

# ANALYSE FONCTIONNELLE

## Présentation du système Station d'alerte, support de l'étude

### 1-1 Mise en situation

Dans les pays industrialisés, les problèmes de sécurité constituent une préoccupation majeure. Pour le distributeur d'eau, cette préoccupation se traduit par la nécessité de fournir à ses abonnés une eau en tout point conforme aux normes de potabilité en vigueur.

Par définition, une eau potable est une eau agréable à boire et sans danger pour le consommateur. La législation précise cette définition par des normes de potabilité concernant :

- la teneur en organismes parasites ou pathogènes,
- la coloration,
- la turbidité (< 2NTU),
- la minéralisation (< 2g/l),
- la teneur en métaux lourds (plomb, cuivre, manganèse ...),
- la teneur en produits chimiques toxiques (arsenic, cyanures, fluorures ...).

Les eaux auxquelles l'on a recours pour l'alimentation publique ne répondent généralement pas à ces normes et doivent donc être traitées avant distribution. Par ailleurs, chaque eau possède des caractéristiques propres. Une analyse de l'eau brute est indispensable afin d'adapter le traitement à la qualité de l'eau. En cas de pollution accidentelle, il faut pouvoir arrêter le pompage de l'eau brute afin de ne pas contaminer les réserves en eau potable. Une station d'alerte répond à ce besoin et constitue un système de surveillance automatique de la qualité de l'eau.

L'objet technique étudié est un turbidimètre. Cet appareil mesure en continu la turbidité de l'eau brute au sein de la station d'alerte. La turbidité est définie comme l'expression de la diffusion et de l'absorption (par opposition à la transmission) de la lumière au travers d'un échantillon d'eau. Elle est provoquée par la présence de particules en suspension (colloïdes, algues, microorganismes, argile....). Le taux de lumière diffusé et absorbé est proportionnel à la concentration en particules dans la solution.

La turbidité est un indicateur relativement fiable de la pureté d'une solution et s'exprime en Nephelometric Turbidity Units (NTU).

Cette mesure de la turbidité permet d'optimiser la durée de la filtration de l'eau brute. Des seuils de turbidité ont été fixés pour modifier cette durée de filtration en cas de dépassement.



|              |   |               |
|--------------|---|---------------|
| Session 2011 | BTS Systèmes Électroniques<br>Épreuve U41- Électronique | Page A1 sur 7 |
| 11SEE4EL1    | Analyse Fonctionnelle                                   |               |

## 1-2 Principe et procédé de la mesure

### Principe de mesure

La mesure de la turbidité peut être effectuée de deux manières :

