

EEPROM à accès série



C. Dupaty
Professeur de génie électrique
Lycée Fourcade 13120 Gardanne
c.dupaty@aix-mrs.iufm.fr

➤ Les dernières pages de ce document sont les transparents de cours

Fiche contrat (de préparation de séquence)

Brique TECH M2-3 : Technologie et application des produits, les mémoires EEPROM

Objectifs :

- Découvrir les produits EEPROM ST et ATMEL
- Comparer les bus de communication IIC et SPI
- Travailler en autonomie
- Utiliser un outil de documentation multimédia

Pré requis :

Connaissances et savoir-faire d'un technicien supérieur en électronique ou électrotechnique

A partir de :

- TD et TP de ce document
- Présentation PowerPoint : IIC.PPT et SPI.PPT
- CDROM : DATA DISK SGS-THOMSON 3^{ième} édition 1996
- CDROM : Nonvolatile Memory ATMEL DATA BOOKS june 1997
- PC Multimédia sous WINDOWS 95
- Outil de programmation de carte à puce CARTPUCE

Conditions :

Travail individuel, évaluation formative, durée 4h en laboratoire.

Critères d'évaluation :

- Toutes les réponses doivent être apportées
- Les traductions demandées ne doivent laisser aucune ambiguïté sur le sens du texte, elles doivent être très proche du texte original en anglais.
- L'utilisation de l'ordinateur doit être aisée. (manipulation de la souris, des fenêtres ...)
- L'écriture sera soignée de manière à pouvoir réutiliser le document réponse
- Le travail doit être le plus autonome possible, le professeur étant dans le laboratoire pour guider les stagiaires et résoudre les problèmes matériels

Remarque : *Le lecteur doit compléter les paragraphes précédés du symbole *

Fiche de déroulement de séquence : Durée 4h, 15mn de pose , 4 mn de tolérance

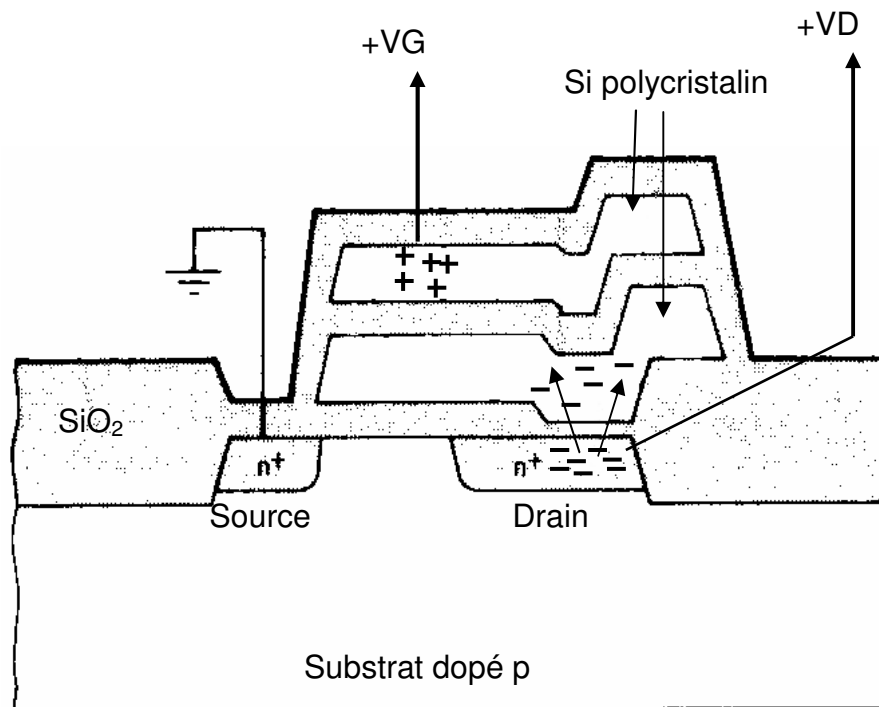
Durées (mn)	Etapes et contenu	Activités du professeur	Activités des stagiaires	Moyens matériels et documents utilisés	Connaissances et savoir-faire apportés
10mn	Présentation du contrat, des conditions de travail	Il présente les objectifs et le contrat, la méthode pédagogique retenue (évaluation formative)	Ils écoutent et peuvent demander des précisions	Fiche contrat Tableau blanc Transparent n°1	
20mn	Contrôle des pré requis	Il questionne oralement et amène les stagiaires à confirmer leurs pré requis sur les différentes mémoires	Ils mobilisent leurs connaissances afin de répondre aux questions.	Tableau blanc	
1mn		Il distribue les TP et les documents ressources.			
80mn	Apports de savoirs nouveaux et développement des savoir-faire	Il présente le TD et place les stagiaires en situation d'autonomie. Il les guide, les conseille...	Ils recherchent, participent et notent sur le document réponse. Ils notent les réponses dictées et corrigent éventuellement leur travail	PC, CD ROM, Data Sheet ATMEL PwerPoint, TD Tableau blanc Transparent 2,3,4,5,6	Découverte CD ROM SGS, Mémoire EEPROM à accès série Bus SPI Bus IIC
90mn	Apports de savoirs nouveaux et développement des savoir-faire	Il présente le TP et place les stagiaires en situation d'autonomie. Il les guide, les conseille. Ensuite. Il observe le travail des stagiaires, aide ceux en difficulté. Il inscrit les mots clés au tableau, il corrige les erreurs	Ils recherchent, participent et notent sur le document réponse. Ils notent les réponses dictées et corrigent éventuellement leur travail	PC, logiciel CARTEPUC.EXE Lecteur de carte sur PC Transparent 7,8 Tableau blanc	SmartCard Carte téléphonique Carte GFM2K Programmation d'une mémoire IIC
20mn	Exercice	Il présente le problème, il observe et aide les stagiaires afin de leur permettre de réussir l'exercice	.Ils mobilisent les connaissances nouvelles pour répondre au problème posé, ils s'auto évaluent en référence au contrat de départ	PC, logiciel CARTEPUC.EXE Lecteur de carte sur PC	

1. Technologie de fabrication des mémoires EEPROM

A la différence des EPROM, une structure EEPROM peut être programmée et effacée électriquement, in situ. La figure ci dessous décrit une structure dite flotox (Floating Gate Tunnel Oxide).

