

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes
De MASTER ACADEMIQUE
Domaine: **Sciences et Technologies**
Filière: **Génie électrique**
Spécialité: **Electronique Biomédicale**

Thème

Etude de générateur d'hémodialyse Fresenius 4008 B

Présenté par :

Zaoui Tassadit

Bouguedour Fatma

Encadrée par :

Mme Amirou Zahia

Mr Oudiai Karim

Setenu le 29/09/2016 devant le jury:

President: Mr Laghrouche Mourad

Examineur: Mr Zirmi

Promotrice: Mme Amirou Zahia

Encadreure: Mr Oudiai Karim

Promotion 2015/2016

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu tout puissant, de nous avoir donné le courage et la force pour terminer ce travail

Nous tenons en tout premier lieu à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à Madame Amirou Zahia qui nous a fait l'honneur d'être notre promotrice et pour le temps qu'elle nous a réservé.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent à notre cher encadreur Monsieur Oudiai Karim pour son encouragement continue et aussi d'être toujours là pour nous aider, et nous guider à retrouver le bon chemin par sa sagesse et ses précieux conseils ainsi que le temps qui nous a accordé malgré sa grandes occupations.

Nous tenons à remercier également, les responsables membre de jury pour bien vouloir nous accorder leurs temps précieux pour commenter discuter et juger notre travail.

D'autre pars nous tenons à présenter notre gratitude à tous les enseignants de l'université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou pour leur dévouement et leur assistance tout au long de nos études universitaire.

Enfin nous exprimons nos vifs et sincères remerciements à toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

DEDICACES

Dédicace

A ma Mère

“Tout se que je peux t’offrir ne pourra exprimer l’amour et la reconnaissance que je te porte. En témoignage, je t’offre ce modeste travail pour te remercier pour tessacrifices et pour et pour l’affection dont tu m’as toujours entourée “

A mon Père

“L’épaule solide, l’œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie “

A toi Mon frère Said

“Mon ange gardien et mon fidèle accompagnant dans les moments délicats de cette vie Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.”

“A ma chère sœur Lydia et son marie Nabil malgré la distance, vous êtes toujours dans mon cœur. Je vous remercie pour votre hospitalité sans égal et votre affection si sincère.”

“A ma chère petite sœur Amel présente dans tous mes moments d’examens par son soutien moral et ses belles surprises sucrées.”

“A tous les membres de ma famille, petits et grands sur tout ma cousine Karima”

“A Tout mes amies Kamilia, Wahiba, Lilia, Tina, Cylia, Linda, Hanane plus particulièrement à Sofiane que je remercie beaucoup”

“A tout se qui m’ont aidé de près ou de loin pour réaliser ce travail “

TASSADIT ZAOUI

Dédicace

A mes très chers parents

A qui je dois ce que je suis aujourd'hui

A mes sœurs

Djamila, Karima, Samira, Sonia

A mes deux frères

Mohammed surtout mon petit chéri Yacine

A tous mes amis

Celia, Hakima, Tassadit et plus particulièrement à Amirouche

Fatma Bouguedour

SOMMAIRE

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités	
I. Physiologie rénale	
Introduction.....	2
I-Anatomie du rein.....	3
I-1- Anatomie microscopique.....	3
I-2- La circulation rénale.....	4
I-3- Le néphron.....	5
II- Physiologie du rein.....	6
II-1- La filtration glomérulaire	6
II-2- La réabsorption tubulaire.....	6
II-3- La sécrétion tubulaire.....	7
II. La dialyse.....	8
I- La greffe.....	8
II- La dialyse.....	8
II-1- La dialyse péritonéale.....	8
II-2- L'hémodialyse.....	9
II-2-1- La fistule artério-veineuse	10
II-3- L'hémofiltration.....	10
II-4- L'hémodiafiltration.....	10
III-Principes physico-chimique de la dialyse.....	11
III-1-La diffusion.....	11
III-2-L'ultrafiltration.....	11
III-3-L'osmose.....	12
III-4-L'osmose inverse.....	12

IV-Générateur d'hémodialyse.....	13
IV-1-Le moniteur sanguin.....	15
IV-2-Le moniteur dialysat.....	15
IV-3-Le dialyseur.....	15
VI -Le traitement d'eau.....	16
VI-1-Principaux composants de la station de traitement d'eau.....	16
a- Pré-filtre	16
b- Unité auxiliaire	16
c- La pompe de reprise.....	17
d- Filtre à charbon actif	17
e- La microfiltration.....	17
f- Adoucisseurs.....	17
g- L'osmose et l'osmose inverse.....	17
h- Filtre à sédiments.....	17

Chapitre II : Étude descriptive et fonctionnement du générateur 4008 S

Introduction.....	18
I-Description de l'appareil	19
I-1- Face avant.....	19
I-2-Face arrière.....	19
I-3-Bloc d'alimentation	20
I-4- Pompe à sang	20
I-5- Pompe à héparine.....	21
I-6- Détecteur d'air	21
I-7- Plaque signalétique.....	21
I-8- Face moniteur.....	22
I-9-Mise en marche du générateur d'hémodialyse.....	23
II- Etude technique de la carte hydraulique LP 941.....	24
II-1- schéma synoptique générale du générateur	24

II-2- Schéma du contrôleur hydraulique.....	25
II-3- Description de fonctionnement du schéma hydraulique standard.....	26
➤ Fonctionnement du MEV.....	29
II-4- Schéma détaillé de la carte hydraulique LP 941	30
• Tensions d'alimentation.....	30
• Processeur.....	32
• Watchdog (chien de garde).....	34
• Périphériques.....	36
• Détection de niveau.....	39
• Mesure de conductivité.....	40
• Contrôle de tension de référence.....	41

Chapitre III : Maintenance

I-Définition de la maintenance	43
I-2- Outils et appareils de test.....	44
II- Maintenance préventive	46
II-1- Vérifications technique de sécurités.....	47
III- Maintenance corrective	53
IV- Vérification et opérations de maintenance effectuée pour le générateur.....	58
IV-1- Vérification des électrovannes V91, V99, V100.....	58
IV-2- Test d'électrovanne V39.....	60
VI- Calibration des paramètres du générateur.....	62
V-Alimentation en désinfectant.....	66
V-1- Menu de la désinfection.....	66

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre II

Tableau-I.1 : les principales caractéristiques techniques du générateur 4008 B

Chapitre III

Tableau III.1 : Les outils et les appareils de test utilisés par le fabricant FRESENIUS

Tableau III.2 : Tableau des vérifications technique de sécurités et des opérations de maintenance effectuées

Tableau III.3 : Tableau des défauts affichés sur l'écran du générateur

Tableau III.4 : Tableau des erreurs machine affichés sur l'écran du générateur

Tableau III.5 : Tableau des autres alarmes signalées par le générateur

LISTES DES FIGURES

✓ Chapitre 1

- Fig. (I.1) Le système urinaire
- Fig. (I.2) Anatomie du rein
- Fig. (I.3) La circulation rénale
- Fig. (I.4) Anatomie du néphron
- Fig. (I.5) Schéma d'une capsule de BOWMAN
- Fig. (I.6) La filtration glomérulaire
- Fig. (I.7.a) Péritoine
- Fig. (I.7.b) dialyse
- Fig. (I.8) schéma de l'hémodialyse
- Fig. (I.8.1) Fistule artério-veineuse
- Fig. (I.9) Schéma de l'hémofiltration
- Fig. (I.10) Schéma de l'hémodiafiltration
- Fig. (I.11) phénomène de diffusion
- Fig. (I.12) phénomène d'ultrafiltration
- Fig.5 I.13) phénomène de l'osmose
- Fig. (I.14) phénomène de l'osmose inverse
- Fig. (I.15) Schéma type d'un générateur d'hémodialyse
- Fig. (I.16) dialyseur

✓ Chapitre 2

- Fig. (II.1) Face avant
- Fig. (II.2) Face arrière
- Fig. (II.3) bloc d'alimentation
- Fig. (II.4) pompe à sang
- Fig. (II.5) pompe à héparine
- Fig. (II.6) détecteur d'air
- Fig. (II.7) plaque signalétique
- Fig. (II.8) face moniteur
- Fig. (II.9) Mise en marche du générateur d'hémodialyse
- Fig. (II.10) schéma synoptique générale du générateur 4008 S
- Fig. (II.11) Schéma du contrôleur hydraulique
- Fig. (II.12) Schéma de l'hydraulique standard
- Fig. (II.13) Fonctionnement du MEV
- Fig. (II.14.a) Alimentation
- Fig. (II.14.b) Alimentation
- Fig. (II.14.c) Alimentation
- Fig. (II.15) Processeur
- Fig. (II.16) Watchdog (chien de garde)
- Fig. (II.17) Périphériques

- Fig. (II.18) Détection de niveau
- Fig. (II.19) Mesure de conductivité
- Fig. (II.20) Contrôle de tensions
-

✓ **Chapitre 4**

- Fig. (III.1) Organigramme de la maintenance
- Fig. (III.2.a) Vérifications des V91, V99, V100
- Fig. (III.2.b) Schéma du Test V39
- Fig. (III.3.1) Programme de calibration
- Fig. (III.3.2) Menu principal de calibration
- Fig. (III.3.3) Calibration de la pompe UF
- Fig. (III.3.4) Calibration du débit 500ml/min
- Fig. (III.3.5) Calibration du débit 800ml/min
- Fig. (III.4) Menu de la désinfection

INTRODUCTION GENERALE

Le corps humain se compose d'une dizaine de systèmes. Ensemble, ils remplissent des fonctions essentielles de l'organisme. Parmi ces fonctions on distingue le système urinaire dont la fonction est de produire l'urine, et de la stocker avant son élimination, en fait il a principalement pour double fonction de « purifier » le sang par le biais des reins et quand ces derniers n'assurent pas leurs fonctions on parle de l'insuffisance rénale.

L'insuffisance rénale comme toutes les maladies chroniques, engendre une atteinte psychologique et sociale, un coût indirect important au patient, à sa famille et aux milieux professionnels du patient. Elle a un impact sur la vie quotidienne du patient à savoir la limitation fonctionnelle des activités

L'homme a essayé de trouver un remède à cette maladie en inventant plusieurs sortes de dispositifs. Ces dispositifs dans leur globalité, essaient de calquer le rein naturel dans son fonctionnement. C'est pour ça, que nous avons tendance les appelés reins artificiels.

Ces dispositifs exploitent différentes techniques, dont la plus répandue est l'hémodialyse qui consiste en une épuration extracorporelle du sang d'un patient. Cette technique a été mise au point grâce au Dr George HAAS En 1924. Le 1^{er} rein artificiel a vu le jour en 1943 par le Dr Willem Kolff. Et depuis ce jour, la technologie n'a cessé de faire avancer cette technique.

Dans le cadre de notre mémoire de fin d'étude, nous avons choisi d'étudier le générateur d'hémodialyse 4008 S fabriqué par FRESenius. Afin de mener à bien notre étude, notre mémoire s'est scindé en une suite de Chapitre, que nous avons structuré comme suit :

- Chapitre 1 : système urinaire (physiologie rénale).
- Chapitre 2 : étude descriptive et fonctionnelle du générateur.
- Chapitre 3 : maintenance.

Chapitre I

Généralités

Introduction

Le corps humain est un système complexe, régulé par plusieurs organes afin de maintenir en équilibre les différents milieux. Parmi ces organes importants on distingue le rein qui joue un rôle primordial et vital, il consiste en l'élimination des déchets métaboliques présents dans le sang par l'élaboration de l'urine. Le système urinaire dont fait partie le rein est illustré sur la **figure I.1**

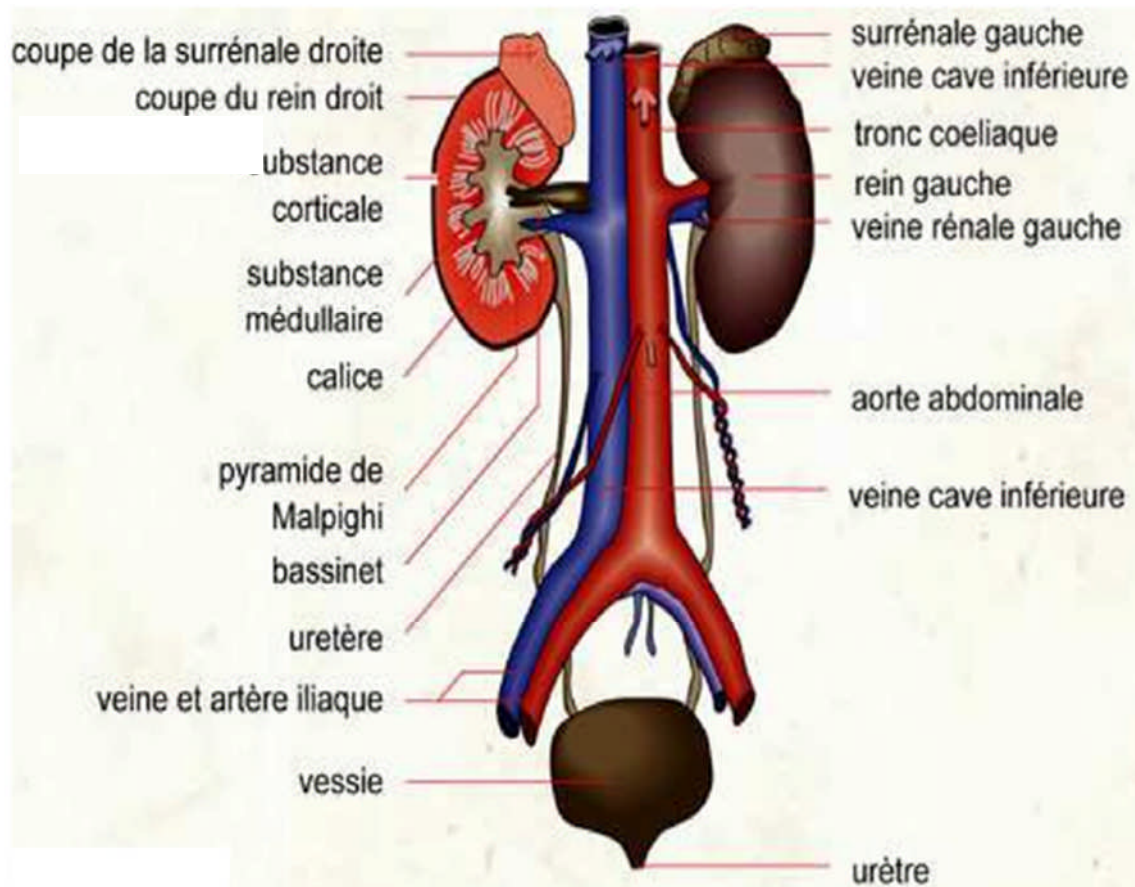


Figure I.1. Le Système urinaire

I. Physiologie rénale :

I.1. Anatomie du rein

Les reins sont deux organes en forme de haricot situés dans la partie postérieure de l'abdomen, de part et d'autre de la colonne vertébrale, approximativement entre la douzième vertèbre dorsale et la troisième vertèbre lombaire. Il arrive souvent que le rein gauche soit situé jusqu'à 2,5 centimètres plus haut que le rein droit. Le rein mesure 10 à 12,5 centimètres de long et 5 centimètres d'épaisseur environ, pour un poids de 100 à 150 grammes en moyenne chez l'adulte.

Les reins sont de couleur rouge-brun foncé en raison de l'abondante présence de vaisseaux sanguins.

Le rein comporte un bord latéral concave sur lequel s'implantent l'artère rénale, la veine rénale, des fibres nerveuses, et l'uretère au niveau d'une ouverture appelée le hile.

Le rein contient une cavité, le sinus rénal, qui renferme les unités fonctionnelles de la filtration, les néphrons. Chaque rein en contient plus d'un million. Ils sont enveloppés d'une capsule fibreuse très résistante. **(Voir figure I.2)**

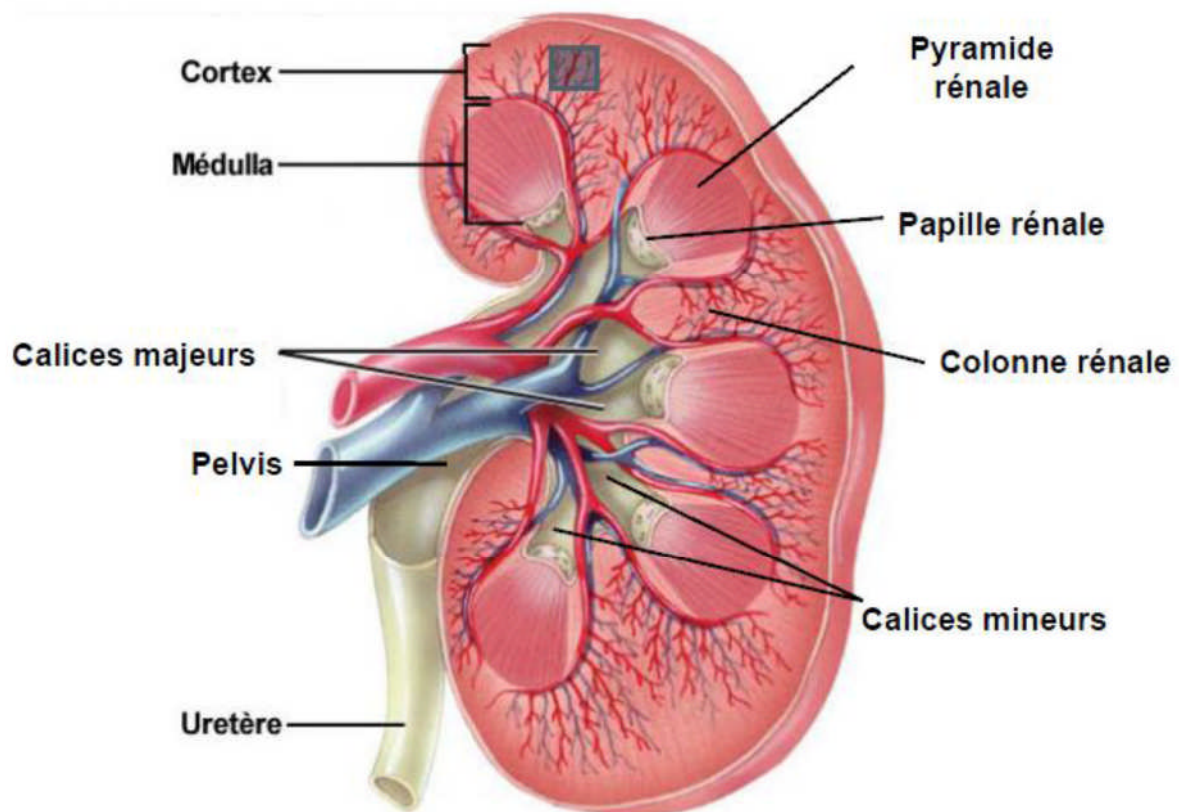


Figure I.2. Anatomie du rein

I.2. La circulation rénale

Chaque rein est vascularisé par une artère rénale provenant de l'aorte dans laquelle le sang, chargé de déchets, va être épuré avant de ressortir par la veine rénale qui se projette ensuite dans la veine cave inférieure.

On appelle « hile » la partie concave du rein par laquelle entre l'artère rénale ainsi que les vaisseaux lymphatiques et par laquelle sort la veine rénale et l'uretère qui transporte l'urine jusqu'à la vessie.

Le sang arrive donc dans le rein au niveau du hile par l'artère rénale qui se divise d'abord en 5 **artères segmentaires**. Puis ces dernières se divisent encore en **artères interlobaires** qui remontent le long des pyramides de Malpighi par les colonnes de Bertin jusqu'à la jonction entre la médulla et le cortex. Elles bifurquent ensuite à angle droit et se divisent en **artères arquées** qui longent la médulla au niveau du cortex. Et enfin naissent de nombreuses **artères interlobulaires** qui vont irriguer la partie corticale et ainsi former les **artérioles afférentes**, les **artérioles efférentes** puis les **capillaires péri tubulaires** des néphrons. Ensuite les capillaires péri tubulaires retournent dans les **veines interlobulaires**. (Voir Figure I.3)

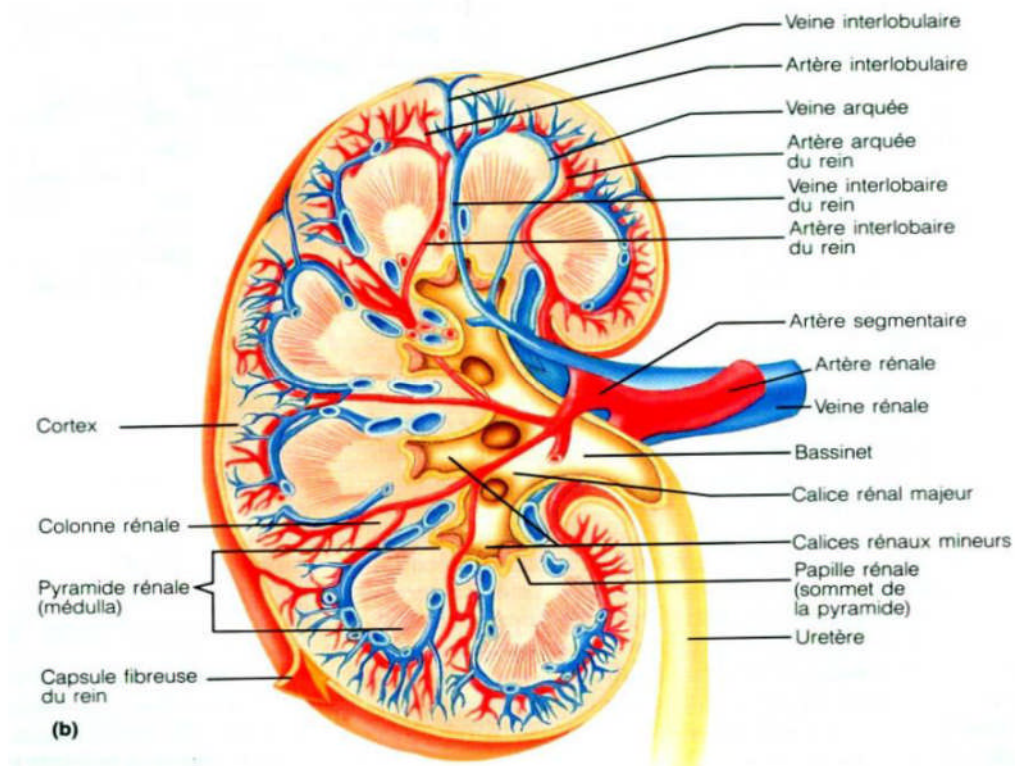


Figure (I.3). La Circulation rénale

I.3. Le néphron

Les reins sont constitués d'une unité structurale c'est les néphrons. Chacun des reins contient de quelques millions de néphrons, chaque néphron est constitué d'un glomérule et un petit banquet de minuscules vaisseaux sanguins appelé capillaire, le glomérule est suivi d'un long tube dans lequel passe le liquide de filtré. (Voir figure I.4)

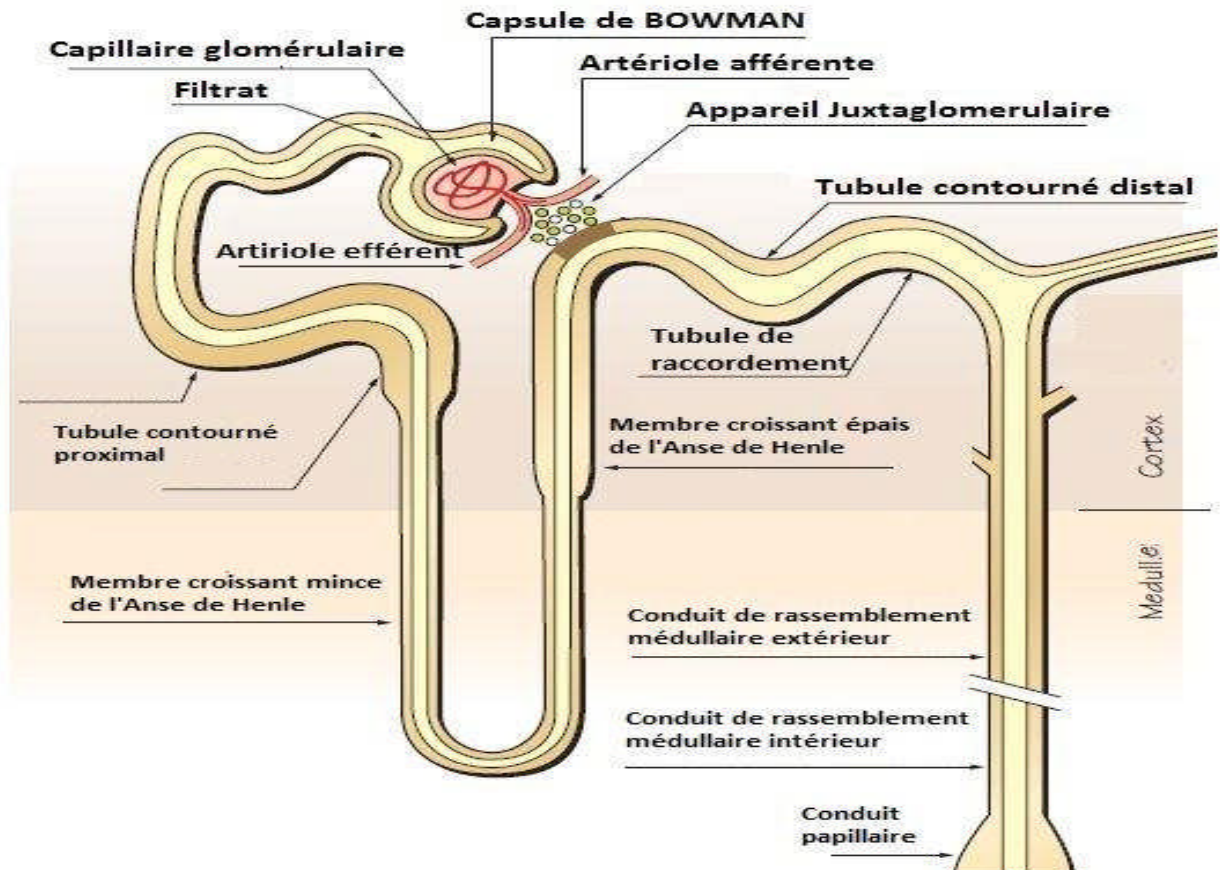


Figure I.4. Anatomie du néphron

- **Capsule de Bowman :**

Il s'agit du début du néphron. C'est un sac aveugle renflé en ampoule à double feuillet qui correspond à la partie urinaire du corpuscule de Malpighi. Elle reçoit l'ultrafiltration du plasma filtré par la paroi du glomérule. Le liquide contenu dans cette capsule de **Bowman** constitue l'urine primitive. Sa composition va être modifiée dans le reste du néphron.