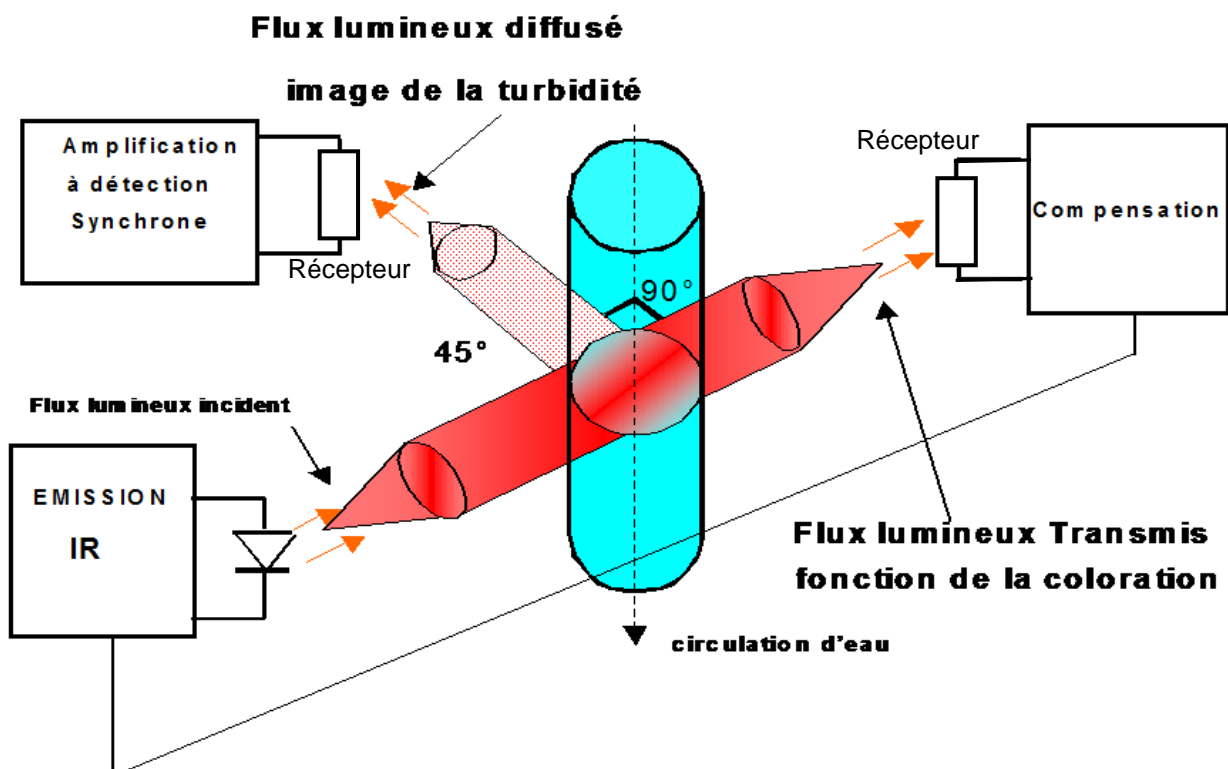
- soit par la mesure de la lumière qui traverse le liquide en ligne droite. C'est la turbidimétrie. Cette méthode est appliquée seulement aux liquides dont la coloration ne change pas,
- soit par la mesure de la lumière diffusée par les particules en suspension dans un axe différent de celui de la source de lumière. En effet, les particules en suspension et elles seules réfléchissent la lumière dans toutes les directions. Ce principe de mesure est appelé Néphélométrie du grec NEPHELE (« nuage »). La coloration du liquide n'entraîne aucune diffusion de lumière mais seulement une atténuation de celle-ci. Il faut, alors, réguler l'intensité de la lumière émise en fonction de la coloration. Lorsque la coloration est importante, il faut donc augmenter l'intensité de la lumière. C'est ce second principe qui est utilisé dans le turbidimètre « Turbilight ».

### Procédé de mesure

Un faisceau infrarouge, de fréquence  $F_0$ , issu d'une DEL va traverser une cuve de mesure qui contient l'échantillon. L'intensité de la lumière diffusée est mesurée à 90 degrés du rayon incident par un récepteur puis amplifiée électroniquement.

À partir de l'intensité diffusée par l'échantillon et d'une référence de turbidité connue (étalonnage) pour la plage de mesure utilisée, l'appareil va calculer la turbidité de l'échantillon. Les références d'étalonnage sont des liquides purs (eau de Volvic = 0,06NTU) ou des suspensions stables de Formazine de turbidité connue.

Une mesure à 180 degrés est également effectuée pour compenser l'atténuation due au vieillissement de la DEL et à la couleur de l'eau.



|              |   |               |
|--------------|---|---------------|
| Session 2011 | BTS Systèmes Électroniques<br>Épreuve U41- Électronique | Page A2 sur 7 |
| 11SEE4EL1    | Analyse Fonctionnelle                                   |               |



# TURBILIGHT

## Low & Medium Ranges Turbidity Water Monitor



### PRINCIPLE & BACKGROUND

The SERES environnement TURBILIGHT is dedicated to the continuous measurement of low turbidities in water using the nephelometric method.

The excellent performances demonstrated by the TURBILIGHT rely on its characteristics :

- Resolution, i.e. the ability of an instrument to detect any measured value variation :
  - 0.01 NTU resolution for a 30 s integration time
  - 0.001 NTU resolution for a 2 mn integration time
  - no idle time
- Repeatability , that corresponds to the variation between two separate measurements made on the same sample :
  - repeatability of  $\pm 1\%$  of full range
- Accuracy, that depends on the exactness of calibration and repeatability :
  - upon factory calibration, accuracy is  $\pm 1\%$  of full range.

Due to the uncertainty around calibration on-site, resolution is in fact the most important parameter in an auto-controlled operation.

