

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ORAN (USTO-MB)**



**Faculté de Physique**  
**Département de Génie Physique**



**Spécialité : Science Radiologique et Imagerie (SRI)**

**Présentée Par :**

M<sup>elle</sup> CHALABI Imene Soriya & M<sup>elle</sup> MEGHILI Fouzia

**Thème**

*Etude de méthodes non invasives pour la mesure du glucose par infrarouge.*

1

Président: Pr Ait Kaci Houcine

Examineur : Pr Hassini Abdel Latif

Examineur : Dr Beldjilali Sid Ahmed

Encadreur : Pr. BENABADJI Noureddine

## Bute du projet

- Etude de méthodes non invasive pour évaluer la concentration de glucose dans le sang.
- Réaliser un dispositif expérimental pour la mesure du taux de concentration de glucose dans le sang, en utilisant la méthode étudiée.

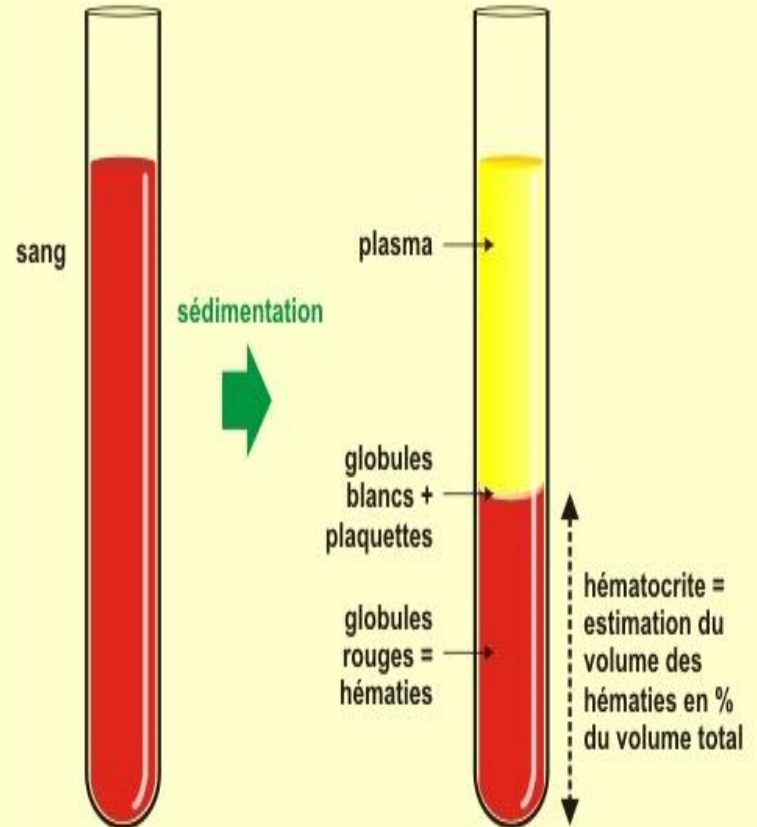
# Plan de travail

- I. Le sang , le glucose, le diabète.
- II. Propriétés de la lumière infrarouge utilisées pour la mesure du glucose dans le sang.
- III. Notion sur les microcontrôleur 8-bits.
- IV. Description du montage.
- V. Conclusion et perspective.

# Le sang

## COMPOSITION DU PLASMA

Dioxygène .....	5 ml.l <sup>-1</sup>
Dioxyde de carbone .....	25 ml.l <sup>-1</sup>
Glucose .....	1 g.l <sup>-1</sup>
Lipides .....	5 g.l <sup>-1</sup>
Acides aminés .....	0,5 g.l <sup>-1</sup>
Protéines .....	70 g.l <sup>-1</sup>
Eau .....	900 g.l <sup>-1</sup>
Ions ( Na <sup>+</sup> ; Ca <sup>2+</sup> ; K <sup>+</sup> ; Cl <sup>-</sup> ... ) .....	8 g.l <sup>-1</sup>
Urée .....	0,4 g.l <sup>-1</sup>



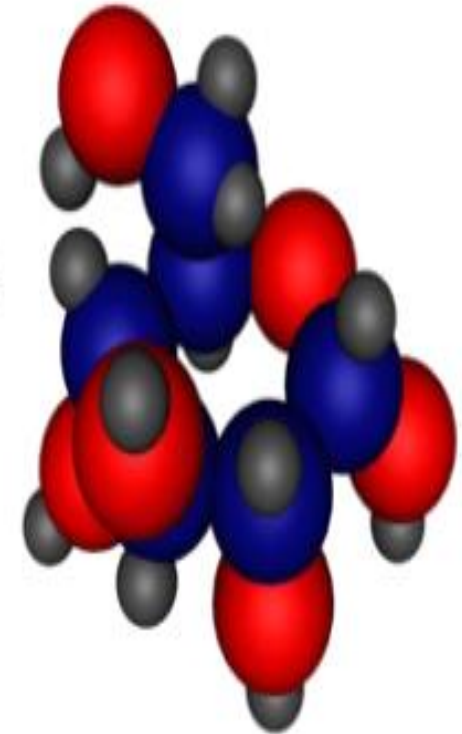
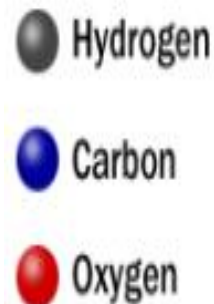
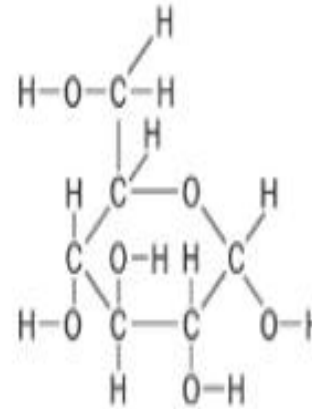
3,5 - 5 litres

# le glucose

➤ Le **glucose** est un sucre simple, de formule chimique  $C_6H_{12}O_6$

➤ Les masses moléculaires des constituants sont :

$$M_{Glucose} = 6 \times 12.0111 + 12 \times 1.0079 + 6 \times 15.9994$$
$$= 180.158 \text{ g}$$



# Transport du glucose

Les transporteurs du glucose appartiennent à deux familles distinctes de protéines

SGLT

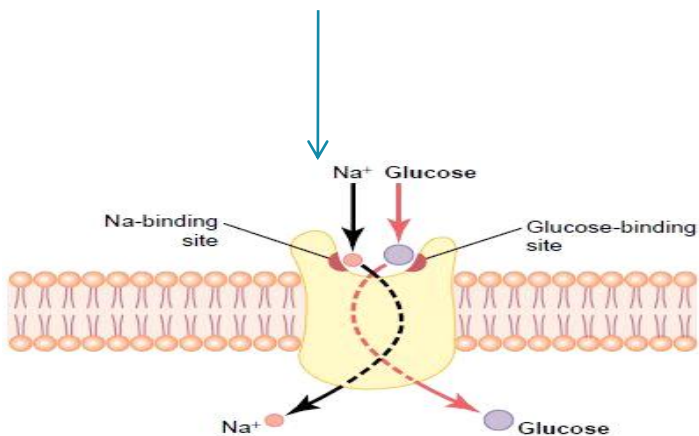
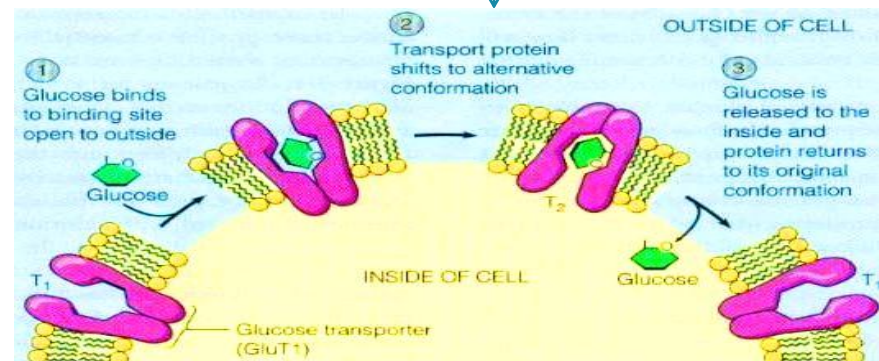


Figure 4-12

Postulated mechanism for sodium co-transport of glucose.

