

BACCALAUREAT STI Génie Electronique  
SESSION 2005

Dossier de présentation  
du  
thème inter-académique

**CONTRÔLEUR PH / CONDUCTIVITE**

EPREUVE DE CONSTRUCTION  
ELECTRONIQUE

DOSSIER ELEVE

## Sommaire

<b>1</b>	<b>PRESENTATION GENERALE.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>L'EAU.....</b>	<b>4</b>
2.1	INTRODUCTION.....	4
2.2	QUANTITÉ ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE.....	4
2.3	USAGES DE L'EAU.....	4
2.4	QUALITÉ DE L'EAU.....	5
2.5	NORMES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU.....	5
2.6	CONTRÔLE DE LA QUALITE DE L'EAU.....	5
2.7	TRAITEMENT DE L'EAU.....	5
2.7.1	<i>Schéma de l'usine de production d'eau potable d'Orly.....</i>	<i>7</i>
2.7.2	<i>Les différentes étapes de traitement.....</i>	<i>8</i>
<b>3</b>	<b>LES CONTROLEURS PH ET CONDUCTIVITE.....</b>	<b>9</b>
3.1	MISE EN SITUATION.....	9
3.2	CONSTITUTION DES CONTRÔLEURS PH ET CONDUCTIVITÉ.....	9
<b>4</b>	<b>ANALYSE FONCTIONNELLE DU CONTROLEUR PH / CONDUCTIVITE.....</b>	<b>11</b>
4.1	DIAGRAMME SAGITTAL.....	11
4.2	ELÉMENTS DU DIAGRAMME SAGITTAL.....	12
4.3	ETUDE DES MILIEUX ASSOCIÉS.....	12
4.4	FONCTION D'USAGE DE L'OBJET TECHNIQUE.....	13
4.5	SCHEMA FONCTIONNEL DE NIVEAU 2.....	13
4.6	ANALYSE FONCTIONNELLE DE 1 <sup>ER</sup> DEGRE DU CONTROLEUR PH : CONDUCTIVITÉ.....	14
4.6.1	<i>schéma fonctionnel de 1<sup>er</sup> degré du controleur de ph / conductivite.....</i>	<i>14</i>
4.6.2	<i>rôle des fonctions principales du controleur de ph / conductivite.....</i>	<i>15</i>
4.7	ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP1 : "GESTION ET ANALYSE DES MESURES".....	16
4.7.1	<i>Schéma fonctionnel de degré 2 de FP1 : « Gestion et analyse des mesures ».....</i>	<i>16</i>
4.7.2	<i>Fonction Fs11 : « Gestion et analyse des mesures ».....</i>	<i>17</i>
4.7.3	<i>Fonction Fs12 : « Mémorisation des paramètres de fonctionnement ».....</i>	<i>18</i>
4.7.4	<i>Fonction Fs13 : « Sélection et conversion analogique numérique ».....</i>	<i>18</i>
4.8	ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP2.....	20
4.8.1	<i>CAHIER DES CHARGES.....</i>	<i>20</i>
4.8.2	<i>Schéma fonctionnel de degré 2 de FP2.....</i>	<i>21</i>
4.8.3	<i>Fonction Fs21 : Conversion Température / Tension.....</i>	<i>22</i>
4.8.4	<i>Fonction Fs22 : Production d'une tension de référence.....</i>	<i>22</i>
4.8.5	<i>Fonction Fs23 : Amplification.....</i>	<i>22</i>
4.8.6	<i>Fonction Fs24 : Filtrage.....</i>	<i>22</i>
4.8.7	<i>Fonction Fs26 : Adaptation d'impédance.....</i>	<i>23</i>
4.9	ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP3.....	24
4.9.1	<i>Cahier des charges.....</i>	<i>24</i>
4.9.2	<i>Schéma fonctionnel de degré 2 de FP3.....</i>	<i>25</i>
4.9.3	<i>Fonction Fs31 : Production d'un signal de référence.....</i>	<i>26</i>
4.9.4	<i>Fonction Fs32 : Captage de la Conductance.....</i>	<i>26</i>
4.9.5	<i>Fonction Fs33 : Isolation.....</i>	<i>26</i>
4.9.6	<i>Fonction Fs34 : Conversion Conductance / Tension.....</i>	<i>27</i>
4.9.7	<i>Fonction Fs35 : Calcul de la valeur Efficace.....</i>	<i>27</i>
4.9.8	<i>Fonction Fs36 : Isolation Amplifiée.....</i>	<i>27</i>
4.9.9	<i>Fonction Fs37 : Mise à l'échelle.....</i>	<i>28</i>
4.9.10	<i>Fonction Fs38 : Elaboration d'une alimentation isolée.....</i>	<i>28</i>
4.10	ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP4.....	29
4.10.1	<i>Cahier des charges.....</i>	<i>29</i>
4.10.2	<i>Schéma fonctionnel de degré 2 de FP4.....</i>	<i>30</i>
4.10.3	<i>Fonction Fs41 : Captage du pH.....</i>	<i>31</i>
4.10.4	<i>Fonction Fs42 : Filtrage et Adaptation d'impédance.....</i>	<i>31</i>
4.10.5	<i>Fonction Fs43 : Atténuation.....</i>	<i>31</i>
4.10.6	<i>Fonction Fs44 : Isolation avec Amplification.....</i>	<i>32</i>
4.10.7	<i>Fonction Fs45 : Filtrage.....</i>	<i>32</i>

4.10.8	<i>Fonction Fs46 : Mise à l'échelle</i> .....	33
4.10.9	<i>Fonction Fs47 : Alimentation isolée</i> .....	33
4.11	ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP5.....	34
4.11.1	<i>Cahier des charges</i> .....	34
4.11.2	<i>Schéma fonctionnel de degré 2 de FP5</i> .....	35
4.11.3	<i>Fonction Fs51 : Production d'un signal carré de référence</i> .....	36
4.11.4	<i>Fonction Fs52 : Extraction de la valeur moyenne</i> .....	36
4.11.5	<i>Fonction Fs53 : Conversion Tension Courant</i> .....	36
4.11.6	<i>Fonction Fs54 : Transmission par boucle de courant</i> .....	37
4.11.7	<i>Fonction Fs55 : Conversion Courant / Tension</i> .....	37
4.11.8	<i>Fonction FA4 : Alimentation</i> .....	37
4.12	ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP6 : "INTERFACE UTILISATEUR".....	38
4.12.1	<i>Schéma fonctionnel de degré 2 de FP6 : « Interface utilisateur »</i> .....	38
4.12.2	<i>Fonction Fs61 : « Acquisition et encodage commandes »</i> .....	38
4.12.3	<i>Fonction Fs62 : « affichage »</i> .....	40
4.13	ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP7 : "COMMANDE POMPE".....	42
4.13.1	<i>Fonctionnement du seuil pH</i> .....	42
4.13.2	<i>Schéma fonctionnel de degré 2 de FP7 : « commande pompe »</i> .....	43
4.13.3	<i>Fonction Fs71 : « Amplification en courant »</i> .....	43
4.13.4	<i>Fonction Fs72 : « Commutation et isolation »</i> .....	43
4.13.5	<i>Fonction Fs73 : « affichage »</i> .....	43
4.14	ANALYSE FONCTIONNELLE DE FA : "ALIMENTATION".....	45
4.14.1	<i>Schéma fonctionnel de degré 2 de FA : « Alimentation »</i> .....	45
4.14.2	<i>Fonction FsA1 : « Production du + 5V »</i> .....	45
4.14.3	<i>Fonction FsA2 : « Production du - 5V »</i> .....	45
4.14.4	<i>Fonction FsA3 : « Production de Uref »</i> .....	46
4.14.5	<i>Fonction FsA4 : « Production du + 12V »</i> .....	46
<b>5</b>	<b>ALGORIGRAMME PRINCIPAL ET DU SOUS PROGRAMME GESTION MENU DU PROGRAMME</b>	
	<b>« PGM2005.S »</b> .....	<b>47</b>
5.1	ALGORIGRAMME PRINCIPAL.....	47
5.2	ALGORIGRAMME DU SOUS PROGRAMME GESTION MENU.....	48
<b>6</b>	<b>SCHÉMA D'INTERCONNEXION ENTRE LES DIFFERENTES CARTES</b> .....	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>LISTE ET DESCRIPTION DES CONNECTEURS</b> .....	<b>50</b>
<b>8</b>	<b>CONSTITUTION DU DOSSIER DE SYNTHÈSE</b> .....	<b>52</b>

## 1 PRESENTATION GENERALE.

Le thème du baccalauréat 2005 a pour support les appareils HEITOMAT de la société HEITO qui mesurent "en continu" la Conductivité et le pH de l'eau.

Ils participent à l'analyse des paramètres de l'eau au sein de l'usine SAGEP d'ORLY dont sa fonction est la "potabilisation" de l'eau destinée à la consommation de la population au sud de PARIS.

## 2 L'EAU.

### 2.1 INTRODUCTION.

L'eau se trouve presque partout sur la Terre, elle est vitale pour tous les organismes vivants connus. Essentielle aux activités humaines, telles que les activités agricoles, industrielles et domestiques (alimentation en eau potable), la gestion de l'eau s'annonce comme l'une des préoccupations majeures du 21<sup>ème</sup> siècle.

### 2.2 QUANTITE ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE.

Près de 70% de la surface de la Terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. 97% de cette eau est salée et 2% est bloquée sous forme de glace. Il ne reste environ qu'1% d'eau douce sous forme liquide.

Les eaux douces exploitées ont une origine continentale :

- les eaux de précipitations
- les eaux de surface : rivières, plans d'eau
- les eaux souterraines : elles proviennent du sous-sol captées par des sources naturelles ou forages.

Si l'eau est abondante, elle n'est pas répartie uniformément sur la Terre. L'eau est, en outre, irrégulièrement répartie d'une année sur l'autre ou d'une saison à l'autre.

### 2.3 USAGES DE L'EAU.

L'eau est une substance indispensable à la pérennité de tous les êtres vivants : hommes, animaux et plantes, tous ont besoin de leur ration quotidienne d'eau. Mais l'eau est également une ressource essentielle au développement des sociétés humaines. Celles-ci se sont d'ailleurs fixées de tout temps au bord des cours d'eau comme l'atteste l'implantation de la très grande majorité des centres urbains.

Les usages de l'eau dits domestiques sont très variés. Outre de la boire, les hommes l'utilisent quotidiennement pour leur hygiène et les tâches ménagères de nettoyage, rinçage, cuisson ou arrosage. Pour la plupart, ces usages exigent une eau de qualité.

La consommation en eau domestique dans le monde est très inégale. Elle est d'autant plus importante que le niveau de vie des populations est élevé ; les pays industrialisés, qui la gaspillent sans compter, caracolent loin devant les autres nations. Cet accès facilité à l'eau potable en a stimulé la consommation qui, depuis deux siècles, est en augmentation constante. A Paris, par exemple, la consommation est 35 fois plus élevée aujourd'hui qu'au 18<sup>ème</sup> siècle. Les parisiens consomment en moyenne 680 000 m<sup>3</sup> d'eau potable par jour, soit un peu moins de 350 litres par habitant. La consommation totale en eau domestique dans le monde est estimée en moyenne à 40 litres d'eau par jour et par habitant. Environ 1,2 milliard de personnes dans le monde n'ont pas accès à de l'eau potable.

Le développement des activités industrielles, l'accroissement de la population mondiale, les rejets d'eaux domestiques non traitées, les pollutions d'origine agricole, ont entraîné une dégradation progressive de la qualité de l'eau.

## 2.4 QUALITE DE L'EAU.

Toutes les eaux de la nature ne sont pas bonnes à boire. Même une eau d'apparence limpide transporte en son sein toutes sortes de substances inertes et vivantes, dont certaines peuvent être nocives pour l'organisme humain.

Ce n'est cependant qu'au 19<sup>ème</sup> siècle que l'on commence à s'intéresser à la qualité de l'eau, notamment en France, suite aux dramatiques épidémies de choléra qui sévirent au cours de la première moitié de ce siècle, tuant des dizaines de milliers de personnes. Se laver régulièrement le corps, et notamment les mains avec une eau non souillée, est un acte fondamental d'hygiène en cela qu'il protège des maladies dues aux bactéries et aux microbes, et permet ainsi d'enrayer leur propagation.

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. L'eau est aujourd'hui la denrée alimentaire la plus fortement réglementée.

## 2.5 NORMES SUR LA QUALITE DE L'EAU.

Selon ces normes (voir fichier pdf : extrait du décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001), une eau potable doit être exempte de germes pathogènes (bactéries, virus) et d'organismes parasites, car les risques sanitaires liés à ces micro-organismes sont grands. Elle ne doit contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée : il s'agit en particulier de substances qualifiées d'indésirables ou de toxiques (nitrates, phosphates, métaux lourds, hydrocarbures et pesticides). A l'inverse, la présence de certaines substances peut être jugée nécessaire comme les oligo-éléments indispensables à l'organisme. Une eau potable doit être aussi agréable à boire : elle doit être claire, avoir une bonne odeur et un bon goût.

## 2.6 CONTROLE DE LA QUALITE DE L'EAU.

Le contrôle de la qualité des eaux d'alimentation est assuré par le ministère de la santé via les Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS). Ce contrôle est indépendant de l'auto surveillance exercée par les distributeurs d'eau (privés ou publics). Il porte sur l'ensemble du système de distribution (points de captage, stations de traitement, réservoirs et réseaux de distribution).

Une eau qui ne répond pas à tous ces critères ne présente pas nécessairement de risque pour la santé humaine, étant donné la marge de sécurité prévue, un dépassement temporaire et modéré est le plus souvent sans conséquences. Il doit cependant déclencher la mise en œuvre d'un programme d'action et de surveillance. La qualité bactériologique, en revanche, doit être assurée en permanence et faire l'objet d'une surveillance de tous les instants.

Pour pouvoir être consommée sans danger, l'eau doit être traitée. Mais la pollution croissante des réserves rend cette opération de plus en plus délicate, obligeant les traiteurs d'eau à constamment innover. Les techniques ont d'ailleurs beaucoup évolué, faisant aujourd'hui du traitement de l'eau une industrie de pointe.

## 2.7 TRAITEMENT DE L'EAU.

Les ressources en eau douce de surface comme les cours d'eau (dans notre cas la Seine) fournissent une eau brute qui contient énormément de pollutions qui la rendent non potable, il faut donc les éliminer. Dans ce but, l'eau va subir un certain nombre de traitements nécessaires pour la rendre potable dans une usine de production d'eau potable. C'est la mission effectuée par l'usine de production d'eau potable SAGEP située à Orly qui alimente en partie la population au sud de Paris. Mise en service en 1969, elle est dotée d'une filière

physico-chimique rapide (ajout de produits chimiques pour une coagulation rapide puis filtration). Une goutte d'eau met au minimum 1 heure pour traverser l'usine.

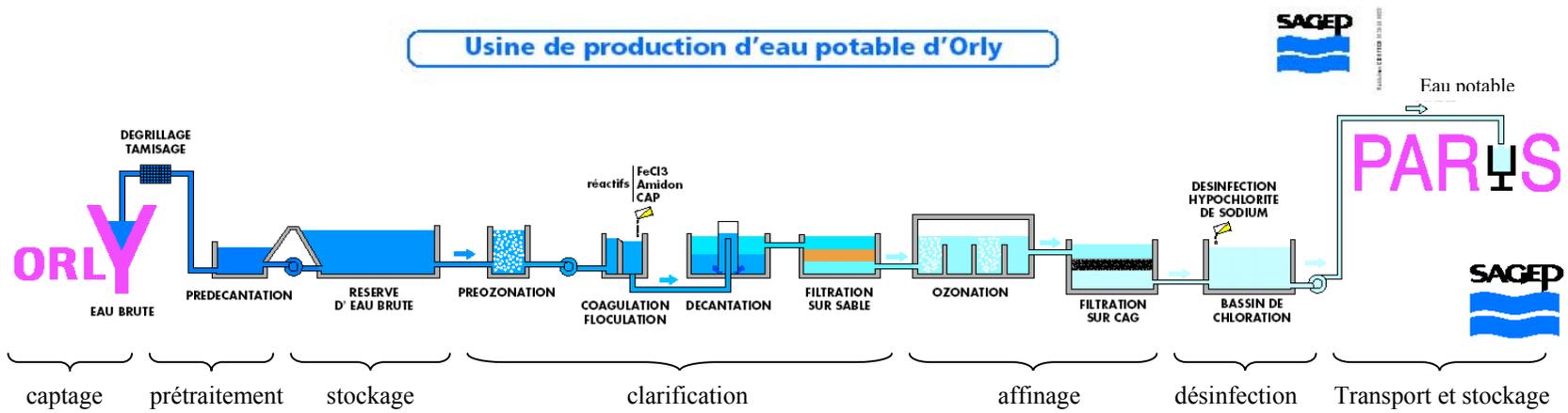
Le traitement d'une eau brute dépend de sa qualité, laquelle est fonction de son origine et peut varier dans le temps. L'eau à traiter doit donc être en permanence analysée (paramètres de l'eau mesurés en continu : **pH, conductivité, température, oxygène, turbidité, matière en suspension, ammonium, teneur en chlore, carbone organique total, hydrocarbures dissous et de surface**) tout au long des différentes étapes de traitement dans l'usine mais également sur la Seine et ses affluents en amont de l'usine.

Il est primordial d'ajuster le traitement d'une eau à sa composition et, si nécessaire, de le moduler dans le temps en fonction de la variation observée de ses divers composants. Il peut arriver cependant qu'une pollution subite ou trop importante oblige l'usine à s'arrêter momentanément.

