

- École Nationale Supérieure  
des Télécommunications de Bretagne



formation

# RES101 : Bureau d'Etude Le protocole RNIS

*Laurent.Toutain@enst-bretagne.fr*

[www.enst-bretagne.fr](http://www.enst-bretagne.fr)

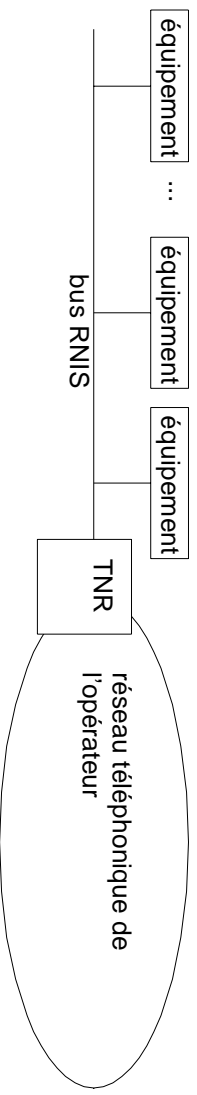
Groupe des écoles  
des télécommunications



*Avant de commencer les exercices, lisez bien les annexes, elles contiennent les extraits de recommandations UIT qui sont utiles pour ces exercices. Ne pas répondre directement aux questions sur les feuilles de l'exercice, mais utiliser le récapitulatif des questions.*

Nous allons nous intéresser au réseau numérique à intégration de services (RNIS), connu aussi sous le nom commercial de France Telecom Numéris. Dans ce réseau, les informations au lieu d'être transportées analogiquement jusqu'au standard téléphonique qui effectue la numérisation du signal, celle-ci est faite directement par le poste téléphonique de l'abonné. La ligne téléphonique peut donc être vue comme un réseau informatique. Le fait de numériser le plus tôt possible le signal, permet de rendre polyvalent le réseau. Il est possible de l'utiliser pour connecter des fax, des ordinateurs,... d'où le terme "intégration de services".

Le schéma suivant représente une des possibilités offerte par RNIS pour câbler un abonné.

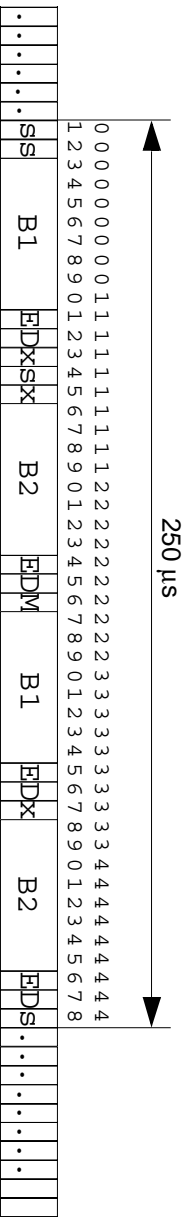


La Terminaison Numérique de Réseau (TNR) est un équipement qui appartient et qui est géré par l'opérateur téléphonique. Il a pour fonction d'adapter les informations émises par les équipements de l'abonné en information utilisable sur le réseau de l'opérateur. Il gère aussi le réseau de l'abonné (adressage, gestion des droit de parole, ...). C'est cette dernière fonction qui nous intéressera dans la suite de l'exercice.

Dans un accès de base, sont prévus deux canaux B pour transmettre des informations (donc deux équipements chez l'abonné peuvent être actifs en même temps) et un canal D pour la gestion du bus RNIS.

Seules les communications entre un équipement et la TNR sont autorisés. Si deux équipements sur le même bus veulent communiquer entre eux, ils doivent passer par la TNR.

