

SYSTEME DE SOUDAGE ET D'IMPRESSION DE POCLETTE DE STERILISATION EN MILIEU HOSPITALIER



Soudeuse à défilement continu avec transferts de données
« La thermoprint ATMB »

Sommaire

	Page
<u>1 La stérilisation en milieu hospitalier</u> -----	3
1.1 Principe de la stérilisation -----	3
1.2 Généralités sur la mise en place de la stérilisation -----	3
<u>2 Milieu hospitalier associé à la soudeuse à défilement continu</u> -----	4
2.1 Présentation de la chaîne de stérilisation en milieu hospitalier -----	4
2.2 Organisation générale des étapes de stérilisation -----	5
<u>3 Expression des besoins</u> -----	7
<u>4 Contraintes liées au milieu hospitalier</u> -----	7
4.1 Milieu humain -----	7
4.2 Milieu économique -----	7
<u>4.3 Milieu physique</u> -----	8
4.4 Milieu technique -----	8
<u>5 Présentation de la soudeuse à défilement continu</u> -----	9
5.1 Diagramme sagittal -----	9
5.2 Description des éléments du système -----	10
<u>6 Analyse fonctionnelle</u> -----	11
6.1 Fonction globale et schéma fonctionnel de niveau 2 -----	11
6.2 Fonction d'usage et schéma fonctionnel de niveau 1 -----	11
6.3 Schéma fonctionnel de 1er degré -----	12
6.4 Algorithme de soudage d'une pochette -----	13
<u>7 Définitions des Fonctions principales</u> -----	14
7.1 FP1 : GESTION DU CYCLE DE FONCTIONNEMENT -----	14
7.2 FP2 : ACQUISITION DES PARAMETRES ET DES CONSIGNES -----	15
7.3 FP3 : SELECTION AMPLIFICATION ET FILTRAGE DES GRANDEURS MESUREES ---	15
7.4 FP4 : PRODUCTION DES INFORMATIONS VISUELLES ET SONORES -----	16
7.5 FP5 : CONVERSION ENERGIE ELECTRIQUE / ENERGIE THERMIQUE -----	16
7.6 FP6 : CONVERSION ENERGIE ELECTRIQUE / ENERGIE MECANIQUE -----	16
7.7 FP7 : ADAPTATION DE NIVEAU ET AIGUILLAGE DES DONNEES SERIE -----	17
7.8 FP8 : GESTION DE L'IMPRESSION -----	17
7.9 FP9 : LOCALISATION DE LA POCHETTE -----	18
7.10 FA : PROTECTION, PRODUCTION DES ALIMENTATIONS ET VENTILATION -----	18
<u>8 Définitions des Fonctions secondaires</u> -----	19
8.1 Description fonctionnelle de second degré de FP1 -----	19
8.2 Description fonctionnelle de second degré de FP2 -----	20
8.3 Description fonctionnelle de second degré de FP3 -----	21
8.4 Description fonctionnelle de second degré de FP4 -----	22
8.5 Description fonctionnelle de second degré de FP5 -----	23
8.6 Description fonctionnelle de second degré de FP6 -----	24
8.7 Description fonctionnelle de second degré de FP7 -----	26
8.8 Description fonctionnelle de second degré de FP8 -----	27
8.9 Description fonctionnelle de FP9 -----	28
<u>9 Analyse structurelle</u> -----	30
9.1 Schéma structurel de la "carte d'interfaçage" -----	30
9.2 Schéma structurel de la "carte print" -----	31
9.3 Schéma structurel de la "carte mère" -----	32
9.4 Interconnexions des cartes -----	33
<u>10 Documentation constructeur</u> -----	34
<u>11 Annexes</u> -----	35
<u>11.1 Nécessité de la stérilisation</u> -----	35
<u>11.2 Document de cycle de stérilisation</u> -----	36
<u>11.3 Identification des organes de la thermoprint</u> -----	37
11.4 Spécifications du bus I2C (à compléter lors de l'étude de FP1) -----	38
11.5 La liaison RS232 -----	44

1 La stérilisation en milieu hospitalier

Un des grands problèmes de la médecine moderne est l'asepsie, il faut absolument éviter la prolifération des germes, notamment en milieu hospitalier. En effet, dans ce milieu les germes ont deux particularités : ils sont plus nombreux (dans un hôpital, il y a des malades !) et se trouvent sur un terrain plus favorable (les organismes sont affaiblis). Plusieurs enquêtes récentes ont mis l'accent sur ce problème.

Le personnel hospitalier est donc soumis à des contraintes strictes en matière d'hygiène, notamment en ce qui concerne le lavage des mains.

Il en va de même pour le matériel, qui doit répondre à des normes strictes de stérilisation révisées régulièrement en fonction des évolutions de la recherche microbiologique.

Comment faire face ?

La stérilisation du matériel utilisé doit donc être particulièrement rigoureuse.

Une fois le matériel stérilisé, il doit être stocké dans un endroit lui aussi stérile, et ceci sans qu'il y ait aucune possibilité de contamination entre le moment où on stérilise à proprement parler et le moment où on stocke.

1.1 Principe de la stérilisation

L'objectif de la préparation des dispositifs médicaux stériles est de supprimer tout risque infectieux qui leur soit imputable. La stérilité correspond à l'absence de tout micro-organisme viable. Pour qu'un dispositif, ayant subi une stérilisation, puisse être étiqueté "stérile", la probabilité théorique qu'un micro-organisme viable soit présent doit être inférieure ou égale à 1 pour 10^6 .

Les étapes préalables à la stérilisation visent à réduire les contaminations microbiennes, chimiques et particulaires ainsi que la présence de substances pyrogènes.

1.2 Généralités sur la mise en place de la stérilisation

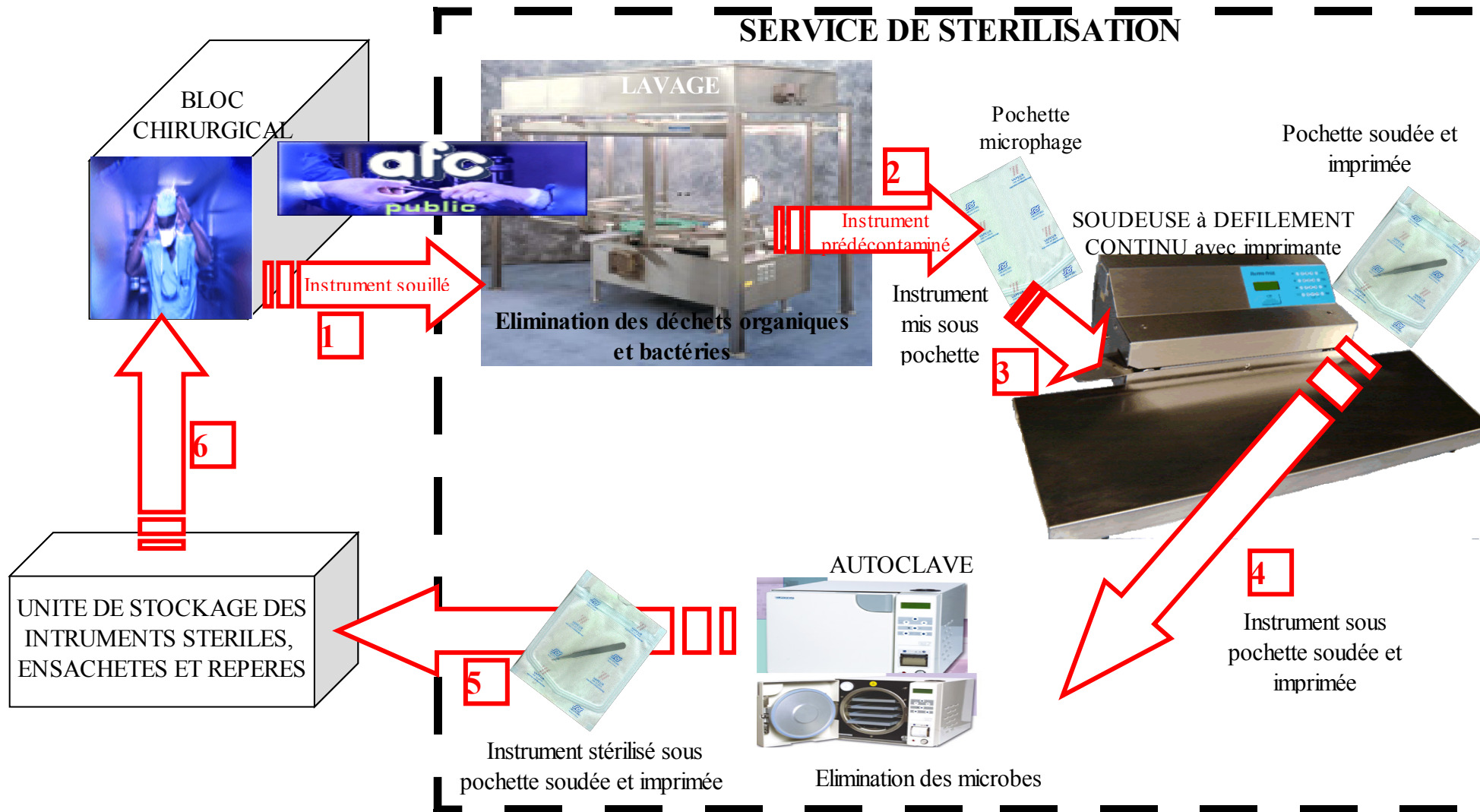
La mise en place d'un système permettant d'assurer la qualité de la préparation des dispositifs médicaux stériles est obligatoire.

L'établissement hospitalier doit, après avis du pharmacien assurant la gérance, mettre en place une organisation de la préparation des dispositifs médicaux stériles adaptée à ses besoins.

Si un établissement de santé ou un syndicat inter-hospitalier assure la préparation des dispositifs médicaux stériles, la pharmacie à usage intérieur doit disposer des moyens en locaux, personnel, équipements et systèmes d'informations nécessaires. Pour faciliter la mise en place d'un système permettant d'assurer la qualité, la centralisation (si possible au voisinage des blocs opératoires) de la stérilisation des dispositifs médicaux, permettant le regroupement des moyens et des compétences, est à privilégier en particulier pour les nouvelles installations.

2 Milieu hospitalier associé à la soudeuse à défilement continu:

2.1 Présentation de la chaîne de stérilisation en milieu hospitalier



2.2 Organisation générale des étapes de stérilisation

Le matériel arrive dans le service de stérilisation en provenance des blocs opératoires et des pharmacies des différents services de l'hôpital. Selon l'évaluation du risque infectieux (présence de déchets organiques sur les instruments, plus particulièrement en sortie du bloc opératoire), une pré désinfection chimique suivie d'un nettoyage est effectuée sur le lieu de l'intervention médicale pour éviter la prolifération et un risque de contamination. Pour la même raison, les dispositifs médicaux souillés sont acheminés vers le service de stérilisation dans des conditions ne présentant aucun risque de contamination pour les personnes et pour l'environnement. Cet acheminement s'effectue par une voie réservée et protégée (ex : ascenseur direct)

2.2.1 Le nettoyage :

Le nettoyage est une étape indispensable avant le conditionnement. Il a pour but d'éliminer les salissures par l'action physico-chimique d'un produit adapté tel un détergent, conjuguée à une action mécanique afin d'obtenir un dispositif médical fonctionnel et propre. Ce nettoyage doit être compatible avec le dispositif médical et ne doit pas le détériorer.

A l'arrivée des instruments (dispositifs médicaux) dans cette première zone du service de stérilisation, les opérateurs effectuent un **tri adapté** en fonction des préconisations de chaque fabricant de matériel médical (nature des matériaux, formes, condition d'emploi, etc.).

En fonction de ce tri, trois types de **lavage** existent :

Le nettoyage des dispositifs médicaux est réalisé chaque fois que possible dans une machine à laver. Celle-ci est adaptée à cet usage et qualifiée (cette machine possède deux portes d'accès : une d'entrée en zone de nettoyage et une de sortie en zone de conditionnement).

Le lavage par ultrasons (réservé aux instruments possédant des parties difficilement accessibles).

Le lavage manuel

Ces lavages permettent de supprimer les bactéries. Quel que soit le mode de nettoyage, le rinçage et le séchage efficaces et non contaminants des instruments médicaux sont effectués avant le conditionnement afin d'éviter toute nouvelle contamination.

La sortie de la zone de nettoyage s'effectue vers la zone de conditionnement (stérile et surpressurisée), soit :

Par un sas (ou guichet)

Par l'autre côté des machines (ces machines possèdent deux portes d'accès : une d'entrée en zone de lavage et une de sortie en zone de conditionnement).

2.2.2 Le conditionnement:

Le conditionnement se fait le plus précocement possible après le nettoyage.

L'emballage primaire (ou protecteur individuel de stérilité) constitue une barrière imperméable aux micro-organismes.

L'emballage secondaire assure la protection des dispositifs médicaux stériles dans leur emballage primaire. L'utilisation et les caractéristiques des emballages secondaires sont déterminées en fonction des risques de détérioration de l'emballage primaire jusqu'à son utilisation.

L'emballage (constitué d'un emballage primaire et d'un emballage secondaire) est compatible avec le procédé de stérilisation, assure le maintien de la stérilité jusqu'à l'utilisation et permet l'extraction aseptique du dispositif. Il est choisi pour chaque catégorie de dispositif médical en fonction de :

- Ses caractéristiques physiques.
- Sa destination.
- Ses conditions d'utilisation.

Il comporte obligatoirement un indicateur de passage (étiquette ou impression sur pochette) comportant la date de stérilisation, la date de péremption et le numéro du lot.

Le matériel de conditionnement est régulièrement vérifié, entretenu et contrôlé (par exemple température de soudure et force d'écrasement de fermeture des pochettes).

La disposition des objets médicaux dans l'emballage permet la bonne pénétration de l'agent stérilisant et une extraction aseptique du dispositif médical stérile.

La fermeture de chaque emballage est contrôlée.

2.2.3 La stérilisation :

La méthode de stérilisation choisie tient compte de la nature du dispositif médical, et des recommandations du fabricant.

Chaque fois que possible, la stérilisation par vapeur d'eau saturée à 134°C (appelée stérilisation par autoclave) et pendant une durée d'au moins 18 minutes, est utilisée. L'utilisation de la chaleur sèche est proscrite.

Le cycle de stérilisation est adapté à la charge à stériliser et comporte dans tous les cas une phase d'évacuation de l'air afin d'assurer la répartition homogène de l'agent stérilisant au sein de la charge.

Les paramètres utilisés pendant le cycle de stérilisation sont conformes aux recommandations en vigueur et aux données de la validation. (ex : les stérilisations s'effectuent à 134°C exceptés les A.T.N.C. (Agents Transmissibles Non Conventionnels) comme l'agent responsable de la maladie de Creutzfeldt-Jakob qui nécessite une montée en température à 141°C).

En cours de stérilisation, une surveillance du bon déroulement du cycle est effectuée. Chaque cycle de stérilisation est enregistré. Les indicateurs physico-chimiques et microbiologiques sont utilisés chaque fois que nécessaire ; ils peuvent participer à l'évaluation de l'efficacité du cycle de stérilisation ; il répondent aux spécifications des normes et des recommandations en vigueur.

Le déchargement du stérilisateur est effectué après complet refroidissement, selon les consignes de sécurité et n'est pas source d'endommagement ou de contamination.

2.2.4 Le contrôle des différentes opérations

En milieu hospitalier, la contamination initiale ne peut-être connue pour chaque dispositif médical après utilisation. Les étapes préliminaires au nettoyage et le nettoyage lui-même sont difficiles à valider et à vérifier sur les dispositifs médicaux qui ont été utilisés dans des conditions très variées. C'est pourquoi la norme générale NF EN ISO 14937 recommande de privilégier les conditions de stérilisation les plus exigeantes confirmées par l'usage (méthode de sur-destruction). Dans ce cas, les traitements peuvent avoir une intensité qui peut dépasser les conditions minimales requises déterminées lors de la validation. Ils tiennent compte également des exigences requises pour l'inactivation des A.T.N.C.

La validation doit être répétée à intervalles particuliers par le responsable du système permettant d'assurer la qualité en liaison avec le pharmacien (responsable du service). Les résultats sont évalués et consignés dans des rapports documentés, validés et conservés.

Pour le contrôle des procédures de stérilisation, la vérification de l'obtention des paramètres se fait par comparaison avec les paramètres retenus (lecture des indicateurs et des enregistrements). La siccité et l'intégrité des emballages sont vérifiées en fin de cycle. L'indicateur de passage (étiquette ou impression sur pochette) présent sur chaque emballage est vérifié en fin de cycle.

La charge stérilisée est considérée comme non-conforme chaque fois que le résultat des contrôles n'est pas conforme ou qu'il y a un doute sur un résultat. Un dispositif médical est considéré comme non-conforme chaque fois qu'il y a un doute sur l'intégrité de son emballage.

2.2.5 Le stockage et la mise à disposition

Afin d'assurer le maintien de l'intégrité de l'emballage, une zone de stockage spécifique, à l'abri de la lumière solaire directe, de l'humidité et de contamination de toutes natures, est réservée aux dispositifs médicaux stériles en évitant toute plicature des emballages.

C'est pour cette raison qu'il sera préféré un chemin réservé pour le retour des dispositifs médicaux dans les services (ex : ascenseur pour bloc opératoire). Le même principe est à appliquer dans les chariots d'urgences et de soins.

3 Expression des besoins

En raison des spécifications liées au conditionnement des dispositifs médicaux dans un service de stérilisation énoncé préalablement, la soudeuse de pochettes devra réaliser les fonctions suivantes :

Assurer une fermeture de qualité par soudage de l'emballage secondaire (température prescrite par le fabricant de pochettes et pression préconisée par *la ligne directrice particulière n°1 relative à la préparation des dispositifs médicaux stériles du ministère de la santé*).

Imprimer un indicateur de passage permettant la traçabilité du procédé (Date, Température, Pression de soudage, Numéro de l'opérateur, Nom de l'opérateur, Type de produit, date de péremption, ...).

4 Contraintes liées au milieu hospitalier

4.1 Milieu humain

Le responsable est une personne compétente et d'un niveau de qualification technique, dans le domaine de la stérilisation, au moins égal à celui du pharmacien ou de l'utilisateur médecin.

Le personnel doit être formé notamment à la stérilisation, à la conduite d'autoclave, à l'hygiène et à la sécurité. Ce personnel, en contact avec le dispositif médical à stériliser, est vêtu pour chacune des opérations en fonction de la tâche considérée et du risque qu'il encourt.

