Ingénierie de µ-contrôleurs, 4A MT

2ème séance : TP2 « affichage de vitesse »

Intervenant : Nikolay Smagin
Responsable pédagogique : Christophe Delebarre

2026

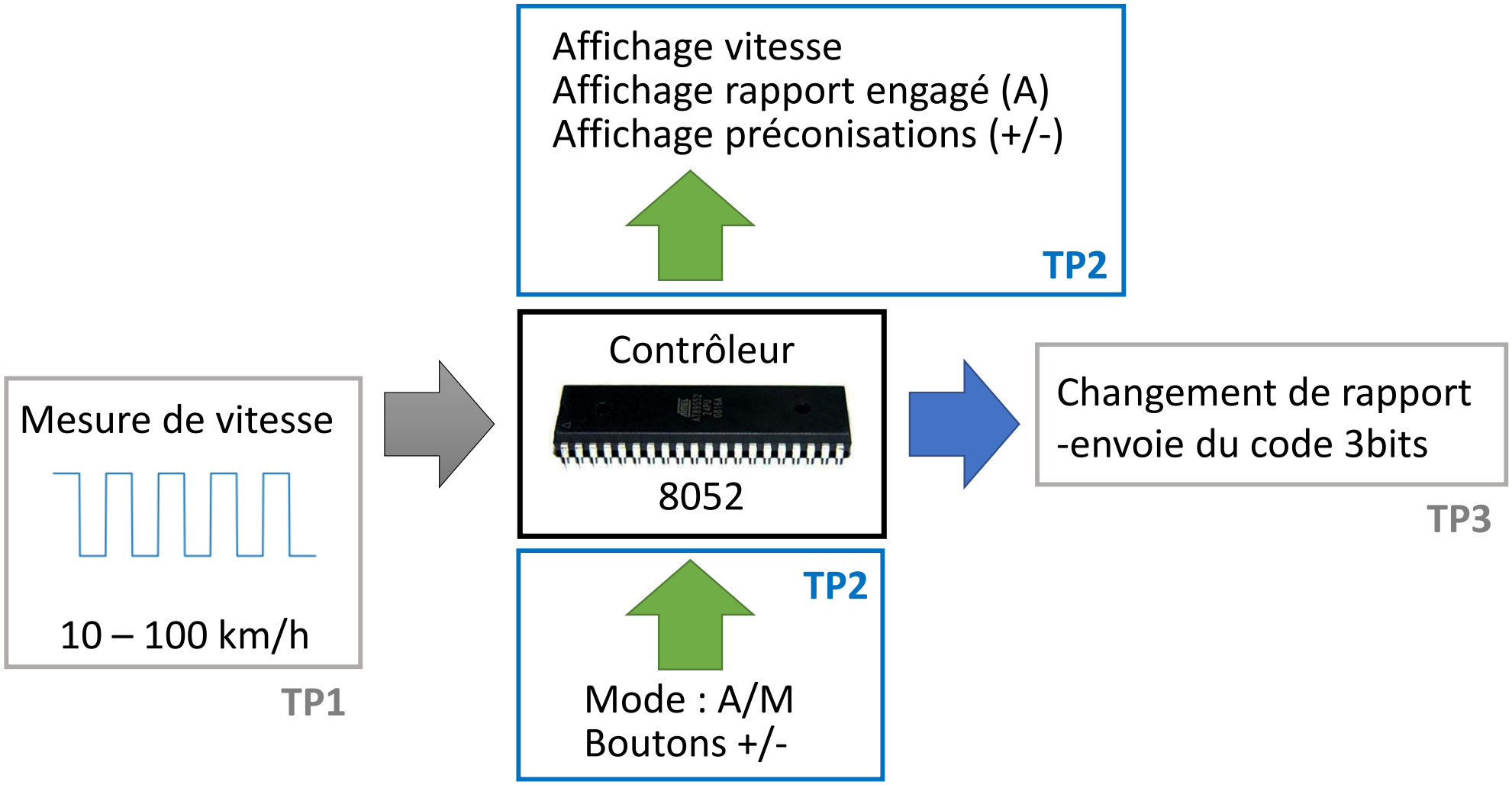
Déroulement général de ces TPs

TP1. Récupération de l'information sur vitesse dans une plage 10 – 100 km/h (utilisation des temporisateurs) ; un critère de 5% sera admis sur la précision.

TP2. Affichage de la vitesse au port série du mode et du rapport enclenché. Contrairement à l'énoncé joint ci-dessous, l'afficheur LCD ne sera pas utilisée car il n'est pas accessible par défaut sous Keil µVision.

TP3. Gestion du passage automatique des rapports en fonction de la vitesse (mode auto).

Contrôleur de la boîte de vitesses



Il existe des afficheurs port série

Home » Products » Serial LCD Displays » Character » Interface » RS232

RS232 Character Serial LCD Displays

RS232 16x2 Character Module
Part #: **CFA632YDIKS**
Size: **108mm x 42mm x 19.9mm**
Interfaces: **RS232**
Character Count by Lines: **16x2**
Color: **Yellow on Dark**
Polarizer: **Transmissive**
Backlight: **Yellow-Green LED**
Type: **Character Serial LCD**
Price Range: **$42.11 - $57.53**
Add to Compare

16x2 RS232 Character LCD
Part #: **CFA633TFHKS**
Size: **110.5mm x 35mm x 25.6mm**
Interfaces: **RS232**
Character Count by Lines: **16x2**
Color: **Dark on Light Gray**
Polarizer: **Transflective**
Backlight: **White LED**
Type: **Character Serial LCD**
Price Range: **$35.62 - $61.79**
Add to Compare

20x4 RS232 Character LCD
Part #: **CFA635TMLKS**
Size: **142mm x 37mm x 20.8mm**
Interfaces: **RS232**
Character Count by Lines: **20x4**
Color: **White on Blue**
Polarizer: **Transmissive**
Backlight: **White LED**
Type: **Character Serial LCD**
Price Range: **$61.92 - $97.97**
Add to Compare

Port série : à quoi sert-il ?