Alors que dans le cas des EPROM l'épaisseur de l'oxyde entre la grille flottante et le silicium (quelques dizaines de nanomètres) rend très difficile l'élimination par voie électrique des électrons piégés dans la grille flottante, il n'en est plus ainsi pour les EEPROM.

L'oxyde est localement aminci à 15 nm au niveau du drain, et les électrons peuvent alors transiter dans les deux sens par effet tunnel à travers cette mince couche d'oxyde sous l'action d'une impulsion de tension (= 10 ms. +/- 20 V).



Pour bloquer un transistor, la source et le drain sont mis à la masse, et une impulsion de tension positive est appliquée entre la seconde grille et la masse, des électrons issus du drain traversent la mince couche d'oxyde et viennent se piéger dans la grille flottante.

De même que pour les EPROM, l'accroissement de tension de seuil qui en résulte pour la deuxième grille interdit au MOS de devenir conducteur au cours d'une lecture ultérieure.

Pour supprimer ce blocage du transistor la seconde grille et la source sont mises à la masse, et l'impulsion de tension est appliquée entre drain et masse; les électrons précédemment piégés dans la grille flottante transitent en sens inverse à travers l'oxyde mince et la tension de seuil redevient normale.

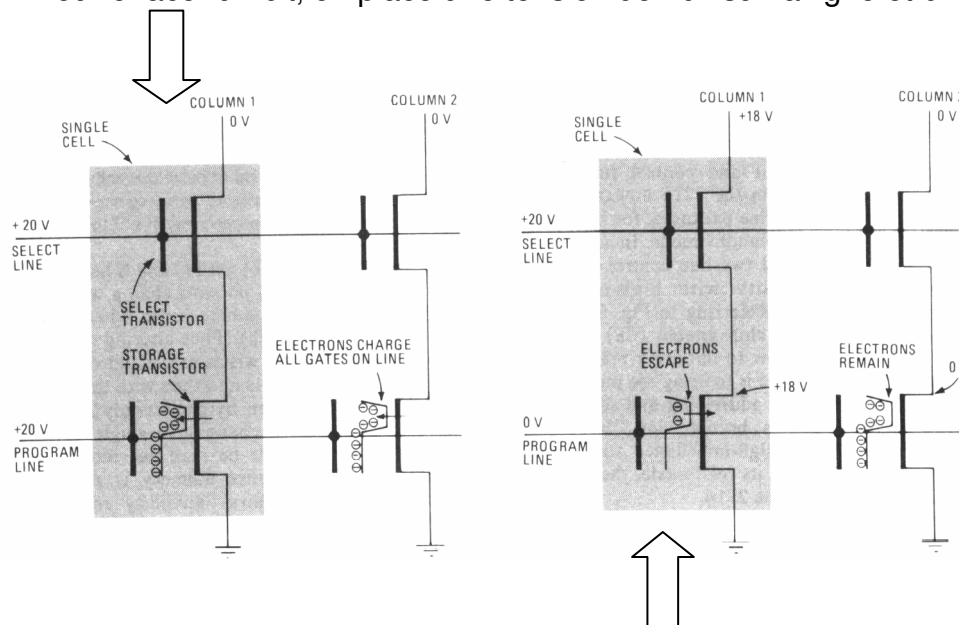
La structure flotox n'est pas la seule permettant de réaliser des EEPROM. Il existe également le point mémoire MNOS (Metal Nitride Oxide Semiconductor), constitué par un NMOS dont l'isolement de grille est constitué par un sandwich de nitrure de silicium (Si_3N_4 , d'épaisseur de quelques dizaines de nanomètres) et d'oxyde de silicium (SiO_2 , d'épaisseur très faible ≤ 5 nm). Le fonctionnement est assez voisin de celui du point mémoire flotox, à la différence près que le piégeage des électrons s'effectue non plus dans une grille flottante mais à l'interface $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$.

La possibilité de reprogrammer aisément les EEPROM sur un équipement justifie le succès de ce type de point mémoire, principalement lors des phases de mise au point.

L'utilisation des points mémoire EEPROM ne se limite d'ailleurs pas aux membres reprogrammables, mais peut s'étendre à l'ensemble des structures dites reconfigurables.

➤ Organisation des cellules mémoires :

➤ Pour effacer un bit, on place une tension de 20v sur la ligne et 0v sur la colonne



