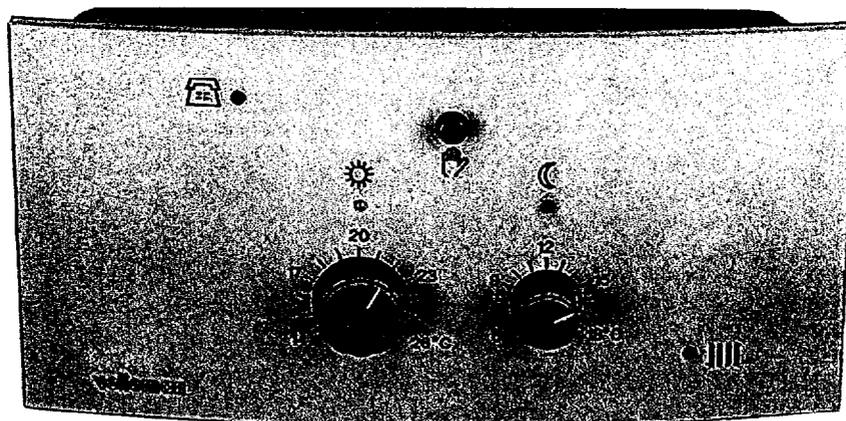


ACADEMIES DE BORDEAUX, CLERMONT- FERRAND, LIMOGES,
ORLEANS -TOURS, POITIERS

BEP DES METIERS DE L'ELECTRONIQUE

DOSSIER SUPPORT DES EPREUVES EP2 & EP3 2004

Systeme de chauffage domestique électrique pilote par téléphone



→ **Remarques** : Ce dossier est autorisé et indispensable pour le passage des épreuves ponctuelles EP2 et EP3 : **vous l'apporterez donc obligatoirement le jour des épreuves.** Cependant, il ne doit comporter **aucune annotation personnelle** (en particulier, pas de découpage des fonctions sur le schéma structurel).

SOMMAIRE

<u>1. Etude du système technique : chauffage domestique électrique piloté par téléphone.</u>	
1.1 Mise en situation.	page 3
1.1.1 Généralités sur le chauffage domestique	page 3
1.1.2 Comparatifs	page 4
1.1.3 Présentation du système et de son environnement	page 4
1.2 Diagramme sagittal.	page 5
1.2.1 Description des éléments du système et de son environnement	page 6
1.2.2 Définition des liaisons du diagramme sagittal	page 8
1.3 L'installation électrique du système	page 9
1.3.1 Schéma électrique	page 9
1.3.2 Liste du matériel électrique	page 10
1.3.3 Paramétrages et fonctionnement du système	page 11
1.4 Schéma fonctionnel de niveau II associé à la fonction d'usage	page 12
<u>2. Etude de l'objet technique : Thermostat d'ambiance piloté par téléphone</u>	page 13
2.1 Mise en situation de l'objet technique	page 13
2.1.1 Principe du chauffage piloté par téléphone	page 13
2.1.2 Caractéristiques techniques du thermostat d'ambiance piloté par téléphone	page 15
2.2 Etude du schéma fonctionnel de niveau II de l'OT	page 16
2.2.1 Schéma fonctionnel de niveau II de l'OT	page 16
2.2.2 Définition des entrées/sorties	page 16
2.2.3 Fonction d'usage	page 17
2.3 Algorigrammes	page 17
2.3.1 Paramétrages sur site	page 17
2.3.2 Paramétrages à distance	page 18
2.4 Analyse fonctionnelle de 1 ^{er} degré	page 19
2.4.1 Schéma fonctionnel de 1 ^{er} degré	page 19
2.4.2 Définition des fonctions principales	page 20
2.5 Analyse fonctionnelle de 2 ^{ème} degré	page 22
2.5.1 Schéma fonctionnel de 2 ^{ème} degré	page 22
2.5.2 Définition des fonctions secondaires	page 23
2.6 Définition des entrées et des sorties	page 29
2.7 Schéma structurel de l'OT	page 34
2.8 Nomenclature des composants	page 35
<u>ANNEXE 1 : Le chauffage électrique</u>	page 37
1. Principe	page 37
2. Les différents appareils de chauffage	page 37
2.1 les convecteurs	page 37
2.2 Les panneaux rayonnants	page 38
2.3 Les accumulateurs	page 38
2.4 Autres appareils de chauffage électriques	page 39
3. Régulation et programmation horaire du chauffage électrique	page 40
3.1 Paramètres à considérer pour la gestion du chauffage électrique	page 40
3.2 Les types de régulation	page 40
3.3 Choix d'un programmeur et d'un thermostat	page 41
<u>ANNEXE 2 : Choix de la puissance électrique d'un chauffage électrique</u>	page 42
1. Les paramètres de calcul de la puissance	page 42
2. Calcul de la puissance à installer	page 42
3. Répartition des puissances	page 43
4. Carte des zones climatiques d'hiver	page 43
5. Carte des températures extérieures de base	page 44
<u>ANNEXE 3 : Notice d'utilisation du thermostat K6502</u>	page 45
<u>ANNEXE 4 : Présentation du réseau téléphonique commuté</u>	page 50
1. Généralités	page 50
2. Schéma simplifié du poste téléphonique	page 50
3. La communication téléphonique	page 50
4. La numérotation à fréquences vocales	page 52
4.1 Origine du système	page 52
4.2 Standard DTMF	page 52
<u>ANNEXE 5 : Généralité sur le PIC16C54</u>	page 53
1. Présentation	page 53
2. Caractéristique du PIC16C54.	page 53
3. Paramétrage des entrées/sorties	page 53

1. Etude du système technique : chauffage domestique électrique piloté par téléphone.

1.1 Mise en situation.

1.1.1 Généralités sur le chauffage domestique.

Le premier moyen de chauffage domestique était le feu, que les hommes utilisaient pour chauffer leurs demeures. Les poêles et les différents types de braseros, dont l'invention est attribuée aux romains, sont encore employés un peu partout dans le monde.

Aujourd'hui, dans les pays industrialisés, la chaleur nécessaire au chauffage est fournie par différentes méthodes :

- combustion de composés solides, liquides ou gazeux,
- transformation d'énergie électrique en chaleur,
- transformation d'énergie naturelle (énergies solaire, éolienne, géothermique) en chaleur.

Le procédé de chauffage domestique peut être direct ou indirect:

- Chauffage direct :

Les sources de chaleur, implantées dans chaque pièce, produisent et transmettent directement l'énergie calorifique. On utilise par exemple une cheminée, un poêle, un radiateur électrique.

- Chauffage indirect (chauffage central) :

La chaleur est produite par une chaudière et véhiculée à toutes les pièces par un fluide caloporteur (la vapeur d'eau, l'eau ou l'air) aux travers de gaines ou de canalisations. La circulation du fluide caloporteur s'effectue par effet de thermosiphon (circulation naturelle due à des différences de densité) ou à l'aide de ventilateur ou de pompe (circulation forcée). La chaleur est ensuite transmise par convection à des éléments tubulaires : les corps de chauffe (radiateur ou convecteur).

Pour obtenir un chauffage performant, il faut agir sur les cinq composantes suivantes, en effectuant les choix judicieux concernant :

- le type de chauffage: électrique, central (chaudière à combustion) ou à énergie naturelle ;
- l'isolation thermique : elle peut se faire de l'intérieur ou de l'extérieur, elle vise à limiter les déperditions de chaleur dues à la nature des matériaux de constructions ;
- la ventilation mécanique contrôlée (VMC) : elle assure le renouvellement de l'air, indispensable d'une part pour le bien vivre (hygiène, respiration, suppression des odeurs) et d'autre part pour l'élimination de l'humidité ;
- la régulation de température : centralisée ou décentralisée, dans chaque pièce de l'habitation, elle vise à maintenir la température ambiante à une température constante, appelée température de consigne ;
- la programmation horaire : elle permet une gestion économique de l'installation en ajustant automatiquement la température de consigne en fonction des besoins (jour ou nuit) et de l'occupation du logement .

