

2^{ème} PARTIE: ELECTRONIQUE

Nous allons étudier dans cette partie la commande de la diode laser et du compteur de franges dans un interféromètre de Michelson (voir documentation sur l'interféromètre intégré figure 12).

1. COMMANDE DE LA DIODE LASER

Le système suivant réalise un asservissement de la puissance lumineuse de sortie de la diode laser (voir schéma fonctionnel donné figure 5).

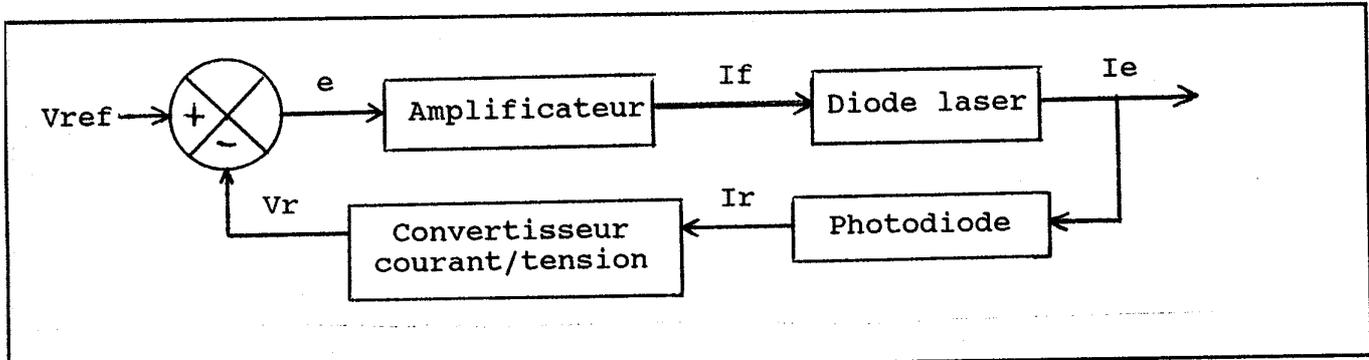


Figure 5 Schéma fonctionnel

Avec:

- Vref**: tension de commande de la puissance de sortie;
- e**: signal d'erreur;
- If**: courant dans la diode laser;
- Ie**: intensité énergétique ou puissance lumineuse de sortie;
- Ir**: courant dans la photodiode;
- Vr**: signal de contre-réaction.

Soit le schéma structurel donné figure 6.