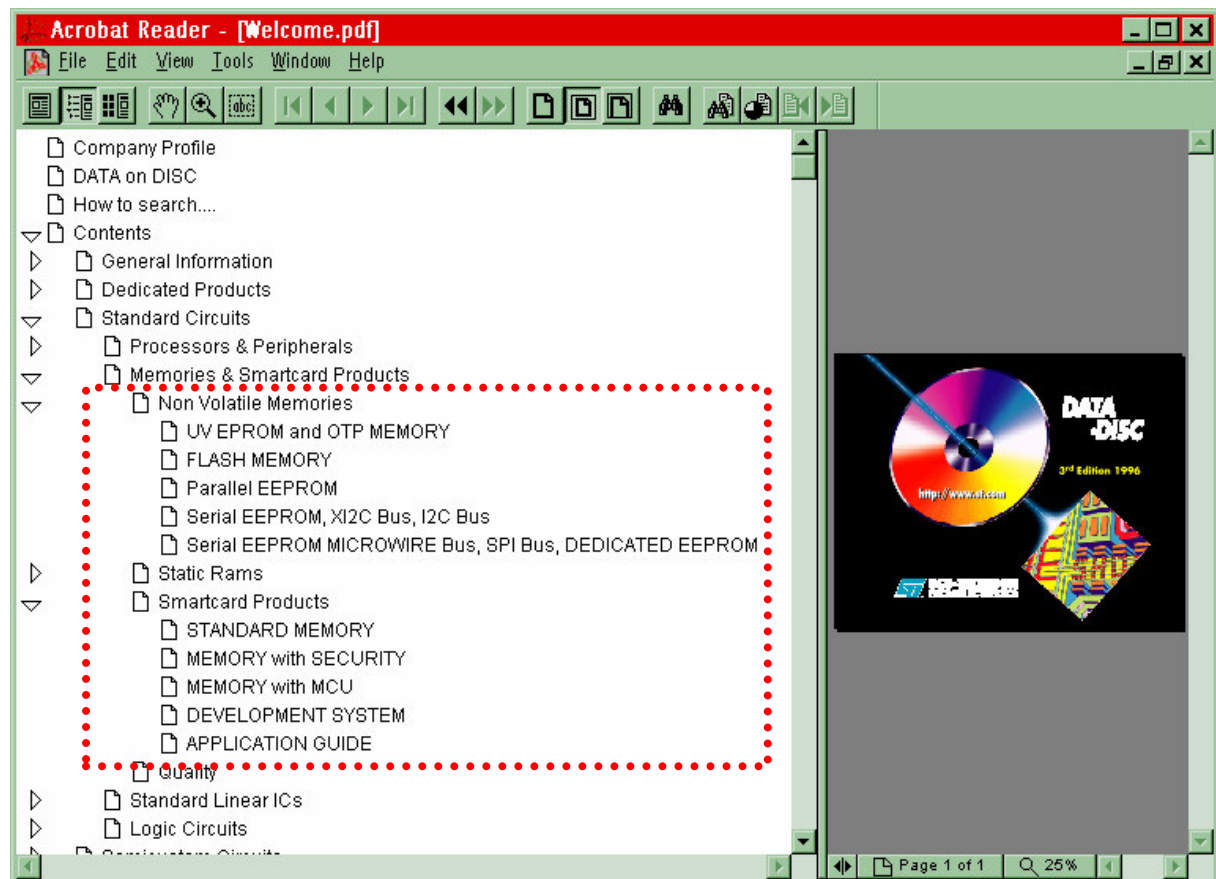
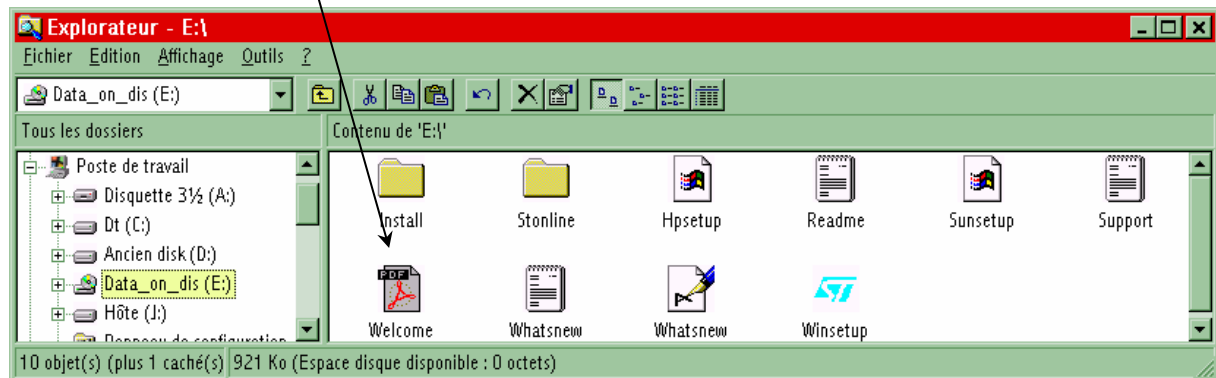
➤ Pour écrire un bit la colonne est placée sous une tension de 18 à 20v et la ligne à 0v

2. Présentation du TP

Le TP utilise abondamment le CDROM SGS-THMSON « DATA DISK », le lecteur peut également se documenter à partir du CDROM ATMEL DATA BOOK, les produits étudiés étant similaires.

A partir du CD-ROM SGS-THMSON « DATA DISK »

- Cliquer deux fois sur WELCOME.PDF puis descendre dans l'arborescence proposée et valider la famille ST62



ATMEL	AT24C02	AT93C56
SGS THOMSON	ST24C02	ST93C56

3. Les mémoires EEPROM

Quelle est la signification des termes :

EPROM :



.

UVEEPROM :



OTP MEMORY :



FLASH MEMORY :



EEPROM :



PARALLEL EEPROM :



SERIAL EEPROM :



SMARTCARD MEMORY :

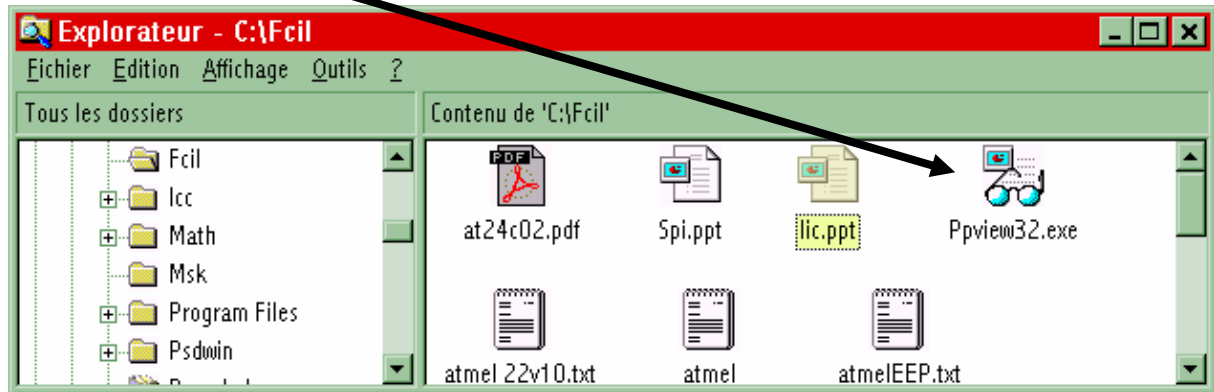


4. Comparaison des différents types d'EEPROM

	M28F201	ST24C02C	ST95021
Type			
Capacité			
Tension de programmation			
Temps d'accès en lecture			
Temps d'accès en écriture			
Type de communication			
Nombre de broches			
Domaines d'application			