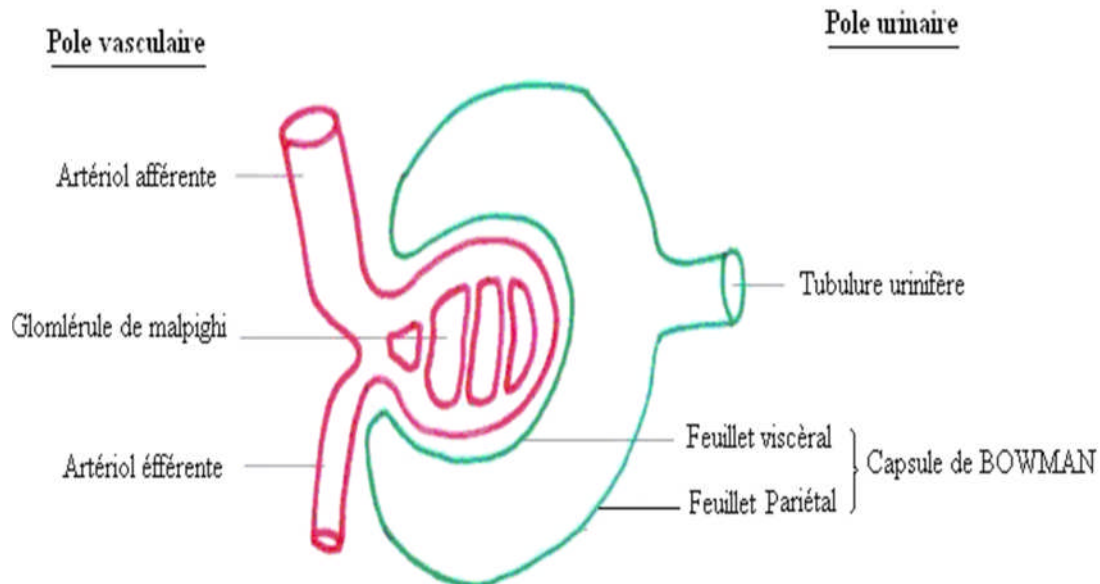


Figure I.5. Schéma d'une capsule de BOWMAN

I .4. Physiologie du rein

Le rein a de nombreuses fonctions dans la plus connue et importante est la formation de l'urine par filtration du sang, l'urine est drainée par l'uretère vers la vessie ou elle est stockée jusqu'à évacuation, c'est le principe moyen pour se débarrasser de l'excès d'eau de l'organisme, le sodium et les substances toxiques.

Ils jouent aussi un rôle endocrine - sécrétion d'érythropoïétine (EPO) qui stimule la production des hématies par la moelle osseuse - activation de la vitamine D qui intervient dans la croissance, sécrétion de Rénine qui intervient dans la régulation de la pression artérielle.

La fonction rénale effectuée par les néphrons se fait en 3 phases:

I.4.1. La filtration glomérulaire :

Processus qui correspond au passage à travers une membrane, de liquides et de solutés du plasma au niveau de la capsule de Bowman. Cette filtration s'effectue grâce à la pression artérielle. Elle permet d'obtenir l'ultrafiltrat glomérulaire ou urine primitive. **(Voir figure I.5)**

I.4.2. La réabsorption tubulaire :

Une très grande partie de l'urine primitive est réabsorbée au niveau du tube. Cette phase porte inégalement sur les différents constituants de cette urine tels que :

- L'eau est réabsorbée à 99% de ce qui avait été filtré par le glomérule
- Certaines substances sont réabsorbées en totalité.
- Certaines substances ne sont pas du tout réabsorbées et sont ainsi totalement éliminées (par ex la créatinine),
- Certaines substances sont partiellement réabsorbées.

I.4.3. La sécrétion tubulaire :

Les cellules des tubulaires ont la propriété d'éliminer certaines substance. A la quantité de celles-ci filtrée par le glomérule, vient s'ajouter une quantité sécrétée au niveau du tube.

Cette phase est observée pour certains produits étrangers à l'organisme tel que les médicaments, mais aussi pour les sels (sodium, potassium, etc...) permettant ainsi le maintien de l'équilibre de leur taux dans le sang.

Les trois phases précédentes de l'excrétion urinaire sont illustrées dans La **figure (I.6)**

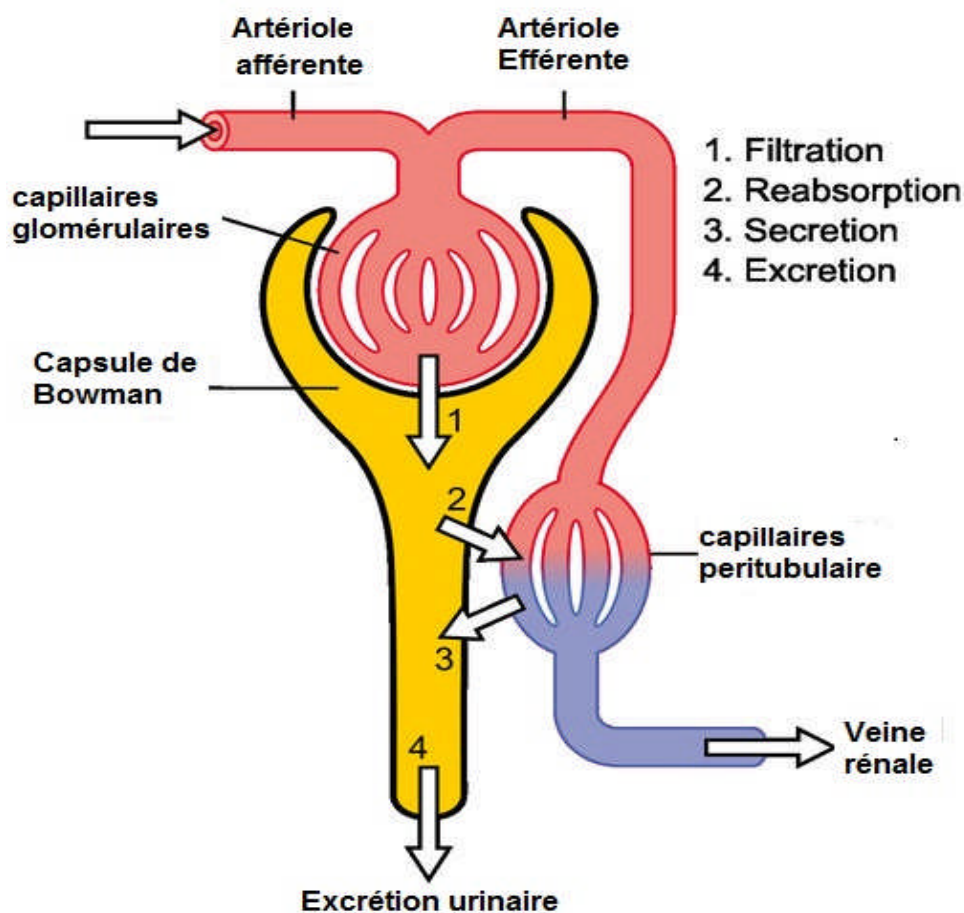


Figure. (I.6) La filtration glomérulaire

II. La dialyse :

Les reins sont des organes vitaux qui assurent le « nettoyage » du sang et son équilibre en eau et en électrolytes. Des reins en bonne santé nettoient le sang en filtrant les déchets l'excès d'eau.

Lorsque les reins n'assurent plus leurs fonctions soit particulièrement ou complètement on parle d'insuffisance rénale.

On distingue deux types d'insuffisance rénale :

- L'insuffisance rénale chronique (IRC)
- L'insuffisance rénale aiguë (IRA)

L'insuffisance rénale chronique : caractérisée par une altération irréversible du système de filtration glomérulaire ces causes ne sont pas toujours connues mais les principales sont le diabète et la tension.

L'insuffisance rénale aiguë : qui correspond à un arrêt brutal du débit de filtration glomérulaire suite à une maladie, une blessure grave ou soudaine.

Il existe différentes manières de pallier un dysfonctionnement rénal

1. La greffe : la greffe du rein est une intervention chirurgicale qui consiste à remplacer un rein défectueux par un rein sain prélevé sur un donneur compatible.

2. La dialyse :

« dialysus » du grec qui signifie séparation, en médecine est une technique d'épuration qui repose sur l'utilisation d'une membrane semi perméable. Selon que la dialyse se fait extracorporelle et intracorporelle on distingue plusieurs types :

- Intracorporelle : La dialyse péritonéale
- Extracorporelle : L'hémodialyse et aussi l'hémofiltration et l'hémodiafiltration

II.1. Dialyse péritonéale :

Le péritoine est une membrane naturelle qui entoure les organes abdominaux. La dialyse péritonéale nécessite un accès à la cavité péritonéale réalisé par la mise en place chirurgicale d'un cathéter souple. **(Voir Fig. (I.7.a))**. Ce cathéter permet de renouveler le liquide de dialyse. **(Voir Fig. (I.7.b))**.

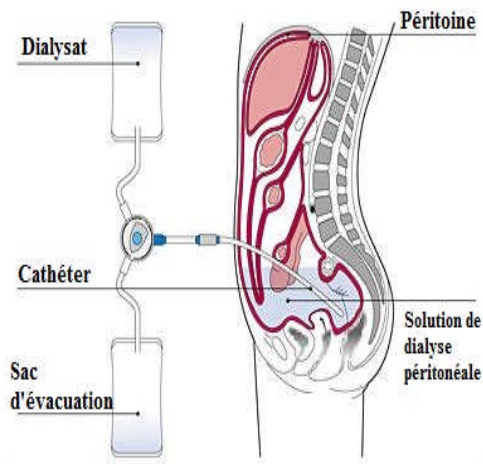


Fig. (I.7.a) Péritoine

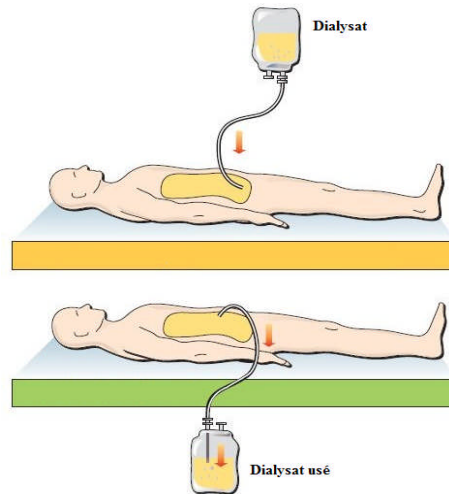


Fig. (I.7.b) Dialyse Péritonéale

II.2. L'hémodialyse :

Le terme hémodialyse vient du grec « Hémé » pour hématos qui veut dire sang et dialysus qui signifié séparé.

C'est une méthode d'épuration extra corporelle du sang, et ce processus se déroule dans une machine à l'extérieur du corps. Un médecin crée chirurgicalement un accès permanent à la circulation sanguine, de manière à se que le sang puisse être dévié à travers la machine de dialyse puis réintroduit dans l'organisme. Ce point d'accès est appelé fistule ou prothèse vasculaire.

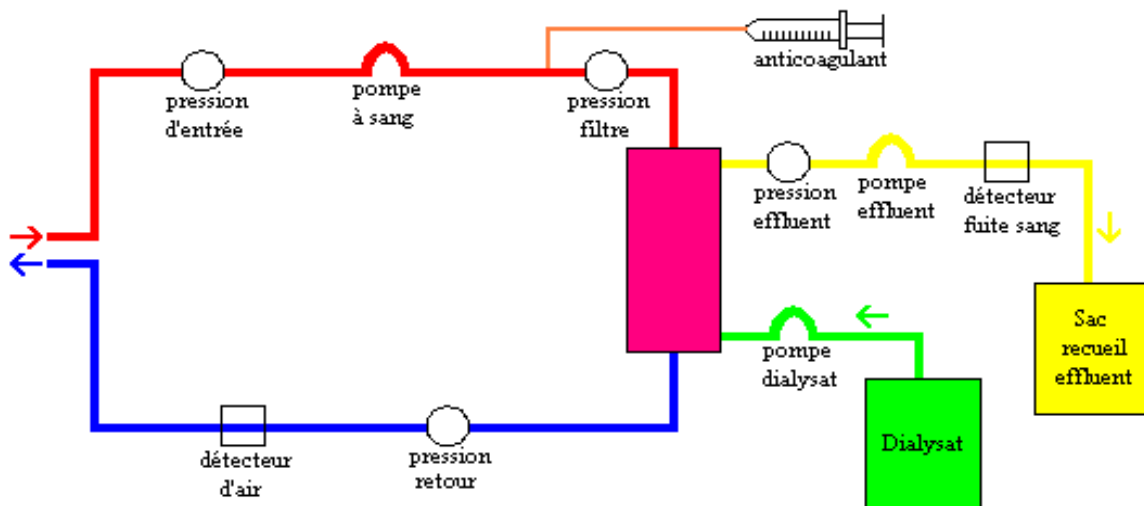


Fig. (I.8.) schéma de l'hémodialyse

II.2.1 La fistule artério-veineuse : Une fistule artério-veineuse désigne une communication entre une veine et une artère, elle est réalisée par un chirurgien de façon définitive en vue d'augmenter le débit sanguin et la dilatation de la veine.

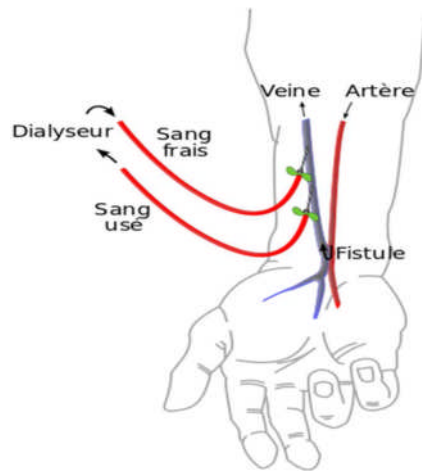


Fig. (I.9.) : Fistule artério-veineuse

II.3. L'hémofiltration :

C'est une méthode de filtration du sang à travers la membrane d'un hémofiltre selon un gradient de pression (convection). Le débit d'ultrafiltration est le débit d'eau plasmatique qui traverse la membrane par unité de temps. Il dépend de la perméabilité hydraulique de la membrane, de la surface de la membrane et de la pression transmembranaire. **Voir Fig. (I.10).**

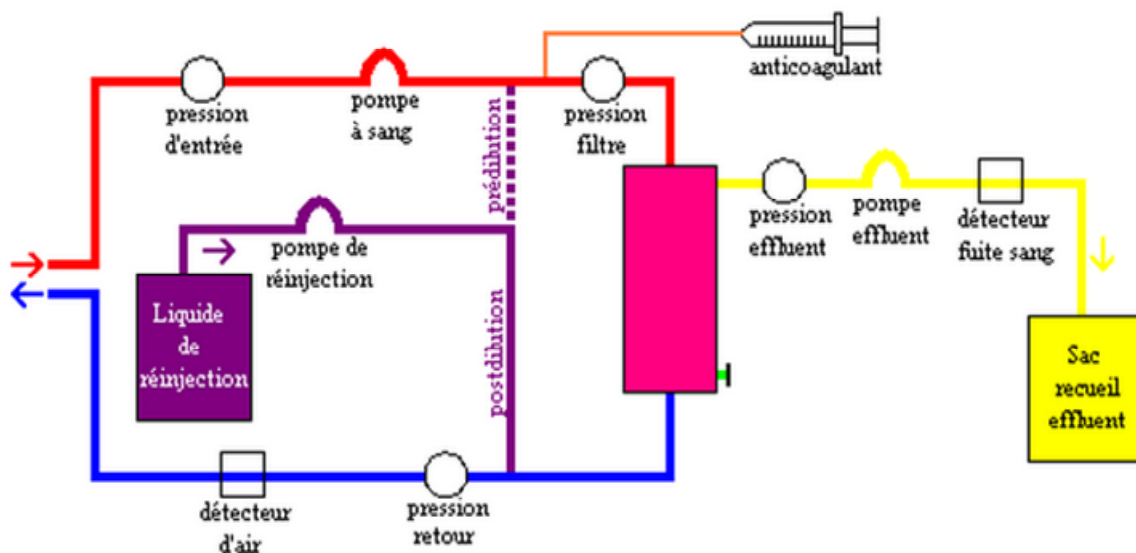


Fig. (I.10) Schéma de l'hémofiltration

II.4. L'hémodiafiltration :

Est une technique qui regroupe les deux mécanismes de transfert de soluté, l'ultrafiltration (convection) et la diffusion (conduction) **Voir Fig. (I.11)**

Cette technique permet une épuration plus performante, un raccourcissement de la durée de la dialyse et une meilleure stabilité cardio-vasculaire

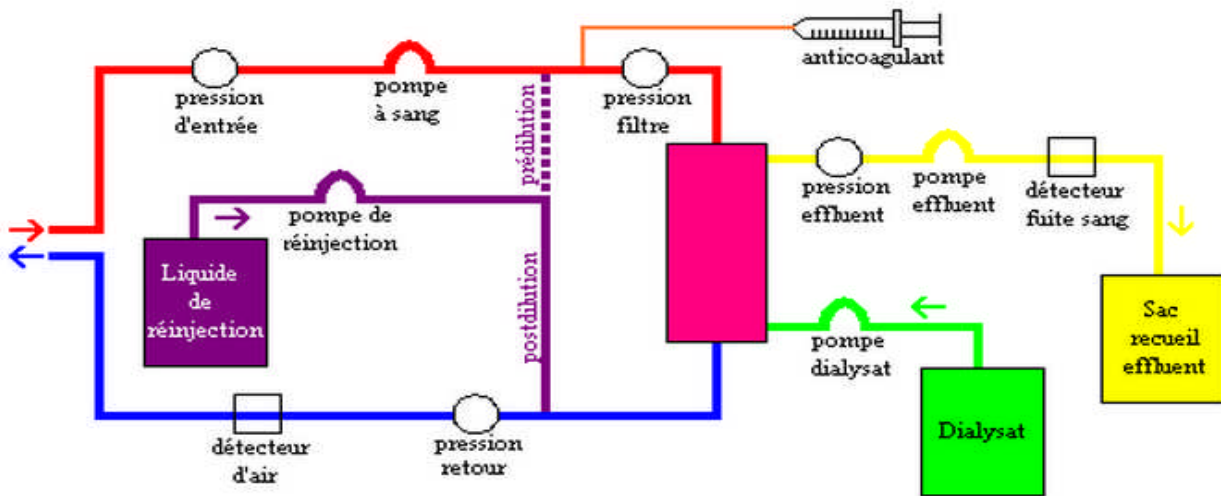


Fig. (I.11) Schéma de l'hémodiafiltration

III. Principes physico-chimiques de la dialyse :

Le dialysat doit avoir une composition chimique proche de celle du plasma sanguin normal pour créer une possibilité d'échange. Ces échanges se font par deux principes physico-chimiques qui sont la diffusion et l'ultrafiltration.

III.1. La diffusion : La diffusion porte sur le mouvement de solutés et de molécules de faibles poids moléculaires suivant le gradient de concentration jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint sans passage de solvant (eau). Voir Fig. (I.12)

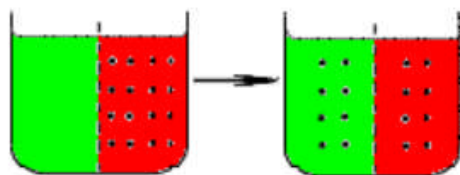


Fig. (I.12) phénomène de diffusion

III.2. L'ultrafiltration :

L'ultrafiltration ou convection est le transfert actif de soluté de solvant (eau) suivant un gradient de pression hydrostatique de chaque côté de la membrane, avec une pression positive dans le compartiment sanguin (chez le patient) et une pression négative dans le compartiment du dialysat.

On exerce une pression sur le compartiment sanguin, l'eau qu'elle contient en excès traverse la membrane et rejoint le dialysat, ce phénomène permet de corriger l'excès de liquide dans le sang du malade **Voir Fig. (I.13)**

L'ultrafiltration dépend de plusieurs paramètres tels que :

- Débit de filtration.
- La taille des pores de la membrane.



Fig. (I.13) phénomène d'ultrafiltration

III.3. L'osmose :

il se porte sur l'eau, entre deux solutions de concentration différentes à travers une membrane semi-perméable faisant office de cloison de séparation en allant de la solution la moins concentrée vers la solution la plus concentrée. Mais ici à l'opposé de la diffusion, les molécules ne peuvent pas traverser la membrane, mais comme les concentrations tendent à s'équilibrer, l'eau traverse la membrane en allant de la solution la plus concentrée vers la moins concentrée. **Voir figure (I.14)**

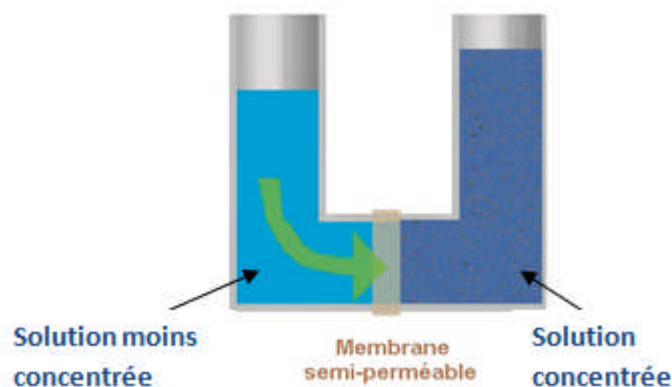


Fig. (I.15) : phénomène de l'osmose

III.4. L'osmose inverse :

Il se porte sur la pression contrairement à l'osmose, une pression est appliquée sur la solution la plus concentrée, l'échange d'eau se fera en sens inverse de (la solution la plus concentrée vers la solution la moins concentrée). **Voir figure (I.15)**

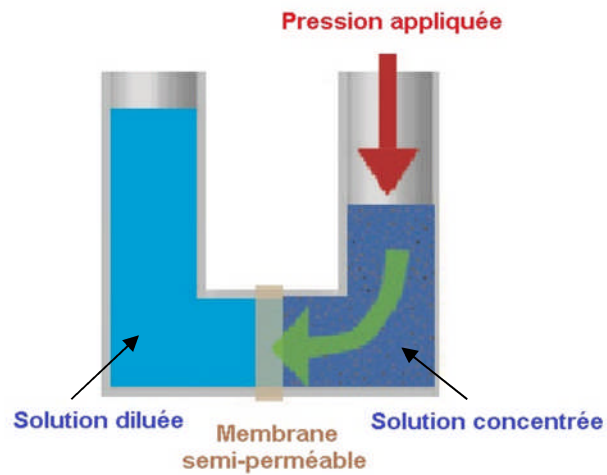


Fig. (I.15) : phénomène de l'osmose inverse

IV. Générateur d'hémodialyse :

L'appareil de dialyse qui est représenté sur la **figure (I.16)** se décompose en trois parties :

- Le moniteur sanguin
- Le moniteur de dialysat
- Le dialyseur

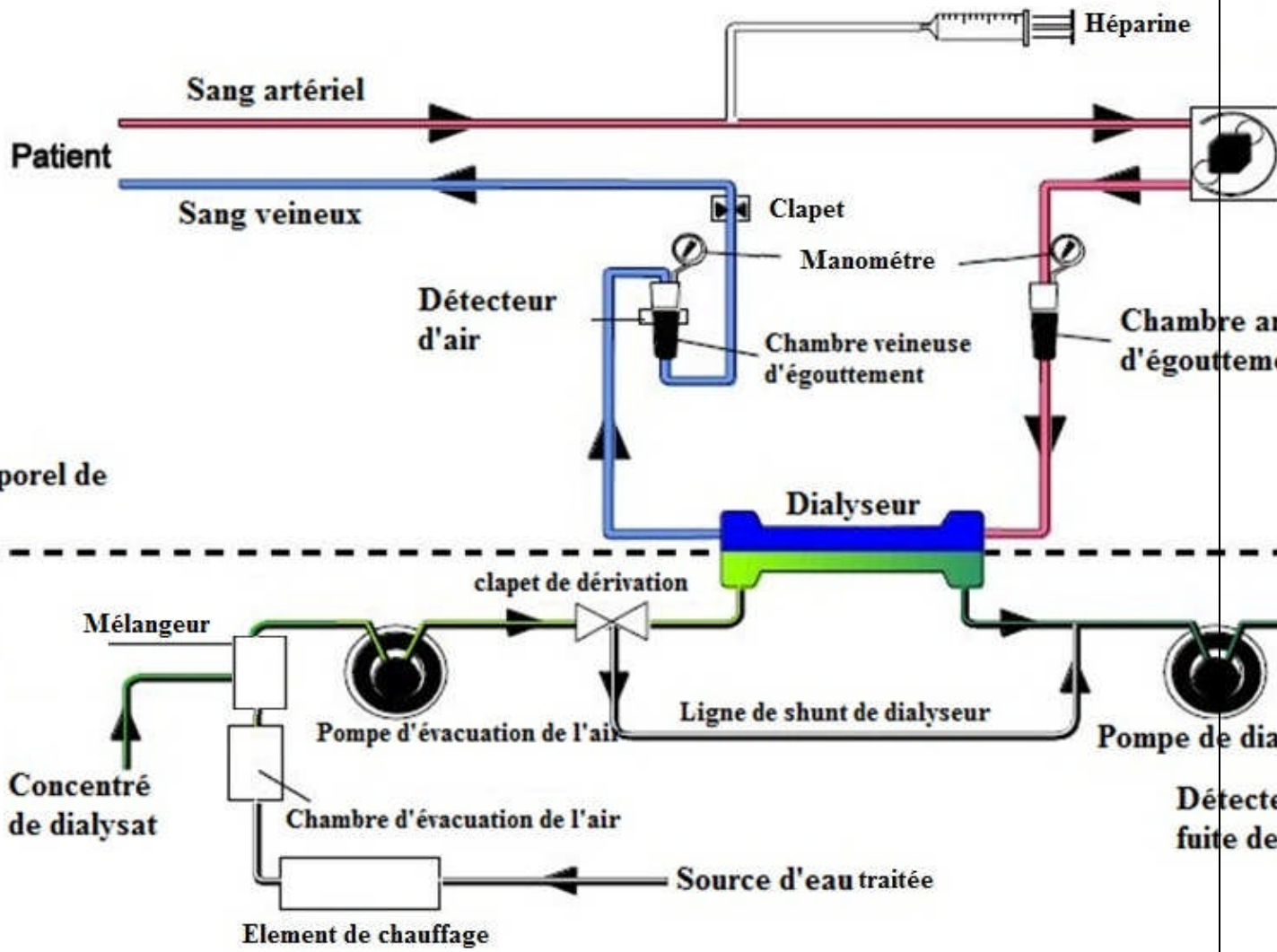


Fig. (I.16) Schéma type d'un générateur d'hémodialyse

IV.1. Le moniteur sanguin :

Le sang aspiré du patient par la pompe à sang qui l'achemine vers le dialyseur, puis une fois épuré, le sang est dirigé à bulles veineuse est mesurée et surveillée à l'aides d'un capteur de pression. Un détecteur d'air prévient tout risque d'injection d'air au patient. Le sang est ensuite refoulé au patient

VI.2. Moniteur dialysat :

Le dialysat est élaboré par dilution d'une solution d'électrolytes concentré avec de l'eau pure. La concentration finale de solution est proche de celle du liquide extracellulaire normal.

