

Université des Sciences et de la Technologie d'Oran  
Département de physique  
Laboratoire d'analyse et des applications du rayonnement  
(LAAR)  
Option : Sciences Radiologie et Imagerie médicale



# Etude et mise au point d'un prototype d'évaluation du taux d'hémoglobine oxygéné

**Présenté par:**

**M<sup>elle</sup> : MIHOUB Hayat**

**Encadré par:**

**Pr. BENABADJI Noureddine**

**Soutenance de PFE**

**02 juin 2016**

# Le but de la recherche

- ❑ Etudier une technique permet la mesure non invasive du taux d'hémoglobine oxygéné.
- ❑ Réaliser un prototype d'oxymètre à bas prix et de conception optimisée.



# Sommaire

- ✓ **Historique.**
- ✓ **La physiologie de la fonction respiratoire de sang.**
- ✓ **Les bases de fonctionnement de l'oxymètre.**
- ✓ **Notion sur les microcontrôleurs 8-Bits.**
- ✓ **Description du montage Kitlaar109:pulse oximeter.**
- ✓ **Etude comparative.**
- ✓ **Conclusion .**

# Historique

L'oxymétrie de pouls a été inventé au début par Takuo Aoyagi au début des années 80 où cette technologie a été introduite dans les salles d'opération américaines.



# Le sang

Le corp humain contient 5 à 7 litres

Le plasma

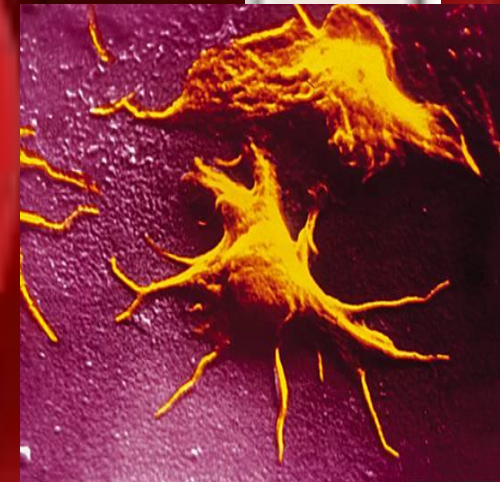
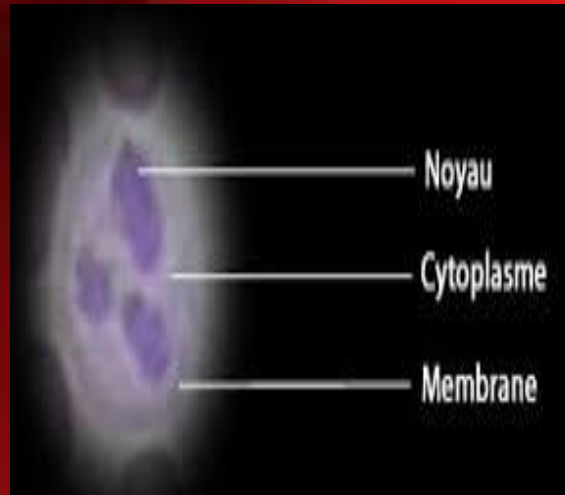
Les cellules sanguines

Le sérum

Les globules rouges

Les globules blancs

Les plaquettes



# Le transport de l'oxygène

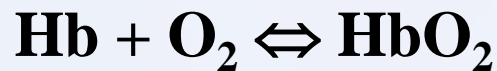
L'oxygène est transporté selon deux formes

Combiné à l'hémoglobine

dissous dans le plasma

La majeure partie 98 %

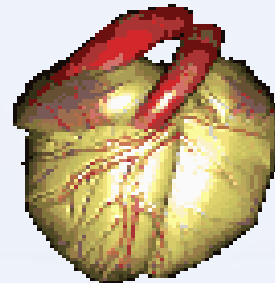
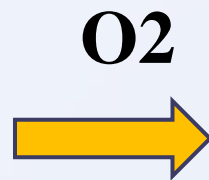
seulement 3%