I²C (Inter-Integrated Circuit, en anglais), TTL, 0-5 V

RS-232 (le « **port série** »), −15V ; +15V : **utilisation d'un driver!**

UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter), TTL

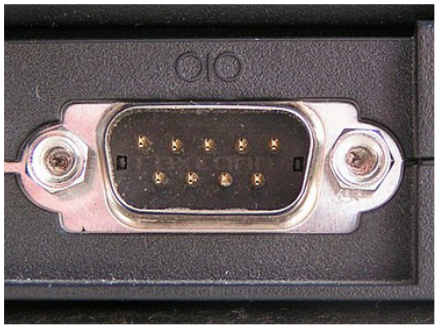
1-Wire (Dallas Semiconductor) : 0-5 V

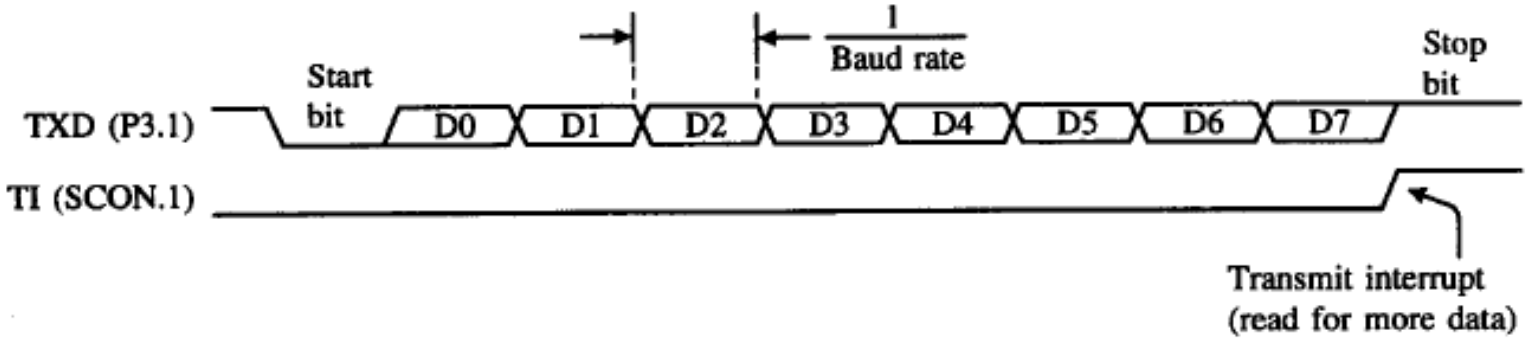
CAN (Controller Area Network) : 0-5 V

Baud rate

Qu'est-ce qu'un port série ?

1. Série : envoi/réception **bit par bit**
2. **2 fils** pour envoie réception, on peut avoir des fils complémentaires pour le synchro, contrôle, etc.
3. Fil d'horloge ou Baude rate identique pour l'émetteur et le récepteur
4. Le **baud** (symbole **Bd**) est l'unité de rapidité de modulation en télégraphie, l'inverse de la durée du plus court élément du signal.

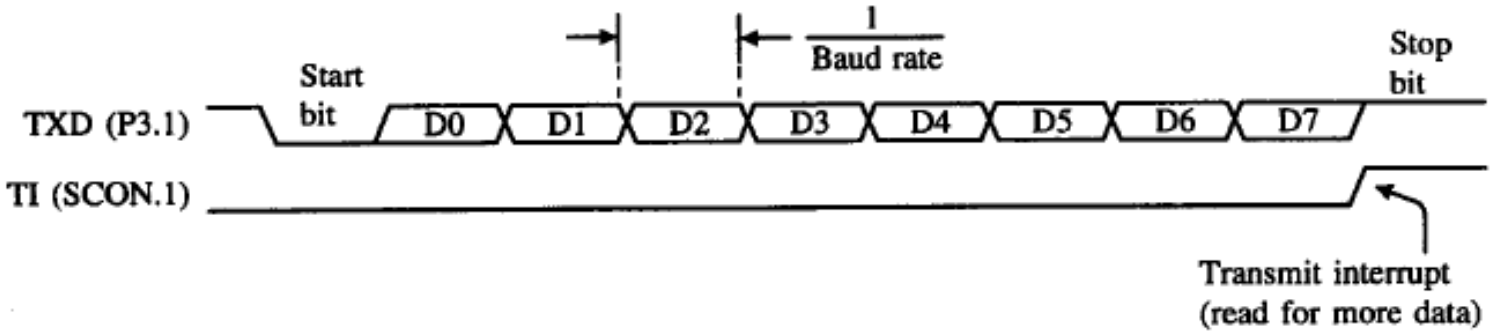




Bauds réglementés

Afin de faciliter l'interopérabilité entre périphériques (PC, microcontrôleur, modem…) des vitesses de transmission sont normalisées par multiples et sous-multiples de 9600 baud