2.7.1 Schéma de l'usine de production d'eau potable d'Orly.



Usine de production d'eau potable d'Orly



### 2.7.2 Les différentes étapes de traitement.

La production de l'eau potable se déroule en 6 étapes :

- **Captage** : Pompage de l'eau brute dans la Seine.
- **Prétraitement** : Le dégrillage – tamisage consiste à retenir tous les gros déchets tel que les morceaux de bois, les bouteilles en plastiques, les canettes, ...
- **Stockage** : Le transit de l'eau brute par une réserve permet un effet tampon en cas de variation de la qualité de l'eau et atténue sensiblement sa turbidité grâce à une décantation naturelle des particules les plus lourdes. Cette réserve garantit, en cas de pollution importante de la Seine, une autonomie d'une journée de production à pleine capacité (300 000 m<sup>3</sup> /jour).
- **Clarification** : Elle permet l'élimination des particules en suspension. Sous l'effet de leur poids, les particules gravitent vers le fond où elles se déposent. L'eau décantée est ensuite filtrée à travers plusieurs couches de sable qui retiennent les particules résiduelles les plus fines. Pour faciliter cette étape, et en particulier éliminer les particules en suspension de très petites tailles, l'ajout d'un produit chimique (un coagulant) permet à ces particules de s'agglomérer. Plus grosses et plus lourdes, les nouvelles particules sont plus facilement décantées et filtrées. On appelle ce procédé la coagulation / floculation.
- **Affinage** : L'affinage se fait en milieu fermé pour préserver l'eau clarifiée de toute altération. De l'ozone (oxygène activé) traverse l'eau pendant 4 minutes. Il transforme les molécules non biodégradables en matière biodégradable, et tue les micro-organismes dangereux pour l'homme. Ces derniers micro-polluants sont retenus par un lit de charbon actif lors de la filtration.
- **Désinfection** : En fin de traitement, la désinfection permet l'élimination des micro-organismes pathogènes (bactéries et virus). On utilise pour cela un désinfectant chimique : le chlore. Il est important que ce traitement persiste tout au long du réseau afin qu'aucun germe ne puisse se développer dans les canalisations où l'eau peut séjourner plusieurs jours. Enfin, si besoin est, la dureté et l'acidité de l'eau sont corrigées afin de protéger les canalisations de la corrosion ou de l'entartrage.

### 3 LES CONTROLEURS PH ET CONDUCTIVITE.

#### 3.1 MISE EN SITUATION.

Les Contrôleurs HEITOMAT de pH et de conductivité sont situés dans un local situé en bord de rivière avec d'autres contrôleurs pour une première analyse de l'eau prélevée au sein de la Seine.

Les résultats de cette analyse vont agir sur les premiers traitements de l'eau et voire même, en cas de forte pollution, arrêter le prélèvement de cette eau de rivière.

Caractéristiques étudiées de l'eau de la Seine:

- une température variant de 1°C à 27°C suivant les périodes de l'année.
- un pH variant de 7,2 à 8,5.
- une conductivité variant de 350 à 600  $\mu\text{S/cm}$ .

Mais en cas de pollution ou de crue, ces caractéristiques changent. Exemple : diminution du pH en cas de pollution à l'acide ou augmentation de la conductivité en cas de pollution au sel lors du naufrage d'une péniche naviguant sur la Seine à proximité de l'usine.

Les contrôleurs de pH et de conductivité sont amenés à évoluer dans d'autres domaines que celui de la mesure de l'eau destinée à la consommation, ce qui impose de plus grandes plages de mesure.

Il est primordial de mesurer en continu la température, le pH et la conductivité de l'eau de la Seine car :

- une forte conductivité indique une présence élevée de métaux (mercure, arsenic, cuivre, aluminium,...) nocifs pour la santé.
- à l'inverse, une conductivité trop faible, indique une eau pauvre en sels minéraux indispensables pour la santé.
- un pH élevé entartre les canalisations transportant l'eau potable produite jusqu'aux consommateurs.
- à l'inverse, un pH faible, les décape.
- une température supérieure à 25°C, impose de mélanger l'eau potable produite avec les eaux souterraines (sources) afin de la refroidir .

#### 3.2 CONSTITUTION DES CONTROLEURS PH ET CONDUCTIVITE

Les contrôleurs pH et conductivité de la société HEITO se composent :

- d'un bloc encastrable dans une armoire pour chaque contrôleur qui représente l'élément principal.
- d'une sonde pH ou conductivité selon le contrôleur.
- d'une sonde de température (ce paramètre a une influence sur le pH et la conductivité).
- d'un ensemble mécanique autonettoyant nécessaire pour la sonde pH, lorsque celle-ci évolue dans un milieu sale ou visqueux.

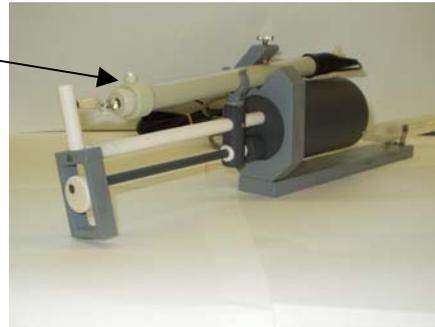
Remarque: La modularité de la gamme des Contrôleurs HEITOMAT est telle que l'architecture interne est commune à tous et que seul le module de mesure diffère.

En conséquence les contrôleurs sont réorganisés pour le thème du BAC2005 en un seul appareil qui est l'objet technique contrôleur pH / conductivité.

Photos :

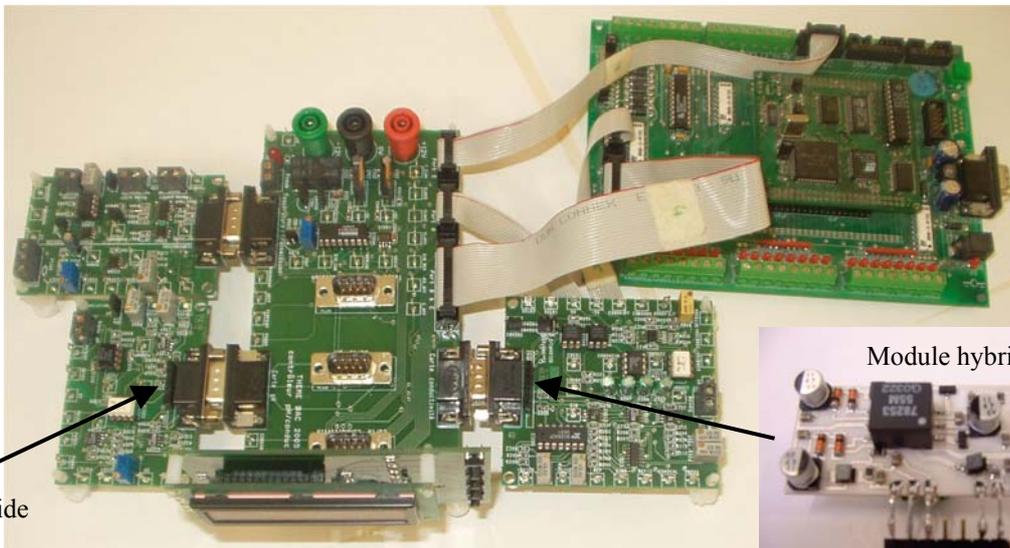


Contrôleur HEITOMAT de pH



Sonde pH industrielle

Ensemble mécanique autonettoyant réel de sondes pH



Module hybride

Module hybride

Système Elève : contrôleur pH / conductivité



Sonde Conductivité de laboratoire



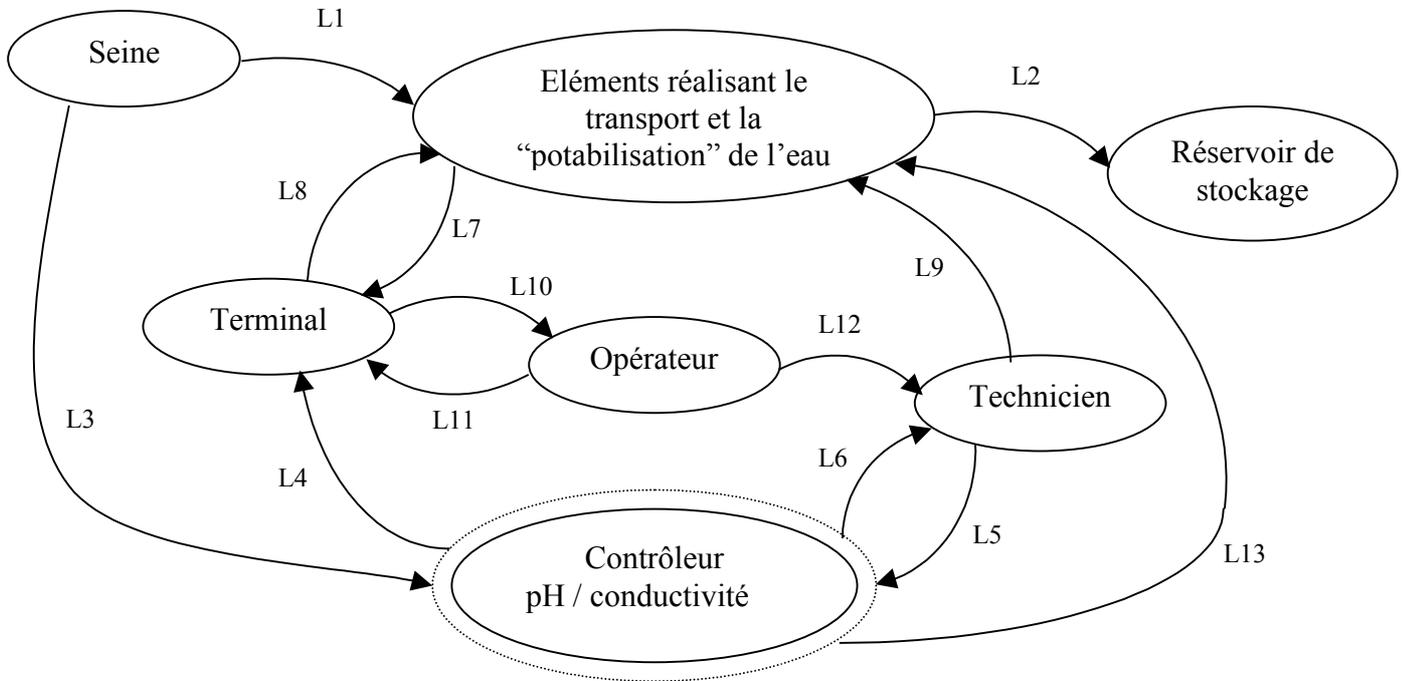
Sonde pH de laboratoire



Sonde Température PT100

## 4 ANALYSE FONCTIONNELLE DU CONTROLEUR PH / CONDUCTIVITE.

### 4.1 DIAGRAMME SAGITTAL.



#### Liaisons du diagramme sagittal

L1 : Eau non potable prélevée dans la Seine.

L2 : Eau potable.

L3 : Informations liées à la qualité de l'eau (température, pH et conductivité).

L4 : Informations sur la valeur des paramètres de l'eau (température, pH et conductivité).

L5 : Opérations de réglage et d'étalonnage du contrôleur pH / conductivité.

L6 : Informations visuelles des paramètres de l'eau (température, pH et conductivité) ainsi que les réglages du contrôleur pH / conductivité.

L7 : Informations liées au fonctionnement du système.

L8 : Commandes de fonctionnement.

L9 : Opérations de maintenance et d'entretien.

L10 : Informations visuelles liées au fonctionnement du système.

L11 : Saisie des consignes de fonctionnement.

L12 : Informations liées à la nature de l'intervention à effectuer.

L13 : Mise en fonctionnement pompe

## 4.2 ELEMENTS DU DIAGRAMME SAGITTAL.

**Contrôleur pH / conductivité :** C'est l'objet technique au centre du système qui mesure en continu les paramètres de l'eau de la Seine ( pH, conductivité et température) permettant ainsi le réglage précis par l'opérateur des taux de traitement agissant sur la qualité de l'eau potable produite.

**Seine :** Fleuve alimentant en eau l'usine de traitement.

**Réservoir de stockage :** Réservoir stockant au fur et à mesure l'eau potable produite. Il sert de tampon entre la production et la distribution.

**Technicien :** Personne assurant la maintenance et l'entretien des installations et des machines, mais aussi le réglage et l'étalonnage des appareils de mesure. Il effectue quotidiennement des prélèvements et des analyses de l'eau afin de s'assurer de la validité des résultats des appareils de mesure.

**Terminal :** Ordinateur centralisant et visualisant toutes les mesures des paramètres de l'eau ainsi que les informations liées au fonctionnement de l'usine (niveau d'eau, débit, dose de réactif injecté, ...).

**Opérateur :** Personne gérant les informations reçues, surveillant le bon fonctionnement de la production, changeant les consignes de fonctionnement (variation de la production, taux de traitement,...), prenant les décisions en cas de pollution, prévient le technicien en cas de problème.

## 4.3 ETUDE DES MILIEUX ASSOCIES.

### Milieu humain :

Le contrôleur pH / conductivité doit être étalonné régulièrement par un technicien à partir de solutions étalons lorsque des écarts apparaissent entre la valeur affichée par l'appareil et le résultat des analyses quotidiennes effectuées en laboratoire ou lors du remplacement d'une sonde.

### Milieu économique :

La gamme HEITOMAT est modulaire, seul le module de mesure diffère selon le type de contrôleur.

De par sa technologie interne, le contrôleur pH / conductivité peut recevoir n'importe quelle sonde de pH et de conductivité du commerce.

### Milieu physique :

- Le contrôleur de pH / conductivité évolue dans un milieu humide et fortement parasité.
- Sa température de fonctionnement doit être comprise entre 0 et 50°C.
- Les sondes de mesure baignent dans une eau chargée en particules.

### Milieu technique :

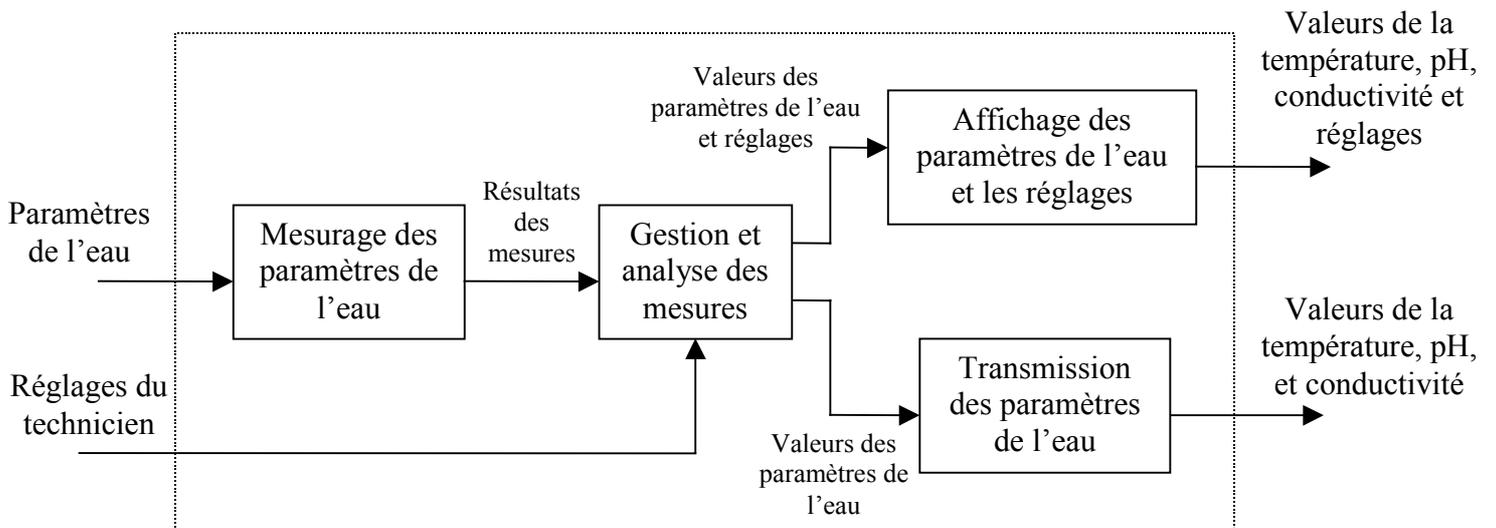
- Mise en œuvre d'un micro-contrôleur 8 bits.
- Mémorisation des différents réglages du technicien en cas de coupure secteur.
- Alimentation sous 230V +- 10% 50-60 Hz.
- plages de mesure :
  - température : de 0 à 100°C.
  - pH : de 0 à 14.
  - Conductivité gamme 1 : de 1mS à 10mS.
  - Conductivité gamme 2 : de 100µS à 1000µS.