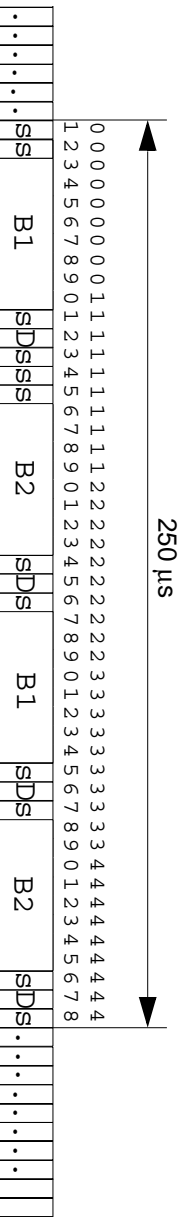
La TNR produit simultanément deux trains binaires synchrones. Le premier contient les informations émises de la TNR vers les équipements. Il peut être uniquement lu par les équipements. Le second contient un squelette dans lequel les équipements peuvent émettre des informations dans des conditions que l'on verra plus tard. La figure suivante donne le format de ce train binaire émis par la TNR vers les équipements.



Ce train binaire contient les champs suivants :

- les bits représenté s servent à la synchronisation de la trame
- les octets B1 et B2 contiennent les informations pour chacun des deux canaux B.
- les bits D contiennent l'information pour le canal D
- les bits E contiennent l'écho des bits émis sur le canal D par les équipements.
- les bits marqués X permettent de gérer les équipements qui nous ne décrivons pas dans cet exercice.

Le train binaire permettant aux équipements d'émettre leurs données a le format suivant :



Question 1

Quel est le débit du train binaire ?

2 points

Quel est le débit de chaque canal B ?

Quel est le débit du canal D ?

## Méthode d'accès au canal

Question 2  
1 point

Est-ce que l'on risque des collisions dans ce type de topologie ?

Question 3

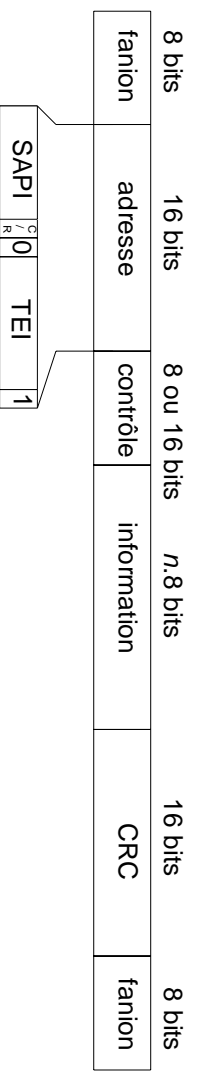
2 points

Le bit E dans les trames émises par la TNR vers les équipements est une copie des bits reçus dans le canal D par la TNR. Quel est l'intérêt de ce mécanisme ?

## Protocole LAP-D

L'accès sur les canaux B est gérée par le TNR qui délivre des droits d'utilisation. Si un équipement veut obtenir un canal B pour établir une communication téléphonique, il doit demander l'autorisation au TNR. Pour cela, il utilise le canal D qui lui est à accès aléatoire.

La suite des éléments binaires émis dans le canal D peut être interprétée comme une trame conforme à la norme HDLC, plus précisément à un sous-ensemble appelé LAP-D comme le montre la figure suivante.



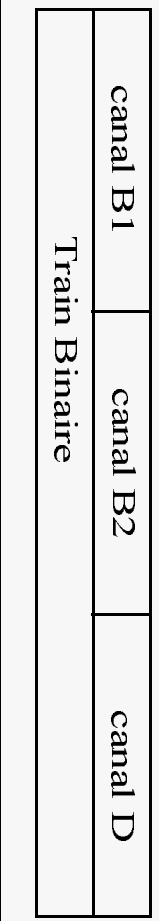
Le champ adresse est découpé en deux parties. Le sous champ SAPI (Service Access Point Identifier) contient le numéro du protocole de la couche supérieure

- 0 : pour la signalisation, c'est-à-dire les messages entre l'équipements et la TNR réseau pour entre autre l'établissement et la rupture des communication sur les canaux B,
- 16 pour l'envoi d'information en mode paquet,
- 63 pour les procédure de gestion des terminaux.

Le sous champ TEI (Terminal End point Identifier) contient l'adresse de l'équipement sur le bus RNIS. Généralement cette adresse est attribuée dynamiquement par le TNR quand cela est nécessaire. La valeur 127 est réservée à la diffusion de message à l'ensemble des terminaux connectés au bus RNIS.