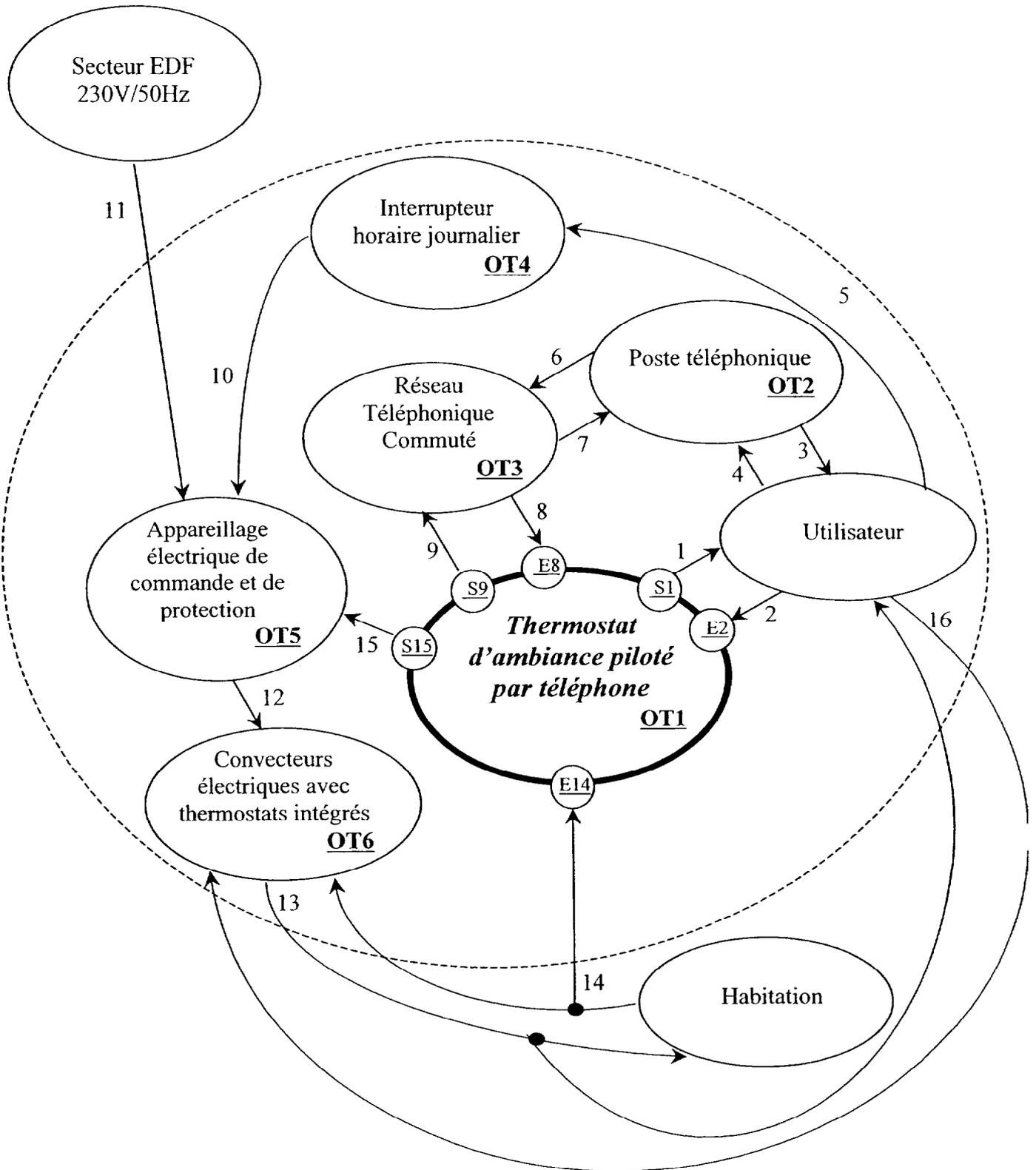
1.1.2 Comparatifs.

Type de l'installation	Avantages	Inconvénients
<u>Chauffage électrique</u>	<ul style="list-style-type: none"> - facile à installer sans travaux trop importants - propre : pas de stockage - primes accordées dans le cadre des labels Promotelec - installation souvent moins chère que pour d'autres énergies - restitution de 100 % d'énergie consommée : pas de perte 	<ul style="list-style-type: none"> - exploitation relativement onéreuse - très bonne isolation obligatoire - la chaleur produite est désagréable car elle assèche l'air et est très inégalement répartie dans la pièce (air froid au niveau du sol, air surchauffé au niveau du plafond)
<u>Chauffage central avec radiateurs muraux</u> (chaudière fioul, gaz,)	<ul style="list-style-type: none"> - chauffage associant convection et radiation. - bonne répartition de la chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> - coût d'installation moyen - nécessité de stocker le combustible dans une cuve et d'en assurer périodiquement le réapprovisionnement
<u>Chauffage central au sol basse température</u>	<ul style="list-style-type: none"> - chauffage de type radiant et à basse température (les chauffages au sol modernes n'occasionnent plus de problème de circulation sanguine aux jambes comme autrefois), - aucune place prise sur les murs, - convient bien pour pièces hautes (mezzanine, plafonds rampants) - chaleur uniformément répartie dans toute la pièce (homogène et confortable) 	<ul style="list-style-type: none"> - coût d'installation très élevé - grande inertie thermique (compter plusieurs heures pour réchauffer une pièce), - impose une régulation évoluée avec sonde thermique extérieure. - limitations sur le choix de revêtements de sols : moquettes et parquets épais déconseillés.

1.1.3 Présentation du système et de son environnement.

Le système « chauffage domestique électrique piloté par téléphone » qui fait l'objet de notre étude est architecturé autour d'un thermostat d'ambiance piloté par téléphone, fabriqué et distribué par la société VELLMAN sous la référence K6502. L'installation de chauffage domestique décrite par la suite est à conseiller en rénovation pour des raisons de moindre coût et pour des convecteurs ne possédant pas de fil pilote ou de commande CPL (voir recommandations de L'ADEME en page 41).

1.2 Diagramme sagittal.



1.2.1 Description des éléments du système et de son environnement.

OT1 : Thermostat d'ambiance piloté par téléphone

Lorsque la régulation de température est centralisée (la nuit ou en période d'inoccupation du logement de plus de 48 heures), ce thermostat d'ambiance maintient la même température réduite dans toutes les pièces.

Il commande alors le chauffage à travers l'OT «Appareillage électrique de commande et de protection » en fonction de :

- de la température ambiante de la pièce où il est implanté,
- des niveaux de consignes préréglés par l'utilisateur,
- de la température de consigne sélectionnée : confort ou réduite.

Ce thermostat d'ambiance peut être paramétré à distance via une ligne téléphonique.

La commande à distance s'effectue par les touches du téléphone possédant une numérotation DTMF. Toute consultation de l'état de fonctionnement du thermostat et tout paramétrage à distance, sont communiqués à l'utilisateur sous forme de signaux sonores et sécurisés à l'aide de codes d'accès.

OT2 : Poste téléphonique

Le poste téléphonique utilisé doit posséder un clavier à touche pour permettre une numérotation de type DTMF (voir le standard DTMF en annexe 4 page 52).

Il permet à l'utilisateur :

- de paramétrer l'OT " Thermostat d'ambiance piloté par téléphone" à distance à travers l'OT " Réseau Téléphonique Commuté " .
- de recevoir des informations sonores sur les états de fonctionnement de l'OT " Thermostat d'ambiance piloté par téléphone " .

OT3 : Réseau téléphonique commuté

Le Réseau Téléphonique Commuté (R.T.C.) permet de transmettre et de recevoir des informations provenant de l'utilisateur et de l'OT " Thermostat d'ambiance piloté par téléphone"

(voir la présentation du Réseau Téléphonique Commuté en annexe 4 page 50 et 51).

OT4 : Interrupteur horaire journalier

L'interrupteur horaire journalier est une horloge électromécanique programmable sur 24 heures : chaque jour, il effectue le même cycle de programmation(voir fonctionnement page 9).