- Base line background noise is  $< 0.001$  NTU
- Perfect linearity of the signal, without interference for high turbidity values, on 0 – 10 NTU range.
- Drift : no drift over a 2-week period with 50 NTU suspended particles

### FEATURES

- Conforms to ISO 7027 / NF EN 27027 standards.
  - Nephelometric measurement
  - IR source (LED) at  $850 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$   
Life time exceeding 3 years
  - Collimated incident beam
  - $90^\circ$  measuring angle with a reduced optical path to prevent interferent reflections.
  - Compensation of light source ageing and of water colour achieved via a measurement at  $180^\circ$ .
- Convenient installation, operation and service :
- Compact, portable device
  - 230 VAC or 24 VDC power supply (standard)
  - Automatic cleaning of cell walls at programmable frequency.
  - Routine calibration once every 6 months

### APPLICATIONS

Continuous follow-up of the quality of :

- drinking water,
- surface water.

Low & medium ranges : from 0-2 to 0-1000 NTU

[www.seres-france.com](http://www.seres-france.com)

**SERES**  
environnement



# TURBILIGHT

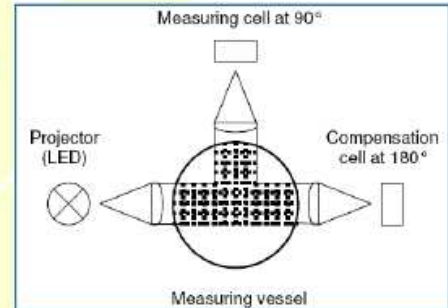
## ANALYTICAL METHOD

The TURBILIGHT operates on the principle of nephelometry that consists in measuring light diffused at an angle of 90 degrees to that of an incident light beam.

The resulting signal is strictly proportional to the concentration of diffusing particles and to the water turbidity.

The zero is "true". There is no signal if the measuring vessel contains turbidity-free water.

The measuring vessel is pressurized to eliminate air bubbles interferences.



## TECHNICAL SPECIFICATIONS

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Measuring ranges :</b>        | Low 0-2 NTU - 0-5 NTU - 0-10 NTU<br>0-20 NTU - 0-50 NTU - 0-100 NTU<br>Medium 0-100 NTU - 0-250 NTU - 0-500 NTU<br>0-750 NTU - 0-1000 NTU<br>Ranges are user configurable and selectable<br>NTU or FTU (others on request) |
| <b>Measuring units :</b>         | continuous   |
| <b>Measurement :</b>             | initial response : few seconds   |
| <b>Response time :</b>           | 90% of value within less than 30 seconds   |
| <b>Accuracy :</b>                | ± 1% full range  |
| <b>Resolution :</b>              | 0,001 NTU for full range 0-5 NTU   |
| <b>Repeatability :</b>           | ± 1% full range  |
| <b>Calibration :</b>             | Manual using 2 standard solutions (slope and zero)<br>(once every 6 months)  |
| <b>Hydraulic supply :</b>        | 50 l/h approx.<br>6 bars maximum   |
| <b>Sample temperature :</b>      | 4°C minimum / 40°C maximum   |
| <b>Cleaning :</b>                | basic unit with automatic system using a piston operated wiper<br>at 10 min or user configured frequency   |
| <b>Display :</b>                 | 1 line alphanumerical - 8 characters   |
| <b>Output signal :</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 0-20 mA or 4-20 mA (500 ohms)</li> <li>· RS232 current loop by interface converter (option)</li> <li>· JBUS / RS485 signal (option)</li> </ul>                                    |
| <b>Alarms :</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 2 thresholds per dry contact relay (programmable)</li> <li>· analyser failure</li> </ul>  |
| <b>Electric power supply :</b>   | 230V AC - 50 Hz or 24V DC - 25W (110 V AC—60 Hz option)  |
| <b>EMC certified :</b>           | NF EN610004-2 CEI 801-2<br>NF EN610004-4 CEI 801-4<br>NF C 46-022 CEI 801-3<br>NF EN55022  |
| <b>Dimensions &amp; weight :</b> | Steel epoxy IP65 housing<br>300 x 340 x 150 mm (H x L x W)<br>Weight : 6.5 kg  |