Question 4  
2 points

A partir des informations précédentes, compléter la pile protocolaire d'un équipement, en précisant les numéros de SAP



Question 5  
1 point

Pourquoi, contrairement aux trames Ethernet ou aux paquets IP où les champs adresse source et adresse destination sont nécessaires, un seul champ TEI est défini dans la trame LAP-D.

Quand un équipement (poste téléphonique) est branché sur le réseau, il échange des messages avec la TNR. Ces informations sont données dans l'annexe.

Question 6  
1 point

Sur combien d'octets sont codées les trames de type U ?

Sur combien d'octets sont codées les trames de type I ou S ?

Quelle est la valeur maximale que peut atteindre les compteurs de ces trames S ou I ?

Le dialogue suivant a été capturé grâce à un analyseur. L'analyseur à retiré les fanions et les bits introduits pour éviter de retrouver le fanion à l'intérieur de la trame. Par contre le champ CRC est présent.

Canal D : Equipement -> TNR

Fc Ff 03 0f a8 45 01 ff 20 7d

Canal D : TNR -> Equipement

Fe Ff 03 0f a8 45 02 87 e8 a3

Question 7  
2 points

Désassemblez l'en-tête de la première trame LAP-D. Combien valent les champs :

Adresse :

SAPI :

Quel protocole de niveau supérieur ?

TEI :

A qui est destinée la trame ?

contrôle (cf. annexe) :

de quelle type de trame s'agit-il ?

Question 8  
1 point

A l'aide de l'annexe, poursuivre le désassemblage de ces trames pour découvrir la signification de cet échange protocolaire.  
Quels types de message sont employés dans chacune des trames ?  
Quelle valeur de TEI a été affecté au poste téléphonique.

Question 9  
2 points

Pourquoi n'est-il pas possible, comme pour Ethernet, de fixer une adresse physique pour les équipements en sortie d'usine ?

## Appel téléphonique

Quand un utilisateur compose un numéro de téléphone sur l'équipement téléphonique, les échanges de trames LAP-D suivants ont lieu sur le canal D.

```
Canal D : Equipement -> TNR
00 87 7f 78 8c
```

```
Canal D : TNR -> Equipement
00 87 73 14 46
```

Question 10  
1 point

Quel est le numéro de SAPI ?

Question 11  
1 point

Quelle est la fonction de cet échange ?

La suite des échanges est la suivante :

```
Equipement -> TNR
00 87 00 00 08 01 01 05      04 03 80 90 a3 18 01 83      + Ef
9e 24 01 80 6d 06 80 50      39 39 39 39 70 05 80 33      Z$mP 9999P3
36 39 39 7d 02 91 81 7e      01 04 c6 3a                699} `~ R:
```

```
TNR -> Equipement
00 87 01 02 fd 46                +YF
```

```
TNR -> Equipement
02 87 00 02 08 01 81 0d      18 01 89 85 5a                + &...Z
```

```
Equipement -> TNR
02 87 01 02 8b 7f                + <
```

```
Equipement -> TNR
00 87 02 02 08 01 01 7d      08 03 87 e2 0d 14 01 01      +} +â
36 c2                          6Å
```

```
TNR -> Equipement
00 87 01 04 cb 23                +â#
```

```
TNR -> Equipement
02 87 02 04 08 01 81 02      18 01 89 37 6e                + %7n
```

```
Equipement -> TNR
02 87 01 04 bd 1a                +½
```

```
TNR -> Equipement
02 87 04 04 08 01 81 03      08 02 87 fe 1e 02 82 81      + #p,
40 99                          @™
```

```
Equipement -> TNR
02 87 01 06 af 39                +_9
```



Equipement -> TNR  
00 87 06 0a 08 01 01 5a 27 cd #Z 'í

TNR -> Equipement  
00 87 01 08 a7 e9 #sé

TNR -> Equipement  
02 87 53 ae d2 #S®Ô

Equipement -> TNR  
02 87 73 ac f3 #s-ó

Question 12  
3 points

Tracer le chronogramme représentant les échanges précédents, en ne représentant pas les trames RR, mais en indiquant lorsque vous le pouvez les informations complémentaires contenues dans les messages de signalisation

Quel abonné sur le réseau téléphonique a été appelé ?