4.2 Milieu économique

Produit médical

Maintenance curative en usine par le constructeur

Maintenance préventive sur site par le service de l'hôpital

Transfert des nouveaux programmes par courriel

4.3 Milieu physique

Il convient que la salle où se pratique l'ensachage possède :

- Une atmosphère stérile. La propreté de l'air requis respecte au minimum les caractéristiques de la classe 8 de la norme NF EN ISO 14644-1 au repos dans toutes les zones de conditionnement :

LIMITES DE LA CLASSE 8 DE LA NORME NF EN ISO 14644-1 "au repos"	
Particules de taille égale ou supérieure à :	Nombre maximal autorisé de particules par m ³
0,5µm	3 520 000
1µm	832 000
5µm	29 300

- Une eau sans anomalie et conforme pour les tâches requises. Compte tenu du risque nosocomial particulier, les analyses des différentes eaux utilisées sont complétées par des études microbiologiques de germes opportunistes (ex : légionellose, ...) :
 - o Une eau de lavage conforme aux critères de potabilité mentionnés dans la réglementation (décret n° 89-3 du 3 janvier 1989 modifié, relatif aux eaux destinées à la consommation humaine).
 - o Une eau pour le rinçage et pour la production de la vapeur compatible avec le processus de stérilisation (conductivité, pH, dureté, concentration en ions, concentrations limites d'impuretés).
- Le matériel comprend l'ensemble des équipements et consommables utilisés pour la pré-désinfection, le nettoyage, le conditionnement, la stérilisation, le contrôle, l'étiquetage, le stockage, la distribution, le transport et la gestion des dispositifs médicaux devant être fournis stériles. Les équipements utilisés sont faciles à nettoyer afin d'atteindre le niveau de propreté requis (ex : utilisation de clavier plat, de matière inoxydable, ...)

4.4 Milieu technique

Alimentation : secteur EDF 230V-50Hz ~

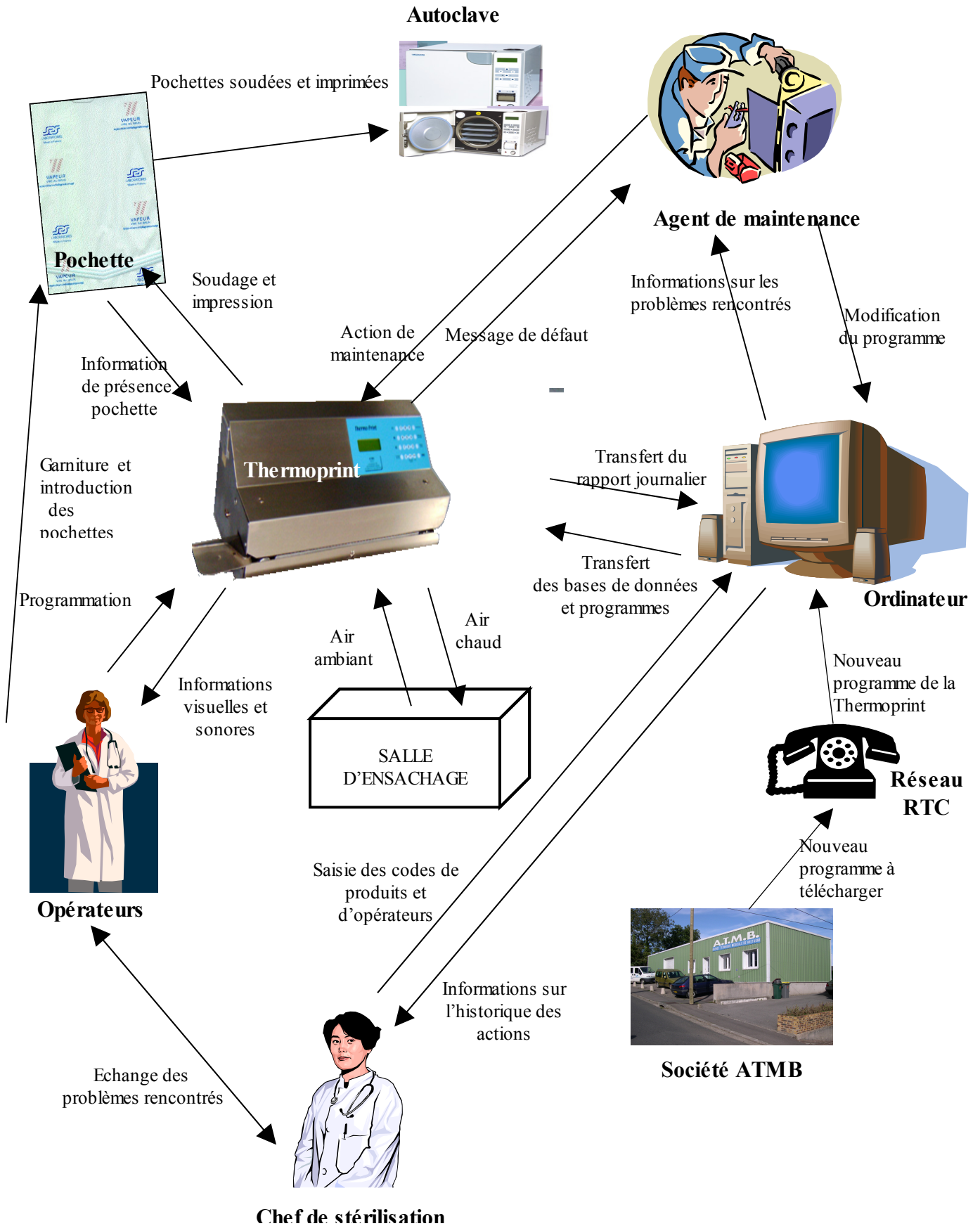
Température de fonctionnement : 20°C

Pression de soudage : 4 bars

Température nominale de soudage : 180°C

5 Présentation de la soudeuse à défilement continu :

5.1 Diagramme sagittal



5.2 Description des éléments du système

Les opérateurs sont les personnes qui sont chargées de configurer la thermoprint, de saisir le code de l'instrument à afficher sur le sachet, d'introduire les instruments chirurgicaux non stériles dans les pochettes micro perforées et d'introduire les pochettes dans la thermoprint.

L'autoclave est chargé de réaliser l'aseptisation du matériel chirurgical contenu dans les pochettes une fois que celles-ci ont été imprimées et soudées.

L'agent de maintenance est chargé de la maintenance curative et de la maintenance préventive de la thermoprint. Pour cette maintenance, il peut visualiser l'état actuel des capteurs sur la thermoprint ou visualiser l'état des capteurs (à tout moment) grâce à l'historique de la machine sauvegardé sur l'ordinateur. Son rôle est de remplacer les pièces défectueuses, les pièces usées, les pièces à remplacer par prévention mais aussi de modifier le programme en cas de changement de logiciel. C'est toujours la société ATMB qui modifie le logiciel et qui le transférera par mail à l'hôpital où l'agent de maintenance le placera dans un répertoire bien précis sur l'ordinateur.

Le chef de stérilisation est le responsable du bloc de stérilisation et donc de la bonne fermeture de ces sachets. Ainsi grâce à l'ordinateur, chaque sachet fermé est répertorié et le chef de stérilisation est informé de tous les problèmes rencontrés lors de l'utilisation de la thermoprint (pression anormale sur les galets d'écrasement ou température anormale lors du passage de la pochette). De plus il connaît la date, la température de soudage, la pression de soudage, le numéro, le nom de l'opérateur de chaque pochette soudée et ainsi on obtient une traçabilité des instruments grâce à un historique.

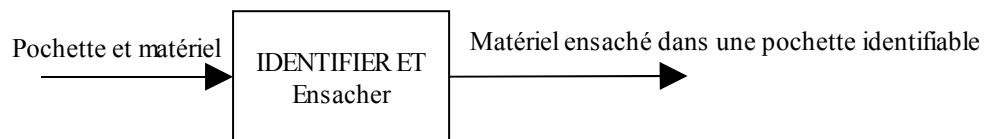
L'ordinateur est chargé de mémoriser toutes les opérations effectuées sur la thermoprint, de créer la base de données des différents instruments à stériliser et la base de données des différents opérateurs. De plus il gère le transfert des données mémorisées par la thermoprint durant la journée pour la traçabilité. Les nouveaux programmes reçus par l'agent de maintenance sont transférés vers la thermoprint par le biais de cette même liaison ordinateur / thermoprint.

6 Analyse fonctionnelle :

L'objet technique étudié est destiné à fermer hermétiquement, par soudage, des sacs poreux devant contenir du matériel médical pré décontaminé, en vue d'une stérilisation. En plus de cela, la thermosoudeuse doit permettre d'imprimer un certain nombre de paramètres sur les poches soudées, de les comptabiliser afin de permettre la traçabilité du matériel. L'impression a lieu en premier, puis la pochette est ensuite chauffée et soudée.

6.1 Fonction globale et schéma fonctionnel de niveau 1

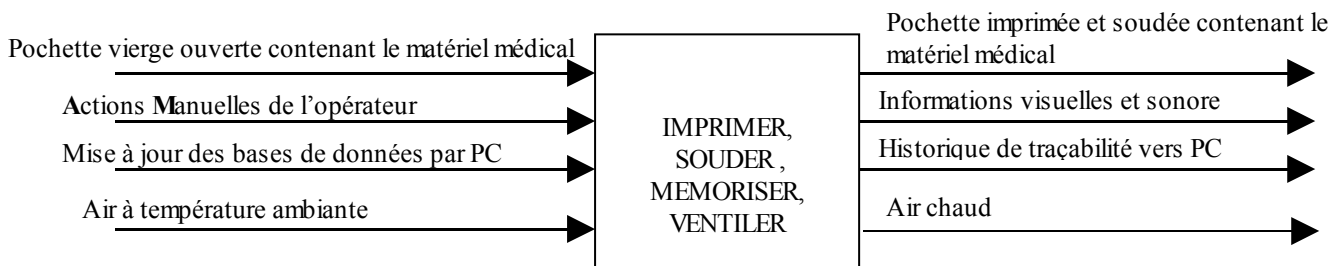
La fonction globale de la thermoprint est de souder une pochette contenant du matériel, d'identifier cette pochette en imprimant dessus un certain nombre de renseignements.



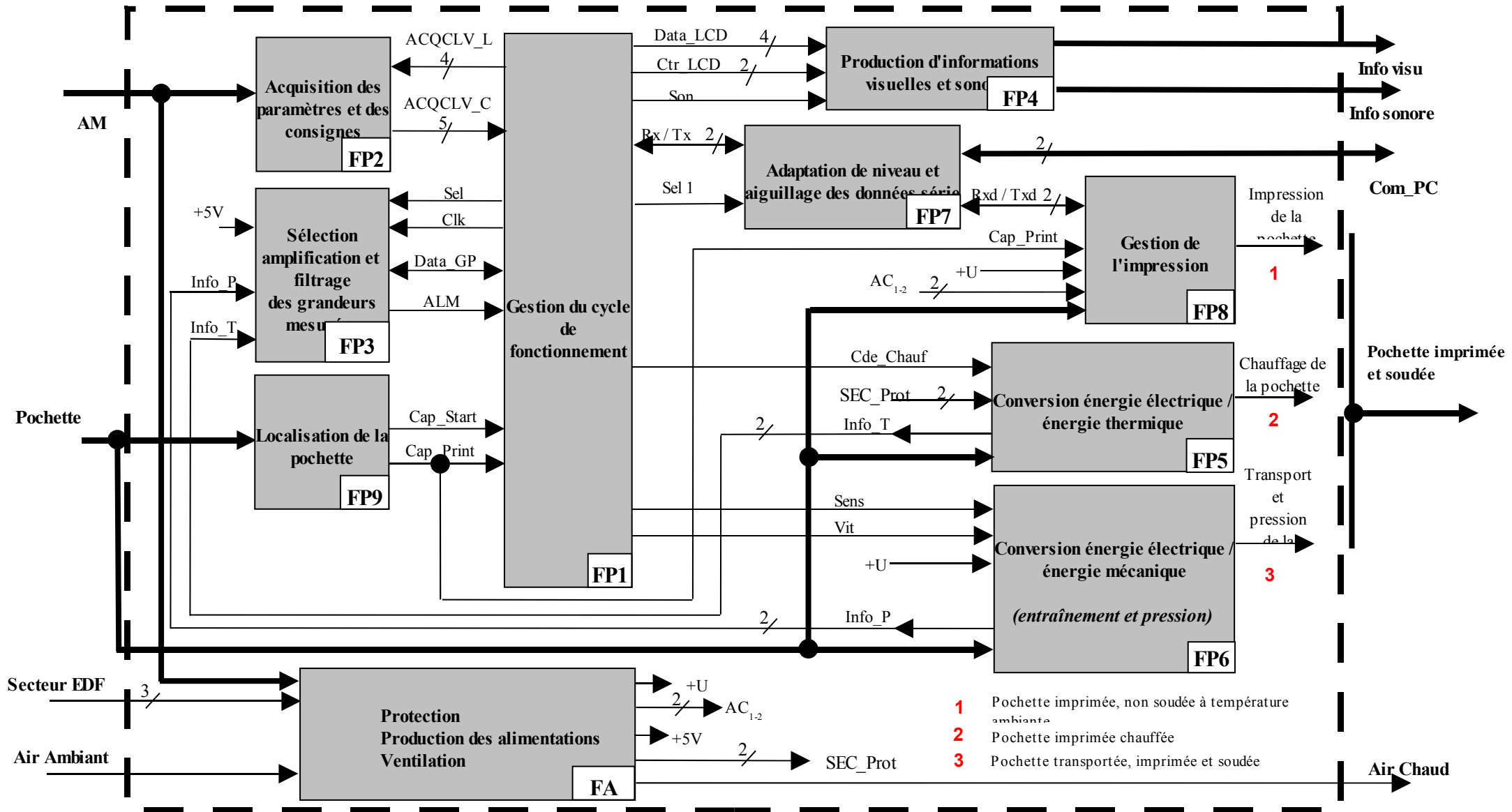
6.2 Fonction d'usage et schéma fonctionnel de niveau 2

La fonction d'usage de la thermoprint est :

- D'imprimer certaines informations des poches contenant du matériel médical non stérile.
- De réaliser la soudure (en combinant des actions thermique et mécanique) sur ces poches.
- D'informer l'opérateur de la configuration actuelle par des informations visuelles et sonores.
- De mémoriser les paramètres de chaque soudage dans le but d'une traçabilité des produits.
- D'assurer une circulation d'air en son sein.

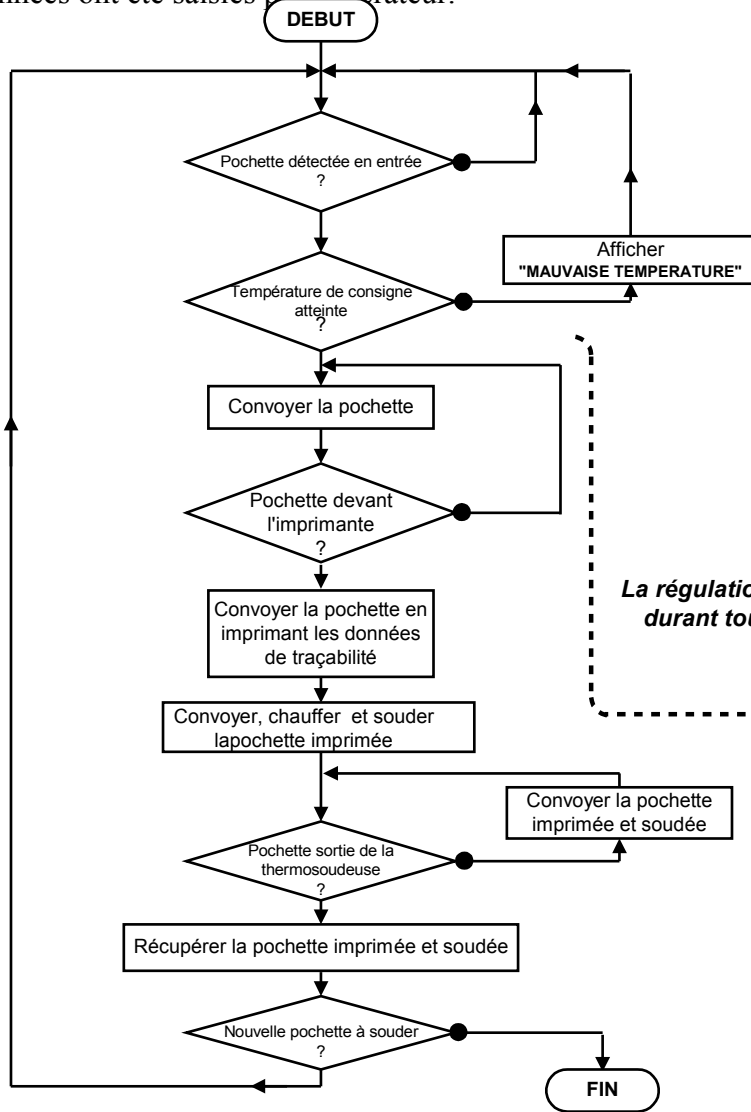


6.3 Schéma fonctionnel de 1^{er} degré :



6.4 Algorithme d'un cycle de soudage de pochette :

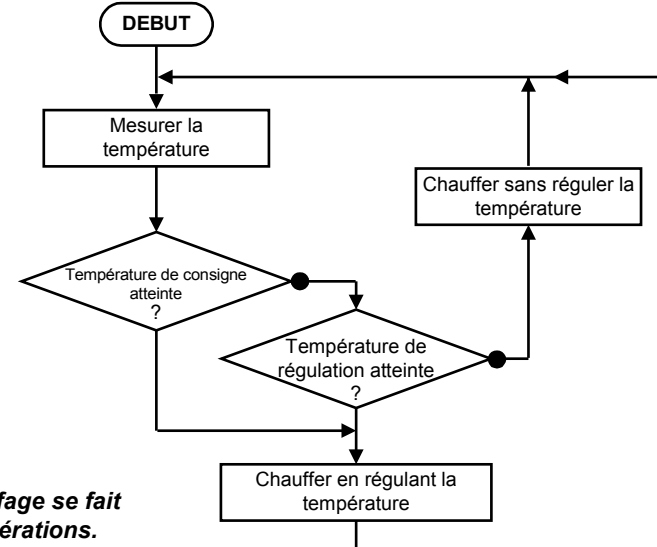
Pour cet algorithme, on admettra que la machine est sous tension, que la pression de soudage est correcte et que les différentes données ont été saisies par l'opérateur.



La régulation de chauffage se fait durant toutes ces opérations.

Algorithme de gestion de la température des fers chauffants

Cet algorithme n'a pas de fin car il est parcouru environ toutes les secondes tant que la machine est sous tension.