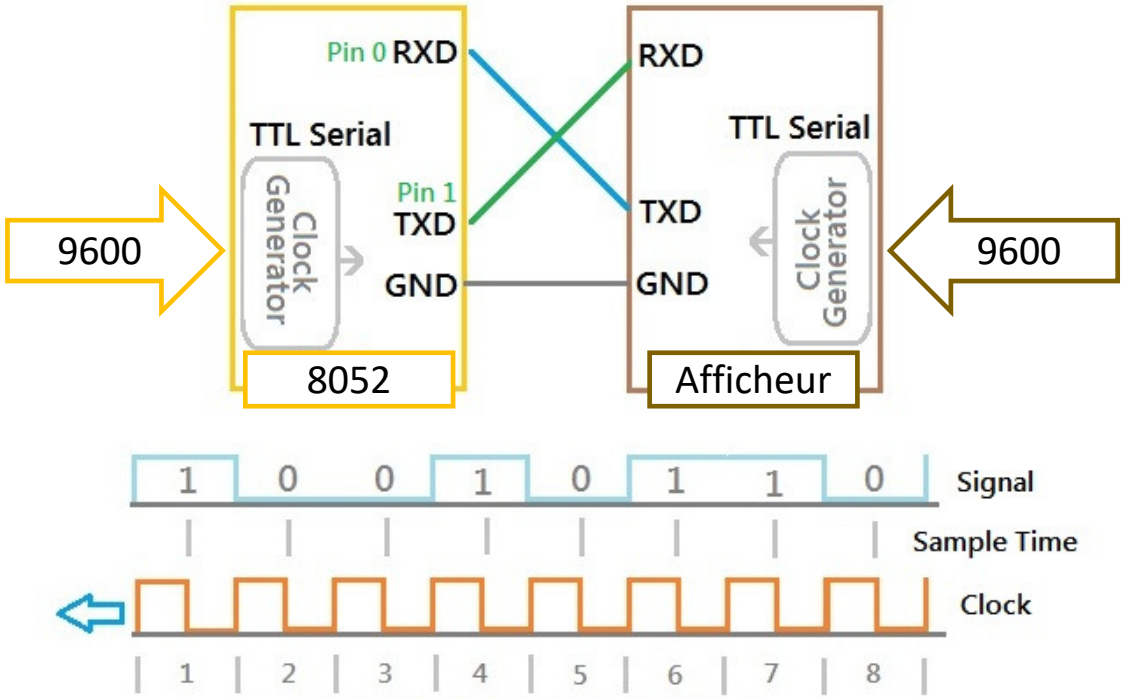
Pour 8 UART 1 caractère est codé sur 10 bits, alors la vitesse de transmission (en Hertz) d'un symbole est égale à **[Baud rate]/10**



- 110 baud
- 220 baud
- 300 baud
- 1 200 baud
- 2 400 baud
- 4 800 baud
- **9 600 baud**
- 19 200 baud
- 38 400 baud

Bauds réglementés

Emetteur et récepteur doivent être réglés au même baud rate pour une communication correcte



Communication port série avec TIMER1

Vitesse de communication avec TIMER2

Utilisation de TIMER2 :

La configuration de TIMER2 en générateur de rythme est réalisée à l'aide des bits RCLK et TCLK du registre T2CON. La vitesse de communication est donnée par :

$$VC = \frac{fréquence\ de\ débordement}{16}$$

D'une manière générale, TIMER2 est utilisé en mode Auto-Reload, dans ce cas, la vitesse de transmission est définie par :

$$VC = \frac{fosc}{32 \times (65536 - RCAP2)}$$

RCAP2 (16 bit) -> T2HIGH (8 bit) & T2LOW (8 bit) ; VC = 9600

```
18 ;;;;; réglage de la vitesse de communication (Baud rate)
19 T2HIGH   EQU     0FFH    ; Capture\Compare reload register high byte TIMER2 8052
20 T2LOW    EQU     000H    ; Capture\Compare reload register low  byte TIMER2 8052
```

Pour info : les erreurs de de la vitesse de communication en utilisant TIMER1 (**nous utiliserons TIMER2**)

