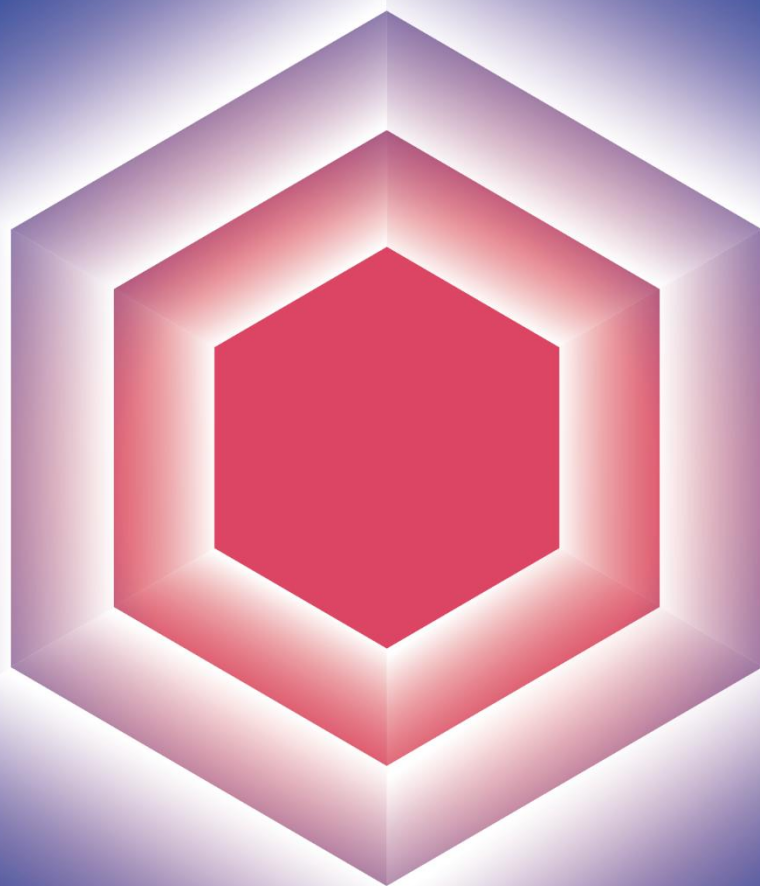


WSFR48 - ELECTRONIQUE (16)

SPECIFICATION FONCTIONNELLE SYSTEME (REV 02)

Compétition nationale WorldSkills France 48e édition - Marseille 2025

Métier Electronique (16)



CONTROLE DU DOCUMENT

Identification du document	
Document	WSFR - ELECTRONIQUE (16) – [SFS] Spécification Fonctionnelle Système
Révision	02
Edition	WSFR CNAT 48 – Marseille 2025

	Fonction	Nom	Date	Signature
Etabli par	Expert national <i>Electronique (16)</i>	LEFEBVRE Louis	14/09/2025	

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Révision	Date	Auteur	Détail
01	06/08/2024	LEFEBVRE Louis	Création du document
01	31/08/2025	LEFEBVRE Louis	Publication du document
02	14/09/2025	LEFEBVRE Louis	Prise en compte de https://github.com/BebePhoqueMort/WSFR-48-Electronique/issues/46

TABLE DES MATIERES

Contrôle du document.....	2
Historique des modifications.....	2
Table des matières.....	3
Table des figures.....	4
Documents de référence.....	5
Documents applicables.....	5
Abbreviations.....	5
Objectif et contenu du document	6
I. Architecture du produit	6
II. Exigences système	8
1) Exigences générales d'acceptabilité	8
2) SYS – Fonctions générales transverses	8
3) CORE – Initialisation et ordonnancement des opérations	9
4) PWR – Régulation et supervision de l'alimentation	10
5) SUP – Interface de supervision et d'administration	12
A. Réception des commandes d'administration.....	13
B. Traitement des commandes d'administration	14
C. Détection de l'appui sur les boutons utilisateur	14
D. Santé CPU.....	15
6) CONF – Configuration et états logiques du système	16
A. Etats logiques du système.....	17
B. Fonctionnements spécifiques à un état.....	17
C. Prise en compte des commandes d'administration.....	17
7) SCR – Ecran utilisateur.....	18
8) TIME – Gestion du temps	21
9) COM – Transmission des données.....	23
III. Algorithmes spécifiques – Horodatage	25
1) Temps UNIX / POSIX	25
2) Choix techniques sur le calcul des dates calendaires.....	25
3) Dates de référence	25
4) Calendrier julien	26
5) Calendrier grégorien	28
6) Calendrier UTC	29