Une régulation maintient ce bain de dialyse à une température proche de celle de corps humain.

Le débit de la solution de dialysat traversant le dialyseur est voisine de 500 ml/min, il effectue les contrôles suivants :

- Contrôle de la conductance Gd (comprise entre 11 et 17 ms).
- Contrôle de la température du débit du dialysat Qd (comprise entre 500 et 800 ml/min).
- Contrôle de la température du bain de dialysat (comprise entre 35°C et 40°C).
- Contrôle de la pression de dialysat Pd ($2.6 \cdot 10^4$ Pa).
- Détecteur de fuite de sang.

IV.3. Le dialyseur :

Il est comparable à un échangeur tubulaire dans lequel le dialysat mélangé avec l'eau traitée et chauffée, circule à contre-courant du flux sanguin. Les transferts sont font au contact d'une membrane cellulosique ou synthétique constitué d'une multitude de fibres creuses (10000 à 15000). La membrane joue son rôle de filtre, qui permet de débarrasser le sang de ses déchets. Puis ces déchets, sont éjectés à l'extérieur du générateur.

De multiples dispositifs de contrôle du circuit sanguin et du dialysat son inclus dans le générateur de manière à assurer une sécurité absolue de l'hémodialyse.

Tout écart en dehors des limites de sécurité fixées déclenche une alarme visuelle et sonore et mise hors circuit immédiate du dialysat. **Voir figure (I.17)**

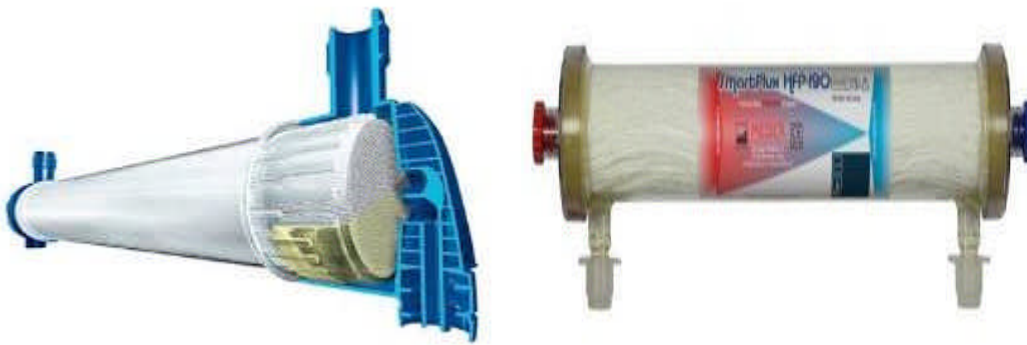


Fig. (I.17) : dialyseur

VI. Le traitement d'eau :

L'eau utilisée dans l'hémodialyse est l'élément essentiel entrant dans la composition du dialysat à 97%, le sang du patient est mis en contact à travers la membrane du dialyseur avec 150 litres de dialysat soit environ 145 litres d'eau. Cette eau est issue de l'eau de ville qui contient un grand nombre de composés organiques, inorganiques et bactériologiques qui peuvent s'avérer extrêmement nocifs pour le patient. La qualité de l'eau doit répondre aux normes de conformité physicochimique et bactériologique.

Le traitement physico-chimique, bactériologique et endotoxinique de l'eau est un processus essentiel dans la prévention des infections en hémodialyse afin de produire de façon fiable et reproductible une eau de qualité bactériologique compatible avec le dialysat, afin d'éviter de graves désordre métabolique chez le patient, on doit:

- Eliminer les bactéries présentes dans l'eau brute.
- Eviter la contamination bactérienne du système.
- Eliminer les sels dissous.
- Inhiber la croissance bactérienne durant toute la phase de traitement.
- Produire une eau de qualité bactériologique compatible avec l'application finale.

VI.1 Principaux composants de la station de traitement d'eau :

a- Pré-filtre : Il élimine les particules de taille importante supérieure à $5 \mu\text{m}$. Il assure une filtration de l'eau brute et une protection de tous les autres éléments de la chaîne.

b- Unité auxiliaire : Elle contient deux éléments de base : Réservoir à eau et pompes auxiliaires.

L'eau pré-filtrée est arrosée dans un réservoir non corrosif fait en polyéthylène. Puis, elle passe par le réservoir via deux pulvérisateurs qui va entraîner l'oxydation des sels ferreux.

c- La pompe de reprise : La pompe de reprise est installée derrière le réservoir qui augmente la pression de l'eau d'alimentation de l'installation de traitement d'eau.

d- Filtre à charbon actif : Le charbon actif est une forme microporeuse de charbon fabriqué à partir de tourbe, bois, noix de coco....etc. L'activation est réalisée par la vapeur ou chimiquement. Celle-ci crée des pores de dimension moléculaires à l'intérieur du charbon.

Les filtres à charbons actifs éliminent efficacement le chlore, les chloramines et les traces de métaux lourds. Ils absorbent les matières organiques dissoutes dans l'eau ainsi que les pesticides, virus, et bactéries.

e- La microfiltration : Elle élimine les particules de taille comprise entre 1 et 5 μm . Elle sert à la protection des éléments de la chaîne de traitement d'eau.

f- Adoucisseurs : Un adoucisseur automatique de l'eau est installé dans le but d'écarter les problèmes de dépôt de calcium et de magnésium et les éléments qui forment la dureté de l'eau.

Les ions de calcium et de magnésium sont retenus par la résine dans le filtre, ce qui dégage une quantité d'ions de sodium. Lorsque une quantité d'eau sélectionnée avec le contrôle programmable passe à travers les filtres, il effectue une régénération automatique de ce filtre, ce qui met en fonction le second filtre jusqu'à ce qu'une nouvelle transformation ait lieu.

En conséquence, lorsqu'un filtre fonctionne, l'autre est en régénération ou en position de stand-by (d'attente). Les filtres qui sont en régénération utilisent une solution de saumure diluée.

g- L'osmose et l'osmose inverse :

Chaque unité de dialyse se distingue par la nature de son osmoseur.

L'osmose inverse est un processus de filtration pratiqué avec une membrane de très faible porosité ($< 0.1 \text{ nm}$) perméable uniquement aux solvants (H_2O) et aux gaz. Le degré d'un osmoseur sera évalué par la mesure en sortie de la résistivité d'eau.

Les températures de fonctionnement idéales pour optimiser les performances d'un osmoseur sont en général comprises entre 17 et 20°C

h- Filtre à sédiments : Ce filtre va retenir tous les déchets organiques dans l'eau, et tout ce qui est d'une taille supérieure à 150 Angstrom.

Chapitre II

**Étude descriptive et fonctionnelle
Du générateur 4008 B**

Introduction

Dans ce chapitre nous avons choisis parmi plusieurs types d'appareils d'hémodialyse ; Fresenius 4008 B sur lequel nous allons porter notre étude d'un point de vue général et détaillée de sa constitution.

Le tableau ci-dessous résume les principales caractéristiques techniques de l'appareil :

Paramètre	Valeurs
Alimentation Electrique	Tension du réseau 230-240 V (AC), -10% à +6%,50Hz Pour la dialyse, max 6 A Pour la désinfection, thermo-chimique max 9 A Batterie 18V
Alimentation en eau	-Entrée de l'eau 1,5 à 6,0 bars -Température d'entrée de l'eau 5°C à 30°C -Rinçage thermochimique intégré 85°C jusqu'à 95°C -Hauteur de sortie, max 1 m
sécurité	-Détecteur de fuite de sang, sensibilité de 0.5ml/min -Détecteur d'air 0 à 600ml/min
Pompe	A sang, 15-600 ml/min. Héparine, 0.1-10 ml/h. (seringue de : 20, 30, 50 ml)
Circuit fluidique de dialyse	-Débit de dialyse : 300-500-800 ml/min -La température de dialyse : 35°C-39°C -conductivité : 12.8 à 15.7 ms/cm (25°C)

Tableau 1 : les principales caractéristiques techniques du générateur 4008 B

I. Description de l'appareil

I.1. Face avant : (voir fig. II.1.)

Légende

- ① Interface d'affichage (Bar graphe + afficheur a sept segments)
- ② Pompe à sang
- ③ Support pour seringue
- ④ Contrôle de température du sang
- ⑤ Entrée du concentré
- ⑥ Raccordement de la cartouche de bicarbonate en poudre
- ⑦ Interface d'affichage à sept segments
- ⑧ Détecteur de bulles air
- ⑨ Potence
- ⑩ Frein

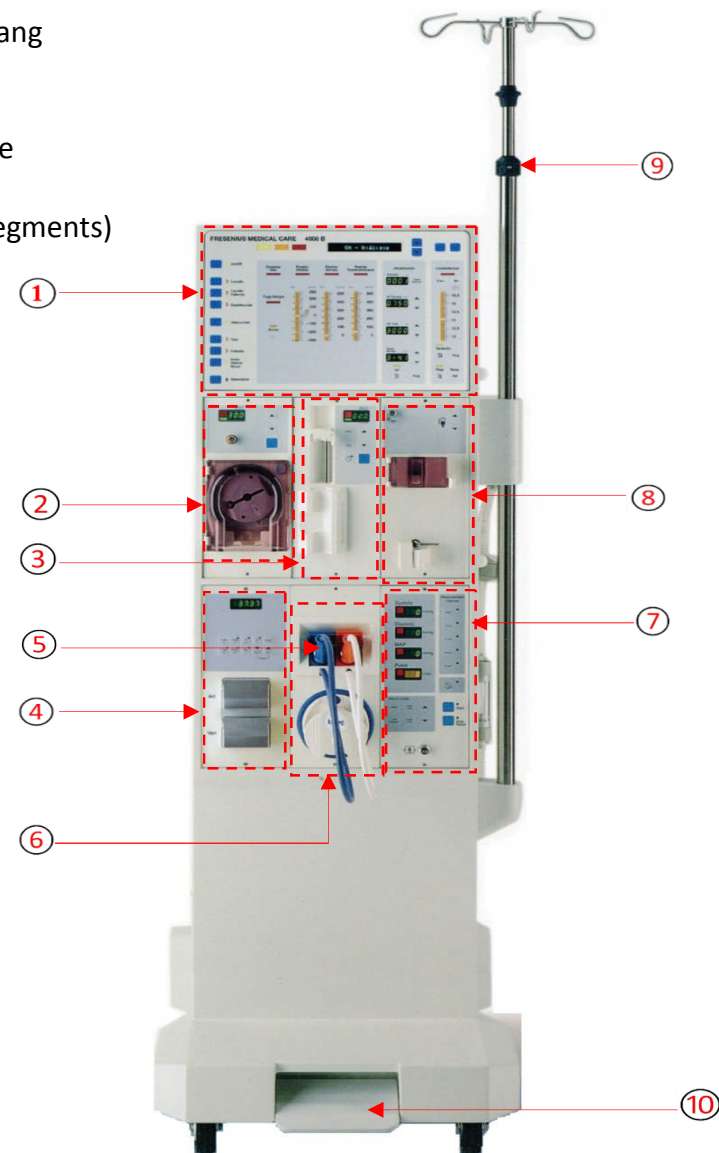


Fig. (II.1) Face avant

I.2.Face arrière : (voir fig. II.2.)

Légende

- ① Moniteur
- ② Site de prélèvement
- ③ Filtre
- ④ Tuyau d'arrivée dialysat avec l'indicateur de débit
- ⑤ Tuyau de retour dialysat
- ⑥ Connecteur désinfectant
- ⑦ Filtre d'entrée d'eau. en option
- ⑧ Connecteur concentré bicarbonate (bleu)
- ⑨ Connecteur concentré A (rouge) pour alimentation central en option
- ⑩ Connecteur vidange
- ⑪ Connecteur d'entrée d'eau ou connecteur pour filtre d'entrée d'eau
- ⑫ DIASAFFplus (filtre 1) en option
- ⑬ Mise à l'air
- ⑭ Bloc d'alimentation
- ⑮ Bride de fixation pour tuyaux de raccord dialyseur

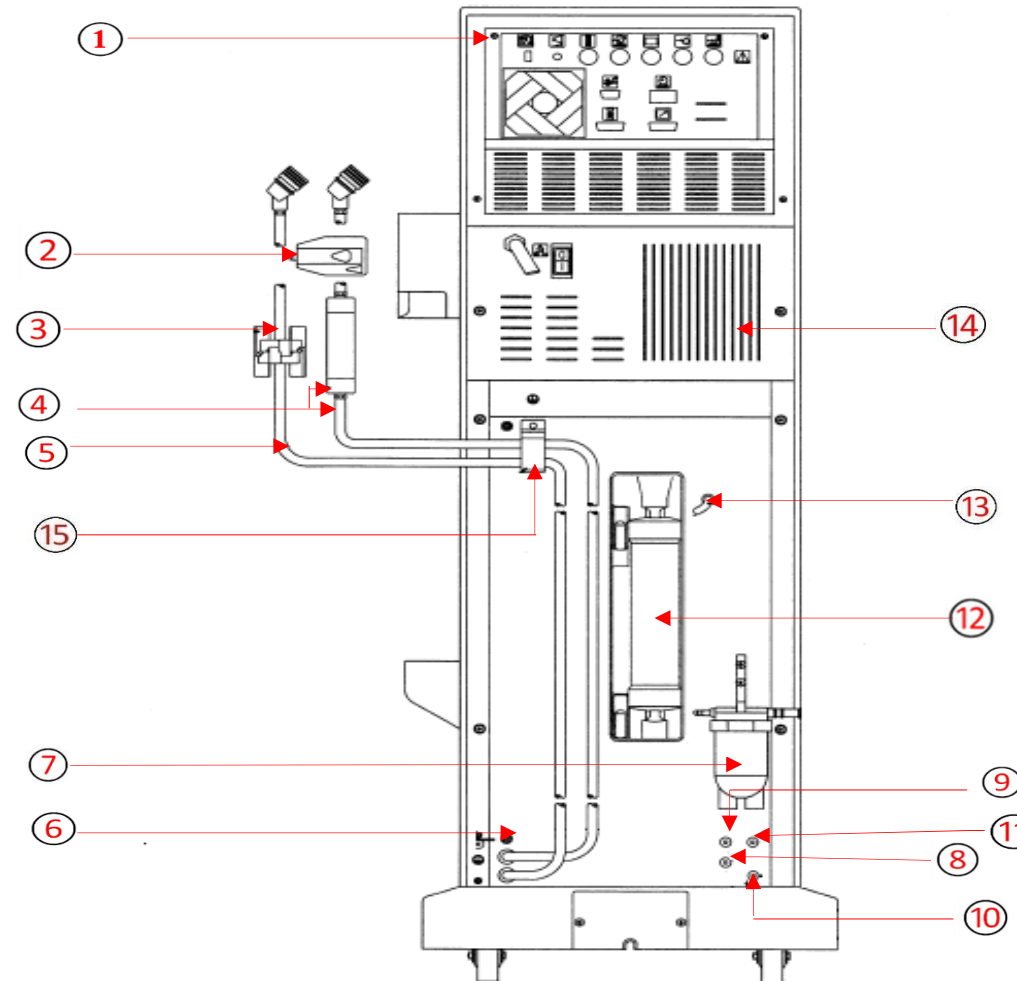


Fig. (II.2) Face arrière

I.3. Bloc d'alimentation : (voir fig. II.3.)

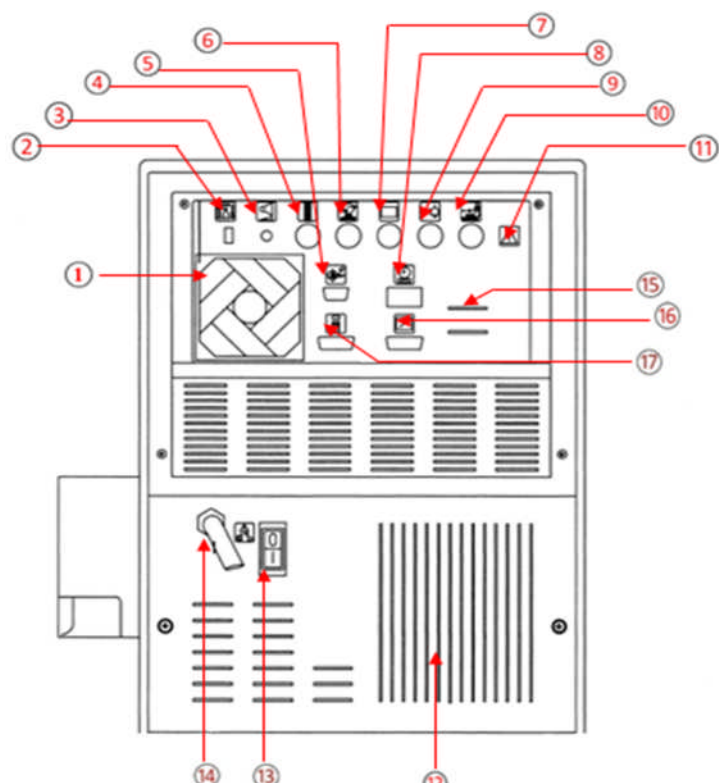


Figure.II.3. bloc d'alimentation

Légende

- ① Ventilateur
- ② Switch service technique
- ③ Réglage de puissance de l'alarme
- ④ Raccord pour lampe /Témoin d'état (en option)
- ⑤ Interface RS232 (isolé électrique par Couleur optique) en option
- ⑥ Raccord entrée /sortie (pour appareils périphériques)
- ⑦ Raccord écran
- ⑧ Compteur d'heures de service
- ⑨ Raccord Entrée alarme (peut être utilisé pour raccorder un déclencheur externe qui permet
- ⑩ Raccord Sortie alarme (peut être utilisé pour raccorder un témoin d'alarme externe, appel infirmier)
- ⑪ Pictogramme : attention, voir
- ⑫ Bloc d'alimentation (alimentation électrique du générateur de dialyse)
- ⑬ Interrupteur d'alimentation (**interrupteur**)
- ⑭ Cordon d'alimentation électrique (I 230 V AC ; 50-60 Hz)
- ⑮ Haut-parleur d'alarme
- ⑯ Prise pour télécommande 4008 (en
- ⑰ Interface clef ID patient (identification du patient en liaison avec le programme FINESSE) (en option)

I.4.Pompe à sang : (voir fig. II.4.)

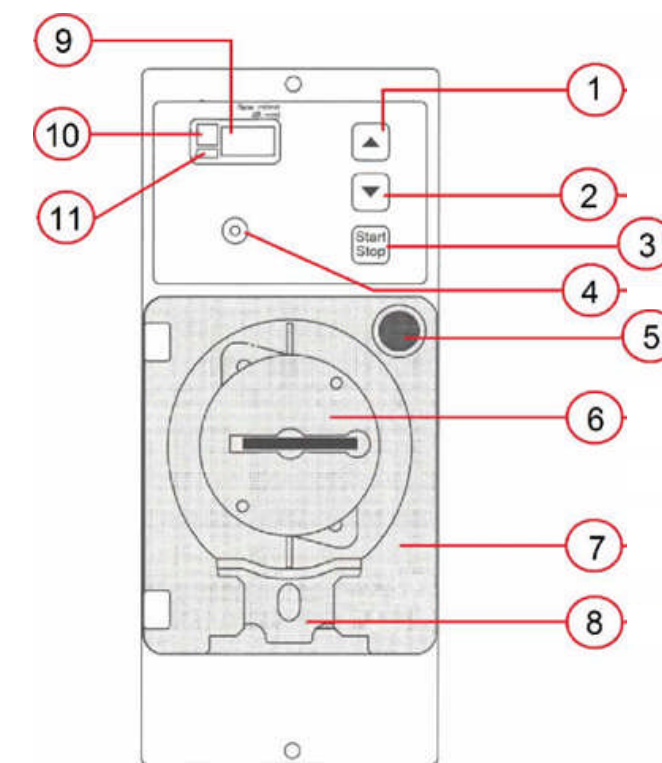


Figure.II.4. Pompe à sang

Légende

- ① Touche ↑ (permettant d'augmenter le débit sanguin ou la valeur du
- ② Touche ↓ (permettant de réduire le débit sanguin ou la valeur du diamètre CPS)
- ③ Touche Start/Stop (mise en marche/arrêt de la pompe à sang
- ④ Entrée de pression Luer-Lock pour la mesure de pression artérielle
- ⑤ Détecteur (porte de pompe à sang ouverte ou fermée)
- ⑥ Rotor (refoule le sang du patient par le jeu des galets et du corps de pompe. On peut démonter le
- ⑦ Porte de pompe
- ⑧ Élément de serrage (assure le maintien de corps de pompe
- ⑨ Affichage, indique le débit, le diamètre de corps de pompe ou un code d'erreur
- ⑩ Voyant alarme
- ⑪ Voyant fonctionnement

I.5. Pompe à héparine (fig. II.5)

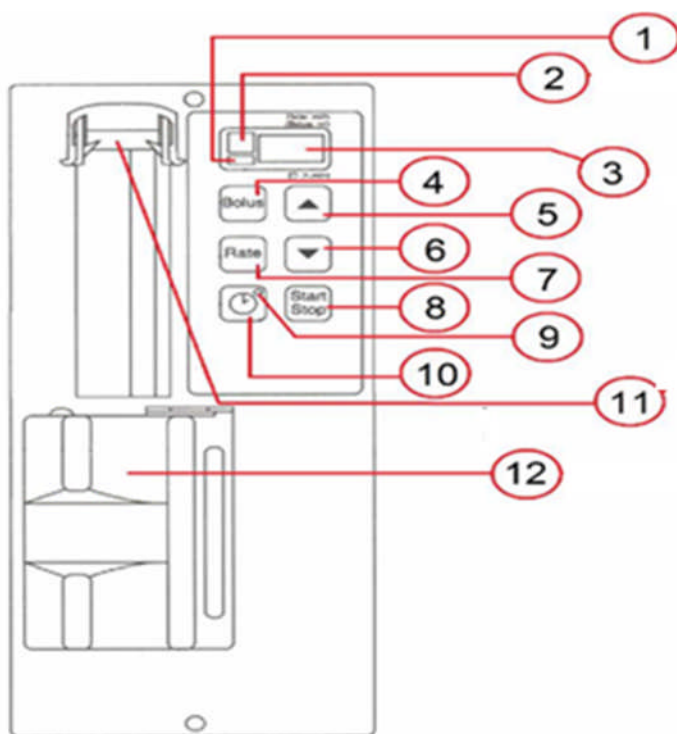


Figure. II.5. Pompe à héparine

Légende

- ① Voyant **FONCTIONNEMENT**
- ② Voyant **ALARME**
- ③ Affichage (indique le débit, le temps, le volume du bolus ou le code d'erreur)
- ④ Touche bolus
- ⑤ Touche ↑ (pour augmenter le débit ou le temps et remonter le piston)
- ⑥ Touche ↓ (pour réduire le débit ou le temps et descendre le piston)
- ⑦ Touche rate (pour régler le débit)
- ⑧ Touche **START/STOP** (mise en marche/arrêt de la pompe à héparine)
- ⑨ Voyant **COMPTEUR HORAIRE**
- ⑩ Touche pour régler le comoteur horraire
- ⑪ Pousse-seringue
- ⑫ Berceau du corps de seringue

I.6. Détecteur d'air (fig. II.6)

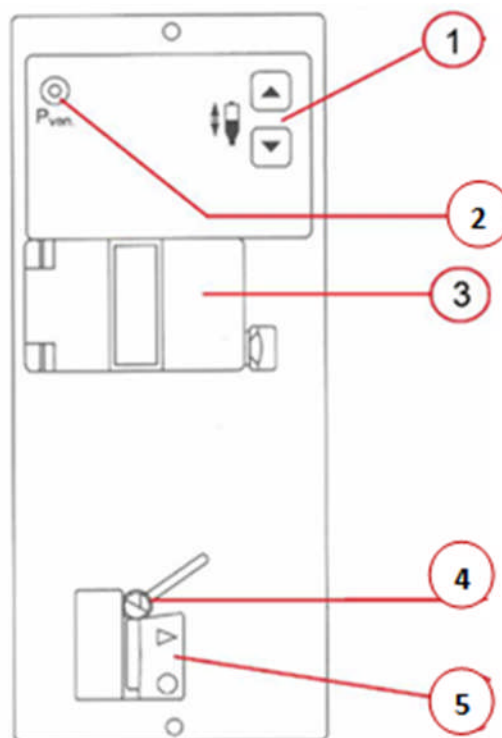


Figure. II.6. Détecteur d'air

Légende

- ① Touche (pour augmenter (^) et diminuer(v) le niveau du liquide dans le
- ② Raccord de pression veineuse (raccord luer-lock pour la mesure de la pression veineuse)
- ③ Support de piège à bulle veineux avec détecteur à ultrason
- ④ Clamp veineux
- ⑤ Détecteur colorimétrique

I.7. Plaque signalétique (voir fig. II.7)