$$V \text{ O}_2 = S \cdot \text{PO}_2 / \text{Patm}$$

# Le transport de l'oxygène

## Le contenu artériel en O<sub>2</sub>

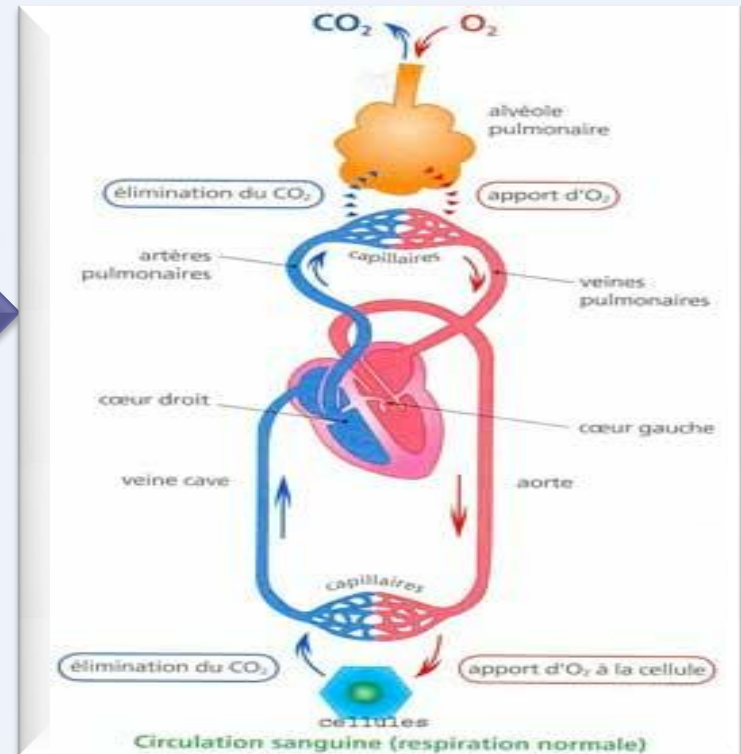
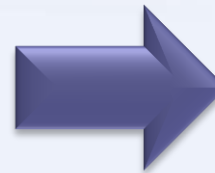
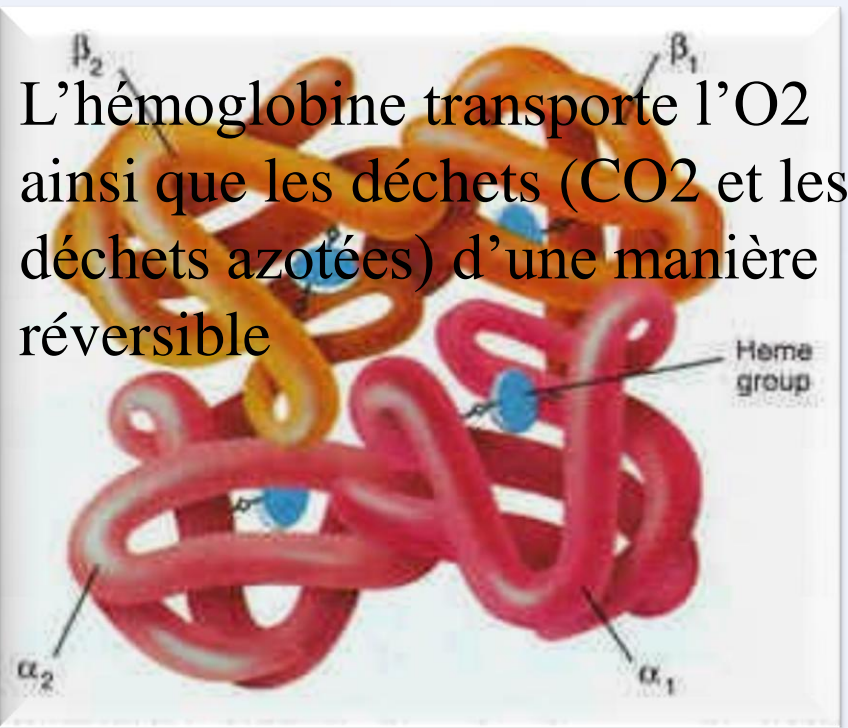
A red 3D cylinder representing an artery. On its left side, there is a small black square inset showing a microscopic view of red blood cells.

$CaO_2$  (ml/dl): contenu artériel en O<sub>2</sub>  
[ Hb x SaO<sub>2</sub> x 1,34] + PaO<sub>2</sub> x 0,003

# Le transport de l'oxygène

## L'hémoglobine: définition

L'hémoglobine est une protéine qui se trouve dans les globules rouges





# Le transport de l'oxygène

## La saturation en oxygène

Basée sur la mesure de la saturation en O<sub>2</sub> du sang artériel

$$SaO_2 = [HbO_2 / (HbO_2 + Hb)] \times 100\%$$

Normalement elle est de **97%**, et devient pathologique si elle est inférieure à **93 %**.

# Les bases de fonctionnement de l'oxymétrie de pouls

L'oxymétrie de pouls repose sur l'association de deux techniques à savoir :



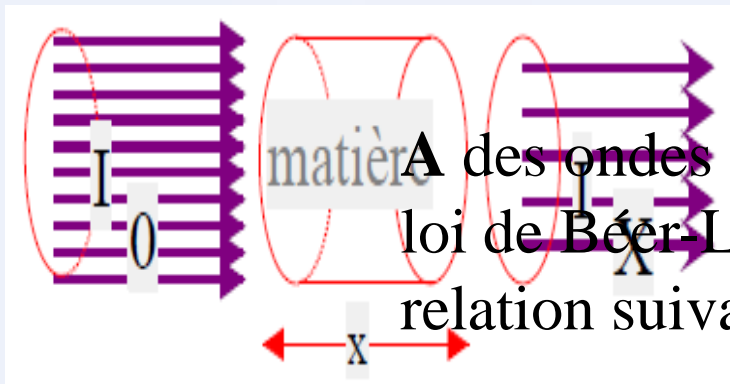
**1. La spectrophotométrie** : basé sur la différence d'absorption des ondes lumineuses



**La loi de Beer-Lambert**

# Les bases de fonctionnement de l'oxymétrie de pouls

La loi de Beer-Lambert relie la concentration d'un soluté à l'intensité de la lumière transmise à travers une solution



des ondes lumineuses obéissent à la loi de B er-Lambert selon la relation suivante:

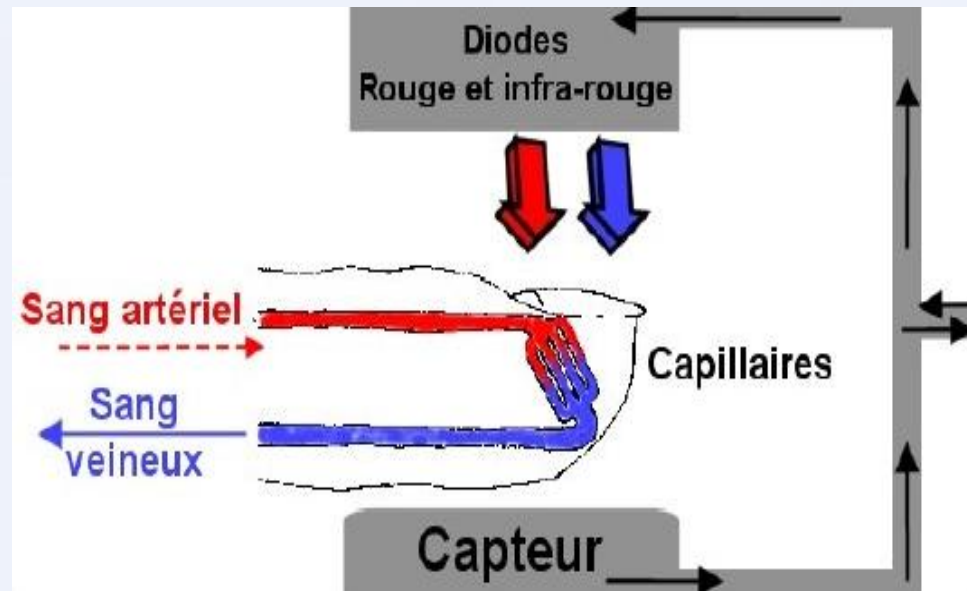
l'absorbance  $A$  est le logarithme décimal du rapport entre l'intensité incidente  $I_0$  à une longueur d'onde donnée, avant traversée du milieu, et l'intensité transmise  $I$  :