GLUT



# principales voies métaboliques du glucose



La glycogénogénèse

La glycogénolyse

La néoglucogénèse

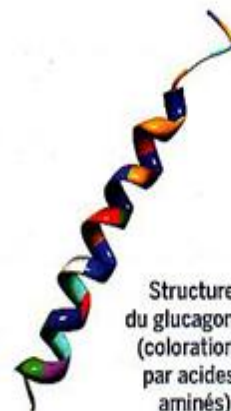
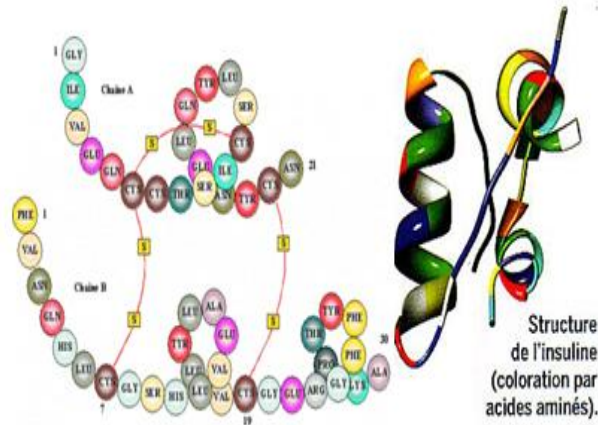
La glycolyse

# La glycémie

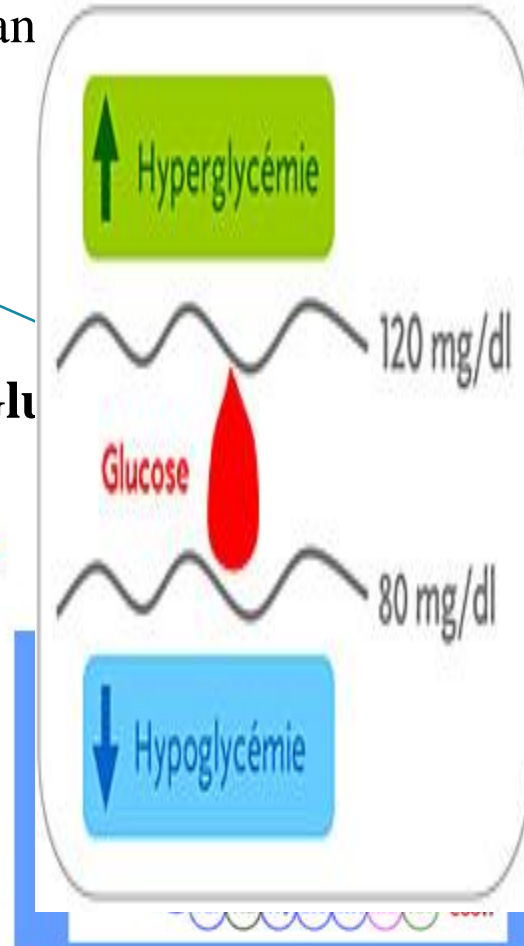
•Hyperglycémie : supérieure à 1,20 g/L à jeun, et à 2,00 g/L le reste du temps.

an ement

•Hypoglycémie : inférieure à 0,80g/l.



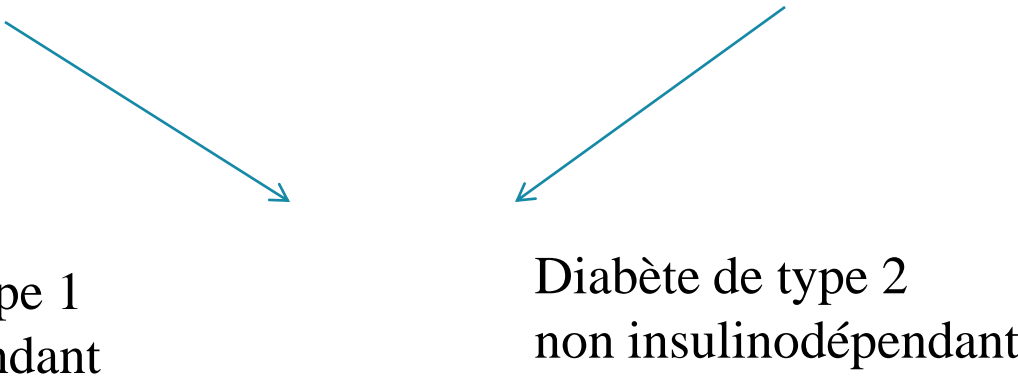
Glucose





# Le diabète

- Le diabète peut se définir comme une perte de contrôle à la hausse de la glycémie (sucre dans le sang)

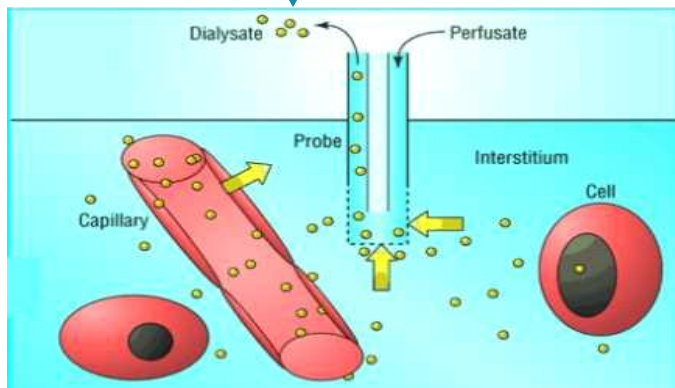


Diabète de type 1  
insulinodépendant

Diabète de type 2  
non insulinodépendant

# Technique de mesure de la glycémie

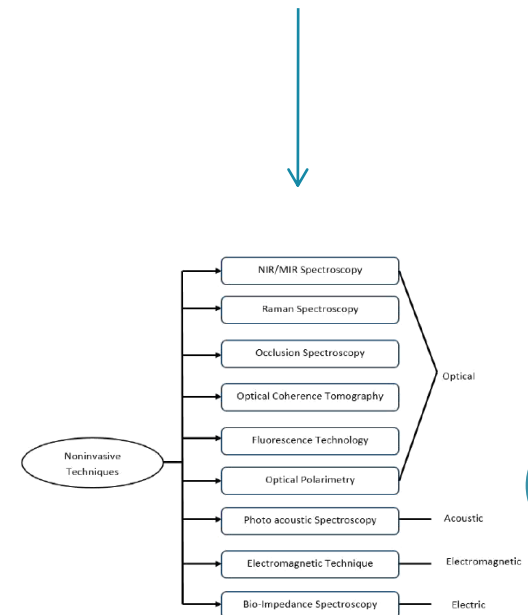
Mesure continue invasive de manière minimale