PAUL TURBILIGHT\_LML\_EEL\_0807 / Non-confidential document

**SERES environnement**  
360, rue Louis de Broglie  
La Duranne - BP 20087

13793 Aix en Provence - Cedex 3 - France

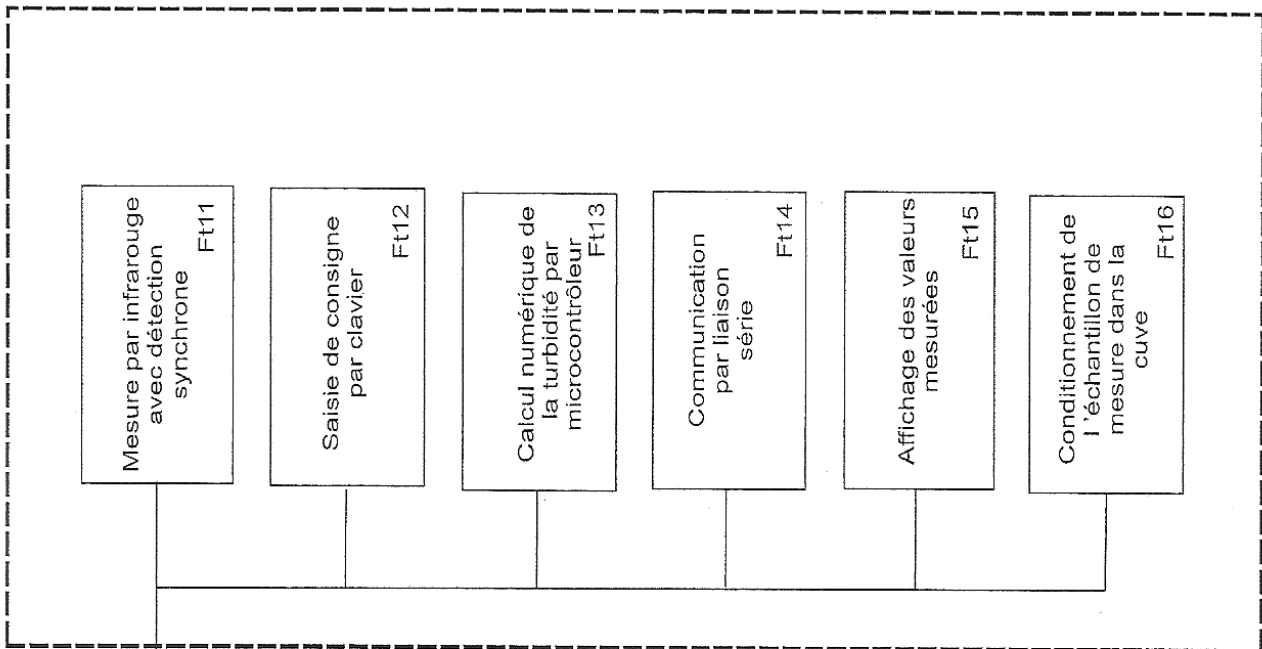
Tel : 33 (0)4 42 97 37 37  
Fax : 33 (0)4 42 97 30 30  
Email : seres-france@seres-france.com  
www.seres-france.com