Sur quel canal B s'est déroulée la conversation téléphonique ?

Question 13  
1 point

Pourquoi a-t-on une séquence d'échange de trame RR aussi longue ?

## Annexes : Valeur du champ contrôle des trames LAP-D

Tableau 5/Q.921 – Commandes et réponses (modulo 128)

Application	Format	Commandes	Réponses	Codage											
				8	7	6	5	4	3	2	1	Octet			
transfert d'information à trames multiples avec accusé de réception et sans accusé de réception	transfert d'information	I (information)												4	
				N/S)									0		
	supervision	RR (prêt à recevoir)	RR (prêt à recevoir)												4
					0	0	0	0	0	0	0	0	1		
	RNR (non prêt à recevoir)	RNR (non prêt à recevoir)	RNR (non prêt à recevoir)												4
					0	0	0	0	0	1	0	1			
	REI (rejet)	REI (rejet)	REI (rejet)												4
					0	0	0	0	1	0	0	1			
	SABME: (mettre en mode asynchrone symétrique étendu)		DM (mode déconnecté)												4
					0	1	1	P	1	1	1	1	1		
non numéroté		UI (information non numérotée)												4	
				0	0	0	P	0	0	1	1	1			
gestion de connexion		DISC (déconnexion)												4	
				0	1	0	P	0	0	1	1	1			
		U/A (accusé de réception non numéroté)												4	
				0	1	1	F	0	0	1	1	1			
		ERMR (rejet de trame)												4	
				1	0	0	F	0	1	1	1	1			
		XID (échange d'identification) (voir la Note)	XID (échange d'identification) (voir la Note)											4	
				1	0	1	P/F	1	1	1	1	1			

NOTE – L'utilisation de la trame XID à d'autres fins que la procédure de négociation de paramètres (voir 5.4) doit faire l'objet d'un complément d'étude.



## Annexe : format des paquets de gestion (extrait de la recommandation Q.921 de l'UIT)

La recommandation Q.921 de l'UIT donne le format des paquets utilisé par les procédures de gestion des terminaux. Ces paquets sont long de 5 octets.

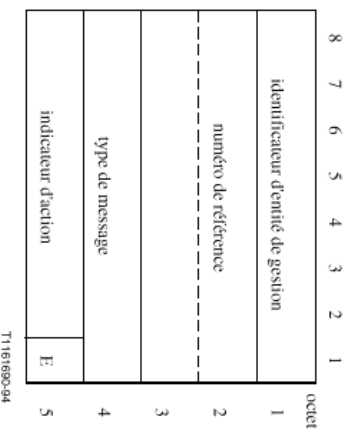


Figure 13/Q.921 – Messages utilisés pour les procédures de gestion de TEI

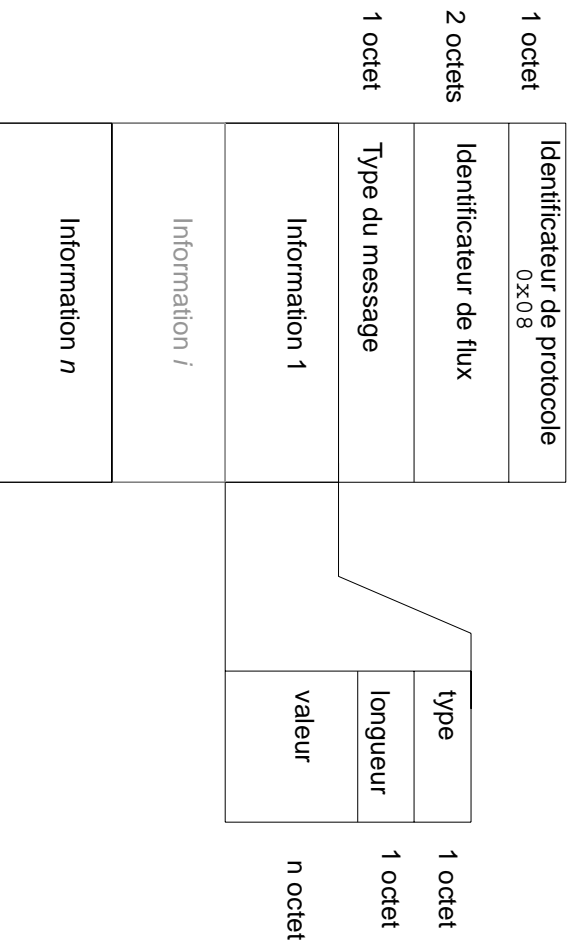
Le tableau suivant, toujours extrait de la recommandation, donne la valeur des champs pour les différents types de requêtes. Dans ce tableau le terme usager correspond à ce qui à été appelé équipement dans l'exercice et réseau au TNR.

