

## Questions :

En lisant le document fournit au cours répondre aux questions suivantes :

1- Donner une petite définition d'un microcontrôleur.

C'est une unité de traitement de l'information de type Microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de faciliter l'interfaçage avec le monde extérieur sans nécessiter l'ajout de composants externes.

2- C'est quoi un PIC ?

C'est un microcontrôleur fabriqué par le constructeur Microchip, et PIC veut dire Programmable Interface Controller.

3- Déchiffrer l'acronyme : RISC.

Reduce Instructions Construction Set : composant à jeu d'instructions réduit

4- Citer les familles dont les PIC sont subdivisés ?

- La famille Base-Line, qui utilise des mots d'instructions de 12 bits
- la famille Mid-Range, qui utilise des mots de 14 bits
- famille High-End, qui utilise des mots de 16 bits.

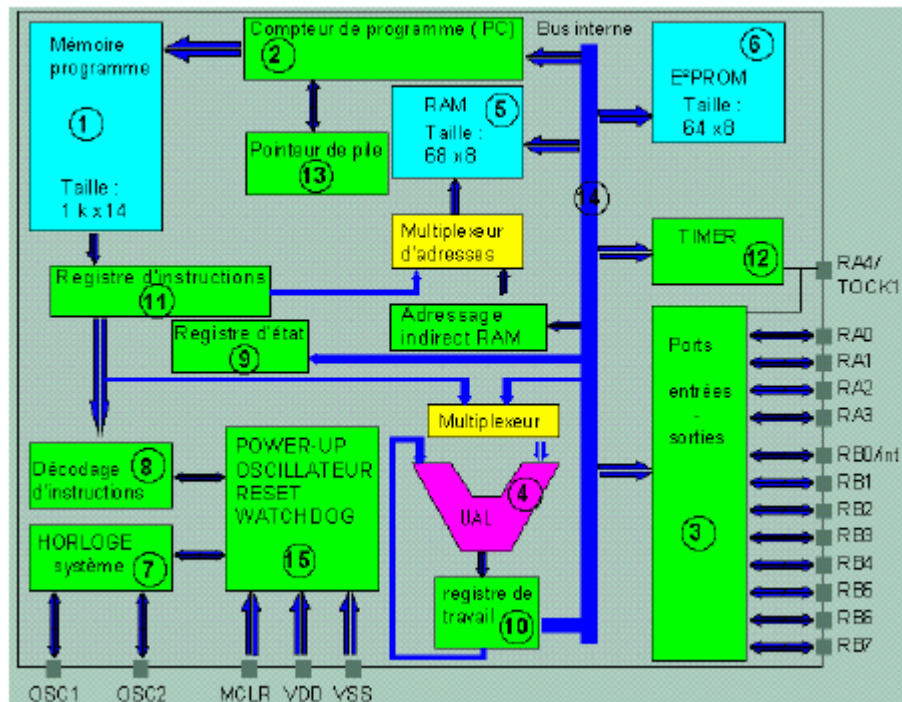
5- Identifier les désignations suivantes :

- 16 F 84 -04- : PIC de la famille Mid-Range dont la mémoire est de type flash, la référence est 84 et qui peut travailler à une fréquence d'horloge maximale de 4Mhz
- 12 C 508 : PIC de la famille Base-Line dont la mémoire est de type EPROM
- 16 C 72 A : PIC de la famille Mid-Range dont la mémoire est de type EPROM.
- 16 F 628 : PIC de la famille Mid-Range dont la mémoire est de type Flash.
- 18 FL 442 : PIC de la famille High-End dont la mémoire est de type Flash et qui peut fonctionner avec des tensions beaucoup plus tolérantes que celles données par le constructeur.

6- Pour chacun des pics cités précédemment donner la taille en bit de chaque instruction ainsi que sa famille.