$$A_{\lambda} = -\log (I_0 / I_x)$$

# Les bases de fonctionnement de l'oxymétrie de pouls

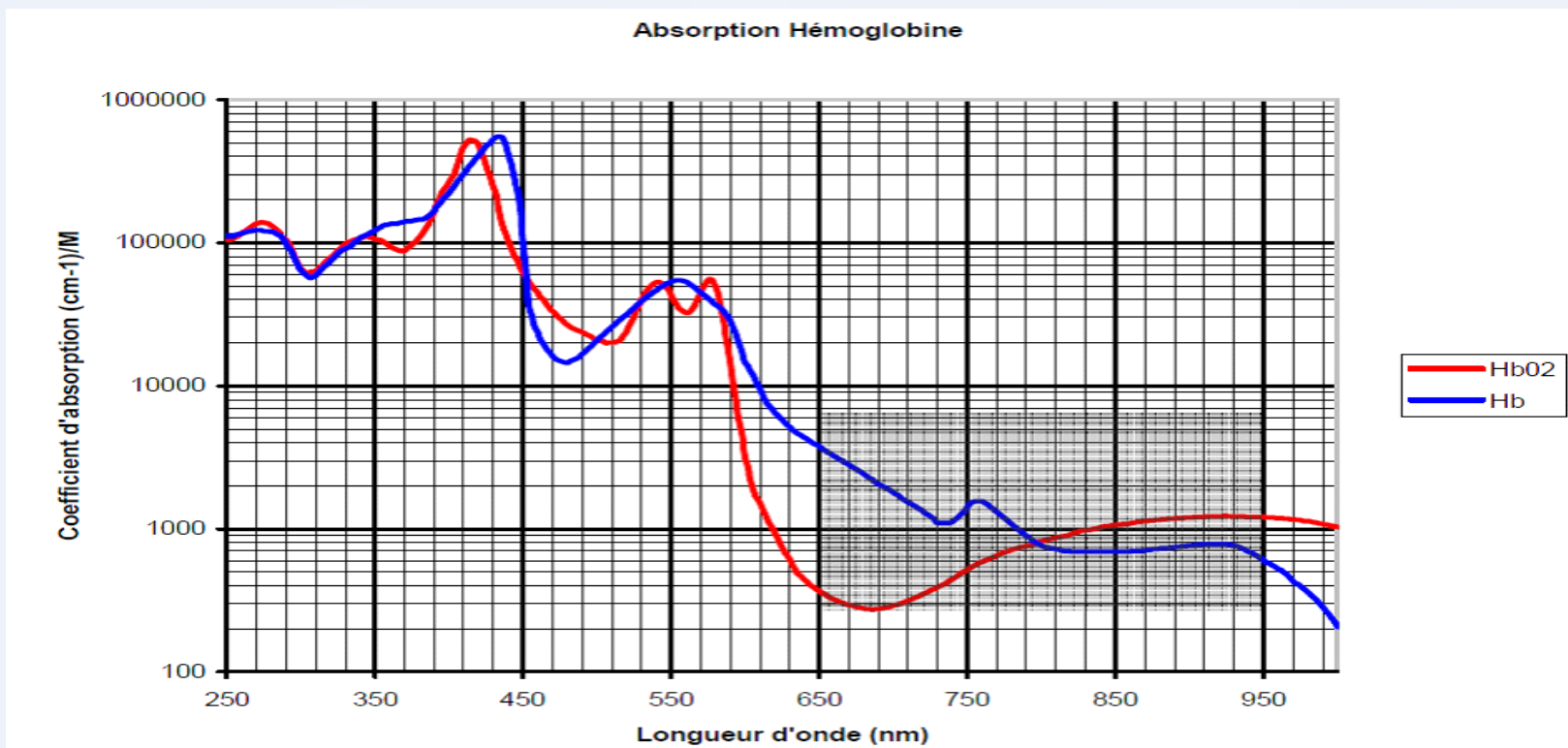
## Systeme à deux longueurs d'ondes

- Le sang contient habituellement l'hémoglobine et l'oxyhémoglobine (HbO<sub>2</sub>)
- L'oxymètre constitue un émetteur d'ondes lumineuses Rouge et Infrarouge à travers le doigt, l'orteil ou le lobe de l'oreille.



# Les bases de fonctionnement de l'oxymétrie de pouls

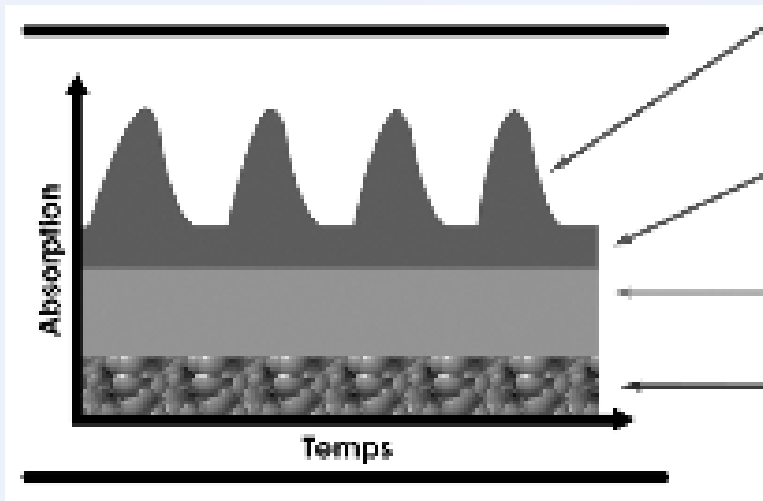
courbes d'absorption de l'HbO<sub>2</sub> et de l'Hb réduite



# Les bases de fonctionnement de l'oxymétrie de pouls

## 2. La photopléthysmographie:

Sert à mesurer la variation du volume sanguin.



