

À Retenir

Comment choisir un câble ?

Le choix dépend d'un bon nombre de caractéristiques, parmi lesquels : la tension d'utilisation, l'intensité à transporter, la distance entre ses deux extrémités, le mode de pose, les influences externes, l'interactions des câbles entre eux, la température ambiante, du type de protection de celui-ci, si le neutre est chargé ou non et enfin s'il y a plusieurs câbles par phase.

1) Calcul du courant d'emploi IB :

Le courant d'emploi est le courant correspondant à la plus grande puissance transportée par le circuit en service normal.

Ce courant dépend directement de la puissance des appareils alimentés par le circuit.

Après avoir déterminé le courant appelé par le récepteur, il faut lui appliquer plusieurs facteurs.

$$IB = IA \times Ku \times Ks1 \times Ksn \times Kr$$

IB : courant d'emploi dans le circuit d'alimentation.

IA : courant appelé par le récepteur.

Ku : coefficient d'utilisation du récepteur.

Ks1 : coefficient de simultanéité de niveau 1

Ksn : coefficient de simultanéité de niveau n.

Kr (ou Ke) : coefficient de réserve.

- Coefficient Ku :

TYPE DE RECEPTEUR	Ku
Chauffage ou éclairage	1
Prises de courant (hors indication particulière)	1
Moteurs électriques	0,75

- Coefficient Ks1 à Ksn :

Cas général :

Utilisation		Ks
Éclairage		1
Chauffage et conditionnement d'air		1
Prise de courant (n nbre de prises)		$0.1 + (0.9 / n)$
Moteurs	Moteur le plus puissant	1
	Moteur suivant	0,75
	Autres moteurs	0,60

Cas des armoires de distribution :

Nombre de circuits	Ks
2 et 3	0,9
4 et 5	0,8
6 et 9	0,7
10 et plus	0,6

Cas d'un immeuble d'habitation :

Dans le cas d'un immeuble d'habitation, Ks se détermine par rapport au nombre d'abonnés desservis par un même circuit.

(souvent un circuit = un étage)

Nbre d'abonnés situés en aval	Ks
2 à 4	1
5 à 9	0,78
10 à 14	0,63
15 à 19	0,53
20 à 24	0,49
25 à 29	0,46
30 à 34	0,44
35 à 39	0,42
40 à 49	0,41
50 et au-dessus	0,40

- Coefficient Kr :

Le rôle du facteur de réserve, également appelé facteur d'extension, est de prévoir une augmentation de la puissance absorbée. Le coefficient varie de 1,15 à 1,25, on prend généralement $Ke = 1,25$.

2) Calcul du courant assigné In du dispositif de protection :

In = Calibre du dispositif de protection.
Valeur prise égale ou juste supérieure à l'intensité d'emploi.

C2.6. Indiquer si la chute de tension est conforme. ☐ OUI ☐ NON

Justifier votre réponse

.....

.....

.....

.....

C2.7. Proposer une solution si la chute de tension n'est pas conforme à la norme.

.....

.....

.....

Exercice N°2 (voir pages 100 à 102)

(Sujet E2 juin 2012)

Vérification de la section du câble C3

C.1.3 - Déterminer les différents facteurs de prise en compte du mode de pose et des influences externes du câble :

Lettre de sélection				
---------------------	--	--	--	--

Faut-il considéré le neutre comme étant chargé ?

Oui		Non	
-----	--	-----	--

Justification :

Justification :	
En déduire le coefficient K_n :	
Déterminer le coefficient de symétrie K_s :	

Calculer alors le facteur K de prise en compte des influences et des modes de pose (3 décimales) :

Formule :	Application numérique :
-----------	-------------------------

C.1.4 - Calculer l'intensité fictive I'_z véhiculée par le câble multiconducteurs :

Formule :	Application numérique :
-----------	-------------------------

C.1.5 - En déduire l'intensité véhiculée par un conducteur du câble :

Formule :	Application numérique :
-----------	-------------------------

C.1.6 - Déterminer la section d'un conducteur de phase si l'intensité par conducteur est de 400 A :

Section d'un conducteur				
Départ conforme	Oui		Non	

Annexes exercice N°1

C2 : câble d'alimentation du coupe-racines n°1.

- ☞ La protection amont est assurée par un disjoncteur NS250H associée à un déclencheur TM200D3P 3d. Réglage de $I_{thermique} = I_n = 220 \text{ A}$, et $I_{magnétique} = 1 \text{ kA}$.
- ☞ Les courants harmoniques circulant dans les conducteurs de phase ont un taux inférieur à 15 %.
- ☞ Caractéristiques du câble : multiconducteurs (4G) ; en cuivre ; blindé ; isolé en polyéthylène réticulé (PR).
- ☞ Mode de pose : sur chemin de câbles perforé avec 4 autres circuits sur une couche.
- ☞ Longueur du câble : 130 m.
- ☞ Température ambiante : 30 °C.
- ☞ Chute de tension en amont : 1,5 %.