- 16 F 84 -04- : 14 bits.
- 12 C 508 : 12 bits
- 16 C 72 A : 14 bits
- 16 F 628 : 14 bits
- 18 FL 442 : 16 bits

7- Compléter le schéma suivant en inscrivant le nom de chaque numéro et également le nom des éléments manquants :



- 1 - Mémoire programme
- ☐ 2 - Registre compteur de programme
- ☐ 3 - Port A et Port B d'entrées - sorties
- ☐ 4 - Unité Arithmétique et logique
- ☐ 5 - RAM
- ☐ 6 - E²PROM
- ☐ 7 - Horloge système
- ☐ 8 - Registre de décodage des instructions
- ☐ 9 - Registre d'état
- ☐ 10 - Registre de travail
- ☐ 11 - Registre d'instruction
- ☐ 12 - Timer
- ☐ 13 - Pointeur de pile
- ☐ 14 - Bus internes
- ☐ 15 - Reset ; Watch dog ; Alimentation

8- Citer les mémoires dont un PIC 16F84 est constitué

- Mémoire programme
- Mémoire de données.

9- Dans la suite on va détailler la structure interne élément par élément :

**A- Mémoire programme :**

1- A quoi sert une mémoire programme pour un PIC 16F84 ?

Une mémoire programme sert à stocker le programme

2- Quelle est la taille de la mémoire programme ?

1024X14

3- Quelle le type de la mémoire de programme du 16F84.

C'est une mémoire Flash

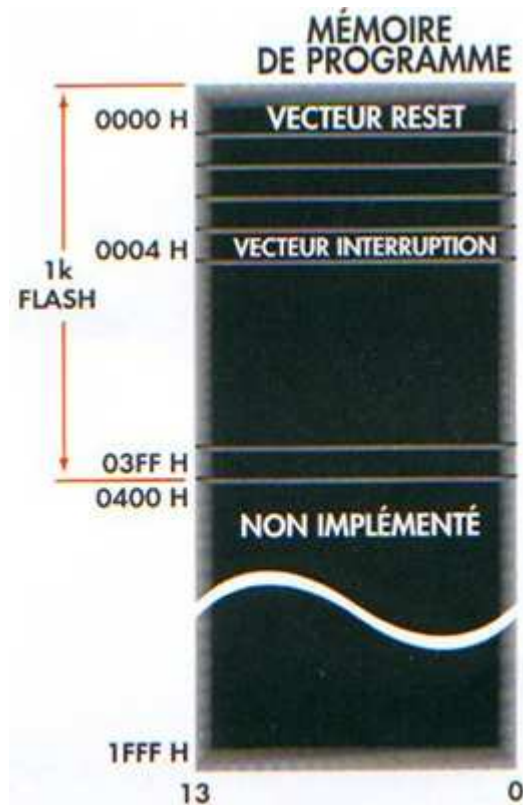
4- Sur combien de bit une instruction peut être codée.

14 Bits

5- Schématiser le vecteur mémoire d'adresse 3FA.



6- Schématiser la mémoire programme du 16F84.



7- Donner l'adresse du premier vecteur de la mémoire programme.

0000 H

8- A quoi correspond le vecteur d'adresse 000 au niveau de la mémoire programme ?

Il correspond au vecteur reset

9- A quoi correspond le vecteur d'adresse 004 au niveau de la mémoire programme ?

Il correspond au vecteur d'interruption

10- Combien d'instruction qu'on peut écrire dans une mémoire programme si on commence par le vecteur d'adresse 005

1019

## **B- Mémoire des données**

- **Mémoire de données EEPROM**

1- Quelles sont les mémoires qu'on trouve dans une mémoire de données ?

- Mémoire de données RAM
- Mémoire de données EEPROM

2- Quelle est la taille de la mémoire EEPROM des données ?

64 Octet

3- A quoi sert la mémoire de données EEPROM ?

Elle sert à stocker quelques données utilisées dans le programme comme les temporisations, les comptages...

4- Sur combien de bits on peut coder une adresse mémoire de donnée EEPROM ?

Sur 8 bits.

5- Dessiner une adresse mémoire de données

--	--	--	--	--	--	--	--

6- Comment peut-on lire une donnée de la mémoire EEPROM de données ?

- Placer l'adresse relative dans EEADR
- Mettre le bit RD de EECON1 à 1
- Lire le contenu du registre EEDATA

7- Comment peut-on écrire une donnée sur la mémoire EEPROM de données ?