Tableau 8/Q.921 – Codes pour messages concernant les procédures de gestion de TEI

Nom du message	Identificateur d'entité de gestion	Numéro de référence Ri	Type de message	Indicateur d'action Ai
demande d'identité (usager à réseau)	0000 1111	0 à 65535	0000 0001	Ai = 127, toutes valeurs de TEI acceptables
identité affectée (réseau à usager)	0000 1111	0 à 65535	0000 0010	Ai = 64 à 126, valeur de TEI affectée
identité refusée (réseau à usager)	0000 1111	0 à 65535	0000 0011	Ai = 64 à 126, valeur de TEI refusée
demande de contrôle d'identité (réseau à usager)	0000 1111	non utilisé (codé 0)	0000 0100	Ai = 127, aucune valeur de TEI disponible
				Ai = 127, toutes les valeurs de TEI à vérifier
réponse de contrôle d'identité (usager à réseau)	0000 1111	0 à 65535	0000 0101	Ai = 0 à 126, valeur de TEI à vérifier
				Ai = 0 à 126, valeur de TEI utilisée
suppression d'identité (réseau à usager)	0000 1111	non utilisé (codé 0)	0000 0110	Ai = 127, demande de suppression de toutes les valeurs de TEI
				Ai = 0 à 126, valeur de TEI à supprimer
vérification d'identité (usager à réseau)	0000 1111	non utilisé (codé 0)	0000 0111	Ai = 0 à 126, valeur de TEI à vérifier

## Annexe : format des paquets de signalisation

La norme Q.931 de l'Union Internationale de Télécommunication est relativement complexe, plus de 300 pages. Cette annexe contient qu'une partie des informations. Le format simplifié d'un paquet Q.931 est le suivant :



Le premier octet du paquet contient toujours la valeur 0x08, qui indique que la signalisation suit la recommandation Q.931. Les deux octets suivants servent à identifier le flux. Le quatrième octet va contenir le type du message qui est donné par le tableau suivant :

Bits	8	7	6	5	4	3	2	1
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	-
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	1
0 0 0 0	0	0	0	0	1	1	0	0
0 0 0 0	0	0	0	1	1	1	1	0
0 0 0 0	0	0	1	1	1	1	1	1
0 0 0 0	0	0	0	0	1	1	1	1
0 0 0 0	0	0	1	0	1	0	1	1
0 0 0 0	0	1	1	0	1	0	1	1
0 0 1 0	-	-	-	-	-	-	-	-
0 0 1 0	0	0	1	0	1	0	1	1
0 0 1 0	0	1	1	0	1	0	1	1
0 0 1 0	1	1	0	1	0	1	0	1
0 0 1 0	1	1	0	1	1	0	1	0
0 0 1 0	0	1	1	1	1	0	1	0
0 1 1 1	-	-	-	-	-	-	-	-
0 1 1 1	0	0	0	0	0	0	0	0
0 1 1 1	1	1	0	0	1	1	1	1
0 1 1 1	1	1	0	1	1	1	1	1
0 1 1 1	0	1	1	1	1	0	1	0
0 1 1 1	1	1	1	0	1	1	0	1
0 1 1 1	1	0	1	0	1	1	0	1

