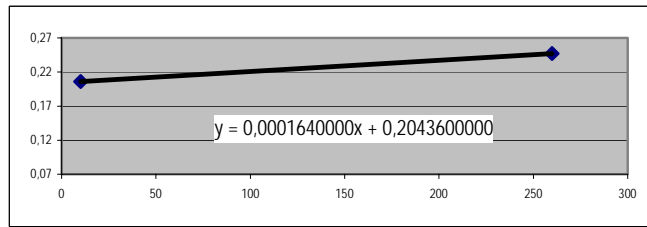


10 kV

$R = f(i)$

240 I	8,6154E-05
Cte	<u>0,12413846</u>
150 I	0,000164
Cte	<u>0,20436</u>
95 I	0,00032105
Cte	<u>0,31678947</u>

10 kVv 150 alu			
A	R	contrôle	
10	0,206	0,206	
260	0,247	0,247	
X	0,000164		
cte	0,20436		

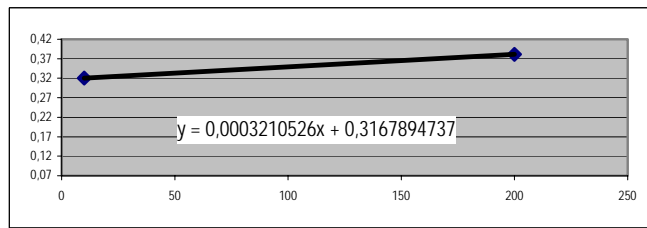


12 - 15 kV

$R = f(i)$

240 I	0,0001
Cte	<u>0,124</u>
150 I	0,00017826
Cte	<u>0,20421739</u>
95 I	4,6265E-05
Cte	<u>0,07470602</u>

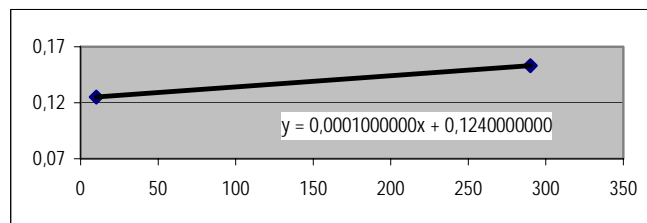
10 kV 95 alu			
A	R	contrôle	
10	0,32	0,32	
200	0,381	0,381	
X	0,000321		
cte	0,316789		



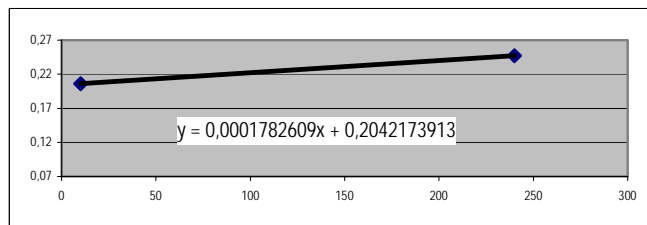
r à 28°C

240	0,1290
150	0,2126
95	0,3302

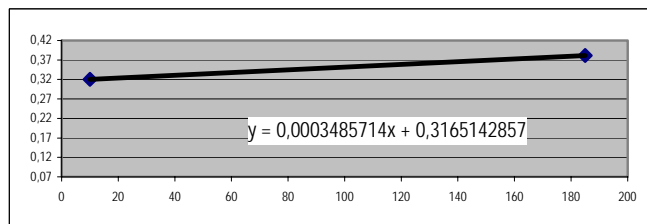
12 15 kV 240 alu			
A	R	contrôle	
10	0,125	0,125	
290	0,153	0,153	
X	0,0001		
cte	0,124		



12 15 kV 150 alu			
A	R	contrôle	
10	0,206	0,206	
240	0,247	0,247	
X	0,000178		
cte	0,204217		

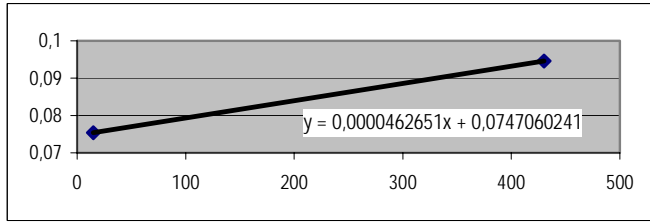


12 15 kV 95 alu			
A	R	contrôle	
10	0,32	0,32	
185	0,381	0,381	
X	0,000349		
cte	0,316514		



