Ingénierie de µ-contrôleurs, 4A MT

1ère séance : TP1 « mesure de la vitesse »

Intervenant : Nikolay Smagin
Responsable pédagogique : Christophe Delebarre

But général de ces TPs

Calculateur de la boite de vitesse : il gère le passage des vitesses et les différents modes d'utilisation, les commandes et consignes de l'utilisateur, l'affichage, l'auto-adaptativité des programmes (à la température de l'huile de boite, au vieillissement, …), … C'est la programmation de ce calculateur qui servira d'illustration pour ce TP.

Le seul capteur que nous considérons est celui de sortie de boite (proportionnel à la vitesse du véhicule), il fournit 20 « tops » par tour par usinage d'une roue sur l'arbre de sortie.

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 engagé**. 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

Affichage vitesse
Affichage rapport engagé (A)
Affichage préconisations (+/-)

Mesure de vitesse

10 – 100 km/h

Contrôleur

8052

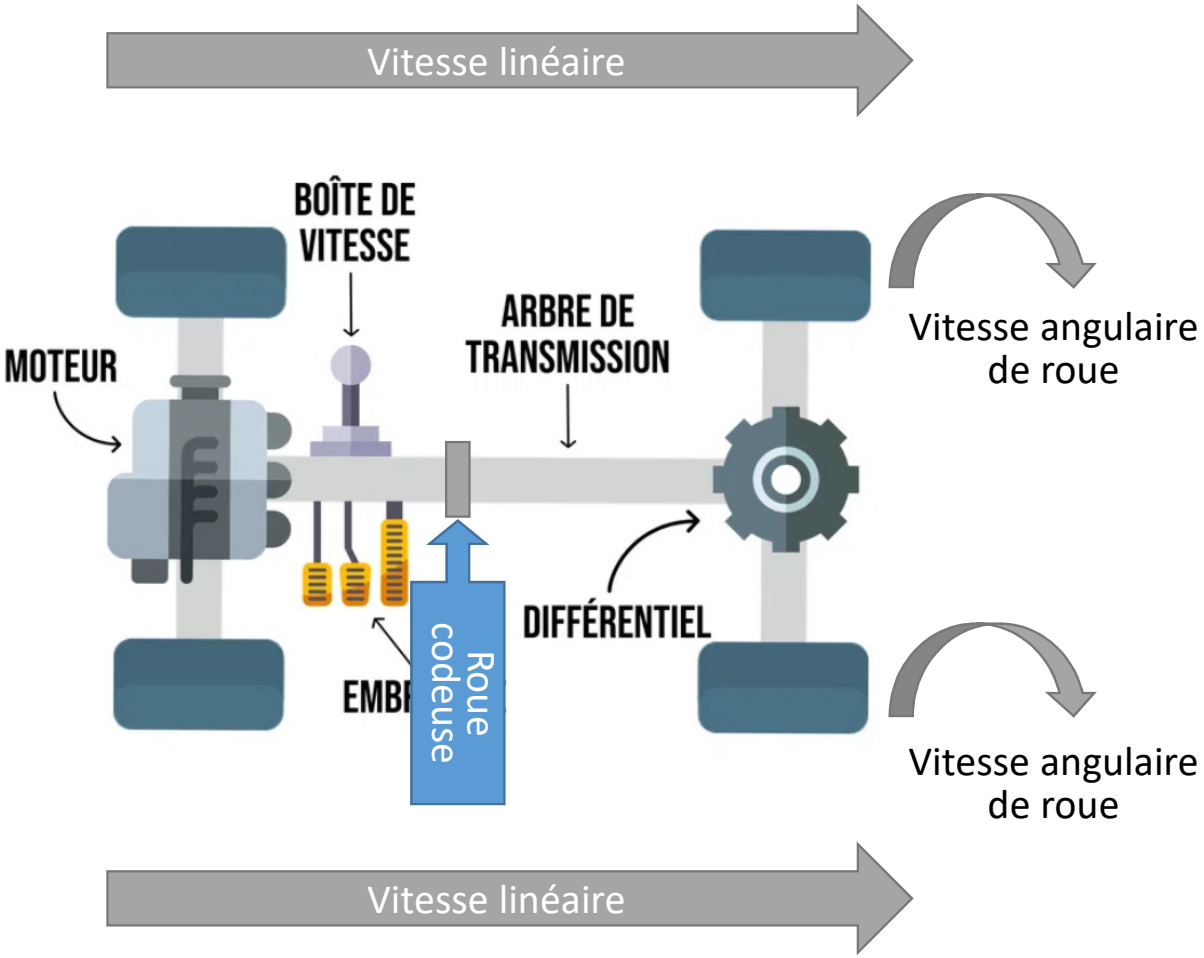
Changement de rapport
-envoie du code 3bits