7 Définitions des Fonctions principales :

7.1 FP1 : GESTION DU CYCLE DE FONCTIONNEMENT

RÔLE : Cette fonction assure : La gestion globale du cycle de fonctionnement. La mémorisation des paramètres nécessaires au fonctionnement de la thermosoudeuse. La production des informations temporelles indispensables à la traçabilité des produits.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
ACQCLV_C	Information binaire codée sur 5 bits permettant d'identifier la colonne de la touche du clavier actionnée par l'opérateur. Le code de la touche actionnée est un mot de 9 bits composé de ACQCLV_L + ACQCLV_C.	ACQCLV_L	Information binaire codée sur 4 bits permettant d'activer tour à tour 1 seule des 4 lignes du clavier.
ALM	Signal binaire (0-5V) actif à l'état bas lorsque la sonde de température est détectée comme défectueuse.	Sel	Signal de validation de la fonction FP3. Niveau haut : FP3 inactive. Niveau bas : FP3 active.
Data_GP	Information numérique série bidirectionnelle codée sur 17 bits. Lorsque Data_GP est en entrée, les bits de 4 à 16 sont représentatifs des valeurs des tensions Vtemp ou Vpress. Le bit 4 est toujours égal à 0.	Clk	Signal d'horloge permettant de cadencer la transmission des données Data_GP. Ce signal doit avoir une fréquence minimum de 10kHz.
Rx / Tx	Informations numériques TTL bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. (Rx pour la réception, Tx pour l'émission) L'échange d'information peut se faire entre FP1 et un PC ou entre FP1 et FP8 selon l'état du signal Sel 1.	Data_GP	Information numérique série bidirectionnelle codée sur 17 bits. Lorsque Data_GP est en sortie, les bits de 0 à 3 permettent : De configurer le mode de fonctionnement de FS3.3. De sélectionner la tension à convertir.
Cap_Start	Information logique représentative de la présence de la pochette en entrée de la thermoprint. Niveau bas : Présence d'une pochette. Niveau haut : Absence de pochette.	Rx / Tx	Idem entrée.
		Sel 1	Signal binaire (0-5V) permettant la sélection de l'interlocuteur pour l'échange de données selon la norme RS232. Niveau bas : L'échange se fait entre FP1 et FP8. Niveau haut : L'échange se fait entre FP1 et le PC.
Cap_Print	Information logique représentative de la présence de la pochette devant la tête d'impression. Niveau bas : Présence d'une pochette. Niveau haut : Absence de pochette.	Cde_ChauF	Signal binaire actif au niveau bas permettant la commande des fers chauffants. En dessous de 136°C, ce signal est toujours au niveau bas. A partir de 136°C, la régulation de température est activée, et ce signal a les caractéristiques suivantes : Fréquence de l'ordre de 1Hz. Rapport cyclique variable. Si T°C augmente, le rapport cyclique augmente et inversement.
		Vit	Signal logique périodique (0-5V) de fréquence 11kHz dont le rapport cyclique fixe la vitesse de rotation du moteur. Si le rapport cyclique augmente, la vitesse de rotation du moteur diminue et inversement. Niveau bas : Moteur alimenté. Niveau haut : Moteur non alimenté.

Suite des caractéristiques des grandeurs de sortie page suivante.

Caractéristiques des grandeurs de sortie de FP1(suite)	
Sens	Signal binaire définissant le sens de rotation du moteur. (Sens de défilement de la pochette) Niveau bas : Défilement de la pochette vers l'arrière. Niveau haut : Défilement de la pochette vers l'avant.
Data_LCD	Informations numériques codées sur 4 bits représentatives des données à afficher.
Ctr_LCD	Informations numériques codées sur 2 bits destinées à la commande du module d'affichage.
Son	Signal binaire actif au niveau bas permettant la commande d'émission d'un signal sonore.

7.2 FP2 : ACQUISITION DES PARAMETRES ET DES CONSIGNES

RÔLE : Assure l'interface entre l'opérateur et la thermosoudeuse pour la saisie des informations nécessaires au fonctionnement de la machine et à la traçabilité des produits.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
ACQCLV_L	Information binaire codée sur 4 bits permettant d'activer tour à tour 1 seule des 4 lignes du clavier.	ACQCLV_C	Information binaire codée sur 5 bits permettant d'identifier la colonne de la touche du clavier actionnée par l'opérateur. Le code de la touche actionnée est un mot de 9 bits composé de ACQCLV L + ACQCLV C.
AM	Action manuelle de l'opérateur lorsqu'il appui sur les touches du clavier.		

7.3 FP3 : SELECTION AMPLIFICATION ET FILTRAGE DES GRANDEURS MESUREES

RÔLE : Assure la conversion des grandeurs physiques analogiques (température des fers chauffants, pression exercée par les galets d'écrasement) en une information numérique série, et la production d'un signal d'alarme si la sonde de température est défectueuse.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Info_T	Différence de potentielle représentative de la température présente au niveau des fers chauffants. Pour une température de 180°C, Info T = 7,338mV.	ALM	Signal binaire (0-5V) actif à l'état bas lorsque la sonde de température est détectée comme défectueuse.
Info_P	Différence de potentielle représentative de la pression exercée par les galets d'écrasement. Info_P (mV) = 0,604 x P ou P est la pression appliquée mesurée en bars.	Data_GP	Information numérique série bidirectionnelle codée sur 17 bits. Lorsque Data_GP est en sortie, les bits de 4 à 16 sont représentatifs des valeurs des tensions Vtemp ou Vpress. Le bit 4 est toujours égal à 0.
Data_GP	Information numérique série bidirectionnelle codée sur 17 bits. Lorsque Data_GP est en entrée, les bits de 0 à 3 permettent : De configurer le mode de fonctionnement de FS3.3. De sélectionner la tension à convertir.		
Sel	Signal de validation de la fonction FP3. Niveau haut : FP3 inactive. Niveau bas : FP3 active.		
Clk	Signal d'horloge permettant de cadencer la transmission des données Data_GP. Ce signal doit avoir une fréquence minimum de 10kHz.		

7.4 FP4 : PRODUCTION DES INFORMATIONS VISUELLES ET SONORES

RÔLE : Assure l'interface entre l'opérateur et la thermosoudeuse pour : Visualiser les paramètres de fonctionnement lors de la saisie ou du fonctionnement. Confirmer par un bip sonore l'appui sur une touche du clavier.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Data_LCD	Informations numériques codées sur 4 bits représentatives des données à afficher.	Info visu	Informations visuelles destinées à l'opérateur indiquant la configuration actuelle de la thermosoudeuse et permettant le dialogue par des menus déroulants.
Ctr_LCD	Informations numériques codées sur 2 bits destinées à la commande du module d'affichage.		
Son	Signal binaire actif au niveau bas permettant la commande d'émission d'un signal sonore.	Info sonore	Information sonore permettant de confirmer l'appui d'une touche du clavier.

7.5 FP5 : CONVERSION ENERGIE ELECTRIQUE / ENERGIE THERMIQUE

RÔLE : Produire la chaleur nécessaire au soudage de la pochette à partir d'une énergie électrique. Fournir une information représentative de la température. Cette information est utilisée pour la régulation de température et fait partie des informations de traçabilité. Interrompt le chauffage par coupure de l'énergie électrique si la température dépasse 250°C.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Cde_Chauf	Signal binaire actif au niveau bas permettant la commande des fers chauffants. En dessous de 136°C, ce signal est toujours au niveau bas. A partir de 136°C, la régulation de température est activée, et ce signal a les caractéristiques suivantes : Fréquence de l'ordre de 1Hz. Rapport cyclique variable. Si T°C augmente, le rapport cyclique augmente et inversement.	Info_T	Différence de potentielle représentative de la température présente au niveau des fers chauffants. Pour une température de 180°C, Info_T = 7,338mV.
SEC Prot	Tension sinusoïdale alternative de valeur efficace 230V et de fréquence 50Hz. Un fusible assure la protection en cas de défaut.	POCHETTE	Pochette imprimée, chauffée (mais non soudée) contenant le matériel à stériliser.
POCHETTE	Pochette ouverte, imprimée et à température ambiante contenant le matériel à stériliser.		

7.6 FP6 : CONVERSION ENERGIE ELECTRIQUE / ENERGIE MECANIQUE

RÔLE : Assure la production de l'énergie mécanique nécessaire au déplacement et au soudage par écrasement de la pochette préalablement imprimée et chauffée, à partir d'une tension continue de 32v et des informations fournies par FP1. Délivre une information image de la pression de soudage.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Vit	Signal logique périodique (0-5V) de fréquence 11kHz dont le rapport cyclique fixe la vitesse de rotation du moteur. Si le rapport cyclique augmente, la vitesse de rotation du moteur diminue et inversement. Niveau bas : Moteur alimenté. Niveau haut : Moteur non alimenté.	Info_P	Différence de potentielle représentative de la pression exercée par les galets d'écrasement. Info_P (mV) = 0,604 x P ou P est la pression appliquée mesurée en bars.
		POCHETTE	Pochette imprimée, chauffée et soudée contenant le matériel à stériliser.
Sens	Signal binaire définissant le sens de rotation du moteur. (Sens de défilement de la pochette) Niveau bas : Défilement de la pochette vers l'arrière. Niveau haut : Défilement de la pochette vers l'avant.		
+U	Tension continue de valeur +32V.		
POCHETTE	Pochette imprimée, chauffée et ouverte contenant le matériel à stériliser.		

7.7 FP7 : ADAPTATION DE NIVEAU ET AIGUILLAGE DES DONNEES SERIE

RÔLE : Cette fonction assure : L'adaptation des niveaux de tension lors d'échange de données entre la thermosoudeuse et le PC. La sélection de l'interlocuteur pour l'échange de données.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Sel 1	Signal binaire (0-5V) permettant la sélection de l'interlocuteur pour l'échange de données. Niveau bas : L'échange se fait entre FP1 et FP8. Niveau haut : L'échange se fait entre FP1 et le PC.	Rx / Tx	Idem entrée.
		Rxd / Txd	Idem entrée.
		Com_PC	Idem entrée.
Rx / Tx	Informations numériques TTL bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. (Rx pour la réception, Tx pour l'émission) Sel 1 au niveau bas : L'échange se fait entre FP1 et FP8. Sel 1 au niveau haut : L'échange se fait entre FP1 et le PC		
Rxd / Txd	Informations numériques TTL bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. (Rxd pour la réception, Txd pour l'émission) Sel 1 au niveau bas : Sur Rxd, FP1 envoie à FP8 les données représentatives des informations à imprimer sur la pochette. Sur Txd, FP8 renvoie à FP1 un accusé de réception.		
Com_PC	Informations binaires bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. Les niveaux de tension sont compris entre : +5 et +15v pour un niveau bas. -5 et -15v pour un niveau haut. Sel 1 au niveau haut : Sur Tx, FP1 envoie les données vers le PC. Sur Rx, FP1 reçoit les données du PC (TxPc). Ces données peuvent être : - Les nouveaux programmes. (mise à jour ATMB) - Les nouvelles bases de données. Sur Tx, FP1 emet les données vers le PC. (RxPc). Ces données peuvent être : - Le rapport journalier.		

7.8 FP8 : GESTION DE L'IMPRESSION

RÔLE : Assure l'impression sur la pochette des informations indispensables à la traçabilité du produit.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Rxd / Txd	Informations numériques TTL bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. (Rxd pour la réception, Txd pour l'émission) Sel 1 au niveau bas : Sur Rxd, FP1 envoie à FP8 les données représentatives des informations à imprimer sur la pochette. Sur Txd, FP8 renvoie à FP1 un accusé de réception.	POCHETTE	Pochette imprimée ouverte à température ambiante contenant le matériel à stériliser.
Cap_Print	Information logique représentative de la présence de la pochette devant la tête d'impression. Niveau bas : Présence pochette. Niveau haut : Absence pochette.		
AC ₁₋₂	Tension alternative sinusoïdale de valeur efficace 27V et de fréquence 50Hz.		

Suite des caractéristiques des grandeurs d'entrée page suivante.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée de FP8(suite)	
+U	Tension continue de valeur +32V.
POCHETTE	Pochette ouverte à température ambiante contenant le matériel à stériliser.

7.9 FP9 : LOCALISATION DE LA POCLETTE

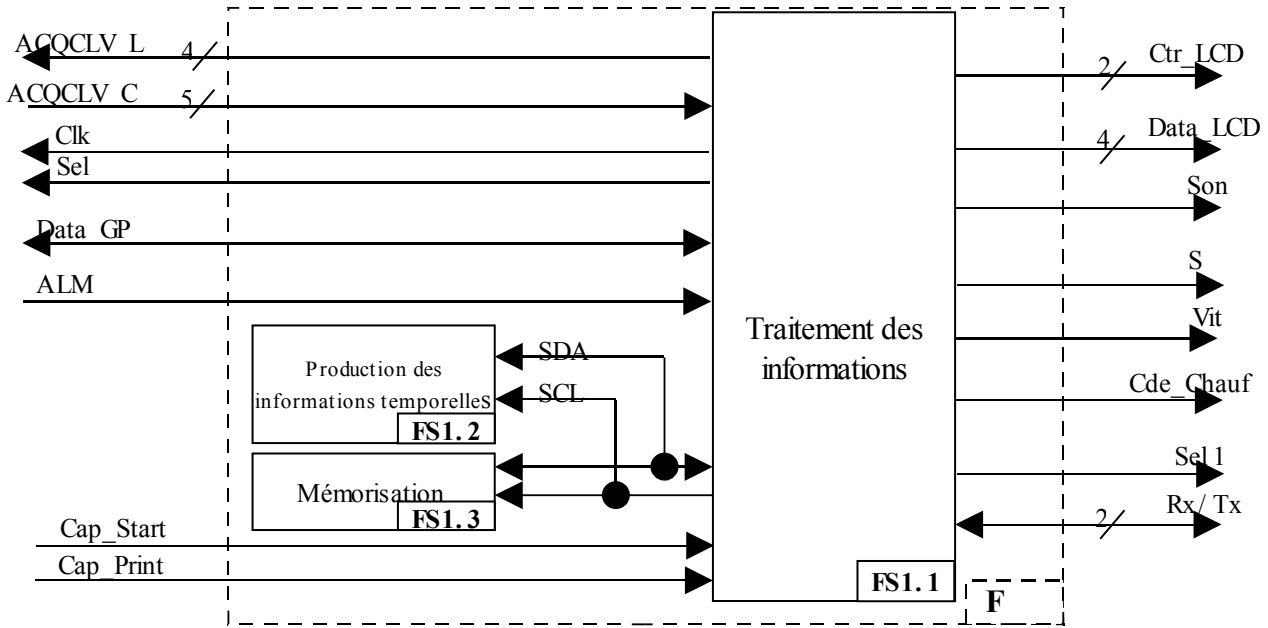
RÔLE : Assure la production des informations relatives à la position de la pochette dans la thermosoudeuse.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
POCHETTE	Pochette non imprimée, ouverte et à température ambiante contenant le matériel à stériliser.	Cap_Start	Information logique représentative de la présence de la pochette en entrée du convoyeur. Niveau bas : Présence pochette. Niveau haut : Absence pochette.
		Cap_Print	Information logique représentative de la présence de la pochette à 3 cm devant la tête d'impression. Niveau bas : Présence pochette. Niveau haut : Absence pochette.

7.10 FA : PROTECTION, PRODUCTION DES ALIMENTATIONS ET VENTILATION

RÔLE : Assure la production des différentes alimentations électriques nécessaires au fonctionnement de la thermosoudeuse. Evacue l'air chaud de la thermosoudeuse grâce à une ventilation forcée.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Secteur EDF	Tension sinusoïdale alternative de valeur efficace 230V et de fréquence 50Hz.	SEC_Prot	Tension sinusoïdale alternative de valeur efficace 230V et de fréquence 50Hz. Un fusible assure la protection en cas de défaut.
		AC ₁₂	Tension sinusoïdale alternative de valeur efficace 27V et de fréquence 50Hz.
AM	Action manuelle de l'opérateur pour la mise sous tension ou hors tension.	+U	Tension continue de valeur +32V.
		+5V	Tension continue de 5v plus ou moins 10%.
Air Ambiant	Air à température ambiante de la salle de stérilisation.	Air Chaud	Air ambiant réchauffé.

8 Définitions des Fonctions secondaires :

8.1 Description fonctionnelle de second degré de FP1



FS1.1 : TRAITEMENT DES INFORMATIONS

RÔLE : Grâce au programme embarqué, cette fonction assure la gestion et le traitement des différents signaux et des différentes grandeurs nécessaires au fonctionnement de la thermosoudeuse.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
ACQCLV_C	Information binaire codée sur 5 bits permettant d'identifier la colonne de la touche du clavier actionnée par l'opérateur. Le code de la touche actionnée est un mot de 9 bits composé de ACQCLV_L + ACQCLV_C.	ACQCLV_L	Information binaire codée sur 4 bits permettant d'activer tour à tour 1 seule des 4 lignes du clavier.
ALM	Signal binaire (0-5V) actif à l'état bas lorsque la sonde de température est détectée comme défectueuse.		
Data_GP	Information numérique série bidirectionnelle codée sur 17 bits. Lorsque Data_GP est en entrée, les bits de 4 à 16 sont représentatifs des valeurs des tensions Vtemp ou Vpress. Le bit 4 est toujours égal à 0.	Data_GP	Information numérique série bidirectionnelle codée sur 17 bits. Lorsque Data_GP est en sortie, les bits de 0 à 3 permettent : De configurer le mode de fonctionnement de FS3.3. De sélectionner la tension à convertir.
Cap_Print	Information logique représentative de la présence de la pochette à 3 cm devant la tête d'impression. Niveau bas : Présence pochette. Niveau haut : Absence pochette.	Sel	Signal de validation de la fonction FP3. Niveau haut : FP3 inactive. Niveau bas : FP3 active.
Cap_Start	Information logique représentative de la présence de la pochette en entrée du convoyeur. Niveau bas : Présence pochette. Niveau haut : Absence pochette.	Clk	Signal d'horloge permettant de cadencer la transmission des données Data_GP. Ce signal doit avoir une fréquence minimum de 10kHz.
SDA	Informations numériques série bi-directionnelles permettant la lecture ou l'écriture de données dans les composants communicants selon le protocole I ² C.	SCL	Signal d'horloge permettant de cadencer le transfert des données sur la ligne SDA.
		SDA	Idem Entrée.
Rx / Tx	Informations numériques TTL bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. (Rx pour la réception, Tx pour l'émission) Sel 1 au niveau bas : L'échange se fait entre FP1 et FP8. Sel 1 au niveau haut : L'échange se fait entre FP1 et le PC	Data_LCD	Informations numériques codées sur 4 bits représentatives des données à afficher.
		Ctr_LCD	Informations numériques codées sur 2 bits destinées à la commande du module d'affichage.

Suite des caractéristiques des grandeurs de sortie page suivante.

Caractéristiques des grandeurs de sortie de FS1.1 (Suite)	
Son	Signal binaire actif au niveau bas permettant la commande d'émission d'un signal sonore.
Sens	Signal binaire définissant le sens de rotation du moteur. (Sens de défilement de la pochette) Niveau bas : Défilement de la pochette vers l'arrière. Niveau haut : Défilement de la pochette vers l'avant.
Vit	Signal logique périodique (0-5V) de fréquence 11kHz dont le rapport cyclique fixe la vitesse de rotation du moteur Si le rapport cyclique augmente, la vitesse de rotation du moteur diminue et inversement. Niveau bas : Moteur alimenté. Niveau haut : Moteur non alimenté.
Cde_Chauf	Signal binaire actif au niveau bas permettant la commande des fers chauffants. En dessous de 136°C, ce signal est toujours au niveau bas. A partir de 136°C, la régulation de température est activée, et ce signal a les caractéristiques suivantes : Fréquence de l'ordre de 1Hz. Rapport cyclique variable. Si T°C augmente, le rapport cyclique augmente et inversement.
Sel 1	Signal binaire (0-5V) permettant la sélection de l'interlocuteur pour l'échange de données. Niveau bas : L'échange se fait entre FP1 et FP8. Niveau haut : L'échange se fait entre FP1 et le PC.
Rx / Tx	Idem Entrée.

FS1.2 : PRODUCTION DES INFORMATIONS TEMPORELLES

RÔLE : Une fois réglée sur une horloge de référence, cette fonction assure la production des informations de date et d'heure nécessaires à la traçabilité des produits.

Ces informations sont générées mais non exploitables en absence d'alimentation de la fonction.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
SCL	Signal d'horloge permettant de cadencer le transfert des données sur la ligne SDA.	SDA	Idem Entrée.
SDA	Informations numériques série bi-directionnelles permettant la lecture ou l'écriture de données dans les composants communicants selon le protocole I ² C.		