Mesure continue invasive

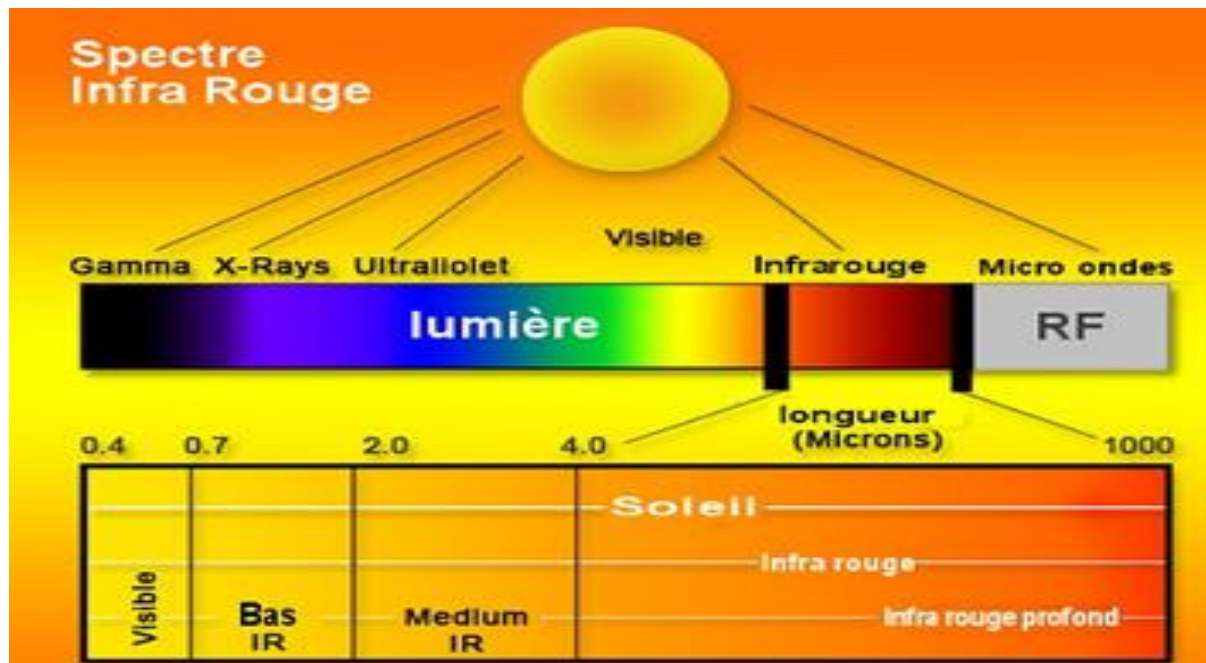


Méthode non invasive optique



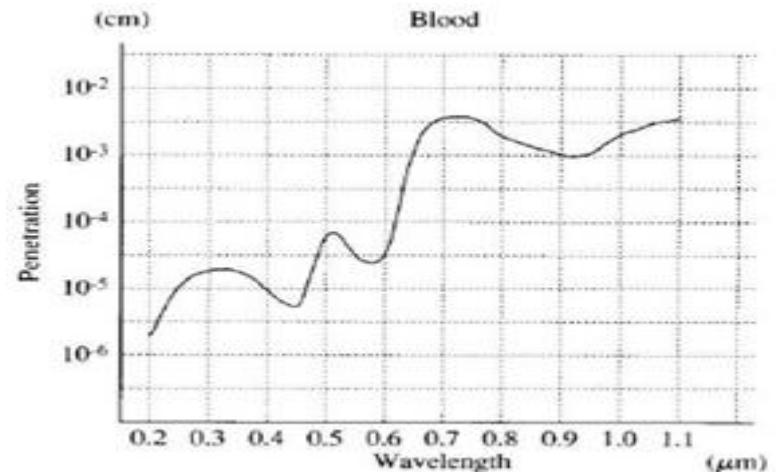
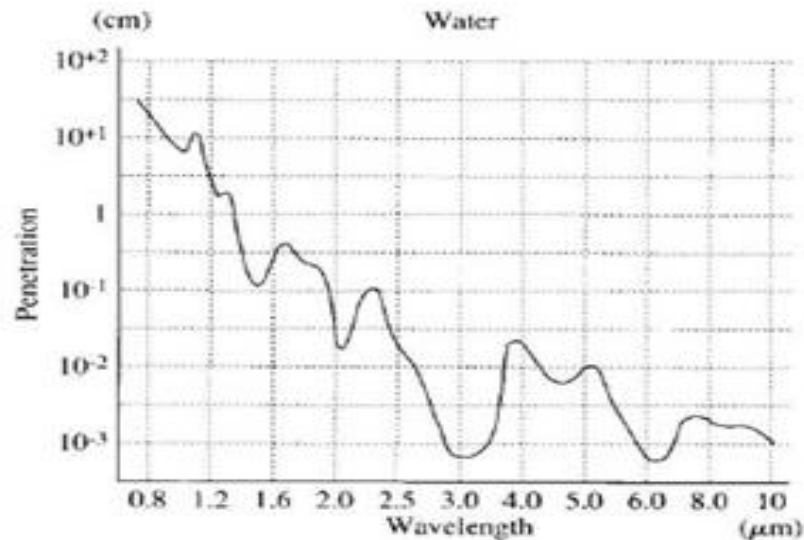
# Propriétés de la lumière infrarouge utilisées pour la mesure du glucose dans le sang

## ➤ Rayonnement infrarouge



# Propriétés de la lumière infrarouge utilisées pour la mesure du glucose dans le sang

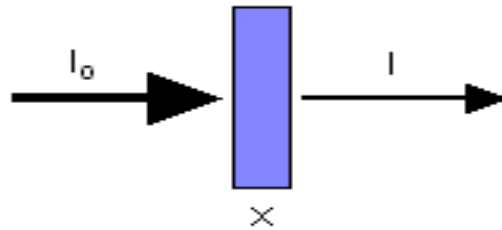
- Les longueurs d'onde du spectre utilisables :



# Propriétés de la lumière infrarouge utilisées pour la mesure du glucose dans le sang

## Spectroscopie

### Loi de B er-Lambert



$$A = \log_{10} \left( \frac{I_0}{I} \right) = \epsilon \lambda l c$$

$$I_x = I_0 e^{-\mu X c}$$

$\epsilon_\lambda$  : est le coefficient d'extinction molaire de l'espèce absorbante en solution. Il rend compte de la capacité de cette espèce   absorber la lumière,   la longueur d'onde  $\lambda$ .

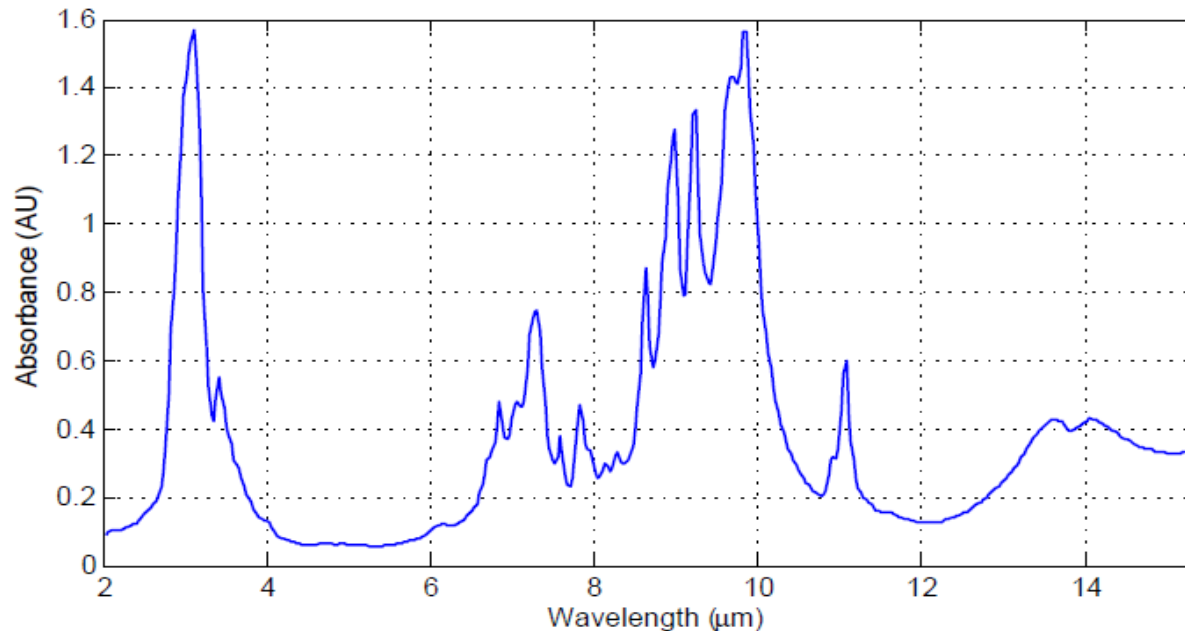
# Propriétés de la lumière infrarouge utilisées pour la mesure du glucose dans le sang

- **Spectroscopie proche infrarouge**
- Utilise la lumière dans le proche infrarouge (750-2000 nm)
- La lumière dans ces longueurs d'onde passe à travers la couche cornée et l'épiderme dans l'espace sous-cutanée, ce qui permet de mesurer dans les tissus profonds (de 1 à 100 mm de profondeur).
- Le coefficient d'absorption du glucose dans la bande proche infrarouge est faible et beaucoup plus petit que celui de l'eau, en raison de la grande différence dans leurs concentrations respectives.