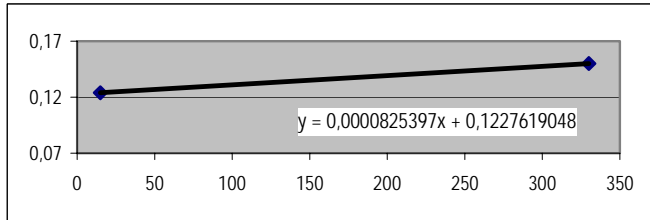
Résistances en fonction de l'intensité $R = f(i)$ câble papier cu NBN C33-111

10 kV	240 cu		
A	R	contrôle	
15	0,0754	0,0754	
430	0,0946	0,0946	
X	4,63E-05		
cte	0,074706		



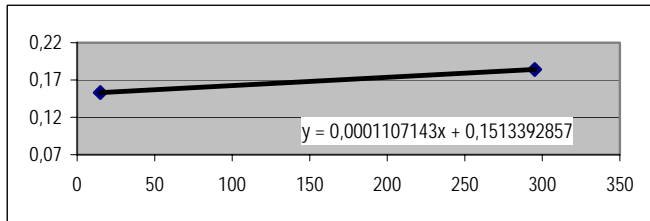
10 kV	
$R = f(i)$	
240 I	4,6265E-05
Cte	0,07470602
150 I	8,254E-05
Cte	0,1227619
120 I	0,00011071
Cte	0,15133929
95 I	0,00015417
Cte	0,1906875

10 kV	150 cu		
A	R	contrôle	
15	0,124	0,124	
330	0,15	0,15	
X	8,25E-05		
cte	0,122762		

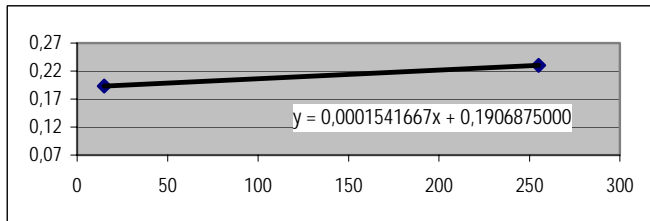


12 - 15 kV	
$R = f(i)$	
240 I	5,1892E-05
Cte	0,07462162
150 I	8,9655E-05
Cte	0,12265517
120 I	0,000124
Cte	0,15114
95 I	0,00016818
Cte	0,19047727

10 kV	120 cu		
A	R	contrôle	
15	0,153	0,153	
295	0,184	0,184	
X	0,000111		
cte	0,151339		

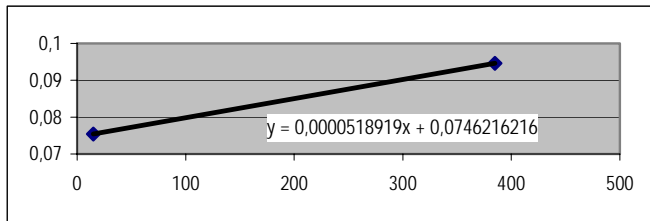


10 kV	95 cu		
A	R	contrôle	
15	0,193	0,193	
255	0,23	0,23	
X	0,000154		
cte	0,190688		

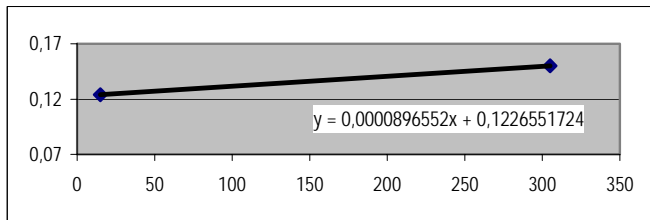


r à 28C°	
240	0,07775
150	0,1279
120	0,1578
95	0,1990

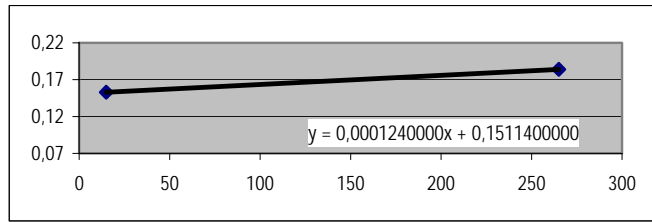
12 15 kV	240 cu		
A	R	contrôle	
15	0,0754	0,0754	
385	0,0946	0,0946	
X	5,19E-05		
cte	0,074622		