Mode : A/M
Boutons +/-

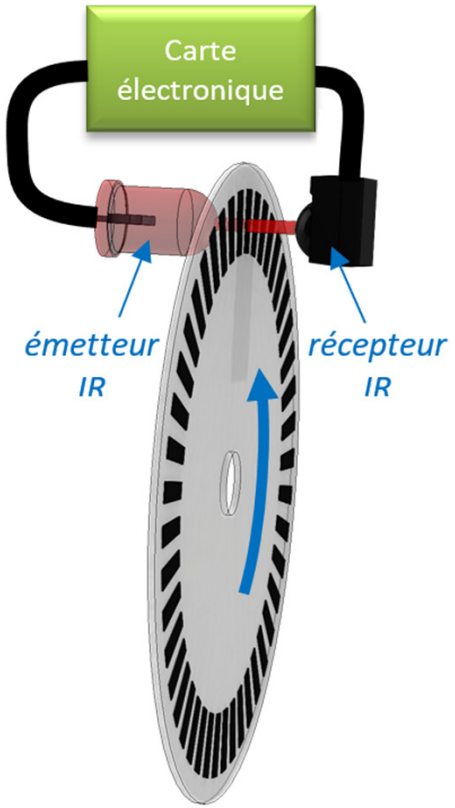
Contrôleur de la boîte de vitesses

TP1.1 : Mesure de vitesse : dimensionnement

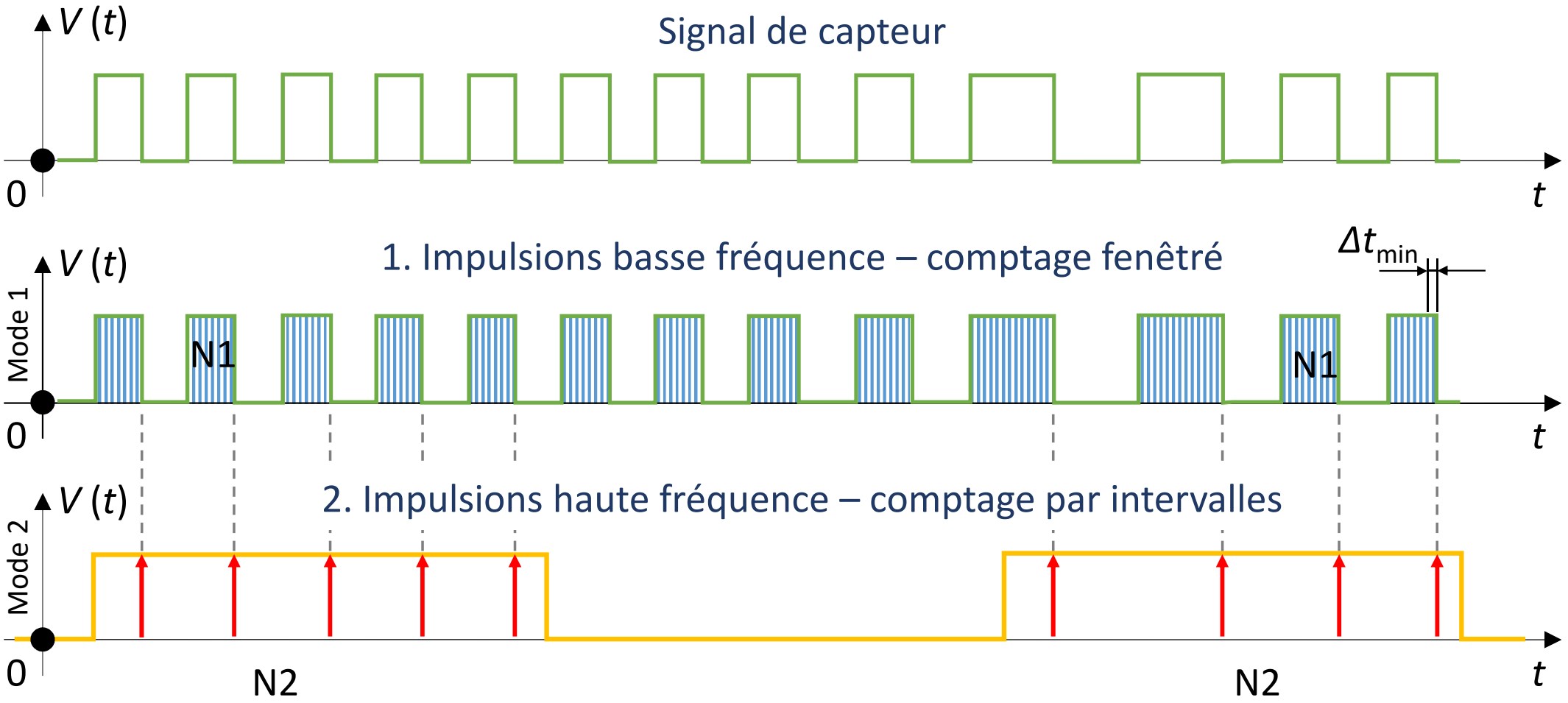
Mesure de vitesse avec une roue codeuse



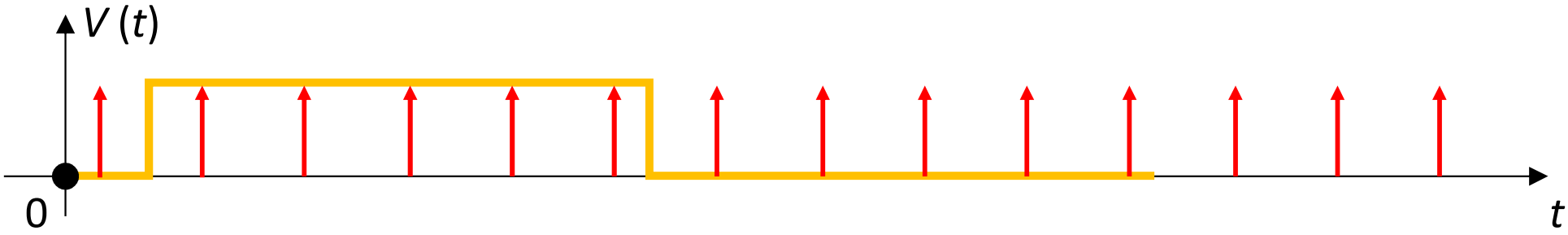
20 « tops » par tour de roue



Mesure de fréquence : comptage des impulsions



Estimation d'erreur



Erreur de comptage : ±1 impulsion

$$v_1 = f(N_{impulsions})$$

$$v_2 = f(N_{impulsions} + 1)$$

$$erreur = \frac{\Delta v}{v_1} 100\% = \frac{v_2 - v_1}{v_1} 100\%$$

Function_Mcycles sont aussi à prendre en compte

$$\boldsymbol{erreur} \leq \mathbf{5}\%$$

Estimation d'erreur

Pour un comptage fenêtré

1. Il ne faut pas que le compteur déborde à v_{min} (10 km/h)
2. Il faut qu'il ait assez de comptages pour v_{max} afin que erreur < 5%

Pour un comptage par intervalles

1. Il faut qu'il ait assez de comptages pour v_{min} (10 km/h) afin que erreur < 5%
2. Il ne faut pas que le compteur déborde à v_{max} (100 km/h)
3. Il ne faut pas que $T_{intervalle}$ soit trop long (latence < 500 ms)

1ére sous-partie TP1.1

- Dimensionner le projet : choisir le diamètre de roue R13 – R17 calculer les fréquences correspondantes à 10 – 100 km/h.
- Définir diagramme générale de programme, variables principales, etc.
- Comptage des impulsions représente une mesure de l'intervalle temporelle Δt, alors $v \backsim k / N_{compt}$. Définir k. Conseil : Pour le calcul final la procédure DIV24_16 sera nécessaire.
- Choisir le mode de mesure de vitesse (comptage fenêtré ou comptage sur une intervalle), f_{OSL} = 12 MHz; Δt_{min} = 1 µs.

Contrôleur de la boîte de vitesses

TP1.2 : Mesure de vitesse (fréquence) avec les temporisateurs de AT89C51ED2

Virtualisation de la tache

En absence du matériel **TIMER0** fournira des signaux correspondant à 10 – 100 km/h

Affichage vitesse

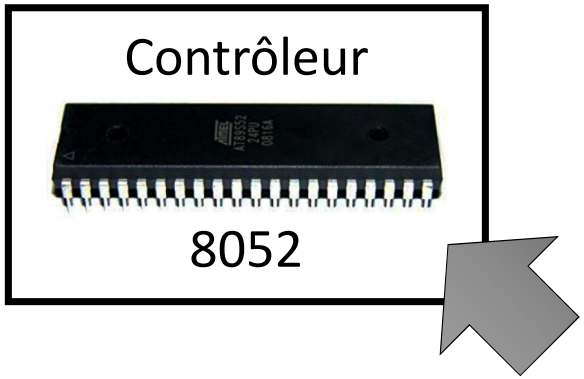
Affichage rapport engagé (A)

Affichage préconisations (+/-)

Mesure de vitesse

TIMER0

10, 25, 45, 75, 95 km/h



TIMER1

Sera utilisé pour compter les impulsions

Vitesse -> **Fréquence** (à partir de dimensionnement)

10, 25, 45, 75, 95 km/h

TIMER0

TIMER1 Mesure cette **Fréquence** par comptage -> nombre **N**

Conversion Avec la procédure DIV16_16 (**k**/**N**) de votre énoncé, on retrouve la **Vitesse** (±5%)

Affichage Par communication port série

Fonctionnement par interruptions matérielles

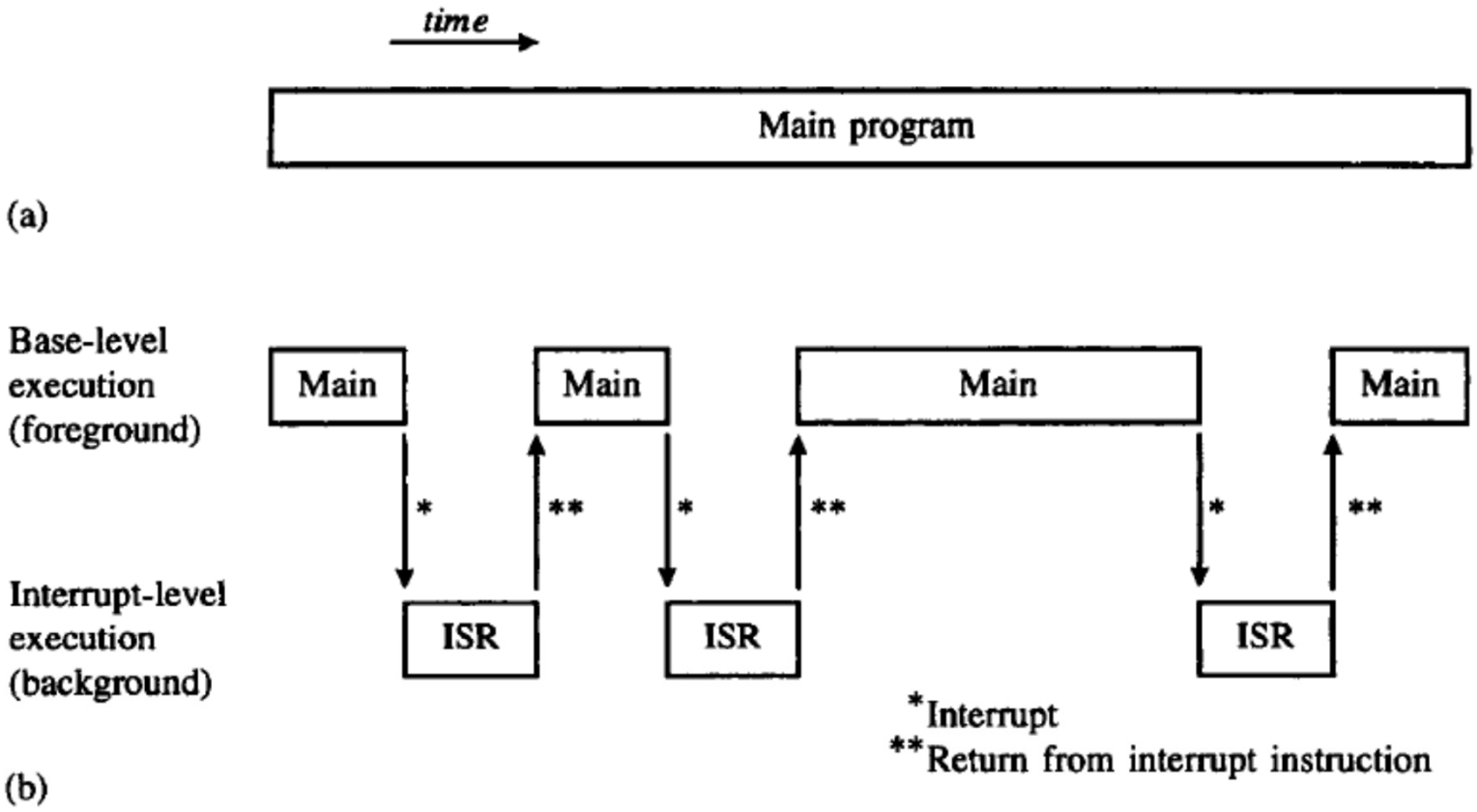


FIGURE 6-1
Program execution with and without interrupts (a) Without interrupts (b) With interrupts