- L'écriture dans L'EEPROM doit être autorisée : bit WREN = 1
- Placer l'adresse relative dans EEADR
- Placer la donnée à écrire dans EEDATA
- Placer 0x55 dans EECON2
- Placer 0xAA dans EECON2
- Démarrer l'écriture en positionnant le bit WR
- Attendre la fin de l'écriture, (10 ms) (EEIF=1 ou WR=0)
- Recommencer au point 2 si on a d'autres données à écrire

- **Mémoire de données RAM :**

8- Donner la taille de la mémoire de données RAM

En tout 92 octets dont uniquement 68 Octets exploitable par l'utilisateur

9- Sur combien de banques est subdivisée la mémoire de données RAM ?

2 Banques

10- Comment peut-on accéder à chaque banque ?

A travers le bit RP0 du registre STATUS si RP=0, c'est la banque 0 qui est sélectionnée.

Si RP0 = 1 c'est la banque 1 qui est sélectionnée.

11- Donner le nombre de bits de chaque registre de cette mémoire de données RAM

8 bits

12- Donner le nom de deux portions constituant chaque banque

- Les registres SFR (Special Function Register)
- Les registres GPR (General Propose Register)

13- Dans la suite on s'intéresse aux registres SFR :

a- Quel est l'utilité du registre FSR et du registre INDF

Le registre INDF est un accumulateur des registres pointé par FSR et il est utilisé pour l'adressage indirect

b- Dessiner le registre OPTION

RBPU/	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
-------	--------	------	------	-----	-----	-----	-----

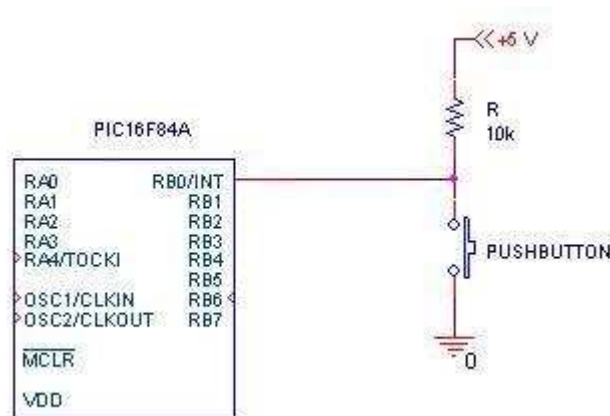
c- Quel est le rôle du bit RBPU/ ?

Port B Pull-up Enable"

- Ce bit doit être mis à 0 pour activer les résistances de pull-up du port B
- Ce bit doit être mis à 1 pour désactiver les résistances de pull-up du port B

On désire faire l'interface entre un bouton-poussoir et l'entrée RB0/INT.

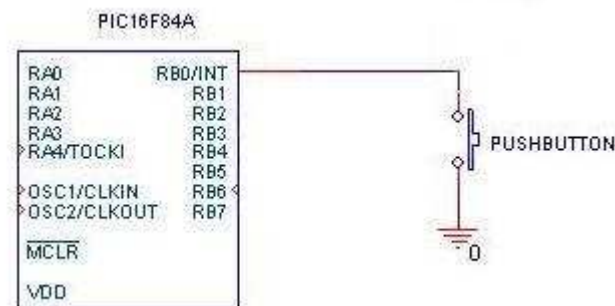
Le montage est très simple :



La résistance est appelée résistance de pull-up (résistance de tirage).

On a donc un niveau haut en entrée quand le bouton poussoir est ouvert, et un niveau bas quand le bouton poussoir est fermé.

On peut faire encore plus simple, en activant la résistance de pull-up interne du  $\mu C$



d- Quel est le rôle du bit INTEDG ?

Interrupt edge select"

- Ce bit doit être mis à 0 pour que l'interruption de la broche RB0/INT soit active sur un front descendant
- Ce bit doit être mis à 1 pour que l'interruption de la broche RB0/INT soit active sur un front montant

e- Quel est le rôle du bit RTS(T0CS) ?