Il possède en sortie un contact inverseur qui bascule en fonction :

- de la programmation effectuée par l'utilisateur,
- et de l'heure.

Il commande à travers l'OT " Appareillage électrique de commande du chauffage" le passage d'une régulation de température centralisée à une régulation de température décentralisée ou inversement. Il assure donc la gestion de l'énergie sur une journée.

OT5 : Appareillage électrique de commande et de protection

L'appareillage électrique de commande et de protection regroupe :

- des contacteurs électriques qui assurent l'interfaçage de puissance entre la partie commande de l'installation électrique (thermostat d'ambiance piloté par téléphone et interrupteur horaire) et la partie puissance (les convecteurs de chauffage).
- des disjoncteurs magnéto-thermiques qui protègent l'installation électrique du chauffage contre d'éventuels surintensités ou court-circuits.

L'appareillage électrique de commande distribue l'énergie électrique (secteur EDF 230V/50Hz) aux différents convecteurs en fonction des ordres envoyés par l'interrupteur horaire journalier ou par le thermostat d'ambiance.

OT6 : Convecteurs électriques avec thermostats intégrés

Cinq convecteurs, répartis dans les différentes pièces du logement, assurent la production de chaleur nécessaire au chauffage de l'habitation. De puissances différentes, choisies en fonction du volume de chaque pièce, chaque convecteur possède un thermostat électromécanique intégré. *Ces thermostats intégrés régulent la température pièce par pièce lorsque la régulation est décentralisée .*

Les convecteurs transforment l'énergie électrique issue de l'OT " Appareillage électrique de commande et de protection" en énergie calorifique.

L'utilisateur

L'utilisateur :

- règle les températures de consigne de confort et réduite de l'OT " Thermostat d'ambiance piloté par téléphone",
- sélectionne la consigne confort ou réduite, soit sur site par action manuelle sur un bouton poussoir situé sur la face avant de l'OT " Thermostat d'ambiance piloté par téléphone", soit à distance via la ligne téléphonique.
- règle les températures de consigne de chaque convecteur.
- programme l'OT "Interrupteur horaire journalier" en fonction de ses besoins en chauffage sur une journée,
- consulte ou paramètre à distance le chauffage de son domicile via le téléphone
- perçoit et apprécie la chaleur dégagée par les convecteurs.

L'habitation

L'habitation est située dans la région de Clermont-Ferrand (département 63 du Puy de Dôme), a une surface habitable de 78,13 m² et comprend cinq pièces principales à chauffer :

- un séjour de 27,98 m²,
- une cuisine de 12,43 m²,
- 2 chambres à coucher respectivement de 10,85 m² et 11,82 m²,
- une entrée de 8,5 m².

La salle de bain et les toilettes (5,2 m² et 1,35 m²), du fait de leur occupation aléatoire, possèdent un chauffage autonome de type convecteur soufflant que l'utilisateur mettra en service selon ses besoins. L'habitation reçoit la chaleur émise par l'ensemble des convecteurs et les différents thermostats captent les températures ambiantes qui en résultent.

1.2.2 Définition des liaisons du diagramme sagittal.

- ↳ Liaison 1, informations visuelles renseignant l'utilisateur sur :
 - les valeurs des températures de consigne réglées,
 - la température de consigne sélectionnée (confort ou réduite),
 - la mise en communication téléphonique du thermostat,
 - l'état du chauffage (arrêt ou marche).

- ↳ Liaison 2, actions manuelles de l'utilisateur pour :
 - les réglages des niveaux des températures de consigne confort et réduite
 - la sélection de la consigne (confort ou réduite) .

- ↳ Liaison 3, informations sonores :
 - du retour d'appel téléphonique ou de l'occupation de la ligne,
 - relatives aux états de fonctionnement du thermostat.

- ↳ Liaison 4, actions manuelles sur le clavier du poste de téléphone pour :
 - le numéro d'appel du domicile,
 - les codes de paramétrage du thermostat.

- ↳ Liaison 5, action manuelle pour la programmation horaire.

- ↳ Liaison 6, signaux électriques codés en DTMF, images des touches frappées sur le clavier.

- ↳ Liaison 7, signaux électriques représentatifs :
 - du retour d'appel téléphonique ou de l'occupation de la ligne,
 - des états de fonctionnement du thermostat.

- ↳ Liaison 8, signaux électriques représentatifs :
 - de l'appel téléphonique au domicile,
 - des codes DTMF pour le paramétrage à distance du thermostat.

- ↳ Liaison 9, signaux électriques représentatifs des états de fonctionnement du thermostat.

- ↳ Liaison 10, signal électrique de commande d'une régulation centralisée ou décentralisée.

- ↳ Liaison 11, énergie électrique issue du réseau EDF.

- ↳ Liaison 12, énergie électrique contrôlée.

- ↳ Liaison 13, énergie calorifique.

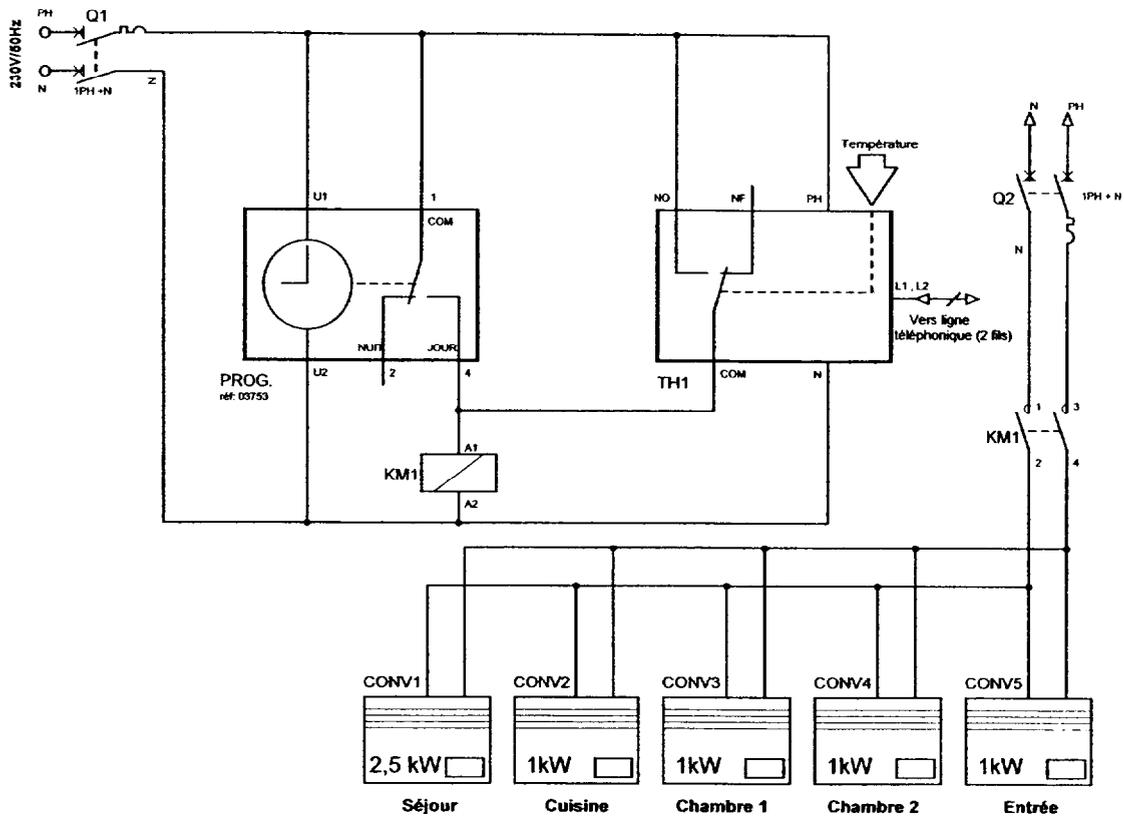
- ↳ Liaison 14, température ambiante.

- ↳ Liaison 15, commande du chauffage lorsque la régulation est centralisée.

- ↳ Liaison 16, action manuelle de réglage des thermostats des convecteurs.