Sang artériel pulsé

Sang artériel non pulsé

Sang veineux

Tissus

# Les bases de fonctionnement de l'oxymétrie de pouls

**La mesure de la saturation :  
La conversion du ratio en SaO<sub>2</sub>**

**Le Ratio est calculé :**

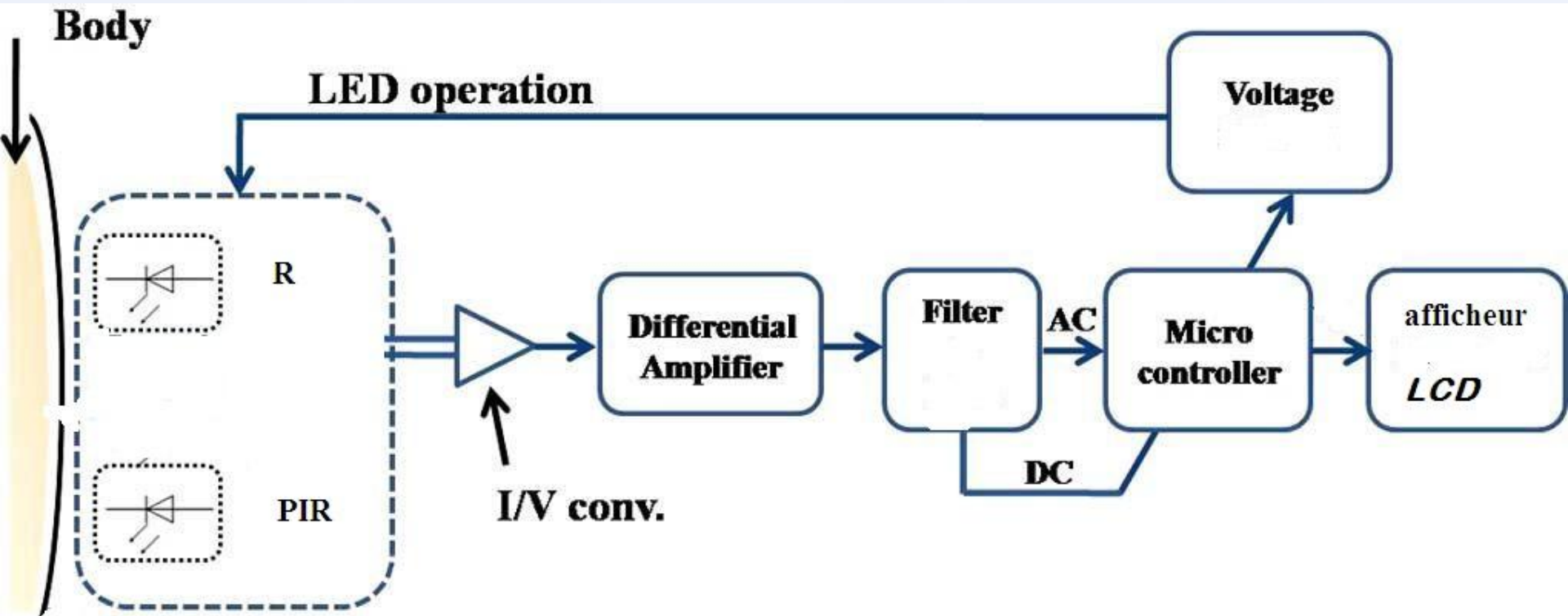
$$\mathbf{R} = \mathbf{R} / \mathbf{PIR} = \log(I_{\mathbf{R}} / I_{\mathbf{PIR}})$$

On connaît les coefficients d'absorption de HbO<sub>2</sub> et Hb pour les deux longueurs d'ondes, on peut alors calculer la saturation en oxygène par la formule suivante :

$$\mathbf{SaO}_2 = (\alpha_{r2} \mathbf{R} - \alpha_{r1}) / [(\alpha_{r2} - \alpha_{o2}) \mathbf{R} - (\alpha_{r1} - \alpha_{o1})]$$

# Les bases de fonctionnement de l'oxymétrie de pouls

## Diagramme d'oxymétrie de pouls





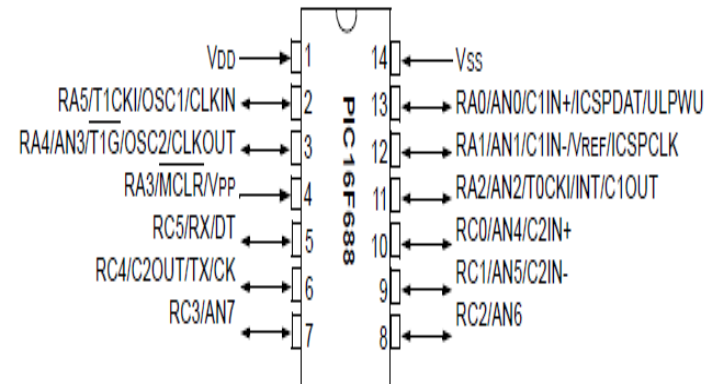
# Notion sur les microcontrôleur 8-bits

Un microcontrôleur est un composant électronique programmable.  
Nous avons choisi le PIC16F688 développée par Microchip.