"TMR0 Clock Source Select"

- Ce bit doit être mis à 0 pour que l'horloge du module TMR0 soit l'horloge interne (un quart de la fréquence du signal OSC1/CLKIN)
- Ce bit doit être mis à 1 pour que l'horloge du module TMR0 soit le signal de la broche RA4/T0CKI

f- Quel est le rôle du bit RTE(T0SE) ?

"TMR0 Source edge select"

Dans le cas où T0CS = 1, le signal d'horloge de la broche RA4/T0CKI est actif :

- sur front montant quand T0SE = 0
- sur front descendant quand T0SE = 1

g- Quel est le rôle du bit PSA ?

Prescaler assignment"

Le prédiviseur est attribué :

- au module TMR0 quand PSA = 0
- au Watchdog quand PSA = 1

h- Quel est le rôle du bit PS2 ?

"Prescaler rate select" : détermine la valeur de prédivision

i- Quel est le rôle du bit PS1 ?

"Prescaler rate select" : détermine la valeur de prédivision

j- Quel est le rôle du bit PS0 ?

"Prescaler rate select" : détermine la valeur de prédivision

k- Quelle est l'utilité du registre TMR0

Il est utilisé pour faire le comptage et la temporisation

l- Indiquer la banque de la mémoire RAM où peut trouver les registres PCL et PCLATH

- PCL appartient à la banque 0
- PCLATH appartient à la banque 1

m- A quoi servent ces deux registres (PCL et PCLATH) ?

- Le registre PCL contient l'adresse de poids faible (8 bits) du PC
- Le registre PCLATH contient l'adresse de poids fort (5 bits) du PC.

n- A quoi servent les registres PORTA et PORTB ?

- Le registre PORTA sert comme interface avec l'E/S PORTA
- Le registre PORTB sert comme interface avec l'E/S PORTB
- 

PS2	PS1	PS0	Div
0	0	0	2
0	0	1	4
0	1	0	8
0	1	1	16
1	0	0	32
1	0	1	64
1	1	0	128
1	1	1	256

o- Quelles sont les valeurs à donner TRISA et TRISB pour rendre PORTA et PORTB comme entrées ?

1

p- Quelles sont les valeurs à donner TRISA et TRISB pour rendre PORTA et PORTB comme sorties ?

0

q- Quelle est l'utilité du registre EEADR ?

Ce registre contient l'adresse de l'emplacement mémoire que l'on veut manipuler (pour une lecture ou une écriture).

r- Quelle est l'utilité du registre EEDATA ?

Ce registre contient la valeur (8 bits) de l'emplacement mémoire que l'on veut manipuler (pour une lecture ou une écriture).

s- Quelle est l'utilité du registre EECON1 ?

Le registre de contrôle permettant de définir le mode de fonctionnement de la mémoire de données EEPROM

t- Dessiner le registre EECON1

			EEIF	WRERR	WREN	WR	RD
--	--	--	------	-------	------	----	----

u- Quel est le rôle du bit EEIF?

"EEPROM Write operation interrupt flag"

- drapeau (flag) mis à 1 en fin d'opération d'écriture
- ce drapeau ne peut être effacé que de façon logicielle

v- Quel est le rôle du bit WRERR?

"EEPROM Error flag bit"

- drapeau (flag) mis à 1 en cas de problème durant l'opération d'écriture (Reset externe, Reset dû au Watchdog)
- drapeau mis à 0 en fin d'opération d'écriture

w- Quel est le rôle du bit WREN ?

"EEPROM Write Enable bit"

- 1 : autorise l'écriture
- 0 : interdit l'écriture

x- Quel est le rôle du bit WR ?

"Write Control bit"

- 1 : lance une opération d'écriture
- bit mis à 0 par hardware en fin d'opération d'écriture

y- Quel est le rôle du bit RD ?

"Read Control bit"

- 1 : lance une opération de lecture
- bit mis à 0 par hardware

z- Quelle est l'utilité du registre INTCON ?

C'est le registre qui préside au fonctionnement des interruptions

aa- Dessiner le registre INTCON

GIE	EEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF
-----	------	------	------	------	------	------	------

bb- Quel est le rôle du bit GIE ?