1.3 L'installation électrique du système.

1.3.1 Schéma électrique.



→ Présentation de l'interrupteur horaire PROG (réf : 03753)

Horaires nuit = segment enfoncé

Horaires jour = segment tiré

Positionnement des segments

Mise à l'heure

Sélecteur du fonctionnement

 0	 1	 1

Automatik • Otomatik

0 = interrupteur horaire inactif
 ⊕ = marche automatique (programmation)
 1 = marche forcée

1.3.2 Liste du matériel électrique.

Repère	Caractéristiques	Référence
Q1	Disjoncteur divisionnaire (magnéto-thermique) DX 10 kA : - 1PH +1 N, - In = 16A, - 230 V ~.	LEGRAND Réf : 063 96
Q2	Disjoncteur divisionnaire (magnéto-thermique) DX 10 kA : - 1PH +1 N, - In = 32A - 230 V ~.	LEGRAND Réf : 063 99
TH1	Thermostat d'ambiance piloté par téléphone : - tension d'alimentation 230V~/ 50Hz, - 1 sortie par contact inverseur 5A/240V ~ (1200 W),	VELLEMAN Réf : K6502
KM1	Contacteur de puissance bipolaire : - Bobine : 230V~/ 50Hz - Contact : 2F - I _{max} = 40 A - tension d'emploi 250V ~	LEGRAND Réf : 040 68
PROG	Interrupteur horaire journalier programmable : - à cadran analogique horizontal, - période de programmation sur 24 heures par segment imperdables avec interrupteur de marche forcée en face avant, - durée d'un segment égale à 15 mn, - réserve de marche 100 heures, - 1 sortie 16 A par contact inverseur	LEGRAND Réf : 037 53
CONV1 à CONV5	Convecteurs électriques : - certifié NF et CE, de classe II   , IP24 – IK 08 - avec régulation interne électromécanique à tension de vapeur de catégorie B (+/- 1°C), - interrupteur bipolaire marche / arrêt, - raccordement 2 fils, - tension d'utilisation 230V ~, - puissance : 2,5 kW pour CONV1 et 1 kW pour CONV2 à CONV5.	APPLIMO Gamme SOLO Réf : 1104-8 EB et Réf : 1104-3 EB

1.3.3 Paramétrages et fonctionnement du système.

↳ Lorsque le logement est habité, l'interrupteur horaire journalier programmable PROG est en marche automatique : l'utilisateur a donc pris soin de placer le sélecteur de PROG sur ☉.

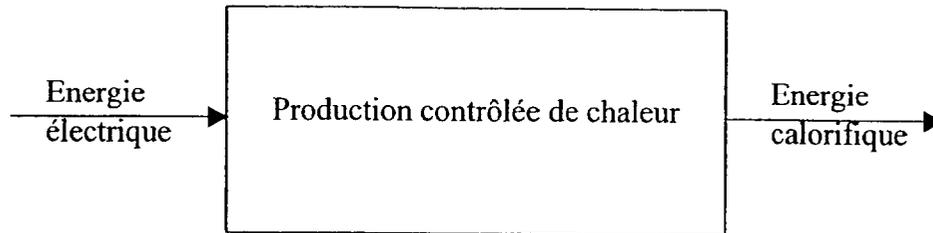
	La journée (1)	La nuit (2)
Mode de régulation	Décentralisée : la consigne confort est assurée localement par les thermostats de chaque convecteur : régulation pièce par pièce avec des consignes adaptées à l'occupation des pièces.	Centralisée : La consigne réduite est assurée de façon centralisée par TH1 : toutes les pièces possèdent la même température que le lieu d'implantation de TH1.
Action de PROG	Le contact inverseur de PROG se positionne automatiquement sur JOUR provoquant la fermeture du contact de KM1.	Le contact inverseur de PROG se positionne automatiquement sur NUIT.
Paramétrage de TH1	L'utilisateur : <ul style="list-style-type: none"> - sélectionne la consigne réduite (à l'aide du bouton poussoir situé sur la face avant de l'appareil) - règle une température de consigne réduite de $\approx 14^{\circ}\text{C}$ à 16°C. <i>Attention, les températures de consigne de chaque convecteur doivent être obligatoirement supérieures à la température de consigne réduite réglée sur le thermostat TH1.</i>	

(1) et (2) plages horaires programmées par exemple respectivement de 6H à 23H et de 23H à 6H.

↳ Lorsque le logement est inoccupée pour plus de 48 heures, l'interrupteur horaire journalier programmable PROG est inactif : l'utilisateur a donc pris soin de positionner le sélecteur de PROG sur « 0 » .

	La journée	La nuit
Mode de régulation	- Centralisée , la température de l'habitation est maintenue à $\approx 6^{\circ}\text{C}$ à 8°C (température hors-gel) par TH1 pendant l'inoccupation du logement. En anticipant son retour, l'utilisateur peut à distance via le téléphone basculer son chauffage en mode confort .	
Paramétrage de TH1	L'utilisateur : <ul style="list-style-type: none"> - sélectionne, à son départ, la consigne réduite (à l'aide du bouton poussoir situé sur la face avant de l'appareil) - règle une température de consigne réduite de $\approx 6^{\circ}\text{C}$ à 8°C (température hors-gel). - règle une température de confort de $\approx 16^{\circ}\text{C}$ à 18°C. 	

1.4 Schéma fonctionnel de niveau II associé à la fonction d'usage du système technique.



Fonction d'usage du système :

Le système technique :

- transforme l'énergie électrique du secteur EDF (230V ~ / 50Hz) en énergie calorifique (chaleur),
- régule automatiquement la température ambiante de l'habitation de façon centralisée pour une consigne confort ou décentralisée pour une consigne réduite,
- sélectionne la consigne confort ou réduite, soit sur site par action manuelle sur un bouton poussoir situé sur la face avant de l'OT " Thermostat d'ambiance piloté par téléphone", soit à distance via la ligne téléphonique.

2. Etude de l'objet technique : Thermostat d'ambiance piloté par téléphone.

2.1 Mise en situation de l'objet technique.

2.1.1 Principe du chauffage piloté par téléphone.

- extrait du guide pratique « la régulation du chauffage individuel » édité par l'ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

PILOTEZ VOTRE CHAUFFAGE

PAR TÉLÉPHONE , C'EST PRATIQUE

Vous quittez votre domicile pour quelques jours sans savoir exactement la date du retour ? Vous souhaitez partir en week-end dans votre résidence secondaire et arriver dans une maison où il fait bon vivre ? Mais vous voulez éviter de demander à un voisin de "monter" le chauffage parce que vous arrivez ou de "l'arrêter" parce que vous avez un empêchement de dernière minute.

La seule solution : la télécommande par téléphone qui effectue la mise en marche (ou l'arrêt) de votre installation de chauffage.

Principe de fonctionnement

Vous appelez le numéro de téléphone de votre résidence (où est installée la télécommande), puis vous composez sur le clavier téléphonique les codes qui seront interprétés par la télécommande pour exécuter vos ordres de commande.