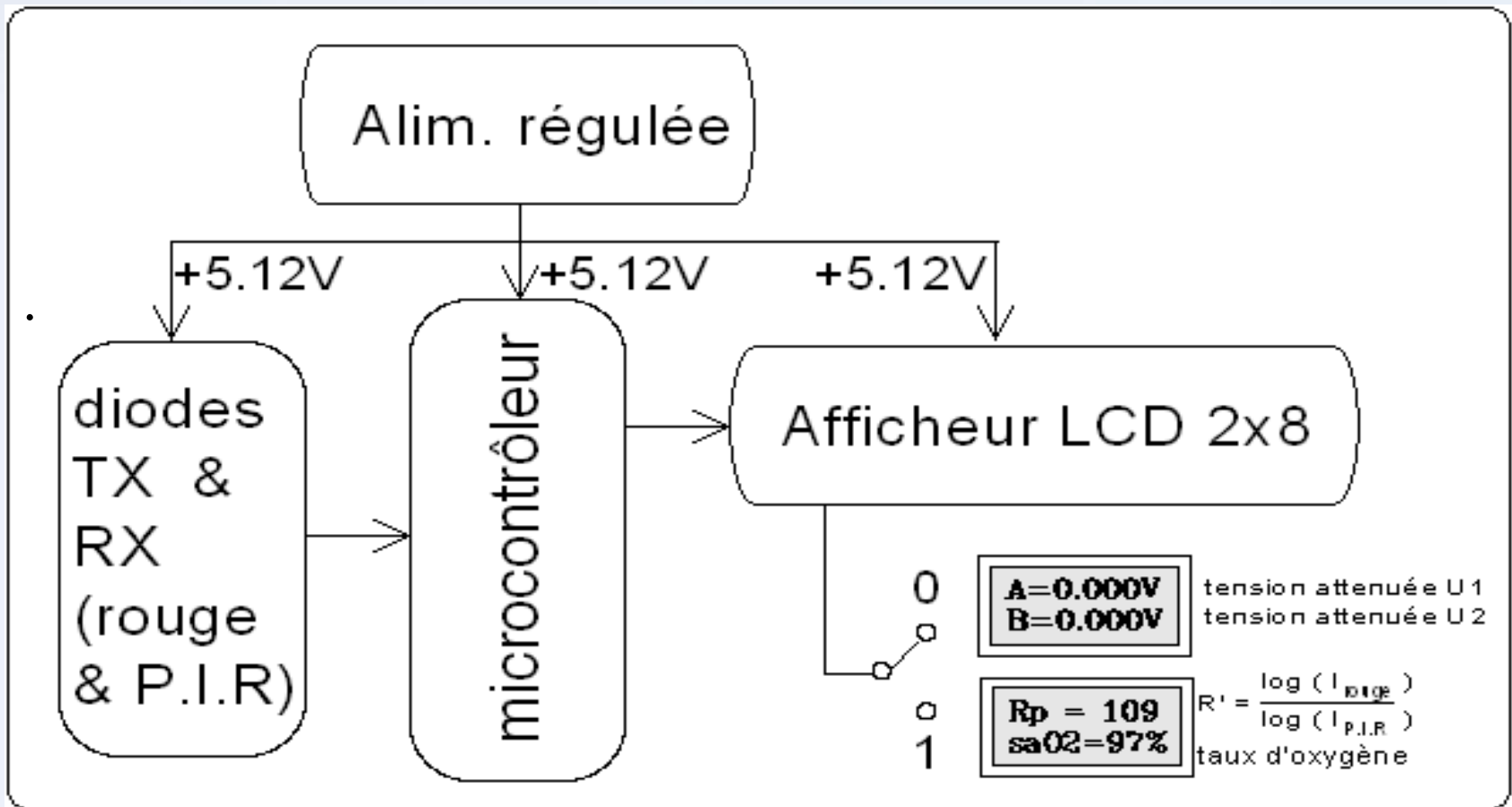
**Le PIC 16F688 a 14 pattes**

14-pin PDIP, SOIC, TSSOP





# Description du montage Kitlaar 109

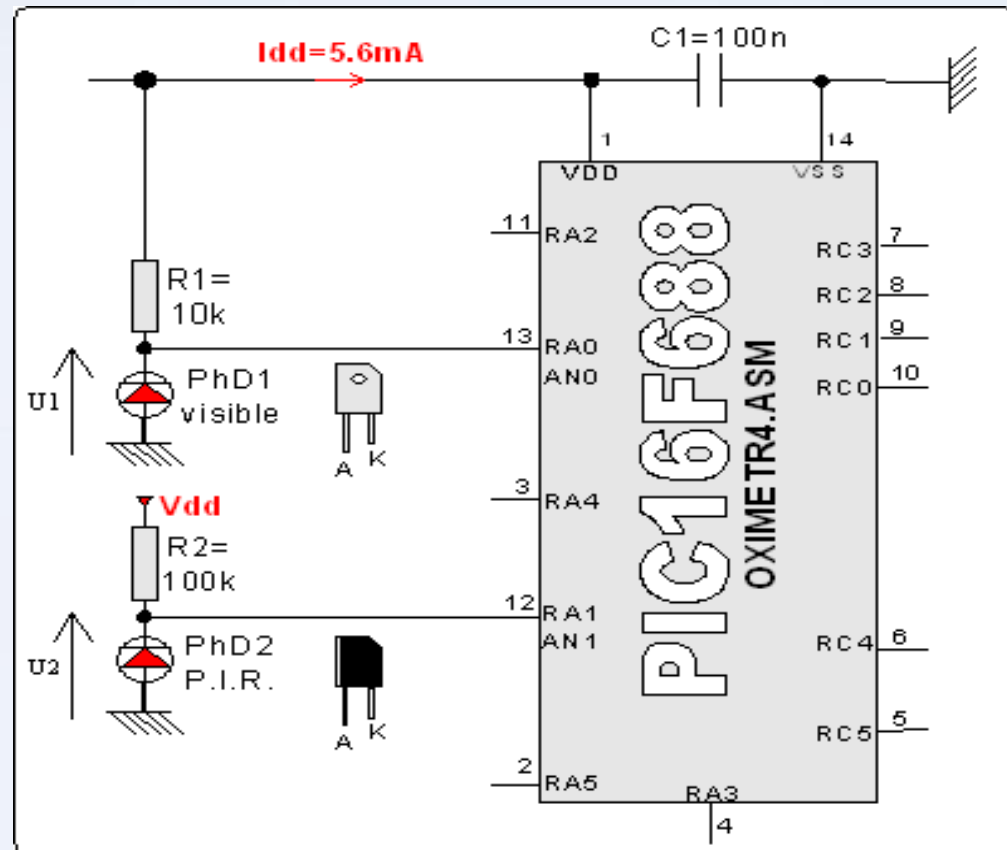


Synoptique du montage réalisé.