5. Le bus S.P.I

☞ sur PPVIEW32 pour visualiser la présentation Power point : SPI.PPT et lire la documentation de l'EEPROM ST95021 :



Donner la signification des termes et le rôle des broches:

S.P.I :



M.I.S.O :



M.O.S.I :



SCLK :



Expliquer le principe de transfert de données par liaison S.P.I



Quelle est la fréquence maximum du signal S.C.K sur le ST95021



Quelle est la vitesse maximum de lecture (octets/S)



Quelle est la vitesse maximum d'écriture (octets/S)



6. Le bus I.I.C

☞ sur PPVIEW32 pour visualiser la présentation Power point : IIC.PPT et lire la documentation de l'EEPROM ST24C02C :

Donner la signification des termes et le rôle des broches:

I.I.C



SCL



SDA



Résistance de pull-up



Expliquer le principe de transfert de données par liaison IIC



Quelle est la fréquence maximum du signal SCL sur le ST24C02



Quelle est la vitesse maximum de lecture (octets/S)



Quelle est la vitesse maximum d'écriture (octets/S)



7. Comparatif

Compléter le tableau suivant :

	S.P.I	I.I.C
AVANTAGES		
INCONVENIENTS		

8. Carte à mémoire

Les mémoires EEPROM séries se trouve couramment dans les cartes à puce.

Que signifie et quels sont les domaines d'application de :

Smartcard with standard memory (ex :ST14C02)

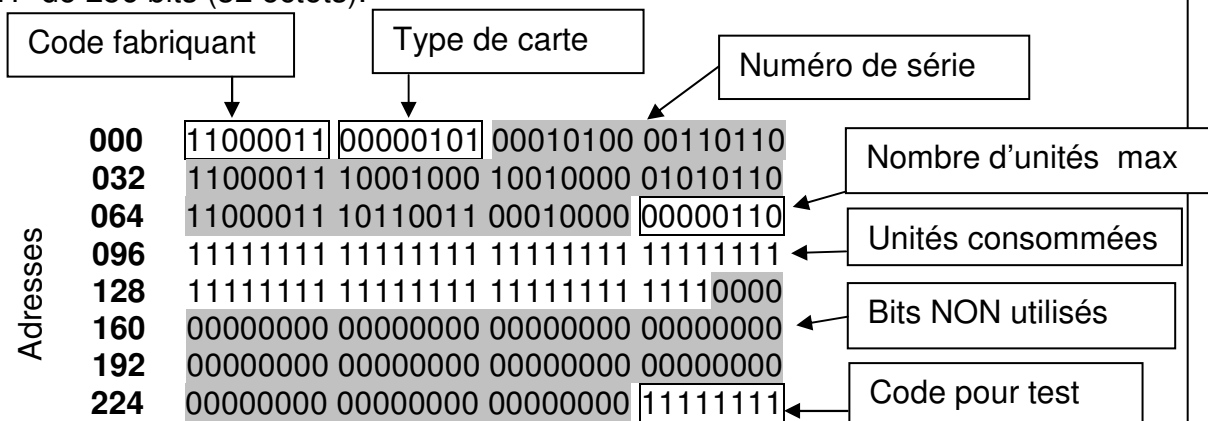


Smartcard memory with security (ex : ST1331, regarder page 4/4 le ©)

9. Les cartes téléphoniques :

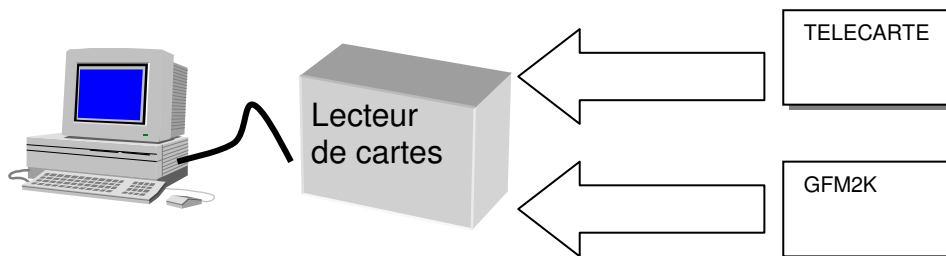
Ce ne sont pas des EEPROM mais de PROM « fusible » (OTP), il n'est possible d'y écrire que des « 1 ».

Exemple de télécarte avec équipée d'une puce ST1200 (SGS THOMSON), c'est une mémoire OTP de 256 bits (32 octets).