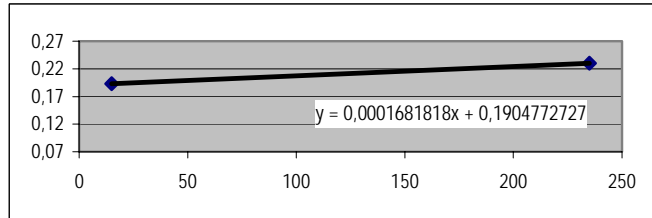
12 15 kV	150 cu		
A	R	contrôle	
15	0,124	0,124	
305	0,15	0,15	
X	8,97E-05		
cte	0,122655		



2 15 k\ 120 cu		
A	R	contrôle
15	0,153	0,153
265	0,184	0,184
X	0,000124	
cte	0,15114	

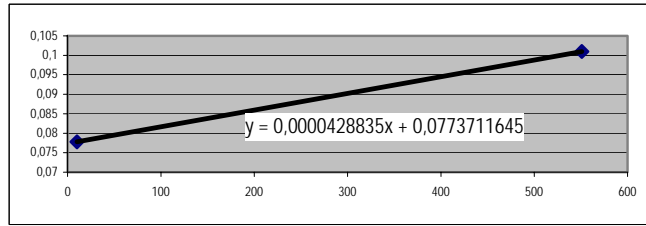


2 15 k\ 95 cu		
A	R	contrôle
15	0,193	0,193
235	0,23	0,23
X	0,000168	
cte	0,190477	



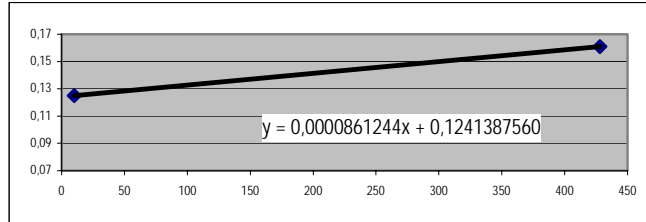
Résistances en fonction de l'intensité $R = f(i)$ câble PRC alu NBN C33-323

8-15 kv 400 alu		
A	R	contrôle
10	0,0778	0,0778
551	0,101	0,101
X	4,29E-05	
cte	0,077371	



8-15 kv	
R = f(i)	
400 I	4,28835E-05
Cte	<u>0,077371165</u>
240 I	8,61244E-05
Cte	<u>0,124138756</u>
150 I	0,000187302
Cte	<u>0,204126984</u>
95 I	0,000369919
Cte	<u>0,316300813</u>

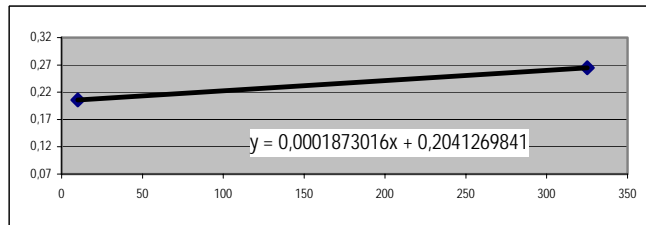
8-15 kv 240 alu		
A	R	contrôle
10	0,125	0,125
428	0,161	0,161
X	8,61E-05	
cte	0,124139	



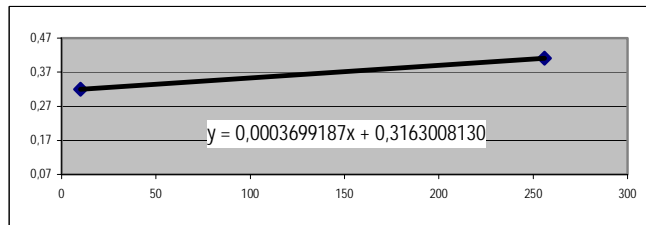
r à 28°C

400	0,08029
240	0,1290
150	0,2126
95	0,3302

8-15 kv 150 alu		
A	R	contrôle
10	0,206	0,206
325	0,265	0,265
X	0,000187	
cte	0,204127	