DÉTERMINATION DES SECTIONS DES CABLES (1/2)

Les tableaux suivants permettent de déterminer la section des conducteurs de phase d'un circuit. Ils ne sont utilisables que pour des canalisations non enterrées et protégées par disjoncteur.

$$K = K1 \times K2 \times K3$$

Lettre de sélection :

Type d'éléments conducteurs	Mode de pose	Lettre de sélection
Conducteurs et câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sous conduit profilé ou goulotte, en apparent ou encastré. ■ Sous vide de construction, faux plafond. ■ Sous cantreuil, moulure, plinthes, chambranles. 	B
	<ul style="list-style-type: none"> ■ En apparent contre mur ou plafond. ■ Sur chemin de câble ou tablettes non perforées. 	C
Câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sur échelles, corbeaux, chemin de câble perforé. ■ Fixes en apparent, espaces de la paroi. ■ Câbles suspendus. 	E
Câbles mono conducteurs :	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sur échelles, corbeaux, chemin de câble perforé. ■ Fixes en apparent, espaces de la paroi. ■ Câbles suspendus. 	F

Facteur de correction K1

Lettre de sélection	Cas d'installation	K1
B	■ Câbles dans des conduits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants.	0,70
	■ Conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants.	0,77
	■ Câbles multiconducteurs.	0,90
	■ Vide de construction et cantreuil.	0,95
C	■ Pose sous plafond.	0,95
B, C, E, F	■ Autres cas.	1

Facteur de correction K2

Lettre de sélection	Disposition des câbles joints	Facteur de correction : K2											
		Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
B, C	Encastres ou noyées dans les parois.	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
C	Simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées.	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70		
	Simple couche au plafond.	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61		
E, F	Simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales.	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72		
	Simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78		

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, il faut appliquer à K2 le facteur de correction suivant :

- 2 couches : 0,80
- 3 couches : 0,73
- 4 ou 5 couches : 0,70

Facteur de correction K3

Températures ambiantes en °C	Isolation		
	Elastomère (Caoutchouc)	Polychlorure de vinyle (PVC)	Polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87

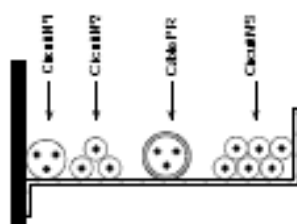
DÉTERMINATION DES SECTIONS DES CÂBLES (2/2)

Détermination de la section minimale :

Connaissant I_z et K (I_z est le courant équivalent au courant véhicule par la canalisation : $I_z = I_z/K$), le tableau ci-contre indique la section à retenir. Un câble PR est monté sur un chemin de câble perforé conjointement avec 3 autres circuits constitués :

- d'un câble triphase (1^{er} circuit).
- de 3 câbles unipolaires (2^{ème} circuit).
- de 6 câbles unipolaires (3^{ème} circuit) : ce 3^{ème} circuit est constitué de 2 conducteurs par phase.

Il y aura donc 5 groupements triphases. La température ambiante est de 40 °C. Le câble PR véhicule 23 A par phase.



La lettre de sélection donnée par le tableau correspondant est E.
Le facteur de correction K_1 , donné par le tableau correspondant est 1.
Le facteur de correction K_2 , donné par le tableau correspondant est 0,75.
Le facteur de correction K_3 , donné par le tableau correspondant est 0,91.
Le coefficient K , qui est $K_1 \times K_2 \times K_3$ est donc $1 \times 0,75 \times 0,91$ soit 0,68.

Détermination de la section :

On choisira une valeur normalisée de I_n juste supérieure à 23 A.

Le courant admissible dans la canalisation est $I_z = 25$ A.

L'intensité fictive I_z prenant en compte le coefficient K est $I_z = 25/0,68 = 36,8$ A.

En se plaçant sur la ligne correspondant à la lettre E, dans la colonne PR3, on choisit la valeur immédiatement supérieure à 36,8 A, soit ici 42 A dans le cas du cuivre qui correspond à une section de 4 mm² cuivre ou, dans le cas de l'aluminium 43 A, qui correspond à une section de 6 mm² aluminium.