Caractéristiques

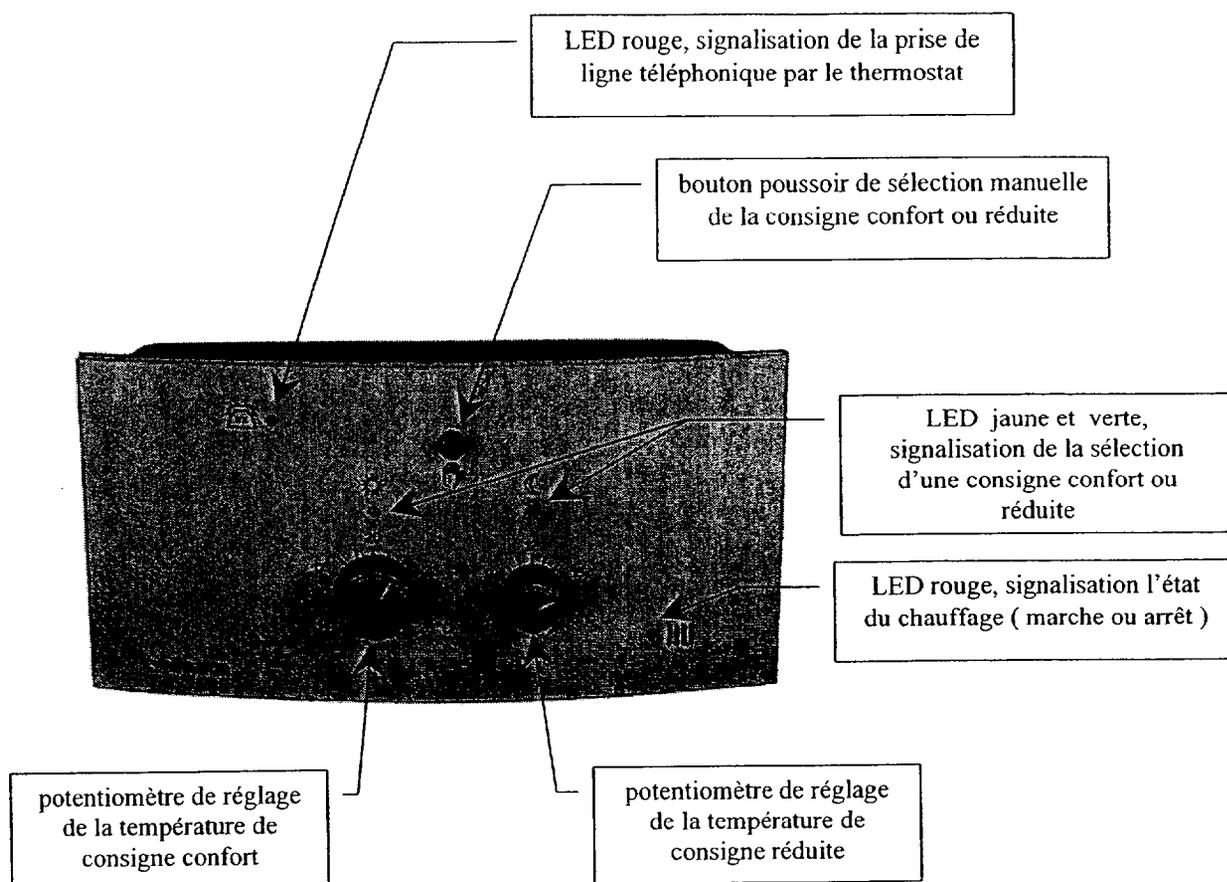
Aujourd'hui il existe sur le marché de nombreuses télécommandes par téléphone universelles pour tous types de chauffage à eau chaude ou électrique. On retrouve le plus souvent les caractéristiques ci-dessous :

- une ou plusieurs voies indépendantes pour effectuer plusieurs commandes à distance (chauffage, arrosage, etc.). Les différents ordres de commandes de l'installation peuvent être :

- la mise en marche permanente, la mise en marche temporisée, l'arrêt ;
- de plus en plus souvent, une fonction thermostat d'ambiance est intégrée, ce qui permet le maintien d'une température hors-gel avec possibilité de modification de la température à distance ;
 - généralement un code d'accès à 4 chiffres personnalisable pour plus de sécurité dans l'utilisation ;
 - parfois une synthèse vocale en français (guide d'utilisation, information sur la température ambiante, etc.) ;
 - un fonctionnement compatible avec l'emploi d'un répondeur téléphonique sur la même ligne téléphonique.



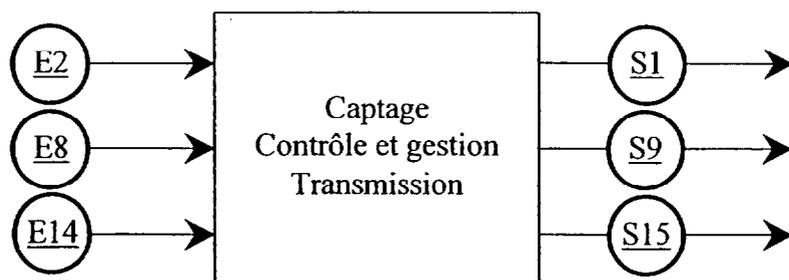
2.1.2 Caractéristiques techniques du thermostat d'ambiance piloté par téléphone



- Instauration séparée des températures de consigne confort (de 14°C à 26°C°) et réduite (de 6°C à 18°C) à l'aide de potentiomètres.
- Signalisation par LED de la température de régulation sélectionnée : confort ou réduite
- Prise de ligne téléphonique du thermostat après ± 8 sonneries.
- Communication de l'état :
 - Double tonalité si la température de consigne confort est sélectionnée.
 - Simple tonalité si la température de consigne réduite est sélectionnée.
 - Cinq tonalités doubles si la température est descendue en dessous de 3°C (défaut de chauffage).
- Interruption automatique de la communication téléphonique si aucun code n'est introduit après 40 secondes.
- Nombre de codes de sécurité : de 000 à 999 avec génération de cinq tonalités simples si un code erroné est introduit .
- Hystérésis (variation de température admise) : 0,1°C.
- Commande manuelle locale pour la sélection de température de consigne (confort ou réduite) par action sur bouton poussoir.
- Code du système : DTMF.
- Sortie relais avec affichage LED : 5A/240VAC.
- Tension d'alimentation : 240 VAC.

2.2 Etude du schéma fonctionnel de niveau II du thermostat d'ambiance piloté par téléphone.

2.2.1 Schéma fonctionnel de niveau II du thermostat d'ambiance piloté par téléphone.



2.2.2 Définition des entrées/sorties.

- Entrées :

↳ E2 ; actions manuelles de l'utilisateur pour :

- les réglages des niveaux de températures de consigne confort et réduite
- la sélection de la consigne (confort ou réduite) .

↳ E8 ; signaux électriques représentatifs :

- de l'appel téléphonique au domicile,
- des codes DTMF pour le paramétrage à distance du thermostat.

↳ E14 ; température ambiante.

- Sorties :

↳ S1 ; informations visuelles renseignant l'utilisateur sur :

- les valeurs des températures de consigne réglées,
- la température de consigne sélectionnée (confort ou réduite),
- la mise en communication téléphonique du thermostat,
- l'état du chauffage (arrêt ou marche).

↳ S9 ; signaux électriques représentatifs des états de fonctionnement du thermostat (perçus à distance par l'utilisateur sous forme de bips sonores).

↳ S15 ; commande en tout ou rien du chauffage lorsque la régulation est centralisée.

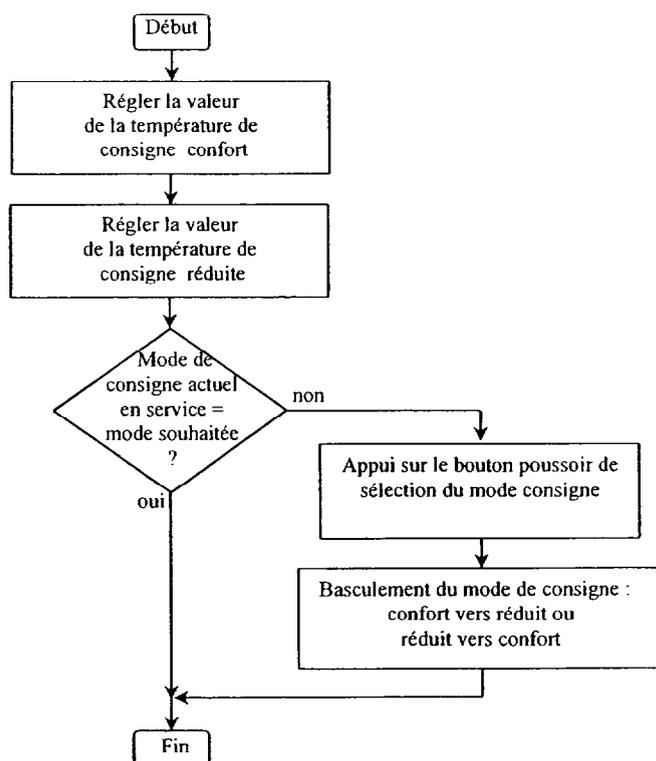
2.2.3 Fonction d'usage.