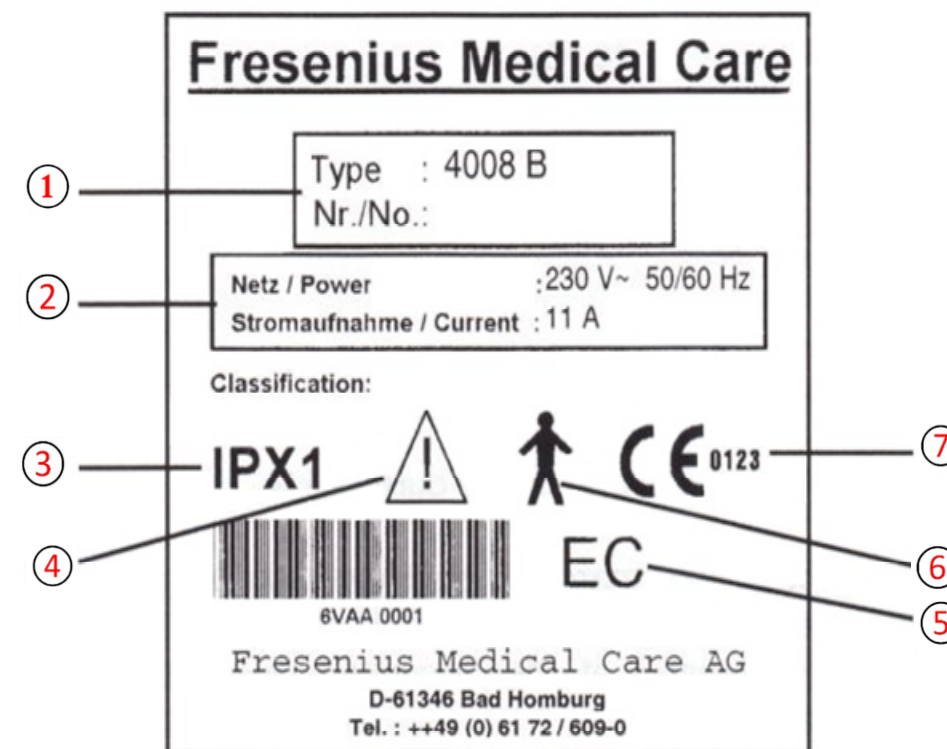
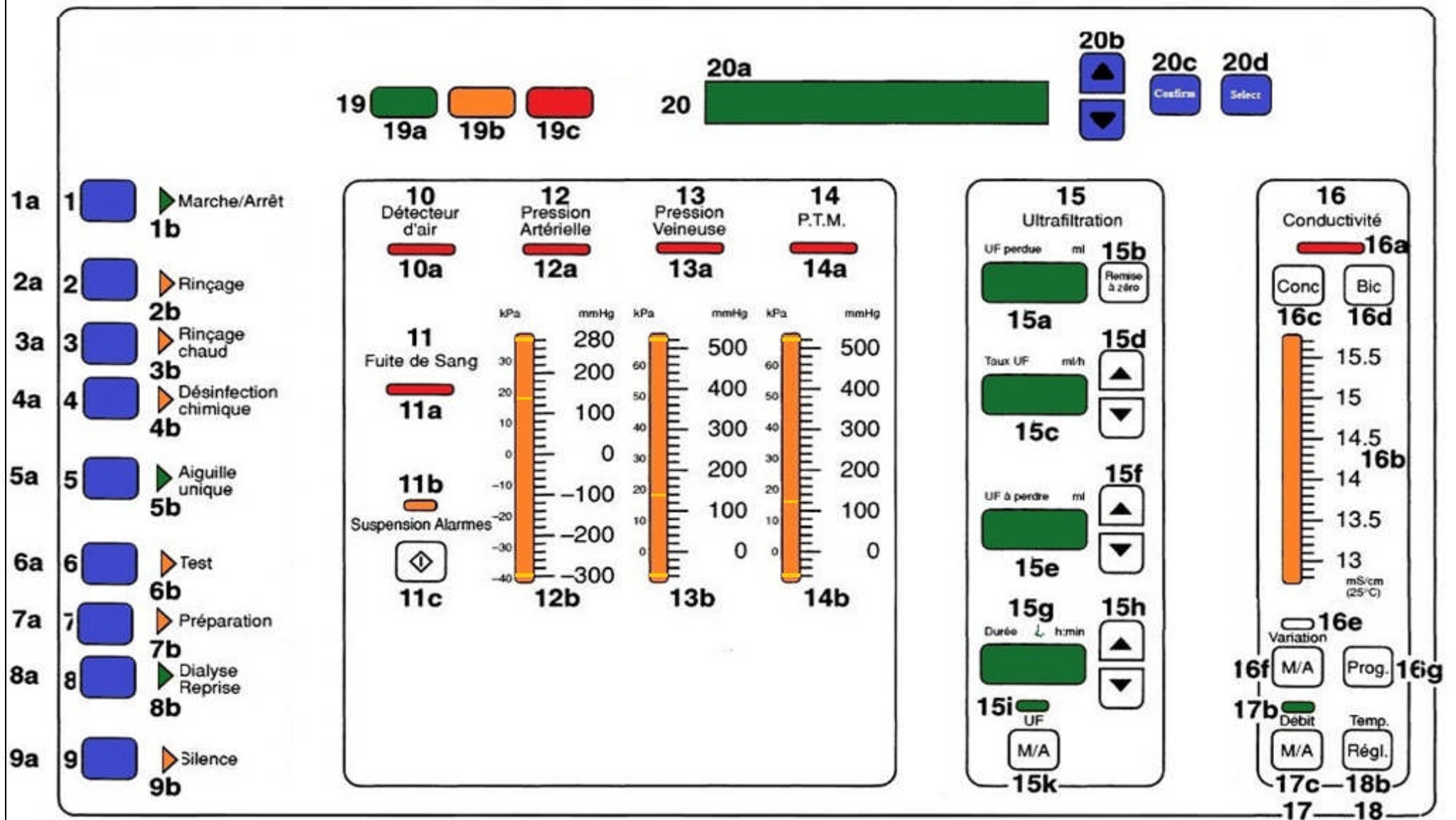


Figure. II.7. Plaque signalétique

Légende

- ① Désignation du modèle, numéro de série
- ② Paramètres électriques
- ③ Protection contre les infiltrations de liquides : protège contre les projections
- ④ Attention, ce référer à la documentation jointe
- ⑤ Code d'équipement (EC, Equipment Code)
- ⑥ Degré de protection contre les chocs électriques ; types B
- ⑦ Indication CE

I.8.Face moniteur (voir fig. II.8)



Figure(II.8) Face moniteur

Légende

Touches de fonction (5N°1-9)

1a – touche **Marche/Arrêt**

1b- voyant **Marche/Arrêt**

2a- Touche **Rinçage**

2b-voyant **Rinçage**

3a-Touche **Rinçage chaud**

3b-Voyant **Rinçage chaud**

4a-touche **Désinfection chimique**

4b-Voyant **Désinfection chimique**

5a-touche **Aiguille unique**

5b-Voyant **Aiguille unique**

6a-touche **Test**

6b-voyant **Test**

7a-touche **P préparation**

7b-voyant **P**

Préparation

8a-touche **Dialyse/reprise**

8b-voyant **Dialyse/reprise**

9a-touche **Silence**

9b-Voyant **Silence**

Moniteur circuit sang (N°10-14)

10a-témoin d'alarme du **détecteur d'air**

11a-témoin d'alarme de **fuite de sang**

11b-témoin de suppression alarme
(suspension alarmes)

11c-touche de suppression alarme
(suspension alarmes)

12a-témoin d'alarme de **pression artérielle(PA)**

12b-Echelle de mesure de **pression artérielle**

13a-témoin d'alarme de **pression veineuse(PV)**

13b-Echelle de mesure de **pression veineuse**

14a-témoin d'alarme de **P.T.M**
(**Pression transmembranaire**)

14b-Echèle de mesure de **P.T.M (pression transmembranaire)**

Moniteur d'ultrafiltration (N°15)

15a-affichage de l'**UF perdue**

15b-touche **Remise 0 zéro**

15c-Affichage de **Taux UF**

15d-↑touche augmenter et ↓touche diminuer du **taux UF**

15e-Affichage de l'**UF à perdre**

15f-↑touche augmenter et ↓touche diminuer de l'**UF à perdre**

15g-Afficheur de la durée de **dialyse à effectuer**

15h-↑touche augmenter et ↓touche diminuer **la durée de dialyse (durée)**

15i-voyant **UF**

15k-touche **UF M/A**

Moniteur de circuit dialysat (N°16-18)

16a-témoin d'alarme de **conductivité**

16b-Echelle de mesure de **conductivité**

16c-Touche **Conc**

16d-touche **bic**

16e-Voyant **variation**

16f-touche variation **M/A**

16g-Touche variation **Prog**

17b-Voyant **débit**

17c-Touche débit **M/A**

Voyant témoin d'état (N°19)

19a-témoin d'état **vert(marche)**

19b-témoin d'état **jaune**
(vigilance/information)

19c-témoin d'état **Rouge** (alarme)

Ecran/Entrée donnée (N°20)

20a-Afficheur

20b-touche ↑ et ↓

20c-Touche **Confirm**

20d-Touche **Select**

Ecran/Entrée donnée (N°20)

20a-Afficheur

20b-touche ↑ et ↓

20c-Touche **Confirm**

20d-Touche **Select**

➤ Mise en marche du générateur d'hémodialyse

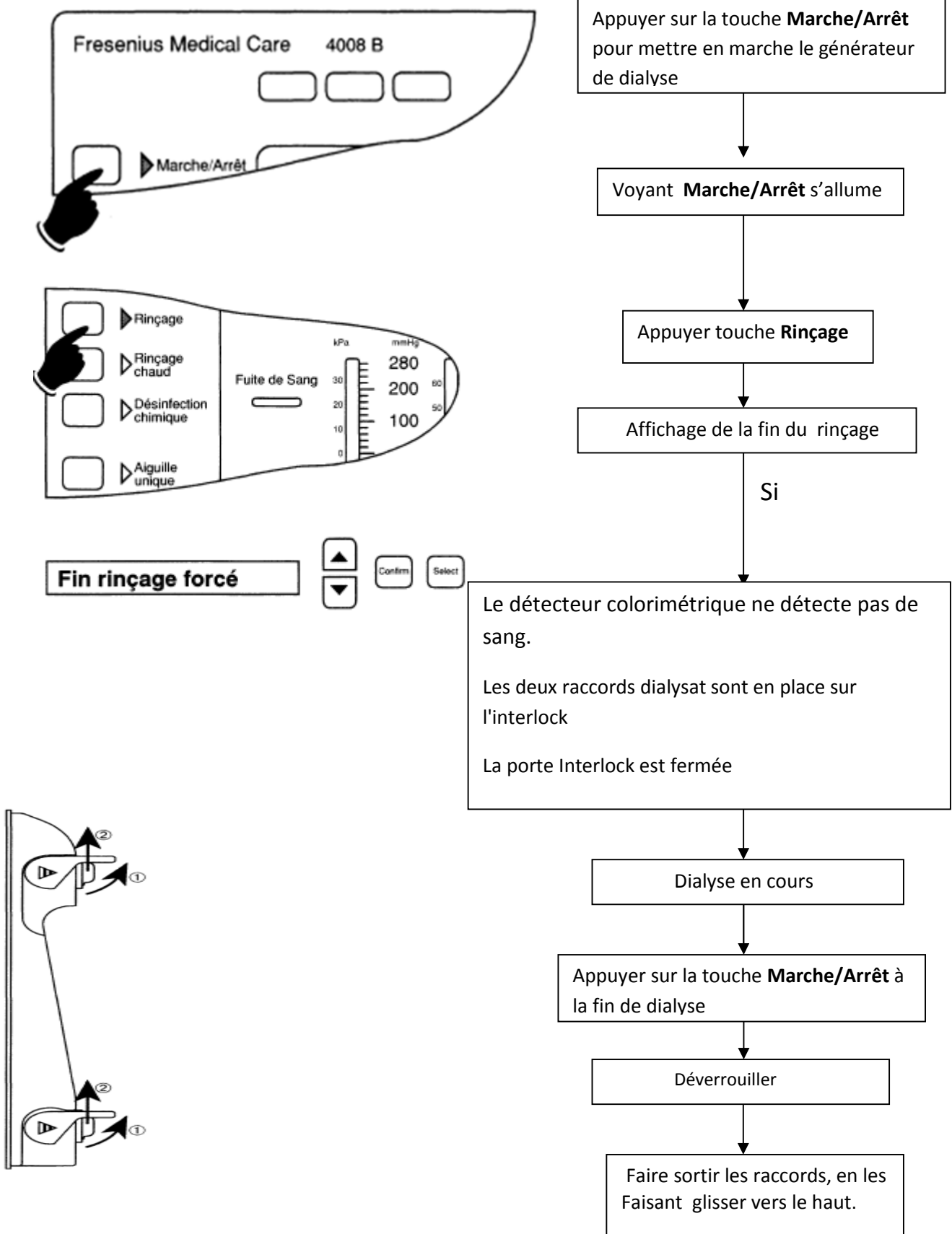


Figure (II.9) Mise en marche du générateur d'hémodialyse

II. Etude technique de la carte hydraulique LP 941

II.1. schéma synoptique générale du générateur

Sur le schéma suivant on peut voir les différents blocs du générateur 4008 B (figure II.10)

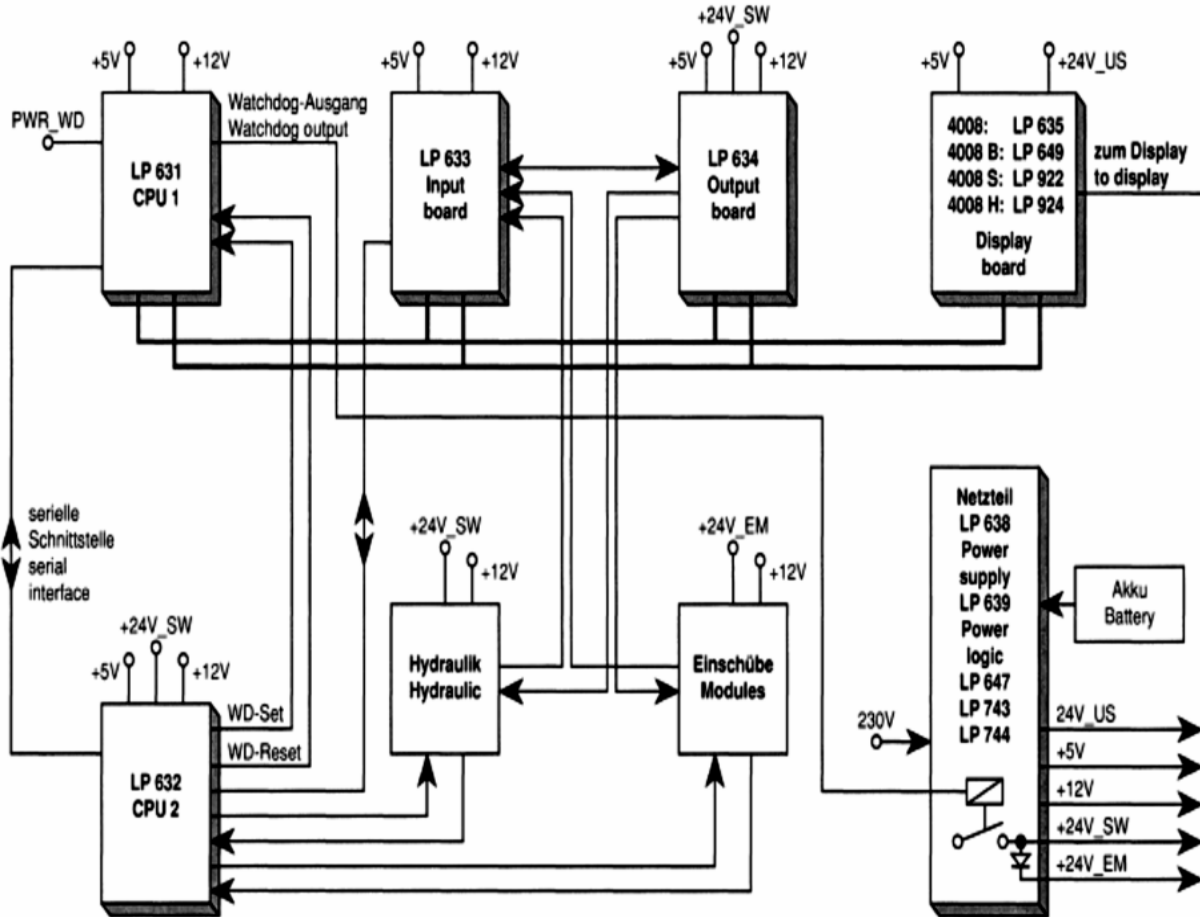


Figure (II.10) schéma synoptique générale du générateur 4008 B

L'ensemble de la machine est géré essentiellement par deux blocs de traitement CPU1 et CPU2 qui sont en liaison permanente entre elles par liaison série. La CPU1 prend en charge les blocs d'entrées/sorties, le bloc d'affichage ainsi que le contrôle des blocs d'alimentation en énergie électrique. La CPU2, s'occupe de la gestion de différents modules tels que le bloc hydraulique, l'objet de notre étude.

II.2. Schéma du contrôleur hydraulique :

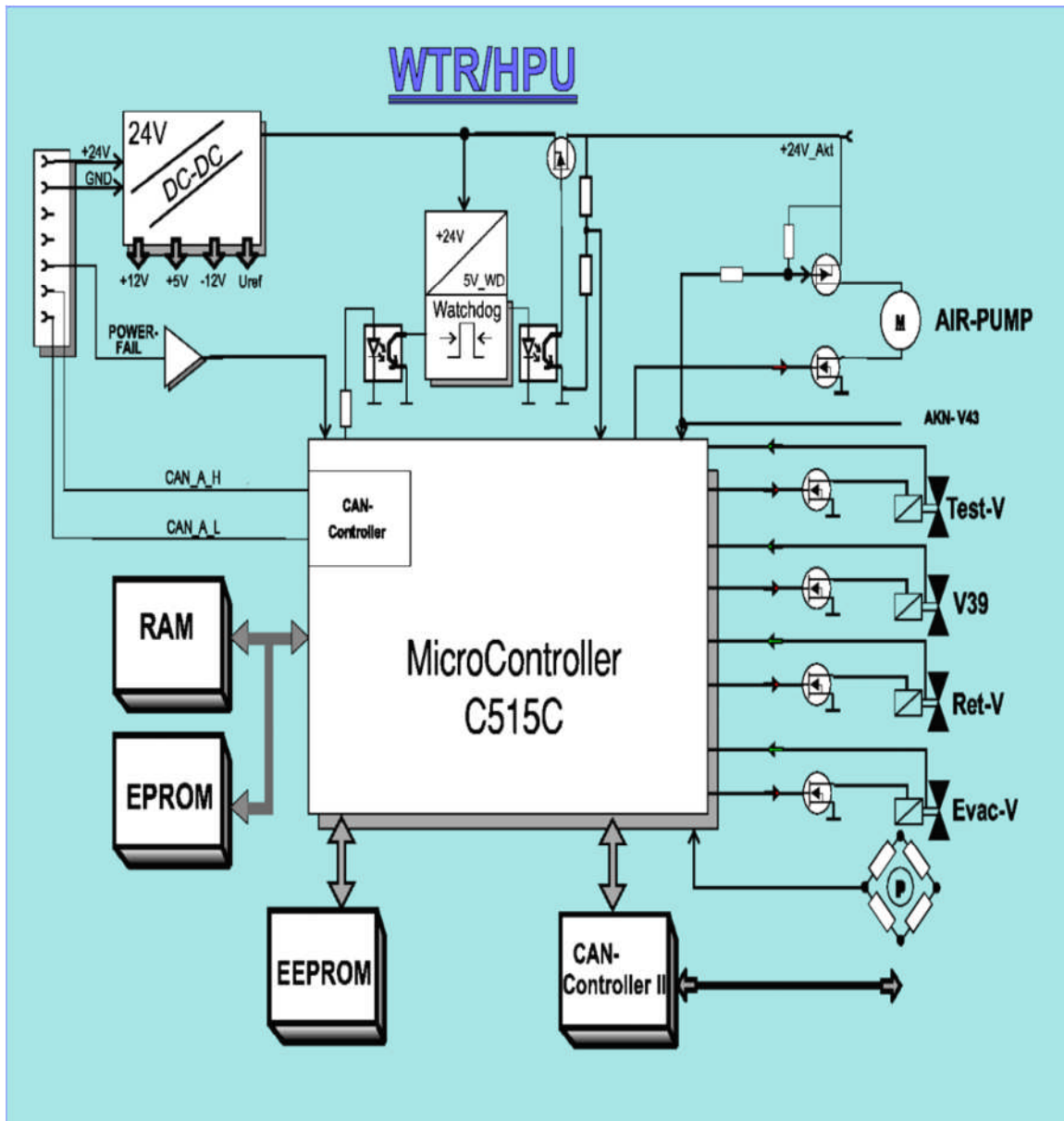


Figure (II.11) Schéma du contrôleur hydraulique

II.3. Description de fonctionnement du schéma hydraulique standard :

Le circuit hydraulique du générateur d'hémodialyse se compose d'un système d'équilibre volumétrique du dialysat MEV (voir figure II.13) dont le rôle est de s'assurer que la quantité de dialysat frais soit la même quantité que celle du dialysat usé.

Dans les modules d'équilibre volumétrique, le dialysat usé est remplacé par du dialysat frais et inversement dans la partie symétrique, ce qui permet d'obtenir un volume d'entrée et de sortie identique. Le dialysat frais est séparé du dialysat usé par une membrane élastique.

Le flotteur (5) intégré au bloc de chauffage (66) régule l'arrivée d'eau osmosée via l'électrovanne d'entrée d'eau (41).

Le régulateur de pression placé en amont (61) maintient la pression d'entrée d'eau à un niveau constant.

Dans la chambre (88c) du block dialysat (88), la pompe concentrée A (23) introduit un concentré Acétate et lors de la dialyse Bicarbonate un concentré Acide.

Lors d'une dialyse au bicarbonate, la pompe bicarbonate (25) amène la solution de bicarbonate de la canne d'aspiration bicarbonate (95) vers le débulleur principal (88c) du bloc dialysat (88) via la chambre de dégazage big bug® (131 a) et introduit un dosage de bicarbonate dans la chambre. La conductivité du bicarbonate est mesurée et contrôlée par la cellule de conductivité (132) et la sonde de température (133).

L'échangeur thermique (77) permet de transférer à l'eau froide entrante une partie de la chaleur du dialysat sortant.

L'eau est réchauffée dans la chambre de chauffage (66b). Après le passage dans la restriction de dégazage (89), l'eau se dégaze sous l'effet de la dépression engendrée par la pompe de dégazage (29). L'air ainsi éliminé est collecté dans la chambre de dégazage.

De là, il est amené via un clapet tare (65) au bloc de chauffage (66). Puis il est évacué dans l'atmosphère via la chambre du flotteur (66c).

Le dialysat circule de la chambre (88c) vers le module d'équilibre volumétrique (68) à travers la chambre de dilution (131 b). Puis le dialysat s'écoule du module d'équilibre volumétrique vers le dialyseur via la cellule de conductivité (7) et l'électrovanne d'arrivée dialysat (24).

Le moniteur affiche les valeurs relevées par la sonde température (3) et la cellule de conductivité (7).

Lorsque la température et la conductivité se trouvent dans la fourchette de sécurité, les deux électrovannes du dialyseur (24 et 24b) sont ouvertes et la vanne by-pass (26) est fermée.

Si l'une des deux valeurs est en dehors des marges de sécurité (alarme de température ou de conductivité), la vanne by-pass (26) s'ouvre et l'électrovanne d'arrivée du dialysat (24) se ferme.

Le dialysat usé sortant du dialyseur est contrôlé par le détecteur de fuite de sang (8).

Puis il arrive dans la chambre (88b) du bloc dialysat. A la sortie de cette chambre, le dialysat est refoulé par la pompe de débit (21) vers le module d'équilibre volumétrique (68), ce qui permet de remplacer en permanence le dialysat sortant par un volume équivalent de dialysat frais.

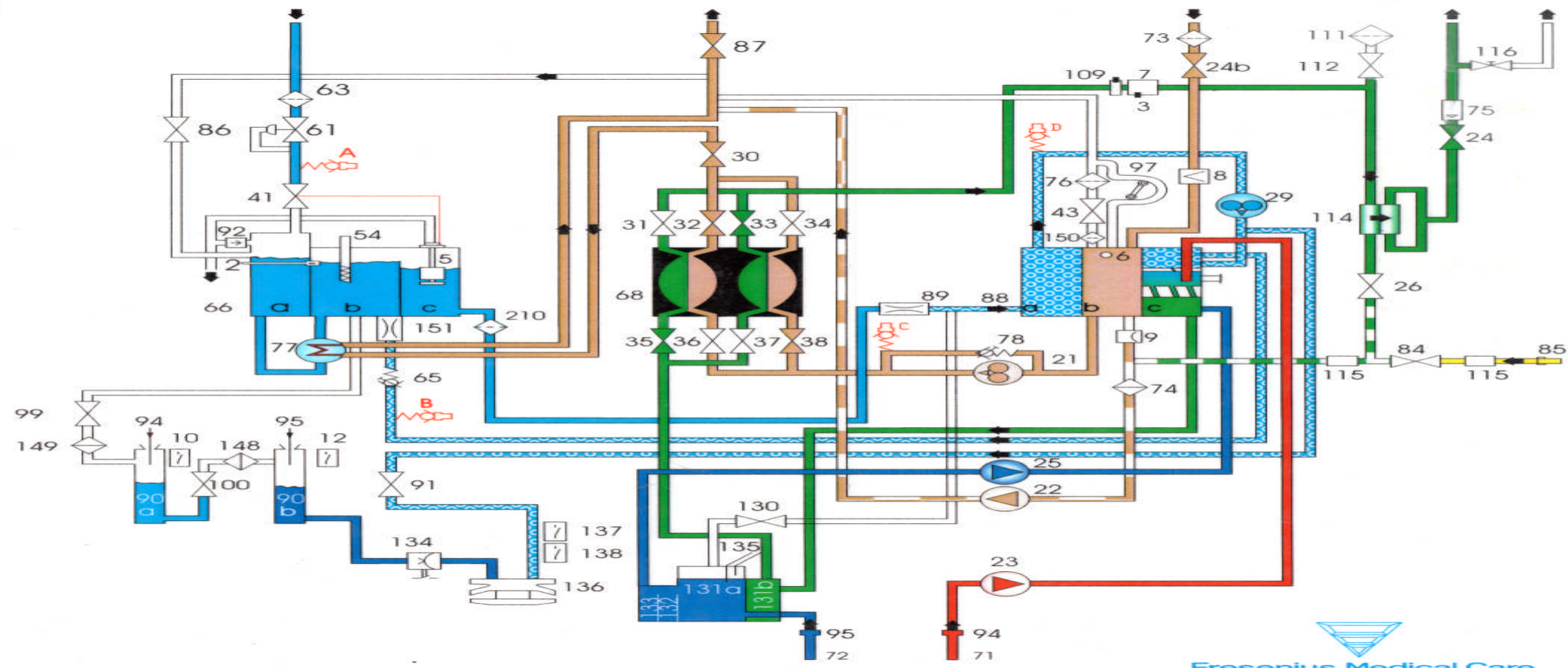
Le capteur de pression (9), qui se trouve sous la chambre (88b) du bloc dialysat (88), mesure la pression dont la valeur est intégrée dans le calcul de la PTM.

Une pompe à membrane (pompe UF 22) dont le volume d'éjection est de 1 ml par pulsation opère la soustraction liquidienne du système selon un débit prédéfini. Etant donné qu'il s'agit d'un circuit fermé, un volume équivalent est soustrait au sang sous forme d'ultrafiltration, via le dialyseur.

Le dialysat usé est drainé hors du module d'équilibre volumétrique (68) via l'électrovanne (30), l'échangeur thermique (77) et l'électrovanne (88).