# Description du montage Kitlaar 109

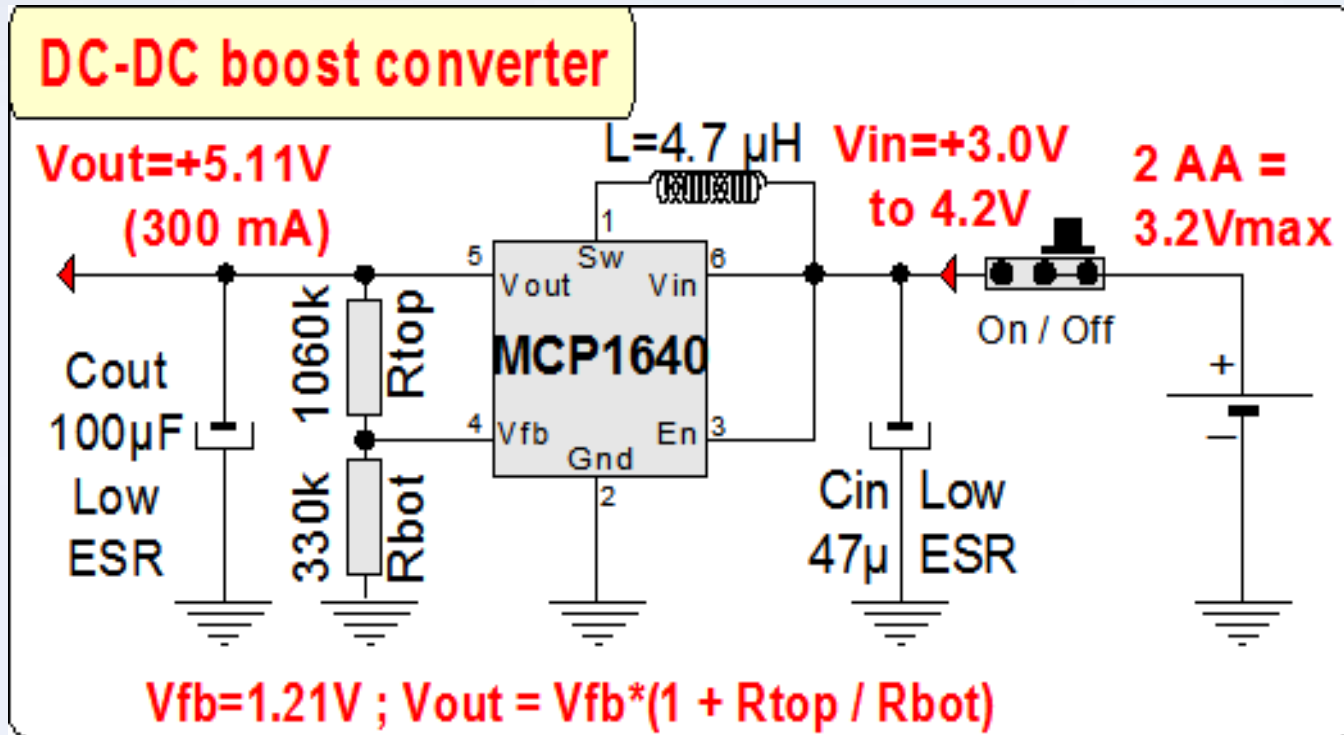
La sensibilité :

$$5120 / 1024 = 5 \text{ [mV]}$$



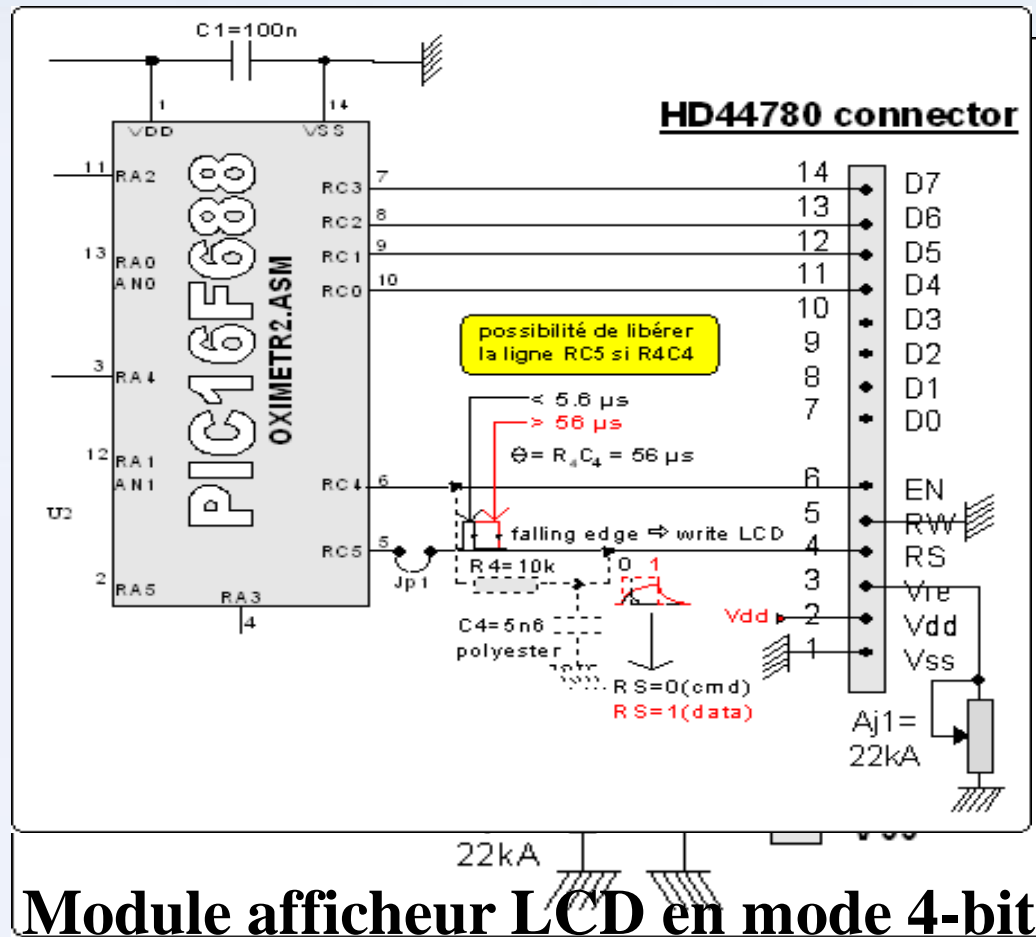
Circuit du PIC16F688 (horloge interne de 4 MHz).