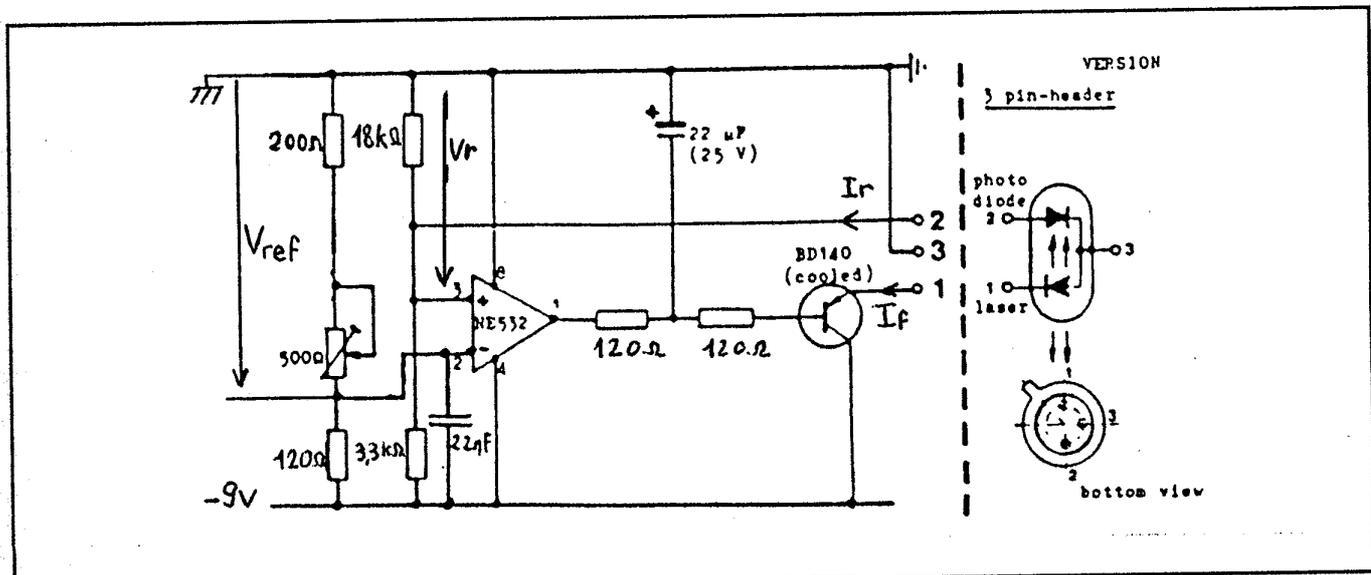


Figure 6 Schéma structurel

ACADEMIE DE STRASBOURG

BTS Génie Optique
Option: Photonique
Session: 1991

PHYSIQUE APPLIQUEE

Durée : 4H
Coefficient: 4

Les condensateurs ont pour but d'éviter un courant trop important dans la diode laser lors de la mise sous tension, dans toute la suite du problème on négligera leur présence.

1.1. La sensibilité de la photodiode étant $S = 0,2 \text{ A/W}$, établir la fonction de transfert de la boucle de retour $V_r = f(I_e)$.

1.2. Le gain de l'amplificateur opérationnel NE532 étant très grand, établir la fonction de transfert du système en boucle fermée $I_e = f(V_{ref})$.

1.3. Calculer V_{ref} pour obtenir une puissance de sortie de $0,5 \text{ mW}$. La tension V_{ref} étant obtenue par le réglage du potentiomètre de 500Ω , calculer la valeur minimum et la valeur maximum que l'on peut donner à I_e .

2. COMPTEUR DE FRANGES

Lorsqu'un objet réfléchissant se déplace devant le capteur interférométrique, les deux photodétecteurs fournissent, grâce à une lame déphasante, deux signaux ($C1$ et $C2$) déphasés de $\pi/2$ (voir documentation figure 12).

Ces deux signaux vont permettre le comptage ou le décomptage des franges suivant le sens de déplacement de l'objet. Cela permettra de mesurer avec précision les déplacements de l'objet.

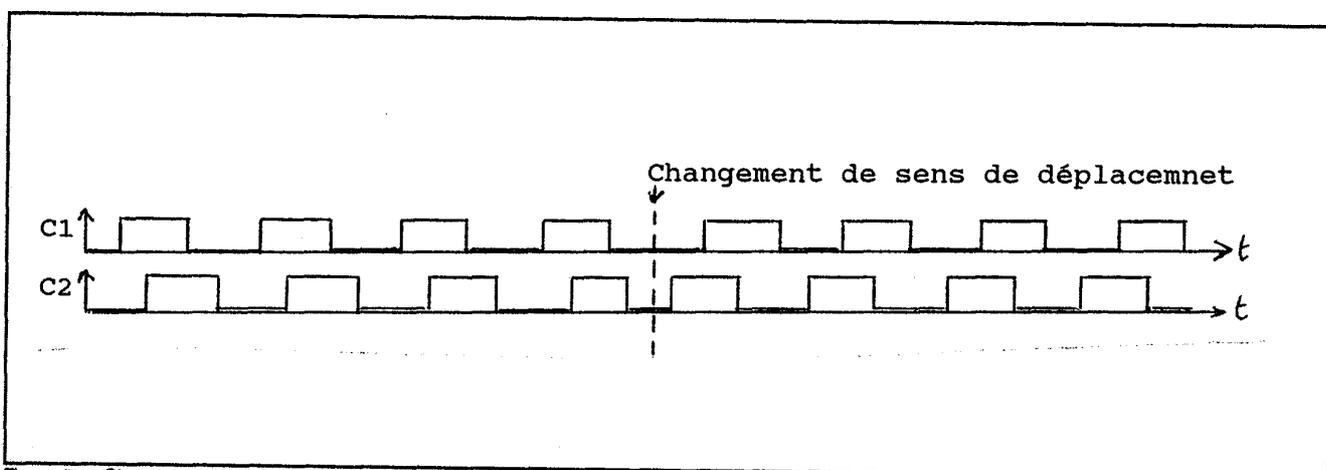


Figure 7 Chronogrammes de C1 et C2

Voir figure 7 les chronogrammes de C1 et C2 lorsque l'objet s'approche ou s'éloigne du capteur.

Avec:

C1, C2 : signaux issus des photodétecteurs amplifiés et remis en forme.