Le détecteur de niveau (6) permet de détecter la présence d'un volume d'air important introduit dans le circuit lors d'un dégazage important ou lors du remplissage. Cet air sera libéré dans l'atmosphère par la pompe débulleur (97). **(Voir figure. II.12)**

4008



Fresenius Medical Care
SD / TRAINING CENTER SCHWEINFURT

Légende	
2	Sonde régulation température
3	Sonde lecture température
4	Sonde lecture température (option OCM)
5	Flotteur
6	Détecteur de niveau
7	Cellule de conductivité
8	Détecteur de fuite de sang
9	Capteur de pression
10	Contact reed pour concentré A
12	Contact reed pour bicarbonate
21	Pompe de débit
22	pompe UF
23	Pompe de concentré A

54	Résistance chauffante
61	Régulateur de pression
63	Filtre (facultatif)
65	Clapet taré
66	Bloc de chauffage
66a	Chambre d'entrée d'eau
66b	Chambre de chauffage
66c	Chambre de régulation de niveau
68	Module d'équilibre volumétrique
71	Filtre concentré A
72	Filtre concentré B
73	Filtre retour dialysat
74	Filtre UF
75	Indicateur de débit

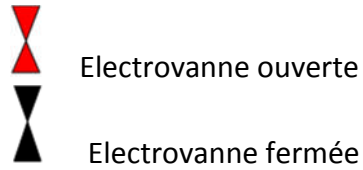
97	Pompe débulleur
98	Electrovanne de rinçage
99	Electrovanne chambre désinfection
100	Electrovanne chambre désinfection
102	Electrovanne concentré A VRAC
104	Electrovanne concentré BVRAC
109	Sonde de température
110	Cellule de conductivité (option OCM)
111	Filtre hydrophobe DIASAFE
112	Electrovanne test DIASAFE
114	DIASAFE
115	Sondes détection désinfectant
116	Site de prélèvement
117	Clapet anti-retour (concentré A)

182	Capteur de pression 2 (option Diasafe plus)
183	Électrovanne de test (option Diasafe plus)
184	Compresseur (option Diasafe plus)
188	Électrovanne d'évacuation
189	Électrovanne flush dialysat
190	Filtre Online (option Online plus)
191	Électrovanne 3 Online (option Online plus)
192	Électrovanne 2 Online (option Online plus)
193	Électrovanne 1 Online (option Online plus)
194	Raccord de rinçage (option Online plus)
195	Raccord de substitution (option Online plus)
201	Pompe d'aspirateur d'air de la solution concentrée
202	Capteur de niveau du concentré
203	Pompe d'aspirateur d'air du bicarbonate

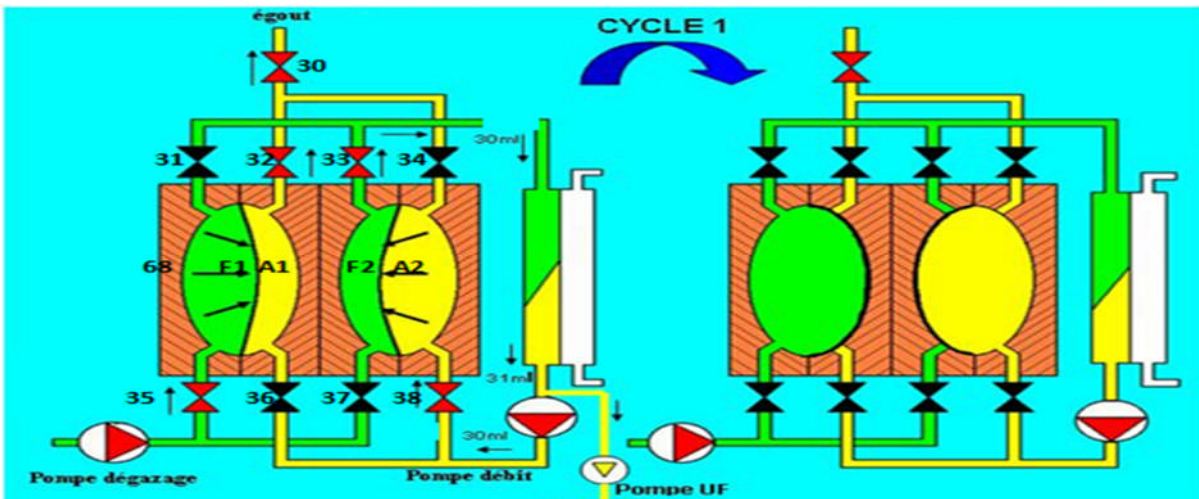
➤ **Fonctionnement du MEV**

Vert dialysat frais

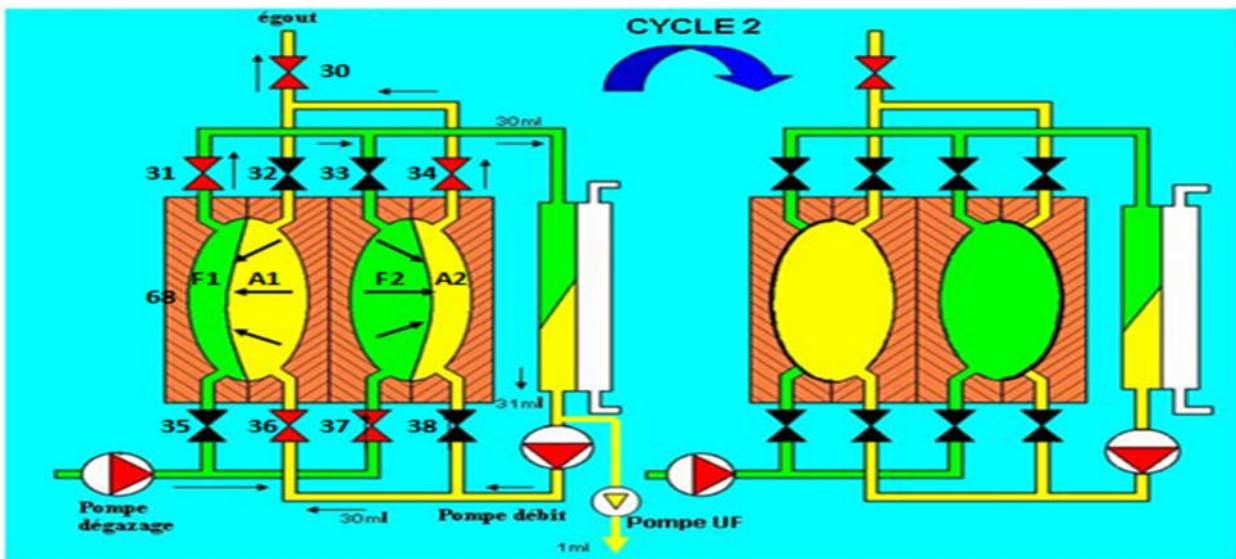
Jaune dialysat usé



La chambre F1 se remplit. Le liquide est alors entrainé de la chambre A 1 vers la chambre A2, puis contre l'aspirateur d'air secondaire (88b) à travers la chambre A2. **(figure II.13)**



La chambre F2 se remplit. Le liquide est alors entrainé de la chambre A2 vers la chambre A 1, puis contre l'aspirateur d'air secondaire (88b) à travers la chambre A1.



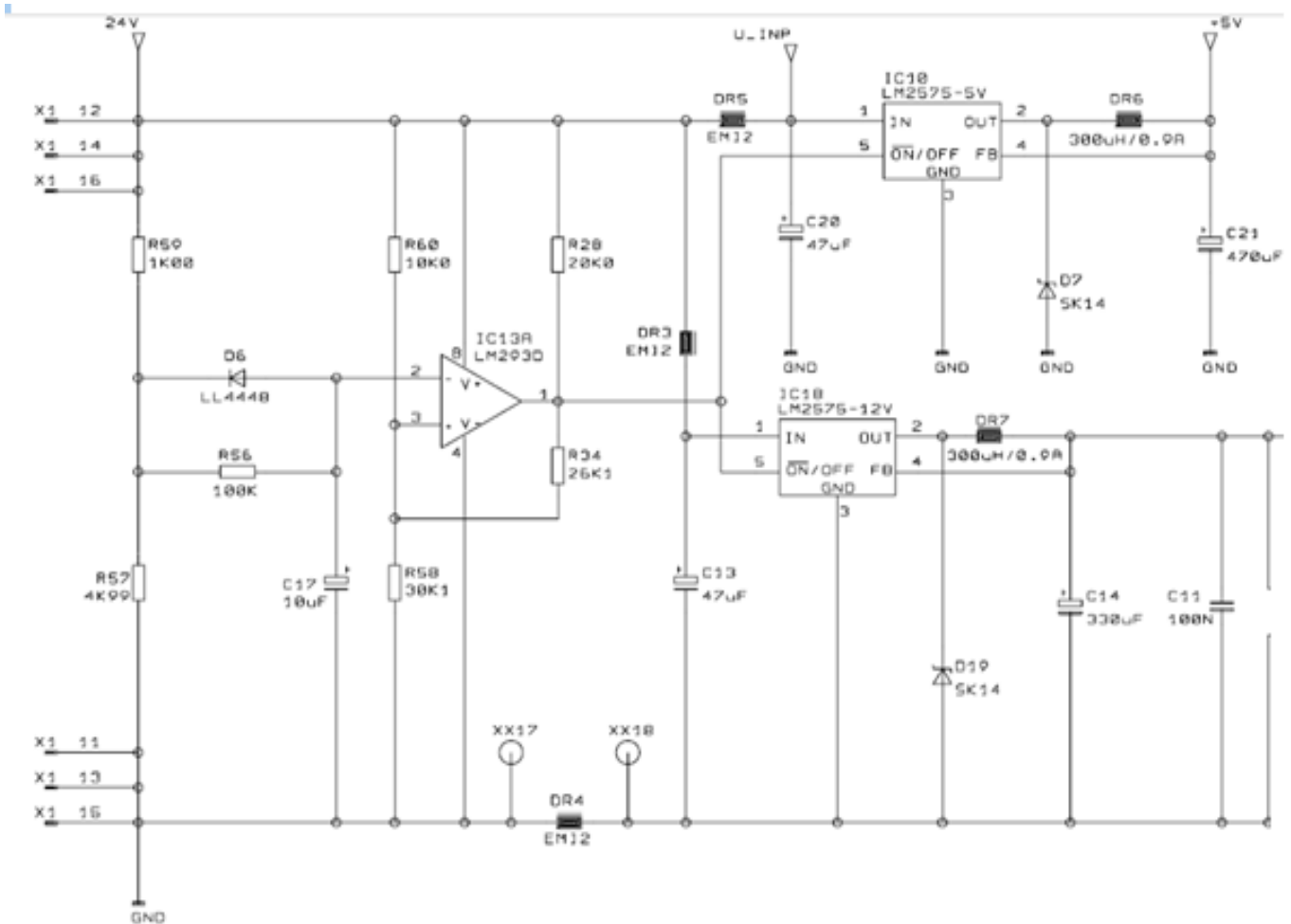
Figure(II.13) Fonctionnement du MEV

II.4. Schéma détaillé de la carte hydraulique LP 941

- Tensions d'alimentation :

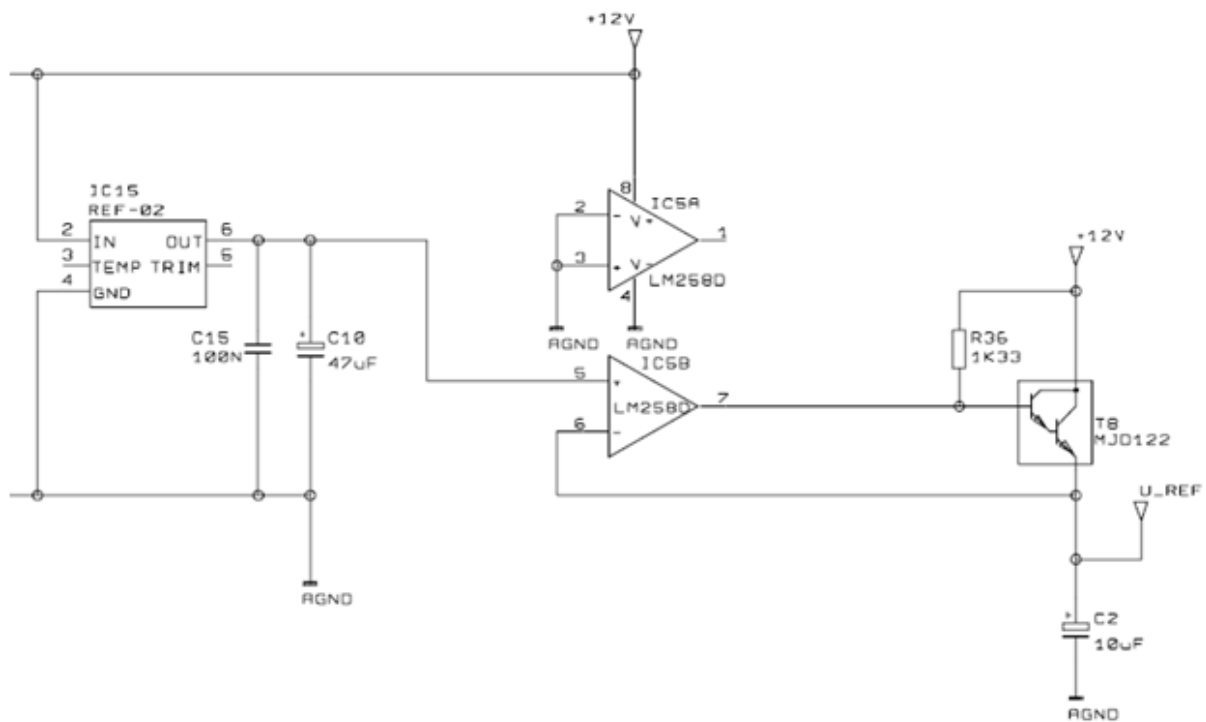
Une tension de 24 v alimente la carte du PC à travers le connecteur X3. Le processeur fonctionne grâce au contrôle Switch IC 10 qui génère un signal de ± 5 V/1 A à partir e la tension 24 V. IC 18 fournis une tension de 12 V à l'amplificateur opérationnelle.

Deux contrôleurs IC 10 et IC 18 ne sont mis au niveau bas en pin 5 qu'une fois que la tension appliquée de +24 V reste stable pendant une durée d'environ 5 secondes (test Watchdog de la 4008), la mise en marche des tensions normales de fonctionnement est ainsi retardée. Un contrôle est réalisé à cet effet par le circuit comparateur associé à IC13a. (Voir figure II.14.a)



Figure(II.14.a) Alimentation

La tension de référence est générée par IC 15 et IC 5. T8 contrôle la tension de pont des capteurs de pression (voir figure III.14.b).



Figure(II.14.b) Alimentation

IC 23 et T 7 servent la tension d'alimentation négative pour l'amplificateur du système.

(Voir figure. II.13.c)

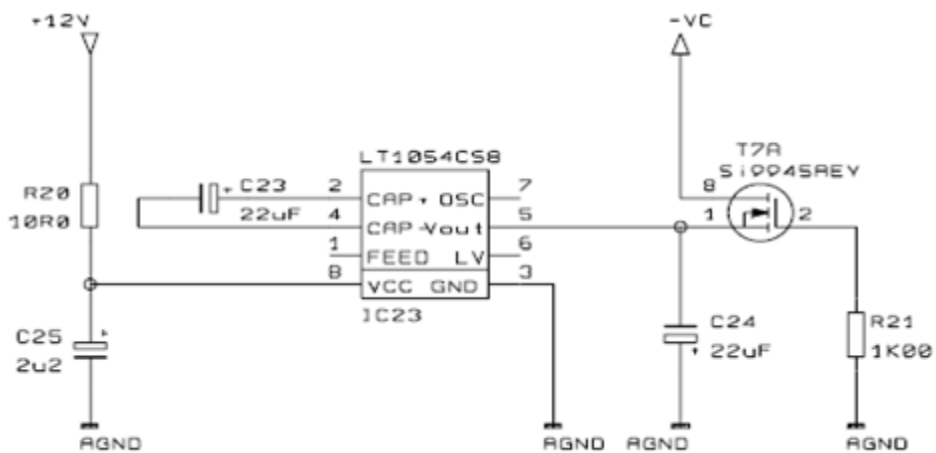


Figure (II.14.c) Alimentation

- **Processeur**

Données techniques :

- SAFC515C processeur
- Fréquence d'horloge de 6 MHz
- EPROM de 64K octets
- RAM de 32 k Octets
- EEPROM à 16 K Bit série
- Convertisseur A/D avec 8 entrées multiplexées de 10 Bit
- 6 ports
- Contrôleur CAN AN 82527
- Interface pour contrôleur CAN
- 2 ports

Le SAF C515C IC 8 reçoit sa fréquence d'horloge de 6 Mhz, par le biais GAL IC 7, pin 19. La fréquence de 12 Mhz est générée par un oscillateur séparé Q1. Elle est divisée par 2 pour une utilisation par le contrôleur dans le GAL.

L'horloge de 12 Mhz de l'oscillateur est directement appliquée au contrôleur CAN IC 9, au pin 18.

Le SAF C515C fonctionne avec un BUS de données / adresses multiplexé. Les adresses supérieures A8 à A12 sont disponibles au port 2 et les adresses inférieures A0 à A7 au LATCH d'adresse IC 3 après décodage.

Le processeur contient trois(3) mémoires qui sont :

- L'IC 22 est un Eprom de 64KO.
- L'IC 6 est une RAM de 32KO. Le GAL IC 7 sert au décodage des signaux chip select.
- L'IC 11 est un EEPROM DE 2KO; sert à la sauvegarde des données de calibration et des données de traitement en cas de panne de secteur.

Le contrôleur CAN intégré du SAF C 515 C sert à la communication avec CPU 1. L'échange de données est réalisé à travers les pins 79/80 de l'IC 8 et par le biais du contrôleur du BUS CAN IC 12.

Le contrôleur CAN IC 9 supplémentaire, équipé du contrôleur de BUS CAN IC 25, servira à des options ultérieures pour le système hydraulique et qui seront exécutées par des déclencheurs intelligents.

L'échange de données avec le contrôleur de CAN supplémentaire s'effectue grâce au BUS de données, aux signaux /CS_CAN et /INT_CAN, qui servent à la transmission et à la réception, et aux signaux /RD et /WR, qui servent à la lecture et à l'écriture au niveau des ports de l'IC 9. **(Voir figure II.15)**

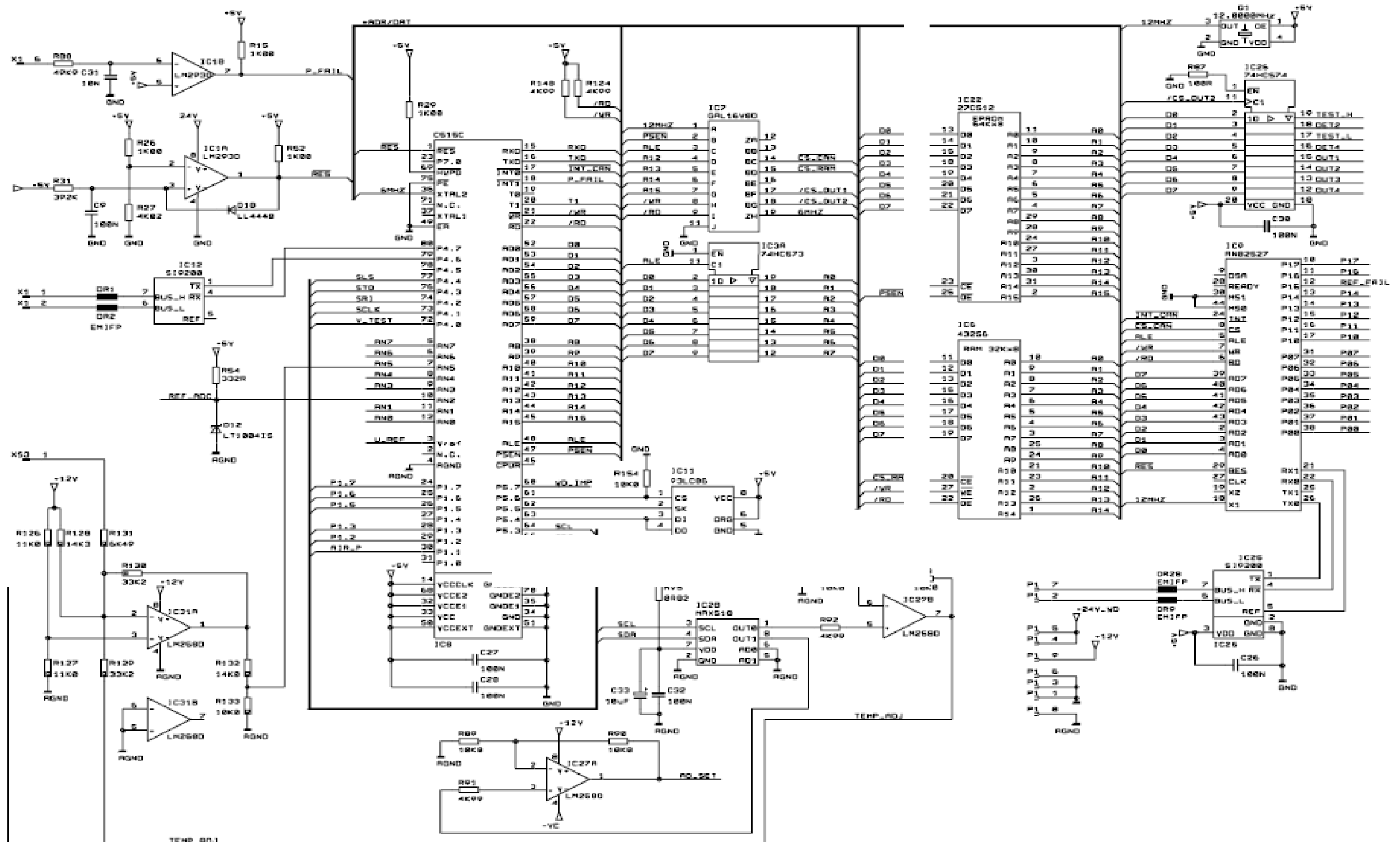


Figure (II.15) Processeur

• Watchdog (Chien de garde)

Le circuit Watchdog consiste en un timer IC 17 avec contrôle de régulation de tension intégré, un double coupleur optoélectronique IC 16 et des transistors T 6 et T 9. R 51 est la résistance servant à déterminer le temps. La fenêtre de temps est fixée à une base de 500 ms.

La fenêtre ouverte du déclencheur (Open Trigger Window = TOW) du composant s'étend de -20 % à +20 % (400... 600 ms). Chaque fois que trois impulsions successives arrivent à travers T 6 et IC 16b au pin 3 du minuteur de garde dans cette fenêtre, le pin de sortie 1 se met au niveau L et met en œuvre le signal 24 V_SW par le biais de IC 16a et T9. Si une impulsion manque ou le déclenchement est trop faible ou trop rapide, c'est-à-dire à l'extérieur de la fenêtre, le pin 1 d'IC 17 se met au niveau H et le signal 24 V_SW est interrompu.

(Voir figure II.16)

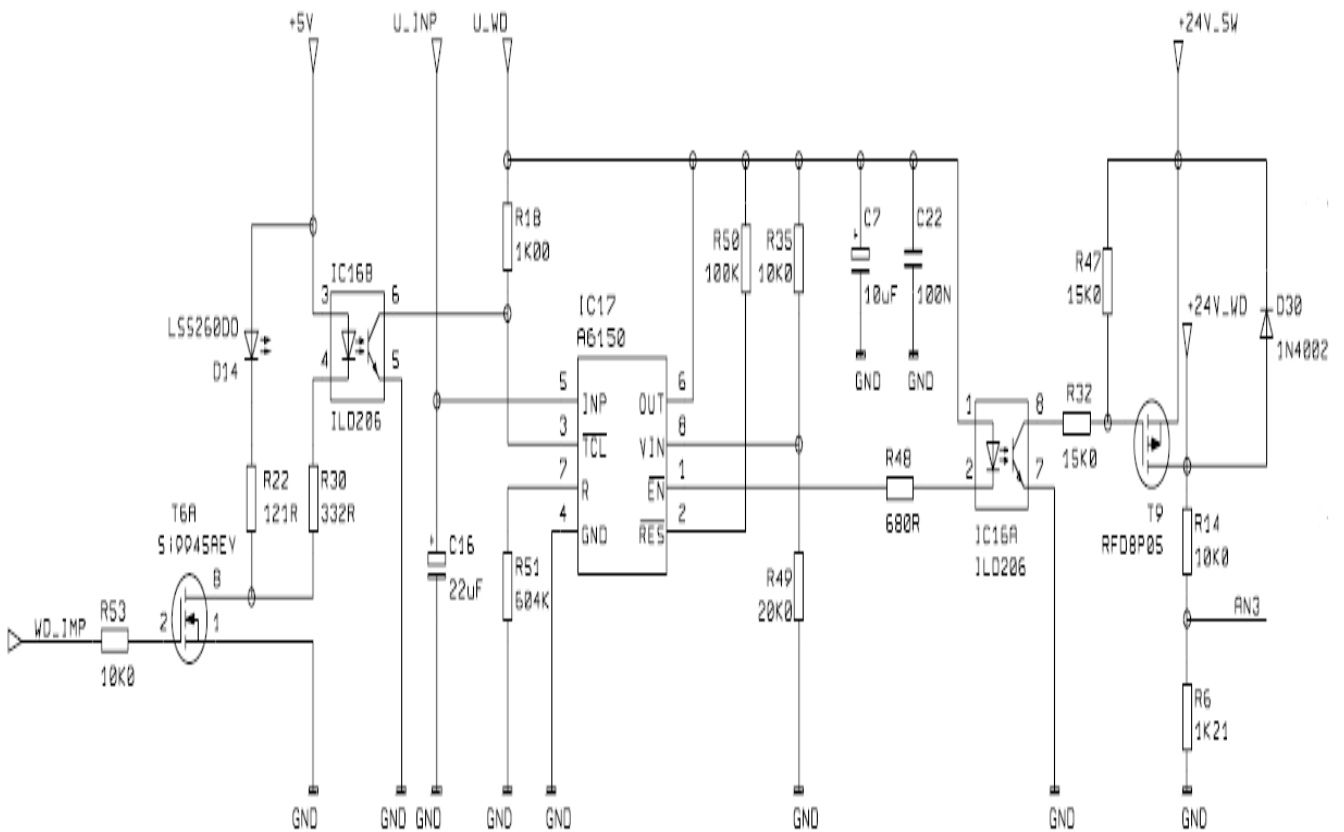


Figure (II.16) Watchdog (chien de garde)

- **Périphériques**

Les transistors T 1 à T 5 contrôlent l'alimentation des déclencheurs correspondants. L'état du déclencheur correspondant est lu grâce à P 0.0 à P 1.1 par le biais diviseur de tension R67 à R86 connecté aux sorties.

T11 joue le rôle de verrou pour la pompe à air et l'électrovanne de contrôle lorsque V 43 F (G54) est fermée.

T 11a met en œuvre la tension d'alimentation pour la pompe à air et l'électrovanne de test uniquement lorsque l'électrovanne 43 est ouverte. L'acquittement pour l'état de V43 est obtenu grâce à P1.4 (G19).

IC 4 joue le rôle d'amplificateur pour les capteurs de pression avec le contrôleur de tension IC 2a branché en série. IC2b sert au réglage de compensation. Les circuits associés à l'IC 19 et l'IC 21 ont leurs propres installations et serviront pour des extensions ultérieures.