# Description du montage Kitlaar 109



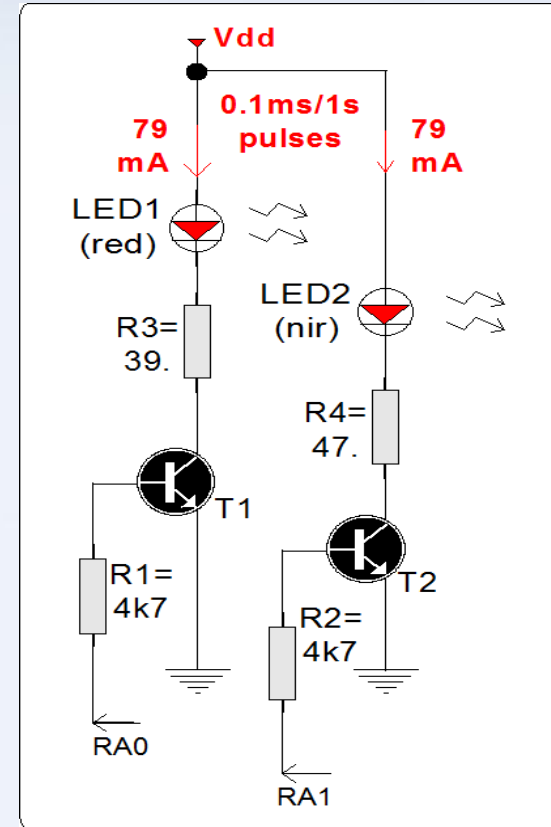
Section alimentation DC-DC boost.

# Description du montage Kitlaar 109



# Description du montage Kitlaar 109

**Intensité maximale en continue = 50 mA**  
**Intensité maximale pulsée = 100 mA**

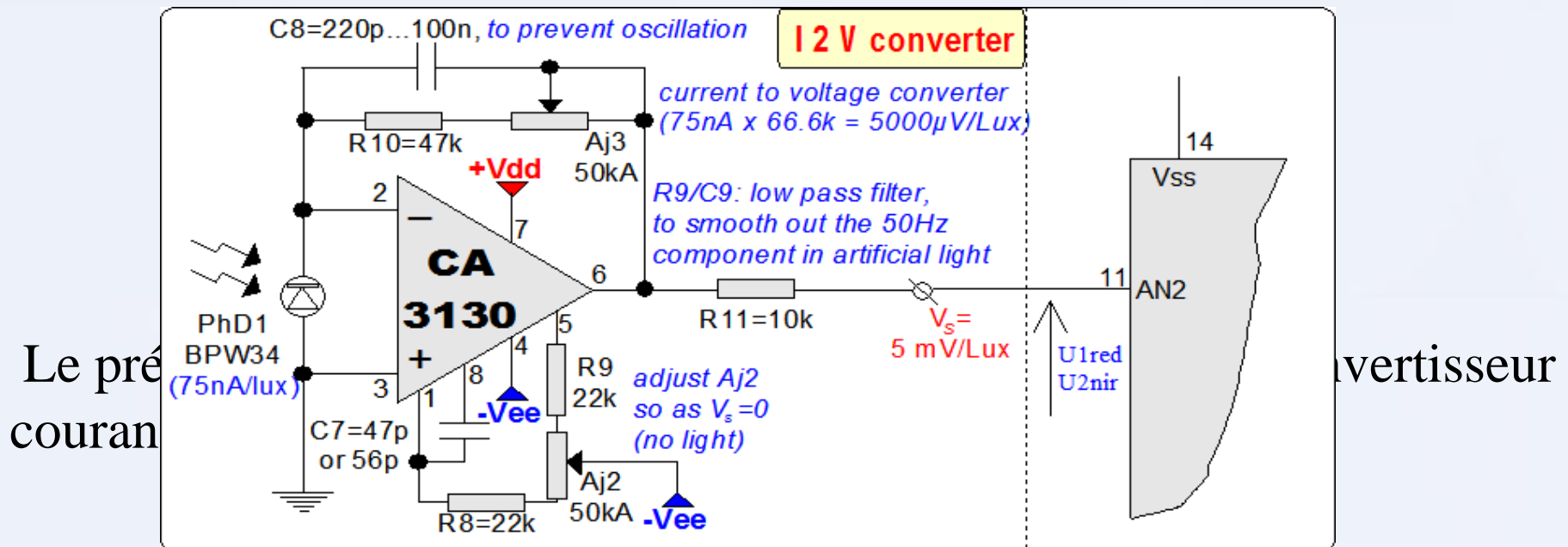


**Les 2 LED émettrices.**

# Description du montage Kitlaar 109

## La photodiode réceptrice et le préamplificateur :

Nous avons utilisé une seule photodiode réceptrice : La BPW34

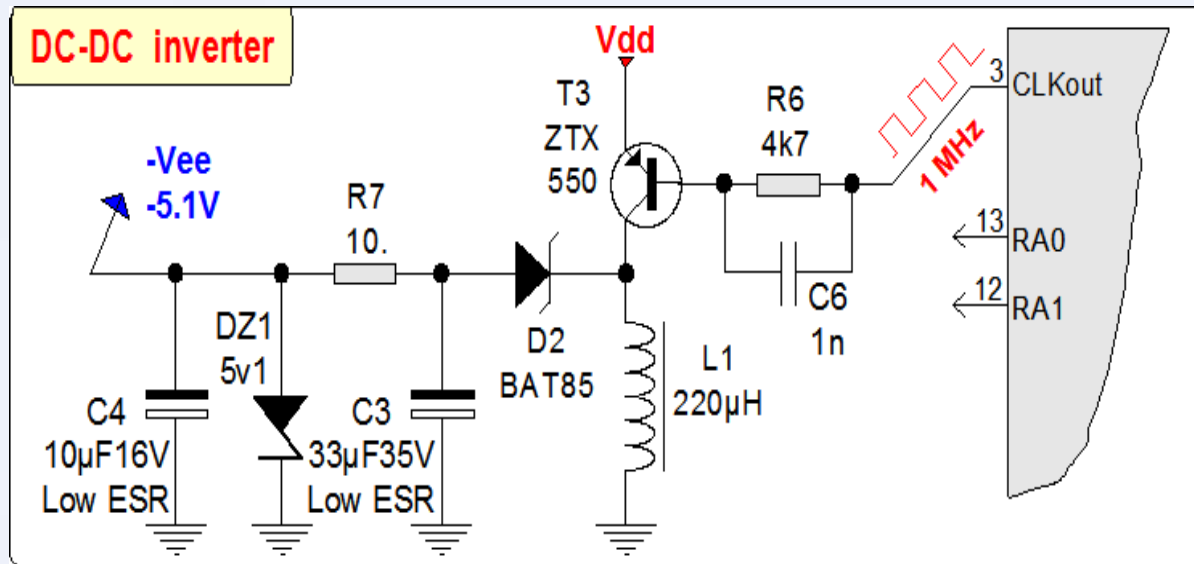


La photodiode réceptrice BPW34 et le préamplificateur  
CA3130.