"Global Interrupt Enable"

- bit à mettre à 0 pour désactiver toutes les interruptions
- bit à mettre à 1 pour autoriser toutes les interruptions

cc- Quel est le rôle du bit EEIE ?

"EEPROM write complete interrupt enable"

- 1 : si GIE = 1, autorise l'interruption de fin d'écriture de l'EEPROM
- 0 : désactive l'interruption de fin d'écriture de l'EEPROM

dd- Quel est le rôle du bit T0IE ?

Il autorise les interruptions provoquées par le débordement du timer interne (passage de FF à 00)

ee- Quel est le rôle du bit INTE ?

Il autorise les demandes d'interruption provenant de l'extérieur, appliquées sur la pin 6 (RB0/INT)

ff- Quel est le rôle du bit RBIE ?

Mis à 1, il autorise les interruptions provoquées par un changement d'état sur les lignes du port B (RB4, RB5, RB6, RB7)

gg- Quel est le rôle du bit T0IF ?

Si le bit T0IE est à 1, c'est un drapeau qui se lève (mis à 1) lorsqu'il y a un débordement du Timer0

hh- Quel est le rôle du bit INTF ?

Si le bit INTE est 1, un drapeau qui se lève (mis à 1) lorsqu'il y a une interruption extérieur au niveau de RB0

ii- Quel est le rôle du bit RBIF ?

Si le bit RBIE est 1, un drapeau qui se lève (mis à 1) lorsqu'il y a changement d'état sur les lignes du port B (RB4, RB5, RB6, RB7)

jj- Quelle est l'utilité du registre STATUS?

C'est un registre qui indique l'état de quelques opérations effectuées

kk- Dessiner le registre STATUS

		RP0	TO/	PD	Z	DC	C
--	--	-----	-----	----	---	----	---

ll- Quel est le rôle du bit RP0 ?

Choix de la banque de la RAM

mm- Quel est le rôle du bit TO/ ?

Time out : passe à 1 lorsque le timer du Watch dog (chien de garde) déborde



nn- Quel est le rôle du bit PD/ ?

Power Dawn : passe à 1 lorsqu'on utilise l'instruction CLWDT ou la mise sous tension

oo- Quel est le rôle du bit Z ?

Passe à 1 si le résultat de la dernière opération est nul

pp- Quel est le rôle du bit DC ?

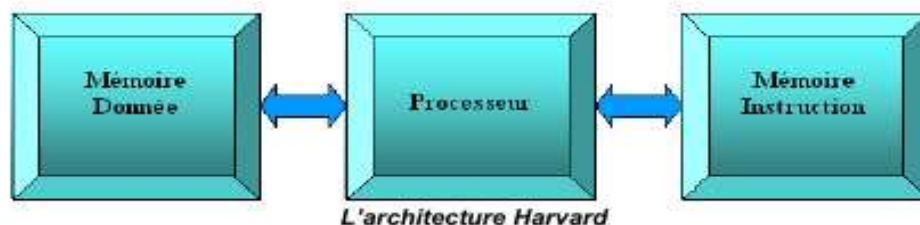
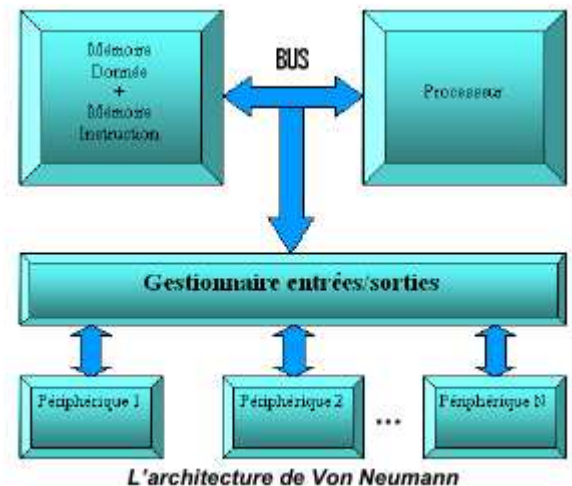
Digit carry : mis à 1 si la dernière opération à un retenu final

qq- Quel est le rôle du bit C ?