**4.4 FONCTION D'USAGE DE L'OBJET TECHNIQUE.**

L'objet technique est un contrôleur pH / conductivité qui doit :

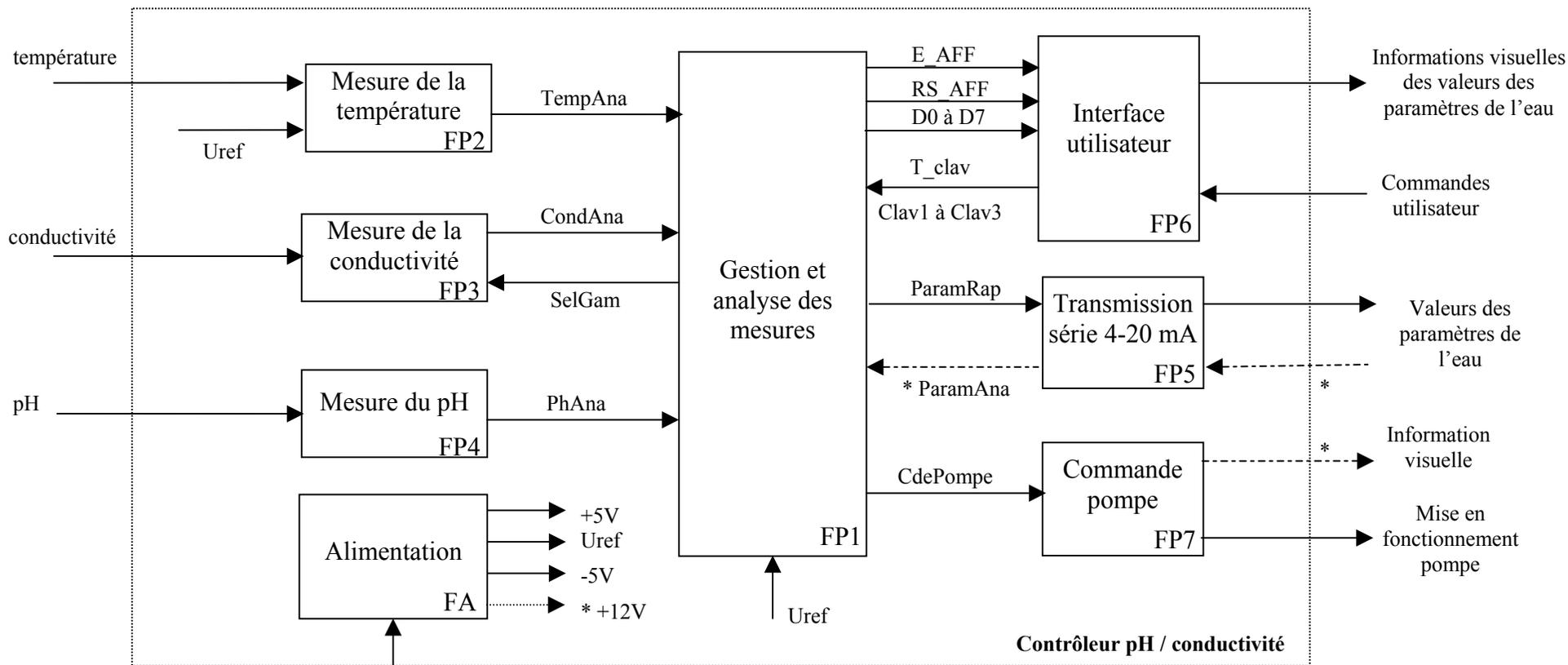
- Mesurer les paramètres (température, pH et conductivité) de l'eau
- Gérer et analyser les mesures suivant les réglages du technicien
- Transmettre au terminal les valeurs de la température, du pH et de la conductivité
- Informer le technicien par affichage des valeurs de la température, du pH et de la conductivité ainsi que les réglages de l'appareil

**4.5 SCHEMA FONCTIONNEL DE NIVEAU 2.**



4.6 ANALYSE FONCTIONNELLE DE 1<sup>ER</sup> DEGRE DU CONTROLEUR PH : CONDUCTIVITE

4.6.1 schéma fonctionnel de 1<sup>er</sup> degré du controleur de ph / conductivite.



\* pour le besoin du thème

paramètres de l'eau : température, pH et conductivité

#### 4.6.2 rôle des fonctions principales du contrôleur de pH / conductivité.

**FA “Alimentation”**: Cette fonction fournit des tensions continues de +5V, -5V, +12V et une tension de référence Uref.

**FP1 “Gestion et analyse des mesures”**: Cette fonction assure le séquençage du fonctionnement du contrôleur pH / conductivité ainsi que le calcul de la valeur de la température, du pH et de la conductivité à partir des informations reçues.

**FP2 “Mesure de la température”**: Cette fonction mesure la température de l'eau.

**FP3 “Mesure de la conductivité”**: Cette fonction mesure la conductivité de l'eau.

**FP4 “Mesure du pH”**: Cette fonction mesure le pH de l'eau.

**FP5 “Transmission série 4-20 mA”**: Cette fonction transmet à distance les valeurs des paramètres de l'eau au terminal.

**FP6 “Interface utilisateur”**: Cette fonction affiche au technicien les différents réglages de l'appareil ainsi que les valeurs des paramètres de l'eau. Le technicien effectue, grâce à plusieurs touches, la saisie des différents réglages du contrôleur pH / conductivité.

**FP7 “Commande pompe”**: Cette fonction permet la mise en route d'une pompe permettant l'ajout de produits chimiques afin de réguler la valeur du paramètre à surveiller (pH ou conductivité).

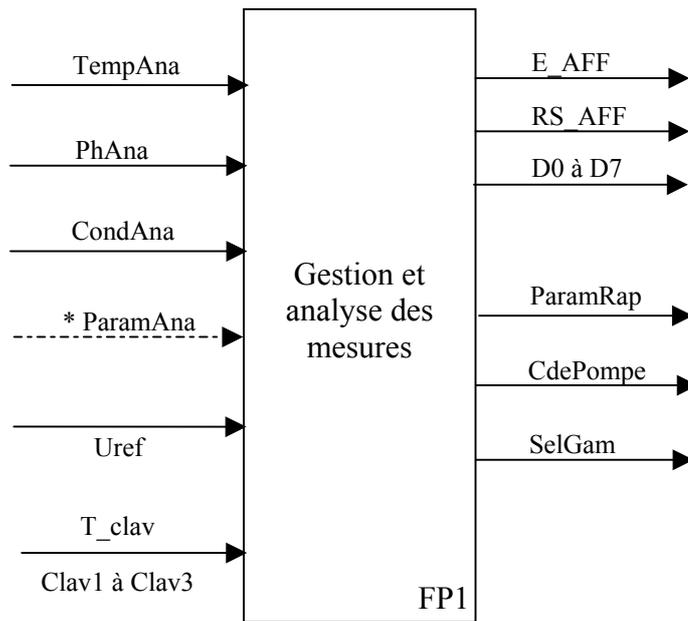
**4.7 ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP1 : “GESTION ET ANALYSE DES MESURES”**

La fonction réalise la gestion du processus de fonctionnement du Contrôleur pH / Conductivité avec l'analyse et le traitement numérique des données.

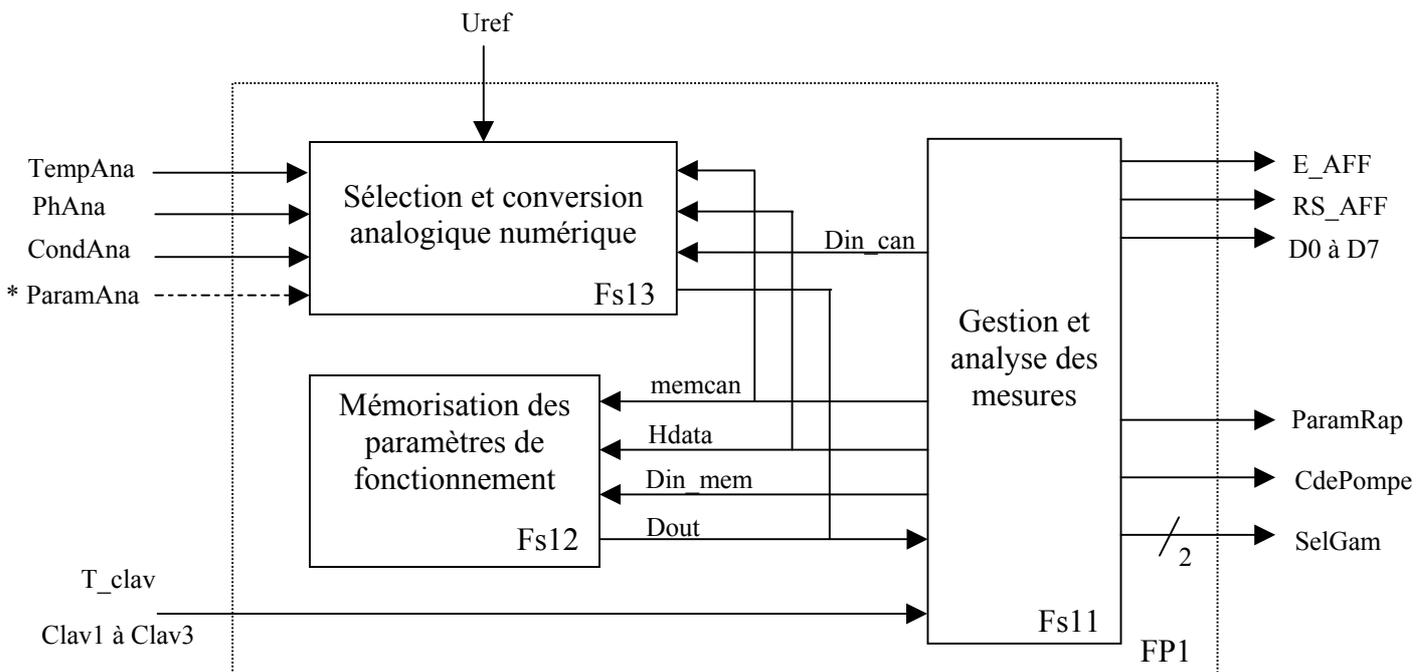
Et plus spécifiquement la prise en compte de

- la température qui influe de manière non négligeable sur les paramètres physiques pH et conductivité de l'eau,
- les caractéristiques des sondes pH et conductivité qui leur sont propres et qu'il convient de saisir au moment de la mise en fonctionnement du contrôleur pH / Conductivité.

C'est ce que réalise la fonction FP1 par l'intermédiaire d'un clavier et **d'une gestion logiciel**.



**4.7.1 Schéma fonctionnel de degré 2 de FP1 : « Gestion et analyse des mesures »**



\* Pour les besoins du thème.

#### 4.7.2 Fonction Fs11 : « Gestion et analyse des mesures »

Cette fonction est organisée autour du microcontrôleur 68HC11 qui gère et analyse les mesures de l'objet technique.

##### Cahier des charges :

La fonction est composée d'un microcontrôleur 68HC11 afin de minimiser la complexité de la carte électronique, avoir une bonne ergonomie et de pourvoir, lors d'une mise à jour du logiciel interne, ajouter de nouvelles fonctions au contrôleur pH/conductivité.

##### Entrées :

**Dout** : sortie série (PA1) des données de la mémoire sur 16 bits ou du résultat de la conversion analogique numérique sur 12 bits suivant le niveau logique du signal memcan.

**T\_clav** : signal logique (PE3) signifiant l'appui sur une touche du clavier.

T\_clav = 1 : pas d'appui sur une touche.

T\_clav = 0 : appui sur une touche.

**Clav1 à Clav3** : signaux logiques (PE0 à PE2), issus de la carte afficheur - clavier identifiant la touche sélectionnée.

##### Sorties :

**memcan** : signal logique (PA4) de validation de la mémoire ou du convertisseur analogique numérique.

memcan = 0 : CAN validé.

memcan = 1 : mémoire validée.

**Hdata** : signal d'horloge (PA3) de la mémoire série et du convertisseur analogique numérique, actif au front montant.

**Din\_mem** : entrée série sur 16 bits (PA6) des données de la mémoire.

**Din\_can** : entrée série sur 8 bits (PA5) des commandes du convertisseur analogique numérique (sélection tension à convertir, lancement conversion, ...).

**RS\_AFF** : signal logique (PC0) à destination de la carte afficheur - clavier indiquant à l'afficheur la nature des informations transmises sur les signaux D0 à D7.

RS\_AFF = 0 : instruction transmise.

RS\_AFF = 1 : caractère transmis.

**E\_AFF** : signal logique (PC1) de validation de la commande transmise à l'afficheur, actif au front descendant.

**D0 à D7** : mot de 8 bits (PB0 à PB7) représentatif de la commande transmise à l'afficheur (instruction ou caractère).

**ParamRap** : Signal logique périodique de fréquence  $F_{paramra} = 30,5\text{Hz}$ , d'amplitude 0/5V (théorique) dont le rapport cyclique variable est significatif d'un paramètre de l'eau à transmettre, tel que:

Rapport Cyclique =  $R_{Cmin} = 16\%$  avec  $TH_{min} = 5,24\text{ms}$  pour la valeur "mini" du paramètre.

Rapport Cyclique =  $R_{Cmax} = 80\%$  avec  $TH_{max} = 26,21\text{ms}$  pour la valeur "max" du paramètre

**CdePompe** : signal logique (PC7) de commande d'une pompe en fonction du seuil de pH défini par le technicien.

Cdepompe = 1 : pompe en fonctionnement.

Cdepompe = 0 : pompe à l'arrêt.

**Selgam** : Mot binaire de 2 bits formé de 2 signaux logiques 0/5V (théorique) tel que:

- Selgam1 = 1 et Selgam2 = 0, sélectionne la gamme 1 pour une conductivité de 1mS à 10mS.
- Selgam1 = 0 et Selgam2 = 1, sélectionne la gamme 2 pour une conductivité de 100µS à 1mS.

#### 4.7.3 Fonction Fs12 : « Mémorisation des paramètres de fonctionnement »

Elle est construite autour d'une mémoire série permettant la sauvegarde, en cas de coupure secteur, des paramètres de fonctionnement du contrôleur pH / conductivité (valeurs d'étalonnage et réglages du seuil pH).

##### Cahier des charges :

Afin d'éviter un étalonnage systématique des sondes de température, pH et conductivité ainsi que le réglage du seuil pH à chaque mise sous tension ou lors d'une coupure secteur, les différents paramètres sont mémorisés dans une mémoire externe. La liaison avec le microcontrôleur se fera par l'intermédiaire d'une liaison série afin de minimiser le nombre de connexions avec le microcontrôleur 68HC11. La solution retenue devra être la moins chère possible.

##### Paramètres mémorisés :

Nom du paramètre	Taille	désignation	Adresse mémoire
Pente	16 bits	Etalonnage sonde pH	\$0000
Ph0	16 bits	Etalonnage sonde pH	\$0001
Tempe	16 bits	Etalonnage sonde pH	\$0002
Fctemp	16 bits	Etalonnage sonde température	\$0003
CoefT	16 bits	Etalonnage sonde conductivité	\$0004
Coefc	16 bits	Etalonnage sonde conductivité	\$0005
Vseuil	16 bits	Réglage seuil pH	\$0006
Znseuil	16 bits	Réglage seuil pH	\$0007
Sseuil	16 bits	Réglage seuil pH	\$0008
Fctempbi	16 bits	Etalonnage boucle de courant	\$0009
Fcphbi	16 bits	Etalonnage boucle de courant	\$000A

##### Entrées :

**Din\_mem** : paramètres de fonctionnement sous forme de doubles octets envoyés en série par Fs11 (PA6).

**memcan** : signal logique (PA4) de validation de la mémoire ou du convertisseur analogique numérique.

memcan = 0 : CAN validé.

memcan = 1 : mémoire validée.

##### Sortie :

**Dout** : paramètres de fonctionnement sous forme de doubles octets en série à destination de Fs11 (PA1).

#### 4.7.4 Fonction Fs13 : « Sélection et conversion analogique numérique »

Cette fonction sélectionne et convertit la tension image de la température (TempAna), du pH (PhAna) et de la conductivité (CondAna) de l'eau ainsi que la tension image du paramètre (ParamAna) envoyé par un autre contrôleur pH / conductivité (pour les besoins du thème).

**Cahier des charges :**

Le composant retenu doit permettre une conversion de quatre tensions analogiques issues de la carte température / transmission (TempAna) et (ParamAna), de la carte pH (PhAna) et de la carte conductivité (CondAna).

La précision des mesures est de :

- $\pm 0.1$  °C pour la mesure de température, ce qui se traduit par une précision de  $\pm 2$ mV pour la tension TempAna.
- $\pm 0.1$  pH pour la mesure du pH, ce qui se traduit par une précision de  $\pm 14$  mV pour la tension PhAna.
- $\pm 1$   $\mu$ S pour la mesure de la conductivité avec la gamme 2, ce qui se traduit par une précision de  $\pm 2.2$  mV pour la tension CondAna.
- $\pm 10$   $\mu$ S pour la mesure de la conductivité avec la gamme 1, ce qui se traduit par une précision de  $\pm 2.2$  mV pour la tension CondAna.

Il faut donc un convertisseur analogique numérique avec une résolution supérieure à 10 bits.

Le temps de conversion n'est pas un critère majeur car les tensions analogiques (TempAna, PhAna, CondAna et ParamAna) ne sont pas converties en continu mais à intervalles réguliers suivant le déroulement du programme.

La liaison avec la fonction FS11 est réalisée par une liaison série afin de minimiser le nombre de connexions avec le microcontrôleur 68HC11.

Evolution possible : Choisir un convertisseur analogique numérique plus précis afin d'augmenter la précision des mesures des tensions analogiques (TempAna, PhAna, CondAna et ParamAna).

**Entrées :**

**TempAna :** Tension analogique telle que  $0,25V < U_{TempAna} < 2,25V$  pour une température comprise entre 0°C et 100°C.

**PhAna :** Tension analogique telle que  $250mV < U_{pHAna} < 2,25V$  pour un pH compris entre 14 et 0.

**CondAna :** Tension continue  $U_{condAna}$  significative de la conductivité de l'eau telle que:

pour la Gamme1 :  $1mS < \text{Conductivité} < 10mS$  alors  $0,25V < U_{CondAna} < 2,25V$ .

pour la Gamme2 :  $100\mu S < \text{Conductivité} < 1mS$  alors  $0,25V < U_{CondAna} < 2,25V$ .

**ParamAna :** Tension continue telle que:

$480mV < U_{ParamAna} < 2,4V$ , respectivement pour  $Valmin < \text{Valeur du Paramètre} < Valmax$ , significative du paramètre transmis.

**Din\_can :** entrée série sur 8 bits (PA5) des commandes du convertisseur analogique numérique (sélection tension à convertir, lancement conversion, ...).