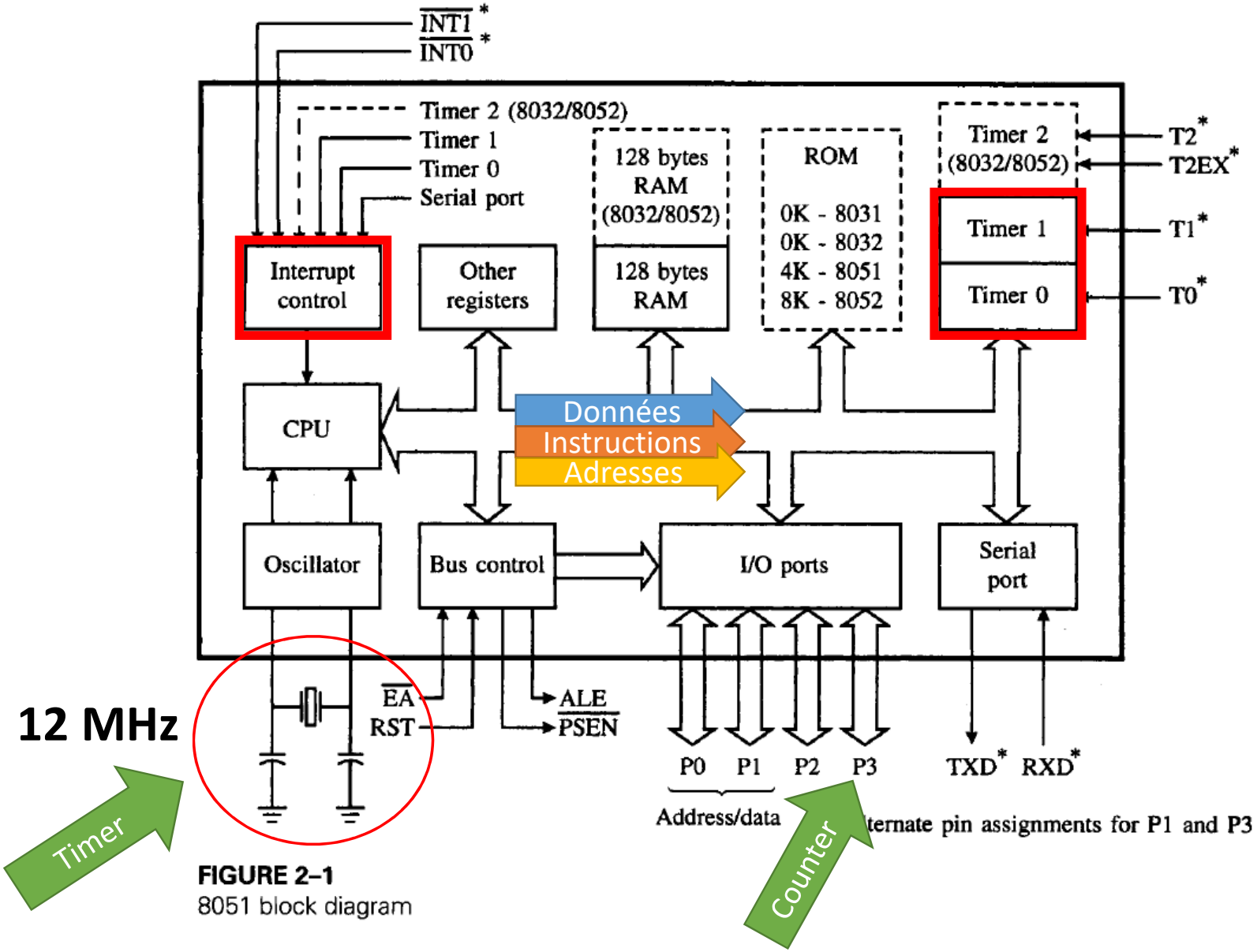


FIGURE 2–1
8051 block diagram

Fonctionnement par interruptions matérielles

Rappel : Ce sont les registres IE et IP qui sont responsables pour la configuration des interruptions

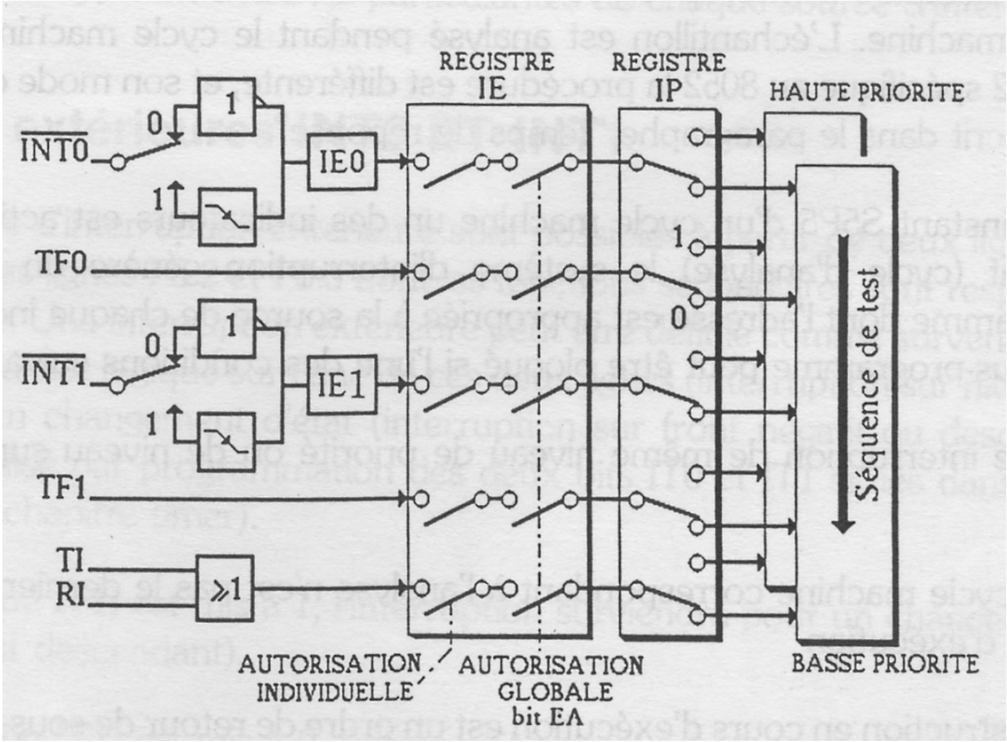
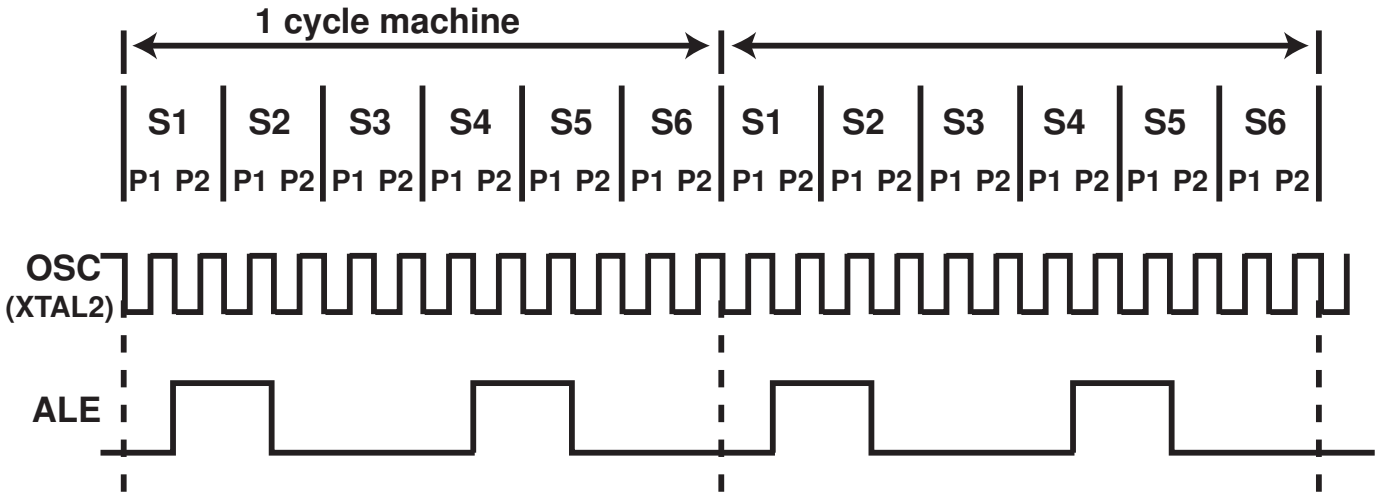