Carry : mis à 1 si la dernière opération contient un retenu

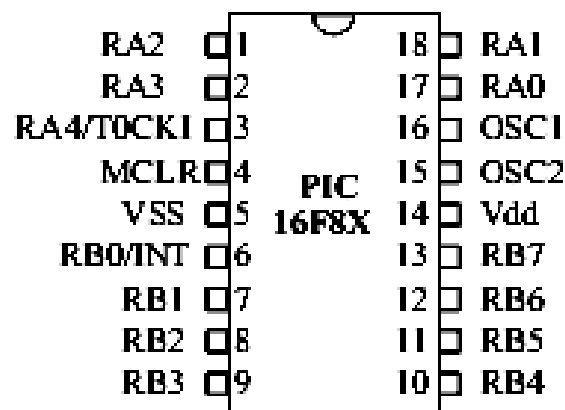
### Principe de fonctionnement du pic 16F84

1- Le schéma suivant représente l'architecture utilisée dans la fabrication des microprocesseurs et des microcontrôleurs, identifier la différence existant entre les deux architectures



La différence est au niveau des bus

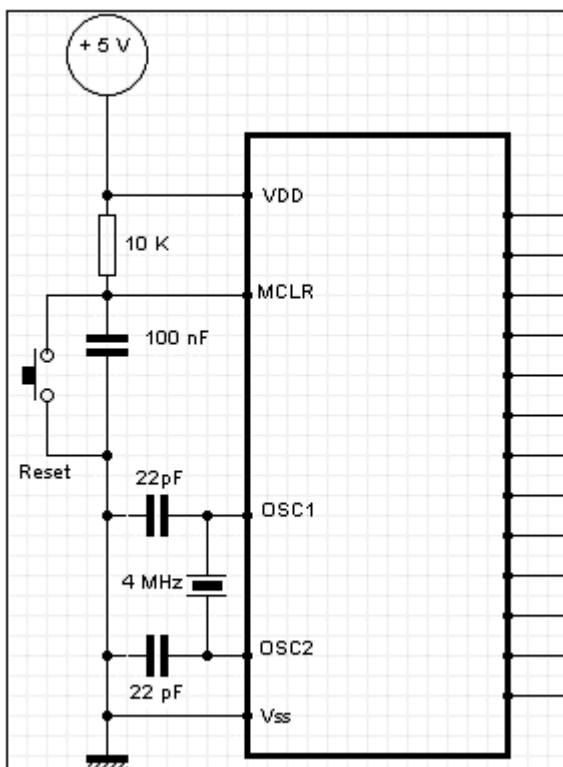
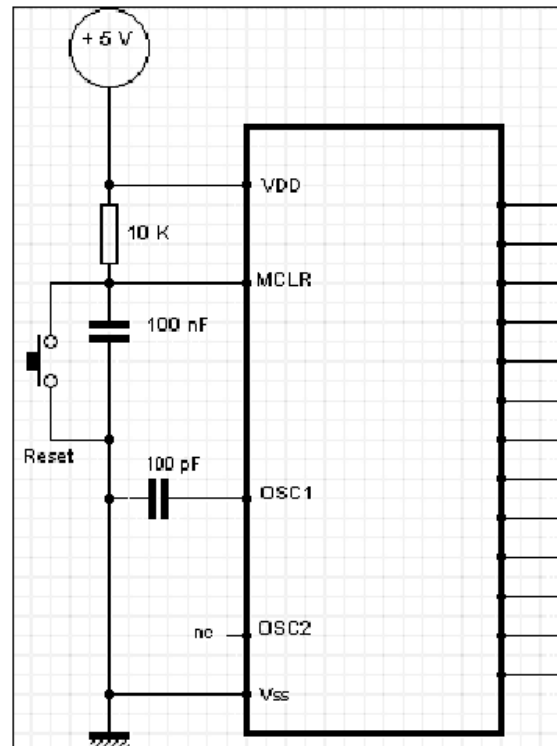
2- Compléter le schéma suivant en indiquant le nom de chaque broche :



3- Si la fréquence d'horloge (oscillateur à quartz) est de 4MHz calculer le temps nécessaire pour exécuter une instruction.