2.1. Le système suivant est un compteur/décompteur modulo 100 de franges. N1 et N2 représentent les nombres aux sorties des compteurs.

Voir figure 8 le schéma structurel du compteur/décompteur de franges.

Voir documentation sur le compteur 74LS192 donné figure 9 et sur le monostable 74LS423 donnée figure 10.

La durée des impulsions aux sorties des monostables est de $0,1 \text{ ms}$.

Compléter les chronogrammes de la figure 11 (vous rendrez cette feuille avec votre copie).

2.2. Si l'objet se met à vibrer lors d'un changement de sens de déplacement, il risque d'y avoir un "décalage" du compteur (est à dire que les vibrations déclencheraient des incréments sans déclencher de décrémentation).

Vérifier en complétant les chronogrammes de la figure 11 qu'il n'y a pas de décalage avec ce compteur.

ACADEMIE DE STRASBOURG		
BTS Génie Optique Option: Photonique Session: 1991	PHYSIQUE APPLIQUEE	Durée : 4H Coefficient: 4

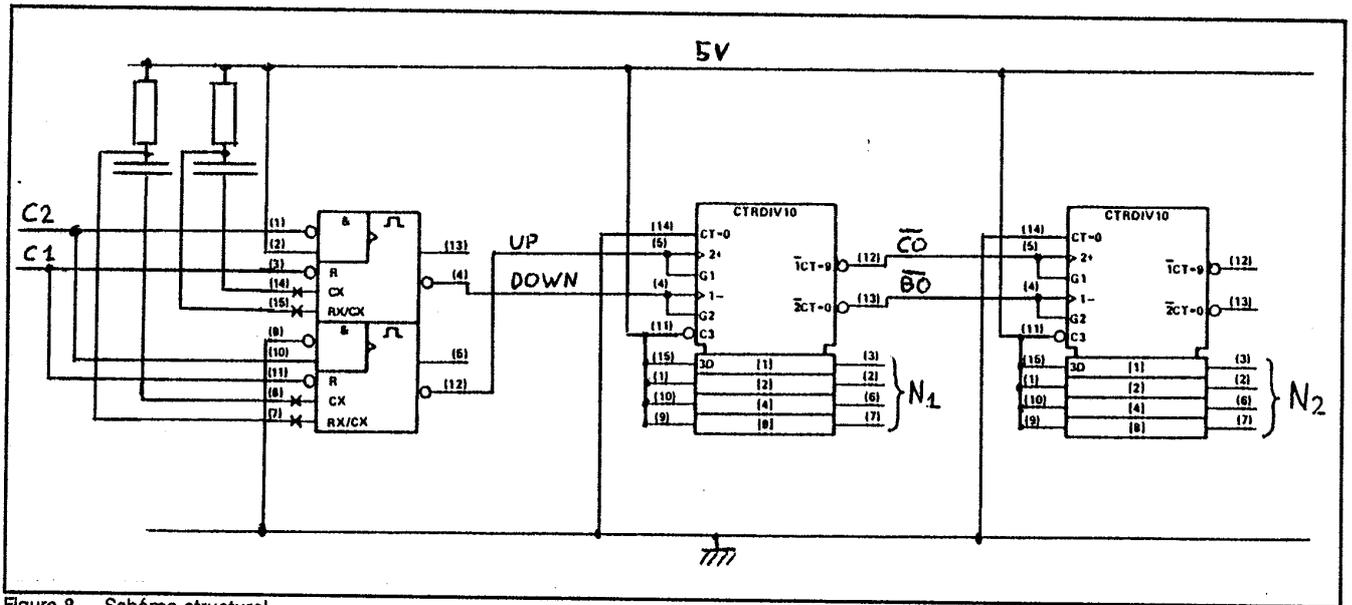
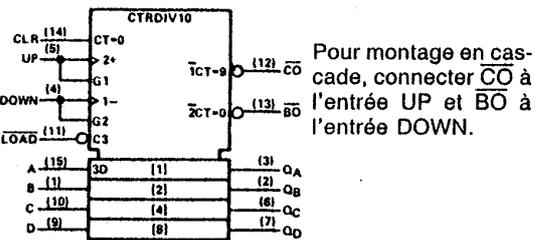