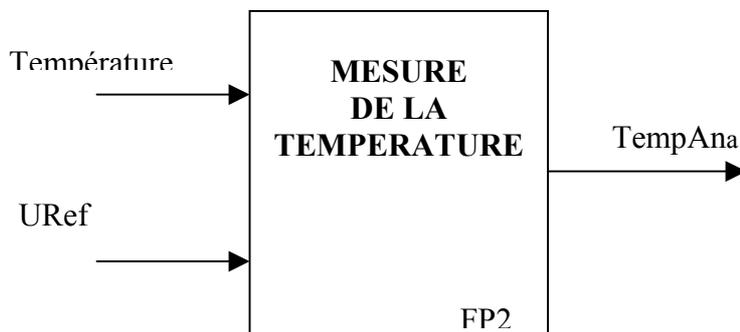
**Hdata :** signal d'horloge (PA3) de la mémoire série et du convertisseur analogique numérique, actif au front montant.

**Uref :** Tension continue régulée de 2,5V.

**Sortie :**

**Dout :** résultat sous forme série de la conversion analogique numérique de la tension analogique sélectionnée.

#### 4.8 ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP2.



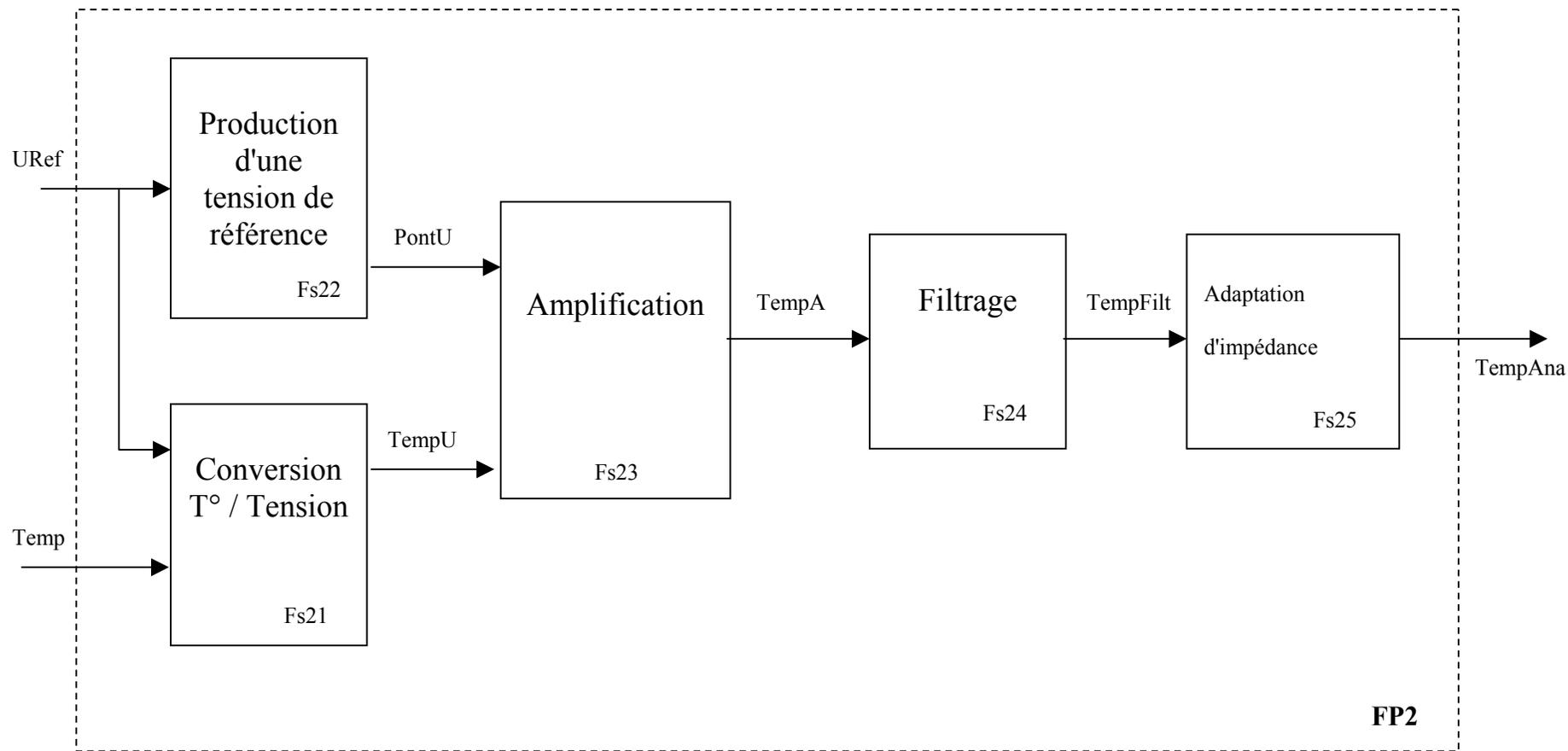
##### 4.8.1 CAHIER DES CHARGES.

La température influence les paramètres Conductivité et pH de l'eau et ceci de manière notable. Il est donc nécessaire de prendre en compte la température de l'eau pour évaluer son pH et sa conductivité.

Pour information la température de l'eau varie sur l'année au maximum de 1°C à 27°C.

- Température d'utilisation de l'appareil : 0°C à 100°C à +/- 0,1°C.
- La grandeur de sortie  $U_{TempAna}$ , doit évoluer de 250mV à 2,25V respective à une température de 0°C à 100°C ceci afin de respecter les 2 contraintes suivantes:
  - Etre compatible avec le traitement numérique de l'information qui accepte des grandeurs 0 à 2,5V.
  - Détecter un défaut sonde qui se traduit par une grandeur  $U_{TempAna}$  en dehors de l'intervalle [250mV, 2,25V].
- De part la tolérance sur les composants et de leurs imperfections. Il est nécessaire d'étalonner les structures électroniques.

4.8.2 Schéma fonctionnel de degré 2 de FP2



#### 4.8.3 Fonction Fs21 : Conversion Température / Tension

Cette fonction convertit en une tension, la température de l'eau.

Entrées:

**Temp** : température de l'eau.

**URef** : Tension continue régulée de 2,5V.

Sortie:

**TempU** : Tension UTempAna significative de la température de l'eau.

Cette grandeur électrique est ajustée afin d'obtenir  $U_{tempAna} = 250mV$  à  $0^{\circ}C$  (ou  $0V$  à  $-12^{\circ}C$ ).

#### 4.8.4 Fonction Fs22 : Production d'une tension de référence.

Cette fonction produit une tension continue de référence.

Entrée:

**URef** : Tension régulée de 2,5V.

Sortie:

**PontU** : Tension continue UPontU de l'ordre de quelques dizaines de millivolts.

Cette grandeur électrique est ajustée afin d'obtenir  $U_{tempAna} = 250mV$  à  $0^{\circ}C$  (ou  $0V$  à  $12^{\circ}C$ ).

#### 4.8.5 Fonction Fs23 : Amplification.

Cette fonction permet une mise à l'échelle de la tension significative de la température pour un traitement numérique ultérieur.

Entrées:

**TempU** , **PontU**

Sortie:

**TempA** : Tension UTempA telle que  $0,25V < U_{tempA} < 2,25V$  pour une température comprise entre  $0^{\circ}C$  et  $100^{\circ}C$ .

#### 4.8.6 Fonction Fs24 : Filtrage

Cette fonction filtre la grandeur d'entrée et ainsi conserve une valeur de tension significative de la température de l'eau.

Entrée:

**TempA**

Sortie:

**TempFilt** : Tension UTempFilt filtrée telle que  $0,25V < U_{tempFilt} < 2,25V$  pour une température comprise entre  $0^{\circ}C$  et  $100^{\circ}C$ .

#### 4.8.7 Fonction Fs26 : Adaptation d'impédance.

Cette fonction réalise une adaptation en impédance nécessaire à FP1 pour traitement de l'information température.

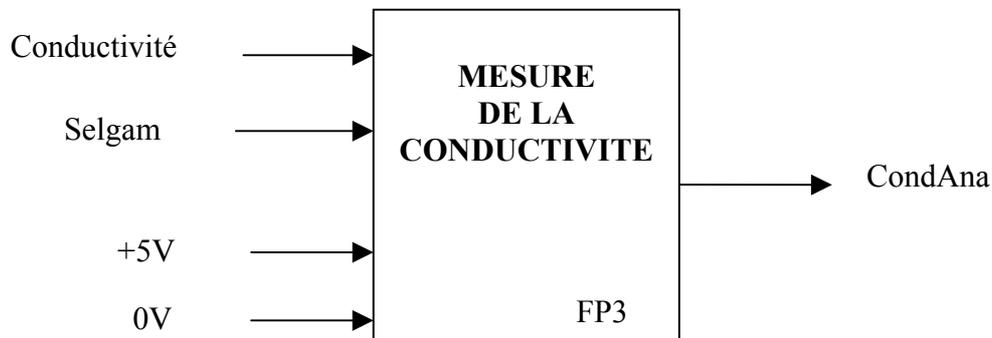
Entrée:

**TempFilt**

Sortie:

**TempAna** : avec  $UTempAna = UTempFilt$ .

#### 4.9 ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP3.



##### 4.9.1 Cahier des charges.

La conductivité de l'eau de seine évolue entre  $350\mu\text{S}$  et  $600\mu\text{S}$  en temps normal, mais les contrôleurs pH / Conductivité sont aussi utilisés dans d'autres domaines. Ceci se traduit par

- L'échelle de la mesure de la conductivité est de  $100\mu\text{S}$  et  $10\text{mS}$  en 2 gammes par sélection automatique.

- Gamme 1 : conductivité comprise entre  $1\text{mS}$  et  $10\text{mS}$ .
- Gamme 2 : conductivité comprise entre  $100\mu\text{S}$  et  $1\text{mS}$ .

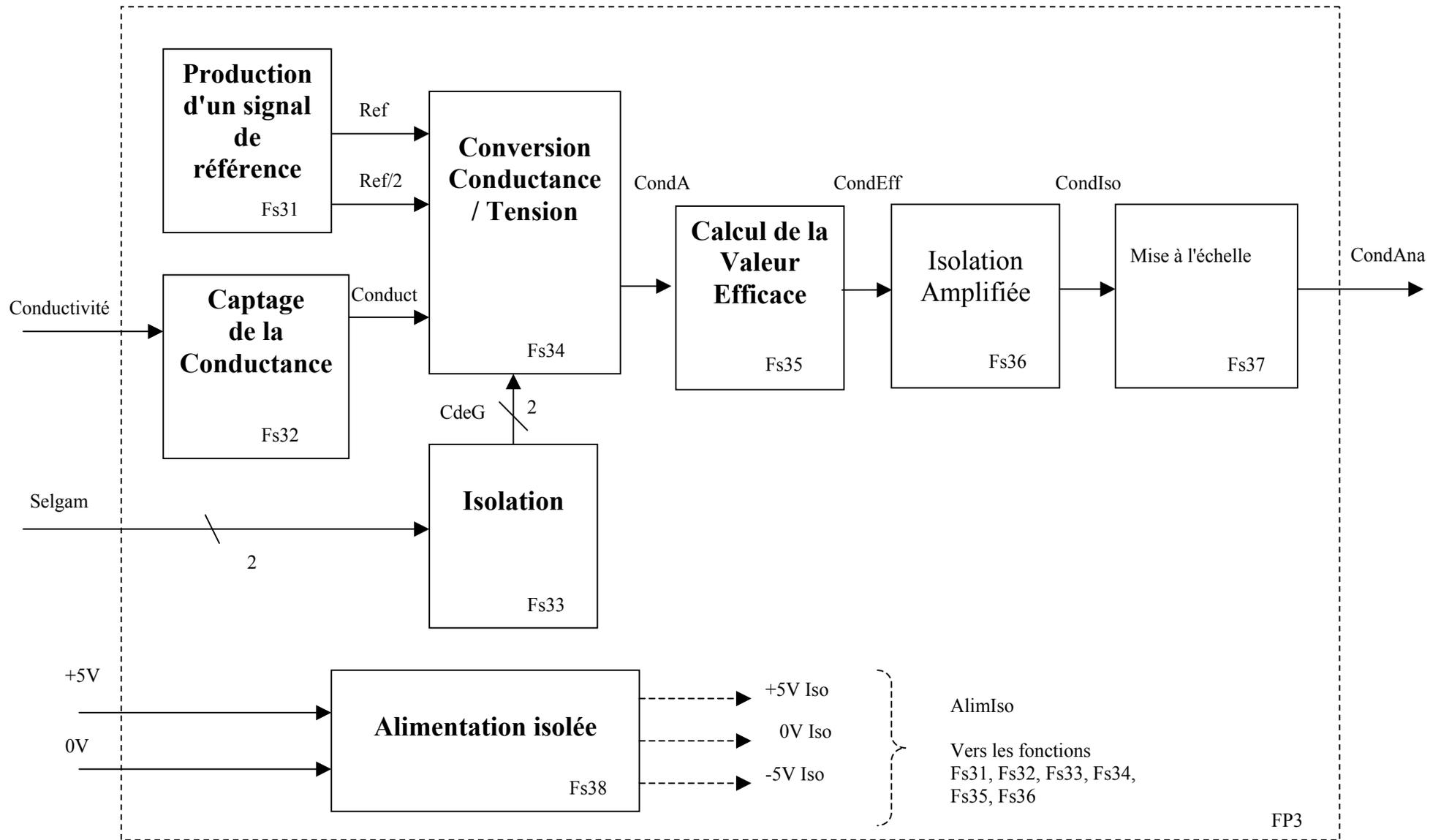
- De part leur constitution, chaque sonde de Conductivité possède des caractéristiques propres (dimensions de la partie captage, constante de cellule,...). Afin de garantir l'exactitude des mesures, il est nécessaire d'effectuer un étalonnage dès la mise en action des sondes, et de manière régulière par la suite.

- Les techniciens sont en contact avec la sonde qui évolue dans l'eau, Or l'appareil est alimenté sous  $220\text{V}$  alternative. Ceci nécessite, pour garantir une sécurité, une isolation galvanique entre la partie captage et la partie traitement de l'information.

- La grandeur de sortie  $U_{\text{CondAna}}$ , doit évoluer de  $250\text{mV}$  à  $2,25\text{V}$  respectivement pour les valeurs extrêmes des 2 gammes : de  $100\mu\text{S}$  à  $1\text{mS}$  et de  $1\text{mS}$  à  $10\text{mS}$ , ceci afin de respecter les 2 contraintes suivantes:

- Etre compatible avec le traitement numérique de l'information qui accepte des grandeurs 0 à 2, 5V.
- Détecter un défaut qui se traduit par une grandeur  $U_{\text{CondAna}}$  en dehors de l'intervalle  $[250\text{mV}, 2,25\text{V}]$ .

4.9.2 Schéma fonctionnel de degré 2 de FP3.



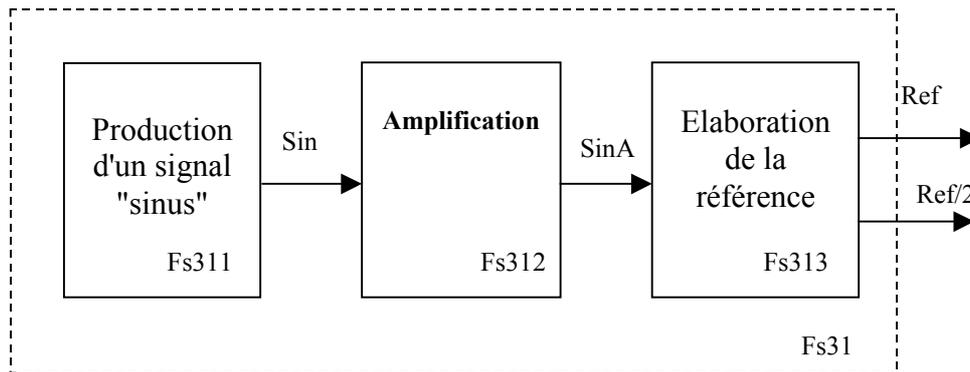
### 4.9.3 Fonction Fs31 : Production d'un signal de référence.

Cette fonction fournit un signal de référence de forme sinusoïdale nécessaire pour la mesure de la conductivité de l'eau.

#### Sorties:

**Ref** : Signal URef sinusoïdale d'amplitude crête à crête 200mV et de fréquence 1kHz.

**Ref/2** : Signal Uref/2 de forme sinusoïdale d'amplitude moitié du signal Uref et de fréquence 1kHz.



#### Définition des liaisons internes.

**Sin** : Signal sinusoïdale Usin d'amplitude crête 1,1V et de fréquence 1kHz.

**SinA** : Signal sinusoïdale UsinA d'amplitude double du signal "USin"

### 4.9.4 Fonction Fs32 : Captage de la Conductance.

Cette fonction capte la conductance de l'eau. Elle est réalisée par la sonde Conductivité.

#### Entrée:

**Conductivité** : Conductivité de l'eau.

#### Sortie:

**Conduct** : Conductance de l'eau pouvant être comprise entre 100μS et 10mS.

### 4.9.5 Fonction Fs33 : Isolation.

Cette fonction permet d'isoler la partie "captage" de l'énergie secteur présente au sein de l'appareil.

#### Entrée:

**Selgam** : Mot binaire de 2 bits formé de 2 signaux logiques 0/5V (théorique) tel que:

- Selgam1 = 1 et Selgam2 = 0, sélectionne la gamme 1 pour une conductivité de 1mS à 10mS,

- Selgam1 = 0 et Selgam2 = 1, sélectionne la gamme 2 pour une conductivité de 100μS à 1mS,

Sortie:

**CdeG** : Mot binaire de 2 bits formé de 2 signaux logiques  $-5V/+5V$  tel que:

- CdeG1 = 0 et CdeG2 = 1, sélectionne la gamme 1 pour une conductivité de 1mS à 10mS.

- CdeG1 = 1 et CdeG2 = 0, sélectionne la gamme 2 pour une conductivité de 100 $\mu$ S à 1mS.