TABLE 6-1
IE (interrupt enable) register summary

Bit	Symbol	Bit Address	Description (1 = Enable, 0 = Disable)
IE.7	EA	AFH	Global enable/disable
IE.6	—	AEH	Undefined
IE.5	ET2	ADH	Enable Timer 2 interrupt (8052)
IE.4	ES	ACH	Enable serial port interrupt
IE.3	ET1	ABH	Enable Timer 1 interrupt
IE.2	EX1	AAH	Enable external 1 interrupt
IE.1	ET0	A9H	Enable Timer 0 interrupt
IE.0	EX0	A8H	Enable external 0 interrupt

```
SETB    EA
SETB    IE.7
SETB    0AFH
```

Temporisateur mesure les battement de l'oscillateur (quartz)

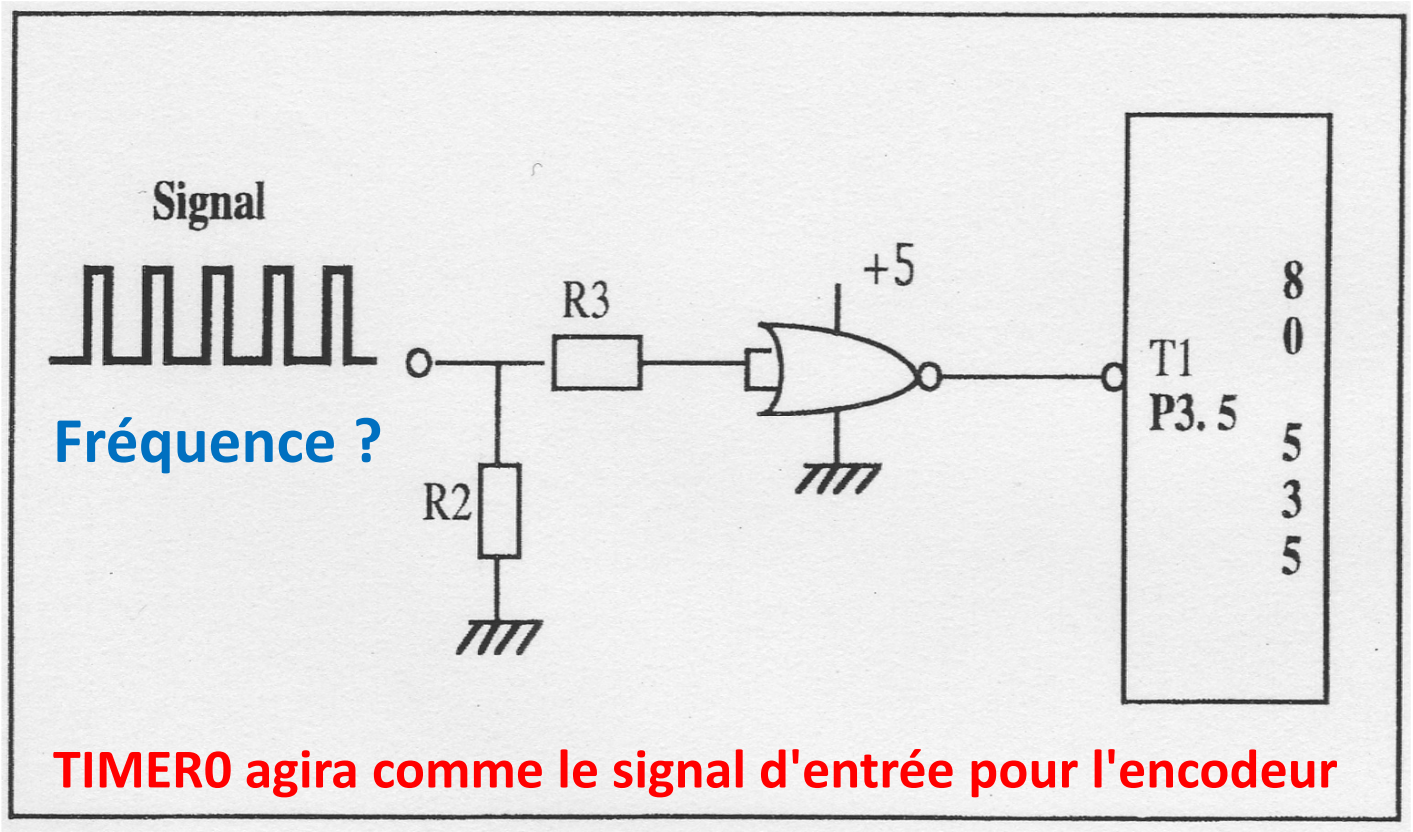


Facteur 1/12

➡ Signal de l'oscillateur interne divisé par 12. Il lui faut 1 cycles-machine pour incrémenter un temporisateur.

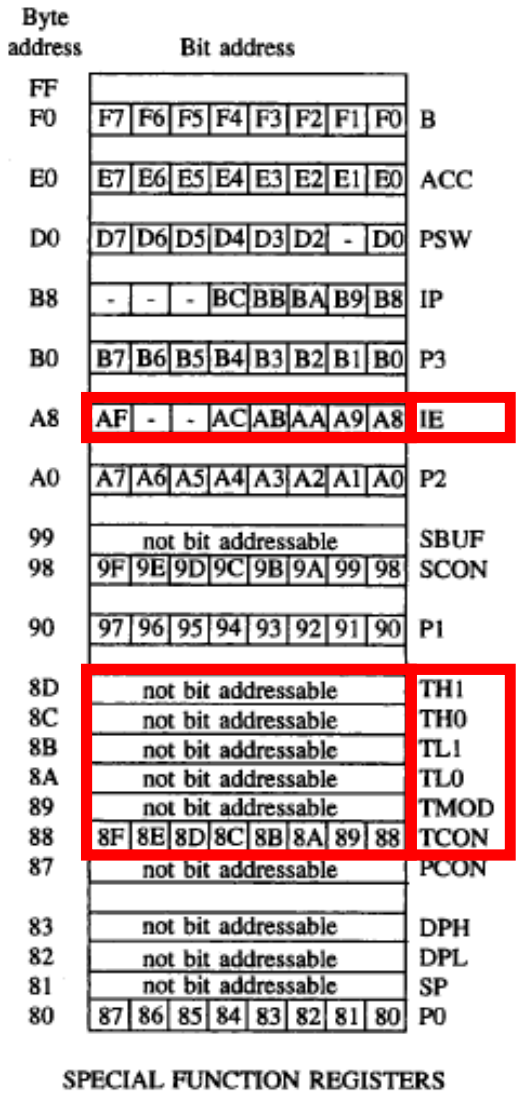
Compteur mesure les battement de sur la broche T0 ou T1

Signal d'une roue codeuse optique pour mesurer la vitesse de rotation



Description des TIMERS

- Chaque Timer est composé d'un compteur 16 bits accessible sous la forme de 2 registres de 8 bits faisant partie du SFR
  - **TH0** et **TL0** pour le timer 0.
  - **TH1** et **TL1** pour le timer 1.
- Le registre **TMOD** permet le choix de la fonctions des modes.
- Le registre **TCON** concerne l'interruption, et le déclenchement du compteur.
- Chaque Timer possède 2 fonctions distinctes avec 4 modes de fonctionnement.



Byte address	Bit address								
FF									
F0	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	B
E0	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	ACC
D0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	-	D0	PSW
B8	-	-	-	BC	BB	BA	B9	B8	IP
B0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	P3
A8	AF	-	-	AC	AB	AA	A9	A8	IE
A0	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	P2
99	not bit addressable								SBUF
98	9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98	SCON
90	97	96	95	94	93	92	91	90	P1
8D	not bit addressable								TH1
8C	not bit addressable								TH0
8B	not bit addressable								TL1
8A	not bit addressable								TL0
89	not bit addressable								TMOD
88	8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	88	TCON
87	not bit addressable								PCON
83	not bit addressable								DPH
82	not bit addressable								DPL
81	not bit addressable								SP
80	87	86	85	84	83	82	81	80	P0

SPECIAL FUNCTION REGISTERS

Description de TMOD (89H)

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0

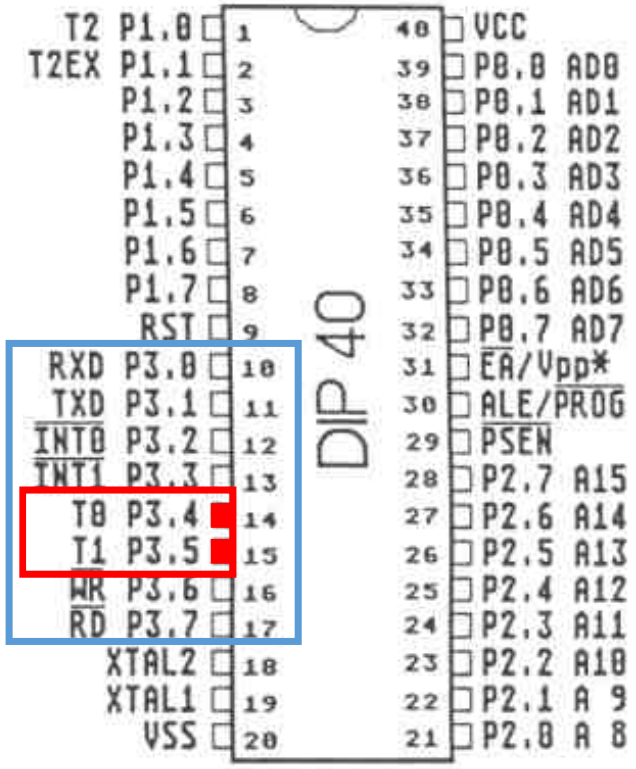
timer 1 timer 0

➡ **C/T:** permet la sélection de la fonction du TIMER

- C/T= 0 le timer est en fonction temporisateur : compteur incrémenté soit à partir du signal d'horloge, soit à travers un circuit de division de fréquence.
- C/T= 1 le timer est en fonction comptage : le compteur incrémenté par la détection d'événements extérieurs (changements d'état appliqués aux broches **T0=P3.4** ou **T1=P3.5**).