FS1.3 : MÉMORISATION

RÔLE : Assure la sauvegarde permanente des informations nécessaires à la traçabilité des produits.

Remarque :

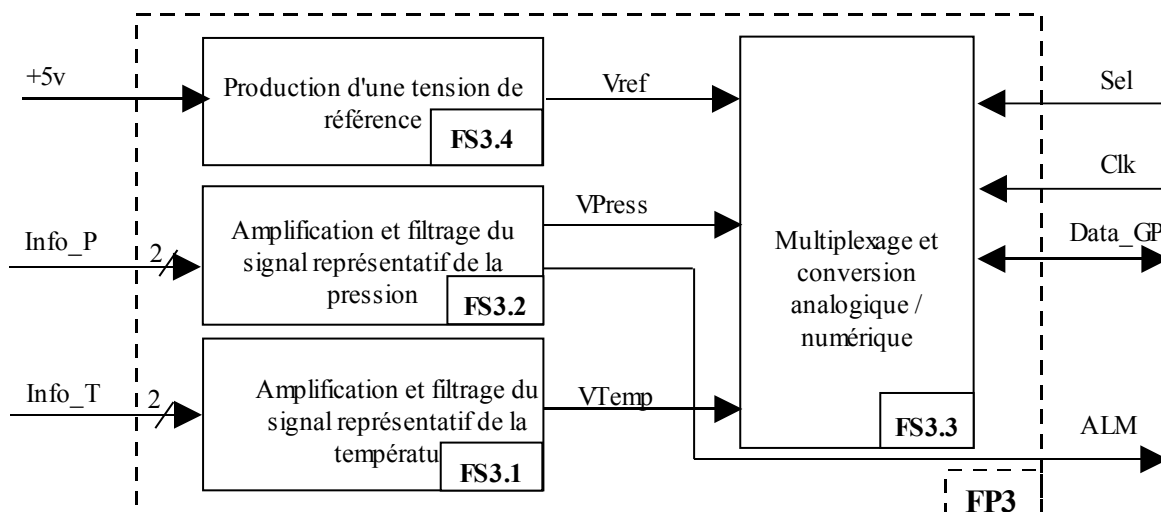
Certaines informations obligatoires pour le fonctionnement du programme sont mémorisées dans la mémoire IC1. Cela implique que ces données doivent être programmées par le fabricant avant la mise en service de la thermosoudeuse.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
SCL	Signal d'horloge permettant de cadencer le transfert des données sur la ligne SDA.	SDA	Idem Entrée.
SDA	Informations numériques série bi-directionnelles permettant la lecture ou l'écriture de données dans les composants communicants selon le protocole I ² C.		

8.2 Description fonctionnelle de second degré de FP2

Pas d'étude fonctionnelle de second degré. Voir description du 1^{er} degré page 15.

8.3 Description fonctionnelle de second degré de FP3



FS3.1 : AMPLIFICATION ET FILTRAGE DU SIGNAL REPRESENTATIF DE LA TEMPERATURE

RÔLE : Amplifie par 494,6 la ddp fournie par la sonde de température (Thermocouple de type K).
Atténué avec une pente de -6dB par octave les fréquences supérieures à 1,6kHz.
Fourni une information de défaut si la sonde de température est défectueuse.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Info_T	Différence de potentielle représentative de la température présente au niveau des fers chauffants. Pour une température de 180°C, Info_T = 7,338mV.	VTemp	Tension analogique représentative de la température au niveau des fers chauffants. Pour une température de 180°C, VTemp = 3,630V. La pente de VTemp est de 20mV/°C.

FS3.2 : AMPLIFICATION ET FILTRAGE DU SIGNAL REPRESENTATIF DE LA PRESSION

RÔLE : Amplifie par 294,3 la ddp fournie par le capteur de pression (Capteur de type pont de Wheatstone).
Atténué avec une pente de -6dB par octave (soit -20dB par décade) les fréquences supérieures à 1,6kHz.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Info_P	Différence de potentielle représentative de la pression exercée par les galets d'écrasement. Info_P (mV) = 0,604 x P ou P est la pression appliquée mesurée en bars.	VPress	Tension analogique représentative de la pression exercée par les galets d'écrasement. Pour une pression de 4,5 bars au niveau des galets d'écrasement VPress = 800mV.

FS3.3 : MULTIPLEXAGE ET CONVERSION ANALOGIQUE / NUMÉRIQUE

RÔLE : Convertit les tensions analogiques représentatives de la température ou de la pression en une grandeur numérique série sur un format de 12 bits.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
VTemp	Tension analogique représentative de la température au niveau des fers chauffants. Pour une température de 180°C, VTemp = 3,630V. La pente de VTemp est de 20mV/°C.	Data_GP	Information numérique série bidirectionnelle codée sur 17 bits. Lorsque Data_GP est en entrée, les bits de 4 à 16 sont représentatifs des valeurs des tensions Vtemp ou Vpress. Le bit 4 est toujours égal à 0.
VPress	Tension analogique représentative de la pression exercée par les galets d'écrasement. Pour une pression de 4,5 bars au niveau des galets d'écrasement VPress = 800mV.	ALM	Signal binaire (0-5V) actif à l'état bas lorsque la sonde de température est détectée comme défectueuse.

Suite des caractéristiques des grandeurs d'entrée page suivante.

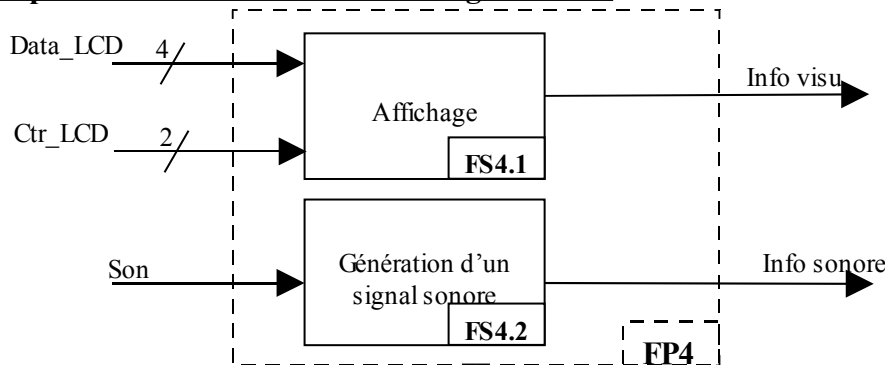
Caractéristiques des grandeurs d'entrée de FS3.3 (suite)	
Sel	Signal de validation de la fonction FP3. Niveau haut : FP3 inactive. Niveau bas : FP3 active.
Clk	Signal d'horloge permettant de cadencer la transmission des données Data_GP. Ce signal doit avoir une fréquence minimum de 10kHz.
Data_GP	Information numérique série bidirectionnelle codée sur 17 bits. Lorsque Data_GP est en sortie, les bits de 0 à 3 permettent : De configurer le mode de fonctionnement de FS3.3. De sélectionner la tension à convertir.
Vref	Tension continue de 4,096V plus ou moins 10mV.

FS3.4 : PRODUCTION D'UNE TENSION DE REFERENCE

RÔLE : Produire une tension fixe et précise d'amplitude 4,096v plus ou moins 10mv à partir de l'alimentation 5v de la machine.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
+5v	Tension continue de 5v plus ou moins 10%.	Vref	Tension continue de 4,096V plus ou moins 5mV.

8.4 Description fonctionnelle de second degré de FP4



FS4.1 : AFFICHAGE

RÔLE : Informer visuellement l'opérateur des paramètres de la thermoprint. Cette fonction affichage permet aussi le dialogue lors de la configuration de celle-ci grâce aux menus déroulants.

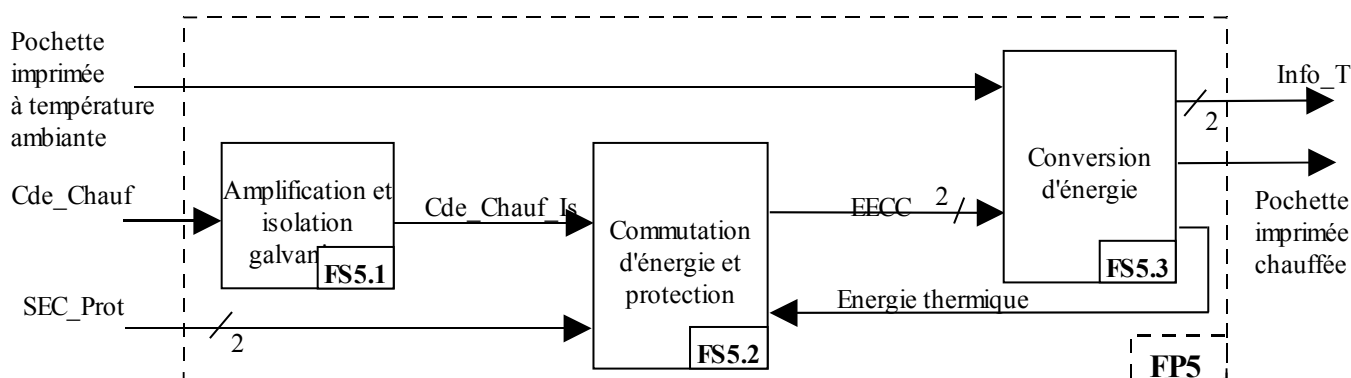
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Data_LCD	Informations numériques codées sur 4 bits représentatives des données à afficher.	Info visu	Informations visuelles destinées à l'opérateur indiquant la configuration actuelle de la thermoprint et permettant le dialogue par des menus déroulants.
Ctr_LCD	Informations numériques codées sur 2 bits destinées à la commande du module d'affichage.		

FS4.2 : GÉNÉRATION D'UN SIGNAL SONORE

RÔLE : Informer l'opérateur par un bip sonore pour confirmation de l'appui d'une touche du clavier.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Son	Signal binaire actif au niveau bas permettant la commande d'émission d'un signal sonore.	Info sonore	Information sonore permettant de confirmer l'appui d'une touche du clavier.

8.5 Description fonctionnelle de second degré de FP5



FS5.1 : AMPLIFICATION ET ISOLATION GALVANIQUE

RÔLE : Assure l'amplification en courant du signal de commande de chauffage provenant de FP1. Assure une isolation électrique totale avec les fonctions FS5.2 et FS5.3.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Cde_Chaut	Signal binaire actif au niveau bas permettant la commande des fers chauffants. En dessous de 136°C, ce signal est toujours au niveau bas. A partir de 136°C, la régulation de température est activée, et ce signal a les caractéristiques suivantes : Fréquence de l'ordre de 1Hz. Rapport cyclique variable. Si T°C augmente, le rapport cyclique augmente et inversement.	Cde_Chaut_Is	Signaux électriques de commande de chauffage électriquement isolés du signal Cde_Chaut. Le signal noté G2 est synchronisé sur le passage par 0 de l'onde secteur.

FS5.2 : COMMUTATION D'ENERGIE ET PROTECTION

RÔLE : Alimenter en énergie électrique les fers chauffants en fonction de la commande de chauffage tant que la température ne dépasse pas 250°C.

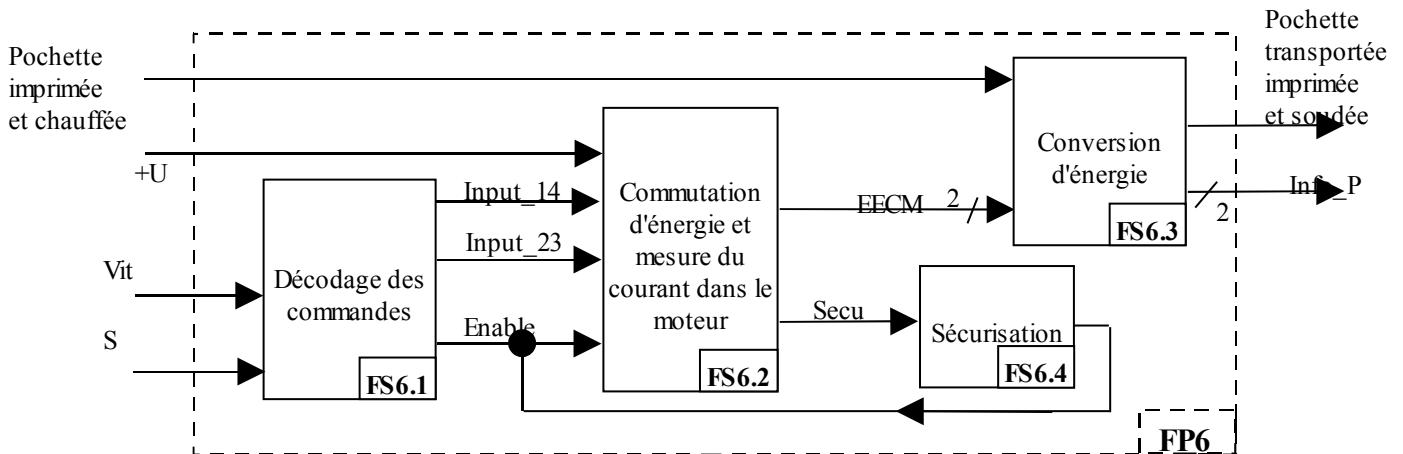
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Cde_Chaut_Is	Signaux électriques de commande de chauffage électriquement isolés du signal Cde_Chaut. Le signal noté G2 est synchronisé sur le passage par 0 de l'onde secteur.	EECC	Energie électrique contrôlée alimentant les fers chauffants. Caractéristiques : 230V efficaces 50Hz quand les fers chauffants sont alimentés. Si la température au niveau des fers chauffants dépasse 250 °C, un thermocontact branché en série avec les fers interrompt EECC indépendamment de la commande de chauffage.
SEC_Prot	Tension sinusoïdale alternative de valeur efficace 230V et de fréquence 50Hz. Un fusible assure la protection en cas de défaut.		
Energie thermique	Chaleur nécessaire et suffisante pour permettre le soudage de la pochette. Si la température au niveau des fers chauffants dépasse 250 °C, un thermocontact branché en série avec les fers interrompt EECC indépendamment de la commande de chauffage.		

FS5.3 : CONVERSION D'ENERGIE

RÔLE : Assure la production de chaleur nécessaire et suffisante pour un soudage correct de la pochette.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
EECC	Energie électrique contrôlée alimentant les fers chauffants. Caractéristiques : 230V efficaces 50Hz quand les fers chauffants sont alimentés. Si la température au niveau des fers chauffants dépasse 250 °C, un thermocontact branché en série avec les fers interrompt EECC indépendamment de la commande de chauffage.	Info_T	Différence de potentielle représentative de la température présente au niveau des fers chauffants. Pour une température de 180°C, Info T = 7,338mV.
		Energie thermique	Chaleur nécessaire et suffisante pour permettre le soudage de la pochette. Si la température au niveau des fers chauffants dépasse 250 °C, un thermocontact branché en série avec les fers interrompt EECC indépendamment de la commande de chauffage.
		POCHETTE	Pochette imprimée, chauffée mais non soudée contenant le matériel à stériliser.
SEC_Prot	Tension sinusoïdale alternative de valeur efficace 230V et de fréquence 50Hz. Un fusible assure la protection en cas de défaut.		
POCHETTE	Pochette ouverte, imprimée et à température ambiante contenant le matériel à stériliser.		

8.6 Description fonctionnelle de second degré de FP6



FS6.1 : DÉCODAGE DES COMMANDES

RÔLE : Assure l'interprétation des commandes générées par FP1 et relatives au moteur.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Sens	Signal binaire définissant le sens de rotation du moteur. (Sens de défilement de la pochette) Niveau bas : Défilement de la pochette vers l'arrière. Niveau haut : Défilement de la pochette vers l'avant.	Input_14	Signal binaire définissant le sens de rotation du moteur. (Sens de défilement de la pochette) Input_14 = Sens barre.
Vit	Signal logique périodique (0-5V) de fréquence 11kHz dont le rapport cyclique fixe la vitesse de rotation du moteur. Si le rapport cyclique augmente, la vitesse de rotation du moteur diminue et inversement. Niveau bas : Moteur alimenté. Niveau haut : Moteur non alimenté.	Input_23	Signal binaire définissant le sens de rotation du moteur. (Sens de défilement de la pochette) Input_14 = Sens.
		Enable	Attention ce signal est élaboré conjointement par FS6.1 et FS6.4. Niveau bas : Moteur non alimenté. Niveau haut : Moteur alimenté.

FS6.2 : COMMUTATION D'ÉNERGIE ET MESURE DU COURANT

RÔLE : Alimenter en énergie électrique le moteur qui entraîne la pochette et les galets presseurs en fonction des signaux Vit et Sens tant que le courant consommé reste inférieur à environ 530mA.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Input_14	Signal binaire définissant le sens de rotation du moteur. (Sens de défilement de la pochette) Input_14 = Sens barre.	Sécu	Tension image du courant qui circule dans le moteur.
Input_23	Signal binaire définissant le sens de rotation du moteur. (Sens de défilement de la pochette) Input_14 = Sens.	EECM	Energie électrique commutée d'alimentation du moteur dont la valeur moyenne dépend du rapport cyclique du signal Vit. Si le rapport cyclique augmente, la vitesse de rotation du moteur diminue et inversement. L'amplitude de ECCM peut varier de : 0 à + 32v si Sens est au niveau haut. 0 à - 32v si Sens est au niveau bas.
Enable	<i>Attention ce signal est élaboré conjointement par FS6.1 et FS6.4. La fonction FS6.4 est prioritaire.</i> Niveau bas : Moteur non alimenté. Niveau haut : Moteur alimenté.		
+U	Tension continue de valeur +32V.		

FS6.3 : CONVERSION D'ÉNERGIE

RÔLE : Assure la production de l'énergie mécanique nécessaire au transport de la pochette et à l'écrasement de ses bords chauffés.

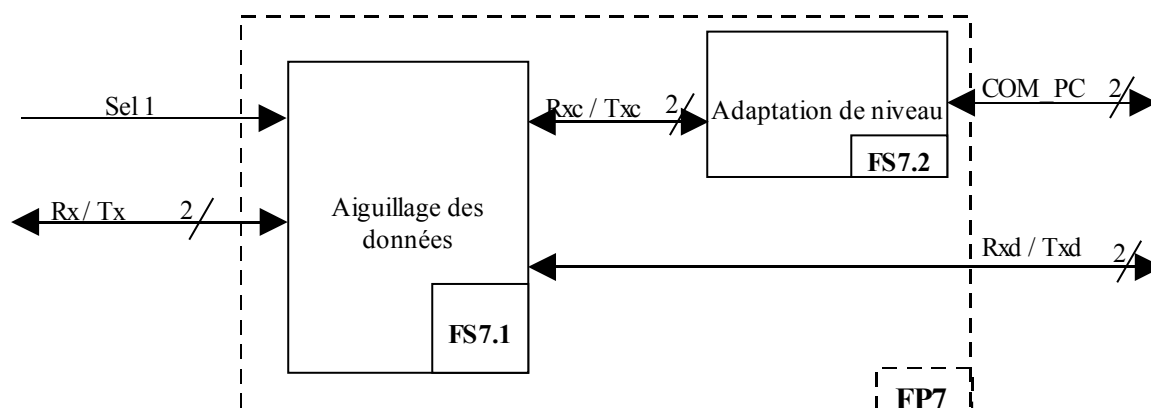
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
EECM	Energie électrique commutée d'alimentation du moteur dont la valeur moyenne dépend du rapport cyclique du signal Vit. Si le rapport cyclique augmente, la vitesse de rotation du moteur diminue et inversement. L'amplitude de ECCM peut varier de : 0 à + 32v si Sens est au niveau haut. 0 à - 32v si Sens est au niveau bas.	Info_P	Différence de potentielle représentative de la pression exercée par les galets d'écrasement. Info_P (mV) = 0,604 x P ou P est la pression appliquée mesurée en bars.
		POCHETTE	Pochette imprimée, chauffée et soudée contenant le matériel à stériliser.
POCHETTE	Pochette imprimée, chauffée mais non soudée contenant le matériel à stériliser.		