- **Spectroscopie moyen infrarouge**
- Utilise la lumière à une longueur d'onde entre 2500 à 10000 nm ; elle présente moins de diffusion et une plus grande absorption. Par conséquent, la pénétration tissulaire de la lumière MIR peut atteindre seulement la couche cornée.

# Propriétés de la lumière infrarouge utilisées pour la mesure du glucose dans le sang

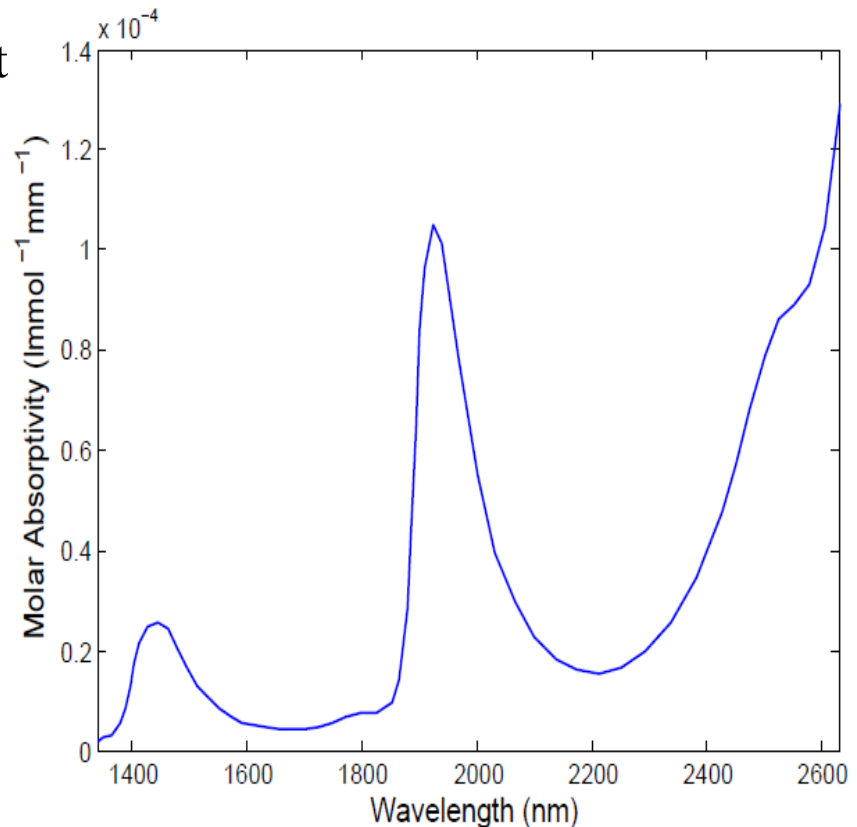
- Signature spectrale du glucose dans le moyen infrarouge



# Propriétés de la lumière infrarouge utilisées pour la mesure du glucose dans le sang

Le spectre d'absorption de l'eau contient plusieurs pics intenses.

Entre ces pics intenses, se trouvent les zones d'absorption plus faible .  
Chacune de ces fenêtres spectrales est un site potentiel pour la mesure spectroscopique de glucose.



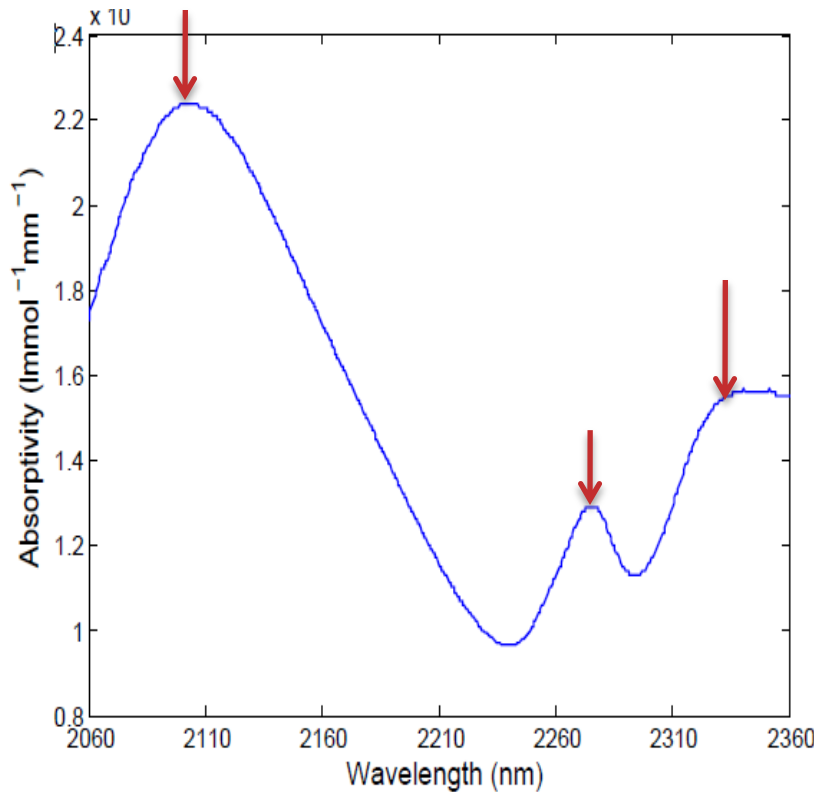
le spectre d'absorption de l'eau dans la région PIR.



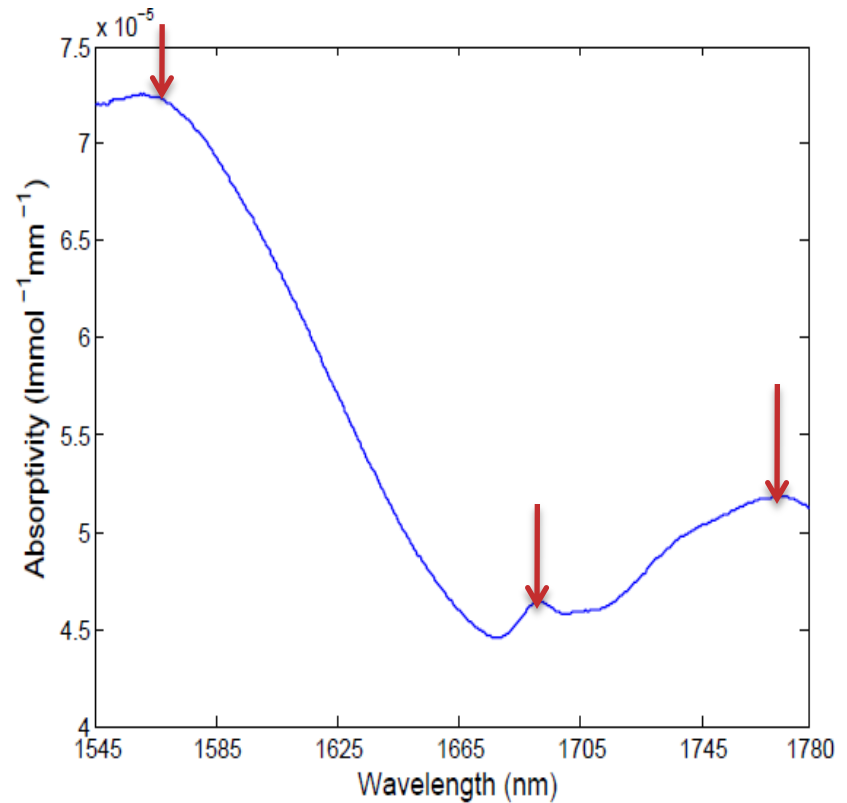
# Propriétés de la lumière infrarouge utilisées pour la mesure du glucose dans le sang