8-15 kv 95 alu		
A	R	contrôle
10	0,32	0,32
256	0,411	0,411
X	0,00037	
cte	0,316301	

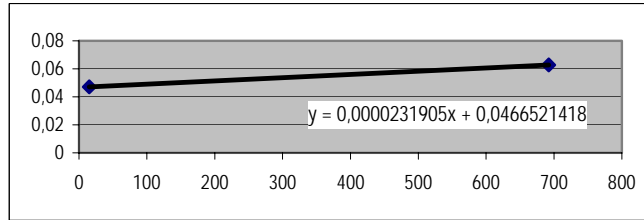


Résistances en fonction de l'intensité

R = f(i) câble PRC cu

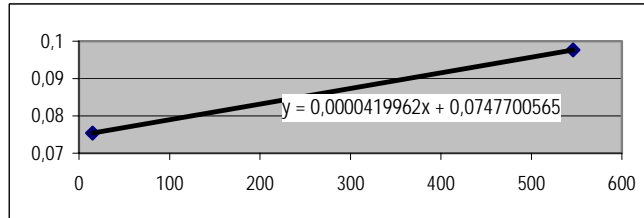
NBN C33-323

8-15 kV	400 cu		
A	R	contrôle	
15	0,047	0,047	
692	0,0627	0,0627	
X	2,31905E-05		
cte	0,046652142		



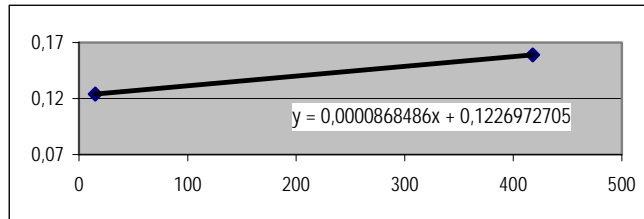
8-15 kV	R = f(i)
400 I	2,31905E-05
Cte	<u>0,046652142</u>
240 I	4,19962E-05
Cte	<u>0,074770057</u>
150 I	8,68486E-05
Cte	<u>0,122697271</u>
95 I	0,000171975
Cte	<u>0,190420382</u>

8-15 kV	240 cu		
A	R	contrôle	
15	0,0754	0,0754	
546	0,0977	0,0977	
X	4,2E-05		
cte	0,074770057		

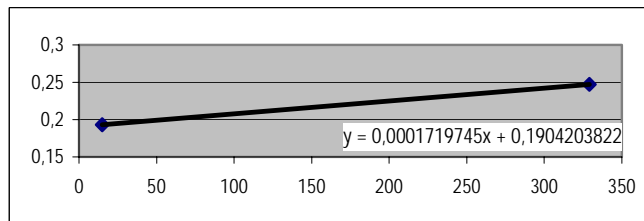


r à 28°C°	
400	0,04847
240	0,07775
150	0,1279
95	0,1990

8-15 kV	150 cu		
A	R	contrôle	
15	0,124	0,124	
418	0,159	0,159	
X	8,68486E-05		
cte	0,122697271		



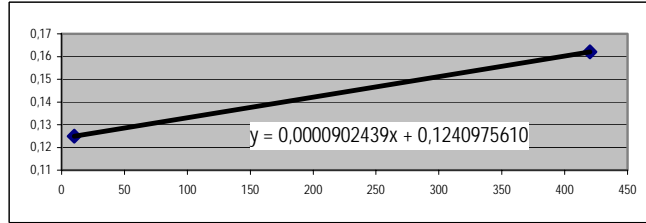
8-15 kV	95 cu		
A	R	contrôle	
15	0,193	0,193	
329	0,247	0,247	
X	0,000171975		
cte	0,190420382		



3.8 Caractéristiques des câbles BT

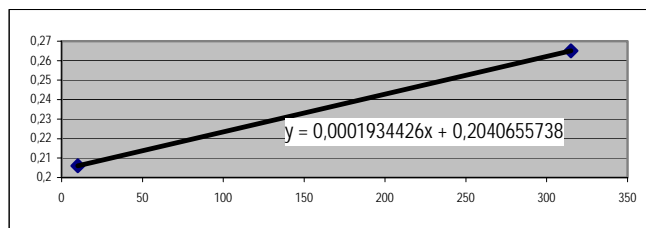
Résistances en fonction de l'intensité $R = f(i)$ câble BT alu EAXVB NBN C33-322