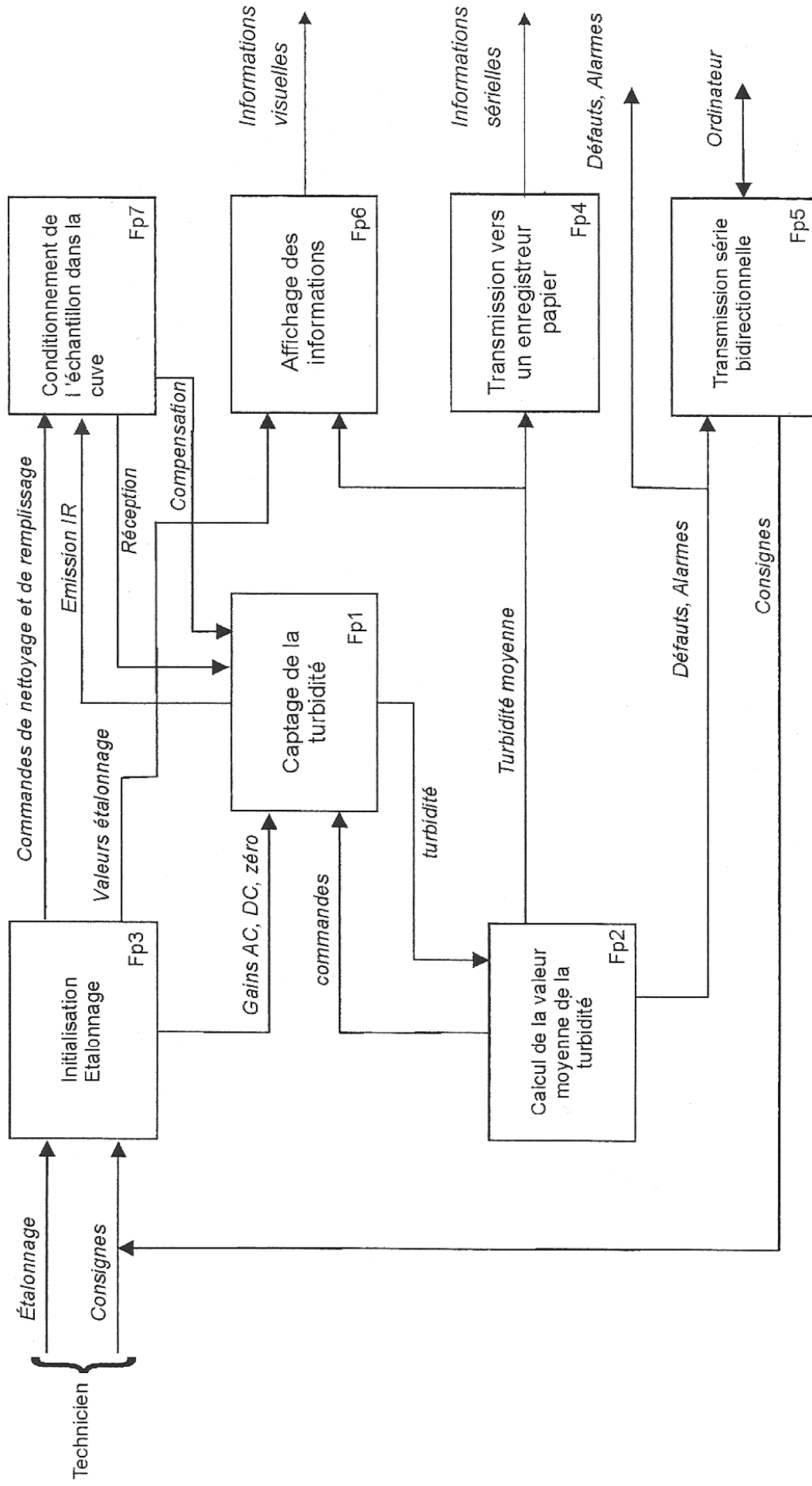
|              |   |               |
|--------------|---|---------------|
| Session 2011 | BTS Systèmes Électroniques<br>Épreuve U41- Électronique | Page A4 sur 7 |
| 11SEE4EL1    | Analyse Fonctionnelle                                   |               |