- Signature spectrale du glucose dans le proche infrarouge
  - La mesure du glucose dans la spectroscopie PIR nécessite une région spectrale dans laquelle les pics caractéristiques du glucose sont présents et l'absorption d'eau n'est pas trop élevée.
  - La région PIR contient trois zones qui répondent à ces exigences :
  - La région de combinaison :  $2.0 - 2.5 \mu\text{m}$  ( $5000 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ )
  - La première région harmonique :  $1.54 - 1.82 \mu\text{m}$  ( $6500 - 5500 \text{ cm}^{-1}$ )
  - La courte longueur d'onde de la région PIR :  $0.7 - 1.33 \mu\text{m}$  ( $14286 - 7500 \text{ cm}^{-1}$ )

# Propriétés de la lumière infrarouge utilisées pour la mesure du glucose dans le sang



Spectre d'absorption de glucose dans la région de combinaison.



le spectre de glucose dans la première région harmonique.

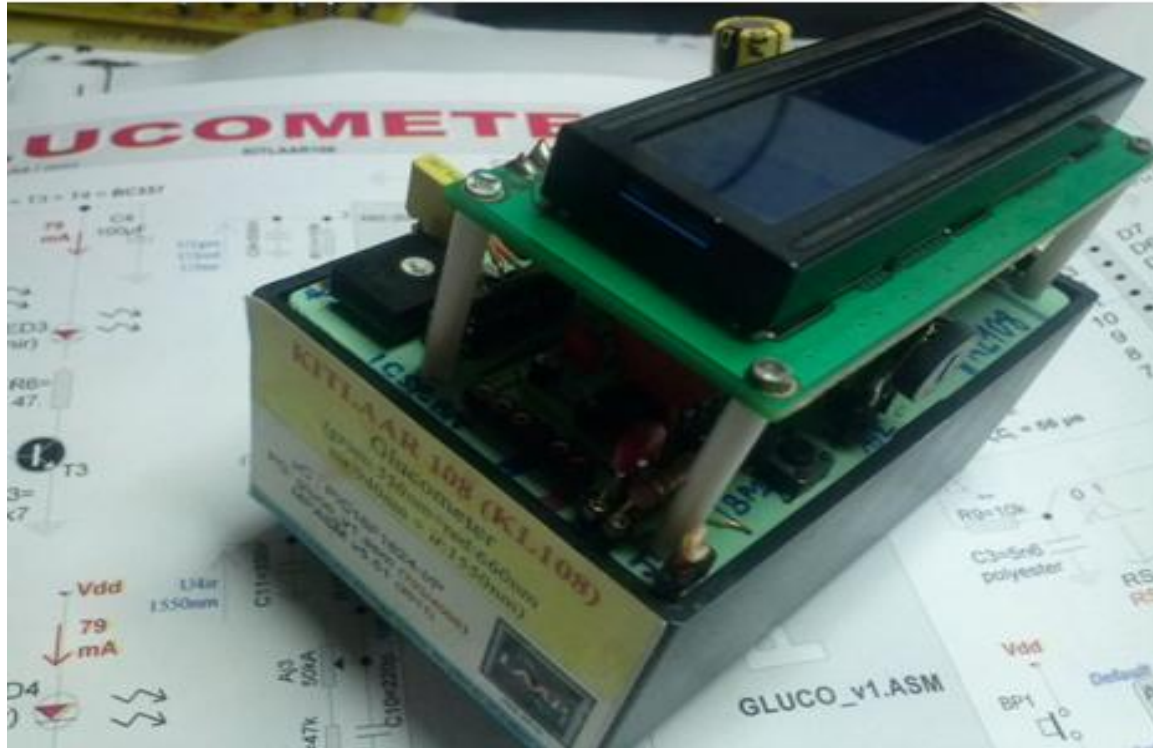
# Propriétés de la lumière infrarouge utilisées pour la mesure du glucose dans le sang

- **Les obstacles de la mesure en continue du glucose dans le sang**
- ✓ Les variations spectrales dues à des changements de concentration de glucose sont extrêmement faibles par rapport à celles des autres composants biologiques.
- ✓ La peau est chimiquement et morphologiquement complexe et diffuse la lumière fortement, ce qui entraîne des difficultés pour déterminer le chemin de la lumière voyageant à travers le tissu.
- ✓ La répartition des solutés dans des tissus humains ne sont pas uniformes. Par exemple, les concentrations de glucose, l'eau et du collagène diffèrent dans les vaisseaux sanguins, le liquide interstitiel et les différentes couches de la peau.

# Notions sommaires sur le microcontrôleur PIC16F785

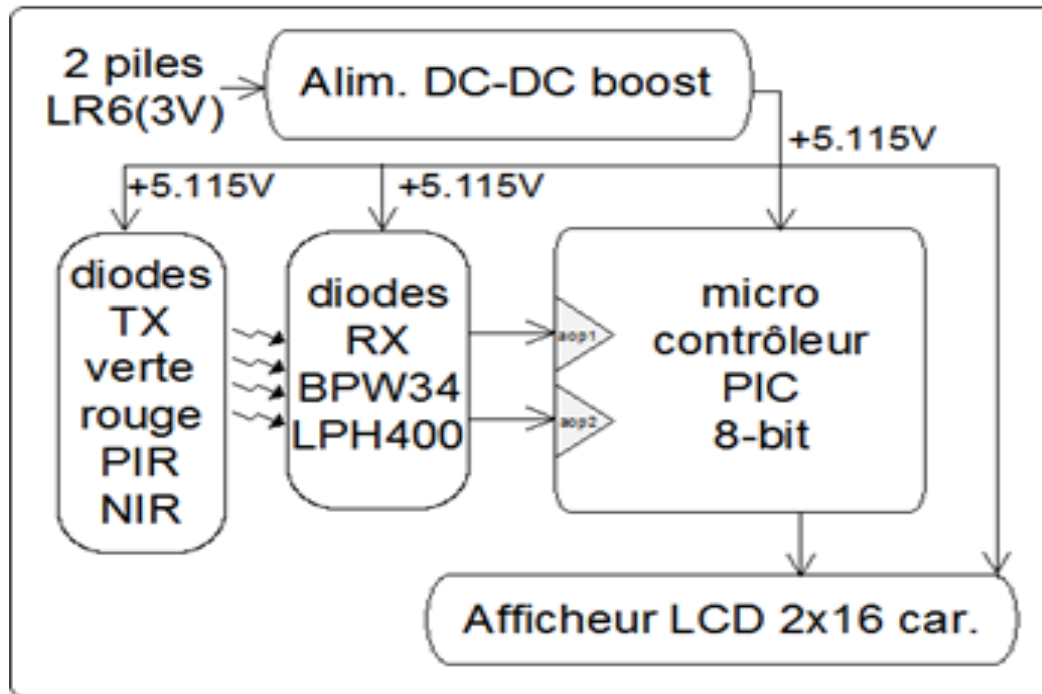
- Un microcontrôleur est un composant que l'on doit programmer pour qu'il exécute automatiquement des commandes.
- Un microcontrôleur est un composant qui regroupe dans sa puce plusieurs modules:
  - une mémoire flash pour contenir le programme d'exécution
  - une mémoire statique pour contenir les constantes, variables et tableaux de travail
  - une horloge pour cadencer le fonctionnement du microcontrôleur, et des ports d'entrées/sorties.