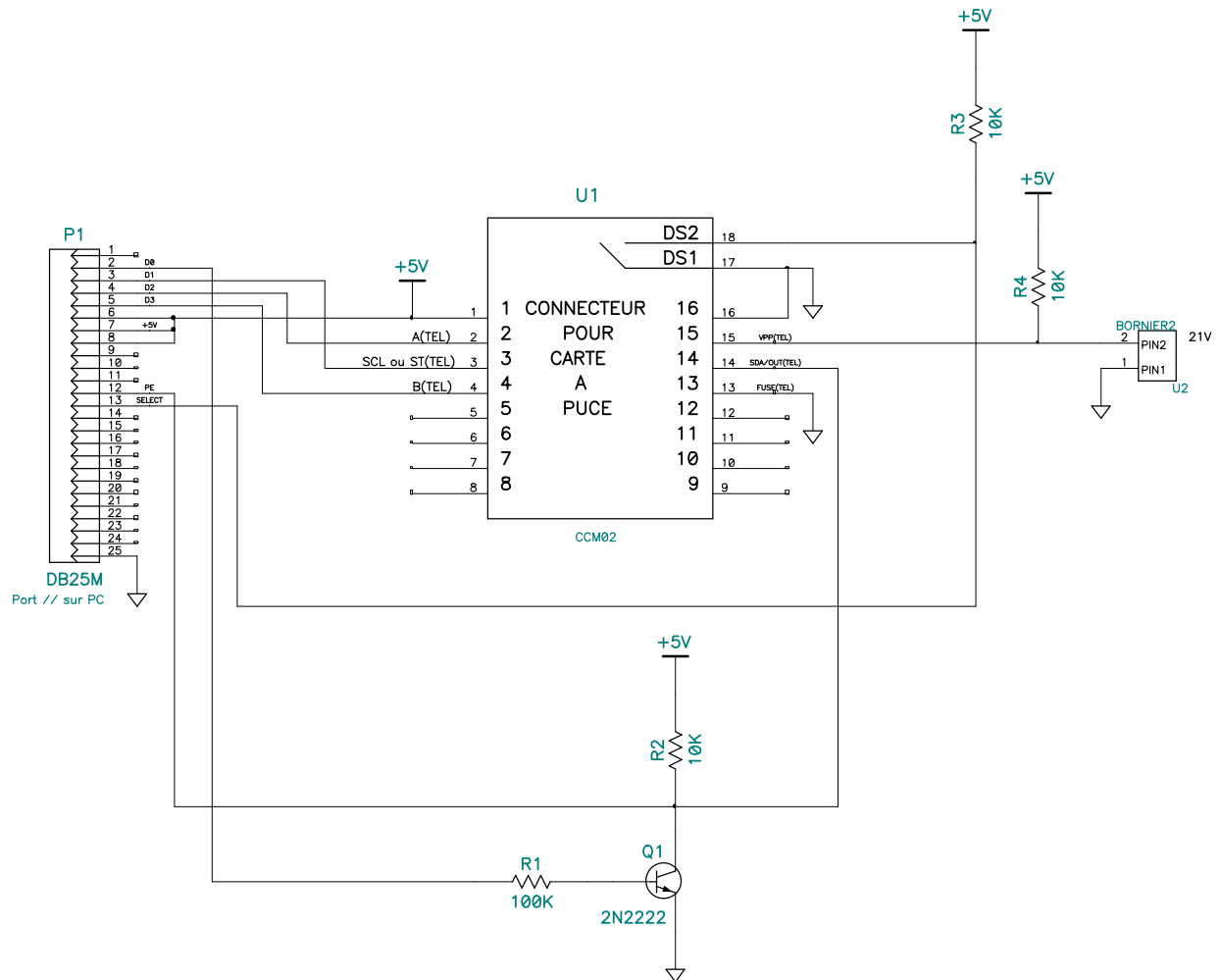


9.1. La lecture des cartes téléphoniques

La lecture des cartes « France TELECOM » se fait très simplement à l'aide d'un micro contrôleur (ST6 par exemple). Le TP suivant propose de lire ces cartes à l'aide d'un interface connecté à un ordinateur PC.



9.2. Schéma structurel de l'interface PC - CARTE



Remarques :

- L'interface est connecté au port parallèle du PC (port imprimante DB25 femelle)
- En raison de la très faible consommation du circuit intégré sur la carte à puce l'alimentation de celle ci est réalisée par les bus de donnée de l'interface parallèle (D5, D6, D7)
- Le transistor Q1 permet la compatibilité de l'interface avec les circuits ST1200 et ST14C02C

Expliquer le rôle des signaux sur le connecteur de carte à puce

Broche 1



Broche 2



Broche 3



Broche 4



Broche 13



Broche 14



Broche 15



Broche 16, 17



Broche 18

**9.3. Expérimentation**

- Après avoir connecté l'interface sur le port parallèle du PC, lancer le programme CARTEPUC.EXE dans le répertoire C:\FCIL
- Valider TELECARTE, puis introduire une carte « FRANCE TELECOM » dans le lecteur.

Un écran de ce type apparaît :

Lecture de TELECARTE, S.T.S Electronique Lycée Fourcade 13120 Gardanne 09/1996

Introduire une Telecarte**Contenu binaire de la carte**

```

0 11000111 00000100 01000011 01100010
32 11000111 10000101 00000011 01000001
64 11001011 00000110 00010000 00010011
96 11111111 11111111 11111111 11111111
128 11111111 11111111 11111111 11111111
160 11111111 11111111 11111111 11111111
192 11111111 11111111 11111111 11111111
224 11000000 00000000 00000000 11111111

```

Analyse**Fabriquant de la carte** :C7**Type de carte** :04**Numéro de série** :43 62 C7 85 03 41 CB 06 10

C b A à □ A - □ □

Nombre d'unités téléphoniques max :120**Nombre d'unités restantes** :0**Adresses programmables par des "1"** :1D 1E**Introduire une autre carte ou presser une touche pour finir**











Comparer les données sur l'écran avec celles décrites précédemment.

10. Cartes à puce GemPlus GFM2K

La société GemPlus, très connue en raison de son fondateur dépositaire du brevet sur les cartes à puces. Cette société « encapsule » des « puces électroniques » sur des cartes en plastique. La plupart des produit GemPlus sont réalisés à l'aide de puces SGS. Thomson. C'est le cas de la carte GFM2K, carte à puce EEPROM de 256 octets qui intègre une puce ST14C02C.