Le thermostat d'ambiance piloté par téléphone :

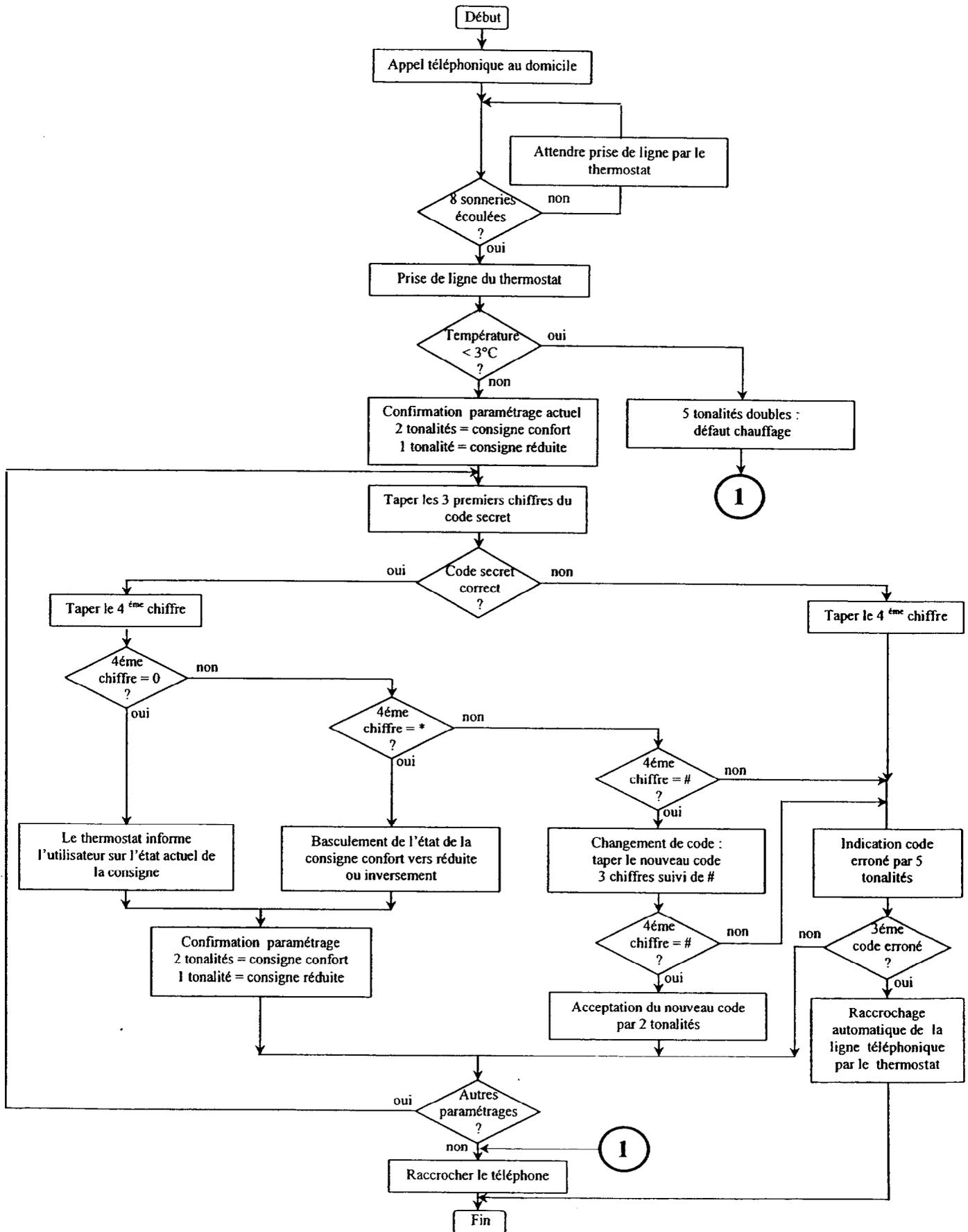
- capte la température ambiante de son lieu d'implantation.
- contrôle la mise en service ou l'arrêt du chauffage en fonction :
 - du mode de consigne sélectionné (confort ou réduit) et ;
 - des valeurs des températures de consigne préréglées par l'utilisateur et ;
 - de la température ambiante.
- permet une sélection du mode de consigne (confort ou réduit) par action manuelle sur site ou à distance via une ligne téléphonique.
- transmet à distance via la ligne téléphonique des signaux électriques (perçus par l'utilisateur sous forme de bips sonores) représentatifs des états de paramétrage du thermostat ou d'un éventuel dysfonctionnement du chauffage.

2.3 Algorigrammes .

2.3.1 Paramétrages sur site.

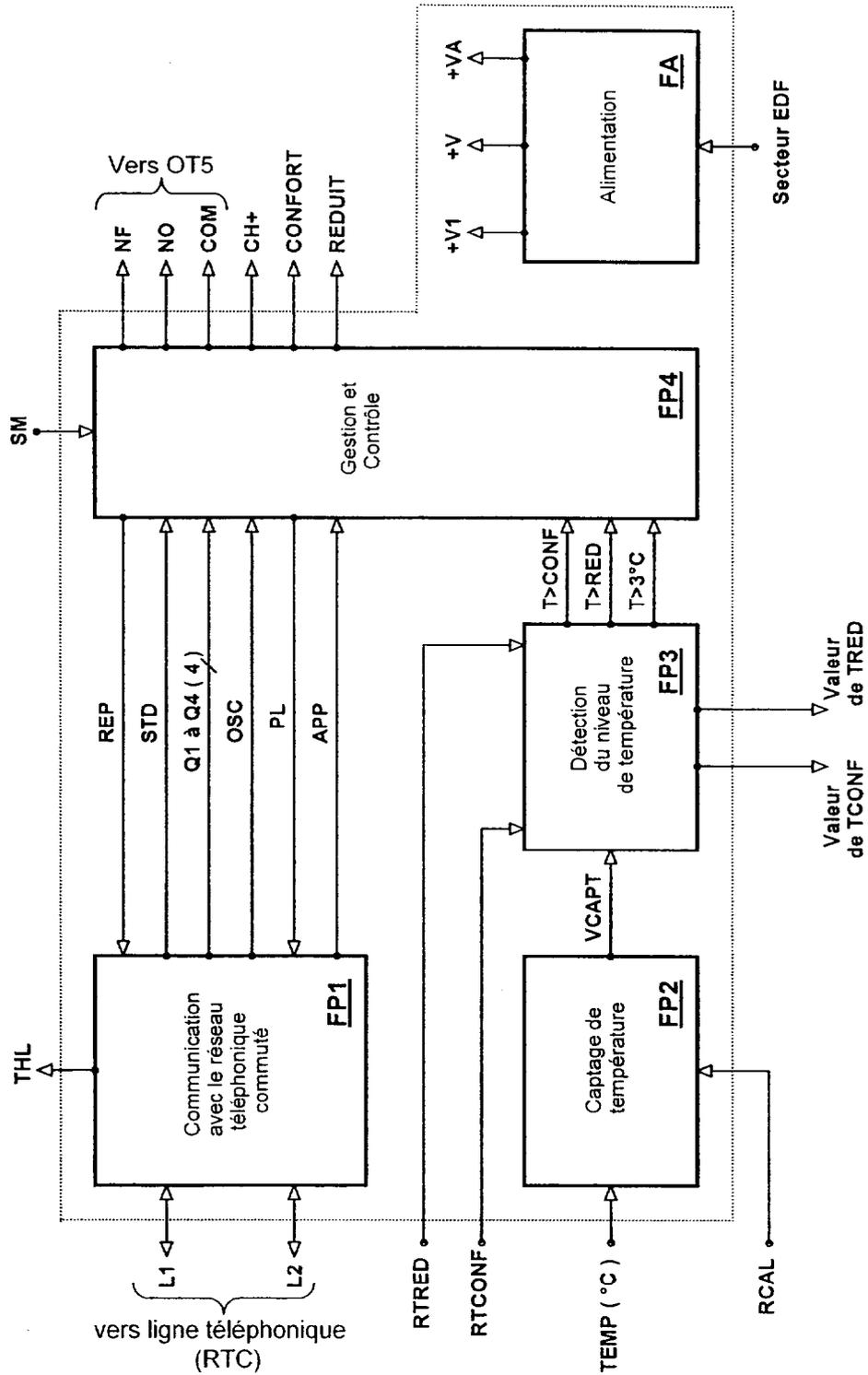


2.3.2 Paramétrages à distance.



2.4 Analyse fonctionnelle du 1^{er} degré.

2.4.1 Schéma fonctionnel du 1^{er} degré.



2.4.2 Définitions des fonctions principales.

FP1 : Communication avec le réseau téléphonique commuté (RTC).