FS6.4 : SÉCURISATION

RÔLE : Coupe l'alimentation du moteur si le courant consommé par ce dernier dépasse un seuil fixé à environ 530mA.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Sécu	Tension image du courant qui circule dans le moteur.	Enable	<i>Attention ce signal est élaboré conjointement par FS6.1 et FS6.4. La fonction FS6.4 est prioritaire.</i> Niveau bas : Le courant dans le moteur dépasse le seuil. Dans ce cas, le signal Vit est sans effet. Niveau haut : Le courant dans le moteur est inférieur au seuil. Dans ce cas, le signal Vit fixe la valeur de ECCM.

8.7 Description fonctionnelle de second degré de FP7



FS7.1 : AIGUILLAGE DES DONNÉES

RÔLE : Permet la sélection de l'interlocuteur pour l'échange des données.

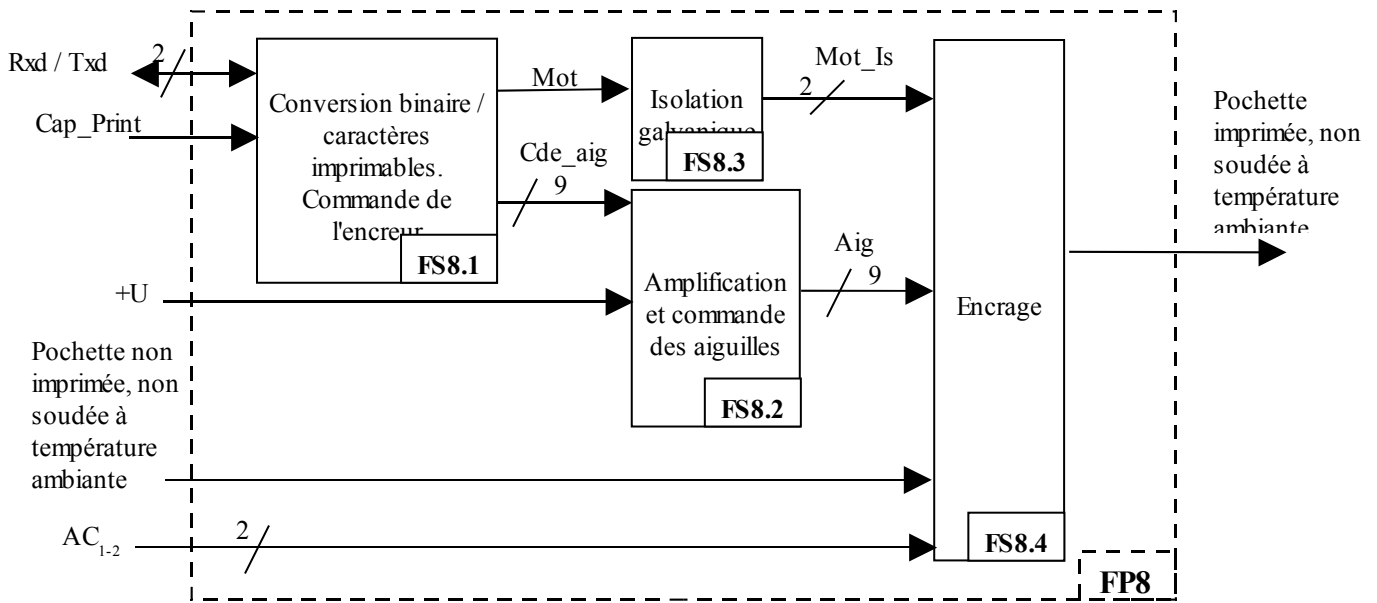
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Sel 1	Signal binaire (0-5V) permettant la sélection de l'interlocuteur pour l'échange de données. Niveau bas : L'échange se fait entre FP1 et FP8. Niveau haut : L'échange se fait entre FP1 et le PC.	Rxd / Txd	Idem entrée
		Rxc / Txc	Idem entrée
Rx / Tx	Informations numériques TTL bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. (Rxc pour la réception, Txc pour l'émission) Sel 1 au niveau bas : L'échange se fait entre FP1 et FP8. Sel 1 au niveau haut : L'échange se fait entre FP1 et le PC	Rx / Tx	Idem entrée
Rxc / Txc	Idem Rx / Tx		
Rxd / Txd	Informations numériques TTL bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. (Rxd pour la réception, Txd pour l'émission) Sel 1 au niveau bas : Sur Rxd, FP1 envoie à FP8 les données représentatives des informations à imprimer sur la pochette. Sur Txd, FP8 renvoie à FP1 un accusé de réception.		

FS7.2 : ADAPTATION DE NIVEAU

RÔLE : Assure la conversion des niveaux de tension lors des échanges de données entre un PC et la thermosoudeuse.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Rxc / Txc	Informations numériques TTL bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. (Rxc pour la réception, Txc pour l'émission) Sel 1 au niveau bas : L'échange se fait entre FP1 et FP8. Sel 1 au niveau haut : L'échange se fait entre FP1 et le PC	Rxc / Txc	Idem entrée.
COM_PC	Informations binaires bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. Les niveaux de tension sont compris entre : +5 et +15v pour un niveau bas. -5 et -15v pour un niveau haut. Sel 1 au niveau haut : Sur Rx, FP1 reçoit les données du PC (TxPc). Ces données peuvent être par exemple : - Les nouveaux programmes (mise à jour ATMB) - Les nouvelles bases de données.	COM_PC	Informations binaires bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. Les niveaux de tension sont compris entre : +5 et +15v pour un niveau bas. -5 et -15v pour un niveau haut. Sel 1 au niveau haut : Sur Tx, FP1 envoie les données vers le PC. Sur Tx, FP1 émet les données vers le PC (RxPc). Ces données peuvent être par exemple : - Le rapport journalier.

8.8 Description fonctionnelle de second degré de FP8



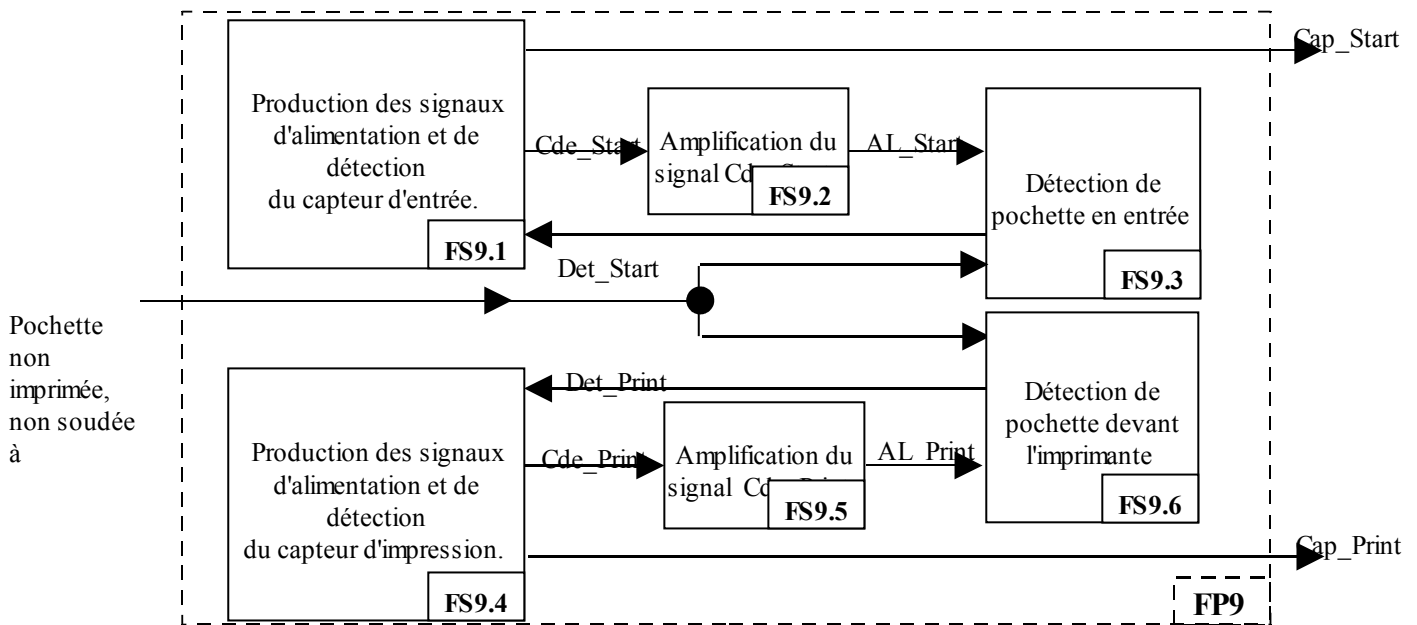
FS8.1 : CONVERSION BINAIRE /CARACTÈRES IMPRIMABLES, COMMANDE DE L'ENCREUR			
RÔLE : Traduit les données reçues de FP1 en caractères imprimables, et commande l'avance du ruban encreur.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Rxd / Txd	Informations numériques TTL bidirectionnelles transmises selon la norme RS232. (Rxd pour la réception, Txd pour l'émission) Sel 1 au niveau bas : Sur Rxd, FS8.1 reçoit de FP1 les données représentatives des informations à imprimer sur la pochette. Sur Txd, FS8.1 renvoie à FP1 un accusé de réception.	Rxd / Txd	Idem entrée.
		Mot	Signal binaire TTL de commande du moteur de ruban encreur. Niveau bas : Moteur à l'arrêt. Niveau haut : Moteur en fonctionnement.
		Cde_Aig	Mot binaire TTL codé sur 9 bits pour la commande des aiguilles de l'imprimante. La valeur du mot dépend du code du caractère à imprimer.
Cap_Print	Information logique représentative de la présence de la pochette devant la tête d'impression. Niveau bas : Présence pochette. Niveau haut : Absence pochette.		

FS8.2 : AMPLIFICATION ET COMMANDE DES AIGUILLES			
RÔLE : Assure en collaboration avec FS8.4 l'impression des données de traçabilité sur la pochette.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Cde_Aig	Mot binaire TTL codé sur 9 bits pour la commande des aiguilles de l'imprimante. La valeur du mot dépend du code du caractère à imprimer.	Aig	Signal de puissance codé sur 9 bits assurant l'alimentation des aiguilles de l'imprimante en fonction du code du caractère à imprimer.
+U	Tension continue de valeur +32V.		
POCHETTE	Pochette non imprimée, non chauffée contenant le matériel à stériliser.		

FS8.3 : ISOLATION GALVANIQUE			
RÔLE : Assure une isolation électrique totale entre les fonctions FS8.1 et FS8.4.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Mot	Signal binaire TTL de commande du moteur de ruban encreur. Niveau bas : Moteur à l'arrêt. Niveau haut : Moteur en fonctionnement.	Mot_Is	Signaux électriques de commande du moteur de ruban encreur électriquement isolé du signal Mot. Le signal noté G3 est synchronisé sur le passage par 0 de l'onde secteur.

FS8.4 : ENCRAGE			
RÔLE : Assure en collaboration avec FS8.4 l'impression des données de traçabilité sur la pochette.			
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Mot_Is	Signaux électriques de commande du moteur de ruban encreur électriquement isolé du signal Mot. Le signal noté G3 est synchronisé sur le passage par 0 de l'onde secteur.	POCHETTE	Pochette imprimée, non chauffée contenant le matériel à stériliser. <i>Cette sortie est obtenue en collaboration avec FS8.2.</i>
AC ₁₂	Tension sinusoïdale alternative de valeur efficace 27V et de fréquence 50Hz		
Aig	Signal de puissance codé sur 9 bits assurant l'alimentation des aiguilles de l'imprimante en fonction du code du caractère à imprimer.		
POCHETTE	Pochette non imprimée, non chauffée contenant le matériel à stériliser.		

8.9 Description fonctionnelle de FP9



FS9.1 : PRODUCTION DES SIGNAUX D'ALIMENTATION ET DE DÉTECTION DU CAPTEUR D'ENTRÉE.	
RÔLE : Assure la production d'un signal nécessaire d'alimentation du photo détecteur de détection de pochette en entrée de la thermosoudeuse, ainsi que la mise en forme du signal émis par le photo détecteur lorsqu'une pochette est en entrée de la machine.	
Caractéristiques des grandeurs d'entrée	Caractéristiques des grandeurs de sortie

Det_Start	Signal analogique émis par le photo détecteur d'entrée. Pas de pochette détectée : 5v continu. Pochette détectée : Signal composite constitué : D'une composante continue de 5v. D'une composante rectangulaire ayant une amplitude de -50mV, et de une fréquence de 4500Hz.	Cde_Start	Signal TTL nécessaire à l'alimentation du photo détecteur d'entrée, de fréquence 4500Hz.
		Cap_Start	Information logique représentative de la présence de la pochette en entrée du convoyeur. Niveau bas : Présence pochette. Niveau haut : Absence pochette.

FS9.2 : AMPLIFICATION DU SIGNAL CDE_START.**RÔLE** : Assure l'alimentation du photo détecteur de détection de pochette en entrée de la thermosoudeuse.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Cde_Start	Signal TTL de commande d'alimentation du photo détecteur d'entrée, de fréquence 4500Hz.	AL_Start	Signal TTL d'alimentation du photo détecteur d'entrée, de fréquence 4500Hz.

FS9.3 : DÉTECTION DE POCLETTE EN ENTRÉE**RÔLE** : Assure la détection de pochette en entrée de la thermosoudeuse. *(Non présent sur les schémas)*

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
AL_Start	Signal TTL d'alimentation du photo détecteur d'entrée, de fréquence 4500Hz.	Det_Start	Signal analogique émis par le photo détecteur d'entrée. Pas de pochette détectée : 5v continu. Pochette détectée : Signal composite constitué : D'une composante continue de 5v. D'une composante rectangulaire ayant une amplitude de -50mV, et de une fréquence de 4500Hz.
POCHETTE	Pochette non imprimée, ouverte et à température ambiante contenant le matériel à stériliser.		

FS9.4 : PRODUCTION DES SIGNAUX D'ALIMENTATION ET DE DÉTECTION DU CAPTEUR D'IMPRESSION.**RÔLE** : Assure la production d'un signal nécessaire à l'alimentation du photo détecteur d'impression, ainsi que la mise en forme du signal émis par le photo détecteur lorsqu'une pochette est prête à être imprimée.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Det_Print	Signal analogique émis par le photo détecteur d'impression. Pas de pochette détectée : 5v continu. Pochette détectée : Signal composite constitué : D'une composante continue de 5v. D'une composante rectangulaire ayant une amplitude de -50mV, et de une fréquence de 4500Hz.	Cde_Print	Signal TTL nécessaire à l'alimentation du photo détecteur d'impression, de fréquence 4500Hz.
		Cap_Print	Information logique représentative de la présence de la pochette devant l'imprimante. Niveau bas : Présence pochette. Niveau haut : Absence pochette.

FS9.5 : AMPLIFICATION DU SIGNAL CDE_PRINT.**RÔLE** : Assure l'alimentation du photo détecteur de détection de pochette en entrée de la thermosoudeuse.

Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
Cde_Print	Signal TTL de commande d'alimentation du photo détecteur d'impression, de fréquence 4500Hz.	AL_Print	Signal TTL d'alimentation du photo détecteur d'impression, de fréquence 4500Hz.

FS9.6 : DÉTECTION DE POCLETTE DEVANT L'IMPRIMANTE**RÔLE** : Assure la détection de pochette 3cm avant l'imprimante. *(Non présent sur les schémas)*

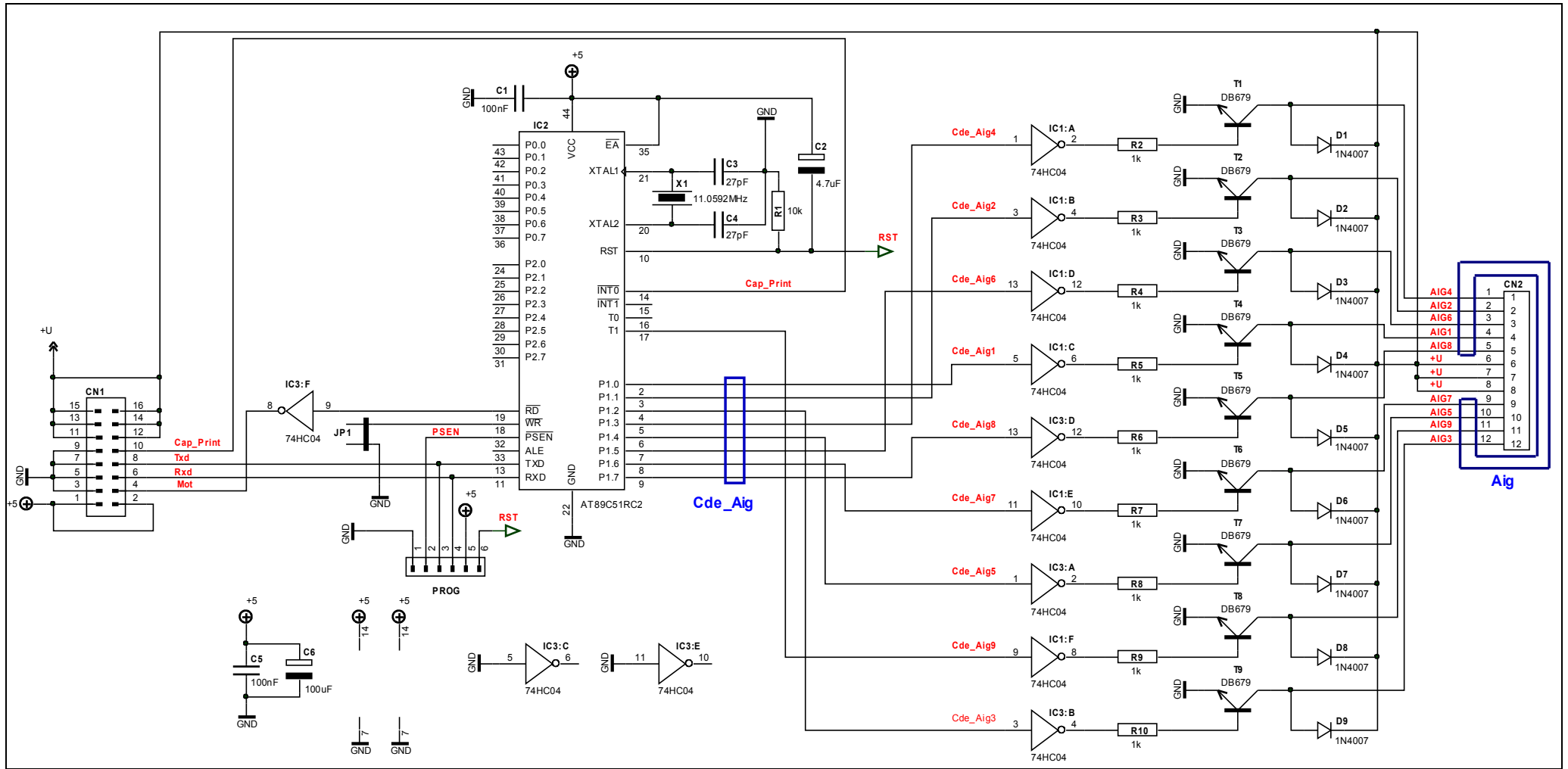
Caractéristiques des grandeurs d'entrée		Caractéristiques des grandeurs de sortie	
AL_Print	Signal TTL d'alimentation du photo détecteur d'impression, de fréquence 4500Hz.	Det_Start	Signal analogique émis par le photo détecteur d'impression. Pas de pochette détectée : 5v continu. Pochette détectée : Signal composite constitué : D'une composante continue de 5v. D'une composante rectangulaire ayant une amplitude de -50mV, et de une fréquence de 4500Hz.