A partir du DataSheet sur CD-ROM

Repérer l'analogie entre les produits ST14C02C et STC24C02C

	ST14C02C	STC24C02C
Capacité		
Durée de rétention		
Type d'interface		
Noms des signaux		
Adresse de base		

SGS-Thomson fabrique des EEPROM qui peuvent ensuite être commercialisées sous différentes références en fonction du type de boîtier de la puce (ici DIL8 ou MODULE)

Après lecture du document : SMART CART IC's EMBEDDING PROCESS

Indiquer la nature des informations enregistrer sur les cartes sécurisées permettant de suivre la fabrication et la programmation de la carte (TRACEABILITY).

10.1. Expérimentation

- Après avoir connecté l'interface sur le port parallèle du PC, lancer le programme CARTEPUC.EXE dans le répertoire C:\FCIL
- Valider GFM2K, puis introduire une carte GFM2K dans le lecteur, puis valider lecture.

➤ Un écran de ce type apparaît : exemple de carte pour forfait ski.

Codes hexadécimaux

Codes ASCII correspondants

Introduire une GFM2K																																			
(L)ecture, (E)criture, e(F)facer, prog (M)anuelle, (S)ortir																																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F			
00	31	32	33	34	35	36	47	72	6F	73	70	69	72	6F	6E	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	123456Grospiron			
10	45	64	67	61	72	20	20	20	20	20	32	37	30	35	37	32	Edgar																270572		
20	42	2B	34	35	20	72	75	65	20	64	65	73	20	41	62	65	B+45	rue	des	Abe															
30	69	6C	6C	65	73	20	37	34	30	30	30	20	43	68	61	6D	illes	74000	Cham																
40	6F	6E	69	78	20	20	20	20	54	68	82	6F	64	6F	72	65	onix		Théodore																
50	20	47	72	6F	73	70	69	72	6F	6E	FF	FF	FF	FF	FF	FF	Grospiron																		
60	31	31	20	72	75	65	20	64	75	20	6D	6F	6E	74	20	62	11	rue	du	mont	b														
70	6C	61	6E	63	20	36	39	30	30	30	20	4C	79	6F	6E	FF	lanc	69000	Lyon																
80	34	34	35	35	36	36	37	37	31	31	30	32	39	37	32	35	4455667711029725																		
90	30	33	39	37	30	31	30	33	30	37	30	33	FF	FF	FF	FF	039701030703																		
A0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																			
B0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																			
C0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	30	35	31	31	34	32	FF	FF	FF	FF																		051142	
D0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	30	30	30	30	FF	FF																		0000	
E0	42	75	76	65	7A	20	64	65	20	6C	27	65	61	75	FF	FF	Buvez	de	l'eau																
F0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																			
Carte détectée																																			

Ex : le contenu de l'adresse 63h=72h, code ASCII de « r »

10.2. Exercice :

- Effacer la carte entière
- Effectuer les opérations d'écriture nécessaires afin d'obtenir le contenu suivant :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F		
00	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
10	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	FF	FF	FF	FF	FF	FF	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J							ABCDEFGHIJ	
20	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
30	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
40	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
50	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
60	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
70	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
80	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
90	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
A0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
B0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
C0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
D0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
E0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		
F0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF																		

10.3. Exercice d'application : contrôle du bus IIC

A partir du cours précédant sur le BUS IIC :

- Dans le logiciel CARTEPUC.EXE valider le mode « PROGRAMMATION MANUELLE »
- Enter la trame IIC permettant d'écrire :
 - 25h à l'adresse A6h
 - 58h à l'adresse B6h

Fiche contrat (de préparation de séquence)

Brique TECH M2-3 : Technologie et application des produits, les mémoires EEPROM

Objectifs :

- Découvrir les produits EEPROM ST et ATMEL
- Comparer les bus de communication IIC et SPI
- Travailler en autonomie
- Utiliser un outil de documentation multimédia

Pré requis :

Connaissances et savoir-faire d'un technicien supérieur en électronique ou électrotechnique

A partir de :


- TD et TP de ce document
- Présentation PowerPoint : IIC.PPT et SPI.PPT
- CDROM : DATA DISK SGS-THOMSON 3^{ième} édition 1996
- CDROM : Nonvolatile Memory ATMEL DATA BOOKS june 1997
- PC Multimédia sous WINDOWS 95
- Outil de programmation de carte à puce CARTPUCE

Conditions :

Travail individuel, évaluation formative, durée 4h en laboratoire.

Critères d'évaluation :

- Toutes les réponses doivent être apportées
- Les traductions demandées ne doivent laisser aucune ambiguïté sur le sens du texte, elles doivent être très proche du texte original en anglais.
- L'utilisation de l'ordinateur doit être aisée. (manipulation de la souris, des fenêtres ...)
- L'écriture sera soignée de manière à pouvoir réutiliser le document réponse
- Le travail doit être le plus autonome possible, le professeur étant dans le laboratoire pour guider les stagiaires et résoudre les problèmes matériels

Remarque : *Le lecteur doit compléter les paragraphes précédés du symbole *

Quelle est la signification des termes :

EPROM :

✍ Erasable PROgrammable Memory, Mémoire morte effaçable.

UVEEPROM :

✍ EPROM effaçable par une exposition aux ultra-violet, ce type de mémoire est placée dans un boîtier avec fenêtre (windowed)

OTP MEMORY :

✍ One Time Programmable Memory, c'est une mémoire programmable par l'utilisateur mais une seule fois, souvent c'est une UVEEPROM mais sans fenêtre

FLASH MEMORY :

✍ C'est une mémoire morte dont l'effacement et l'écriture est très rapide (de l'ordre de grandeur d'une RAM), d'où le nom de FLASH

EEPROM :

✍ Erasable Electrically PROM, mémoire morte effaçable électriquement, comme une mémoire flash mais avec un temps d'écriture beaucoup plus long (>15mS)

PARALLEL EEPROM :

✍ Mémoire EEPROM à accès parallèle. En général les données entrent et sortent sous la forme d'un octet.