- **Entrées** : L1, L2, REP, PL.
- **Sorties** : L1, L2, THL, STD, Q1 à Q0, OSC, APP.
- **Rôle** : Cette fonction assure la communication bidirectionnelle entre FP4 « gestion et contrôle » et le RTC.

↳ de RTC vers FP4 :

- adapte et transmet à FP4 par l'intermédiaire de APP le signal d'appel présent sur L1, L2.
- transmet à FP4 les combinaisons binaires (Q1 à Q4), images des paires de fréquences (code DTMF) présentes en L1, L2 lors du paramétrage à distance du thermostat.
- signale à FP4 par l'intermédiaire de STD la présence d'une nouvelle combinaison binaire sur Q1 à Q4.

↳ de FP4 vers RTC :

- adapte et aiguille de REP vers L1, L2 les signaux de réponse délivrés par FP4 (perçus à distance par l'utilisateur sous formes de bips sonores) suite à un paramétrage.
- reçoit de FP4 sur PL l'ordre de prise de ligne et effectue la commutation de ligne qui en résulte.

La sortie OSC de cette fonction fournit en permanence à FP4 un signal d'horloge de fréquence 3,579545 MHz.

FP2 : Captage de température.

- **Entrées** : TEMP, RCAL.
- **Sorties** : VCAPT.
- **Rôle** : Cette fonction délivre une d.d.p VCAPT dont la valeur est proportionnelle à TEMP, température ambiante du lieu d'implantation du thermostat : $VCAPT=0,1 \times TEMP$.
Lors de l'installation du thermostat, le technicien ou l'utilisateur étalonne FP2 (action manuelle RCAL) conformément à la mise en service décrite dans l'annexe 3 page 49.

FP3 : Détection du niveau de température.

- **Entrées** : RTRED, RTCONF, VCAPT.
- **Sorties** : T>CONF, T>RED, T>3°C, valeur de TCONF, valeur de TRED.
- **Rôle** : L'utilisateur règle les valeurs des températures de consigne confort et réduite (actions manuelles RTCONF et RTRED avec lecture des valeurs réglées sur les graduations de la face avant du boîtier). FP3 reçoit VCAPT et délivre 3 d.d.p (signaux logiques) T>CONF, T>RED et T>3°C pour informer FP4 sur le niveau de température actuel du lieu d'implantation du thermostat.

FP4 : Gestion et contrôle.

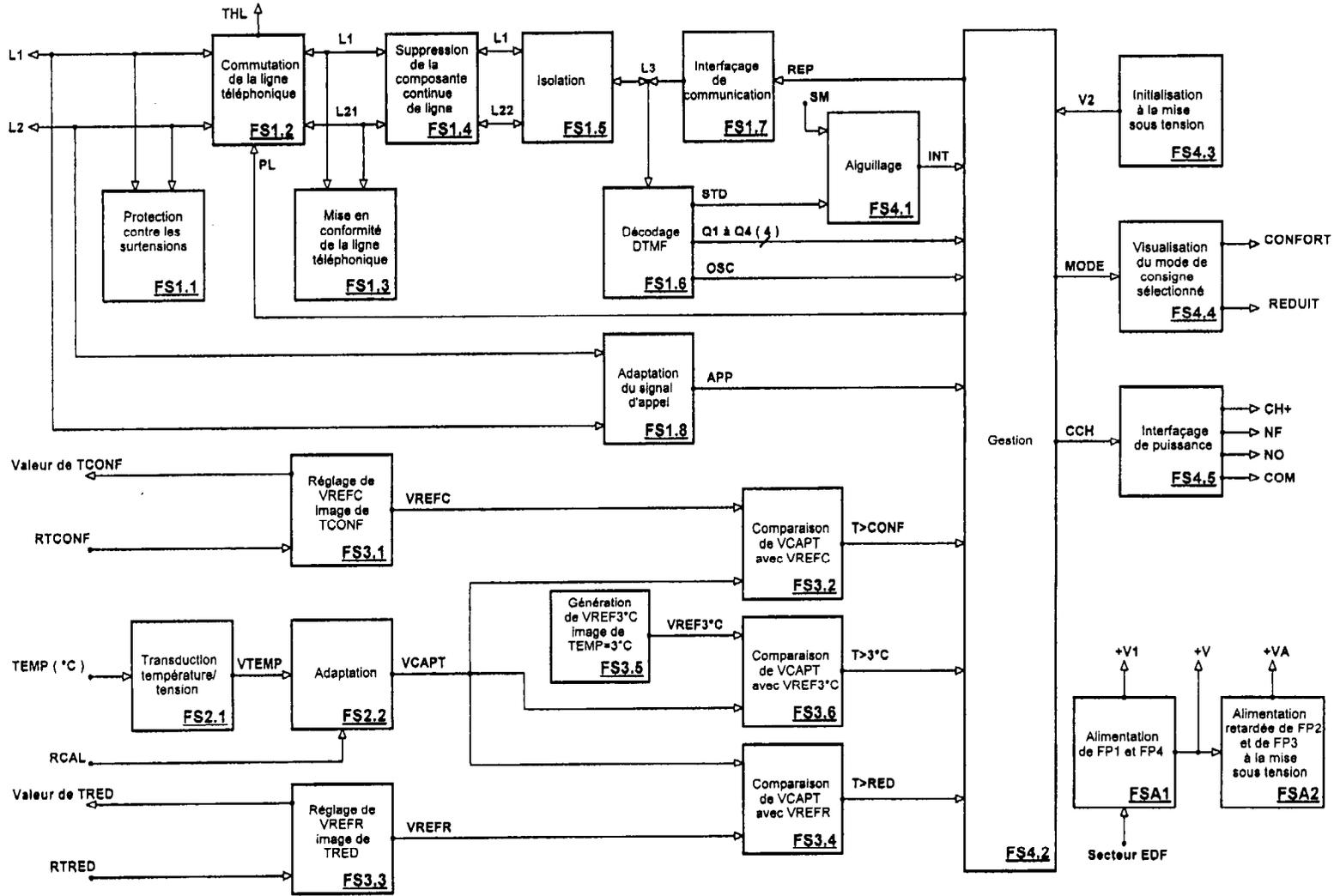
- **Entrées** : STD, Q1 à Q0, OSC, APP, T>CONF, T>RED, T>3°C, SM.
- **Sorties** : NF, NO, COM, CH+, CONFORT, REDUIT, REP, PL .

- **Rôle** : Cette fonction, organisée autour d'un microcontrôleur (logique programmée), gère le fonctionnement de l'O.T :
 - gestion de la communication téléphonique pendant un paramétrage à distance.
 - gestion du chauffage lorsque l'O.T se comporte comme un thermostat traditionnel.

FA : Alimentation.

- **Entrée** : Secteur EDF.
- **Sorties** : +V1, +V, +VA .

- **Rôle** : Cette fonction délivre 3 d.d.p continues +V1, +V et +VA pour l'alimentation en énergie électrique des différentes fonctions.



2.5 Analyse fonctionnelle de 2^{ème} degré.
 2.5.1 Schéma fonctionnel de 2^{ème} degré.

2.5.2 Définition des fonctions secondaires.

↳ Fonction principale FP1.

FS1.1 : Protection contre les surtensions.