# Description du montage KITLAAR108 Glucomètre



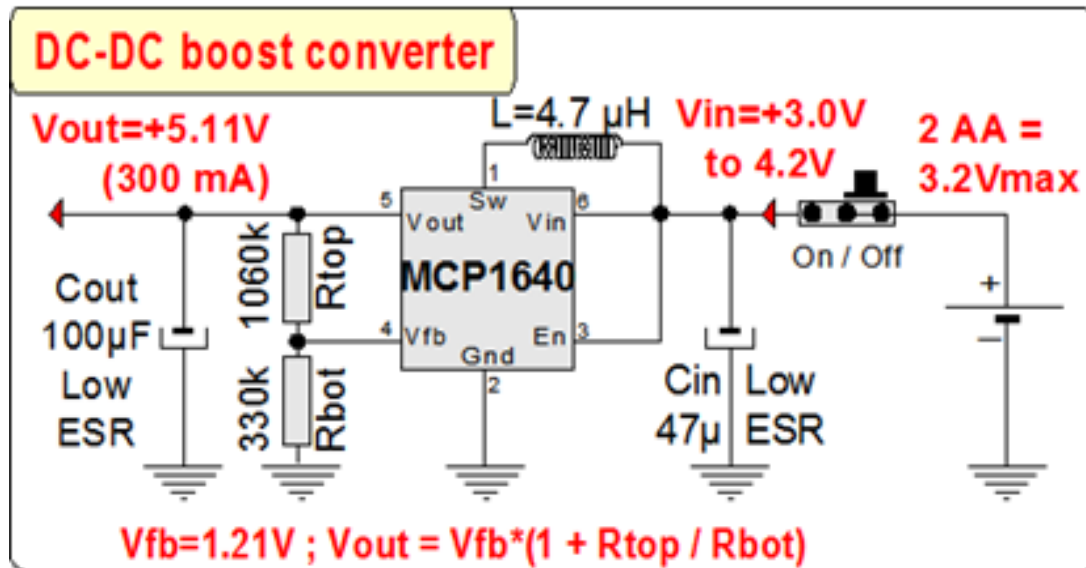
Aperçu du dispositif réalisé.

# Description du montage KITLAAR108 Glucomètre



Synoptique du montage réalisé.

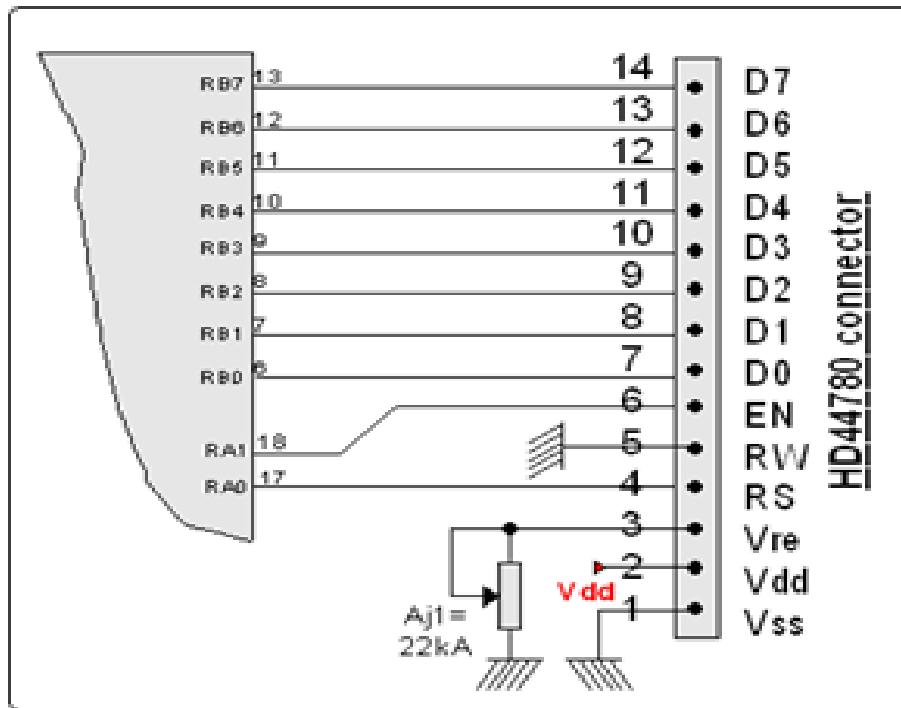
# Description du montage KITLAAR108 Glucomètre



Section alimentation DC-DC boost.

# Description du montage KITLAAR108

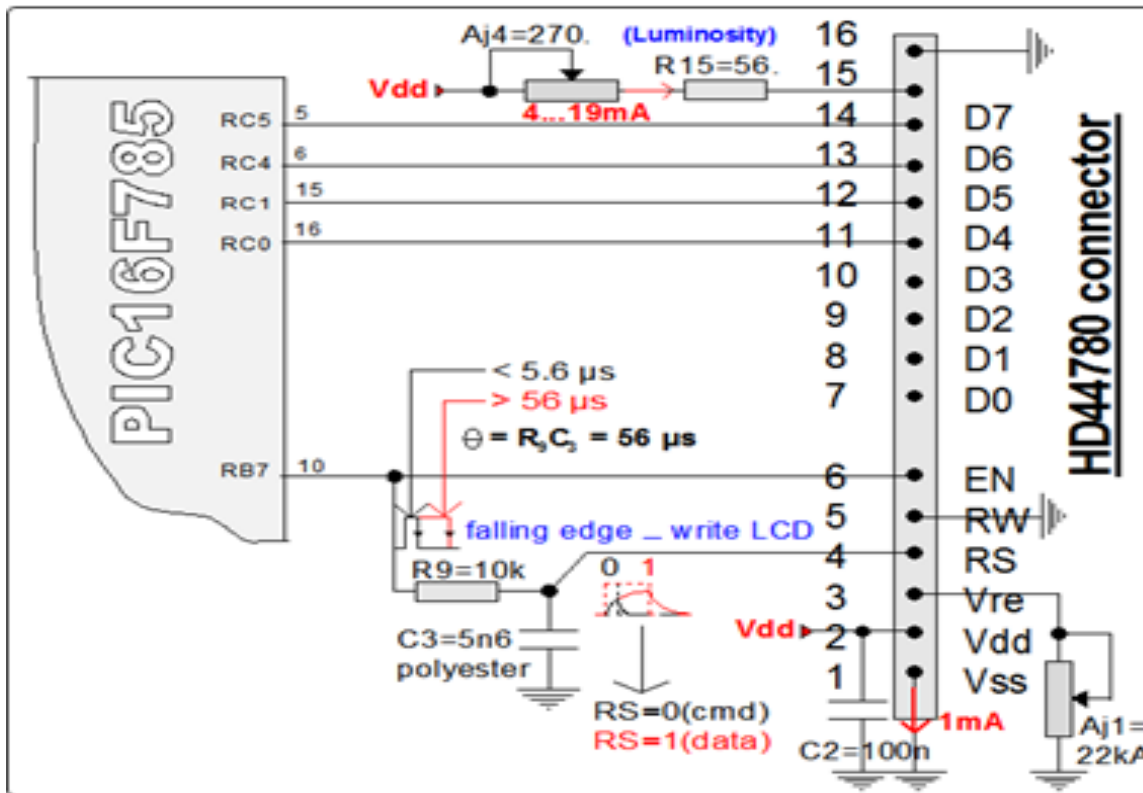
## Glucomètre



module afficheur LCD en mode 8-bit  
classique (à 10 lignes)