Lettre de sélection	Isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
	Caoutchouc ou PVC					Butyle ou PR ou éthylène PR				
	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
C			PVC3		PVC2	PR3		PR2		
E				PVC3		PVC2	PR3		PR2	
F					PVC3		PVC2	PR3		PR2
Section cuivre en mm ²	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500					749	868	946		1083
	630					855	1005	1088		1254
Section aluminium en mm ²	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	346	389
	185		259	280	298	323	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
	500					610	694	770		856
	630					711	808	899		996

Longueurs maximales des canalisations (en mètre) :

Pour vérifier la protection des personnes contre les contacts indirects il faut que la longueur du circuit soit inférieure ou égale à :

$$\text{Neutre non distribué : } L \leq \frac{0,8 \times U \times S_{ph}}{2 \times \rho \times (1+m) \times I_{mag} \dots \text{ou} \dots I_f}$$

avec : S_{ph} : section des phases en mm²,
 S_n : section du neutre en mm²,
 I_{mag} : courant de déclenchement du magnétique,

$$\text{Neutre distribué : } L \leq \frac{0,8 \times V \times S_n}{2 \times \rho \times (1+m) \times I_{mag} \dots \text{ou} \dots I_f}$$

ρ : résistivité du cuivre = 22,5 mΩmm²/m,
 $m = S_{ph} \text{ (ou } S_n) / S_{pe}$
 I_f : courant de fusion de l'élément fusible.

Annexes exercice n°2

Départs associés au jeu de barres TGBT1 :

	Filtration	Ozoneur	Pompe Vision	Pompe Flamant	Bâtiment requins
Ib (A)	522,8	214,1	199,1	49,2	386
Polarité du circuit	Tri + N	Tri + N	Tri + N	Tri + N	Tri + N
Puissance (kW)	297	132	120	30	230
Cos phi	0,82	0,89	0,87	0,88	0,86
Ku	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8

Départs associés au jeu de barres TGBT2 :

	Clim	Antartica	Restaurant	Compresseur	Onduleur	Ours	Autres Départs
Ib (A)	99,5	651,3	196,8	79,3	86,6	424,5	331,8
Polarité du circuit	Tri + N	Tri + N	Tri + N	Tri + N	Tri + N	Tri + N	Tri + N
Puissance (kW)	60	370	120	50	60	250	200
Cos phi	0,87	0,82	0,88	0,91	1	0,85	0,87
Ku	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,8	0,8

Caractéristiques du Départ Filtration :

- Courant d'emploi Ib = 522,8 A
- Courant de court circuit triphasé en aval de Q3 : 23,1 kA
- Câble multiconducteurs en Aluminium
Section : 3 phases de (2x240 mm² / Ph) + PEN de (2x240mm²)
Pose sur chemin de câbles perforé, disposé sur une seule couche avec un second circuit
- Longueur du départ 140m
- Température ambiante 25°C
- Câble Aluminium isolé PR
- 15 % < THDI % < 33 % (Facteur neutre chargé à déterminer)
- Pose asymétrique (Facteur de symétrie à déterminer)

Détermination de la section des conducteurs de phase :

Les tableaux ci-contre permettent de déterminer la section des conducteurs de phase d'un circuit. Ils ne sont utilisables que pour des canalisations non enterrées et protégées par disjoncteur.

Pour obtenir la section des conducteurs de phase, il faut :

- déterminer une lettre de sélection qui dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose
- déterminer un coefficient K qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation.

Ce coefficient K s'obtient en multipliant les facteurs de correction, K1, K2, K3, Kn et Ks :

- le facteur de correction K1 prend en compte le mode de pose
- le facteur de correction K2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte
- le facteur de correction K3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant
- le facteur de correction du neutre chargé Kn
- le facteur de correction dit de symétrie Ks.

Lettre de sélection

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	■ sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré	B
	■ sous vide de construction, faux plafond	
câbles multiconducteurs	■ sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles	C
	■ en apparent contre mur ou plafond	
câbles multiconducteurs	■ sur chemin de câbles ou tablettes non perforées	E
	■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé	
câbles monoconducteurs	■ fixés en apparent, espacés de la paroi	F
	■ câbles suspendus	

Facteur de correction Kn

(conducteur neutre chargé)

Selon norme NF C 15-100 § 523.5.2

- $K_n = 0,84$

Facteur de correction K1

lettre de sélection	cas d'installation	K1
B	■ câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
	■ conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	
	■ câbles multiconducteurs	
	■ vides de construction et caniveaux	
C	■ pose sous plafond	0,95
B, C, E, F	■ autres cas	1

Facteur de correction de symétrie Ks

(selon la norme NF C 15-105 §B.5.2 et le nombre de câbles en parallèle)

- $K_s = 1$ pour 2 et 4 câbles par phase avec respect de la symétrie
- $K_s = 0,8$ pour 2, 3, et 4 câbles par phase si non respect de la symétrie

Facteur de correction K2

lettre de sélection	disposition des câbles joints	facteur de correction K2											
		nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
B, C	encastrés ou noyés dans les parois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
		1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
C	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70		
		0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61		
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou sur tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72		
		1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78		

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, appliquer en plus un facteur de correction de :

- 0,80 pour deux couches
- 0,73 pour trois couches
- 0,70 pour quatre ou cinq couches.