Escape to nationally specific message type (Note)

*Call establishment message:*

- ALERTING
- CALL PROCEEDING
- CONNECT
- CONNECT ACKNOWLEDGE
- PROGRESS
- SETUP
- SETUP ACKNOWLEDGE

*Call information phase message:*

- RESUME
- RESUME ACKNOWLEDGE
- RESUME REJECT
- SUSPEND
- SUSPEND ACKNOWLEDGE
- SUSPEND REJECT
- USER INFORMATION

*Call clearing messages:*

- DISCONNECT
- RELEASE
- RELEASE COMPLETE
- RESTART
- RESTART ACKNOWLEDGE

*Miscellaneous messages:*

- SEGMENT
- CONGESTION CONTROL
- INFORMATION
- NOTIFY
- STATUS
- STATUS ENQUIRY

Le type de message :

- Setup : permet à l'équipement d'indiquer au TNR la demande d'établissement d'un circuit téléphonique

- Setup Acknowledge : permet au TNR d'indiquer qu'il a bien pris en compte la demande d'établissement du circuit téléphone.
- Status : Ce message peut être émis par la TNR pendant la phase d'appel pour reporter un certain nombre d'incompatibilités (non fatales) avec les paramètres précédemment émis.
- Call Processing : indique que l'appel a été pris en compte.
- Progress : Emis par la TNR pour indiquer qu'elle est entrain de dialoguer avec le réseau de l'opérateur pour ouvrir le circuit de données.
- Connect : indique l'acceptation de la connexion
- Disconnect : indique la fin de la connexion
- Release : libération du canal B utilisé pour la communication
- Release complete : les ressources et le canal ont été libérés

Le reste du message peut contenir un certain nombre d'informations supplémentaires. Elles sont structurées en trois champs. le premier champ sur 1 octet donne le type de l'information complémentaire. Le deuxième octet donne la longueur du champ donnée associé à ce type et le troisième champ, de taille indiquée par le précédent octets, contient les informations associée à ce type. La norme Q.931 donne la définition de ces informations complémentaires. En voici quelques unes.

L'identification de canal B permet d'indiquer quel canal B va être utilisé pour transporter des données.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
0	0	0	1	1	0	0	0	Channel identification element identifier
Length of channel identification contents								1
ext. present								2
1	ext.	Int. id.	Int. type	Spare	pre/Isxcl.	D-channel ind.	Info. channel selection	3

Ce sont les deux bits de poids faibles qui nous intéresser dans cet exercice. Il indiquent le numéro du canal B. La recommandation spécifique :

*Information channel selection (octet 3)*

*Basic interface*

Bits	
<u>21</u>	No channel
00	B1 channel
01	B2 channel
10	
11	Any channel (Note 6)

L'information supplémentaire numéro de destination contient l'adresse de l'abonné appelé. Le code IA5 correspond au code ASCII utilisé en informatique:

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
0	1	Called party number information element identifier		0	0	0	0	1
Length of called party number contents								2
ext.								3
1	Type of number		Numbering plan identification					4
0	Number digits (IA5 characters) (Note)							etc.

Vous trouverez aussi dans le désassemlage, une information supplémentaire qui n'est codée que sur un octet (au lieu du format type/longueur/valeur). Cette information permet de changer la signification de l'information complémentaire suivante<sup>1</sup>. Nous ne détaillerons pas plus son fonctionnement, car il n'est pas impor-

1. Je sais c'est compliqué, mais les téléphonistes aime bien ça :-)

tant pour le reste de l'exercice..

8	7	6	5	4	3	2	1	octet
1	0	0	1	1				1

la valeur à 1 de cet  
élément binaire indique  
un changement de jeu  
de codes sans  
verrouillage

## Annexe : Table de conversion Binaire, Hexadécimal, Décimal

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
4	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
5	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
6	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
7	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
8	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
9	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
A	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
B	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
C	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
D	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
E	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
F	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255