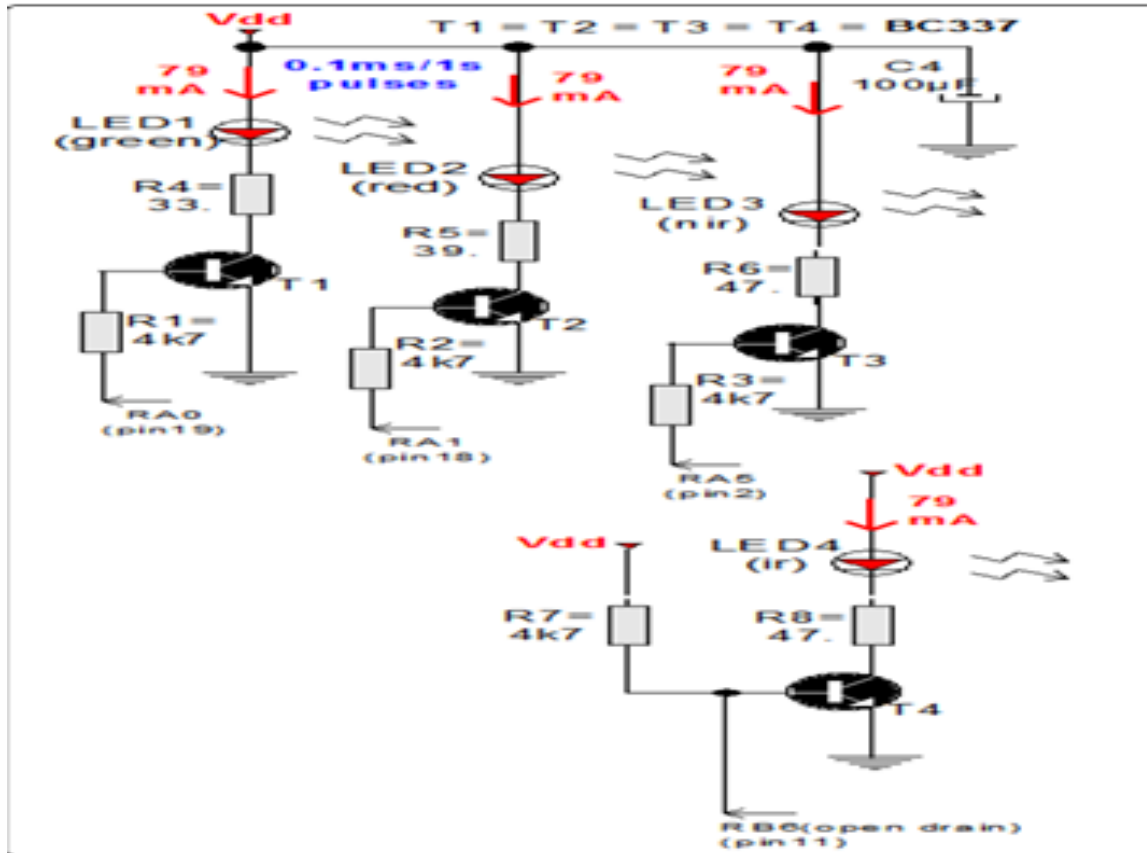


# Description du montage KITLAAR108 Glucomètre



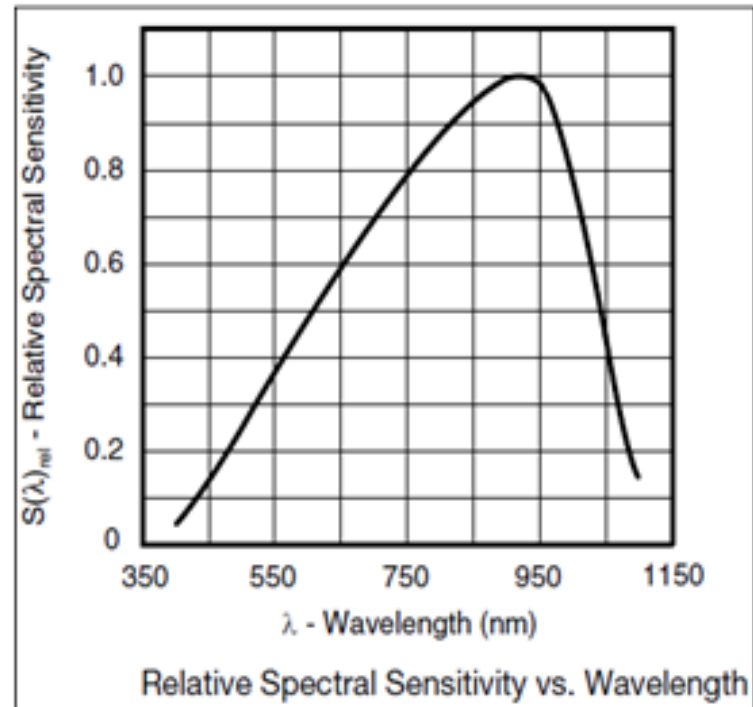
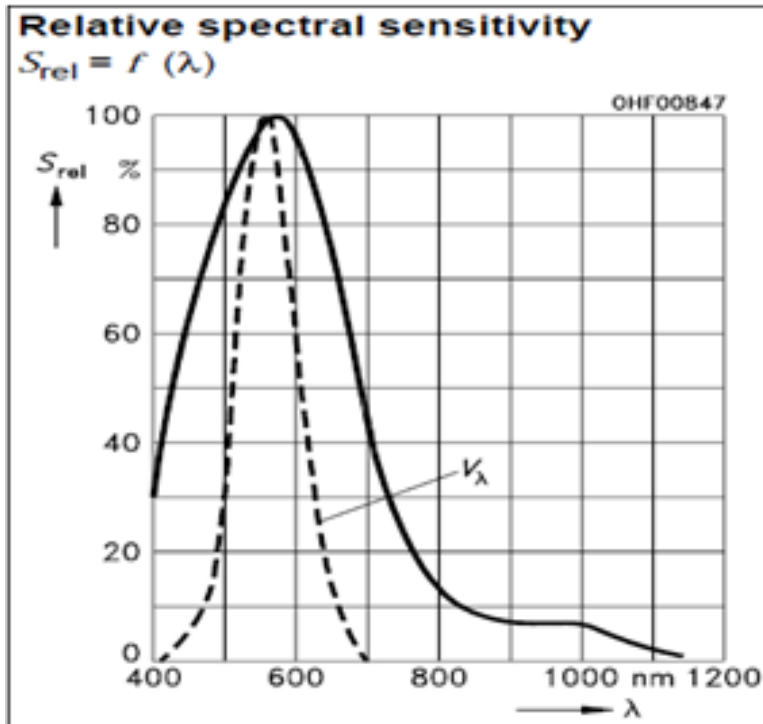
module afficheur LCD en mode 4-bit (à 6 ou 5 lignes).

# Description du montage KITLAAR108 Glucomètre



commande impulsionnelle des 4 LEDs émettrices.

# Description du montage KITLAAR108 Glucomètre



comparatif des graphes de sensibilité spectrale entre une BPW21 (photodiode du visible) et une BPW34 (photodiode du P.I.R.)