1 kV 240 alu		
A	R	contrôle
10	0,125	0,125
420	0,162	0,162
X	9,02E-05	
cte	0,124098	

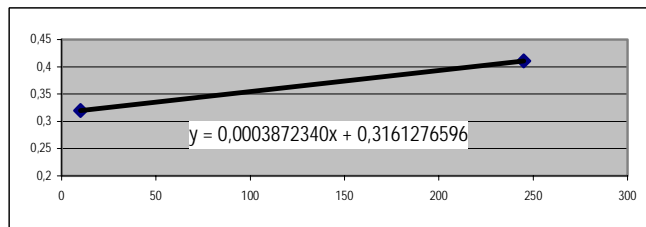


1 kV	
	$R = f(i)$
240 I	9,02439E-05
Cte	<u>0,124097561</u>
150 I	0,000193443
Cte	<u>0,204065574</u>
95 I	0,000387234
Cte	<u>0,31612766</u>
50 I	0,001167742
Cte	<u>0,629322581</u>

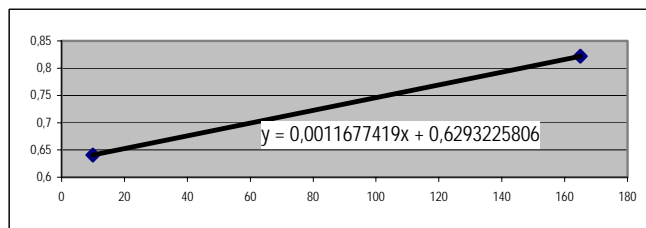
1 kV 150 alu		
A	R	contrôle
10	0,206	0,206
315	0,265	0,265
X	0,000193	
cte	0,204066	



1 kV 95 alu		
A	R	contrôle
10	0,32	0,32
245	0,411	0,411
X	0,000387	
cte	0,316128	

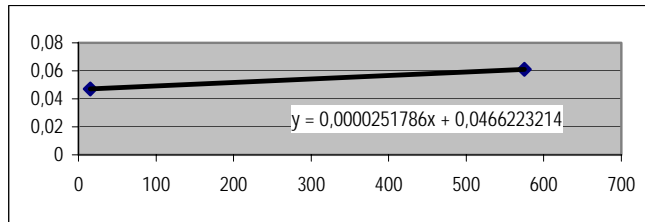


1 kV 50 alu		
A	R	contrôle
10	0,641	0,641
165	0,822	0,822
X	0,001168	
cte	0,629323	



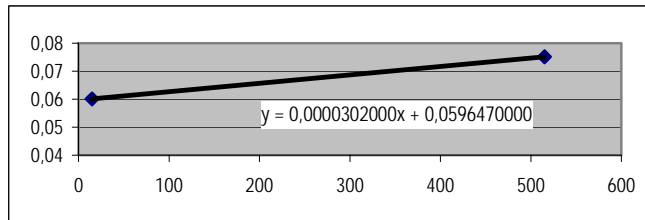
Résistances en fonction de l'intensité $R = f(i)$ câble BT cu EVAVB NBN C33-121

1 kV	400 cu	
A	R	contrôle
15	0,047	0,047
575	0,0611	0,0611
X	2,52E-05	
cte	0,046622	

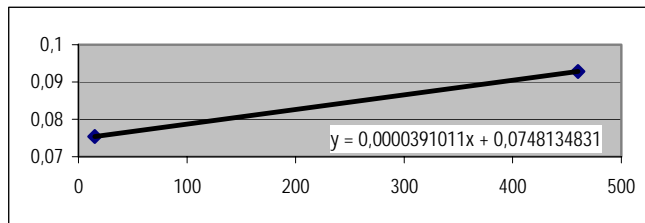


1 kV	$R = f(i)$
400 I	2,51786E-05
Cte	0,046622321
300 I	3,0E-05
Cte	0,059647
240 I	3,91011E-05
Cte	0,074813483
185 I	5,76316E-05
Cte	0,098235526
150 I	7,64706E-05
Cte	0,122852941
120 I	1,0E-04
Cte	0,15147541
95 I	0,00014717
Cte	0,190792453
70 I	0,000240909
Cte	0,264386364
50 I	4,4E-04
Cte	0,3804
35 I	0,000710345
Cte	0,513344828
25 I	0,001234783
Cte	0,708478261