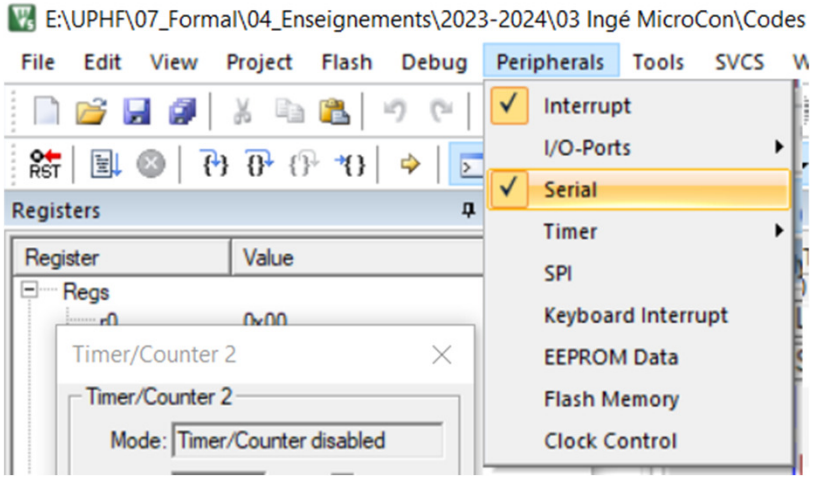
TABLE 5-3
Baud rate summary

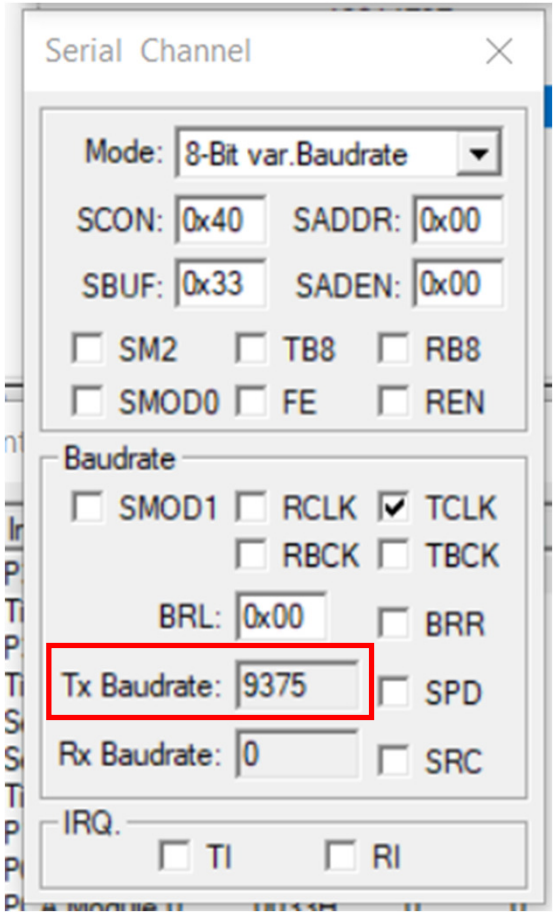
Baud Rate	Crystal Frequency	SMOD	TH1 Reload Value	Actual Baud Rate	Error
9600	12.000 MHz	1	-7 (0F9H)	8923	7%
2400	12.000 MHz	0	-13 (0F3H)	2404	0.16%
1200	12.000 MHz	0	-26 (0E6H)	1202	0.16%
19200	11.059 MHz	1	-3 (0FDH)	19200	0
9600	11.059 MHz	0	-3 (0FDH)	9600	0
2400	11.059 MHz	0	-12 (0F4H)	2400	0
1200	11.059 MHz	0	-24 (0E8H)	1200	0

Nous utilisons un oscillateur quartz à 12 MHz, donc une erreur de baud rate est inévitable

Comment s’assurer de baud rate sur Keil uVision

Menu -> Periferials -> Serial





A savoir : avec le quartz de 12 MHz, il y aura toujours une erreur de définition de baud rate

Taches à accomplir pour le TP2

Taches à accomplir pour le TP2

Télécharger le projet pour le TP2

Tout d'abord, recopiez le code du TP1 (mesures de vitesses dans la VITHEX et éventuellement, les fréquences additionnelles correspondant aux autres vitesses ajoutées (optionnel du TP1)) dans le nouveau projet de TP2.

Assurez-vous que tout fonctionne comme avant (affichage correct de la variable VITHEX)
Utiliser le point d'arrêt placé dans le EX1ISR

Taches à accomplir pour le TP2

Les variables de votre projet sont déjà déclarées :

```
32 ;;;;; déclaration des variables dans la RAM
33 RAM      EQU     07FH          ; La valeur maximale de la case mémoire vive disponible
34 PRC      DATA    RAM           ; Data for the persistance counter
35 q0       DATA    RAM - 1       ; Variable intermédiaire pour la procédure DIV24_16 : X/Y
36 q1       DATA    RAM - 2       ; Variable intermédiaire pour la procédure DIV24_16 : X/Y
37 VITHEX   DATA    RAM - 3       ; Variable pour la vitesse en HEX !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
38 V2       DATA    RAM - 4       ; Nombre des centaine de vitesse (décimal)
39 V1       DATA    RAM - 5       ; Nombre des dizaines de vitesse (décimal)
40 V0       DATA    RAM - 6       ; Nombre des unités de vitesse (décimal)
41 R        DATA    RAM - 7       ; Variable pour stocker le rapport de vitesse
```

Taches à accomplir pour le TP2

1

1. Employer TIMER**2** pour écriture port série à un taux de Baud standard (**F_{osc} = 12 MHz**):
   1.1. Définir le baud rate **9600** pour la communication en mode Auto-Reload.
   1.2. Monter dans le CR que le Baud rate est respecté.