- Entrées : L1, L2.
- Sorties : L1, L2.
- Rôle : Protéger l'O.T contre d'éventuelles surtensions en provenance de la ligne téléphonique.

FS1.2 : Commutation de la ligne téléphonique.

- Entrées : L1, L2, L21, PL.
- Sorties : L1, L2, L21, THL.
- Rôle : Mettre en communication téléphonique la ligne L1, L2 avec le thermostat sur ordre de PL et signaler par l'intermédiaire de la led rouge LD1 la prise de ligne par le thermostat .

FS1.3 : Mise en conformité de la ligne téléphonique.

- Entrées : L1, L21.
- Sorties : L1, L21.
- Rôle : Assurer un courant moyen de ligne compris entre 26 mA et 60 mA (norme téléphonique en vigueur) lorsque la communication téléphonique est établie. Un non respect de cette valeur provoquerait le dérangement de la ligne téléphonique .

FS1.4 : Suppression de la composante continue de ligne.

- Entrées : L1, L21, L22.
- Sorties : L1, L21, L22.
- Rôle : Filtrer le signal de ligne présent en L1,L21 pour en supprimer la composante continue.

FS1.5 : Isolation .

- Entrées : L1, L22, L3.
- Sortie : L3.
- Rôle : Isoler électriquement L3 du réseau téléphonique commuté.

FS1.6 : Décodage DTMF.

- **Entrée** : L3.
- **Sorties** : STD, Q1 à Q4, OSC.

Rôle : Convertir les paires de fréquences (codage DTMF) présentes en L3 en combinaisons binaires 4 bits (Q1 à Q4) et signaler à FP4 par l'intermédiaire de STD, toute nouvelle combinaison binaire présente sur Q1 à Q4. FS1.6 génère aussi un signal d'horloge OSC de fréquence 3,579545 MHz.

FS1.7 : Interfaçage de communication.

- **Entrée** : REP.
- **Sortie** : L3.
- **Rôle** : Assurer une communication unidirectionnelle de REP vers L3 et adapter le niveau de tension de REP pour le rendre compatible à la norme téléphonique en vigueur.

FS1.8 : Adaptation du signal d'appel.

- **Entrées** :L1, L2.
- **Sortie** : APP.
- **Rôle** : Adapter le niveau de tension du signal d'appel téléphonique pour le rendre compatible avec l'entrée APP de FP4 (technologie CMOS avec VSS = 0V et VDD = 5 Volts) et isoler électriquement l'entrée APP de FP4 du réseau téléphonique commuté.

↳ Fonction principale FP2.

FS2.1 : Transduction température/tension.

- **Entrée** : TEMP .
- **Sortie** : VTEMP.
- **Rôle** : Capter la température ambiante TEMP et délivrer une d.d.p VTEMP dont la valeur est proportionnelle à TEMP.

FS2.2 : Adaptation.

- **Entrées** : VTEMP , RCAL.
- **Sortie** : VCAPT.
- **Rôle** : Traiter le signal VTEMP pour obtenir une d.d.p VCAPT = $K_2 \times TEMP$ où $K_2 = \text{constante} = 0,1 \text{ V/}^\circ\text{C}$ (sensibilité de captage de FP2).

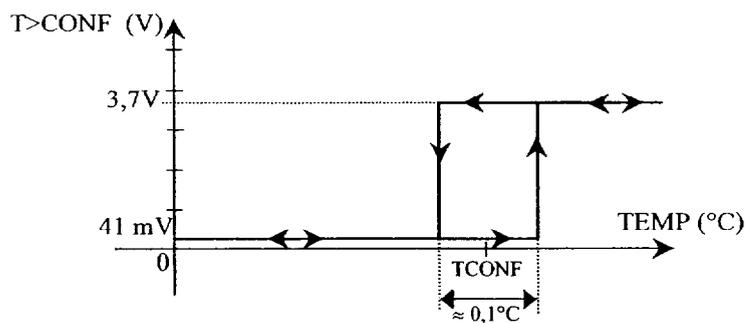
↳ Fonction principale FP3.

FS3.1 : Réglage de VREFC, image de TCONF .

- **Entrée** : RTCONF.
- **Sorties** : VREFC, valeur de TCONF.
- **Rôle** : Régler (action manuelle RTCONF) la température de consigne confort (notée TCONF et lue sur les graduations situées sur la face avant du boîtier) et délivrer une d.d.p VREFC, représentative de la température de consigne confort.

FS3.2 : Comparaison de VCAPT avec VREFC.

- **Entrées** : VCAPT, VREFC.
- **Sortie** : T>CONF.
- **Rôle** : Générer un signal logique T>CONF (d.d.p) représentatif du niveau de TEMP par rapport à TCONF conformément à la courbe de transfert suivante :

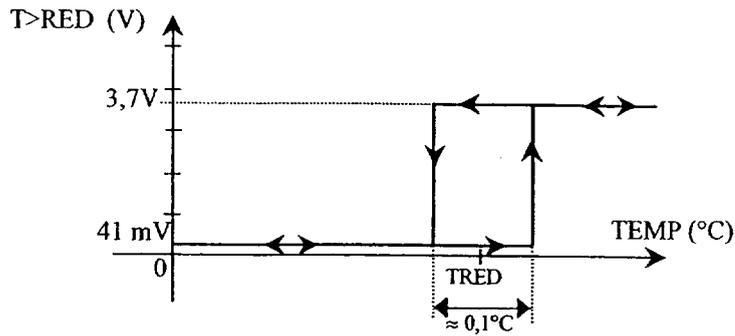


FS3.3 : Réglage de VREFR, image de TRED.

- **Entrée** : RTRED.
- **Sorties** : VREFR, valeur de TRED.
- **Rôle** : Régler (action manuelle RTRED) la température de consigne réduite (notée TRED et lue sur les graduations situées sur la face avant du boîtier) et délivrer une d.d.p VREFR, représentative de la température de consigne réduite.

FS3.4 : Comparaison de VCAPT avec VREFR.

- **Entrées** : VCAPT, VREFR .
- **Sortie** : T>RED.
- **Rôle** : Générer un signal logique T>RED (d.d.p) représentatif du niveau de TEMP par rapport à TRED conformément à la courbe de transfert suivante :

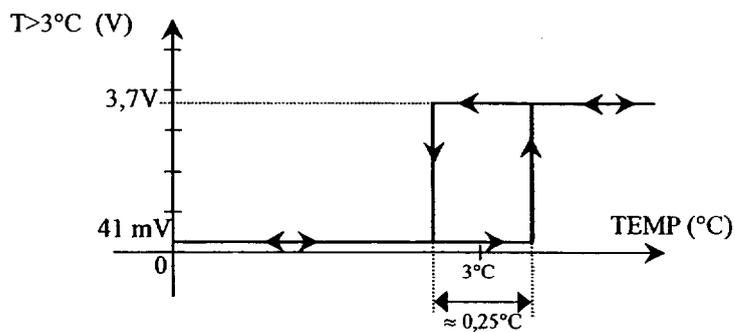


FS3.5 : Génération de $V_{REF3^{\circ}C}$, image de $TEMP = 3^{\circ}C$.

- **Entrée** : $+VA = +5V$.
- **Sortie** : $V_{REF3^{\circ}C}$.
- **Rôle** : Générer une d.d.p continue $V_{REF3^{\circ}C}$ dont la valeur est représentative d'une température ambiante de $3^{\circ}C$.

FS3.6 : Comparaison de V_{CAPT} avec $V_{REF3^{\circ}C}$.

- **Entrées** : V_{CAPT} , $V_{REF3^{\circ}C}$.
- **Sortie** : $T > 3^{\circ}C$.
- **Rôle** : Générer un signal logique $T > 3^{\circ}C$ (d.d.p) représentatif du niveau de $TEMP$ par rapport à $3^{\circ}C$ conformément à la courbe de transfert suivante :



↳ **Fonction principale FP4.**

FS4.1 : Aiguillage.

- **Entrées** : SM, STD.
- **Sortie** : INT.
- **Rôle** : Aiguiller sur INT les informations issues de SM ou de STD.