SERIAL EEPROM :

✍ Mémoire EEPROM à accès série. Les données entrent et sortent en série en commençant par le poids fort des octets.

SMARTCARD MEMORY :

✍ « Carte à puce » contenant une mémoire, par opposition aux « SMARTCARD PROCESSOR »

Comparaison des différents types d'EEPROM

	M28F201	ST24C02C	ST95021
Type	EEPROM FLASH à accès parallèle	EEPROM à accès série	EEPROM à accès série
Capacité	256 KO	256 Octets	256 Octets
Tension de programmation	12v	5v	5v
Temps d'accès en lecture	150nS	F=250KHz max 24 fronts d'horloge nécessaires 96uS	F=2MHZ max 16 fronts d'horloge nécessaires 8uS
Temps d'accès en écriture	10uS	10mS	10 mS
Type de communication	Parallèles	Suc IIC synchrone	Bus SPI série synchrone
Nombre de broches	32	8	8
Domaines d'application	Mémorisation de programmes et sauvegarde de données	Sauvegarde de données	Sauvegarde de données

Donner la signification des termes et le rôle des broches:

S.P.I :

✎ **Serial Peripheral Interface. Interface de communication série synchrone développé par Motorola**

M.I.S.O :

✎ **Master In Slave Out. Entrée du maître, sortie de l'esclave. Signal de l'esclave vers la maître.**

M.O.S.I :

✎ **Master Out Slave In. Sortie du maître, entrée de l'esclave. Signal du maître vers l'esclave**

SCLK :

✎ **Serial Clock. Horloge de communication série synchrone**

Expliquer le principe de transfert de données par liaison S.P.I

✎ **Le principe repose sur l'échange de deux registres à décalage 8 bits. Le poid fort de l'un est relié au poid faible de l'autre et vice versa. Les deux registre possédant la m[^]me horloge, l'échange s'effectue en 8 impulsions de SCK.**

Quelle est la fréquence maximum du signal S.C.K sur le ST95021

✎ **2 MHz**

Quelle est la vitesse maximum de lecture (octets/S)

✎ **125000 Octets/Seconde**

Quelle est la vitesse maximum d'écriture (octets/S)

✎ **100 Octets/Seconde**

Donner la signification des termes et le rôle des broches:

I.I.C ✎ Inter Integrated Circuit bus

SCL ✎ Serial Clock. Horloge de communication série synchrone

SDA ✎ Serial Data. Ligne de transmission de données

Résistance de pull-up ✎ Résistance de polarisation, fournissant une tension d'état haut lorsqu'une sortie haute impédance est à l'état logique 1

Expliquer le principe de transfert de données par liaison IIC

✎ Les données sont échangées entre un maître et un esclave sur un seul fil, il peut y avoir plusieurs esclave en parallèle. D'où la nécessité d'un protocole de communication logiciel et la présence sur les interfaces d'entrées/sorties à drain ouvert

Quelle est la fréquence maximum du signal SCL sur le ST24C02

✎ 250 KHz

Quelle est la vitesse maximum de lecture (octets/S)

✎ Si $F=250\text{KHz}$ avec 24 fronts d'horloge nécessaires.
10416 Octets/Seconde

Quelle est la vitesse maximum d'écriture (octets/S)

✎ 100 Octets/Seconde

Comparatif

	S.P.I	I.I.C
AVANTAGES	Rapidité Simplicité d'utilisation	Un seul fil de donnée commun à tous les boîtiers, en lecture et en écriture Pas de fil de sélection de boîtier
INCONVENIENTS	Deux fils pour les données Et un fil de sélection pour chaque boîtier	Complexité du protocole de communication. Lenteur

Que signifie et quels sont les domaines d'application de :

Smartcard with standard memory (ex :ST14C02)



Carte à puce portant une mémoire standard

Smartcard memory with security (ex : ST1331, regarder page 4/4 le ©)



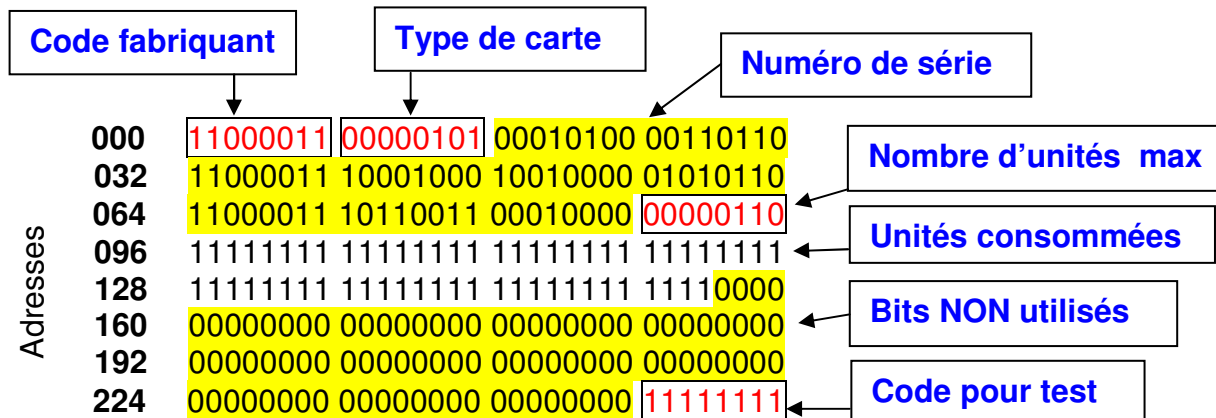
Carte à puce portant une mémoire sécurisée, par exemple dans laquelle on ne peut écrire que des « 1 » (télécarte)