#### 4.9.6 Fonction Fs34 : Conversion Conductance / Tension

Cette fonction convertit la conductance en une tension amplifiée.

Entrées:

**Ref, Ref/2, Conduct, CdeG.**

Sortie:

**ConDA** : Tension UConDA sinusoïdale de fréquence 1KHz et d'amplitude crête telle que :

$14,3mV < U_{conDA} \text{ (crête)} < 143mV$  respectivement pour les valeurs extrêmes de deux gammes 1mS à 10mS (gamme 1 ) et 100 $\mu$ S à 1mS (gamme 2).

#### 4.9.7 Fonction Fs35 : Calcul de la valeur Efficace.

Cette fonction calcule la valeur efficace de la tension UConDA.

Entrée:

**ConDA :**

Sortie:

**ConDEff** : Tension continue UConDEff significative de la valeur efficace de UConDA et représentative de la conductivité de l'eau.

#### 4.9.8 Fonction Fs36 : Isolation Amplifiée.

Cette fonction permet d'isoler la partie "captage" de l'énergie secteur présente au sein de l'appareil.

Entrée:

**ConDEff :**

Sortie:

**ConDIso** : formé par  $U_{ConDIso} = (U_{ConDIso+} - U_{ConDIso-})$

avec  $U_{ConDIso} = 8 \times U_{ConDEff}$ .

#### 4.9.9 Fonction Fs37 : Mise à l'échelle.

Cette fonction réalise une mise à l'échelle de la grandeur CondAna significative de la conductivité de l'eau compatible pour un traitement numérique ultérieur.

Entrée:

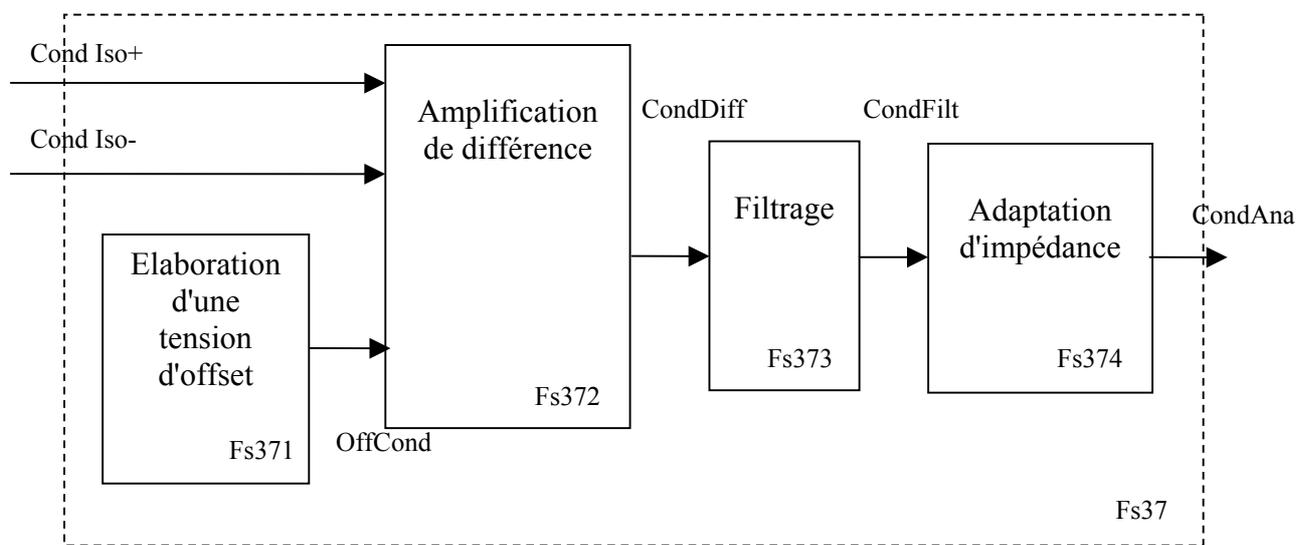
**CondIso :**

Sortie:

**CondAna :** Tension continue UcondAna significative de la conductivité de l'eau telle que:

pour la Gamme1 :  $1\text{mS} < \text{Conductivité} < 10\text{mS}$  alors  $0,25\text{V} < U\text{CondAna} < 2,25\text{V}$ .

pour la Gamme2 :  $100\mu\text{S} < \text{Conductivité} < 1\text{mS}$  alors  $0,25\text{V} < U\text{CondAna} < 2,25\text{V}$ .



#### Définition des liaisons internes.

**OffCond :** DDP continue telle UoffsetCond est de quelques dizaines de millivolts. Cette grandeur doit être ajustée afin de respecter la contrainte sur la grandeur CondDiff .

**CondDiff :** DDP telle que  $0,25\text{V} < U\text{condA} < 2,25\text{V}$

**CondFilt :** DDP filtrée telle que  $0,25\text{V} < U\text{CondFilt} < 2,25\text{V}$

#### 4.9.10 Fonction Fs38 : Elaboration d'une alimentation isolée.

Cette fonction alimente la partie "captage" qui doit être isolée.

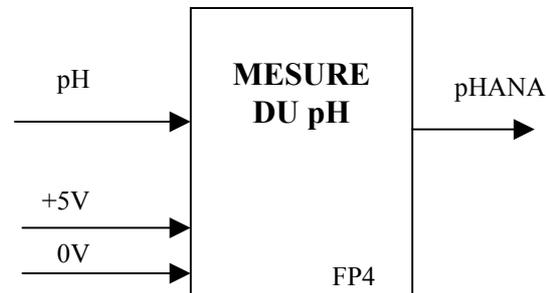
Entrée:

**Tension continue:** 0/+5V

Sortie:

**AlimIso:** 3 grandeurs continues: -5Viso, 0Viso, +5Viso

#### 4.10 ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP4.

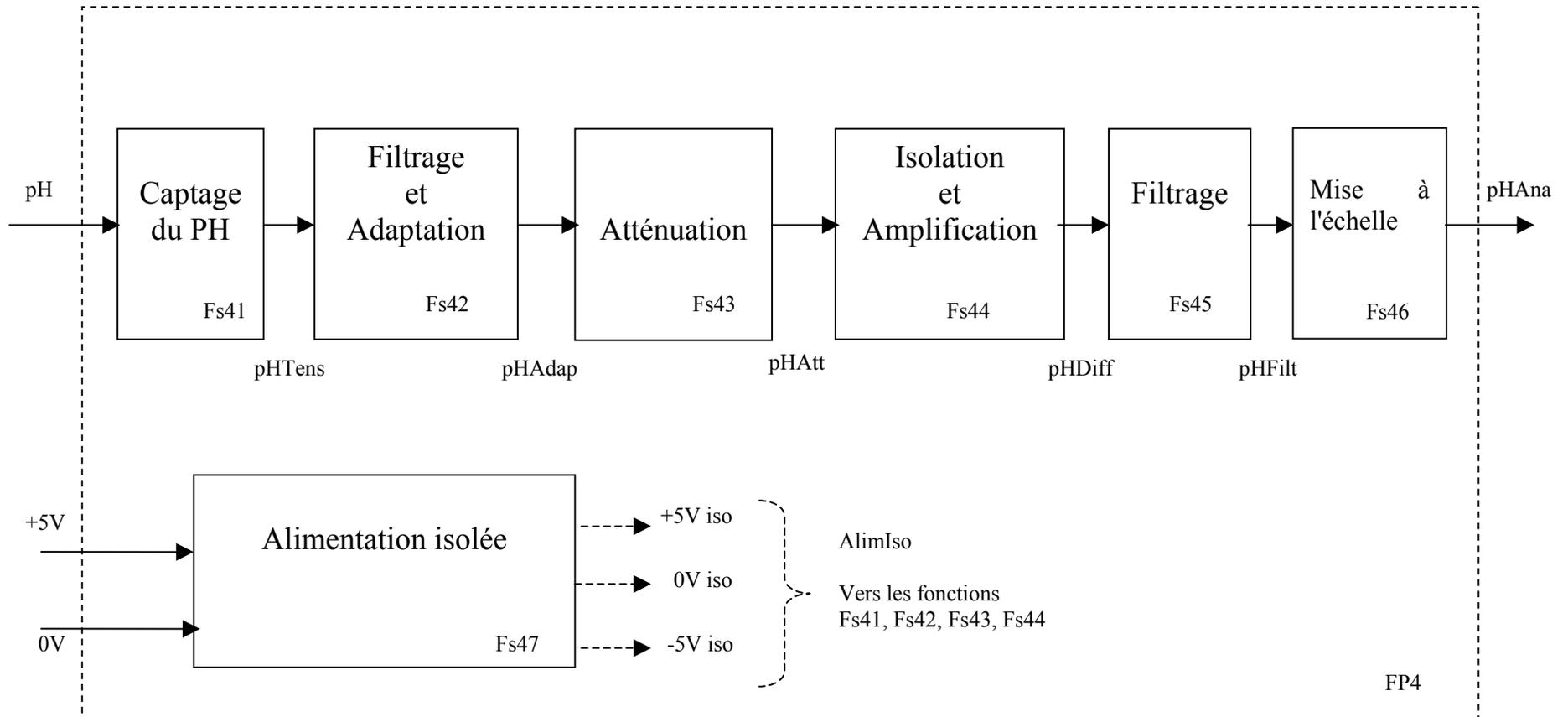


##### 4.10.1 Cahier des charges.

Le pH de l'eau de la Seine évolue entre 7,2 et 8,2 en temps normal, mais les contrôleurs pH / Conductivité sont aussi utilisés dans d'autres domaines. Ceci se traduit par

- Gamme de mesure : de pH=0 (solution basique) à un pH =14 (solution acide) avec une résolution de 0,1pH.
- De part leur constitution, chaque sonde de pH possède des caractéristiques propres et qui plus est, se modifient dans le temps en fonction du milieu (encrassement, usure, etc.). Afin de garantir l'exactitude des mesures, il est nécessaire d'effectuer un étalonnage dès la mise en action des sondes, et de manière régulière par la suite.
- Les techniciens sont en contact avec la sonde qui évolue dans l'eau. Or l'appareil est alimenté sous 220V alternative. Ceci nécessite, pour garantir une sécurité, une isolation galvanique entre la partie captage et la partie traitement de l'information.
- La grandeur de sortie  $U_{pHANA}$ , doit évoluer de 250mV à 2,25V respectivement pour les valeurs de pH comprises entre 14 et 0 ceci afin de respecter les 2 contraintes suivantes:
  - Etre compatible avec le traitement numérique de l'information qui accepte des grandeurs 0 à 2, 5V.
  - Détecter un défaut qui se traduit par une grandeur  $U_{pHANA}$  en dehors de l'intervalle [250mV, 2,25V].

4.10.2 Schéma fonctionnel de degré 2 de FP4.



#### 4.10.3 Fonction Fs41 : Captage du pH

Cette fonction convertit en une tension le pH de l'eau. Elle est réalisée par la sonde pH.

Entrée:

**pH** : PH de l'eau.

Sortie:

**pHTens**: Tension  $U_{pHTens}$  significative du pH telle que:

$-400\text{mV} < U_{pHTens} < 400\text{mV}$  respectivement pour  $14 > \text{pH} > 0$ .

Remarque: Les valeurs  $-400\text{mV}$  et  $+400\text{mV}$  sont des valeurs médianes, car elles dépendent des caractéristiques intrinsèques de chaque sonde pH (voir documents pH).

Avec la sonde pH "Heito" on obtient une ddp  $E = -57\text{mV}$  par unité de pH à  $18^\circ\text{C}$  avec  $E=0$  pour  $\text{pH}7$ .

#### 4.10.4 Fonction Fs42 : Filtrage et Adaptation d'impédance.

Cette fonction élimine les fluctuations intempestives du pH au sein de l'eau et réalise une adaptation d'impédance du fait des caractéristiques de la sonde pH.

Entrée:

**pHTens.**

Sortie:

**pHAdap** : Tension  $U_{pHAdapt}$  éliminée de toute variation intempestive de  $U_{pHTen}$

#### 4.10.5 Fonction Fs43 : Atténuation.

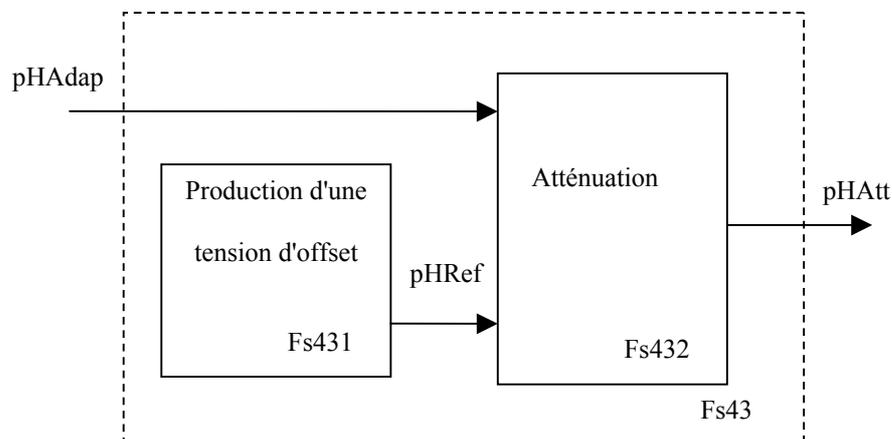
Cette fonction effectue une mise à l'échelle par atténuation de 0,25 du signal d'entrée nécessaire à Fs44.

Entrée:

**pHAdap**

Sortie:

**pHAtt** : Tension  $U_{pHAtt}$  telle que  $25\text{mV} < U_{pHAtt} < 225\text{mV}$  pour un pH respectif compris entre 14 et 0.



#### 4.10.5.1 Fonction Fs431 : Production d'une tension de référence.

Cette fonction réalise une tension d'offset ajustée lors de l'étalonnage de la structure électronique, permettant de compenser les divergences de caractéristiques propres à chaque sonde.

**pHRef** : Tension continue  $U_{pHRef}$  de l'ordre de la centaine de millivolts (165mV).

#### 4.10.5.2 Fonction Fs432 : Atténuation.

Cette fonction réalise une atténuation du signal utile.

#### 4.10.6 Fonction Fs44 : Isolation avec Amplification

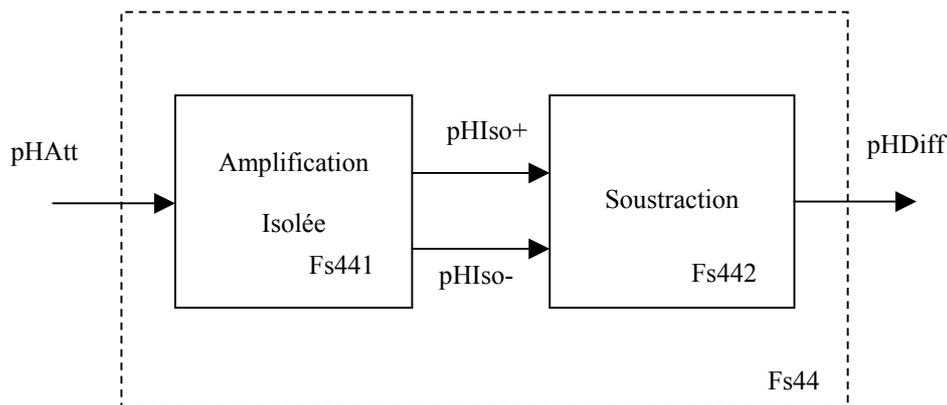
Cette fonction permet d'isoler la partie "captage" de l'énergie secteur présente au sein de l'appareil.

Entrée:

**pHAtt**

Sortie:

**pHDiff** : Tension continue telle que  $U_{pHDiff} = 8 \times U_{pHAtt}$ .



##### 4.10.6.1 Fonction Fs441 : Amplification Isolée.

Cette fonction réalise une isolation avec amplification.

**pHIso** : formé par  $U_{pHIso} = (U_{pHIso+} - U_{pHIso-})$  telle que  $U_{pHIso} = 8 \times U_{pHAtt}$

##### 4.10.6.2 Fonction Fs442 : Soustraction

Cette fonction effectue la différence entre  $U_{pHIso+}$  et  $U_{pHIso-}$  pour être exploitable.

Entrées:

**pHIso+** et **pHIso-** qui forment **pHIso**

Sortie:

**pHDiff** : Tension  $U_{pHDiff}$  telle que  $U_{pHDiff} = U_{pHIso+} - U_{pHIso-}$

#### 4.10.7 Fonction Fs45 : Filtrage

Cette fonction permet de se prémunir des tensions parasites.

Entrée:

**pHDiff**

Sortie:

**pHFilt**: Tension  $U_{pHFilt} = U_{pHDiff}$  éliminée des tensions parasites.

#### 4.10.8 Fonction Fs46 : Mise à l'échelle.

Cette fonction réalise une mise à l'échelle de la grandeur pHAna significative du pH pour un traitement numérique ultérieur.

Entrée:

**pHFilt**

Sortie:

**pHAna** : Tension analogique telle que  $250\text{mV} < U_{pHAna} < 2,25\text{V}$  pour un pH compris entre 14 et 0.

#### 4.10.9 Fonction Fs47 : Alimentation isolée.

Cette fonction alimente la partie "captage" qui doit être isolée.