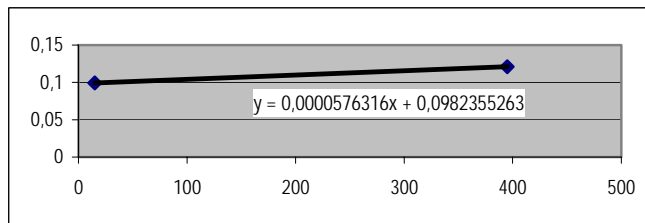
1 kV	300 cu	
A	R	contrôle
15	0,0601	0,0601
515	0,0752	0,0752
X	3,0E-05	
cte	0,059647	



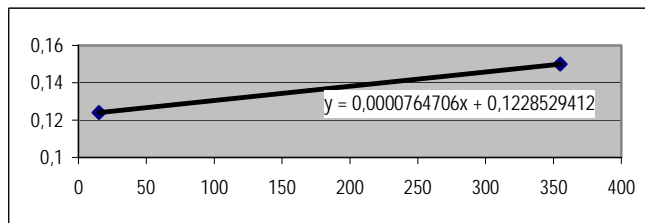
1 kV	240 cu	
A	R	contrôle
15	0,0754	0,0754
460	0,0928	0,0928
X	3,91E-05	
cte	0,074813	



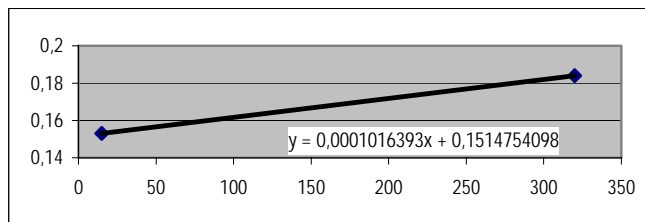
1 kV	185 cu	
A	R	contrôle
15	0,0991	0,0991
395	0,121	0,121
X	5,76E-05	
cte	0,098236	



1 kV	150 cu	
A	R	contrôle
15	0,124	0,124
355	0,15	0,15
X	7,65E-05	
cte	0,122853	

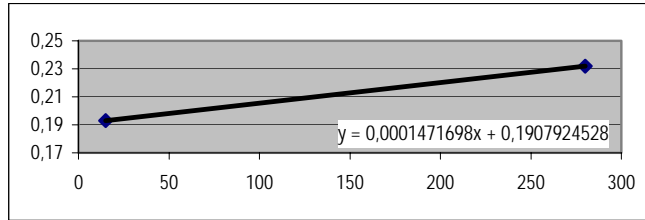


1 kV	120 cu	
A	R	contrôle
15	0,153	0,153
320	0,184	0,184
X	1,0E-04	
cte	0,151475	

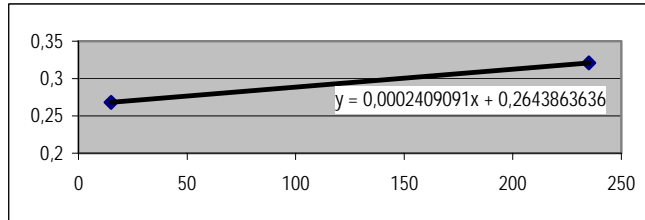


Résistances en fonction de l'intensité $R = f(i)$ câble BT cu EVAVB NBN C33-121 (suite)

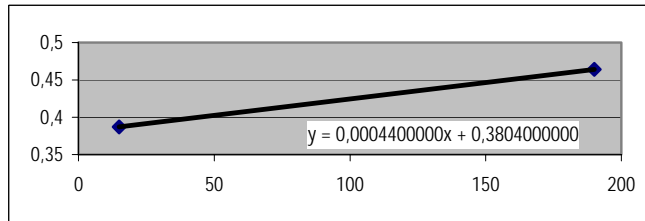
1 kV	95 cu		
A	R	contrôle	
15	0,193	0,193	
280	0,232	0,232	
X	0,000147		
cte	0,190792		