➡ **GATE :** permet de choisir le mode de déclenchement du compteur.

- GATE=0 : le timer x est validé si le bit « TRx » =1. (voir TCON)
- GATE=1 : le timer x est validé si le bit « TRx » =1 et que sa broche d ’entrée « INTx » (P3.2 ou P3.3) est à l ’état 1.



Description de TCON (88H)

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

- TFx : Indicateur de débordement du TIMER x.

  Mis à 1 automatiquement lorsque le compteur repasse à 0.
  Si interruption correspondante autorisée, indicateur remis à 0 automatiquement lorsque le sous-programme (ISR) d'interruption est exécuté.

- TRx : Bit de déclenchement du TIMER x. (1 pour lancer, 0 pour arrêter).

- IEx : Indicateur de transition sur la source externe INTX (P3.2 ou P3.3).

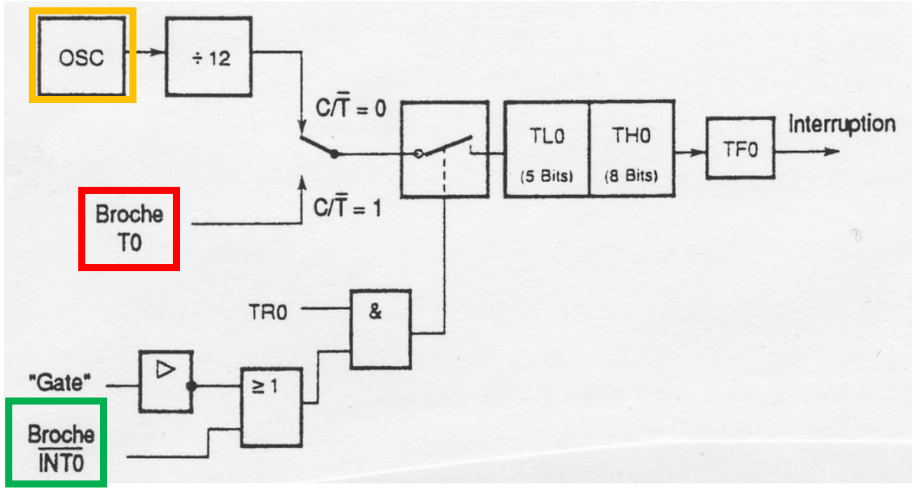
  Cet indicateur est mis à 1 automatiquement lorsqu'une transition est détectée sur la borne INTx. Lors du service d'interruption, cet indicateur est remis à 0.

- ITx : Sélection du type d ’événement devant déclencher l’interruption depuis la source INTx.

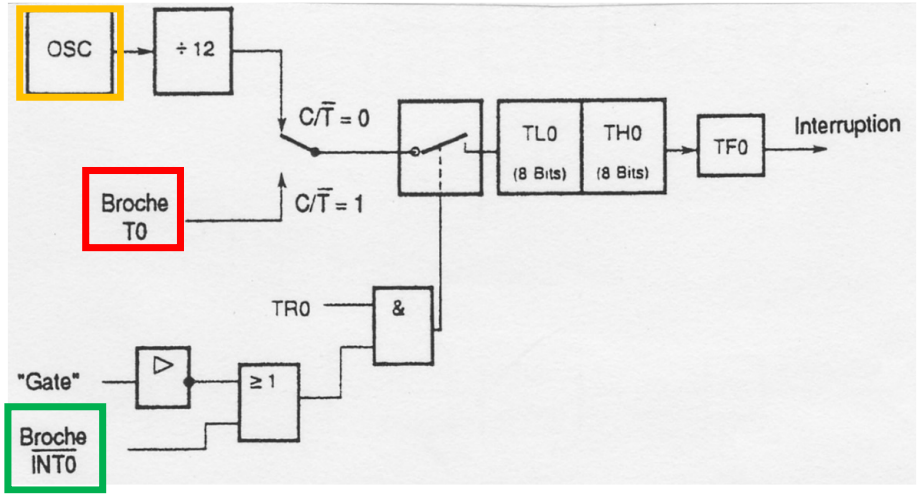
  ITx=0 interruption sur la détection d'un niveau 0 sur INTx.
  ITx=1 interruption sur la détection d'une transition négative.

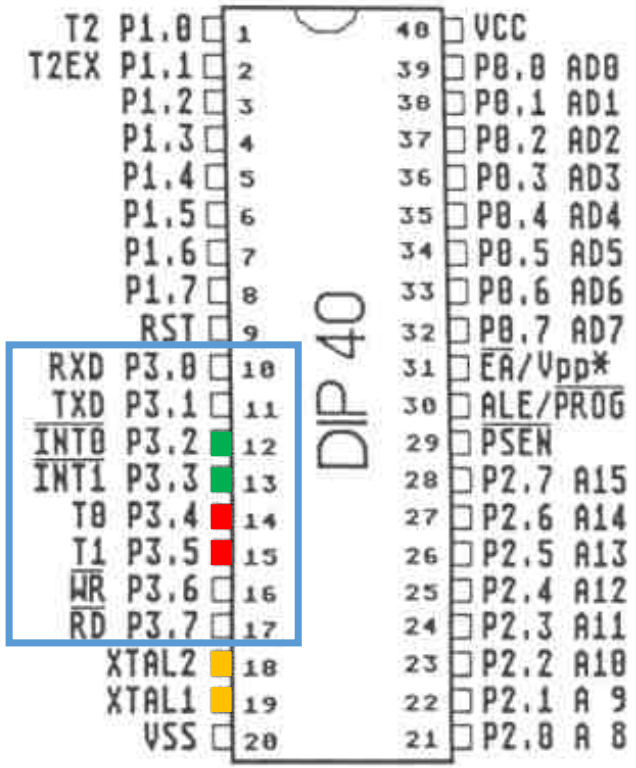
TMOD : 4 modes de temporisateurs/compteurs