POCHETTE	Pochette non imprimée, ouverte et à température ambiante contenant le matériel à stériliser.
----------	--

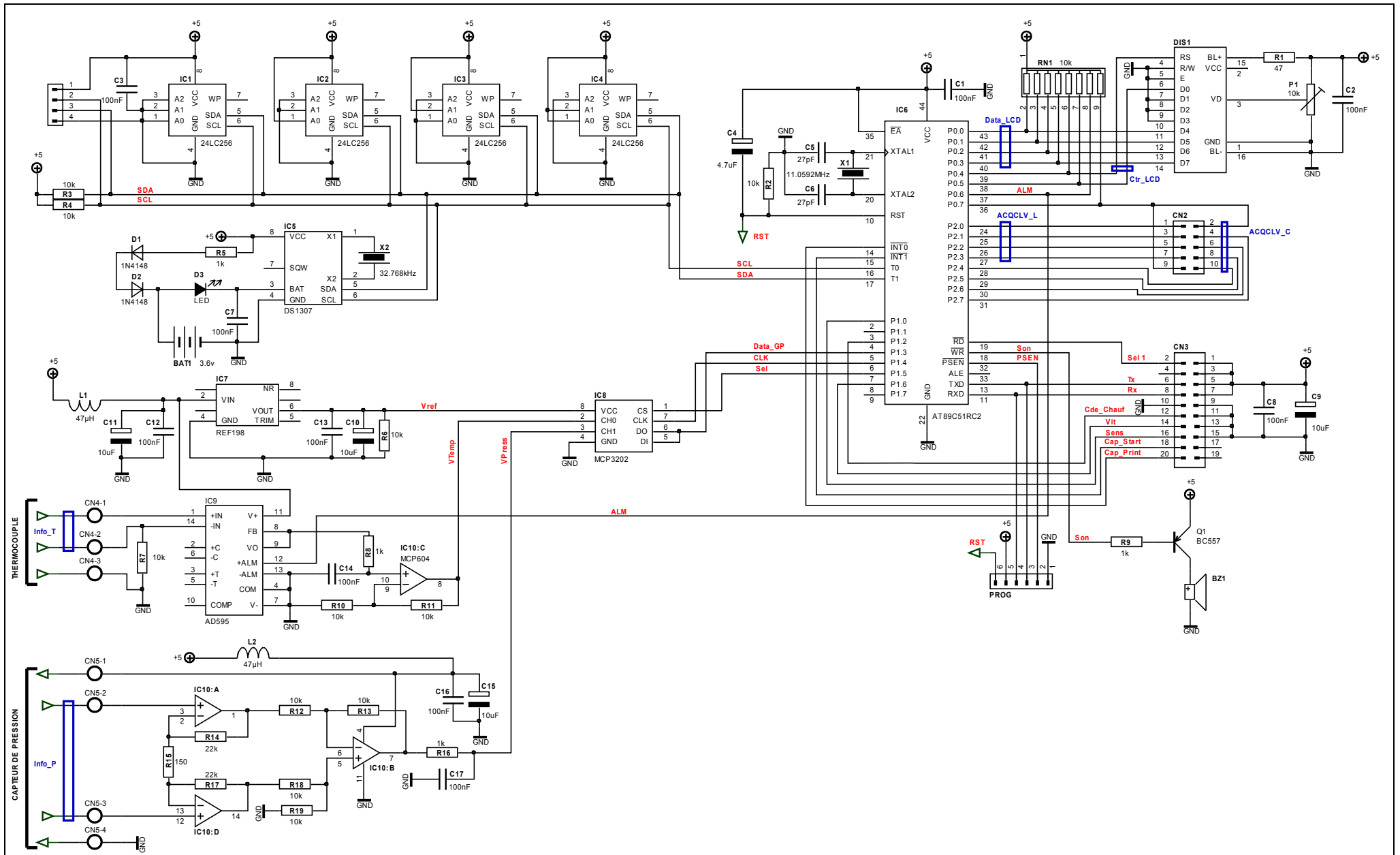
9 Analyse structurelle.

9.1 Schéma structurel de la "carte d'interfaçage"

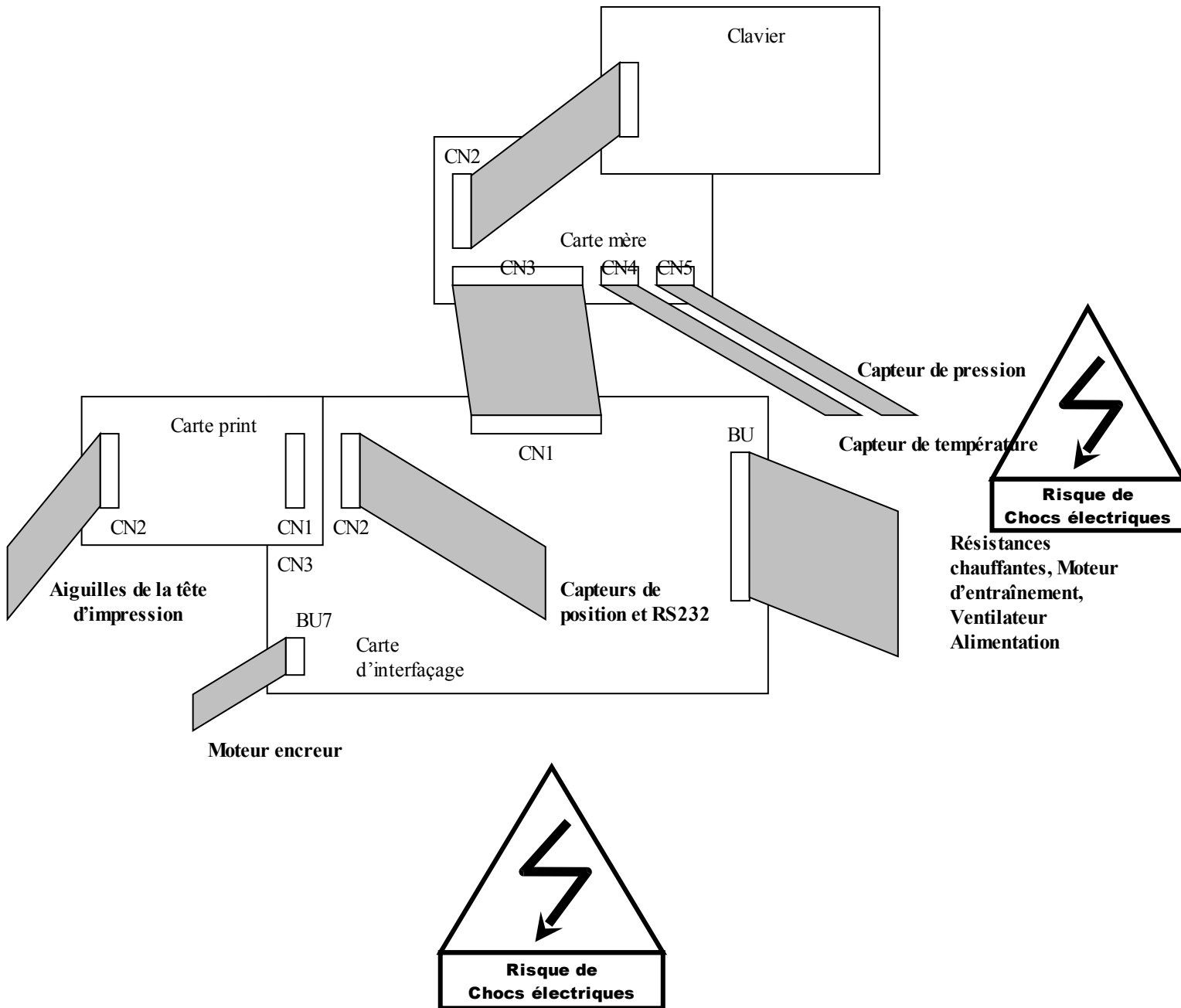
9.2 Schéma structurel de la "carte print"



9.3 Schéma structurel de la "carte mère"



9.4 Interconnexions des cartes



10 Documentation constructeur

Caractéristiques techniques de la soudeuse à défilement continu

A.T.M.B. fabricant

3 rue de Kerbrat 29470 PLOUGASTEL-DAOULAS

Tel 02.98.40.33.61. fax 02.98.40.29.47.

Soudeuse à défilement continu avec transferts de données**caractéristiques techniques**

- **Largeur de soudure** : 15 mm
- **Consommation** : 0,410 KW 230 volts
- **poids machine** 18 kg , table lisse 7 kg taille de la machine 0.60 m x 1.10 m
- **Vitesse de défilement** réglable au clavier
- **Plage de réglage de température** : de 100° à 250°
- **Affichage à l'écran** la date du jour, l'heure, la température, la pression galets, compteur poche.
- **avec le choix et l'ordre de l'impression** des données suivantes: la température, le lot, la per, la date du jour, le service, le produit (1024 codes produits), et l'agent .
- **Compteur** de poche journalier et annuel .
- **Sécurité anti-démarrage** si pas ou trop chaud.
- livré avec une table lisse ou à rouleaux
- **Transfert des données** techniques suivantes : date, heure, température de la machine, agent, la pression des galets écrasements, le paramètre anti-démarrage, la consigne, correction de température.
- Possibilité d'ajouter le marquage sur la poche ultérieurement.
- Machine aux normes européennes « **CE** »

11 Annexes

11.1 Nécessité de la stérilisation

Un virus lié aux problèmes d'asepsie : le VHC (source : La Recherche N°325)

Environ 170 millions de personnes dans le monde sont touchées par un virus découvert seulement il y a une dizaine d'années. Transmis surtout par le sang, le virus de l'hépatite C (VHC) peut provoquer au bout de vingt à trente ans une cirrhose, voire un cancer du foie.

C'est un adversaire difficile pour les chercheurs qui cherchent à mettre au point des traitements ou des vaccins.

La transmission du virus se fait surtout par les transmissions de sang contaminé et par l'intermédiaire d'aiguilles souillées (toxicomanes, adeptes de certaines médecines parallèles et même victimes de certaines campagnes de santé publique).

Le virus est présent sur tous les continents. On distingue en gros, trois zones de prévalence. La zone de basse prévalence correspond aux régions où moins de 0,5% de la population est infectée (Pays Scandinaves, Australie, Canada, Suisse). La France se situe dans la zone intermédiaire à 1% qui comprend l'Europe de l'Ouest et les Etats-Unis. Enfin, les pays touchés à plus de 2% (Europe de l'Est, Afrique, Asie, Amérique du Sud) constituent la zone de haute prévalence.

Le cas de l'Egypte: les conséquences désastreuses d'une campagne de santé publique

On estime que 24% environ de la population de l'Egypte est porteuse du virus de l'hépatite C (VHC), ce qui fait de ce pays le plus touché du monde. Les chercheurs soupçonnent depuis longtemps la responsabilité d'une stratégie mise en œuvre il y a plusieurs décennies pour combattre une maladie parasitaire, la bilharziose. Aujourd'hui une étude conduite par Thomas Strickland, épidémiologiste à l'université du Maryland, à Baltimore, fait passer cette idée du domaine du possible à celui du probable.

En Egypte, la bilharziose est connue au moins depuis l'époque pharaonique. Provoquée par un schistosome (un ver plat) transmis par des mollusques aquatiques, la maladie s'attaque aux intestins, à la vessie, au foie et à d'autres organes encore.


En 1918 les médecins ont commencé à diffuser divers traitements qui demandaient 10 à 12 injections et qui étaient généralement réalisées au moyen de seringues réutilisables.

Ces campagnes ont commencé à se ralentir dans les années 1970, lorsque sont apparus des antibilharziens efficaces par voie orale.

En étudiant les archives de l'Organisation Mondiale de la Santé sur la bilharziose, les données du ministère de la santé du Caire ainsi que les recensements et les enquêtes sur l'infection par le VHC conduites chez 10.000 égyptiens, les chercheurs ont établi le lien entre les deux maladies.


Les âges et les paramètres démographiques révèlent que c'est chez les personnes qui ont été traitées par injections contre la bilharziose, que la prévalence du VHC est la plus élevée. C'est la première fois que les données le démontrent de façon convaincante.

11.2 Document de cycle de stérilisation



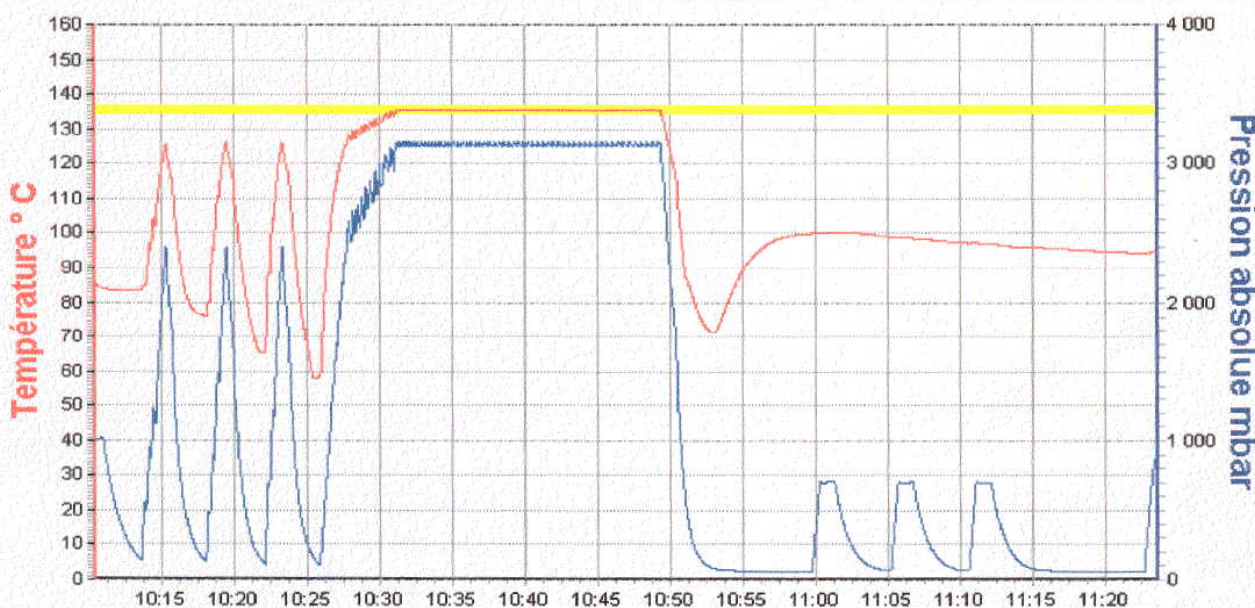
CH DE CORNOUAILLE

Document de cycle



Numéro stérilisateur: **ECOLINE N°2**
 Date: **02/12/2004**
 Numéro de charge: **010692**
 Programme: **Instruments emballés**
 Temps: **01:13:23**
 Opérateur:

Test de vide précédent :28/11/2004 - Charge :010672
 Test B&D précédent :02/12/2004 - Charge :010691



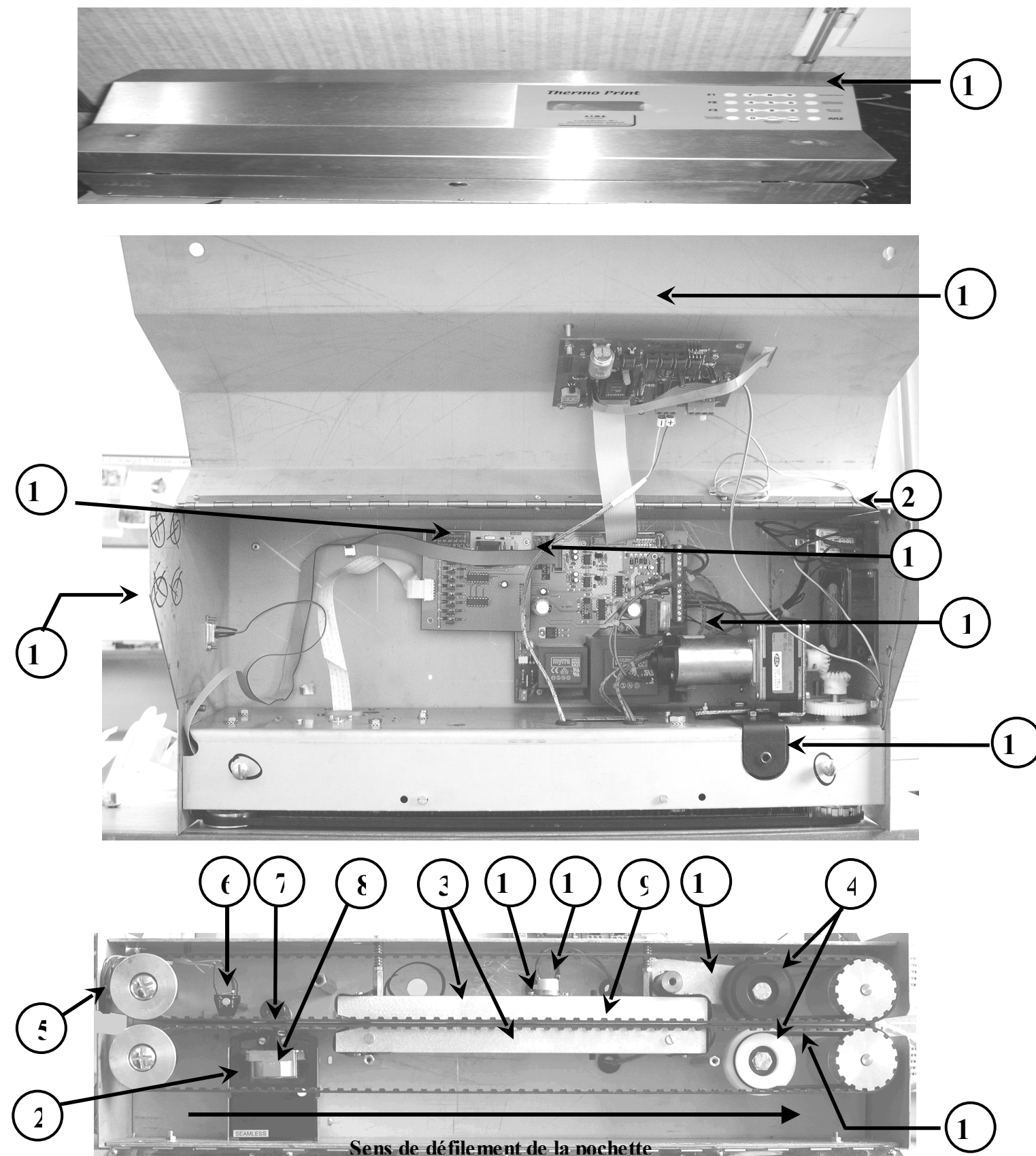
Pré Traitement	Stérilisation	Séchage																										
<ul style="list-style-type: none"> - 10:10:44 Début du process 1015mbar -> 1015mbar - 10:10:46 Vide fractionné 1015mbar -> 140mbar - 10:13:32 Injection vapeur 220mbar -> 2380mbar - 10:15:15 Vide fractionné 2395mbar -> 125mbar - 10:17:59 Injection vapeur 125mbar -> 2385mbar - 10:19:24 Vide fractionné 2395mbar -> 115mbar - 10:22:04 Injection vapeur 110mbar -> 2390mbar - 10:23:16 Vide fractionné 2400mbar -> 105mbar - 10:25:53 Montée Plateau 105mbar -> 3135mbar 	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <thead> <tr> <th>Heure</th> <th>Début</th> <th>Fin</th> <th>Durée</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>10:31:06</td> <td>10:49:20</td> <td>00:18:15</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Température</th> <th>Pression</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Début</td> <td>135,2</td> <td>3145</td> </tr> <tr> <td>Fin</td> <td>135,4</td> <td>3135</td> </tr> <tr> <td>Mini</td> <td>135,2</td> <td>3115</td> </tr> <tr> <td>Maxi</td> <td>135,6</td> <td>3155</td> </tr> <tr> <td>Moyen.</td> <td>135,42</td> <td>3134</td> </tr> </tbody> </table> <p>Valeur stérilisatrice : FO = 543</p>	Heure	Début	Fin	Durée		10:31:06	10:49:20	00:18:15		Température	Pression	Début	135,2	3145	Fin	135,4	3135	Mini	135,2	3115	Maxi	135,6	3155	Moyen.	135,42	3134	<ul style="list-style-type: none"> - 10:49:21 Evacuation de pression 3105mbar -> 205mbar - 10:51:45 Séchage 200mbar -> 55mbar - 10:59:45 Séchage pulsé 55mbar -> 55mbar - 11:22:45 Mise à l'atmosphère 55mbar -> 840mbar - 11:23:27 * Fin de programme * 855mbar -> 1005mbar <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>02.12.2004 <small>DATE DE STERILISATION</small></p> <p>02.010692 <small>LOT</small></p> <p>02.01.2005. <small>PEREMPTION</small></p> </div>
Heure	Début	Fin	Durée																									
	10:31:06	10:49:20	00:18:15																									
	Température	Pression																										
Début	135,2	3145																										
Fin	135,4	3135																										
Mini	135,2	3115																										
Maxi	135,6	3155																										
Moyen.	135,42	3134																										