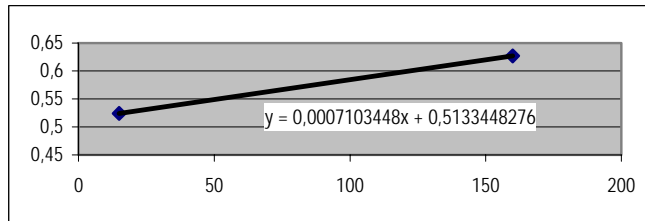
1 kV	70 cu		
A	R	contrôle	
15	0,268	0,268	
235	0,321	0,321	
X	0,000241		
cte	0,264386		



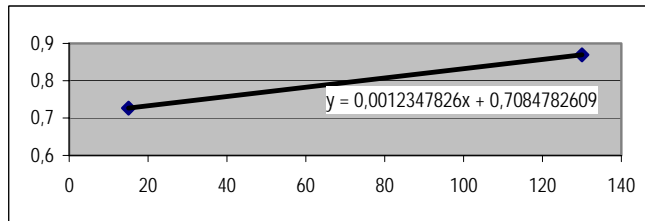
1 kV	50 cu		
A	R	contrôle	
15	0,387	0,387	
190	0,464	0,464	
X	4,4E-04		
cte	0,3804		



1 kV	35 cu		
A	R	contrôle	
15	0,524	0,524	
160	0,627	0,627	
X	0,00071		
cte	0,513345		

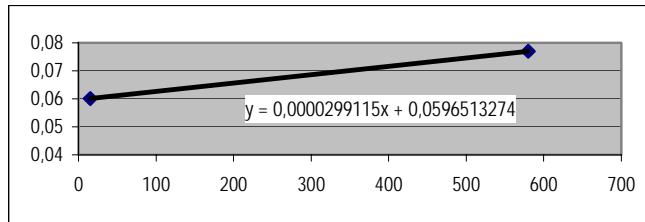


1 kV	25 cu		
A	R	contrôle	
15	0,727	0,727	
130	0,869	0,869	
X	0,001235		
cte	0,708478		



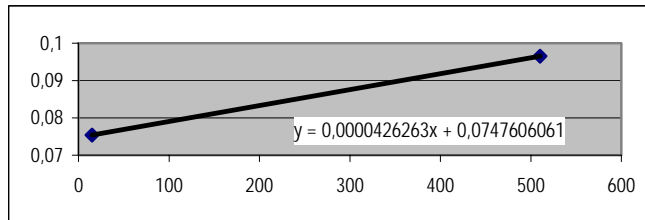
Résistances en fonction de l'intensité $R = f(i)$ câble BT cu EXVB NBN C33-322

1 kV	300 cu	
A	R	contrôle
15	0,0601	0,0601
580	0,077	0,077
X	3,0E-05	
cte	0,059651	



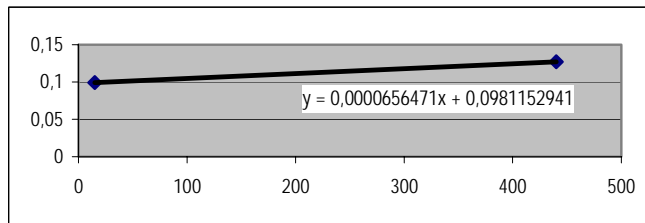
1 kV	$R = f(i)$
300 I	3,0E-05
Cte	<u>0,059651327</u>

1 kV	240 cu	
A	R	contrôle
15	0,0754	0,0754
510	0,0965	0,0965
X	4,26E-05	
cte	0,074761	



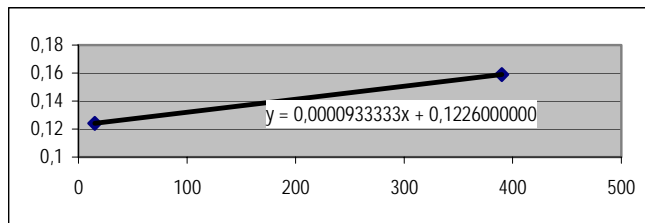
240 I	<u>4,26263E-05</u>
Cte	<u>0,074760606</u>
185 I	6,56471E-05
Cte	<u>0,098115294</u>