# Description du montage KITLAAR108 Glucomètre

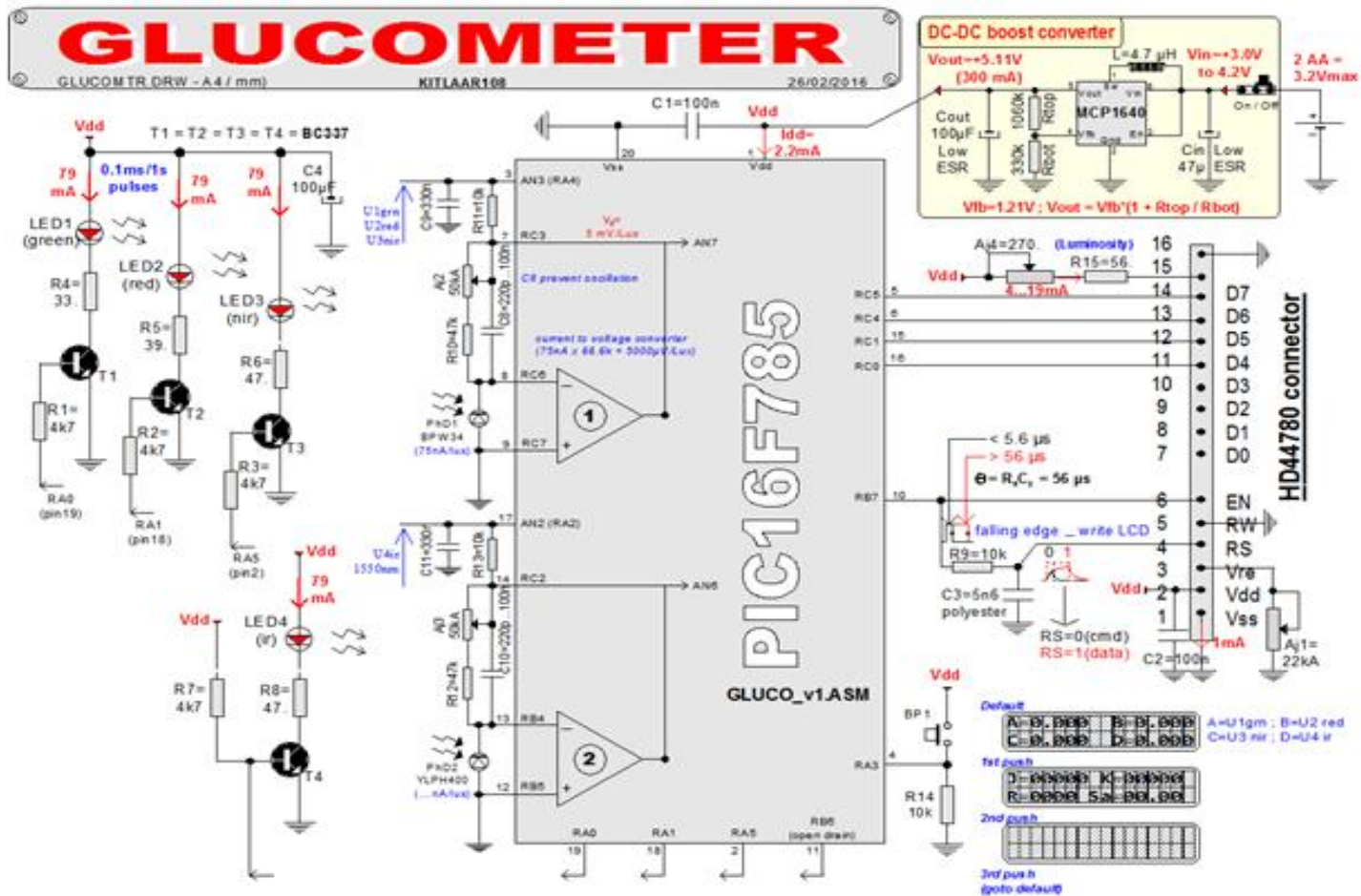
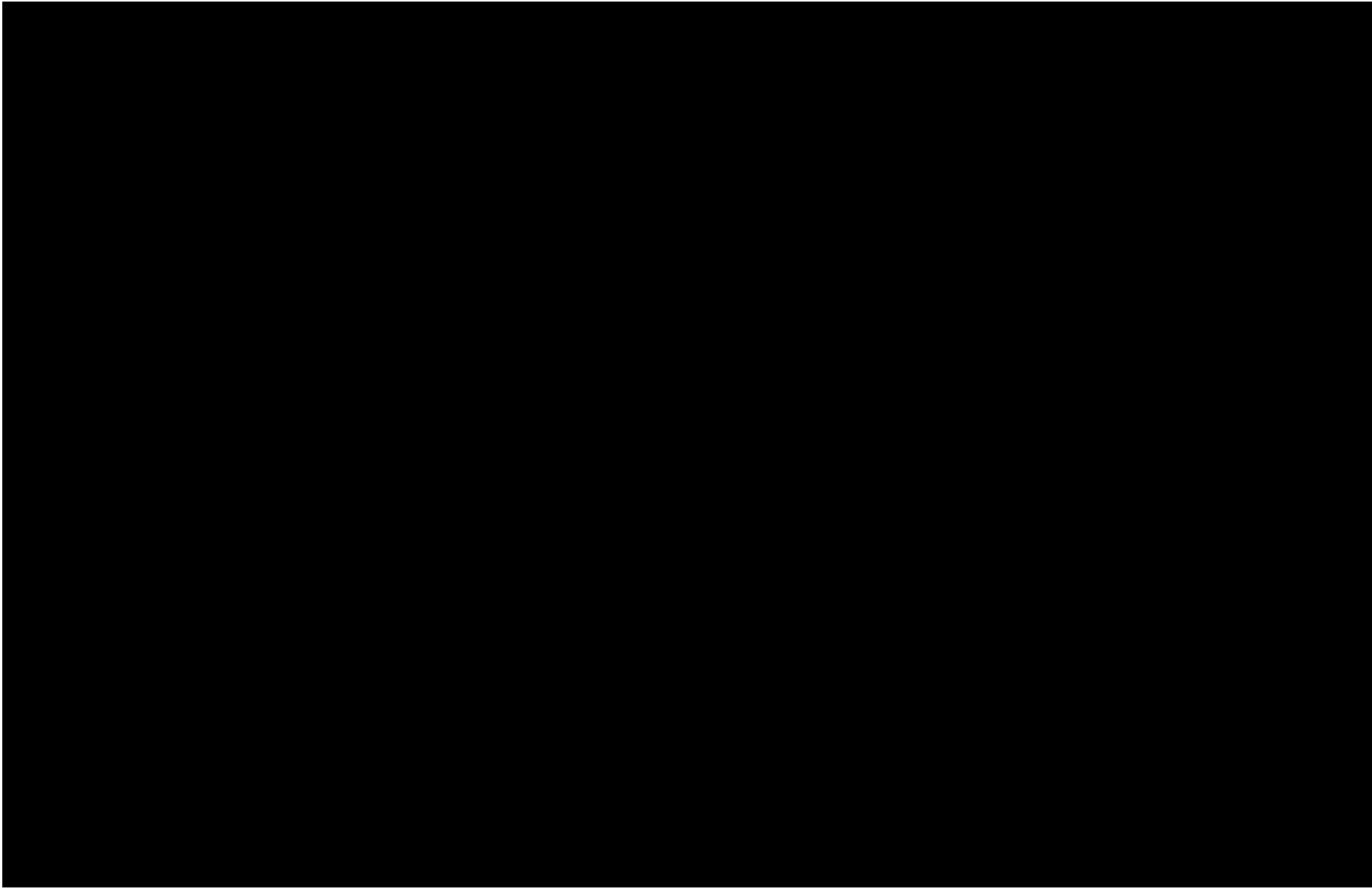


Schéma complet du dispositif réalisé.

## Conclusion & perspectives

- Au terme de ce travail, nous concluons que:
- la présence des amplificateurs opérationnels (intégrées dans le PIC16F785) est insuffisante, si l'intensité lumineuse des diodes LEDs émettrices reste en dessous d'un seuil, qui dépend de l'épaisseur et de la nature de l'objet traversé par la lumière.
- Nous n'avons pas réussi à nous procurer une diode LED émettrice, centré sur 1550 nm, et sa photodiode correspondante, ce qui ne nous a pas permis d'entamer un relevé de mesures sur différents échantillons de sang à différents taux de concentration de glucose.
- En perspectives donc nous recommandons d'apporter un soin particulier à la confection de ce capteur en utilisant des LEDs super-lumineuses tout en retenant la même conception du montage





Grand  
Merci  
pour  
votre  
attention