- Mode #00B



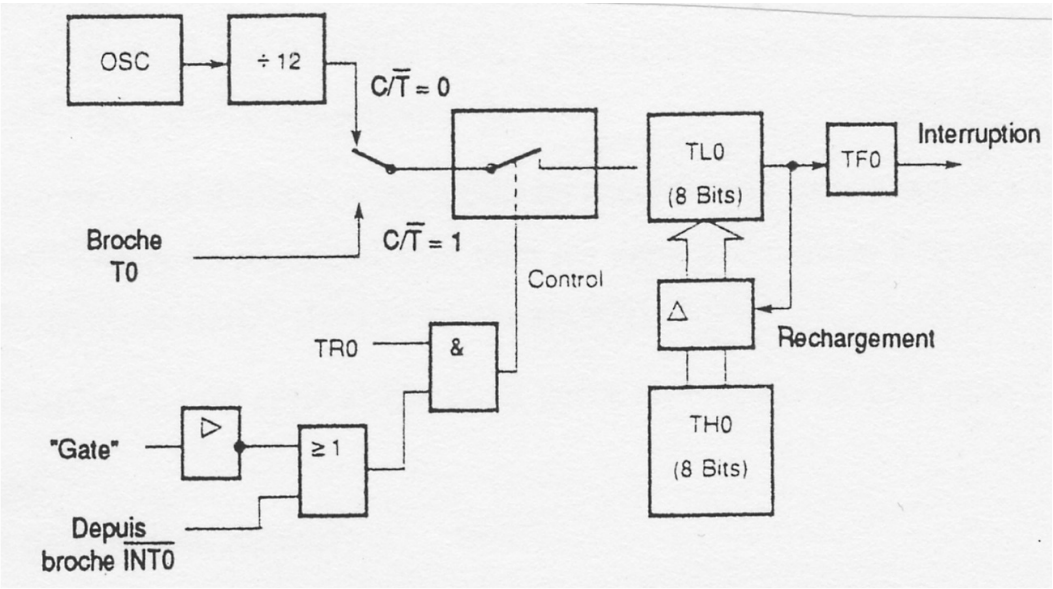
- Mode #01B



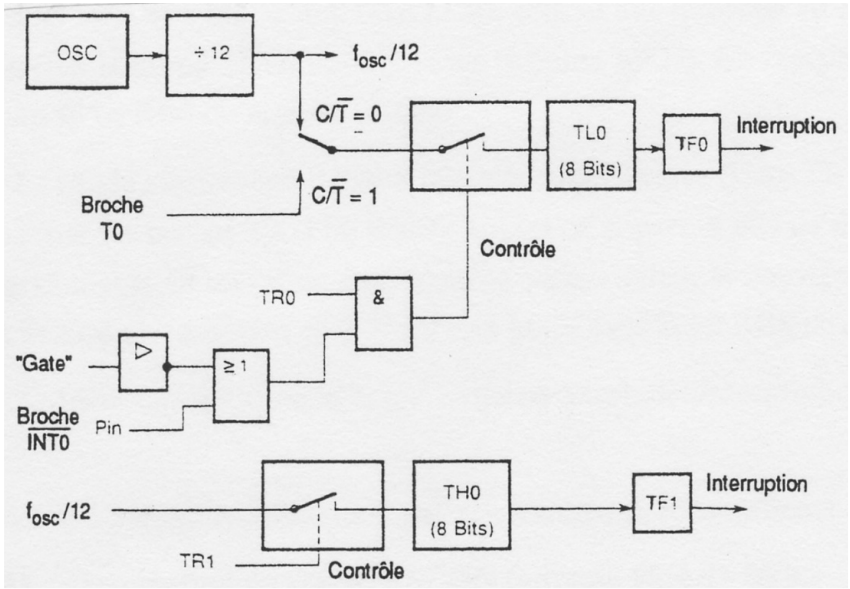


TMOD : 4 modes de temporisateurs/compteurs

- Mode #10B

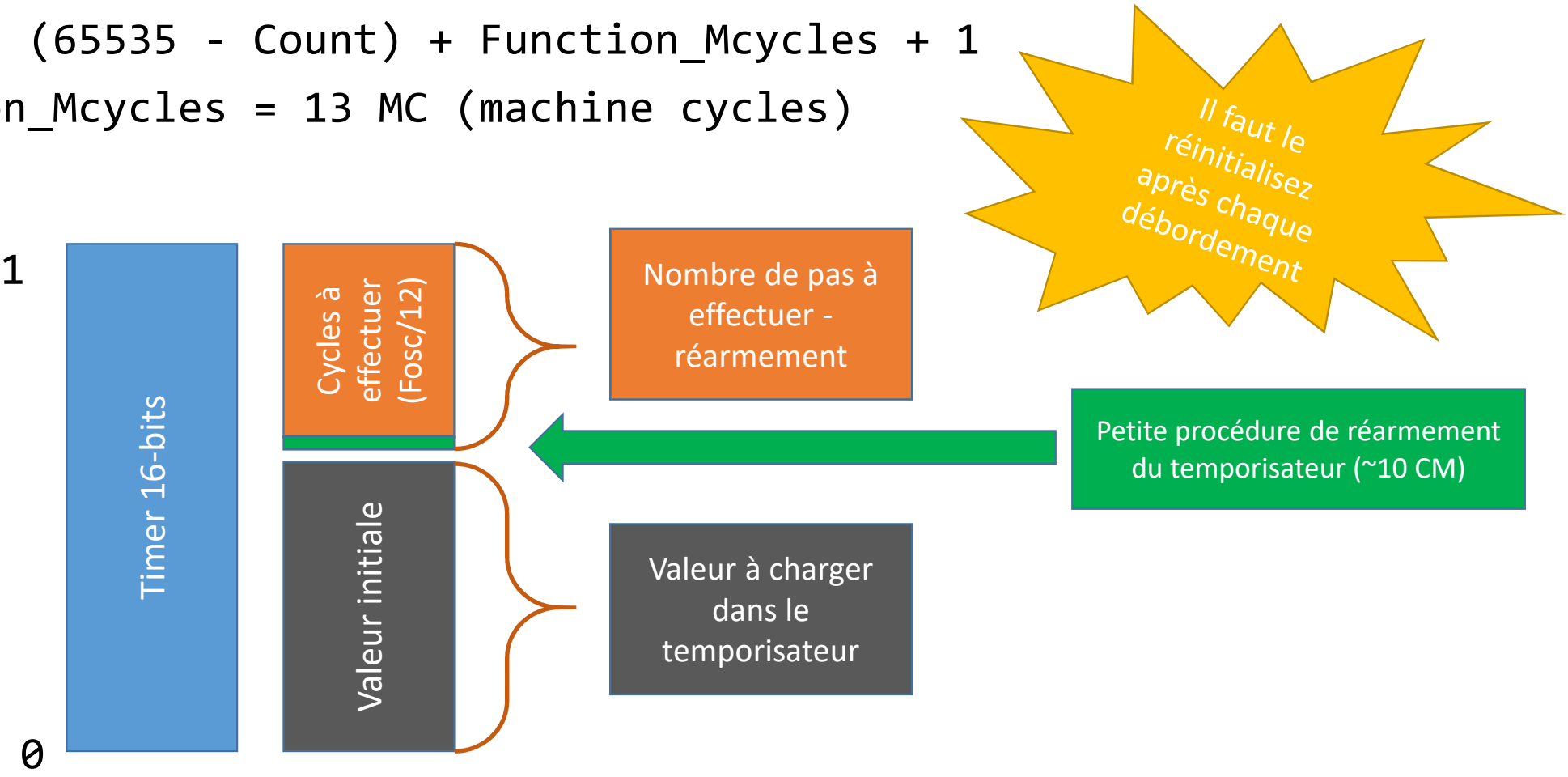


- Mode #11B



Comment régler le timing (16 bits) ?

```
Value = (65535 - Count) + Function_Mcycles + 1
Function_Mcycles = 13 MC (machine cycles)
```



Réglage de temporisateur

Calculation of Timer 0 reload value needed to achieve timer delay of 20 ms. Oscillator frequency is 11.0592 MHz.

Delay Value = *Timer Delay / Timer Clock Cycle Duration*

$$= \frac{20 \times 10^{-3}}{\frac{12}{11.0592 \times 10^{6}}}$$

= *36864 (must be rounded to the nearest integer)*

Timer Reload Value = *Maximum Register Count - Delay Value*

= *65535 – 36864*

= *28671*

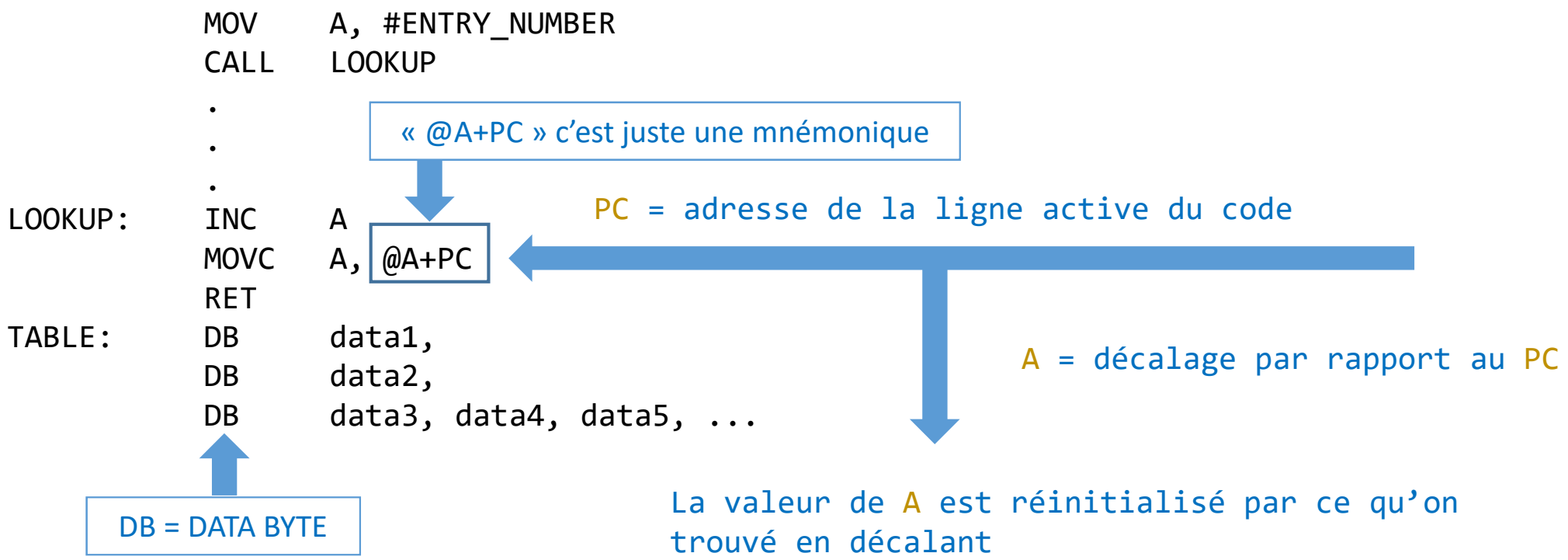
= *0x6FFF*

so Timer 0 is loaded with:

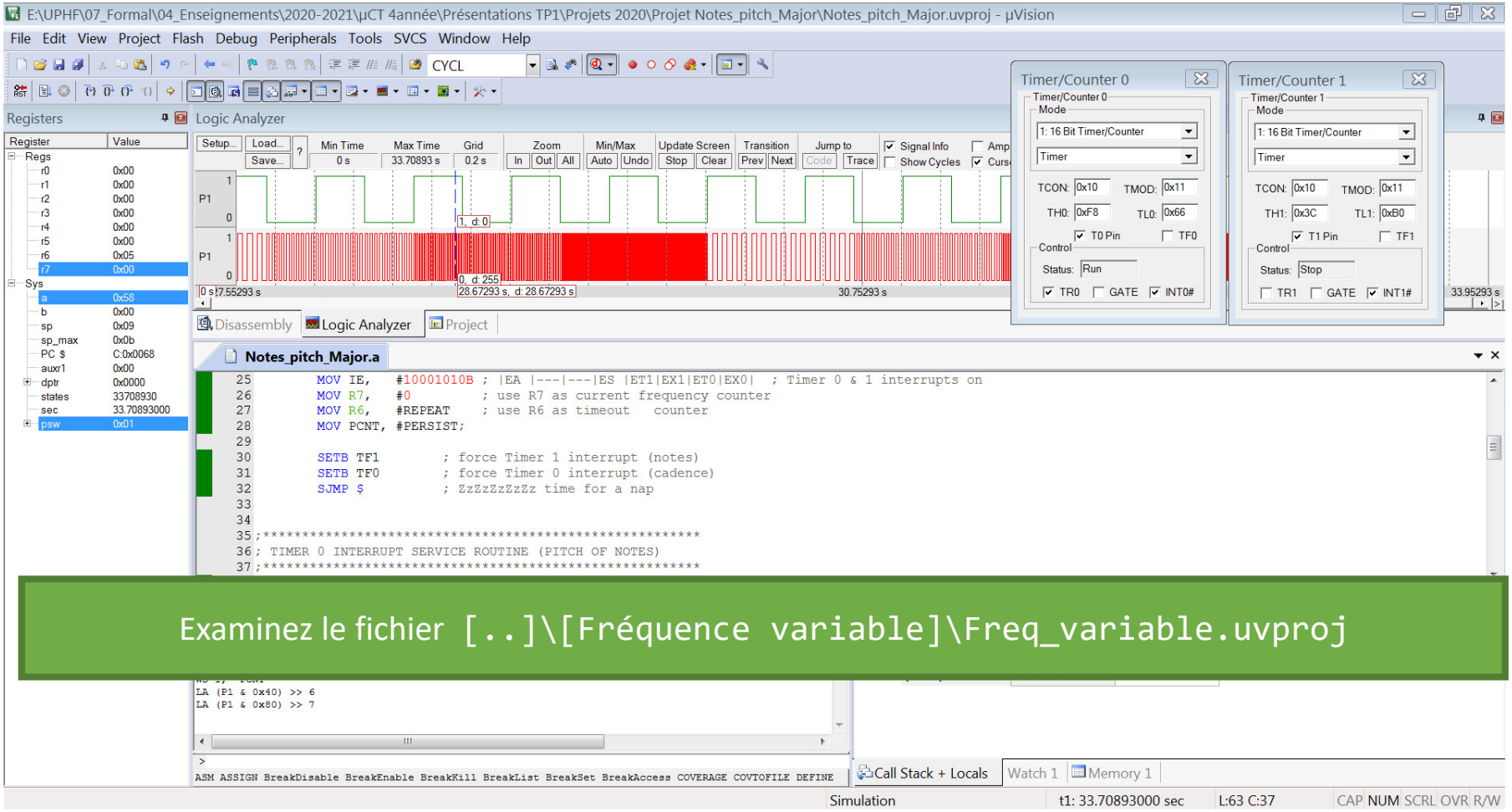
```
TH0 = 0x6F;
TL0 = 0xFF;
```

Tableau de consultation (look-up table)

Ce code est équivalent à {A = TABLE[A]} en langage C (indexation)



Exemple : Interaction de temporisateurs



2ème sous-partie du TP1.2

- Avec votre dimensionnement, régler la fréquence de TIMER0 pour imiter les signal du capteur correspondant à **10, 25, 45, 75, 95 km/h**.

- Effectuer la mesure temporelle des ces 5 fréquences avec TIMER1.

TP1.3 : Implémentation de fonctions

Ressources utilisés

Registre	Fait quoi	Où
R7	Compteur de fréquence	T0ISR
R0	Variable interne	DIV24_16
R1	Variable interne	DIV24_16
R2	Dividente octet bas	DIV24_16
R3	Dividente octet moyen	DIV24_16
R4	Dividente octet haut	DIV24_16
R5	Diviseur octet bas	DIV24_16
R6	Diviseur octet haut	DIV24_16
R7	Variable interne	DIV24_16
@R0	Adressage indirect port série	SPISR (pour le TP2)

Registre	Fait quoi	Où
P1.7	Etat de temporisateur 0 (TIMER0) – capteur de vitesse	T0ISR
P3.3	Broche INT1 – pilotage de TIMER1	T0ISR
P1.6	Procédure de division – observer le timing	DIV16_16

SP = Stack Pointer

Un problème potentiel réside toutefois dans l'utilisation des registres dans les sous-routines. Au fur et à mesure que la hiérarchie des sous-routines se développe, il devient de plus en plus difficile de savoir quels registres sont affectés par les sous-routines. Une bonne pratique de programmation consiste donc à **enregistrer sur la pile les registres** qui sont modifiés par une sous-routine, puis **à les restaurer à la fin de la sous-routine**.

Fonction

```
SQUARE:     PUSH     0F0H; préserver B
            MOV      0F0H,  A
            MUL      AB
            POP      0F0H; restaurer B
            RET

; A = SQUARE(A)
```

PC est aussi stocké sur la pile lors des appels de fonctions (ACALL, LCALL) est retours (RET, RETI)

SP sert à **PC** pour lui indiquer où revenir après les sous-routines ou les interruptions

SP = Stack Pointer

Souvent sont utilisées

```
FONCTION:
        push    00h     ;R0
        push    01h     ;R1
        push    ACC
        push    PSW

        …. code

        pop     PSW
        pop     ACC
        pop     01h
        pop     00h
RET
```

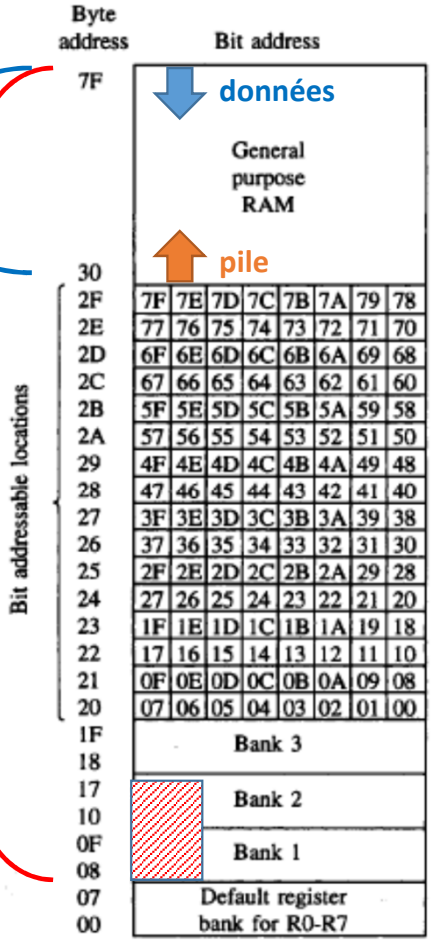
SP = Stack Pointer

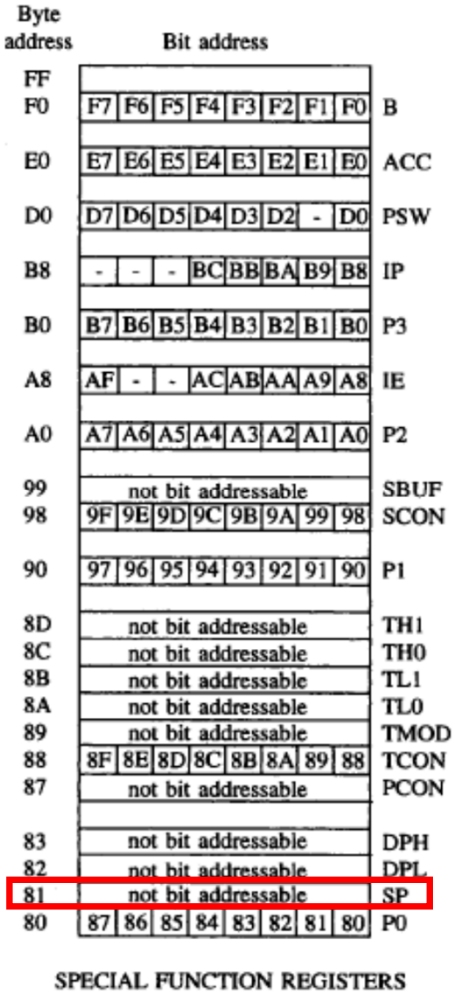
```
MOV   SP, #2FH
```

Pour redéfinir la pile ici et libérer les banques de registres (à l'initialisation)

```
SP = #07H
```