IC 1a génère les reset du processeur et du contrôleur de CAN.

IC 1b détecte les pannes de secteur grâce à une ligne de contrôle du distributeur CAN.

IC 12 est un conducteur bidirectionnel de BUS CAN.

IC 28 est un convertisseur A/D double canal, en série, à 8 bits. Le Canal 1, avec IC 27b, sert à calibrer le circuit de mesure de température associé à l'IC 31a (actuellement non utilisé). Le Canal 2 et IC 27a sont prévus pour des options ultérieures. **(Voir figure II.17)**

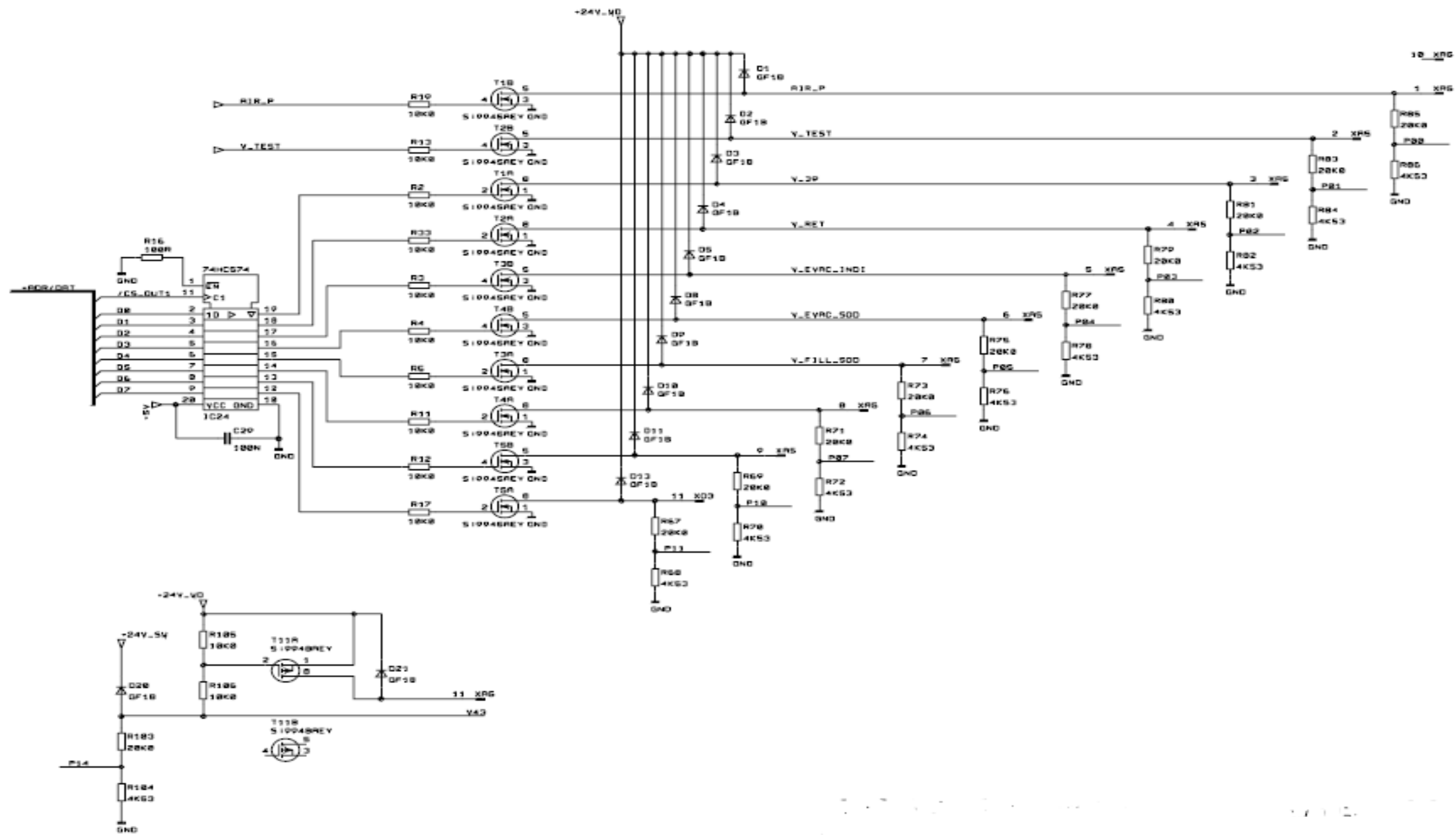


Figure (II.17) Périphériques

• Détection de niveau

Le circuit avec amplificateur opérationnels 32 à 34 sert à la détection de niveau dans les chambres de débulleur pour les lignes d'entrée de l'acétate et le bicarbonate. IC 32a découple le circuit du signal sinusoïdal de 2KHz.

La branche de mesure, comprenant IC 33b et IC 34b, est reliée à l'entrée analogique AN6, la branche de référence, comprenant IC 33a et IC 34a, est reliée à l'entrée analogique AN7 du contrôleur.

Le seuil d'activation peut être réglé en changeant R137 dans la branche de mesure ou par le bais du logiciel.

(Voir figure II.18)

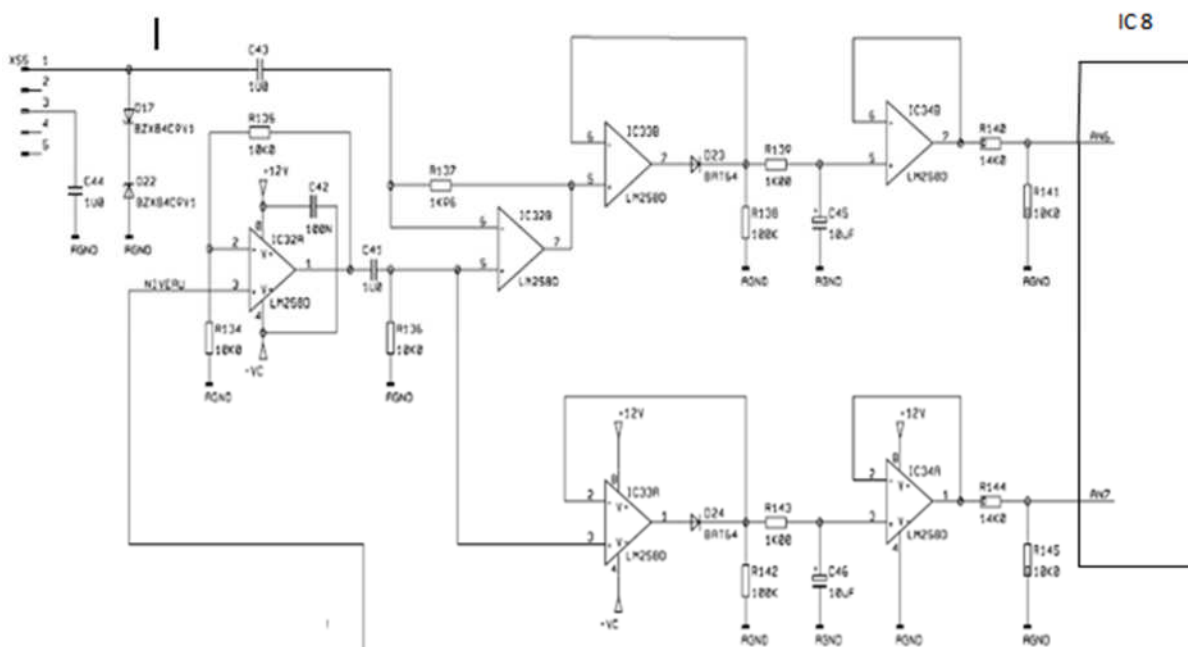


Figure (II.18) Détection de niveau

- **Mesure de conductivité**

La partie du circuit comprenant IC 20, 21,30 et les transistors T12 et T13 sert aux mesure de basses fréquences. Elle est identique aux circuits de LP 633. La valeur mesurée est lue à l'entrée analogique du contrôleur sur AN4.

Les circuits de niveau et de conductivité sont alimentés grâce à la ligne COND_C1 par l'oscillateur sur la LP 633.

Les circuits peuvent alors être testés pendant les dérèglages qui peuvent survenir pendant le test T1.

(Voir figure II.19)

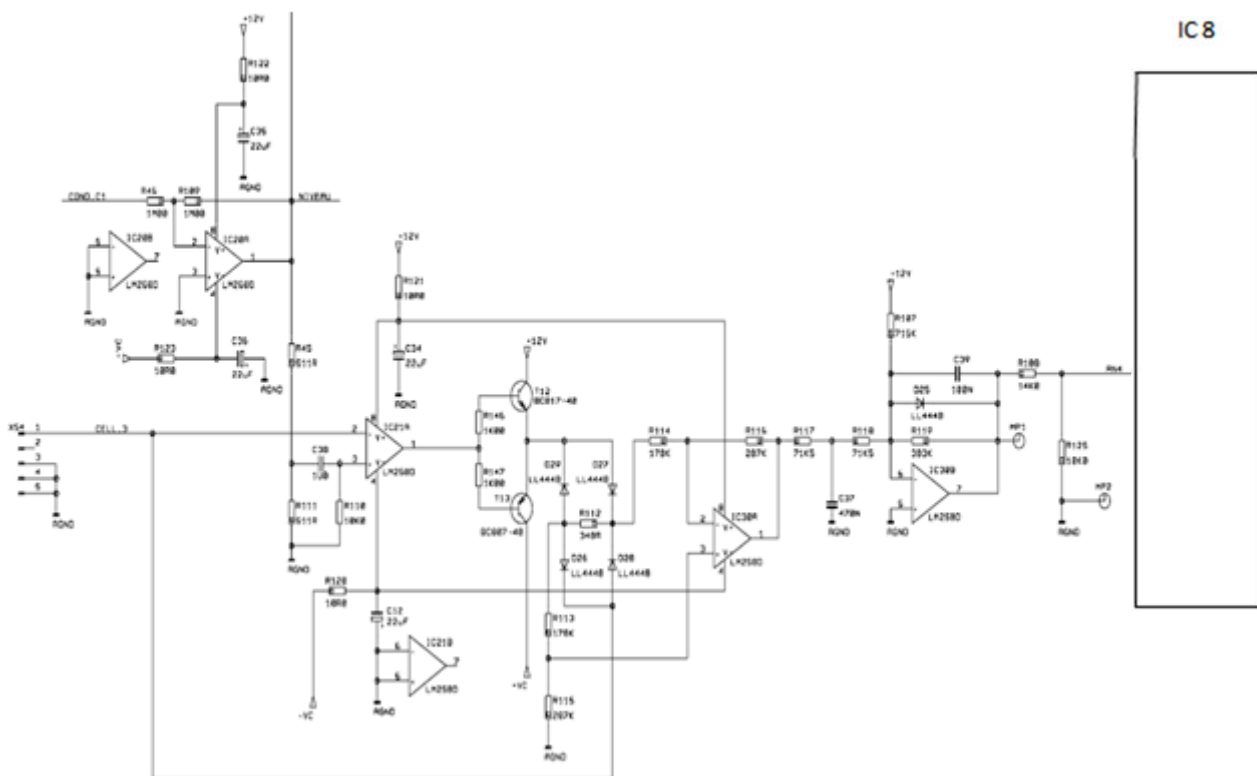


Figure (II.19) Mesure de conductivité

• Contrôle de tension de référence

D 12 est une diode de tension de référence supplémentaire de 1,235 Volts connectée à l'entrée analogique AN2 du contrôleur. Les signaux U_REF et REF_ADC sont comparés. Tout écart de la tension de REF_ADC de la valeur nominale de $> \pm 2.5\%$ est considérée comme une erreur.

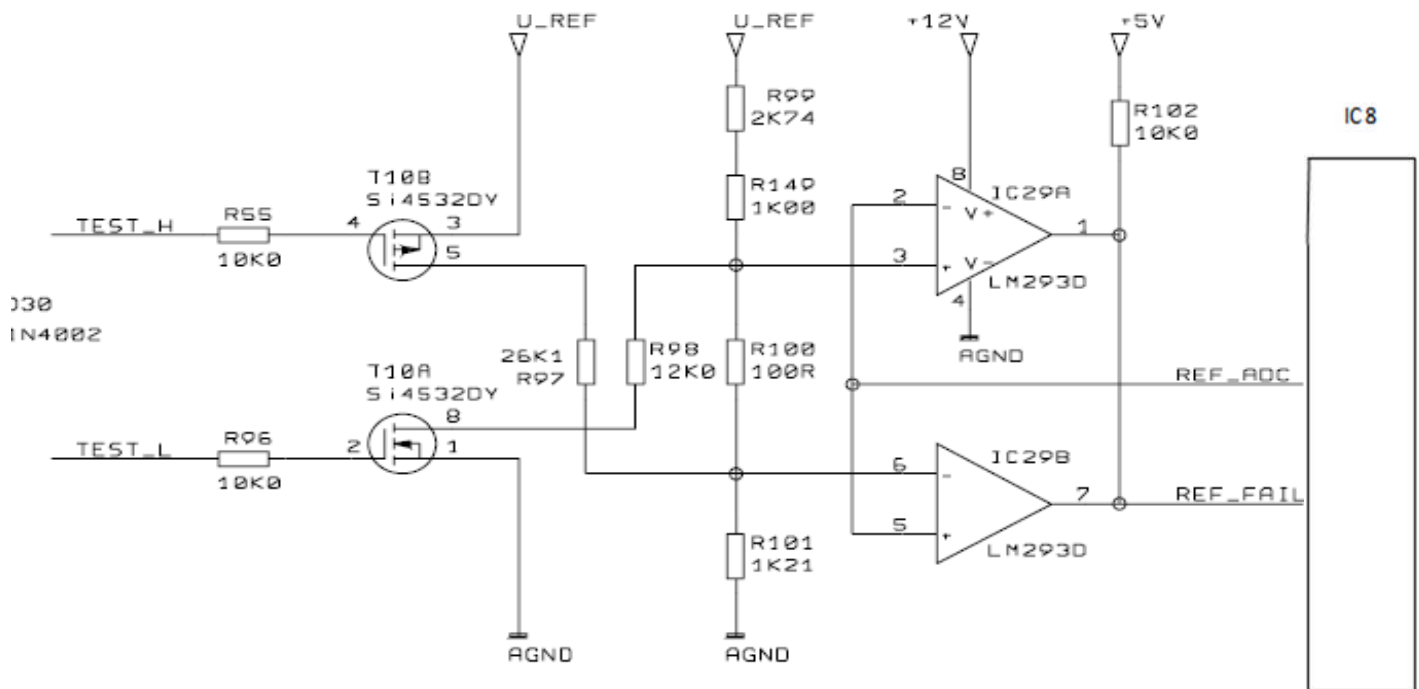
Par ailleurs, les circuits contrôlent la valeur de référence pour éviter des écarts de $\pm 5\%$ grâce aux comparateurs IC 29a et 29b et au diviseur de tension constitué des résistances R 99, 100, 101 et 149.

Les comparateurs T1 sont vérifiés dès la mise en marche.

Les transistors T 10b et 10a sont alternativement mis en mode de conduction par les signaux TEST_H et TEST_L, selon le cas, la partie supérieure ou inférieure du diviseur de tension est ponté aux résistances R97 ou R 98. Ceci équivaut à une variation du signal U_REF de $\pm 10\%$. La sortie correspondante du collecteur ouvert de chaque comparateur se met au niveau L et le signal REF_FAIL est lu au niveau de P1.5 de l'IC 9. La lecture de la tension REF_ADC et le contrôle du niveau du comparateur ne sont réalisées qu'une seule fois après la mise en marche (test T1!!).

La sortie de l'étage comparateur est continuellement contrôlée (cf. Contrôle T0, 2.2.4.3 Contrôle de la Tension de Référence).

(Voir figure II.20)



Figure(II.20) Contrôle de tensions

Chapitre III

Maintenance

I. Définition de la maintenance

D'après l'AFNOR (NF X 60-010) : «la maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé».

En tant que technicien de la maintenance, maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, réparation, graissage, contrôle, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du dispositif pour assurer la fonction avec efficacité en qualité.

I.1 Organigramme de la maintenance selon la norme NF X 60-010

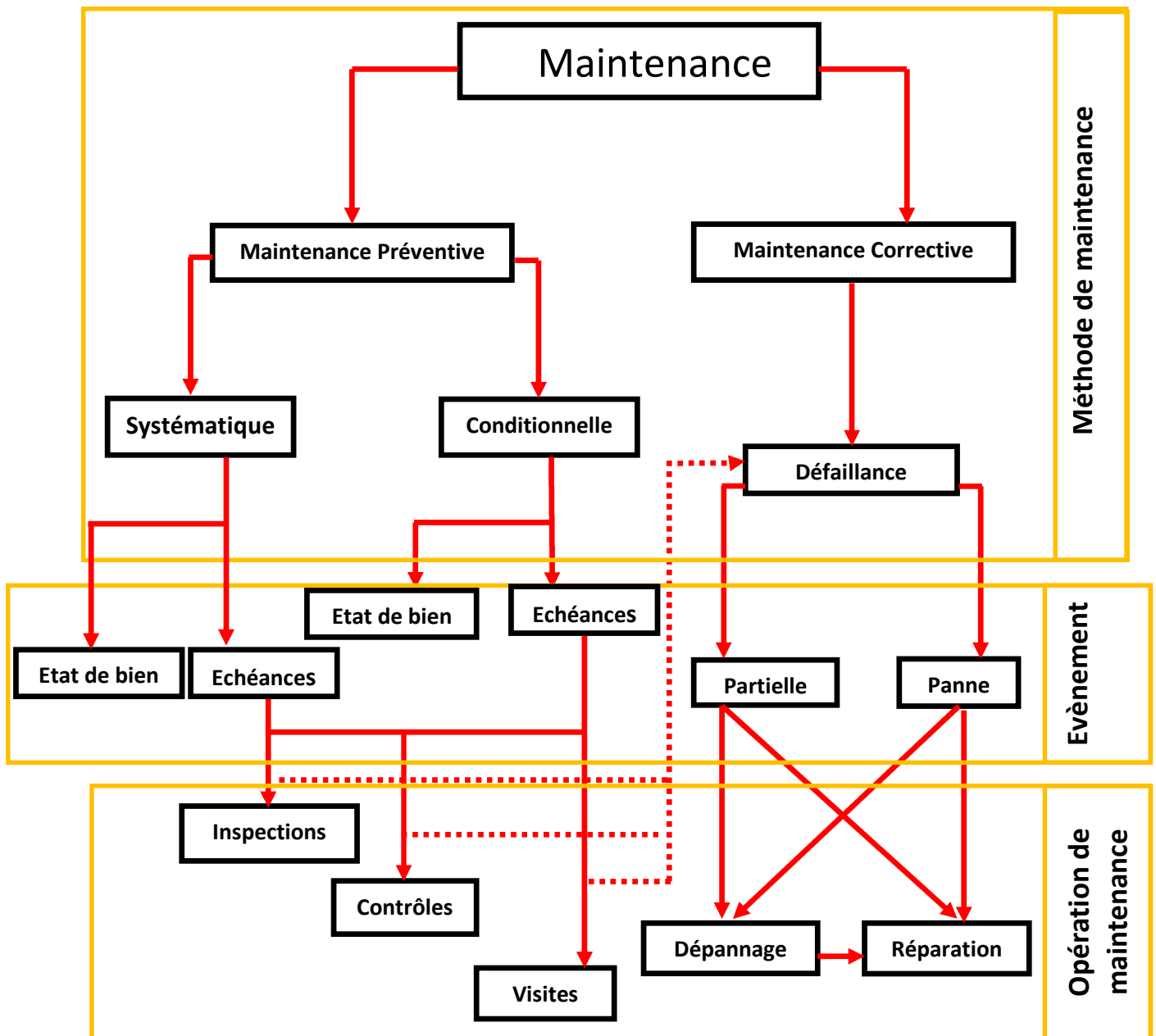





Fig. (III.1) Organigramme de la maintenance

I.2 Outils et appareils de test

Sans les outils et appareils de test nécessaires, l'efficacité des techniciens est limitée. Les procédures d'inspection et maintenance préventive et/ou de maintenance corrective nécessitent divers outils et appareils de test. **Voir tableau suivant :**

Appareils de mesure	Référence	Modèle
<p>Manomètre HMED avec coffret (kit)</p>	<p>M357701</p>	
<p>Appareil de mesure UMED (kit) (conductivité, pression, température)</p>	<p>M354031</p>	
<p>Testeur Secutest VDE (sans module imprimante)</p>	<p>6306471</p>	

Appareils de mesure	Référence	Modèle
<p>Block synoptique hydraulique</p>	<p>672 3371</p>	
<p>Service software avec interface pour PC</p>	<p>PC M30335 1</p>	
<p>Balance de poche électronique Poids de référence avec niveau et certificat</p>	<p>M335371 M335381</p>	
<p>Kit anti-statique pour dépannage</p>	<p>6303871</p>	

Appareils de mesure	Référence	Modèle
<p>Kit antistatique pour atelier</p>	<p>6303881</p>	
<p>Extracteur pour IC</p>	<p>677 4691</p>	
<p>Câble de connexion de l'UMED - 5008</p>	<p>M35152 1</p>	
<p>Boite à outils</p>	<p>M35463 1</p>	

Tableau III-1 : Les outils et les appareils de test utilisés par le fabricant FRESENIUS

I. Maintenance préventive :

La maintenance préventive se base sur l'ensemble des contrôlés, visites et des interventions pour réduire les défaillances ou les dégradations du fonctionnement d'un bien et de prolonger la durée de vie du dispositif.

Pour ce générateur, les vérifications suivantes doivent être effectuées au minimum tous les 12 mois, par des techniciens dont les connaissances et l'expérience pratique leur permettent de les exécuter en se soumettant strictement au protocole décrit dans le tableau suivant :

II.1 Vérifications technique de sécurités.

VTS	OM	N°	Description	Valeur/fonction
1. Contrôle visuel				
VTS		1.1	Fusible accessibles de l'extérieur	Conforme aux valeurs maximales autorisées.
VTS		1.2	Etiquettes d'inscription	En place et lisible.
VTS		1.3	Etat mécanique	Il permet une utilisation sûre et continue
VTS		1.4	Dégâts et contamination	Aucun dégât ou contamination détectable
VTS		1.5	Cordon d'alimentation	Ne doit pas être endommagé
	OM	1.6	Mesures préventives	
		1.6.1	Changer les joint à lèvres des cannes d'aspiration des concentrés et les graisser avec de la graisse silicone. Si nécessaire, changer les rivets des cannes.	
		1.6.2	Vérifier l'état des joints d'étanchéité des chambres de rinçage.	
		1.6.3	Changer les filtres des cannes d'aspiration des concentrés (71/72).	
		1.6.4	Resserrer les vis des chambres de rinçage (90a/90b).	
		1.6.5	Changer le clapet anti-retour (92). Pour la DCC, remplacer les joints toriques des clapets anti-retour (117/118) ou changer les clapets.	
		1.6.6	Changer les filtres tamis : entrée de la pompe UF (filtre 74), après EV43 (filtre 76), entre EV99 et la chambre de rinçage (filtre 149), entre EV100 et la chambre de rinçage (filtre 148). Pour la DCC, remplacer les filtres et les joints toriques (119/120).	
		1.6.7	Remplacer le tamis du filtre de retour du dialysat, au besoin le filtre complet (73).	
		1.6.8	Remplacer les joints toriques des raccords du dialysat.	
		1.6.9	Vérifier l'état du tuyau du site de prélèvement de dialysat (116). Au besoin changer le site complet.	
		1.6.10	Nettoyer le filtre du ventilateur du moniteur ou le remplacer si nécessaire	
		1.6.11	Vérification de la pompe d'aspiration d'aire (97) : changer le stator e le corps de pompe. Respecter le sens.	
		1.6.12	L'électrovanne EV 84 doit être remplacée tous les 2 ans. Seulement si la désinfection Puristeril est nécessaire.	
		1.6.13	Remplacer la chambre de mélange ou la chambre d'équilibrage. Seulement si le générateur avec l'option <i>ONLINE_{plus}tm</i> et l'option <i>DIASAFE^{®plus}</i> non utilisées.	
		1.6.14	Remplacer le filtre 210 (si présent).	
		1.6.15	Remplacer le filtre sur le tuyau d'aspiration de désinfectant.	
		1.6.16	Remplacer les tuyaux usés ou sales.	

VTS	OM	N°	Description	Valeur/fonction
2. Contrôle général				
VTS		2.1	Alarme défaut de tension	Mode de fonctionnement : dialyse. Enlever la fiche électrique : alarme sonore. Message dans la zone d'affichage. Opération d'urgence : Le circuit sanguin extracorporel reste opérationnel avec toutes ses fonctions de surveillance.
VTS		2.2	Vérification de la sonde de niveau	Aspirer de l'aire par les raccords dialysat. La pompe d'élimination d'aire est activée. Si une quantité d'aire très importante est détectée et en fonction du débit, la machine se met en programme de remplissage. Message dans la zone d'affichage lorsque le détecteur fuite de sang détecte un changement d'opacité : Programme de remplissage.
VTS		2.3	Vérification des vannes 91, 99 et 100.	
			Cette vérification ne s'impose pas si : <ul style="list-style-type: none"> - La DCC est actif-carte LP 631 SH2 SW8 sur ON. - Le test hydraulique est actif-carte LP 631 SH2 SW7 sur ON. 	
3. Vérification de la partie hydraulique				
	OM	3.1	Vérifier la pression d'arrivée d'eau (réduite) et corriger, le cas échéant.	Connecter un manomètre avant la vanne 41, au point A de l'unité hydraulique Vanne fermée, la pression doit se situer entre 0.9 et 1.4 bar.
	OM	3.2	Vérifier la pression de charge de MEV et au besoin la régler.	Connecter un manomètre à la sortie de la pompe de dégazage (point B de l'unité hydraulique) La pression doit se situer entre 1.2 et 1.3 bar.

VTS	OM	N°	Description	Valeur/fonction
	OM	3.3	Vérification de la dépression de la pompe de dégazage	Connecter un manomètre à l'entrée de la pompe de dégazage (point D de l'unité hydraulique) La pression doit se situer entre 0.81 et 0.85 bar.
	OM	3.4	Contrôle de la pression de décharge du MEV à un débit de 800 ml/min (vanne limitative de pression 78)	Connecter un manomètre à la sortie de la pompe de débit (point C de l'unité hydraulique) La pression doit se situer entre 2.0 et 2.1 bar.
4. Système d'ultrafiltration et pompe à membrane				
VTS		4.1	Vérification du volume prélevé par la pompe UF	Raccorder la sortie de la pompe à une éprouvette. 60 cycles = 60 ml (± 0.5) Corriger les réglages de la pompe UF, le cas échéance.
	OM	4.2	Vérifier le volume du MEV	Prélèvement de deux commutations consécutives du MEV. Le volume moyen est de 30 ml ± 1 ml
	OM	4.3	Mesurer le volume de la pompe concentré ou comparer à une référence adaptée.	Au besoin, corriger selon la procédure de calibration.
	OM	4.4	Mesurer le volume de la pompe bicarbonate ou comparer à une référence adaptée.	Au besoin, corriger selon la procédure de calibration.
5 Mode Dialyse				
	OM	5.1	Température	Utilise un appareil de référence pour mesurer la température entre les raccords de dialysat. Elle doit être de $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Au besoin, corriger en utilisant le programme de calibration.
	OM	5.2	Affichage de la température (sauf 4008B /4008S)	L'affichage moniteur doit indiquer $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Au besoin, corriger en utilisant le programme de calibration.