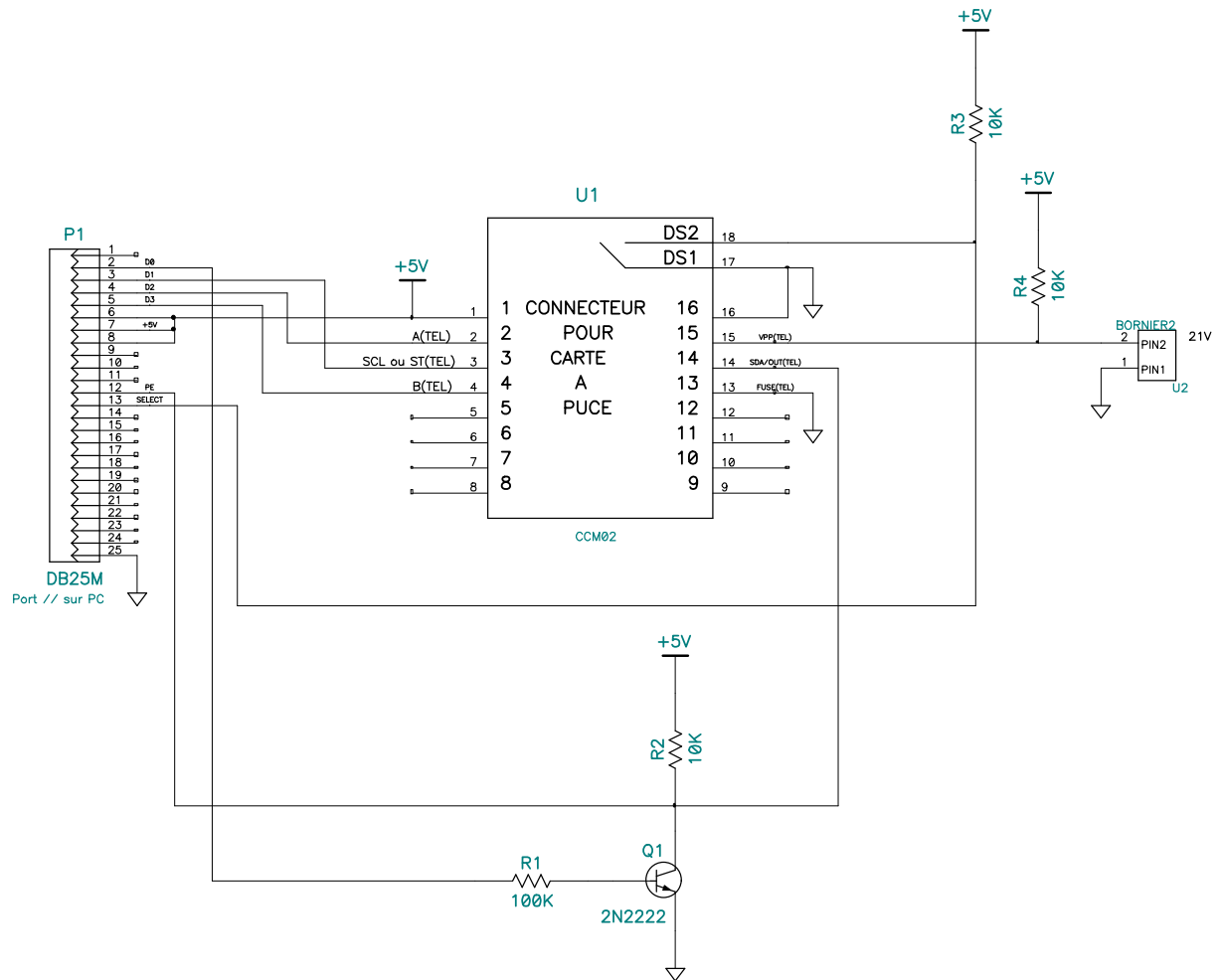
Smartcard memory with mcu (ex ST16SF44)



Carte à puce portant un micro contrôleur. Par exemple les cartes bancaires

Les cartes téléphoniques :





TELECARTE

Contenu binaire de la carte

```

0 11000111 00000100 01000011 01100010
32 11000111 10000101 00000011 01000001
64 11001011 00000110 00010000 00010011
96 11111111 11111111 11111111 11111111
128 11111111 11111111 11111111 11111111
160 11111111 11111111 11111111 11111111
192 11111111 11111111 11111111 11111111
224 11000000 00000000 00000000 11111111
    
```

Analyse

Fabriquant de la carte :C7

Type de carte :04

Numéro de série :43 62 C7 85 03 41 CB 06 10

C b Ã à □ A - □ □

Nombre d'unités téléphoniques max :120

Nombre d'unités restantes :0

Adresses programmables par des "1" :1D 1E

GFM2K

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	0123456789ABCDEF
00	31	32	33	34	35	36	47	72	6F	73	70	69	72	6F	6E	20	123456Grospron
10	45	64	67	61	72	20	20	20	20	20	32	37	30	35	37	32	Edgar 270572
20	42	2B	34	35	20	72	75	65	20	64	65	73	20	41	62	65	B+45 rue des Abe
30	69	6C	6C	65	73	20	37	34	30	30	30	20	43	68	61	6D	illes 74000 Cham
40	6F	6E	69	78	20	20	20	20	54	68	82	6F	64	6F	72	65	onix Théodore
50	20	47	72	6F	73	70	69	72	6F	6E	FF	FF	FF	FF	FF	FF	Grospron
60	31	31	20	72	75	65	20	64	75	20	6D	6F	6E	74	20	62	11 rue du mont b
70	6C	61	6E	63	20	36	39	30	30	30	20	4C	79	6F	6E	FF	lanc 69000 Lyon
80	34	34	35	35	36	36	37	37	31	31	30	32	39	37	32	35	4455667711029725
90	30	33	39	37	30	31	30	33	30	37	30	33	FF	FF	FF	FF	039701030703
A0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
B0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	
C0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	30	35	31	31	34	32	FF	FF	FF	FF	051142
D0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	30	30	30	30	FF	FF	0000
E0	42	75	76	65	7A	20	64	65	20	6C	27	65	61	75	FF	FF	Buvez de l'eau
F0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	