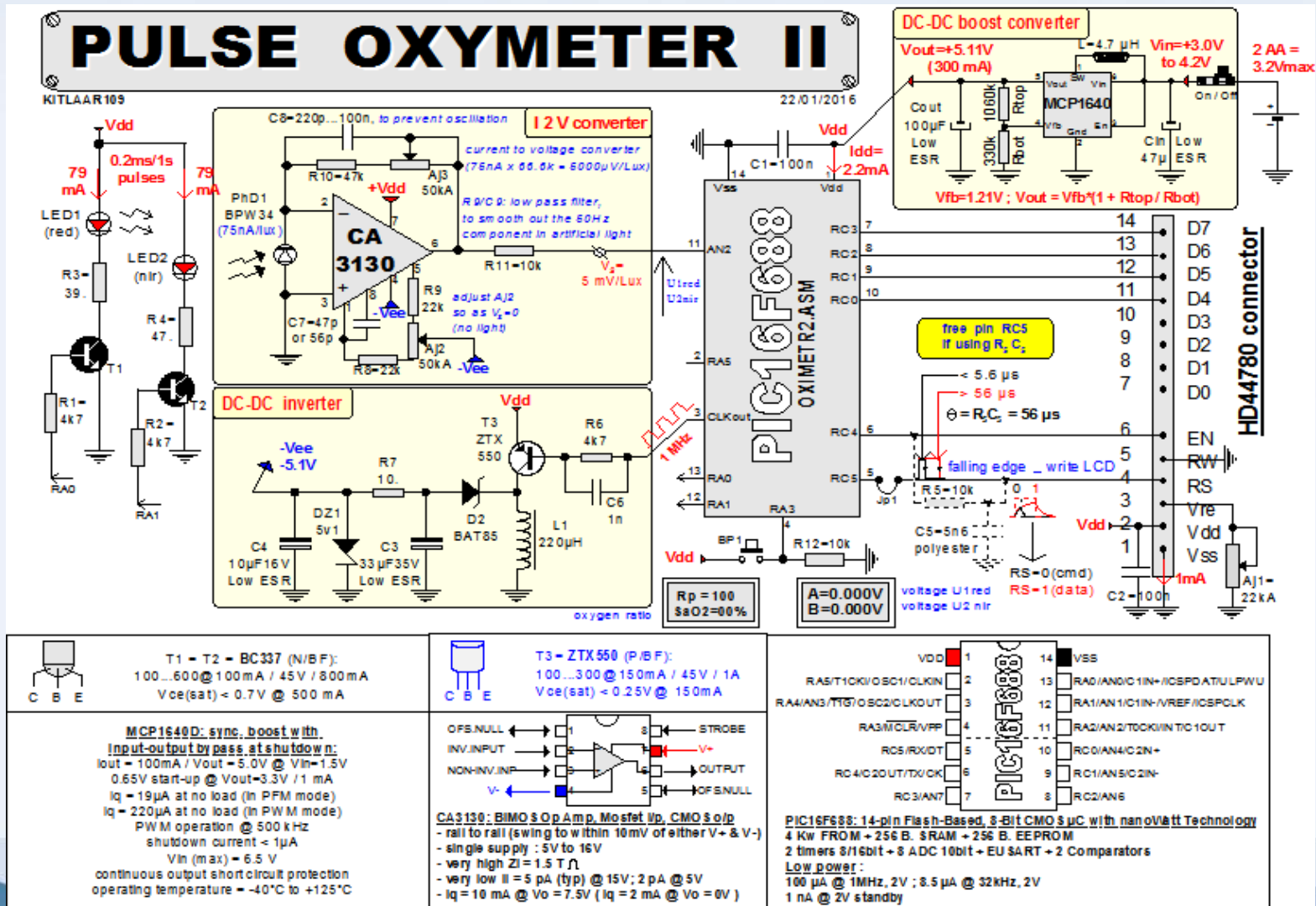
# Description du montage Kitlaar 109

**Le convertisseur inverseur:** Ce module est nécessaire pour alimenter le CA3130 en mode alimentation symétrique.



**Le convertisseur inverseur pour générer la tension négative de -5V.**

# Schéma générale



# Etude comparative



**Ancien oxymètre (2011)**



**Nouvel oxymètre (2016)**

# Etude comparative

- ✓ Changement au niveau de l'alimentation portable: 2 piles R6 (=3V) + conv. DC-DC step-up vers 5V, meilleur solution que 2 piles plates (=9V) suivi d'un régulateur 5V.
- ✓ Elimination de la photodiode du visible (BPW21), plus couteuse et à sensibilité très faible.
- ✓ Rajout d'un amplificateur opérationnel (CA3130).



# Conclusion et perspective

La réalisation de ce dispositif nous a permis d'appréhender divers domaines tels que la physique (optique), la médecine (hématologie), l'électronique (système embarqué) et l'informatique (software).

**Mais malheureusement, on n'a pas eu des résultats stables à cause de la sonde des capteurs confectionnée manuellement, et surtout à cause des LED émettrices dont l'intensité lumineuse s'est avérée être insuffisante.**

Il faut nécessairement disposer d'une sonde de confection très soignée (type commercial) pour finaliser la réalisation de notre montage ainsi que de choisir des LED superlumineuses (*high brightness*)

A decorative graphic featuring a flowing, wavy blue ribbon that curves across the upper portion of the frame. The ribbon has a glossy, three-dimensional appearance with highlights and shadows. The background is a light blue gradient that transitions to white at the bottom.

**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**