VTS	OM	N°	Description	Valeur/fonction
	OM	5.3	Vérification du débit de dialysat 300/500/800 ml/mn.	Mesurer le débit a l'égout en utilisant une éprouvette graduée. 800ml/mn (valeur tolérée : 765 a837ml/mn) 500ml/mn (valeur tolérée : 471 a528ml/mn) 300ml/mn (valeur tolérée : 279 a321ml/mn) Régler selon les instructions dans le menu calibration si nécessaire.
	OM	5.4	Pression dialysat	Vérifier la PTM selon la procédure de calibration
	OM	5.5	Vérification de l'affichage de conductivité	En cas d'utilisation de l'option bi bag, connecter une poche bi bag. Brancher un conductimètre entre les deux raccords de dialysat. La valeur mesurée doit correspondre à la valeur affichée par le générateur. Au besoin corriger l'affichage à l'aide du programme de calibration.
6 Composants extracorporels				
	OM	6.1	Capteur de pression artérielle.	Contrôle de la pente du capteur de pression. Appliquer une pression d'environ 200mmHg. La pression affichée par le générateur doit correspondre à la pression mesurée par un instrument extérieur (tolérance ± 10 mmHg). Dans le cas contraire corriger à l'aide du programme de calibration.
	OM	6.2	Capteur de pression veineuse	Contrôle de la pente de capteur de pression. Appliquer une pression d'environ 300mmHg. La pression affichée par le générateur doit correspondre à la pression mesurée par un instrument extérieur (tolérance ± 10 mmHg). Dans le cas contraire, corriger à l'aide du programme de calibration.

VTS	OM	N°	Description	Valeur/fonction
VTS		6.3	Pompe à sang artérielle et uniponcture	Vérifier le débit de pompe à sang (programme de calibration : BP-Rate CHECK).
VTS		6.4	Seuils de basculement de la pompe uniponction	Vérifier le seuil de basculement d'après le tableau dans le manuel technique
VTS		6.5	Vérifier l'alarme d'arrêt de la pompe à sang	Ouverture de la porte de pompa a sang déclenche une alarme d'arrêt de la pompe au bout de 30secondes (réglage d'usine).
VS		6.6	Détecteur d'air	Le clamp veineux doit se fermer lors d'une alarme sang.
VTS		6.7	Détecteur d'air	crée une pression d'environ 2 bars dans le piège à bulles veineux la pression ne doit pas diminué de 0.1 bar pendant 3 minutes.
7 options				
7.1 bibag				
	OM	7.1.1	Connecteur bibag	Remplacer les joints toriques
	OM	7.1.2	PSW 134	Vérifier la pression de commutation. Pression de commutation maximale : 100mbar + 10 mbar
7.2 DIASAFE				
	OM	7.2.1	Durée d'utilisation du DIASAFE	Vérifier la durée d'utilisation Durée d'utilisation : 12 semaines
	OM	7.2.2	Filtre hydrophobe 111	Remplacer le filtre
	OM	7.2.3	Joints toriques des raccords dialysats du DIASAFE	Remplacer les joints toriques
7.3 DIASAFE®plus				
	OM	7.3.1	Durée d'utilisation du DIASAFE® <i>plus</i>	Vérifier la durée d'utilisation Durée d'utilisation : 12 semaines.
	OM	7.3.2	Filtre hydrophobe 111	Remplacer le filtre
7.4 4008 HDF				
VTS		7.4.1	Vérification du volume de la 2 ^{eme} pompe UF	Recueillir 60 ml de dialysat en mode dialyse en utilisant une éprouvette graduée précise. 60 impulsions = 60 ml (±0.5ml) Si nécessaire, ajuster la pompe UF.

VTS	OM	N°	Description	Valeur/fonction
7.5 ON-LINE-HDF (et DIASAFE)				
	OM	7.5.1	Durée d'utilisation du DIASAFE et du filtre ON-LINE	Vérifier la durée d'utilisation Durée d'utilisation du DIASAFE : 12 semaines. Durée d'utilisation du filtre ON-LINE : 8 semaines ou 50 traitements.
	OM	7.5.2	Filtre hydrophobe 111	Remplacer le filtre
	OM	7.5.3	Joints toriques des raccords dialysats du DIASAFE	Remplacer les joints toriques
	OM	7.5.4	Rotor de pompe HDF	Vérifier l'occlusivité du rotor et l'usure
	OM	7.5.5	Raccord luer-lock	Vérifier le bon état du raccord luer-lock
VTS		7.5.6	Pompe de réinjection (référence 672 521 1) avec moteur CC (courant continu) Ou Pompe de réinjection (référence 6744 982 1) avec moteur pas-a-pas.	Vitesse 150ml/min Détermination du débit : Le volume de réinjection doit correspondre avec la valeur pré-réglée ($\pm 10\%$). Pour vérifier la vitesse : A 50ml/min le rotor de la pompe doit tourner à 13.5rpm. Vérifier le débit de pompe (programme de calibration : BP-Rate CHECK)
VTS		7.5.7	Arrêt de pompe de réinjection	Arrêter la pompe de réinjection - En déclenchant une alarme sang. - En provoquant la fonction bipasse. - En ouvrant la porte de la pompe à sang.
VTS		7.5.8	Fonctionnement de la pompe de réinjection - Rinçage - Rinçage chaud - Désinfection	Démarrer le programme de rinçage. La pompe tourne à 400ml/min. Démarrer le programme de rinçage chaud, la pompe tourne à 150 ml/min. Démarrer le programme de désinfection, la pompe tourne à 400ml/min.

VTS	OM	N°	Description	Valeur/fonction
7.6. ONLINE_{plus}TM (et DIASAFE[®]_{plus})				
	OM	7.6.1	Durée d'utilisation du DIASAFE [®] _{plus} et du filtre ONLINE _{plus} TM .	Vérifier la durée d'utilisation. Durée d'utilisation du DIASAFE [®] _{plus} e du filtre ONLINE _{plus} TM : 12 semaines ou 100 traitements.
	OM	7.6.2	Filtre hydrophobe 111 et 184	Remplacer les filtres.
	OM	7.6.3	Connecteur (port) de réinjection (195) et connecteur (port) de rinçage (194).	Remplacer les joints toriques.
VTS		7.6.4	Vanne 193 (ONL1)	Remplacer le tuyau.
VTS		7.6.5	Electrovanne 39 Note : cette vérification ne s'impose pas si le DIP Switch array 2, LP 632, Switch 5 est sur OFF	Vérifier les fonctionnements.
7.7 OCM				
			Pas de vérifications techniques de sécurité et d'opérations de maintenance supplémentaires à effectuer.	
7.8 BPM 4008				
			Les vérifications techniques des mesures et les opérations de maintenance sont à effectuer tous les 2 ans.	
7.9 BTM 4008				
			Pas de vérifications techniques de sécurité et d'opérations de maintenance supplémentaires à effectuer.	
7.10 BVM 4008				
			Pas de vérifications techniques de sécurité et d'opérations de maintenance supplémentaires à effectuer.	

Tableau III.2 : Tableau des vérifications technique de sécurités et des opérations de maintenance effectué.

II. Maintenance corrective :

Ce sont des procédures utilisées pour restaurer l'intégrité physique, la sécurité et/ou la performance d'un dispositif suite à une défaillance.

L'ensemble des messages d'erreurs sont affichées pendant la mise en service de l'appareil. Le tableau ci-dessous montre quelques exemples avec les causes et les solutions possibles données par le constructeur :

Défauts

Type d'erreur	Message	Cause	Operations effectuées
	Vanne bypasse	L'état réel de la vanne by-pass (marche/arrêt) ne correspond pas à l'état prescrit.	Valider avec la touche du programme Rinçage/désinfection correspondant. contacter le service technique.
	Vanne dial.	L'état réel de la vanne dialyseur (marche/arrêt) ne correspond pas à l'état prescrit.	Valider avec la touche du programme Rinçage/désinfection correspondant. contacter le service technique.
	V39	Défaut de fonctionnement V39	contacter le service technique.
	V91/V100	L'électrovanne ne s'ouvre pas.	contacter le service technique.
	V99	L'électrovanne ne s'ouvre pas.	contacter le service technique.
	V102	V102 ouverte électriquement.	contacter le service technique.
	V104	V104 ouverte électriquement	contacter le service technique.
	V130	Défaut de fonctionnement V130.	contacter le service technique.
	V188	Défaut de fonctionnement V188.	contacter le service technique

Tableau III.3 : Tableau des défauts affichés sur l'écran du générateur

Erreurs machine

Type d'erreur	Message	Cause	Operations effectuées
	E01	Défaut vanne 84	Valider avec la touche Rinçage/ Désinfection. contacter le service technique.
	E02	Défaut vanne 84 Lors d'un programme de désinfection (PGM5) : Le détecteur de niveau/concentré ne détecte pas de liquide.	Arrêter l'appareil puis remettre en marche en appuyant sur la touche Marche/Arrêt. contacter le service technique.
	E03	Défaut vanne 84	Valider avec la touche Rinçage/ Désinfection. contacter le service technique.
	E04	L'interrupteur à flotteur ne détecte pas liquide.	Arrêter l'appareil puis remettre en marche en appuyant sur la touche Marche/Arrêt. contacter le service technique.
	E05	PSW 124 ne s'ouvre pas.	contacter le service technique. Respecter la pression de la boucle (500 mbar max.)
	E06	PSW 123 ne s'ouvre pas.	contacter le service technique. Respecter la pression de la boucle (500 mbar max.)
	E07	Chute de pression sur PSW 124.	contacter le service technique.

Type d'erreur	Message	Cause	Operations effectuées
Erreurs machine	E08	Chute de pression sur PSW 123.	contacter le service technique.
	E09	Défaut d'ouverture de PSW123/124 une fois la pression retombée.	contacter le service technique.
	E10	Erreur système	contacter le service technique.
	E11	Rinçage forcé 3 min avant la fin. Pas d'ouverture de PSW 123 une fois la pression retombée.	contacter le service technique.
	E12	PSW 123/124 ne peut pas s'ouvrir.	contacter le service technique.
	E13	pas de montée en pression ni de chute de pression sur PSW 123/124.	Contacte le service technique.
	E14	Problème de débit dans le test des modes rinçage.	Contacte le service technique.
	E21	Dépassement du nombre maximum de cycles d'aspiration du désinfectant.	Arrêter l'appareil et remettre en marche à l'aide de la touche Marche/Arrêt . Remplacer le bidon de désinfectant. Contacter le service technique

Tableau III.4 : Tableau des erreurs machine affichés sur l'écran du générateur

Type d'erreur	Message	Cause	Operations effectuées
Désinfectant vide?	Désinfectant vide	L'interrupteur à flotteur ne détecte pas liquide désinfectant. Le détecteur de vanne de désinfection 115 ne détecte pas de conductivité. Le détecteur de niveau du concentré A détecteur pas de liquide.	Vérifier le niveau du bidon de désinfectant. Valider avec la touche Rinçage/ Désinfection. contacter le service technique.
E pression positive. (uniquement lors de l'opération de remplissage/de circulation pendant les programme de rinçage/désinfection)	E pression positive	Le capteur de pression 9 ne détecte pas de montée en pression.	Il n'est pas possible de corriger l'erreur pendant le programme de rinçage/désinfection (recirculation impossible). Après l'opération de rinçage/désinfection : effectuer le test de fonctionnalité. Contacte le service technique.
Panne d'électricité	/	Panne de secteur en cours d'utilisation.	Le programme peut se poursuivre normalement lorsque l'alimentation secteur est rétablie.
Erreur contact flotteur	/	Le point de déclenchement inférieur n'a pas été atteint.	Valider avec la touche programme Rinçage correspondant. contacter le service technique.

Tableau III.5 : Tableau des autres alarmes signalées par le générateur

III. Vérification et opérations de maintenance effectués pour le générateur

Les organigrammes suivant illustres les quelques étapes de la maintenance du circuit hydraulique.

IV.1. Vérification des électrovannes V91, V99, V100 : Voir Fig. (III.2)

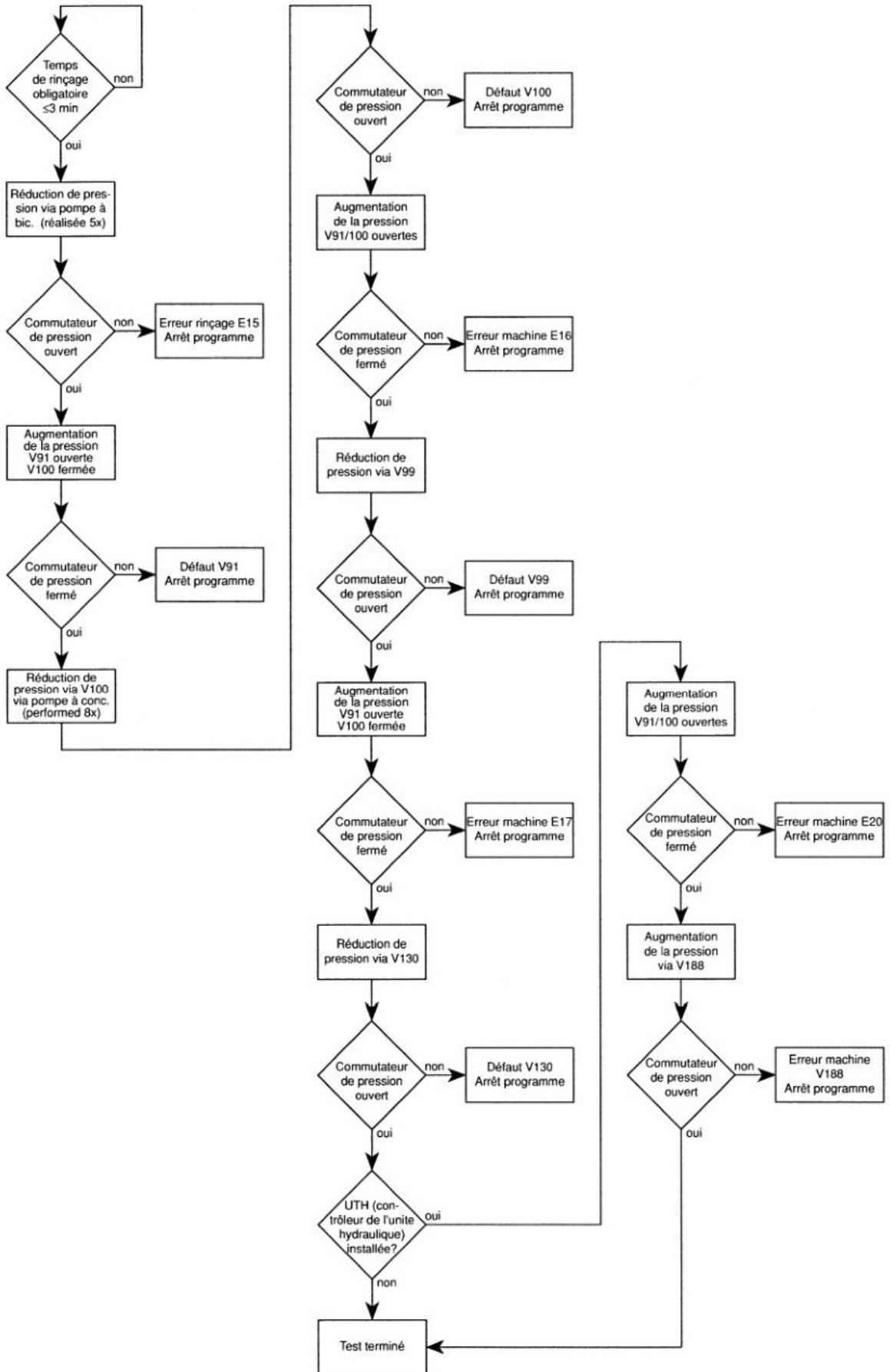


Fig. (III.2.a) Vérifications des V91, V99, V100

IV.2. Test d'électrovanne V39

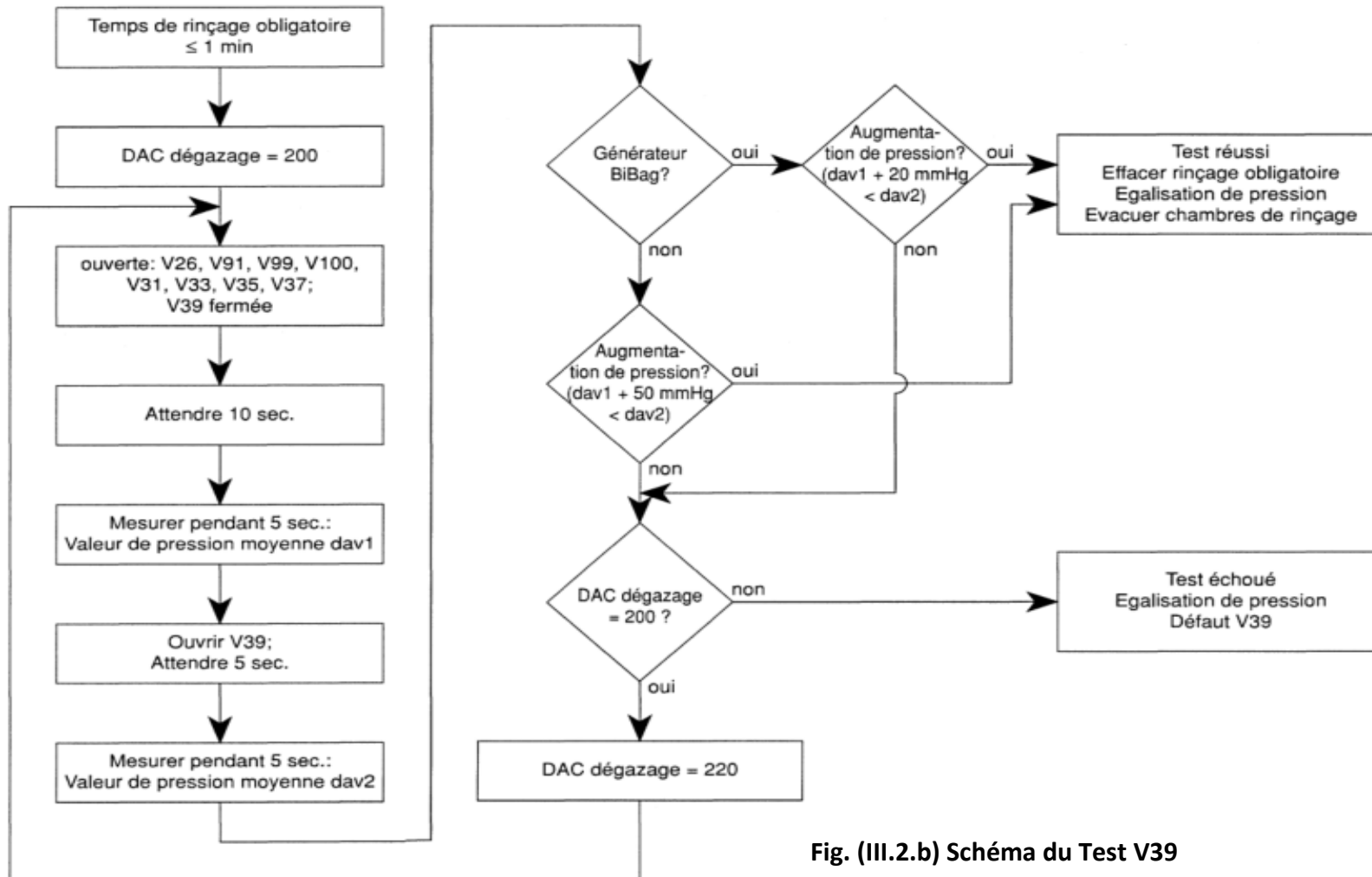


Fig. (III.2.b) Schéma du Test V39

VI. Calibration des paramètres du générateur

La calibration est une opération qui consiste à mettre le générateur dans des conditions de fonctionnement stables et sécurisées. Celle-ci est effectuée à chaque fois que l'en change un élément ou une pièce ainsi qu'à sa première mise en service. Donc il est nécessaire de l'effectuer :

- Avant de procéder à la première dialyse.
- Après chaque opération de la maintenance curative dans laquelle on effectue un changement des éléments défectueux.

VI.1. Passer en mode calibration :

- Le générateur doit être éteint.
- Le Switch de service technique doit être en position.
- Allumer le générateur.

VI.2. Réglage effectués sans affichage de messages :

VI.2.1. Programme de calibration

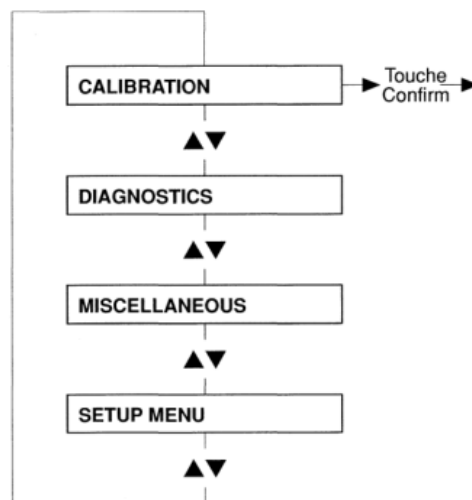


Fig. (III.3.1) Programme de calibration

Note

Avant de calibrer le module hydraulique, lancer un programme de désinfection appropriée afin d'enlever des résidus éventuels.

VI.2.2. Menu principal

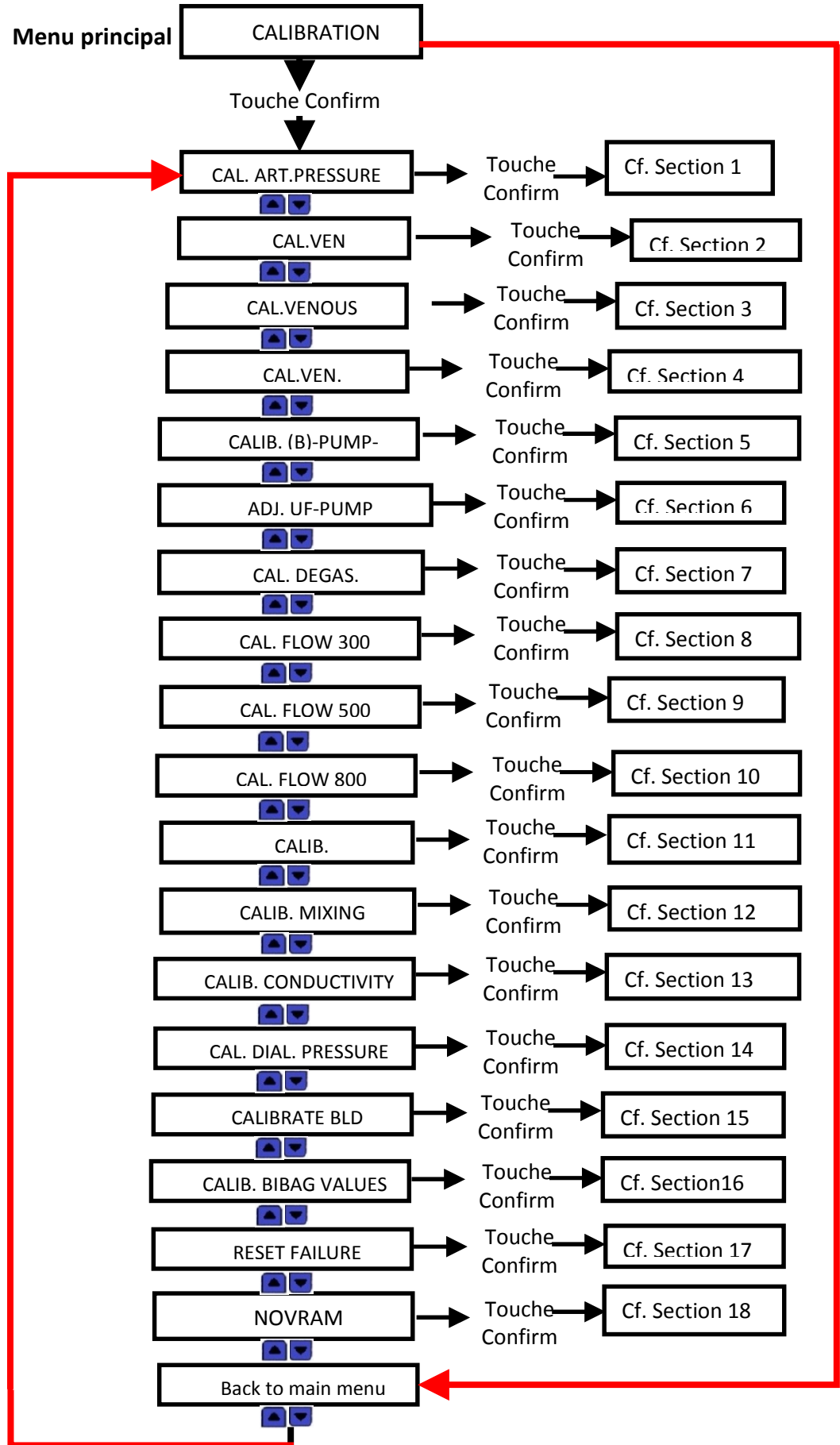


Fig. (IV.3.2) Menu principal de calibration

VI.2.3. Exemples de 2 types de calibrations effectués sur le générateur :