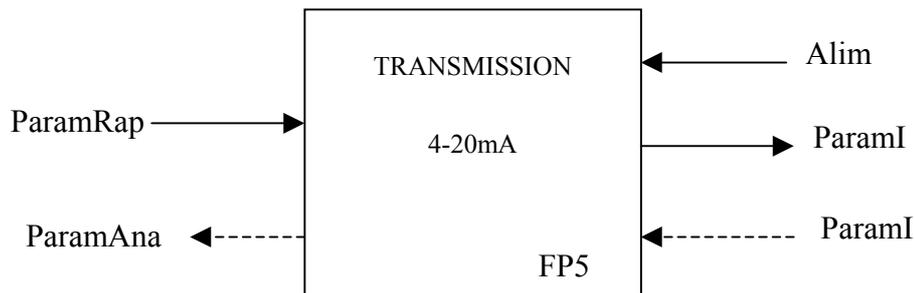
Entrée:

**Tension continue**: 0/+5V

Sortie:

**AlimIso**: 3 grandeurs continues: -5Viso, 0Viso, +5Viso.

#### 4.11 ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP5.



##### 4.11.1 Cahier des charges.

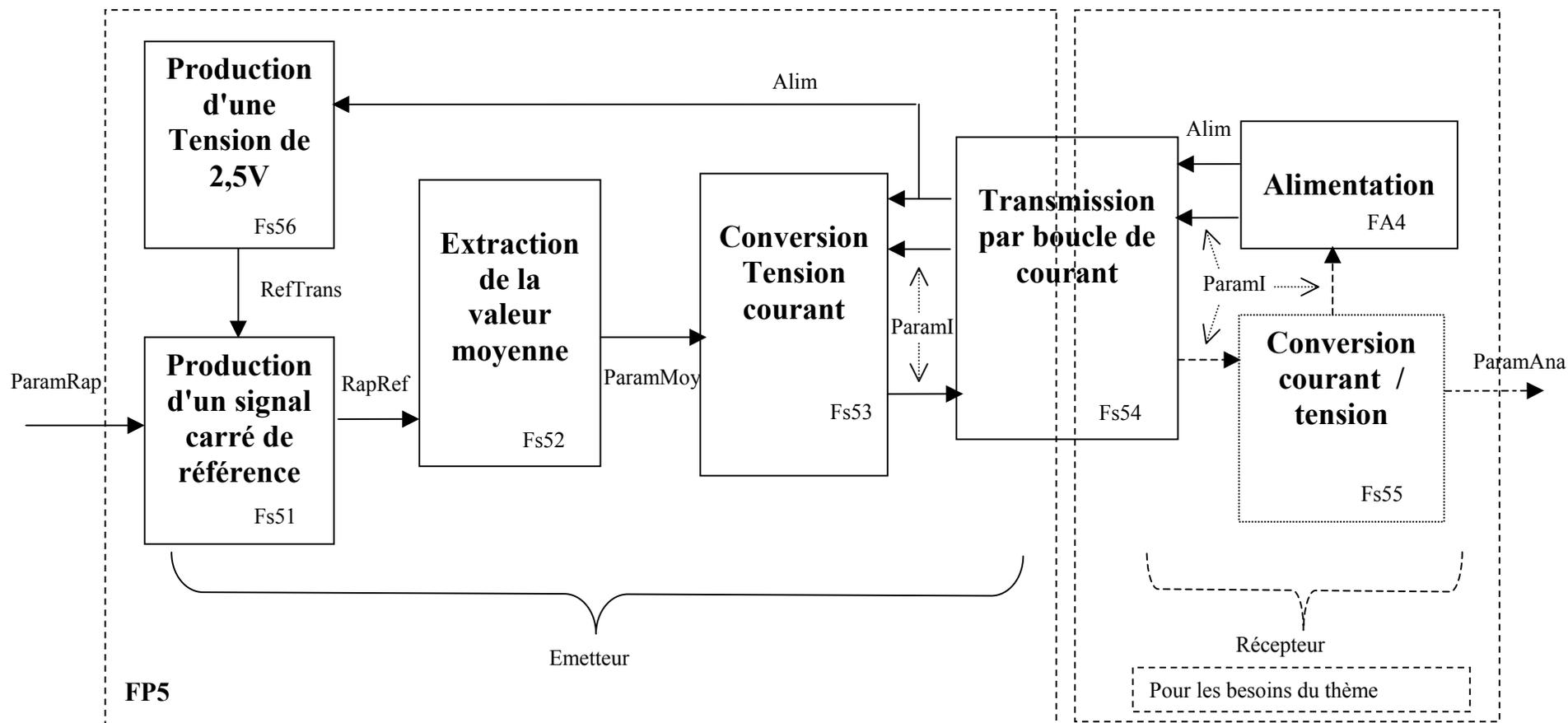
De par la géographie des lieux et de la constitution de l'usine d'Orly de traitement de l'eau, les différentes mesures des paramètres qualifiant l'eau sont effectuées aux endroits même des traitements. Le Poste Terminal a pour charge de collecter toutes ces informations afin d'agir et de surveiller en temps réel la qualité de l'eau durant son parcours. Les appareils effectuant ces mesures doivent transmettre les informations sur une longue distance et dans un milieu perturbé.

Ceci nécessite une transmission des informations adaptée à l'environnement.

La transmission retenue ici est une transmission analogique par boucle de courant 4-20mA avec pour la grandeur de sortie :

$4\text{mA} < \text{ParamI} < 20\text{mA}$  correspondant à  $\text{Valmin} < \text{Valeur du Paramètre de l'eau} < \text{Valmax}$ .

4.11.2 Schéma fonctionnel de degré 2 de FP5.



#### 4.11.3 Fonction Fs51 : Production d'un signal carré de référence.

Cette fonction génère un signal "carré" de référence avec une amplitude calibrée et un rapport cyclique variable significatif d'un paramètre de l'eau: le pH, la Conductivité ou la Température.

##### Entrées:

**ParamRap** : Signal logique périodique de fréquence  $F_{\text{paramra}} = 30,5\text{Hz}$ , d'amplitude 0/5V(théorique) dont le rapport cyclique variable est significatif d'un paramètre de l'eau à transmettre, tel que:

Rapport Cyclique =  $R_{C_{\text{min}}} = 16\%$  avec  $TH_{\text{min}} = 5,24\text{ms}$  pour la valeur "mini" du paramètre.

Rapport Cyclique =  $R_{C_{\text{max}}} = 80\%$  avec  $TH_{\text{max}} = 26,21\text{ms}$  pour la valeur "max" du paramètre

**RefTrans** : Tension réglée de 2,5V.

##### Sortie:

**RapRef** : Signal "carré" d'amplitude calibrée 0/2,5V de fréquence  $F = 30,5\text{Hz}$  et de rapport cyclique variable significatif d'un paramètre de l'eau à transmettre tel que:

Rapport Cyclique =  $R_{C_{\text{min}}} = 16\%$  avec  $TH_{\text{min}} = 5,24\text{ms}$  pour la valeur "mini" du paramètre.

Rapport Cyclique =  $R_{C_{\text{max}}} = 80\%$  avec  $TH_{\text{max}} = 26,21\text{ms}$  pour la valeur "max" du paramètre.

#### 4.11.4 Fonction Fs52 : Extraction de la valeur moyenne.

Cette fonction extrait la valeur moyenne du signal RapRef

##### Entrée:

**RapRef**

##### Sortie:

**ParamMoy** : Signal continue dont la valeur dépend du rapport cyclique de URapRef et traduit la valeur du paramètre de l'eau à transmettre.

tel que :  $400\text{mV} < U_{\text{ParamMoy}} < 2\text{V}$ .

#### 4.11.5 Fonction Fs53 : Conversion Tension Courant.

Cette fonction effectue la conversion d'une tension continue en une intensité de courant calibrée.

##### Entrées:

**ParamMoy:**

**Alim:** Tension continue 0/12V

**ParamI**

##### Sortie:

**ParamI** : Intensité de courant calibré 4-20mA telle que :

$4\text{mA} < \text{ParamI} < 20\text{mA}$  respectivement pour  $\text{Valmin} < \text{Valeur du Paramètre} < \text{Valmax}$ .

#### 4.11.6 Fonction Fs54 : Transmission par boucle de courant.

Cette fonction permet de transmettre sur de longue distance l'information analogique significative du paramètre de l'eau à transmettre, ayant pour support une intensité de courant. Elle est réalisée principalement par un circuit dédié, sans oublier les fils électriques torsadés reliant le contrôleur pH/Conductivité (émetteur) au Poste Terminal (récepteur).

Entrées:

**Alim**

**ParamI**

Sorties:

**Alim**

**ParamI**

#### 4.11.7 Fonction Fs55 : Conversion Courant / Tension

Cette fonction convertit une intensité de courant calibrée en une tension continue exploitable pour un traitement numérique. *Cette fonction a été réalisée pour les besoins du thème, elle représente le poste Terminal (récepteur).*

Entrée:

**ParamI**

Sorties:

**ParamI**

**ParamAna** : Tension continue telle que:

$480\text{mV} < U_{\text{ParamAna}} < 2,4\text{V}$ , respectivement pour  $\text{Valmin} < \text{Valeur du Paramètre} < \text{Valmax}$ , significative du paramètre transmis.

#### 4.11.8 Fonction FA4 : Alimentation.

Cette fonction est une alimentation indépendante de 0/12V continue fournie par le récepteur et nécessaire pour alimenter la boucle de courant.

Entrée:

**ParamI**

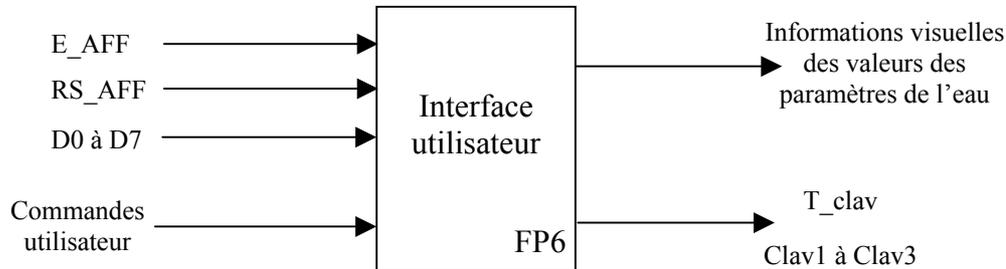
Sorties:

**ParamI**

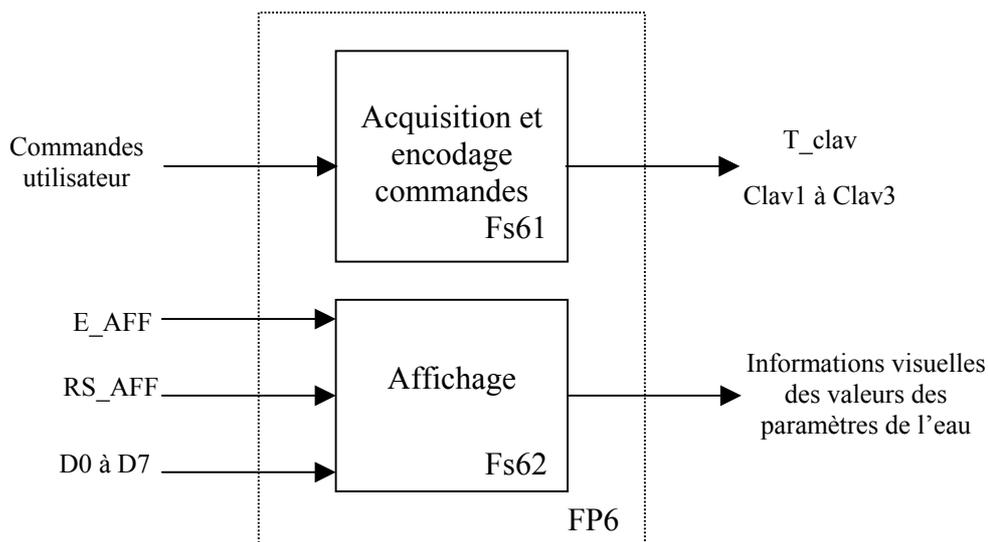
**Alim.**

#### 4.12 ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP6 : “INTERFACE UTILISATEUR”

Cette fonction affiche au technicien les différents réglages de l'appareil ainsi que les valeurs des paramètres de l'eau. Le technicien effectue, grâce à plusieurs touches, la saisie des différents réglages du contrôleur pH / conductivité.



##### 4.12.1 Schéma fonctionnel de degré 2 de FP6 : « Interface utilisateur »



##### 4.12.2 Fonction Fs61 : « Acquisition et encodage commandes »

Cette fonction réalise l'acquisition et l'encodage des commandes de l'utilisateur grâce à 8 boutons poussoirs (seuil, phcond, etaltemp, etaliph, etalcond, moins, plus et val).

##### Cahier des charges :

Le clavier est composé de 8 touches ergonomiques permettant l'étalonnage des différentes sondes (température, pH et conductivité), le réglage du seuil de pH ainsi que le choix entre l'affichage de la valeur du pH ou de la conductivité. Ces 8 touches sont encodées par Fs613 afin de minimiser le nombre de connexions avec FP1. La solution retenue pour Fs613 doit occuper un minimum de place sur la carte électronique tout en étant la moins chère possible.

##### Entrées :

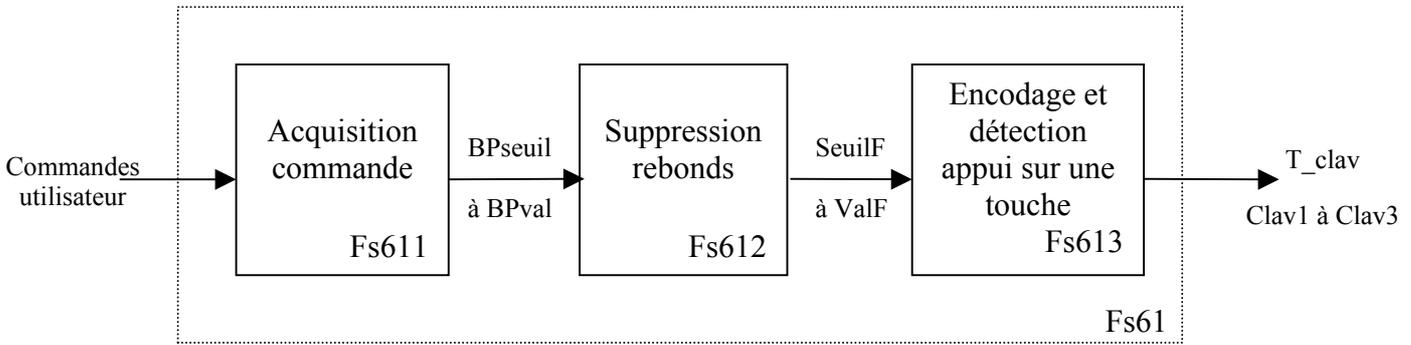
**Actions sur les boutons poussoirs :** Les boutons poussoirs sont actifs lorsque l'on effectue une pression.

Sorties :

**T\_clav** : signal logique (PE3) signifiant l'appui sur un bouton poussoir du clavier.

**Clav1 à Clav3** : signaux logiques (PE0 à PE2), à destination de Fs11 identifiant le bouton poussoir sélectionné.

4.12.2.1 Schéma fonctionnel de degré 3 de FS61 : « Acquisition et encodage commandes »



4.12.2.2 Fs611 : « Acquisition commande »

Cette fonction génère des informations binaires représentatives de l'état des 8 boutons poussoirs (seuil, phcond, etaltemp, etalph, etalcond, moins, plus et val).

Entrées :

**Actions sur les boutons poussoirs** : Les boutons poussoirs sont actifs lorsque l'on effectue une pression.

Sorties :

**Bpseuil à BPval** : signaux logiques représentatifs de la position des boutons poussoirs.

Ex : Bouton seuil	Niveau logique du signal Bpseuil
Appuyé	Niveau logique haut ( 5V )
Relâché	Niveau logique bas ( 0V )

4.12.2.3 Fs612 : « Suppression rebonds »

Cette fonction filtre les signaux logiques issus de Fs611 afin d'éliminer les rebonds éventuellement générés lors de l'appui sur les boutons poussoirs.

Entrées :

**Bpseuil à BPval** : signaux logiques représentatifs de la position des boutons poussoirs.

Sorties :

**seuilF à valF** : signaux logiques filtrés.

4.12.2.4 Fs613 : « Encodage et détection appui sur une touche »

Cette fonction encode les signaux logiques issus de Fs612 afin de minimiser le nombre de connexions de la carte affichage – clavier avec FP1.

Entrées :

**seuilF à valF** : signaux logiques filtrés.

Sorties :

**T\_clav** : signal logique (PE3) signifiant l'appui sur un bouton poussoir du clavier.

**Clav1 à Clav3** : signaux logiques (PE0 à PE2), à destination de Fs11 identifiant le bouton poussoir sélectionné.

valF	plusF	moinsF	etalcondF	etalphF	etaltempF	phcondF	seuilF	T_clav	Clav3	Clav2	Clav1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

**4.12.3 Fonction Fs62 : « affichage »**

Cette fonction permet l'affichage de la valeur de la température, du pH et de la conductivité de l'eau ainsi que les différentes informations et messages concernant le fonctionnement du contrôleur pH/conductivité (réglage valeur du seuil de pH, étalonnage des sondes de température, pH et conductivité).

**Cahier des charges :**

L'afficheur doit pouvoir afficher les messages suivants :

- Lors d'une mesure : exemple « mesure de la conductivité »
  - “COND = xxxxx µS”      1<sup>ère</sup> ligne de l'afficheur : 15 caractères
  - “TEMP = xxx.x °C”      2<sup>ème</sup> ligne de l'afficheur : 15 caractères
 les x représentent des chiffres, un espace compte comme un caractère.
- Lors d'un étalonnage : exemple « étalonnage sonde conductivité »
  - “Etalonnage sonde”      1<sup>ère</sup> ligne de l'afficheur : 16 caractères
  - “conductivité”      2<sup>ème</sup> ligne de l'afficheur : 12 caractères

Il doit donc afficher des caractères alphanumériques sur 2 lignes de 16 caractères chacune.

Entrées :

**RS\_AFF** : signal logique (PC0) issu de Fs11 indiquant à l'afficheur la nature des informations transmises sur les signaux D0 à D7.

RS\_AFF = 0 : instruction transmise.

RS\_AFF = 1 : caractère transmis.