11:23:41 - Fin du programme avec bonne exécution.

Validé par :

Conformité des indicateurs OUI NON
Conformité de la siccité OUI NON
Etiquetage
Validation OUI NON

11.3 Identification des organes de la thermoprint



- 1- Moteur (+ réducteur) d'entraînement des pochettes
- 2- Moteur (+ réducteur) d'entraînement du ruban encreur
- 3- Fers chauffants supérieur et inférieur : masse métallique diffusant la chaleur de la résistance chauffante de manière uniforme.
- 4- Galets d'écrasement inférieur et supérieur : rouleau rainuré en matière synthétique pressant la pochette durant le temps de chauffage, pour souder sous une certaine pression les 2 côtés du sachet.
- 5- Capteur de présence : photo transistor réfléchissant, permettant de détecter la présence de la poche pour déclencher son entraînement par la courroie crantée.
- 6- Capteur de présence : photo transistor réfléchissant, détectant l'arrivée de la poche devant la tête d'impression.
- 7- Ruban encreur : ruban du bloc d'impression qui distribue l'encre aux aiguilles.
- 8- Tête d'impression à 9 aiguilles : aiguilles métalliques permettant l'impression des paramètres de stérilisation sur la pochette.
- 9- Courroies crantées d'entraînement des pochettes à souder : courroies qui entraînent les pochettes devant les têtes d'impression puis les fers chauffants et enfin entre les galets d'écrasement.
- 10- Courroies cylindriques : courroies entraînant les galets d'écrasement (4).
- 11- Capteur de température : Capteur qui mesure en temps réel la température présente au niveau des fers chauffants (3) de façon à respecter les normes de stérilisation.
- 12- Sécurité thermique.
- 13- Capteur de pression : Capteur qui mesure en temps réel la pression exercée par les galets (4) sur la pochette lors du soudage, de façon à respecter les normes de stérilisation.
- 14- Vis de réglage de la pression d'écrasement.
- 15- Clavier (20 touches).
- 16- Carte mère et affichage.
- 17- Cartes d'interfaçage.
- 18- Carte Print.
- 19- Connecteur RS232.
- 20- Prise secteur.

11.4 Spécifications du bus I²C

Avertissement : Dans cette présentation succincte, on se limitera au cas où un seul microcontrôleur est relié au bus, et que le bus fonctionne en mode standard avec un adressage sur 7 bits.

11.4.1 Historique.

Le bus I²C (Inter Integrated circuits Communication) a été développé et mis au point par Philips au début des années 80 afin d'assurer les échanges de données entre les circuits d'une même carte pour le matériel grand public, donc d'en réduire les coûts de fabrication.

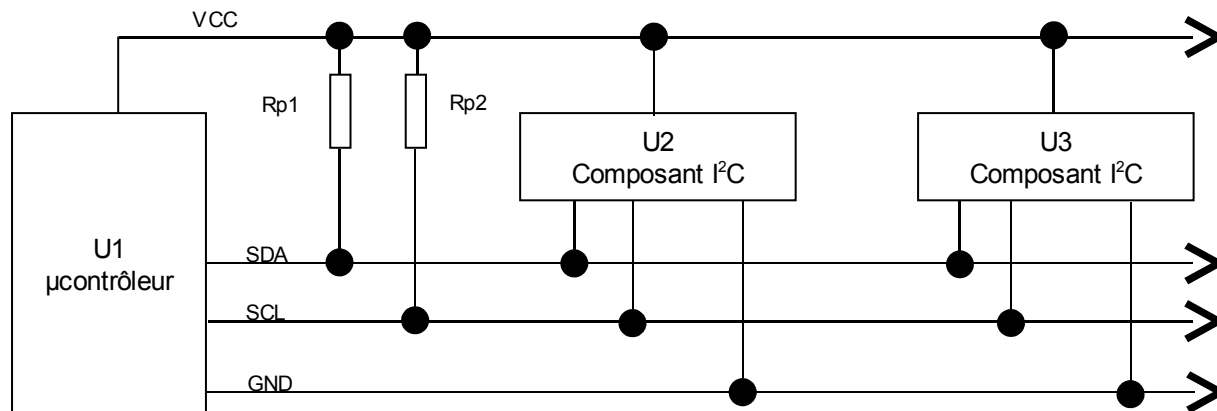
Le bus I²C se décline en 3 versions :

Version	Standard	Fast	High-speed
Adressage	7 bits + R/W	9 bits + R/W	9 bits + R/W
Fréquence d'horloge max	100 KHz	400 KHz	3,4 MHz

A ce jour, un grand nombre de fondeurs se sont portés acquéreurs de la licence I²C, et de ce fait, la liste des circuits disponibles possédant une interface I²C est très importante :

Microcontrôleurs.
Mémoires RAM, EEPROM.
Horloge temps réel.
Circuits audio (contrôle de volume, égalizer, etc...)
CAN et CNA.
Ports E/S, etc...

11.4.2 Architecture du bus I²C:



Seulement 3 fils sont nécessaires pour la mise en œuvre du bus I²C:

SDA: Fil de données (Serial Data)
SCL: Fil d'horloge (Serial Clock)
GND: Référence des potentiels.

11.4.3 Terminologie utilisée.

Les échanges de données sur le bus se font entre un **maître** et un ou des **esclaves**.

Le maître : Il gère le protocole d'échange.
Il produit le signal d'horloge.
Seul le maître peut prendre la parole sur le bus.
Certains microcontrôleurs possèdent une interface hard spécialisée pour la gestion du bus I²C.

L'esclave : Tout composant (autre que le maître) connecté au bus.
Chaque esclave possède une adresse unique.
Lorsqu'il est adressé, il répond au maître.

Emetteur : Composant qui envoie des données sur la ligne SDA du bus.

Récepteur : Composant qui reçoit les données présentes sur la ligne SDA du bus.

Lors d'un échange, le maître et l'esclave peuvent être tour à tour émetteur et récepteur.

Exemple: Opération de lecture dans un esclave de type mémoire I²C.

Le maître est émetteur et l'esclave récepteur lors de l'envoi de l'adresse de l'esclave et de l'adresse de l'octet à lire dans l'esclave.

L'esclave est émetteur et le maître récepteur lorsque l'esclave envoie la donnée sur le bus.

11.4.4 Règles de transfert des informations.

Les données sont transmises sur un format de 8 bits avec le MSB en tête.
Une impulsion d'horloge est générée à chaque fois qu'un bit de donnée est transféré.
Le changement d'état de la ligne SDA ne peut se faire que si la ligne SCL est au NL0.
Une donnée n'est valide que lorsque la ligne SDA est stable alors que la ligne SCL est au NL1.
La prise en compte de la donnée se fait sur le front descendant de l'horloge SCL.

11.4.5 Le protocole de communication pour le mode standard.

Le protocole de communication peut se décomposer selon la trame de base suivante :

Prise de parole sur le bus.
Envoi de la condition de départ de la communication.
Adressage de l'esclave avec spécification du mode lecture ou écriture.
Envoi d'un acquittement de l'esclave vers le maître.
Envoi ou réception de la donnée.
Acquittement de fin de communication.
Envoi d'une condition d'arrêt de la communication.

Remarque : Avant de mettre en œuvre un composant I²C, il est conseillé de consulter son protocole de communication fourni par le constructeur.

La prise de parole : Avant de débiter une communication, le maître doit s'assurer que les lignes SDA et SCL sont toutes les deux au repos (NL1) pendant une durée de 4,7 µS.
Cette durée est nommée T_{BUF} par les constructeurs.

La condition de départ : Elle est obligatoire, et se traduit par un passage au NL0 de la ligne SDA, suivit par un passage au NL0 de la ligne SCL.
Il doit s'écouler au moins 4,7 µS entre le changement d'état de la ligne SDA et celui de SCL.
Cette durée est nommée T_{HD,STA} par les constructeurs.

Remarque: *Il s'agit d'une condition de start, et non d'un bit de start.*

Adressage de l'esclave, spécification du mode:

En mode standard, l'adresse de l'esclave est transmise sur 7 bits. Le niveau logique du 8^{ème} bit d'adresse va spécifier si le composant adressé va recevoir une donnée (écriture) ou doit retourner une donnée (lecture).

Acquittement d'adresse :

Cette procédure (Acknowledgement) est effectuée par l'esclave pour indiquer au maître qu'il existe bien un composant à l'adresse envoyée. Le maître maintient la ligne SDA au NL1 alors que l'esclave la force au NL0. Ce bit d'acquittement (Ack) est validé par une impulsion d'horloge SCL.

Envoi ou réception :

S'il s'agit d'une lecture, le maître maintient la ligne SDA au NL1, et c'est l'esclave qui la force au NL0 en fonction du poids du bit transmis.

S'il s'agit d'une écriture, l'esclave applique un NL1 sur SDA, et le maître gère les niveaux selon le poids des bits.

Acquittement de fin :

Il s'agit maintenant d'un acquittement (Ack) relatif à une donnée, et deux cas sont à envisager :

Si la donnée a été lue par le maître, celui-ci maintient la ligne SDA au NL1. L'esclave n'a pas à accuser le fait qu'il ait terminé l'envoi des données.

Si la donnée a été envoyée par le maître, la procédure d'acquittement est identique à celle de l'acquittement d'adresse.

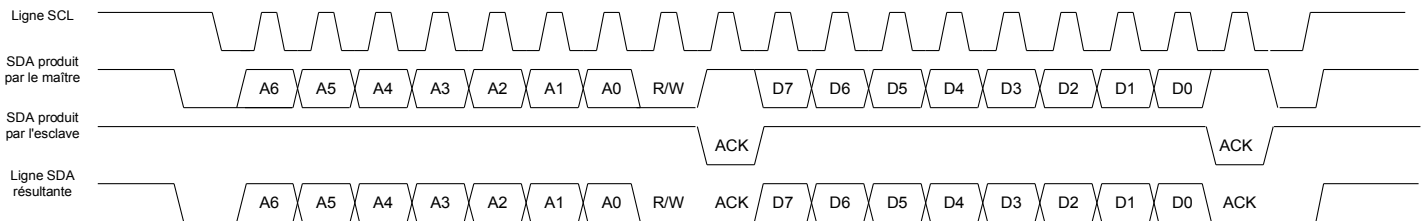
La condition de fin :

La condition de stop est l'inverse de la condition de start. De ce fait cela implique que les lignes SDA et SCL soit préalablement mises au NL0.

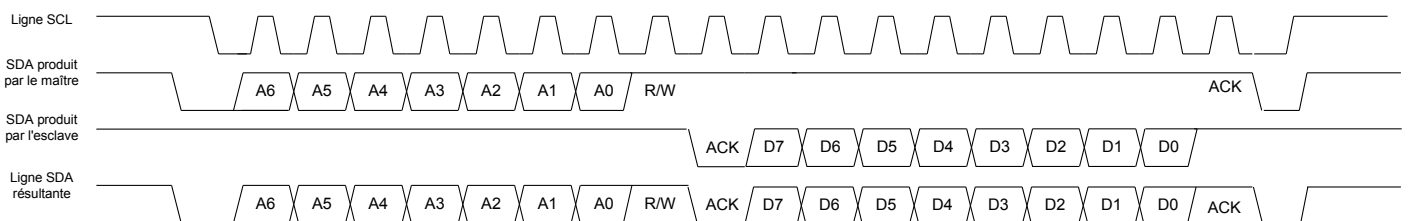
Le maître passe la ligne SDA au NL1, puis après un temps minimum de 4µS il passe la ligne SCL au NL1.

Cette durée est nommée $T_{SU;STO}$ par les constructeurs.

Exemple d'une trame I2C en mode écriture.



Exemple d'une trame I2C en mode lecture.



11.4.6 Modèle électrique équivalent des broches SDA et SCL d'un composant I²C.

Les broches SDA et SCL sont de type collecteur (ou drain) ouvert.

Lorsque le transistor de sortie est bloqué, elle présente une capacité parasite non négligeable par rapport à la masse.

Lorsque ce transistor est saturé, il court-circuite le condensateur parasite.

11.4.7 Caractéristiques électriques.

Paramètre pour Vcc ou Vdd = 5v	Symbole	Min	Max	Unité
Charge capacitive du bus.	C_b	-	400	pF
Tension d'entrée au niveau bas.	V_{IL}	- 0,5	1,5	V
Tension d'entrée au niveau haut.	V_{IH}	3	-	V
Tension de sortie au niveau bas.	V_{OL}	0	0,4	V

11.4.8 Détermination de la charge capacitive du bus.

C'est la somme des capacités des broches de tous les composants connectés au bus, plus la capacité équivalente par rapport à Gnd des pistes (ou fils) qui véhiculent les signaux SDA et SCL.

Il est généralement admis que les pistes (ou les fils) présente une capacité parasite de 100pF par mètre.

Exemple: Un bus I²C est constitué de 7 composants. Les pistes font 30cm de long, et chaque composant possède une capacité équivalente de 15pF.

Charge capacitive due aux pistes = 30pF.

Charge capacitive due aux composants = 105pF.

Charge capacitive totale du bus = 135pF.

11.4.9 Valeur maximum des résistances de pull up.

Détermination par le calcul:

La valeur maximum (en Ω) des résistances de pull up est donnée par la formule : $R_p = t_r / C_b$

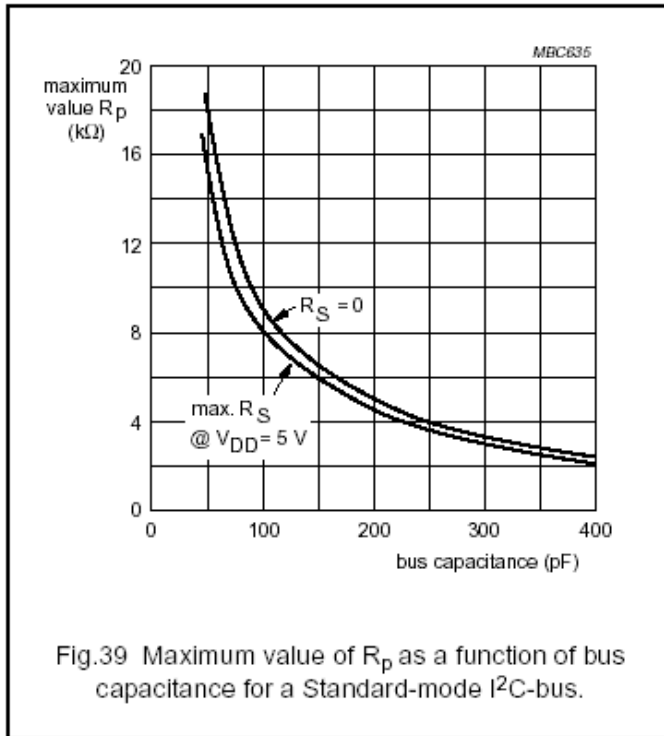
t_r est le temps de montée maximum des signaux SDA ou SCL exprimé en seconde. Ce temps est mesuré entre 10% et 90% de V_{IHmin} , soit entre 0,3 et 2,7v.

C_b la capacité totale du bus exprimée en farad.

Exemple: Pour un bus en mode standard (100kHz), $t_{rmax} = 1\mu S$. Le bus présente une capacité totale de 135pF.

$R_{pmax} = 10^{-6} / 135 \cdot 10^{-12}$ soit $R_{pmax} = 7,4k\Omega$. Il faudra donc utiliser des résistances de 6,8k Ω pour garantir un fonctionnement correct du bus.