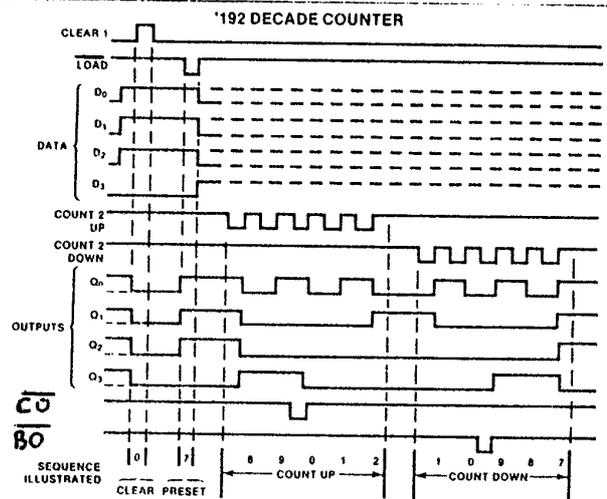
Figure 8 Schéma structurel

192 — Compteur-décompteur BCD synchrone avec 2 horloges et RAZ — Synchronous BCD UP/DOWN counter with dual clock and clear



Pour montage en cascade, connecter CO à l'entrée UP et BO à l'entrée DOWN.

Boîtier DIL 16 - V_{CC} 16 - GND 8



- NOTES
 1. Clear overrides load, data, and count inputs
 2. When counting up, count-down input must be high, when counting down, count-up input must be high

Figure 9 Compteur 74LS192

ACADEMIE DE STRASBOURG

BTS Génie Optique
 Option: Photonique
 Session: 1991

PHYSIQUE APPLIQUEE

Durée : 4H
 Coefficient: 4

123

Deux monostables redéclenchables avec RAZ
Dual retriggerable monostable multivibrator with clear