**E\_AFF** : signal logique (PC1) de validation de la commande transmise à l'afficheur, actif au front descendant.

**D0 à D7** : mot de 8 bits (PB0 à PB7) représentatif de la commande transmise à l'afficheur (instruction ou caractère).

Sorties :

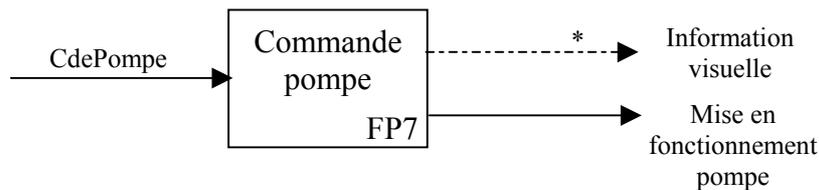
**Informations visuelles des valeurs des paramètres de l'eau :** valeurs de la température, du pH, et de la conductivité de l'eau ainsi que les différents messages permettant le réglage de la valeur du seuil pH et l'étalonnage des sondes de température, pH et conductivité.

**4.13 ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP7 : “COMMANDE POMPE”**

Cette fonction permet la mise en route d’une pompe permettant l’ajout de produits chimiques afin de réguler la valeur du paramètre à surveiller (pH ou conductivité). Seule la régulation du pH de l’eau est étudiée.

Cette régulation est obtenue en ajoutant de la soude (conséquence : augmentation du pH à cause du traitement qui le fait diminuer) dans l’eau en sortie d’usine en fonction d’un franchissement d’un seuil (avec une zone neutre et un sens réglable) préalablement réglé par le technicien.

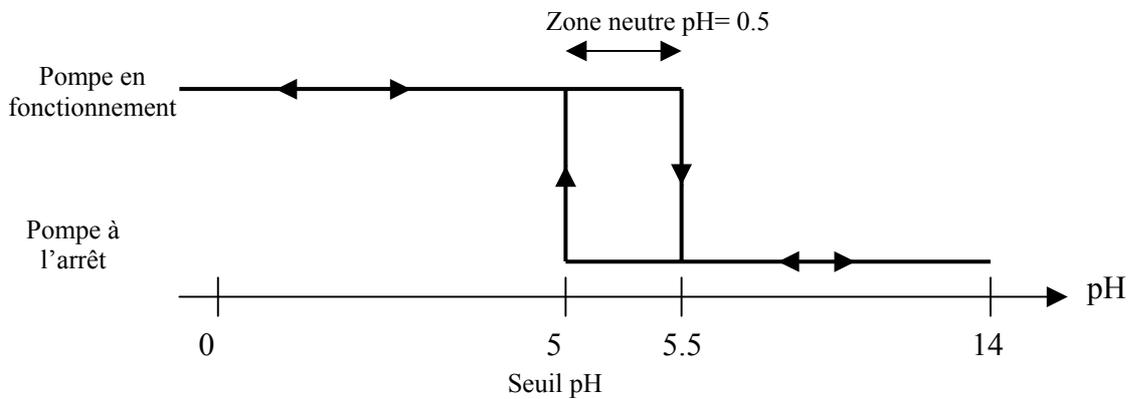
Le pH de l’eau est ainsi maintenu entre 7.2 et 8.2 en sortie d’usine, afin de ne pas entartrer ou décaper les canalisations d’eau potable à destination des consommateurs.



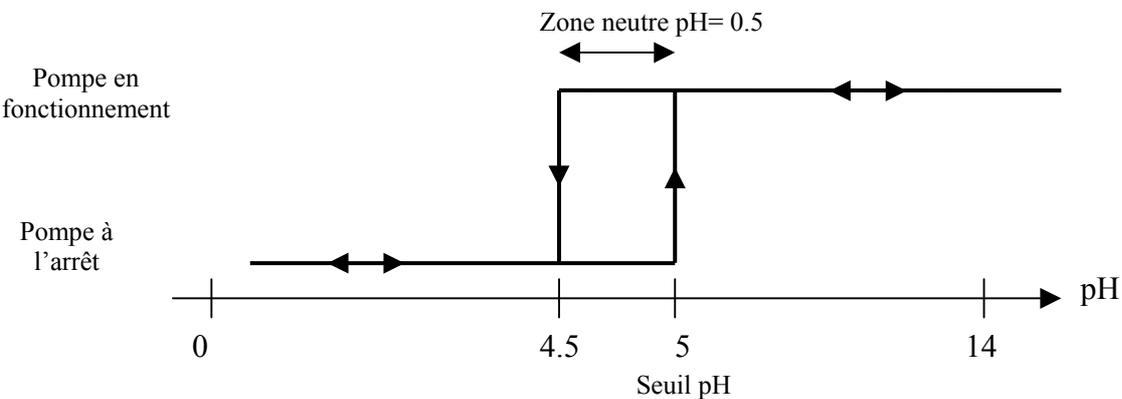
**4.13.1 Fonctionnement du seuil pH :**

Exemple : seuil pH = 5.0  
Zone neutre pH = 0.5

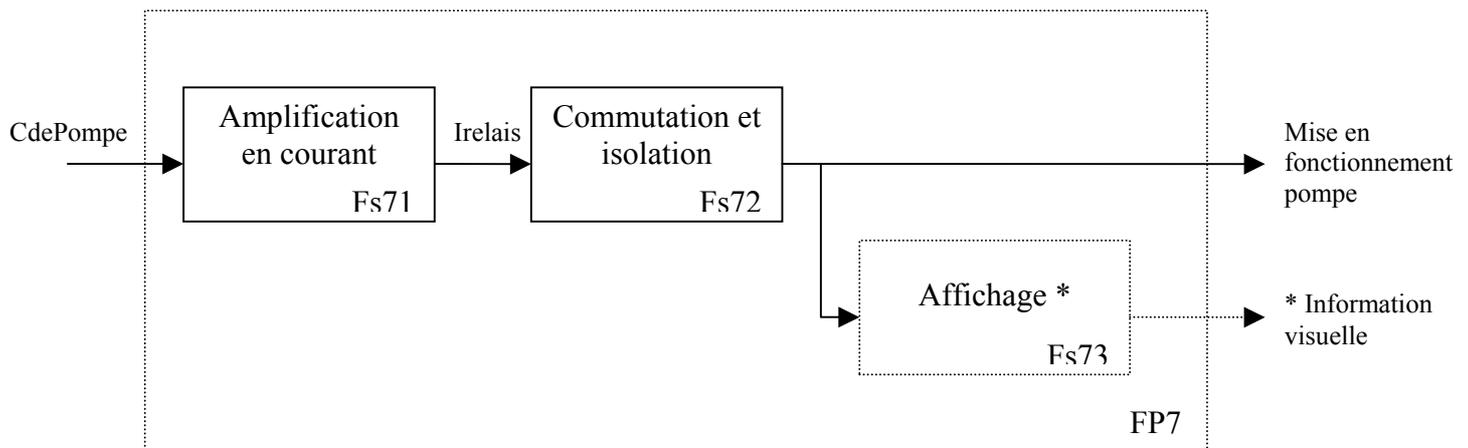
- Sens 1 :



- Sens 0 :



#### 4.13.2 Schéma fonctionnel de degré 2 de FP7 : « commande pompe »



\* pour les besoins du thème

#### 4.13.3 Fonction Fs71 : « Amplification en courant »

Cette fonction amplifie le courant sortant de Fs11 afin de pouvoir commander Fs72.

##### Entrée :

**CdePompe** : signal logique (PC7) de commande d'une pompe en fonction du seuil de pH défini par le technicien.

Cdepompe = 1 : pompe en fonctionnement.

Cdepompe = 0 : pompe à l'arrêt.

##### Sortie :

**Irelais** : Courant amplifié pouvant commander Fs72.

#### 4.13.4 Fonction Fs72 : « Commutation et isolation »

Cette fonction commande la mise en fonctionnement ou l'arrêt d'une pompe et réalise également une isolation entre la partie puissance (la pompe) et la partie commande (Fs11).

##### Entrée :

**Irelais** : Courant amplifié issu de Fs71.

##### Sortie :

**Mise en fonctionnement pompe** : ajout de réactifs ou de produits chimiques afin de réguler la valeur du pH de l'eau.

#### 4.13.5 Fonction Fs73 : « affichage »

Cette fonction affiche, pour le besoin du thème, l'état de la pompe (pompe en fonctionnement ou pompe à l'arrêt).

##### Entrée :

**Mise en fonctionnement pompe** : ajout de réactifs ou de produits chimiques afin de réguler la valeur du pH de l'eau.

Sortie

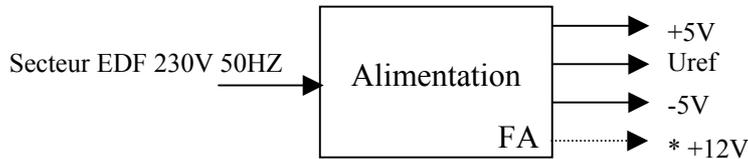
**Information visuelle** : Information lumineuse indiquant l'état de la pompe (pompe en fonctionnement ou pompe à l'arrêt).

Del allumée : pompe en fonctionnement.

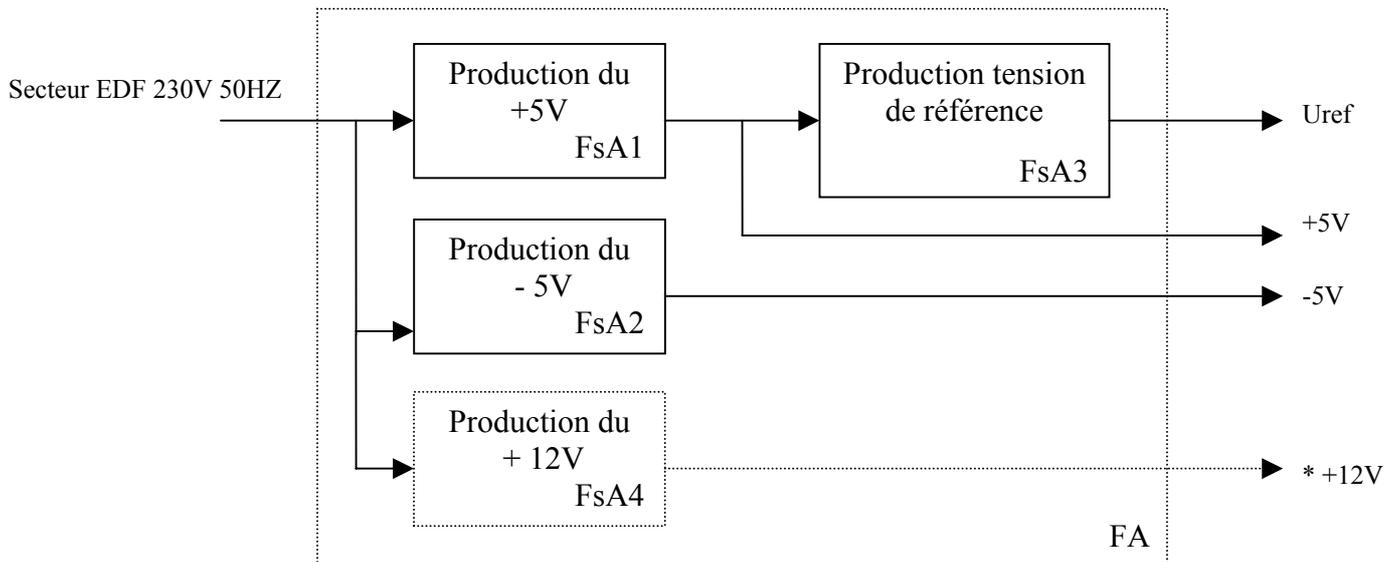
Del éteinte : pompe à l'arrêt.

#### 4.14 ANALYSE FONCTIONNELLE DE FA : "ALIMENTATION"

Cette fonction fournit des tensions continues de +5V, -5V, +12V et une tension de référence Uref.



##### 4.14.1 Schéma fonctionnel de degré 2 de FA : « Alimentation »



\* Pour le besoin du thème

##### 4.14.2 Fonction FsA1 : « Production du + 5V »

Cette fonction produit une tension de + 5V.

###### Entrée :

**Secteur EDF 230V 50HZ** : Tension sinusoïdale alternative de valeur efficace 230 V et de fréquence 50 HZ fournit par EDF.

###### Sortie :

**+5V** : Tension continue de + 5V.

##### 4.14.3 Fonction FsA2 : « Production du - 5V »

Cette fonction produit une tension de - 5V.

###### Entrée :

**Secteur EDF 230V 50HZ** : Tension sinusoïdale alternative de valeur efficace 230 V et de fréquence 50 HZ fournit par EDF.

Sortie :

**-5V** : Tension continue de - 5V.

**4.14.4 Fonction FsA3 : « Production de Uref »**

Cette fonction produit une tension de référence de + 2.5V nécessaire pour FP2 (Mesure de la température) et FS13 (Sélection et conversion analogique numérique).

Entrée :

**+5V** : Tension continue de + 5V.

Sortie :

**Uref** : Tension continue régulée de 2,5V.

**4.14.5 Fonction FsA4 : « Production du + 12V »**

Cette fonction produit une tension de + 12V pour FP5 (Transmission série 4-20 mA).

Entrée :

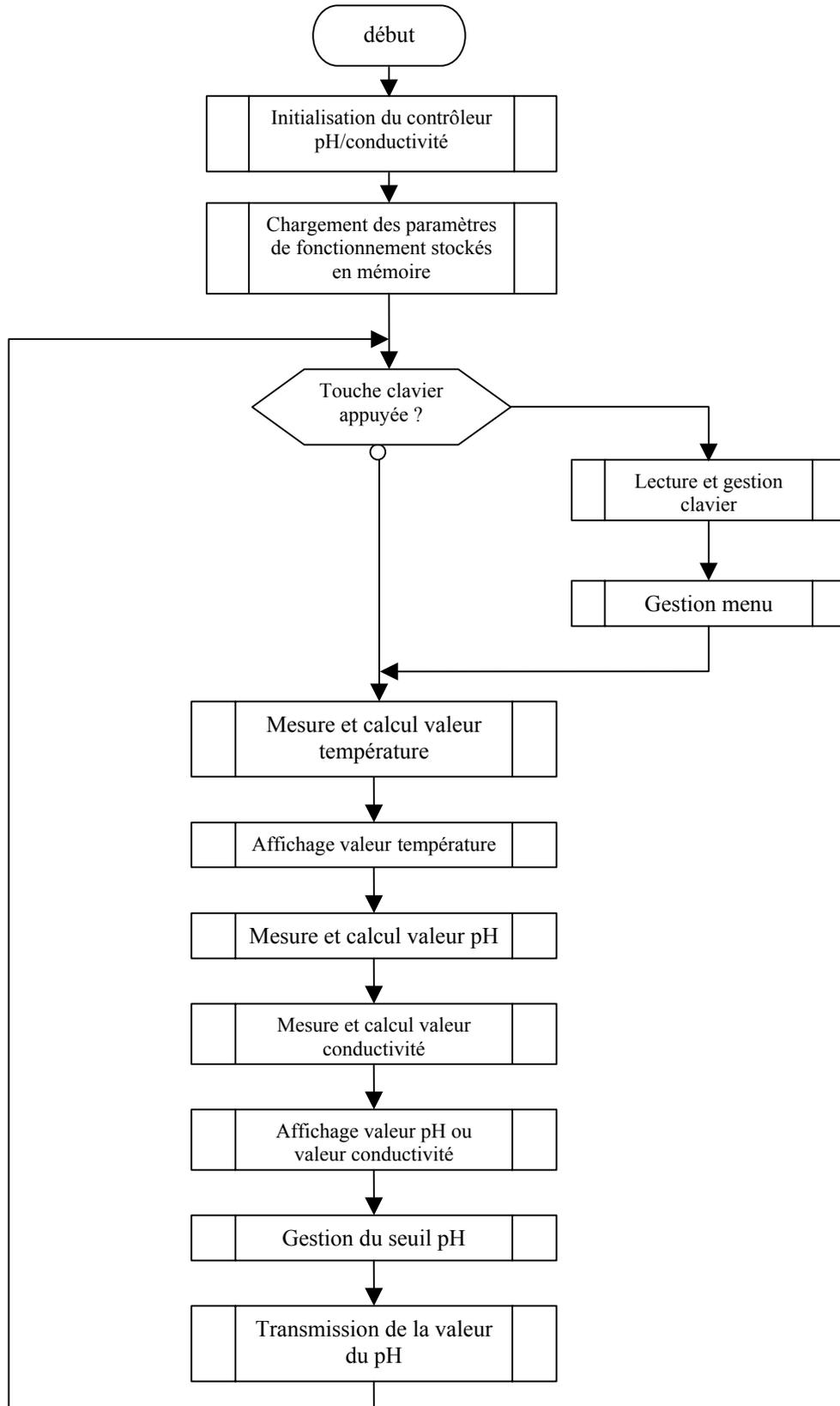
**Secteur EDF 230V 50HZ** : Tension sinusoïdale alternative de valeur efficace 230 V et de fréquence 50 HZ fournit par EDF.