1 kV	185 cu	
A	R	contrôle
15	0,0991	0,0991
440	0,127	0,127
X	6,56E-05	
cte	0,098115	



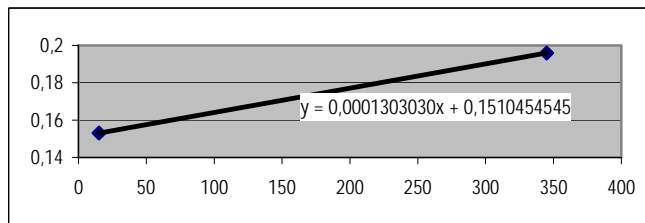
150 I	<u>9,33333E-05</u>
Cte	<u>0,1226</u>
120 I	1,3E-04
Cte	<u>0,151045455</u>

1 kV	150 cu	
A	R	contrôle
15	0,124	0,124
390	0,159	0,159
X	9,33E-05	
cte	0,1226	



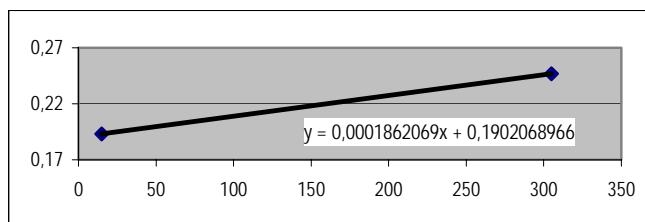
95 I	<u>0,000186207</u>
Cte	<u>0,190206897</u>
70 I	0,000319149
Cte	<u>0,263212766</u>

1 kV	120 cu	
A	R	contrôle
15	0,153	0,153
345	0,196	0,196
X	1,3E-04	
cte	0,151045	



50 I	3,8E-04
Cte	<u>0,38131579</u>
35 I	0,00091875
Cte	<u>0,51021875</u>

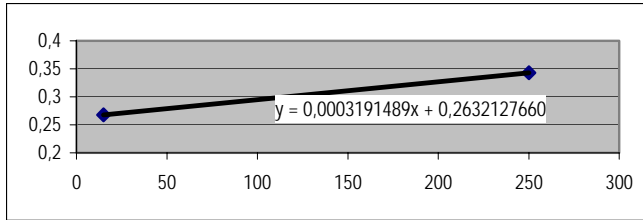
1 kV	95 cu	
A	R	contrôle
15	0,193	0,193
305	0,247	0,247
X	0,000186	
cte	0,190207	



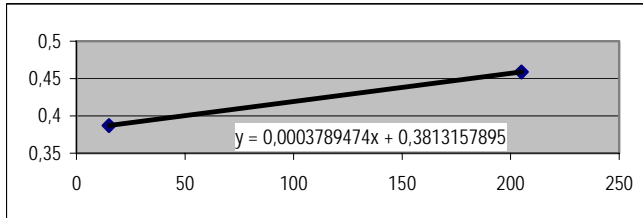
25 I	<u>0,001511111</u>
Cte	<u>0,704333333</u>

Résistances en fonction de l'intensité $R = f(i)$ câble BT cu EXVB NBN C33-322 (suite)

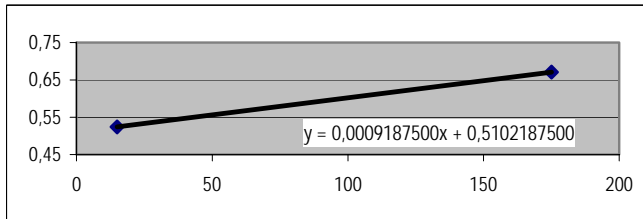
1 kV	70 cu		
A	R	contrôle	
15	0,268	0,268	
250	0,343	0,343	
X	0,000319		
cte	0,263213		



1 kV	50 cu		
A	R	contrôle	
15	0,387	0,387	
205	0,459	0,459	
X	3,8E-04		
cte	0,381316		



1 kV	35 cu		
A	R	contrôle	
15	0,524	0,524	
175	0,671	0,671	
X	0,000919		
cte	0,510219		



1 kV	25 cu		
A	R	contrôle	
15	0,727	0,727	
150	0,931	0,931	
X	0,001511		
cte	0,704333		