Taches à accomplir pour le TP2

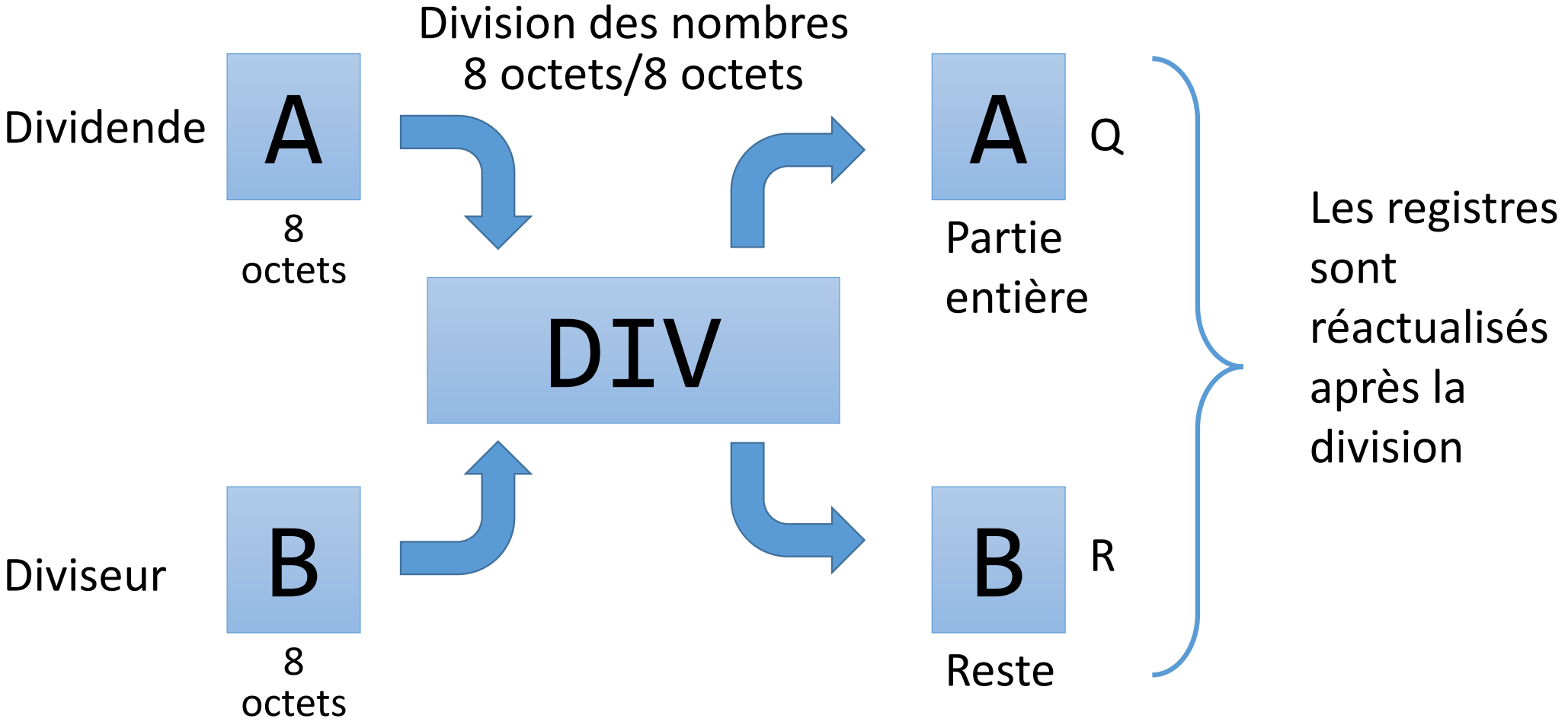
2

2. Corriger la fonction Hex2CDU pour décomposer la variable VITHEX en centaines, dizaines et unités (votre TP de 3ème année)

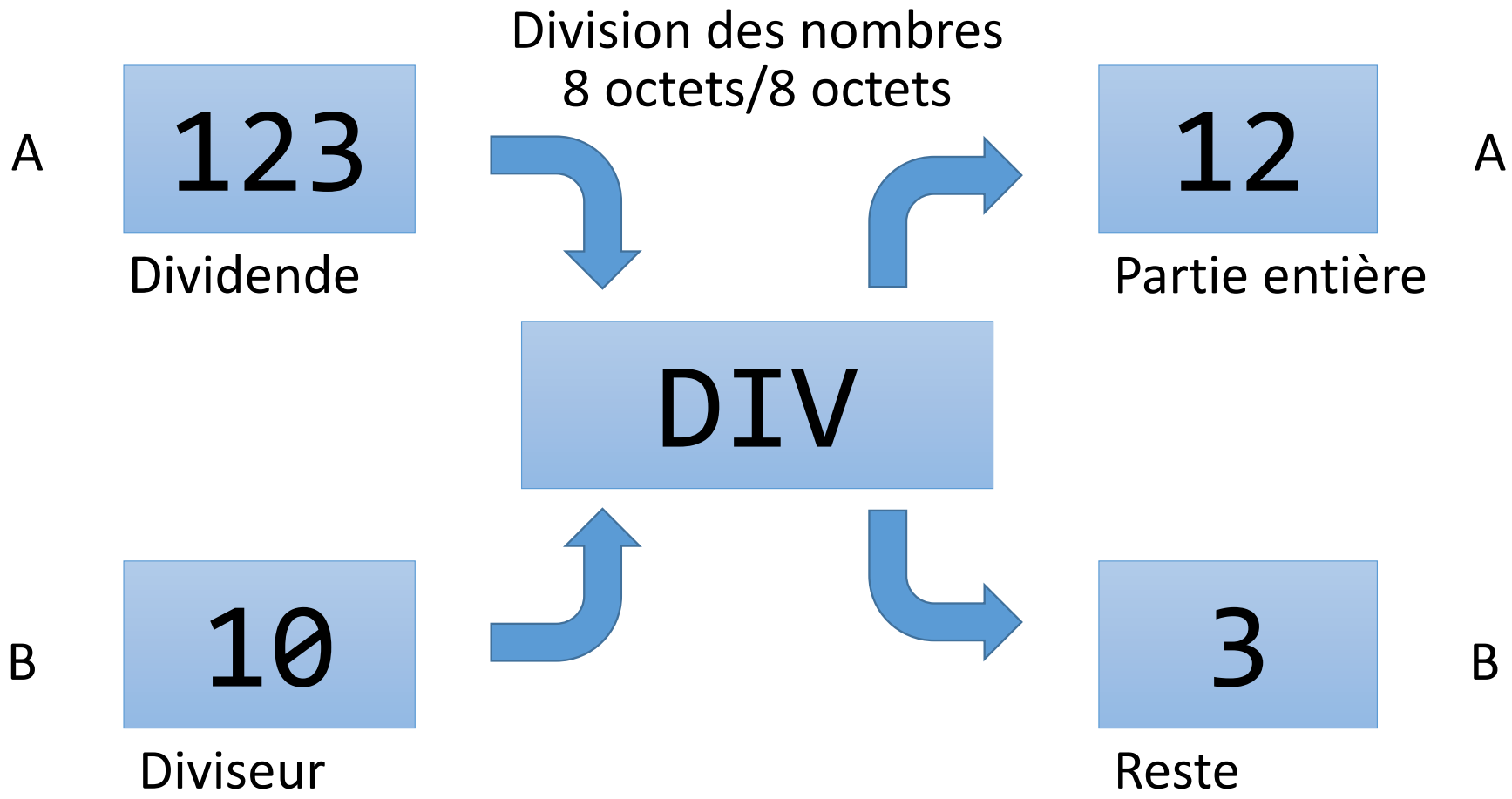
```
167 ;*******************************************************************************
168 Hex2CDU:
169         MOV     V2,  VITHEX ; Remplacez cette ligne pour afficher les centaines
170         MOV     V1,  VITHEX ; Remplacez cette ligne pour afficher les dizaines
171         MOV     V0,  VITHEX ; Remplacez cette ligne pour afficher les unités
172         RET
173
174 ;*******************************************************************************
```

3. Corriger la fonction HEXASCII pour afficher les valeurs correctes par UART#1 (encodage ASCII)

DIV AB – c'est juste une mnémonique : ~~DIV R1, R2~~



DIV AB – c’est juste une mnémonique : ~~DIV R1, R2~~



Est-ce que les valeurs **`V2,V1,V0`** seront affichées directement ?