423

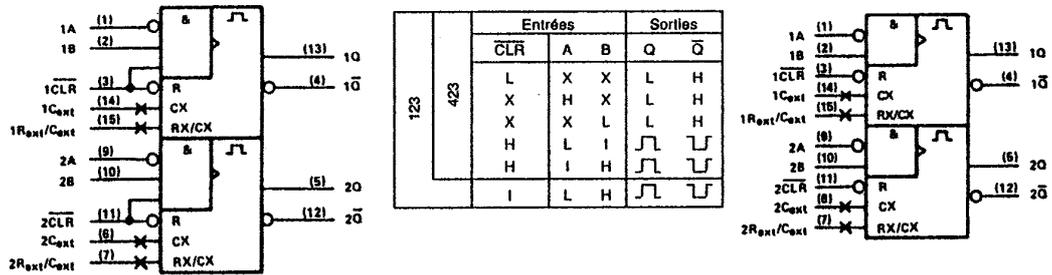
Boîtier DIL 16 - V_{CC} 16 - GND 7

Figure 10 Monostable 74LS423

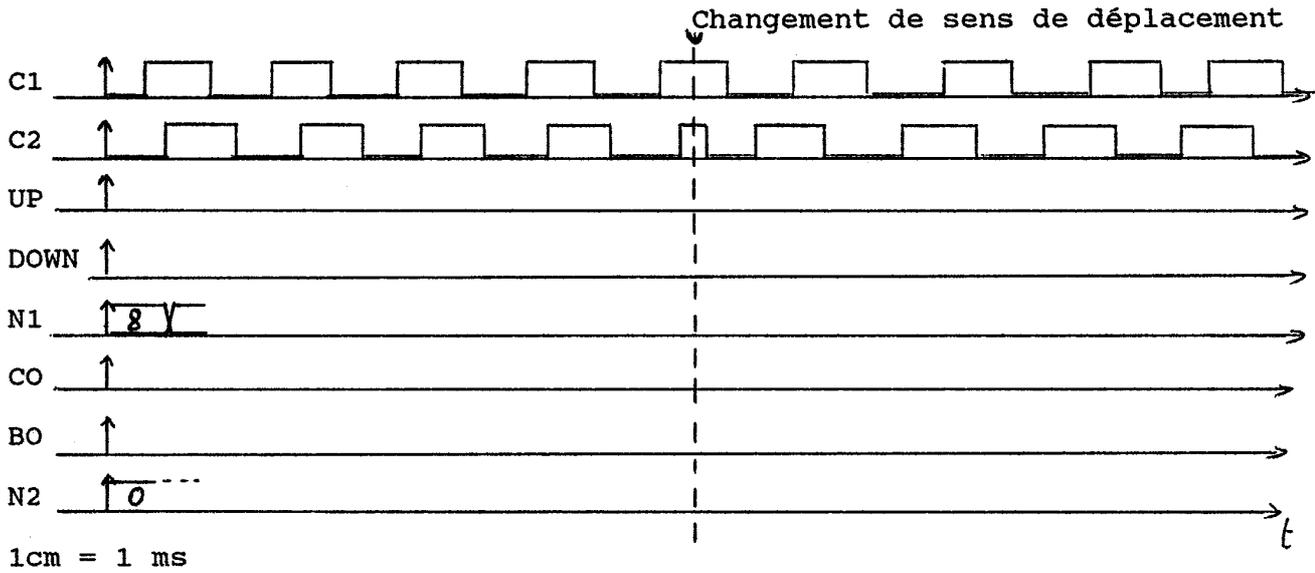
ACADEMIE DE STRASBOURG

BTS Génie Optique
Option: Photonique
Session: 1991

PHYSIQUE APPLIQUEE

Durée : 4H
Coefficient: 4

Chronogrammes de la question 2.1.



Chronogrammes de la question 2.2.