a) Calibration de la pompe UF

➤ Section 6 : Réglage volume pompe UF

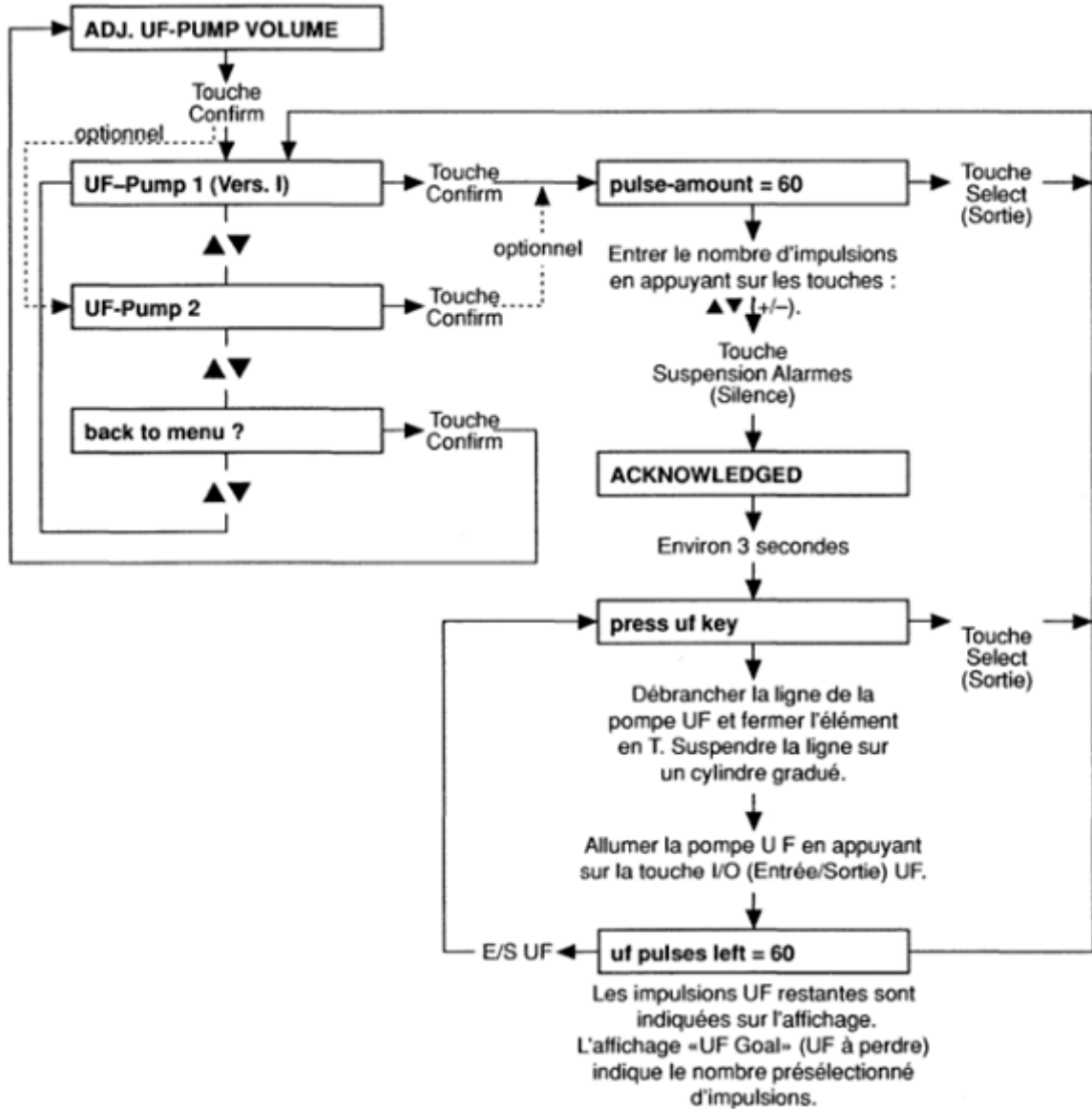
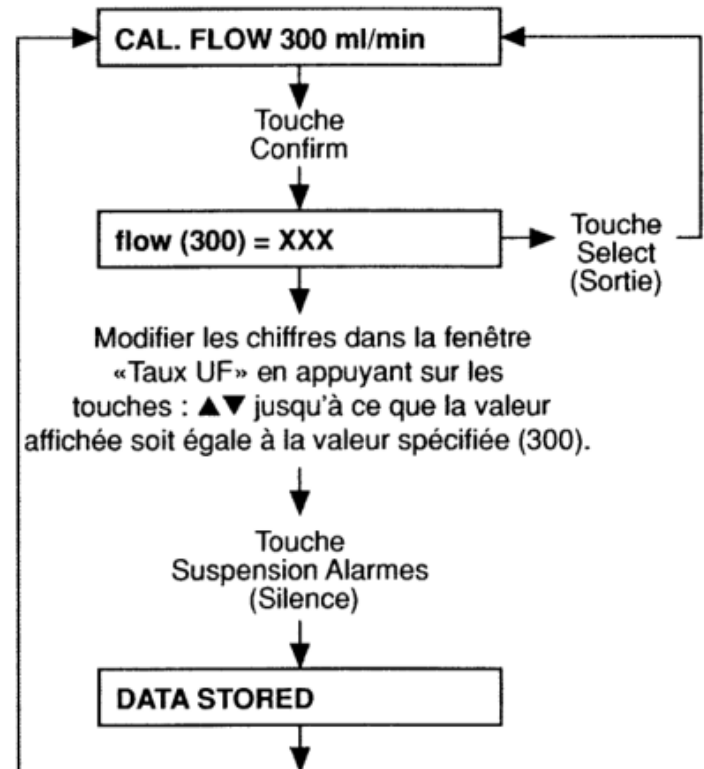


Fig. (III.3.3) Calibration de la pompe UF

b) Calibrations des débits :

➤ Section 8 : Débit 300 ml/min



➤ Section 9 : Débit 500 ml/min

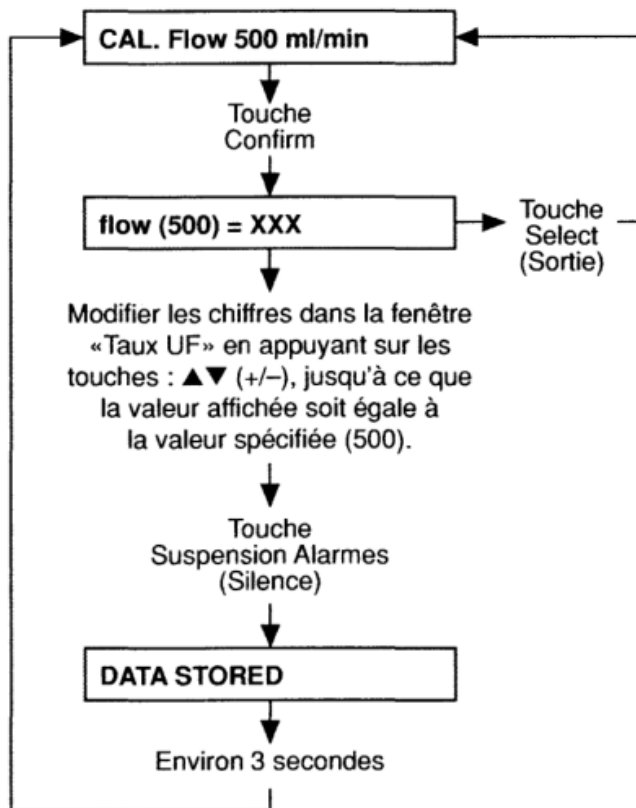


Fig. (III.3.4) Calibration du débit 500ml/min

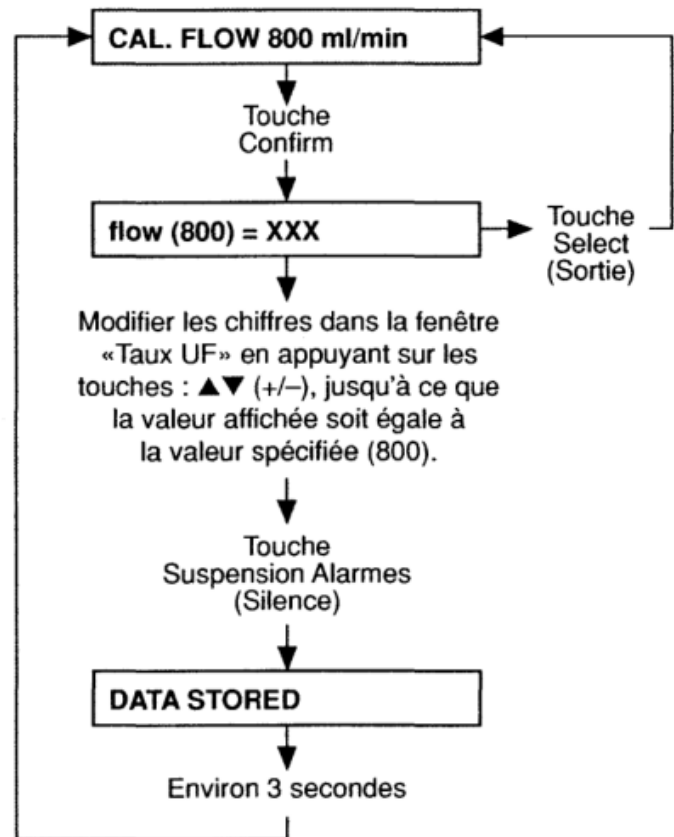
➤ **Section 10** : Débit 800 ml/min

Fig. (III.3.5) Calibration du débit 800ml/min

Avant chaque séance de dialyse, la machine a besoin de faire un rinçage ou une désinfection selon le mode désiré.

V. Alimentation en désinfectant

Pendant la désinfection ou le rinçage, un liquide désinfectant est aspiré pour l'utiliser dans différents modes de la désinfection.

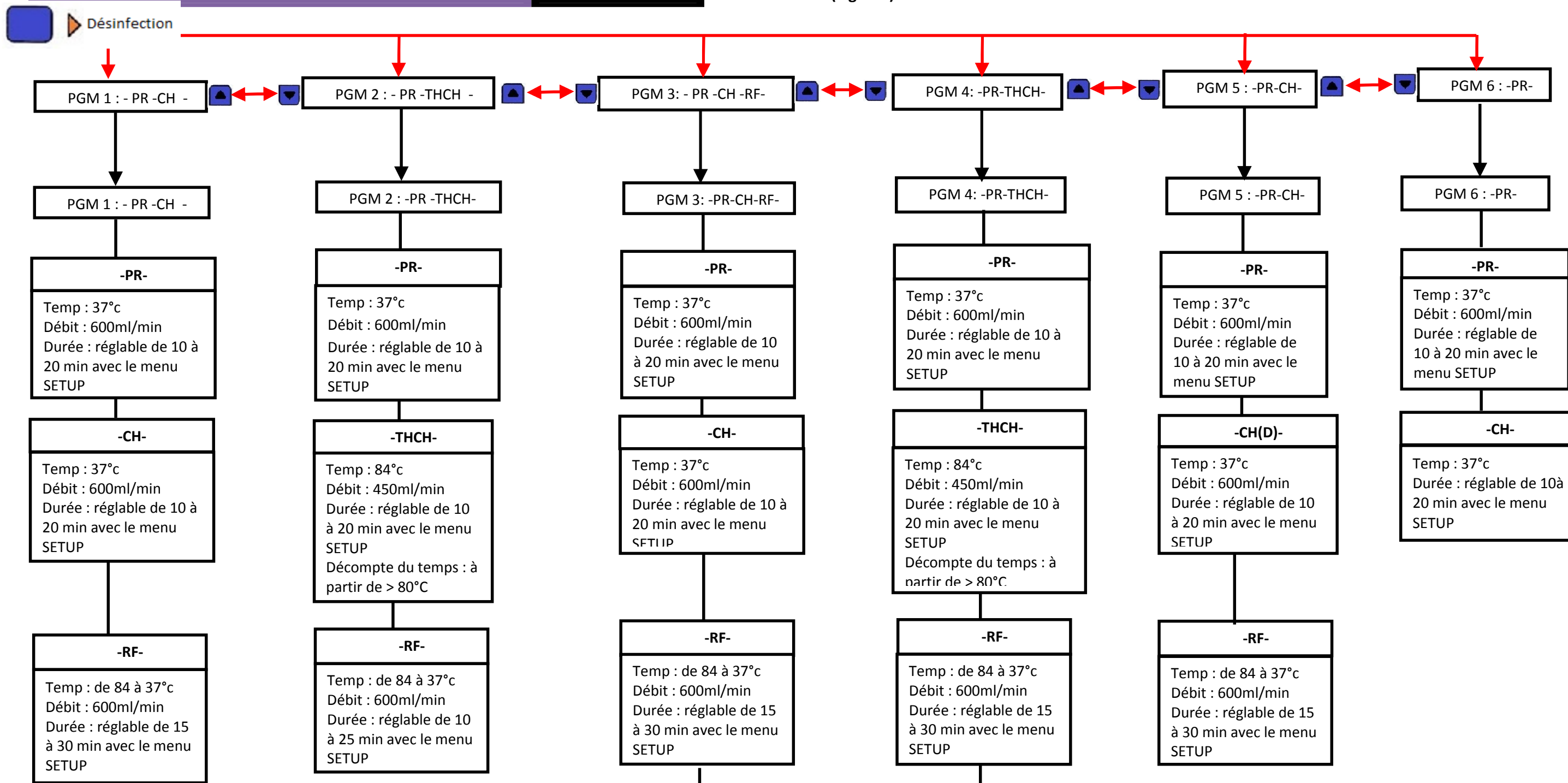
Un programme permet d'effectuer :

- Une désinfection thermo-chimique et la décalcification à l'aide du produit "Citrosteril" ou "Diasteril" de Fresenius.
- Une désinfection et la décalcification à l'aide du produit "Puristeril 340" de Fresenius.
- Une désinfection à l'aide du produit "Sporotal 100" de Fresenius.

V.1. Menu de la désinfection

Voir fig. (V.4)

(Fig. V.4) Menu de la désinfection



- Légende**
- PGM** Programme.
 - R** Rinçage.
 - Rinfini** Rinçage infini
 - PR** Pré-rinçage.
 - TH** Rinçage chaud.
 - REF** Refroidissement.
 - CH** Désinfection chimique.
 - CH(D)** Désinfection (le désinfectant est aspiré en façade (canne d'aspiration du concentré).
 - THCH** désinfection thermo-chimique.
 - RF** Rinçage forcé.
 - THI** Rinçage chaud via la boucle de distribution d'eau.

CONCLUSION GENERALE

Au début de ce projet de fin d'études, nous avons l'intention d'étudier la partie électronique du générateur, en consultant la documentation technique, nous avons trouvé que cette partie s'étalant sur des dizaines de schémas électroniques, et ne peut être abordée dans le cadre de notre mémoire. Nous avons opté alors pour l'étude de la partie électronique du bloc hydraulique. Et espérant que les autres sections à venir vont s'intéresser aux autres parties très importantes du générateur.

Dans la première partie du travail nous avons défini la fonction rénale et l'insuffisance rénale chronique et l'insuffisance rénale terminal ; ses causes ainsi que ses traitements de suppléance. En deuxième partie nous avons étudié la description du générateur 4008 B en se basant sur la partie électronique du bloc hydraulique, et la dernière partie nous avons parlé de la maintenance. La question principale étant de savoir comment fonctionne le générateur lors d'une séance d'hémodialyse.

Au bout de notre travail, nous avons pu connaître l'importance du matériel médical et particulièrement le générateur de dialyse qui a pour fonction d'apporter une aide indispensable aux malades atteints d'insuffisance rénale.

Enfin, nous espérons que ce modeste travail puisse servir d'un fond documentaire pour les prochains techniciens qui choisiront de suivre cette spécialité.

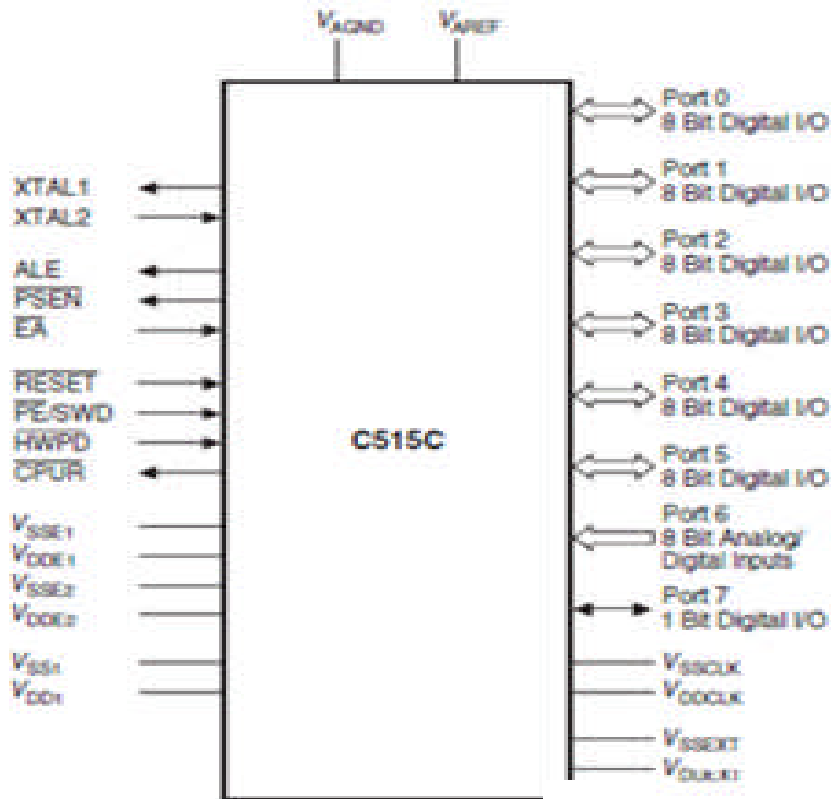
BIBLIOGRAPHIE

Références Bibliographiques

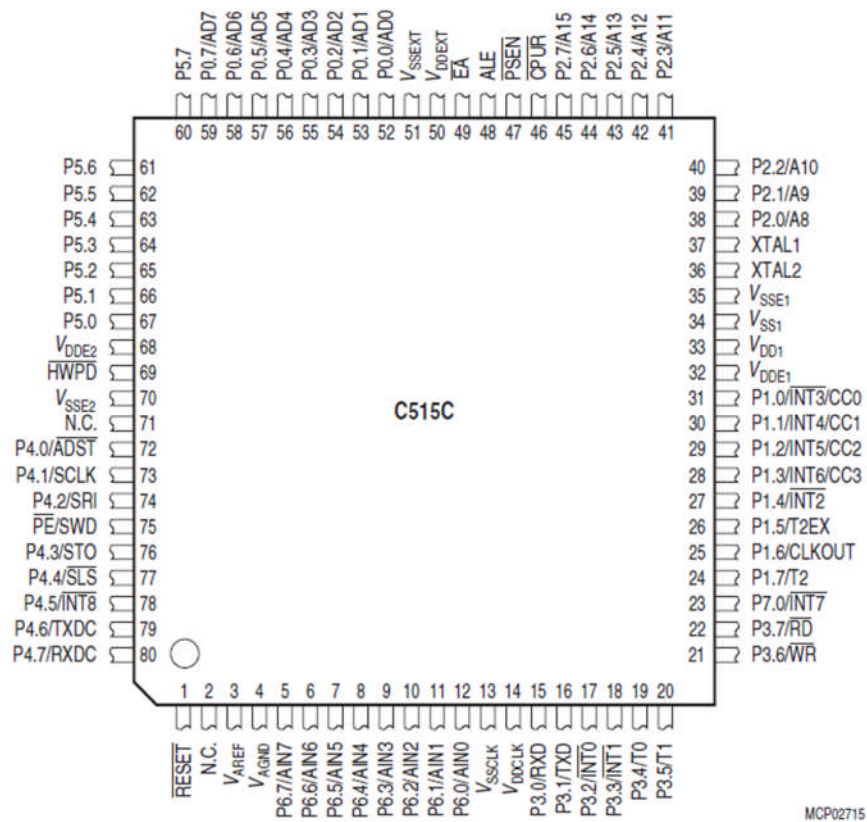
- [1] L'infirmier(e) en néphrologie, de Jean-Paul Fillastre
- [2] L'hémodialyse de suppléance Broché, 1 février 2010 de N.K.Man, Malik Touam, Paul Jungers
- [3] L'abord vasculaire pour l'hémodialyse ; former pour mieux soigner (3^e édition)- Auteur collectif, Edition Elsevier-Masson
- [3] L'insuffisance rénale chronique : prévention et traitement, auteur : P.Jungers , N-K.Man, C.Legendre, D. Joly.
- [4] Manuel d'utilisation de Générateur d'hémodialyse 4008 S
- [4] Document Freisinus midical care
- [5] www.fondation-du-rein.org
- [6] [http://www.choixdialyse.be/fr/insuffisance-renale/les-causes/\(\(C](http://www.choixdialyse.be/fr/insuffisance-renale/les-causes/((C)
- [7] <http://www.gr-medical.fr/generateursdedia/index.html>
- [8] <http://www.dialyse.asso.fr/index.php4>
- [9] <http://www.admin.ch/opc/fr/classifiedcompilation/19995459/201007010000/812.213>
- [10] <https://nephrohug.wordpress.com/2014/01/>
- [11] <http://www.anism.sante.fr/S-informer/Informations-de-securite-Autres-mesures-de-securite/Lignes-a-sang-pour-generateurs-de-dialyse-4008-Fresenius-Medical-Care-Information-de-securite>
- [12] <http://fr.slideshare.net/birbes/desinfection-du-traitement-deau-et-des-generateurs-de-dialyse-atd-2003>
- [13] http://www.dialyse.asso.fr/journaux/juin08/article_3.htm
- [14] <http://fr.slideshare.net/birbes/osmose-inverse-et-traitement-de-leau-pour-hemodialyse-ensig-1999>
- [15] <http://fr.slideshare.net/Medamine86/genrateur-de-dialyse>
- [16] <http://www.diaverum.com/fr-FR/Prise-en-charge/Comment-fonctionne-la-dialyse>
- [17] <http://www.renaloo.com/infos-sante2/la-dialyse/l-hemodialyse?showall=1>

ANNEXE

Datasheet



Figure(1) symbolique logique

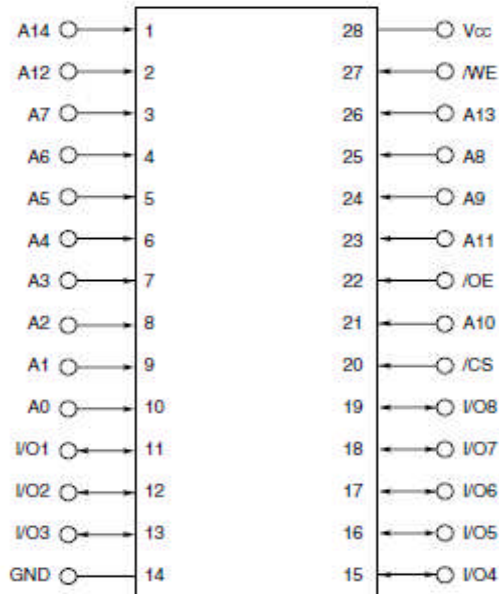


Figure(2) C515C Pin Configuration P-MQFP-80-1

28-pin PLASTIC DIP (15.24 mm (600))

[μ PD43256BCZ-xxL]

[μ PD43256BCZ-xxLL]



A0 - A14 : Address inputs
 I/O1 - I/O8 : Data inputs / outputs
 /CS : Chip Select
 /WE : Write Enable
 /OE : Output Enable
 Vcc : Power supply
 GND : Ground

28-pin PLASTIC SOP (11.43 mm (450))

[μ PD43256BGU-xxL]

[μ PD43256BGU-xxLL]

[μ PD43256BGU-Axx]

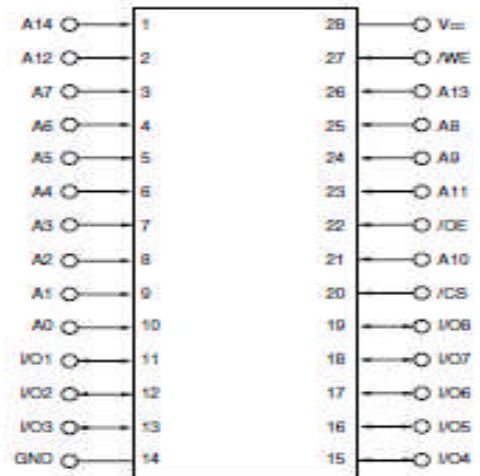
[μ PD43256BGU-Bxx]

[μ PD43256BGU-xxL-A]

[μ PD43256BGU-xxLL-A]

[μ PD43256BGU-Axx-A]

[μ PD43256BGU-Bxx-A]



A0 - A14 : Address Inputs
 I/O1 - I/O8 : Data Inputs / outputs
 /CS : Chip Select
 /WE : Write Enable
 /OE : Output Enable
 Vcc : Power supply
 GND : Ground

II – NORMES EN EQUIPEMENTS :

Les machines d'hémodialyse doivent pouvoir fonctionner avec des filtres de type capillaire ou des plaques,

Le générateur de dialyse est conçu de deux modules :

- le module sanguin ;
- le module hydraulique.

1 – Le module sanguin :

Ce module comporte nécessairement :

- une pompe à sang ;
- un capteur de pression veineuse ;
- un détecteur d'air ;
- un détecteur d'amorçage ;
- le clamp artériel et le clamp veineux.

2 – Le module hydraulique :

Est composé essentiellement de :

- un conductivimètre ;
- un thermomètre ;
- un dispositif de dégazage ;
- un moniteur de pression ;
- un maîtreur d'ultrafiltration ;
- un détecteur de fuite de sang ;
- un module d'aspiration acétate, bicarbonate et acide (dialyse bicarbonatée) ;
- des dialyseurs à membranes synthétiques.

3 – Désinfection du générateur de dialyse :

- désinfection thermique ;
- désinfection chimique ;
- décalcification.

La centrale de traitement d'eau pour hémodialyse doit délivrer une eau de très bonne qualité, tant du point de vue physico-chimique que microbiologique.

Celle-ci n'est pas obligatoire si les machines sont équipées d'un système individuel.

La boucle de traitement de l'eau doit comporter :

1 – Un dispositif de pré-traitement :

Composé essentiellement de :

- un filtre à sable et filtre (20 μ) à cartouches jetables ;
- un filtre à charbon actif ;
- deux adoucisseurs ;
- un osmoseur ;
- des bâches de réserve d'eau.

2 – Equipement médical :

- un matériel d'intubation ;
- un dispositif d'aspiration mobile ;
- utilisation d'un matériel stérile et jetable.

3 – Autres équipements :

- un groupe électrogène de secours ;
- des lits ou fauteuils articulés permettant la position de Trendelenburg ;
- balance pour peser les patients.

III – NORMES REQUISES POUR L'EAU UTILISEE EN HEMODIALYSE :

Les taux maximums tolérés dans l'eau destinée à l'hémodialyse pour les éléments suivants sont de :

- 2 mg/1 pour le calcium ;
- 1,2 mg/1 pour la magnésium ;
- 0,01 mg/5 pour l'aluminium ;
- 5 mg/1 pour les sulfates ;
- 0,2 mg/5 pour les nitrates ;
- 0,5 mg/1 pour les fluorures ;
- 0,2 mg/1 pour l'ammonium ;
- 5 mg/1 pour le sodium ;
- 2 mg/1 pour le potassium ;
- 50 mg/1 pour les chlorures ;
- 0,05 mg/1 pour le zinc ;
- 0,1 mg/1 pour l'étain ;
- 0,004 mg/1 pour le mercure.

La qualité du traitement de l'eau doit être contrôlée

trimestriellement par des analyses bactériologiques et physico-chimiques (en particulier du dosage de calcium et de l'aluminium) qui doivent être effectuées par un laboratoire agréé.

Figure(4) Les normes d'eau utilisées