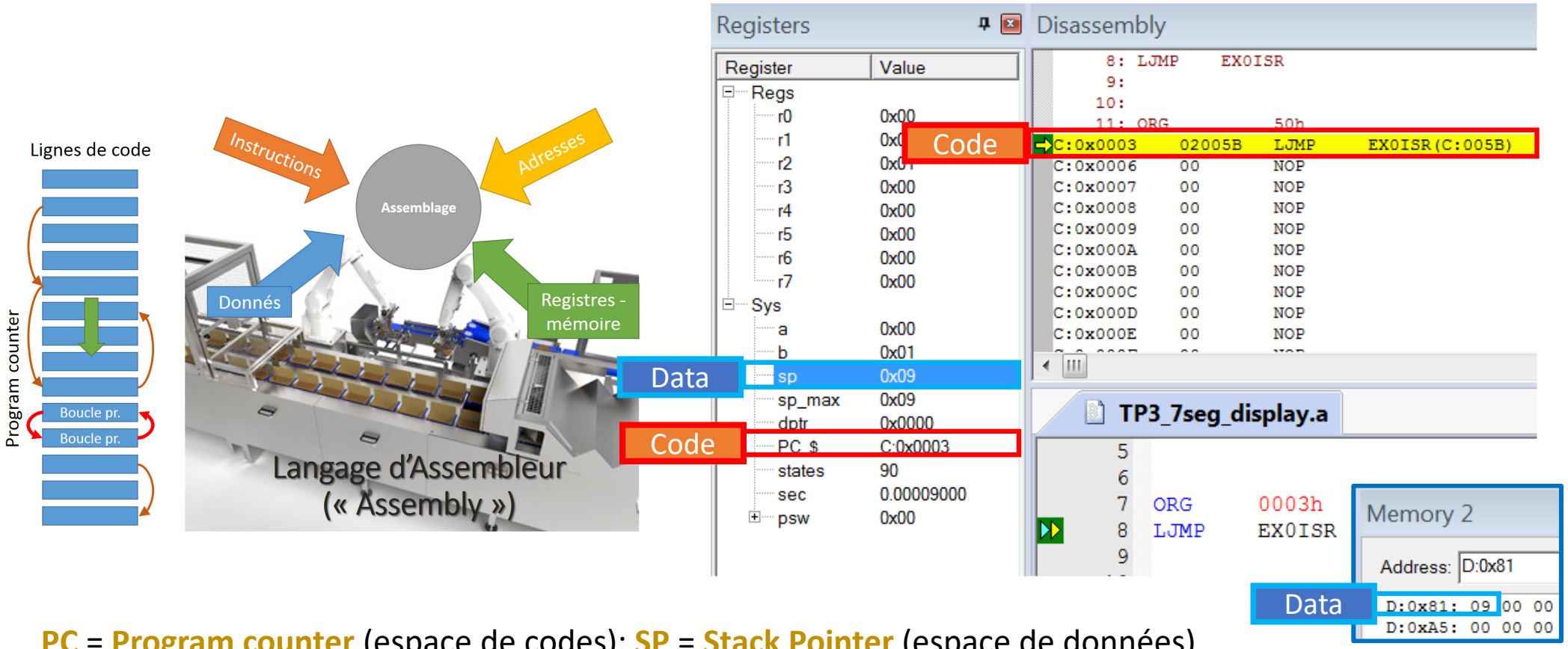
La valeur par défaut est #07H et la pile peut aller jusqu'à #7F





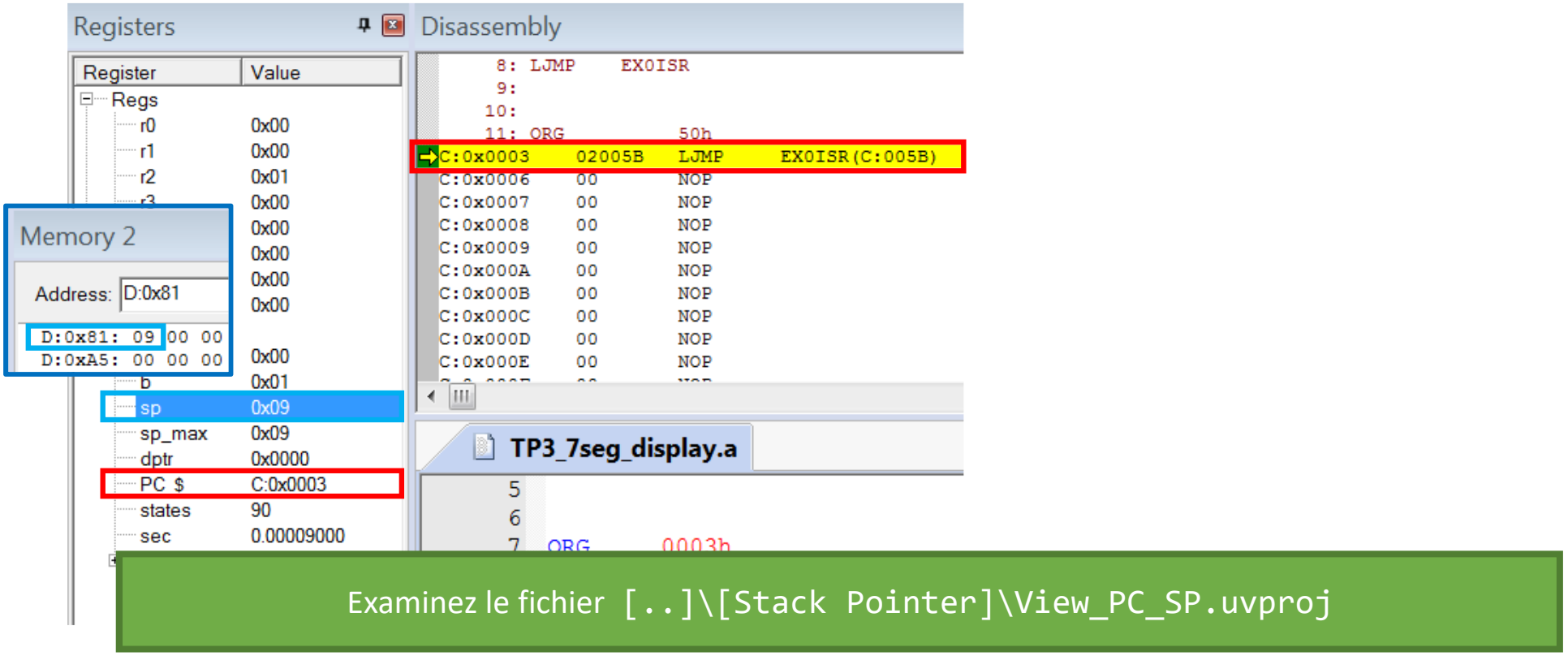
La valeur de réinitialisation de 07H maintient la compatibilité avec le prédécesseur du 8051, le 8048, et a pour conséquence que la première écriture de pile stocke les données à l'emplacement 08H. Si le logiciel d'application ne réinitialise pas le SP, alors la banque de registres 1 (et peut-être 2 et 3) n'est pas disponible, puisque cette zone de RAM interne est la pile.

Le compteur de programme et le pointeur de pile



PC = **Program counter** (espace de codes); **SP** = **Stack Pointer** (espace de données)

Exemple : le compteur de programme



PC = **Program counter** (espace de codes) ; **SP** = **Stack Pointer** (espace de données)

3ème sous-partie du TP1.3

- Implémenter la fonction `div24_16` de l'énoncé en faisant attention à sauvegarder le registres sur la pile

- Sauvegarder la valeur de vitesse dans une variable 8 bits. Elle sera utilisée par la suite.

Bon courage !

Au supplément du compte-rendu pensez à m’envoyer les projets entiers Keil µVision : le dossier entier compressé incluant les fichiers *.uvproj et *.a

2ème sous-partie du TP1.2

On utilisera ce tableau pour les seuils de passages de rapports pour TP2–TP3

Nom	Vitesses	Valeur (km/h)
	passages de rapports +	
S01	0 → 1	9
S12	1 → 2	19
S23	2 → 3	39
S34	3 → 4	69
S45	4 → 5	89
	passages de rapport -	
S54	5 → 4	76
S43	4 → 3	56
S32	3 → 2	30
S21	2 → 1	16
S10	1 → 0	10