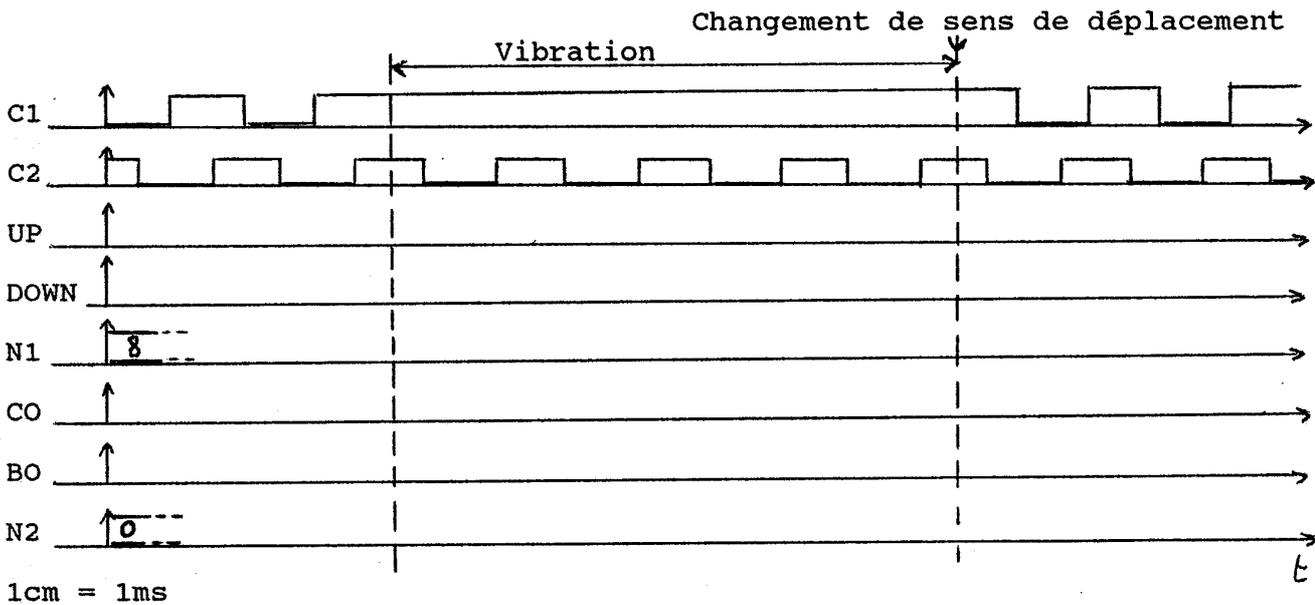


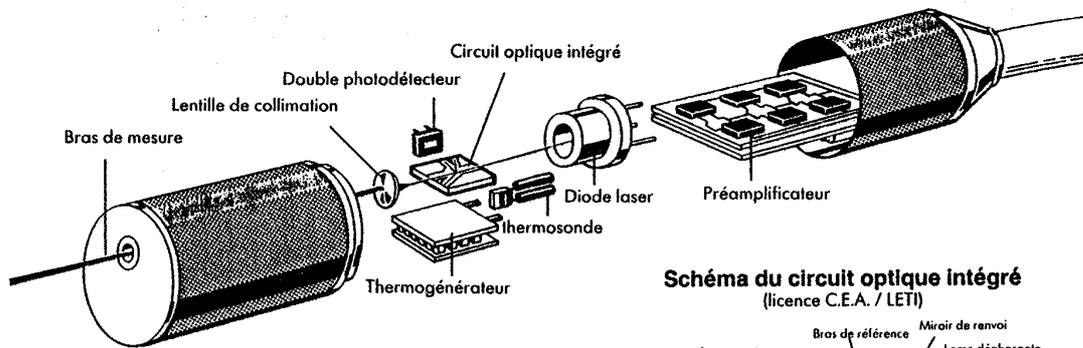
Figure 11 Chronogrammes à rendre avec votre copie

ACADEMIE DE STRASBOURG

BTS Génie Optique
Option: Photonique
Session: 1991

PHYSIQUE APPLIQUEE

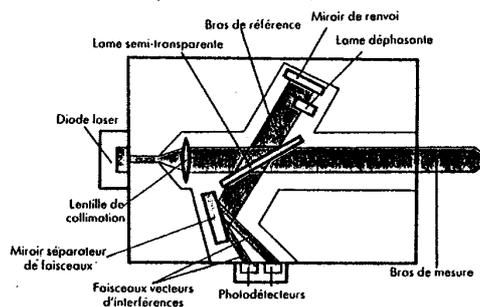
Durée : 4H
Coefficient: 4



Principe mesure interférométrique

- La diode laser émet un faisceau qui est couplé dans la couche guidante du circuit optique intégré. Ce faisceau est séparé en deux parties dans le circuit pour constituer les bras de référence et de mesure. Après s'être réfléchi sur le plan de l'objet en mouvement, le bras de mesure revient dans le circuit pour créer une interférence avec le bras de référence (le plan de l'objet en mouvement étant suffisamment réfléchissant ou lié à un réflecteur). Par un système de déphasage optique d'une partie du bras de référence, on obtient deux faisceaux vecteurs d'interférences déphasés de $\pi / 2$. Le traitement adéquat de ces signaux permet de détecter sans ambiguïté les changements de sens de déplacement. Quand l'objet se déplace, les photodétecteurs voient défilier les franges d'interférence. Les intensités lumineuses sont transformées en courants électriques qui sont ensuite gérés par l'électronique de traitement.
- Le comptage des franges d'interférence indique ainsi le déplacement effectué.

Schéma du circuit optique intégré (licence C.E.A. / LETI)



L'électronique de traitement

- L'électronique de traitement est composée d'une partie miniaturisée intégrée au capteur et d'un boîtier électronique. Outre l'alimentation électrique, l'électronique de traitement assure :
- ♦ une régulation extrêmement rigoureuse des différents éléments du capteur pour garantir la précision de mesure du système
 - ♦ une préamplification des signaux issus des photodétecteurs
 - ♦ un conditionnement et une amplification des signaux pour donner une paire de signaux TTL déphasés de $\pi / 2$.

Principe du traitement

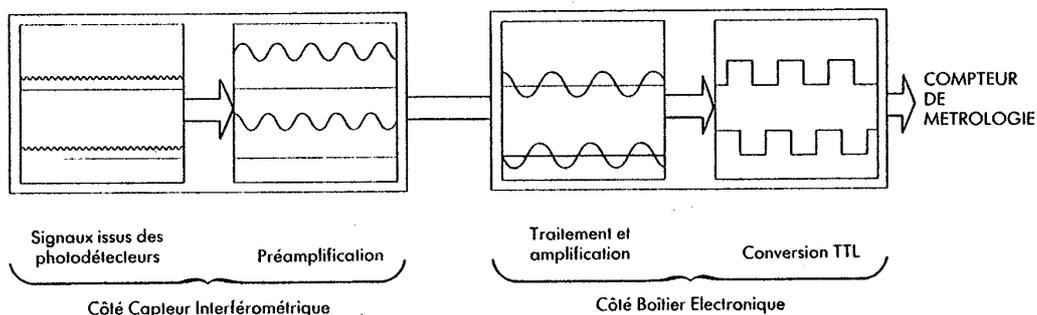


Figure 12 Interféromètre intégré

ACADEMIE DE STRASBOURG

BTS Génie Optique
Option: Photonique
Session: 1991

PHYSIQUE APPLIQUEE

Durée : 4H
Coefficient: 4