… non, il faut les convertir en codes ASCII

ASCII TABLE

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[END OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

Principe de fonctionnement du tableau de bord

Trame statique (ROM) + trame dynamique (RAM)

```
355 ; initial message
356 MSG: DB '|=====Tableau de bord=====|',   0AH, 0DH
357      DB '| Vitesse  : 000 km/h      |',   0AH, 0DH
358      DB '| Rapport  : 0  ; Mode : X |',   0AH, 0DH
359      DB '| Consigne : X             |',   0AH, 0DH
360      DB '|==========================|',   0AH, 0DH
361      DB 00H; la fin du message
```

- partie dynamique

- partie statique

Principe de fonctionnement du tableau de bord : dynamique

Une trame de message est transmise vers le port série en boucle :

```
;| 5FH | 5EH | 5DH | 5CH | 5BH | 5AH | 59H | 58H | 57H | 56H | 55H | 54H | 53H | 52H | 51H | 50H | 4FH | 4EH | 4DH | 4CH | 4BH | 4AH | 49H | 48H | 47H | 46H | 45H | 44H  | 43H | 42H | 41H | 40H | 3FH | 3EH | 3DH | 3CH  |
;| TOT | IND | ESC |''['| 2   | ;   | 2   | 1   | f   |CM2AC|CM1AC|CM0AC| ESC |''['| 3   | ;   | 2   | 1   | f   |CMRAC| ESC |''['| 3   | ;   | 1   | 8   | f   |MODASC| ESC |''['| 4   | ;   | 1   | 4   | f   |SNGASC|

CM0ASC  DATA    54H             ; Case pour l'affichage de caractère V0 (unités)
CM1ASC  DATA    55H             ; Case pour l'affichage de caractère V1 (dizaines)
CM2ASC  DATA    56H             ; Case pour l'affichage de caractère V2 (centaines)
CMRASC  DATA    4CH             ; Case pout l'affichage de rapport
MODASC  DATA    44H             ; Case pout l'affichage de mode
SGNASC  DATA    3CH             ; Case pour l'affichage de la consigne
```

Pour le ‘mode’ : placer le curseur à ligne 3, colonne 18, afficher MODASC

```
| 4BH | 4AH | 49H | 48H | 47H | 46H | 45H | 44H   |
| ESC |''['| 3   | ;   | 1   | 8   | f   |MODASC|
```

Les variables ASCII visibles sur le tableau de bord sont comme suit :

```
CM0ASC  DATA    54H             ; Case pour l'affichage de caractère V0 (unités)
CM1ASC  DATA    55H             ; Case pour l'affichage de caractère V1 (dizaines)
CM2ASC  DATA    56H             ; Case pour l'affichage de caractère V2 (centaines)
CMRASC  DATA    4CH             ; Case pout l'affichage de rapport
MODASC  DATA    44H             ; Case pout l'affichage de mode
SGNASC  DATA    3CH             ; Case pour l'affichage de la consigne
```

Taches à accomplir pour le TP2

3

4. Utiliser les définitions des broches pour le mode A/M et ‘+’ et ‘–’.

5. Employer la scrutation des broches dans la boucle principale

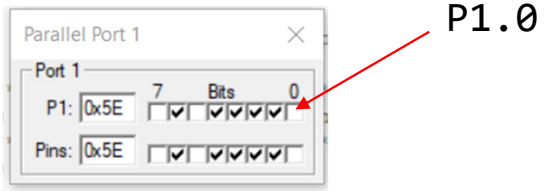
6. Employer le changement d’affichage de mode : ‘**A/M**’. Il s’agit juste d’affichage, le fonctionnement sera développé lors du TP3

Scrutation des broches

Modifier la boucle principale pour intégrer la scrutation des broches définies par :

```
18 MD       BIT     P1.0
19 R_PLUS   BIT     P1.1
20 R_MOINS  BIT     P1.2
```

Les broches sont déjà définies



Avant :

```
108 ; waiting main loop
109         SJMP $          ; ZzZzZzZzZz time for a nap
110
```

Après :

```
110 MAIN_LOOP:                          ; DEBUT BOUCLE PRINCIPAL
111
112         CALL    CHANGE_MODE
113         CALL    RAPPORT_MANUEL
114         SJMP    MAIN_LOOP           ; FIN BOUCLE PRINCIPAL
```

```
CHANGE_MODE:
    JB      MD, AUTO
    ; mettre "M"
RET

    AUTO:
    ; mettre "A"
RET
```

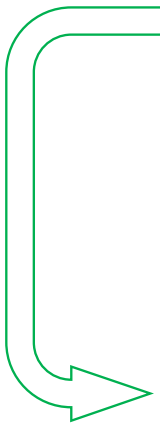
Scrutation des broches

En appuyant sur la broche `MD` , l'affichage bascule entre 'A' et 'M'. Il n'y a pas d 'effet ressort (Toggle Button)

En appuyant sur les broches `R_PLUS` et `R_MOINS` le rapport `R` est incrémenté/décrémenté (ces boutons là ont un effet ressort)

Le rapport varie dans les limites `1..6` . Utilisez la commande `CJNE` dans le but de limiter ces passages.

If (a ≥ b) {} else {} en Assembleur (utilisable pour machine à état)



```
COMPARER:
        clr         C ; 'Carry Flag' C = 1, si a – b < 0
        mov         A, #variable_a
        subb        A, #variable_b
        jnc         LABEL_IF
        CODE ELSE….
        ……; code de 'else' précède le code de 'if'
RET

LABEL_IF: ….
RET

_____________________
CALL COMPARER ; pour appeler la fonction
```

TP2 : affichage de vitesse par le port série

Bon courage !