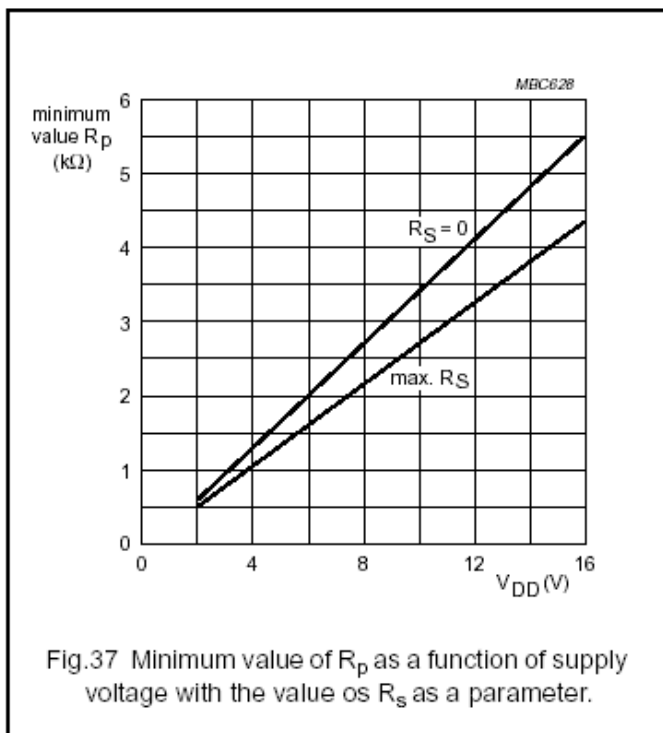
Détermination graphique:



Dans ce cas, on utilise l'abaque fourni dans le document "**The I²C bus specification**" de la société Philips Semiconductors. (utiliser la courbe $R_s = 0$)

Note:

La résistance R_s est une résistance de protection qui peut éventuellement être placée en série sur chaque broche SDA ou SCL.



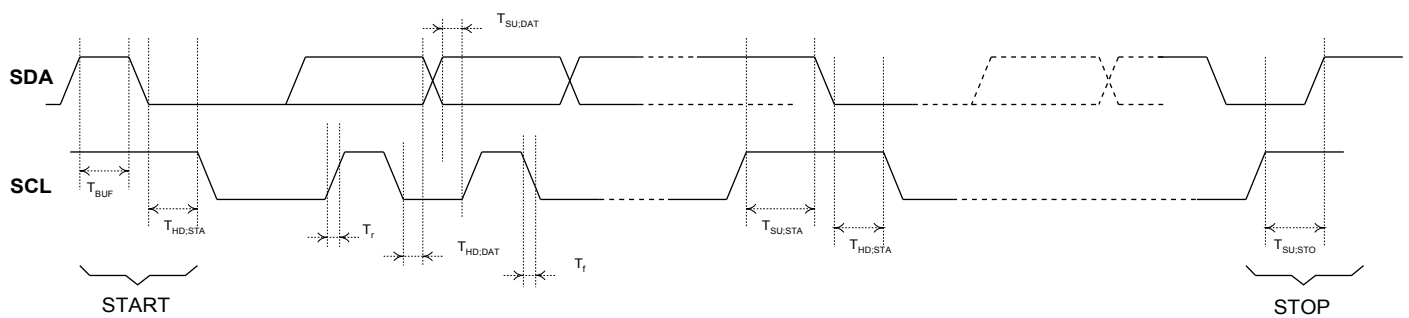
11.4.10 Valeur minimum des résistance de pull up.

Cette valeur se détermine graphiquement à l'aide l'abaque fourni dans le document "**The I²C bus specification**" de la société Philips Semiconductors. (utiliser la courbe $R_s = 0$)

11.4.11 Modèle électrique équivalent des lignes SDA et SCL d'un bus I²C.**Conséquences:****11.4.12 Caractéristiques temporelles des lignes SDA et SCL pour le mode standard.**

Paramètre pour Vcc ou Vdd = 5v	Symbole	Min	Max	Unité
Fréquence d'horloge SCL.	F_{SCL}	0	100	kHz
Temps de maintien à l'état haut de SCL après le passage au niveau bas de SDA pour une condition de start.	$t_{HD,STA}$	4	-	μS
Temps à l'état bas de SCL.	t_{LOW}	4,7	-	μS
Temps à l'état haut de SCL.	t_{HIGH}	4	-	μS
Temps de maintien à l'état haut de SCL après le passage au niveau bas de SDA pour répéter une condition de start.	$t_{SU,STA}$	4,7	-	μS
Temps de maintien à l'état haut de SDA après l'envoi de SCL.	$t_{HD,DAT}$	5	-	μS
Temps de maintien à l'état haut de SDA avant l'envoi de SCL.	$t_{SU,DAT}$	250	-	nS
Temps de montée des signaux SDA et SCL.	t_r	-	1000	nS
Temps de descente des signaux SDA et SCL.	t_f	-	300	nS
Temps de maintien à l'état haut de SCL après le passage au niveau haut de SDA pour une condition de stop.	$t_{SU,STO}$	4	-	μS

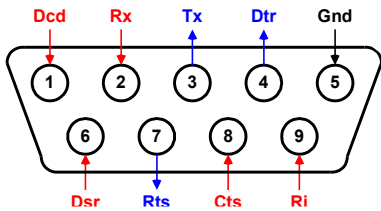
Temps de maintien à l'état haut de SCL et SDA entre une condition de stop et une condition de start.	t_{BUF}	4,7	-	μS
--	-----------	-----	---	---------



11.5 La liaison RS232

APPROCHE SIMPLIFIEE DE LA LIASON SERIE ASYNCHRONE RS232

Connecteur SUB-D 9 mâle vue de face



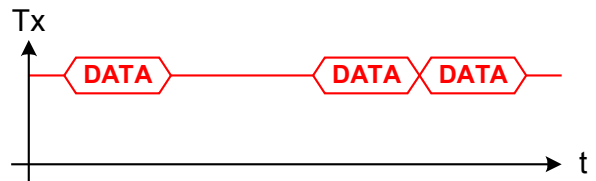
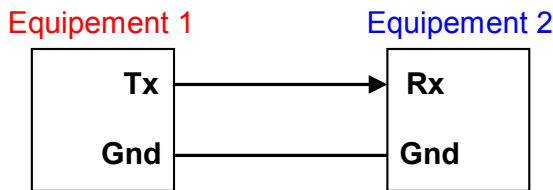
11.5.1 Description de la connectique et des signaux.

On se limitera à la description du connecteur SUB-D9 broches.

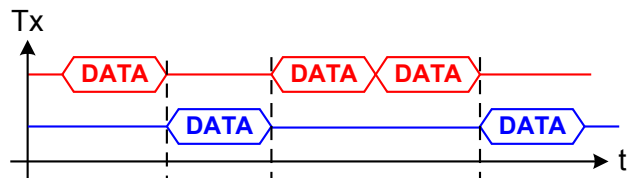
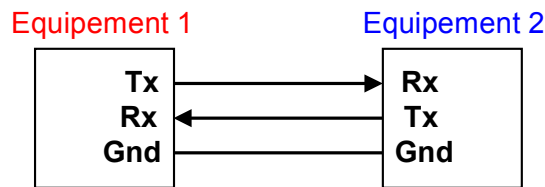
Nom	Broche	Nature	Description
Dcd	1	Entrée	Data Carrier Detect , détection de communication établie.
Rx	2	Entrée	Receive Data , broche de réception des données.
Tx	3	Sortie	Transmit Data , broche d'émission des données.
Dtr	4	Sortie	Data Terminal Ready , équipement prêt à recevoir une donnée.
Gnd	5	Entrée	Référence des potentiels.
Dsr	6	Entrée	Data Set Ready , la donnée est prête.
Rts	7	Sortie	Request To Send , Demande d'envoi d'une donnée.
Cts	8	Entrée	Clear To Send , prêt à recevoir.
Ri	9	Entrée	Ring Indicator , détection de sonnerie.

11.5.2 Types de communication possible entre deux équipements.

Communication unidirectionnelle.

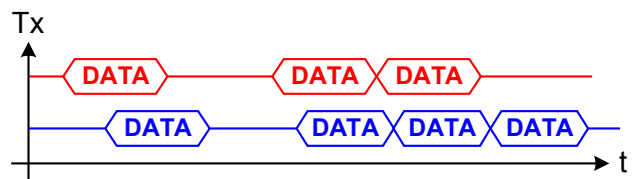
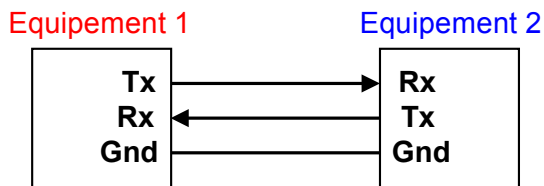


Communication bidirectionnelle "Half Duplex".



Chaque équipement est tour à tour émetteur **ou** récepteur. Dans ce cas, un équipement ne peut transmettre une donnée que si son vis à vis a terminé son émission.

Communication bidirectionnelle "Full Duplex".



Dans ce cas, chaque équipement peut émettre **et** recevoir simultanément sans se préoccuper de son interlocuteur.

11.5.3 Caractéristiques électriques des signaux.

En absence de communication, les lignes de la liaison sont au NL1.

La norme définit les niveaux logiques ainsi :

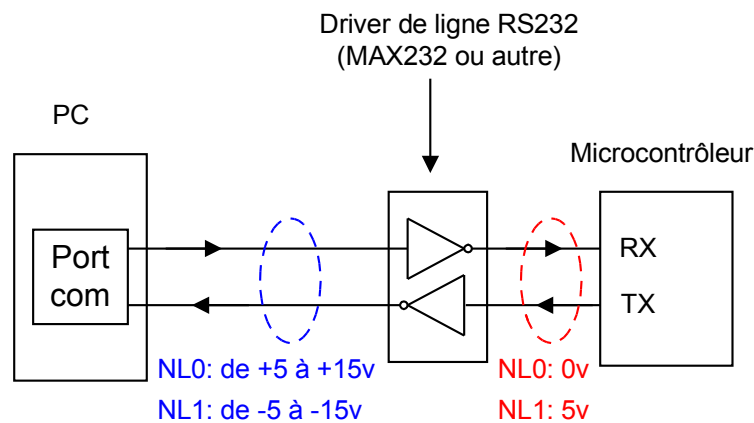
Niveau logique 0: De +5 à +15v.

Niveau logique 1: De -5 à -15v.

Cette particularité impose que chaque équipement doit être muni d'une interface chargée d'assurer la compatibilité RS232 vers TTL pour la réception, et TTL vers RS232 pour l'émission.

Ces interfaces sont appelées **Drivers de lignes RS232**.

Schéma de câblage typique pour une liaison de type RS232 entre un PC et un microcontrôleur.



Le port série du PC possède son propre driver de ligne intégré. La ligne Gnd existe mais n'est pas représentée.

11.5.4 Mode d'échange des données.

La transmission des données se fait en mode **Asynchrone**, donc il n'y a pas de signal d'horloge commun entre émetteur et récepteur.

Un échange commence toujours par un bit de start. La ligne qui véhicule les informations passe au niveau bas lors de l'envoi du bit de start.

Les données sont transmises LSB en tête.

Un échange se termine toujours par 1, 1,5 ou 2 bits de stop qui ramènent cette ligne au niveau haut une fois que la totalité des bits a été transmise.

11.5.5 Détection d'erreur de transmission.

Une détection d'erreur de transmission est possible en demandant au récepteur de compter le nombre de bits à 1.

L'utilisateur choisit le type de parité, paire ou impaire.

Parité Paire : Le nombre de 1 dans la donnée est pair, le bit de parité sera mis à 0.
Le nombre de 1 dans la donnée est impair, le bit de parité sera mis à 1.

Parité Impaire : Le nombre de 1 dans la donnée est pair, le bit de parité sera mis à 1.
Le nombre de 1 dans la donnée est impair, le bit de parité sera mis à 0.

Le protocole comporte dans ce cas un bit supplémentaire appelé bit de parité. Le comptage des bits à 1 se fait sur le couple bits de données + bit de parité.

Attention : Ce bit permet de détecter d'éventuelles erreurs, mais pas de les corriger.

Remarque : La durée de ce bit est la même que celle des bits de donnée. Quant il existe, ce bit est transmis juste avant le bit ou les bits de stop.

11.5.6 Erreur de synchronisation.

Un échange de type asynchrone se fait sans transmission du signal d'horloge, ce qui impose que les composants qui participent à cet échange fonctionnent avec des taux de transfert identiques, mais générés par des générateurs de baud (horloge interne) indépendants.

La probabilité pour que ces générateurs soient parfaitement en phase est donc très faible, voire inexistante, ce qui induit une erreur de synchronisation pour chaque bit transmis.

Cette erreur est directement proportionnelle au nombre de bits de l'échange.

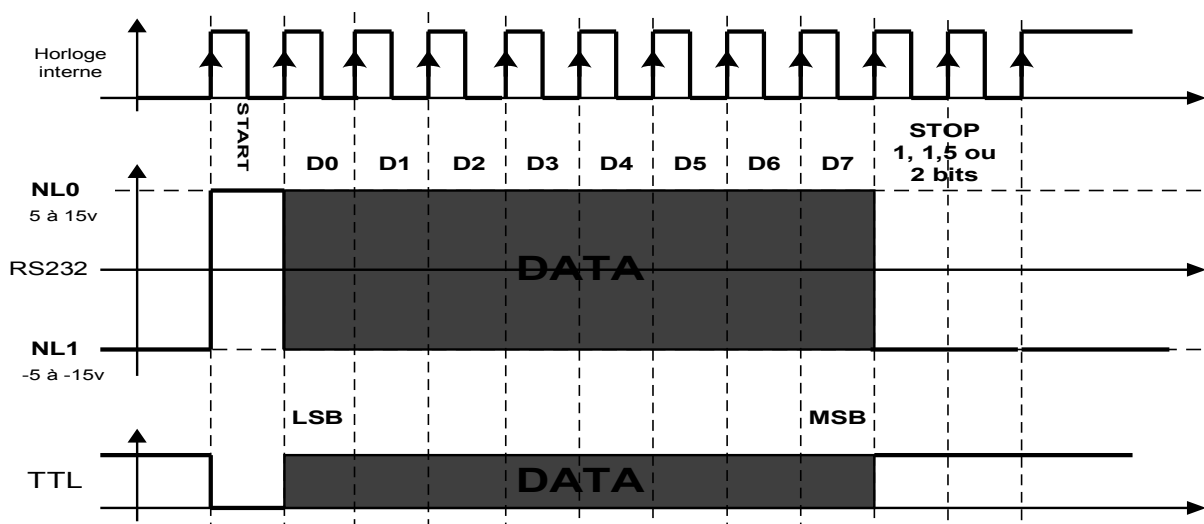
Dans les faits, une erreur totale trop importante se traduira par une lecture décalée de certains bits, et ceci aura pour effet de rendre la transmission impossible.

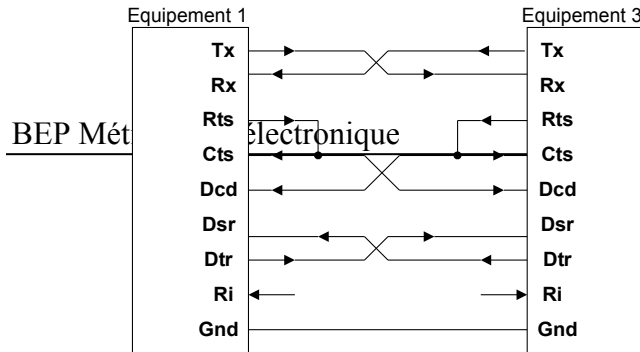
11.5.7 Quantification de l'erreur.

Erreur maximum admissible.

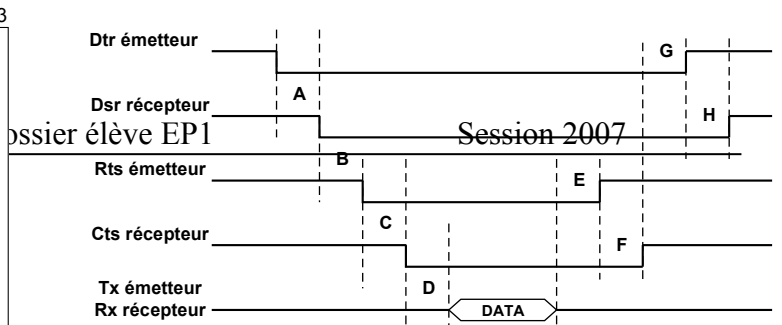
Pour un échange comprenant n bits, l'erreur totale cumulée devra impérativement être inférieure à 50 % de la durée de transmission d'un bit.

Exemple : cas d'une transmission d'un octet.





Ce type de câblage est aussi appelé *Null Modem*



Le nombre n de bits réellement transmis sera de : 1 bit de start + 8 bits + 1 bit de stop soit 10 bits.

L'erreur maximum totale étant de 50%, l'erreur sur 1 bit devra donc rester inférieure à 50% / 10 soit 5%.

Calcul de l'erreur.

Pour calculer cette erreur, il faut déterminer la valeur du taux de transfert réel de chaque équipement.

$$\text{Erreur} = | (\text{taux réel équipement 1} - \text{taux réel équipement 2}) | / \text{taux réel équipement 1}$$

L'équipement 1 est généralement celui sur lequel la possibilité d'ajustement est la plus faible. Cette marge est nulle sur un PC.

Exemple : Taux réel équipement 1 = 115 200 bauds. Taux réel équipement 2 = 114 050 bauds.

$$\text{Erreur} = | (115\,200 - 114\,050) | / 115\,200 = 0,00998 \text{ soit } 0,998 \%$$

Il est communément admis que tant que l'erreur est inférieure à 1 ou 2 %, le risque de problème reste très faible, mais pas inexistant.

Dans le cas où l'on veut faire communiquer un microcontrôleur avec un ordinateur équipé d'un port série, le choix de la fréquence de l'oscillateur du microcontrôleur devra donc tenir compte de cette erreur, et cela en fonction des taux de transfert disponibles sur l'ordinateur.

A titre d'exemple, pour un ordinateur de type PC en mode hyper terminal, les taux usuels sont en bit par seconde :

110, 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800, 921600.

11.5.8 Protocole de communication.

Dans le cas de la liaison RS232 la gestion du flux de données peut se faire selon un des 3 modes ci-dessous:

Aucune gestion de flux.

Dans ce cas, ce sont les programmes résidents des deux équipements qui gèrent le flux des données Cette gestion de flux utilise une liaison half ou full duplex comprenant au minimum les 3 fils Tx, Rx et Gnd.

Gestion de flux matérielle.

Ce mode est aussi appelé **HandShaking** (poignée de main). Ce protocole, directement géré par l'UART utilise une liaison full duplex complète.

UART : **U**niversal **A**synchronous **R**eceiver and **T**ransmitter (unité de réception et d'émission asynchrone universelle).

Câblage des équipements.

Chronogramme de la communication.

Détail du chronogramme de communication.

Etape	Description de l'action
A	L'émetteur demande au récepteur s'il est prêt à recevoir des données.
B	Le récepteur a répondu oui.
C	L'émetteur demande au récepteur s'il peut envoyer les données.
D	Le récepteur a répondu oui.
DATA	L'émetteur envoie les données.

E	La transmission est terminée.
F	Le récepteur accuse réception de fin de transmission.
G	L'émetteur met fin à la requête d'émission.
H	Le récepteur accuse réception de fin de transmission. Fin de l'échange.

Gestion de flux Xon-Xoff.

Cette gestion de flux utilise une liaison full duplex comprenant au minimum les 3 fils Tx, Rx et Gnd.

Dès que son tampon de réception est plein, le récepteur demande à l'émetteur de suspendre l'émission des données en lui envoyant la valeur hexadécimale 13_h. (Xoff = Code ASCII du caractère S)

Une fois que le récepteur est de nouveau prêt à recevoir des données, il le fait savoir à l'émetteur en lui envoyant la valeur hexadécimale 11_h. (Xon = Code ASCII du caractère Q)