1us

4- Donner le schéma utilisé pour piloter un PIC16F84 en utilisant un oscillateur RC



5- Donner le schéma utilisé pour piloter un PIC16F84 en utilisant un oscillateur à quartz

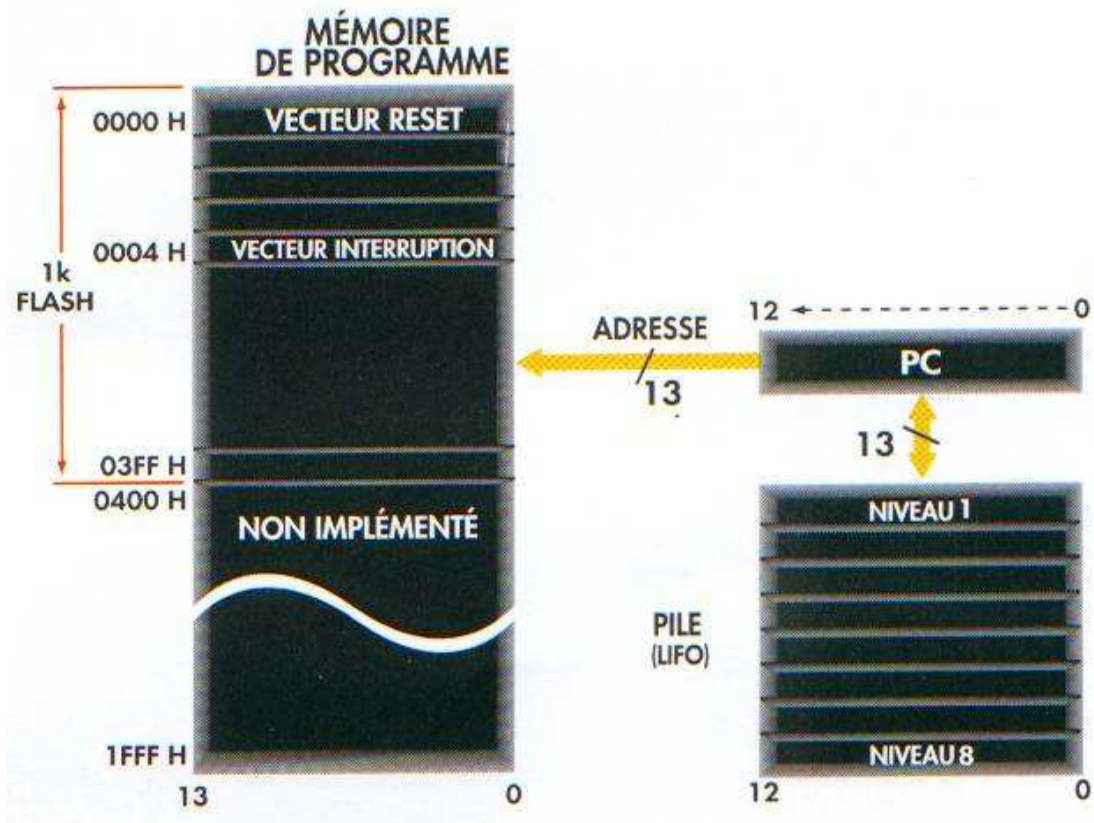
6- A quoi sert le registre de travail W ?

C'est un accumulateur qui permet d'effectuer les différentes opérations (chargement, stockage, addition ....)

7- Quelle est l'utilité de l'UAL ?

C'est l'unité arithmétique et logique : elle effectue les différentes opérations arithmétiques et logiques.

8- Le schéma suivant illustre le principe d'exécution d'un programme écrit dans la mémoire programme d'un PIC 16F84 :



a- Quel est le rôle du PC ?

Il contient l'adresse de la prochaine instruction à exécuter

b- Donner le nombre maximal que peut compter le PC.

8191

c- Donner le nombre maximal d'instruction contenu dans la mémoire programme.

1022

d- On en déduire le rôle de la pile.

Il contient l'adresse des dernières opérations dans le cas des sauts.