Vous pouvez incrémenter vos comptes rendus en ajoutant des descriptions et en intégrant le code du TP1

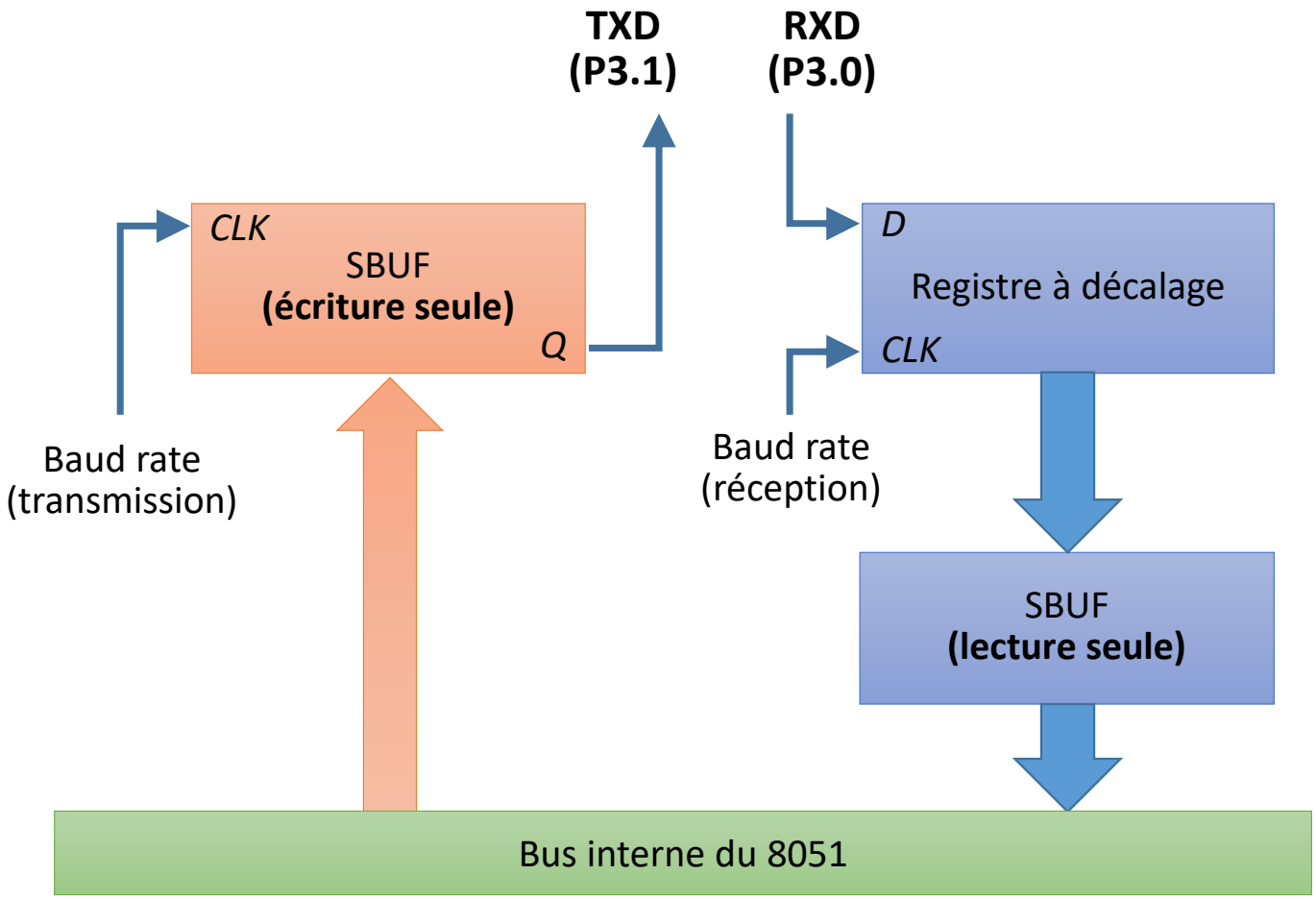
Au supplément du compte-rendu il est nécessaire de joindre les projets entiers Keil µVision :
le dossier entier compressé incluant les fichiers
*.uvproj et *.a