Sortie :

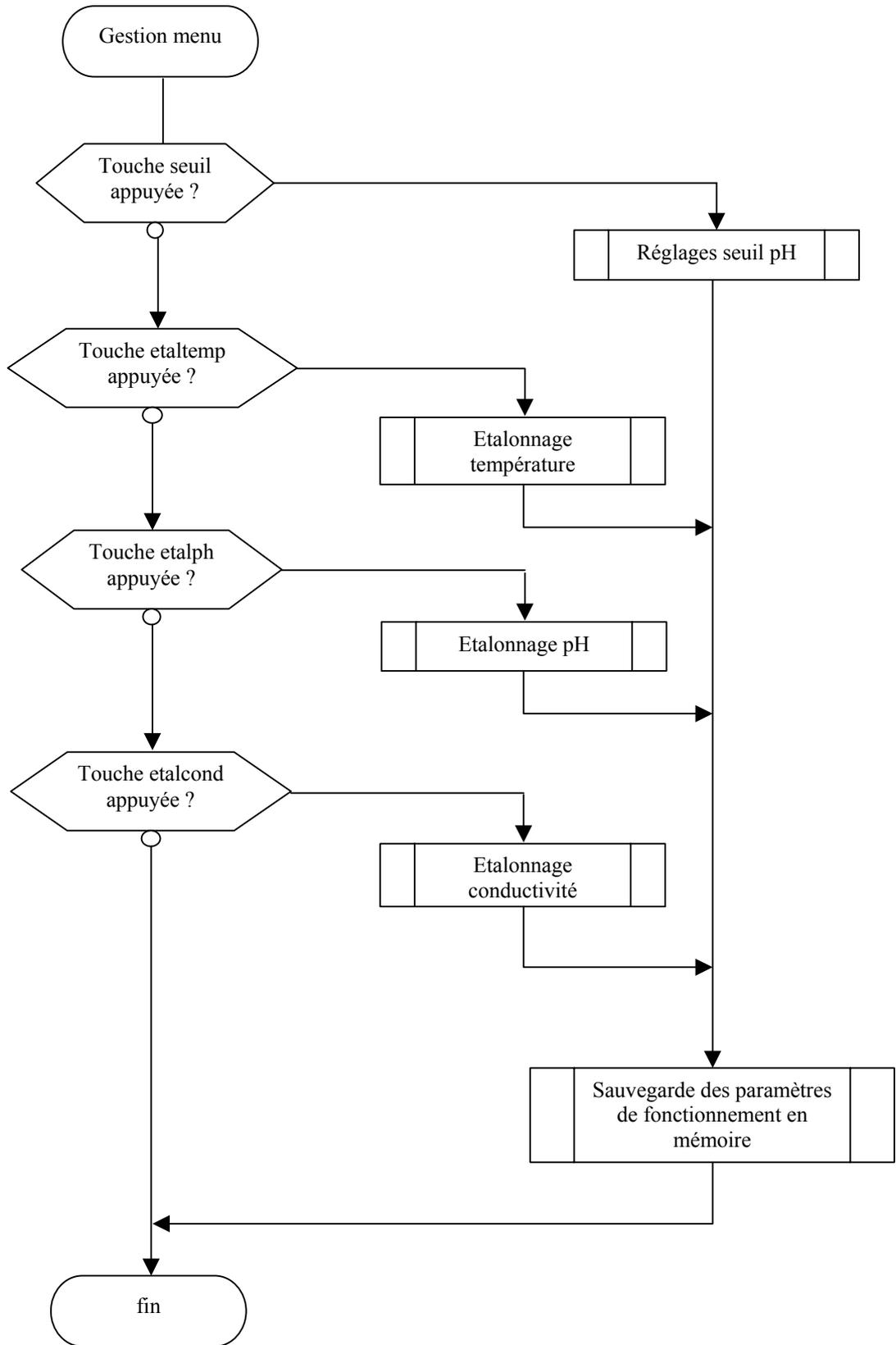
**+12V** : Tension continue de + 12V.

## 5 ALGORIGRAMME PRINCIPAL ET DU SOUS PROGRAMME GESTION MENU DU PROGRAMME « PGM2005.S »

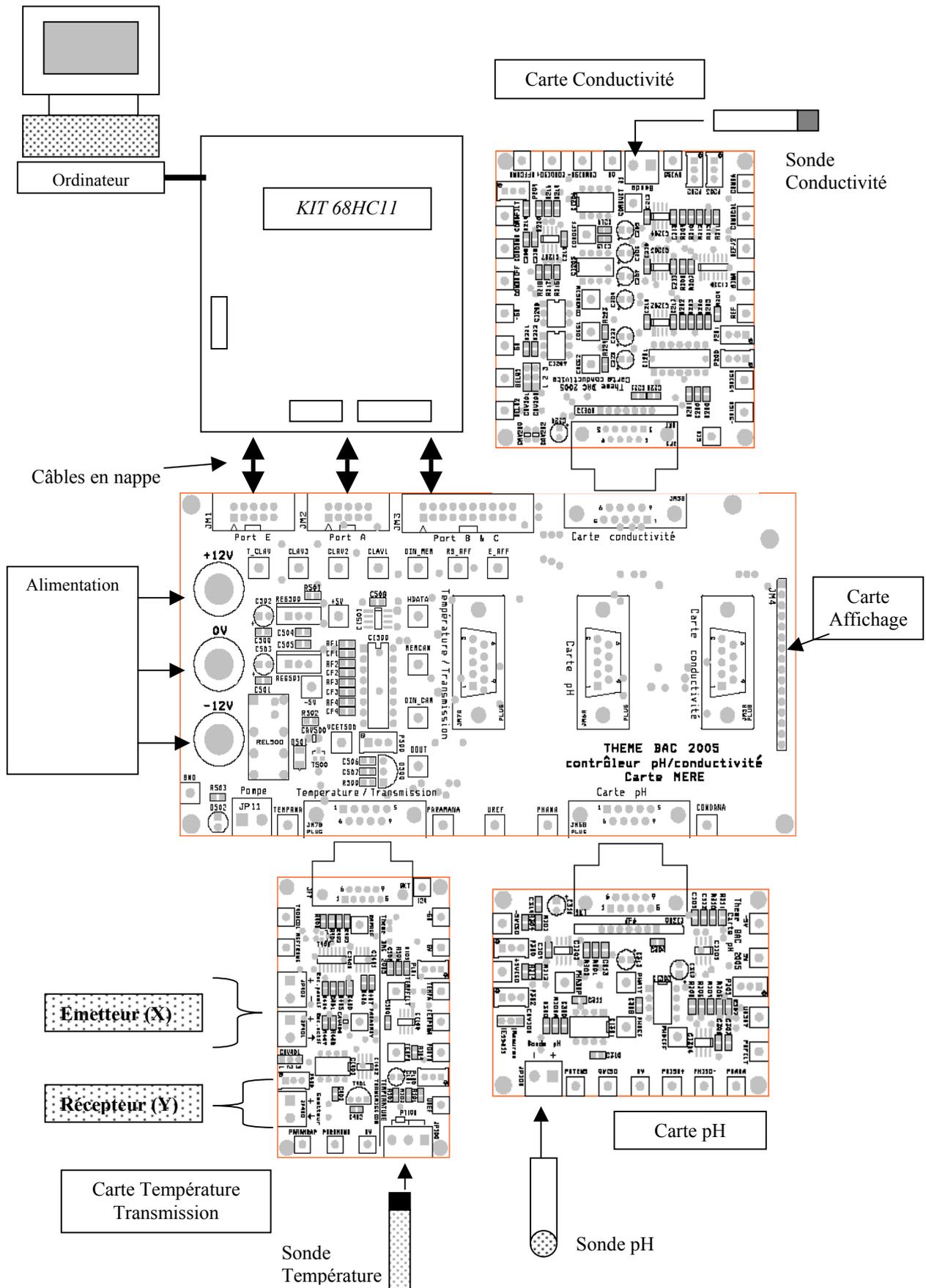
### 5.1 ALGORIGRAMME PRINCIPAL



5.2 ALGORIGRAMME DU SOUS PROGRAMME GESTION MENU



## 6 SCHEMA D'INTERCONNEXION ENTRE LES DIFFERENTES CARTES.



## 7 LISTE ET DESCRIPTION DES CONNECTEURS

Dénomination	Localisation	Connexion	Caractéristiques
JM1	Carte mère	Port E kitHC11	HE10-10 broches
JM2	Carte mère	Port A kitHC11	HE10-10 broches
JM3	Carte mère	Port B-C kitHC11	HE10-20 broches
JM5a et JM5b	Carte mère	Carte conductivité	DB9
JM6a et JM6b	Carte mère	Carte pH	DB9
JM7a et JM7b	Carte mère	Carte température / transmission	DB9

### Affectation des ports du kit HC11

Nom du port	Nom des bits	Nom des signaux	Destination	Entrée ou sortie
<b>Port A</b>	PA0			
	PA1	Dout	Carte mère	Entrée
	PA2			
	PA3	Hdata	Carte mère	Sortie
	PA4	memcan	Carte mère	Sortie
	PA5	Din_can	Carte mère	Sortie
	PA6	Din_mem	Carte mère	Sortie
	PA7			
<b>Port B</b>	PB0	D0	Carte afficheur- clavier	Sortie
	PB1	D1	Carte afficheur- clavier	Sortie
	PB2	D2	Carte afficheur- clavier	Sortie
	PB3	D3	Carte afficheur- clavier	Sortie
	PB4	D4	Carte afficheur- clavier	Sortie
	PB5	D5	Carte afficheur- clavier	Sortie
	PB6	D6	Carte afficheur- clavier	Sortie
	PB7	D7	Carte afficheur- clavier	Sortie
<b>Port C</b>	PC0	RS_aff	Carte afficheur- clavier	Sortie
	PC1	E_aff	Carte afficheur- clavier	Sortie
	PC2	ParamRap	Carte température /transmission	Sortie
	PC3			
	PC4	Selgam1	Carte conductivité	Sortie
	PC5	Selgam2	Carte conductivité	Sortie
	PC6			
	PC7	CdePompe	Carte mère	Sortie
<b>Port E</b>	PE0	Clav1	Carte afficheur- clavier	Entrée
	PE1	Clav2	Carte afficheur- clavier	Entrée
	PE2	Clav3	Carte afficheur- clavier	Entrée
	PE3	T_clav	Carte afficheur- clavier	Entrée

**JM1 carte mère – port E kit HC11 HE10 10 broches**

	9	7	5	3	1
	PE0	PE1	PE2	PE3	
0V					
	10	8	6	4	2

**JM2 carte mère – port A kit HC11 HE10 10 broches**

	9	7	5	3	1
	PA6	PA4	PA2	PA0	
0V	PA7	PA5	PA3	PA1	
	10	8	6	4	2

**JM3 carte mère – port B-C kit HC11 HE10 20 broches**

	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1
0V		PC6	PC4	PC2	PC0	PB6	PB4	PB2	PB0	
0V		PC7	PC5	PC3	PC1	PB7	PB5	PB3	PB1	
	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

## 8 CONSTITUTION DU DOSSIER DE SYNTHESE

Ce que doit contenir le dossier élève est précisé ci-dessous sous forme de sommaire qui est identique pour chaque élève mais dont le contenu est l'œuvre originale du candidat.

**Le contenu est personnel et constitué essentiellement des comptes rendus de mesures avec les études des structures. Il ne devra pas contenir les cours ou analyses structurelles réalisés par le professeur.**

### SOMMAIRE

<b>ANALYSE FONCTIONNELLE DE L' OBJET TECHNIQUE :</b>	<b>page :</b>
Rôle des différentes fonctions du Contrôleur pH/Conductivité. Schéma d'interconnexion des différentes cartes du Contrôleur pH/Conductivité Les réponses au questionnaire sur la mise en situation et l'analyse fonctionnelle de l'O.T.	
<b>ETUDE DE LA FONCTION FP1 :</b>	<b>page :</b>
Algorigrammes (principal et gestion menu) coloriés.	
<b>ANALYSE ET MISE EN OEUVRE DE LA FONCTION Fs12 :</b>	<b>page :</b>
Schéma structurel complété avec identification de Fs12. Justifications sur le choix du composant répondant au cahier des charges de Fs12. Caractéristiques, principe de fonctionnement et d'utilisation de la mémoire retenue. Chronogrammes commentés des signaux échangés lors des phases d'écriture et de lecture en mémoire. Compte rendu d'essai sur le fonctionnement de Fs12.	
<b>ANALYSE ET MISE EN OEUVRE DE LA FONCTION Fs13 :</b>	<b>page :</b>
Schéma structurel complété avec identification de FP1, FsA3 et Fs13. Justifications sur le choix du composant répondant au cahier des charges de Fs13. Caractéristiques et principe de fonctionnement du composant retenu. Rôle et valeur de la broche 8 de CI500 (Uref). Rôle du composant D500. Mesure et validation de Uref. Calcul et validation du courant traversant le composant D500. Justification valeur de l'octet de contrôle à envoyer à CI500. Sous programme lcantemp du programme "can_eleve.s" complété et commenté. Chronogrammes commentés des signaux échangés lors d'une conversion. Compte rendu d'essai sur le fonctionnement de Fs13. Calcul du quantum de CI500. Calcul du résultat théorique de TempAna et validation.	
<b>ANALYSE ET MISE EN OEUVRE DE LA FONCTION FP2 :</b>	<b>page :</b>
Identification de toutes les fonctions secondaires sur le schéma structurel. Les fonctions de transferts des Fonctions et Celle de FP5. Calcul des valeurs de réglages de P100 et P101. Mesure de PontU. La caractéristique $U_{tempAna} = f(Temp)$ . Mesure de la température de la salle par l'appareil "HEITOMAT" et le "Système élève" - les modes opératoires.	

- la fiche de "Mise en Conformité".

Synthèse des conditions de fonctionnement et des exigences de FP2.

### **ANALYSE ET MISE EN OEUVRE DE LA FONCTION FP3 :**

**page :**

Identification de toutes les fonctions secondaires sur le schéma structurel.

La conductivité d'une solution liquide et le fonctionnement de la sonde avec ses caractéristiques.

Les relevés de Usin, UsinA, Uref et Uref/2 et les interprétations

La justification d'un signal type sinus pour la mesure de conductivité.

L'étude structurelle de Fs33

Les mesures et la justification des résultats

La fonction des composants résistifs R221, R222, R223 et R224.

L'étude structurelle de FS34 avec les calculs et les justifications.

Les schémas équivalents de fs34.

Le mode opératoire pour le réglage de Fs34.

La fonction réalisée et les caractéristiques du circuit AD736.

Les mesures de UcondA et UcondEff avec interprétations.

Les caractéristiques du circuit HCPL7800

La mesure de UcondIso.

Fonction de transfert de fs372 et Fs373 et leurs caractéristiques.

Validation de la carte conductivité.

- La caractéristique UCondAna= f (Conductance).

- Les modes opératoires.

- Les résultats des mesures sur les eaux et l'interprétation.

- La fiche de "Mise en Conformité" complétée.

Synthèse des conditions de fonctionnement et des exigences technologiques de FP3.

### **ANALYSE ET MISE EN OEUVRE DE LA FONCTION FP4 :**

**page :**

Identification de toutes les fonctions secondaires sur le schéma structurel.

Le pH d'une solution liquide et le fonctionnement de la sonde pH avec ses caractéristiques.

Justification de Fs47 et ses caractéristiques.

Les caractéristiques du circuit HCPL7800.

La fonction de transfert de FS44 et la fonction attendue.

Les caractéristiques de Fs45.

La fonction de transfert de Fs46.

La fonction de transfert UpHAna = F(UpHTens, UpHRef)

Les valeurs de réglage de P300 et P301.

Validation de la carte pH.

- La caractéristique UpHAna = f (pH).

- Les modes opératoires.

- Les résultats des mesures sur les eaux.

- La fiche de "Mise en Conformité" complétée.

Synthèse des conditions de fonctionnement et des exigences technologiques de FP4.

### **CONCEPTION ET VALIDATION DE LA FONCTION FP5 :**

**page :**

Schéma structurel avec identification des fonctions secondaires.

Dossier personnel de fabrication

- Justification des choix de structures et des composants.

- Compte-rendu des simulations et/ou des essais de conception sur plaque d'essai.

- Schéma structurel retenu et Typon correspondant.

La validation de la transmission.

- Les réglages.
- La transmission entre l'appareil "HEITOMAT" et un "Système élève"
- La transmission entre deux "Système élève".

Les modes opératoires et la fiche de "Mise en Conformité".

Synthèse des conditions de fonctionnement et des exigences de FP5.

**ANALYSE ET MISE EN OEUVRE DE LA FONCTION Fs61 :**

**page :**

Schéma structurel avec identification de Fs61 et de ses fonctions tertiaires.

Rôle des résistances R608 à R615.

Relevés commentés de bpeuil et seuilF en concordance des temps.

Rôle et justification de C600 et R600 à C607 et R607.

Equations logiques simplifiées de clav1, clav2, clav3 et T\_clav.

Justifications choix du composant pour élaborer les équations de clav1, clav2, clav3 et T\_clav.

Fichier ABEL « Fs613.abl » complété.

Compte rendu de la simulation et de l'essai du gal.

**ANALYSE ET MISE EN OEUVRE DE LA FONCTION Fs62 :**

**page :**

Schéma structurel avec identification de FP6 et Fs62.

Présentation du principe et du fonctionnement de l'afficheur à cristaux liquides.

Programme "Affich\_eleve.s" complété.

Algorigramme du sous-programme "Aff\_txt" avec commentaire.

Relevés des signaux E\_aff et RS\_aff commentés et justifiés.

Compte rendu d'essai sur le fonctionnement de Fs62.

**ANALYSE ET MISE EN OEUVRE DE LA FONCTION FP7 :**

**page :**

Schéma structurel avec identification de FP7 et de ses fonctions secondaires.

Justification du rôle et du dimensionnement de la résistance R503.

Rôle de la diode D501.

Algorigramme (ou algorithme) et programme "FS71\_eleve.s" complété et commenté.

Calcul et mesure du courant circulant dans le relais REL500

Justification de l'utilisation du transistor T500.

Mesure du signal VceT500 et mode de fonctionnement du transistor T500.

Justification du dimensionnement de la résistance R502.

Compte rendu d'essai sur le fonctionnement de Fs71.

**SYNTHESE :**

**page :**

Le mode opératoire.

Les résultats des mesures.

La fiche de conformité complétée.

Conclusion sur la qualification du Contrôleur pH / Conductivité.