Facteur de correction K3

températures ambiantes (°C)	isolation		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,06	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,94	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71

Détermination de la section d'un conducteur neutre chargé :

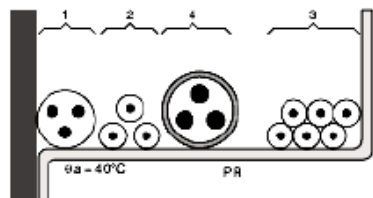
Les courants harmoniques de rang 3 et multiples de 3 circulant dans les conducteurs de phases d'un circuit triphasé s'additionnent dans le conducteur de neutre et le surchargent. Dans ce cas, pour des sections de phase $>16\text{mm}^2$ en cuivre ou 25mm^2 en aluminium, on détermine la section en fonction du taux d'harmoniques de rang 3 dans les phases.

- **Taux $(ih_3) < 15\%$:** neutre considéré comme non chargé
La section du neutre (S_n) est égale à la section du neutre (S_{ph}) $S_n = S_{ph}$
- **Taux $15\% < (ih_3) < 33\%$:** neutre considéré comme chargé
La section du neutre (S_n) est égale à la section du neutre (S_{ph})
Mais un facteur de correction de courant admissible de 0,84 doit être pris en compte pour l'ensemble des conducteurs. (S_{ph_0} section de la phase calculée avant correction)
 $S_n = S_{ph} = S_{ph_0} \times 1,084$
- **Taux $(ih_3) > 33\%$:** neutre considéré comme chargé et doit être surdimensionné pour un courant d'emploi égal à 1,45/0,84 fois le courant d'emploi dans la phase (environ 1,73)
 - Câble multipolaire : $S_n = S_{ph} = S_{ph_0} \times 1,45/0,84$
 - Câbles unipolaires : Le conducteur de neutre doit être surdimensionné par rapport à la section des phases, avec :
 - Neutre : $S_n = S_{ph_0} \times 1,45/0,84$
 - Phase : $S_{ph} = S_{ph_0}/0,84$
- **Lorsque le taux n'est pas défini** par l'utilisateur, on se place dans les conditions de calcul correspondant à un taux compris entre 15% et 33%.

Exemple d'un circuit à calculer selon la méthode NF C15-100 § 523.7

Un câble polyéthylène réticulé (PR) triphasé + neutre (4^e circuit à calculer) est tiré sur un chemin de câbles perforé, conjointement avec 3 autres circuits constitués :

- d'un câble triphasé (1^{er} circuit)
 - de 3 câbles unipolaires (2^e circuit)
 - de 6 câbles unipolaires (3^e circuit) : ce circuit est constitué de 2 conducteurs par phase.
- La température ambiante est de 40 °C et le câble véhicule 58 ampères par phase. On considère que le neutre du circuit 4 est chargé.



La lettre de sélection donnée par le tableau correspondant est E.

Les facteurs de correction K_1 , K_2 , K_3 donnés par les tableaux correspondants sont respectivement :

- $K_1 = 1$
- $K_2 = 0,77$
- $K_3 = 0,91$

Le facteur de correction neutre chargé est :

- $K_n = 0,84$

Le coefficient total $K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_n$ est donc $1 \times 0,77 \times 0,91 \times 0,84$ soit :

- $k = 0,59$

Détermination de la section

On choisira une valeur normalisée de I_n juste supérieure à 58 A, soit $I_n = 63$ A.

Le courant admissible dans la canalisation est $I_z = 63$ A. L'intensité fictive I'_z prenant en compte le coefficient K est $I'_z = 63/0,59 = 106,8$ A.

En se plaçant sur la ligne correspondant à la lettre de sélection E, dans la colonne PR3, on choisit la valeur immédiatement supérieure à 106,8 A, soit, ici :

- pour une section cuivre 127 A, ce qui correspond à une section de 25 mm²,
- pour une section aluminium 122 A, ce qui correspond à une section de 35 mm².

Détermination de la section minimale

Connaissant l' I_z et K (I_z est le courant équivalent au courant véhiculé par la canalisation : $I_z = I_z/K$), le tableau ci-après indique la section à retenir.

lettre de sélection	isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
	caoutchouc ou PVC					butyle ou PR ou éthylène PR				
	B	PVC3	PVC2	PVC3	PVC2	PR3	PR2	PR2	PR2	PR2
section cuivre (mm ²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	362	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					666	754	825		840
	500					749	868	946		1 083
	630					855	1 005	1 088		1 254
section aluminium (mm ²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	345	389
	185		259	280	298	323	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
	500					610	694	770		856
	630					711	808	899		996