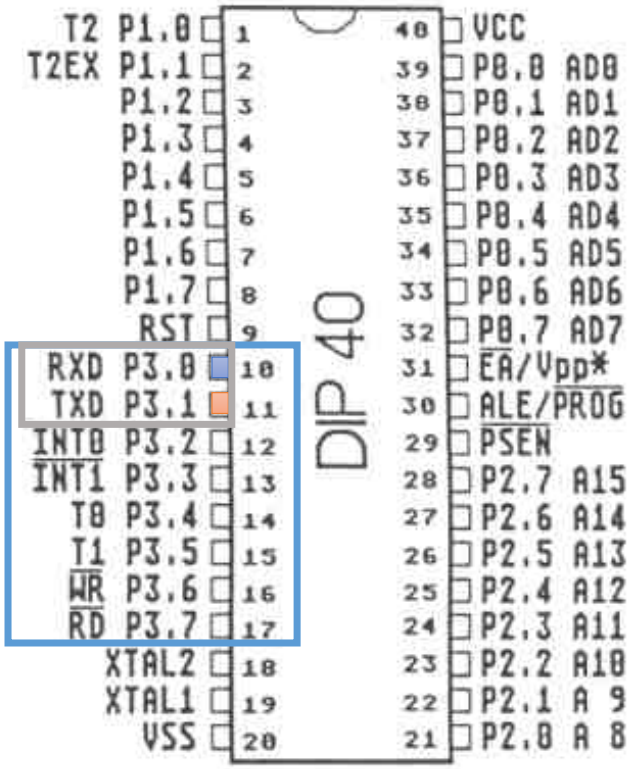
Annexe

Caractères de contrôle pour un afficheur port série

Sequence	Description
	From Target −→ µVision
CR ('\r')	Carriage Return
LF ('\n')	Line Feed
TAB ('\t')	Tabulator
BS (0x08)	Back Space
BEL (0x07)	Bell
<ESC>[C	Move cursor (position) 1 to the right
<ESC>[D	Move cursor (position) 1 to the left
<ESC>[K	Delete line right to cursor
<ESC>[J	Clear screen
<ESC>[y;xf	Set cursor to Row y, Column x; (x,y) are numeric ASCII values
	From µVision ⇒ Target
<ESC>[A	Cursor Key UP
<ESC>[B	Cursor Key DOWN
<ESC>[C	Cursor Key RIGHT
<ESC>[D	Cursor Key LEFT

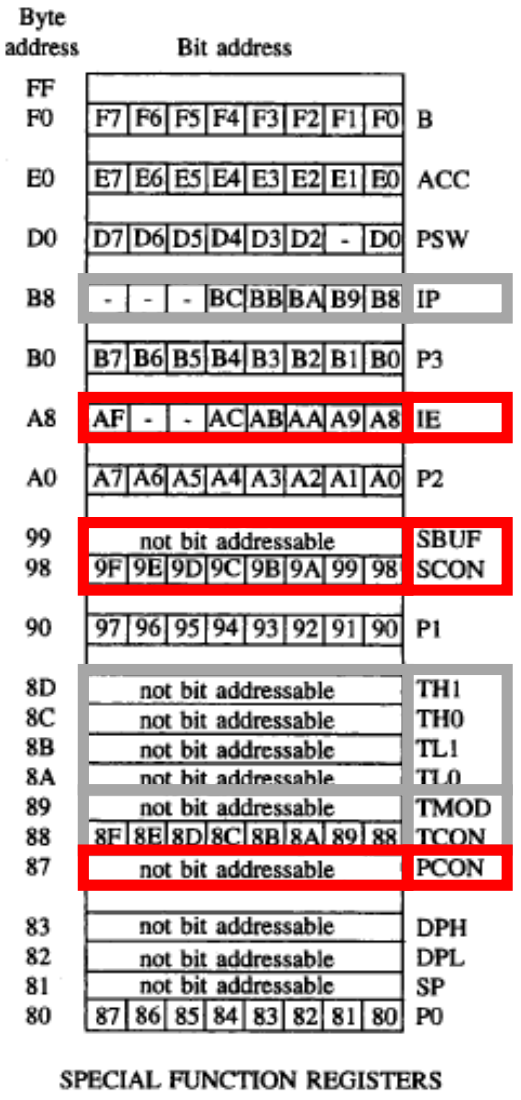
C'est confus : mais il y a 2 registres SBUF





Communication port série par le 8051

Registre	Nom complet	Déscription
SBUF	Serial port buffer	8 bits à écrire/lire
SCON	Serial port control	Mode de fonctionnement, flags d'interruption, 9ème bits
IE	Interrupt enable	Bit ES (Enable serial)
IP	Interrupt priority	Priorité Temporisateurs/Port série
PCON	Power control	Bit SMOD = 0/1 pour régler le multiplicateur (÷32/16) de Baud Rate
TIMERS 0,1 et **2** (8052)		Baud Rate: Débordement ÷32 (SMOD = 0) ou ÷16 (SMOD = 1)



SPECIAL FUNCTION REGISTERS

Registre SCON

```
MOV     SCON, #01000010B ; |SM0|SM1|SM2|REN|TB8|RB8|TI |RI |
```

Bit	Symbole	Adresse	Description
SCON.7	SM0	9FH	(Serial mode 0). Bit 0 de choix du mode de port série
SCON.6	SM1	9EH	(Serial mode 1). Bit 1 de choix du mode de port série
SCON.5	SM2	9DH	(Serial mode 2). Bit 2 de choix du mode de port série. Utilisé pour des communications entre plusieurs unités en modes 2 et 3
SCON.4	REN	9CH	(Receiver Enable). Ce bit doit être en état 1 afin de recevoir des caractères
SCON.3	TB8	9BH	(Transmit bit 8). 9ème bit émis en modes 2 et 3. Il faut le gérer par le code.
SCON.2	RB8	9AH	(Receive bit 8). 9ème bit reçu.
SCON.1	TI	99H	(Transmit interrupt flag). Ce flag et mis à la fin de transmission de la séquence d'envoie. Il faut le gérer par le code.
SCON.0	RI	98H	(Receive interrupt flag). Ce flag est mis à la fin de réception d'un caractère. Il faut le gérer par le code.

Les modes de port série

SM0	SM1	Mode	Description	Baud Rate
0	0	0	Registre à décalage	Fixé par la fréquence de l'oscillateur (÷12)
0	1	1	UART 8 bit	Variable, défini par le temporisateur TIMER1 [ou TIMER2 (pour RXD, si les deux sont utilisés)]
1	0	2	UART 9 bit	Fixé par la fréquence de l'oscillateur (÷32 ou ÷64)
1	1	3	UART 9 bit	Variable, défini par le temporisateur TIMER1 [ou TIMER2 (pour RXD, si les deux sont utilisés)]

Baud rate fixé par la fréquence de l'oscillateur $\Longrightarrow$ communication entre des composants (capteur, numériseur, etc.), souvent se trouvant sur la même carte

Baud rate déterminé par temporisateurs $\Longrightarrow$ communication entre des dispositifs (régulateur, afficheur, etc.), souvent éloignés les uns des autres