# 1-4 Diagramme FAST de la station d'alerte

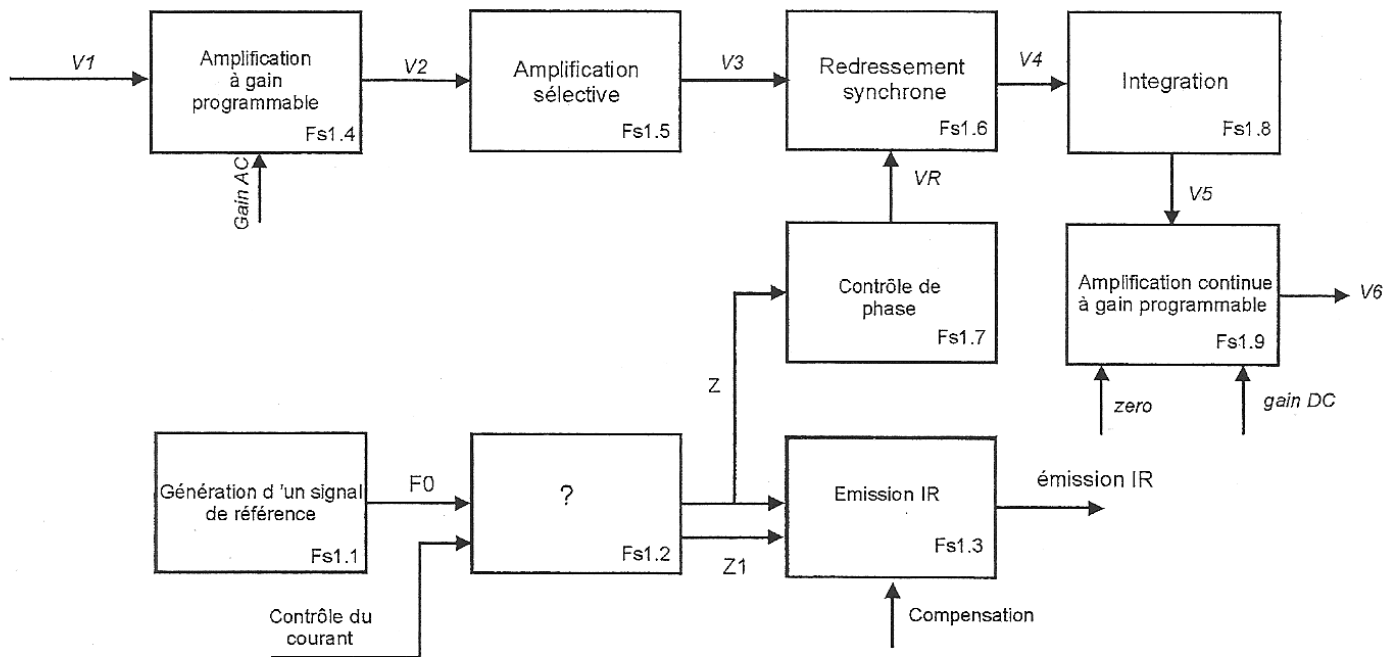
TURBIDIMETRE



# 1-5 Schéma fonctionnel de 1<sup>er</sup> degré du turbidimètre



## 1-6 Schéma fonctionnel du second degré FP1



Remarque : les fonctions secondaires Fs1.5 à Fs1.9 ne seront pas étudiées.

- **Fs1.1 Génération d'un signal de référence**

Sortie :

F0 : signal binaire de fréquence F0.

- **Fs1.2 à définir**

- **Fs1.3 Émission IR (voir BAN19)**

La compensation contrôle le courant de la DEL émettrice D1 (donc l'intensité du flux lumineux émis) en commandant le transistor T4 en régime linéaire à partir de la mesure du flux lumineux traversant la cuve de mesure et de l'écart entre la valeur mesurée et une valeur de consigne.

Par ailleurs, le flux lumineux émis est haché par le transistor T5 à partir du signal de commande de découpage Z.

Enfin le signal Z1 venant du microcontrôleur (P2.5) permet de limiter le courant dans la DEL émettrice pendant la phase de démarrage de la compensation, le transistor T3 étant alors saturé.

Entrées :

Z : signal rectangulaire de rapport cyclique  $\frac{1}{2}$  et de fréquence F0 qui sera utilisé pour le découpage du flux IR et servira de référence pour la détection synchrone,

Z1 : signal de commande envoyé par l'unité centrale pour limiter le courant dans le DEL durant la phase de démarrage de la compensation,

Compensation : signal analogique permettant la commande en régime linéaire de T4.

Sortie :

Émission IR : Flux IR émis de rapport cyclique  $\frac{1}{2}$  et de fréquence F0 dont l'amplitude est contrôlée par la compensation.

- **Fs1.4 amplification à gain programmable**

Entrées :

V1 : tension alternative de fréquence F0 possédant une composante continue, dont l'amplitude est proportionnelle à la turbidité.

Gain AC : signal binaire permettant de modifier le gain.

Sortie :

V2 : tension alternative de fréquence F0.

|              |   |               |
|--------------|---|---------------|
| Session 2011 | BTS Systèmes Électroniques<br>Épreuve U41- Électronique | Page A7 sur 7 |
| 11SEE4EL1    | Analyse Fonctionnelle                                   |               |