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Périmètre simplifié du produit.....	6
Figure 2 : Architecture fonctionnelle détaillée	7
Figure 3 : Flux d'exigences PWR – Régulation et supervision de l'alimentation.....	10
Figure 4 : Flux d'exigences SUP – Interface de supervision et d'administration.....	12
Figure 5 : Flux d'exigences CONF – Configuration du système	16
Figure 6 : Flux d'exigences SCR – Ecran utilisateur	18
Figure 7 : Flux d'exigences TIME – Gestion du temps.....	21
Figure 8 : Flux d'exigences COM – Transmission des données	23

DOCUMENTS DE REFERENCE

- [R1] Glossaire et abréviations
Référence : WSFR_16_Electronique - Glossaire et abréviations
- [R2] STM32L053R8 datasheet
Référence : ST-DS10152-9
Emplacement : WSFR-48-Electronique/03 – Ressources/02 – Datasheets/STM32L053R8 datasheet (ST-DS10152-9).pdf

DOCUMENTS APPLICABLES

- [A1] Description des interfaces RS
Référence : WSFR48_16_Electronique - Description des interfaces RS
(Pièce jointe de ce document) 
- [A2] Domaines de définition et précisions
Référence : WSFR48_16_Electronique - DRA - Domaines de définition et précision
(Pièce jointe de ce document) 

ABBREVIATIONS

Les abréviations générales sont définies dans le document [R1] *Glossaire et abréviations*.
Les abréviations propres à ce document sont définies ci-dessous.

[Aucune abréviation propre à ce document.]



OBJECTIF ET CONTENU DU DOCUMENT

Ce document décrit le cahier des charges du sujet de compétition en Electronique (métier n° 16) pour la 48e édition de la compétition WorldSkills France. Le document détaille les exigences Système, c'est-à-dire le cahier des charges général auquel doit répondre le produit.



La spécification du produit, c'est-à-dire la formalisation d'un cahier des charges et d'exigences techniques, a pour objectif de cadrer les développements et d'assurer que tout le périmètre du sujet est correctement mis au point. La spécification doit répondre au juste besoin du projet : en l'occurrence, le projet a un jalon très court terme, le produit sera à usage unique et à but de compétition. Les spécifications produites dans le cadre des développements du sujet seront donc limitées au juste besoin technique : elles exprimeront les fonctionnalités attendues du produit mais ne chercheront pas à assurer la couverture de tous les cas techniques possibles (pas ou peu d'exigences de robustesse). De la même façon, les fonctions développées seront orientées vers la vérification de compétences spécifiques du compétiteur plutôt que vers l'optimisation technique que l'on rechercherait dans un produit industrialisé. De ce fait, le produit développé sera à usage purement didactique, sans chercher à atteindre le niveau de qualité d'un produit commercialisable.

I. ARCHITECTURE DU PRODUIT

Le produit proposé pour l'épreuve nationale d'Electronique de la 48e compétition des métiers WorldSkills France est une carte de calcul et de transmission pour un serveur de temps. Le produit se compose d'une carte électronique unique portant les fonctionnalités électroniques et logicielles suivantes :

- Supervision de l'alimentation et de la santé de l'équipement
- Calcul d'algorithmes de temps et transmission des données sur une liaison série (équipements destinataires filaires) et une interface RF modulée (équipements destinataires sans fil)
- Prise en compte de commandes d'administration

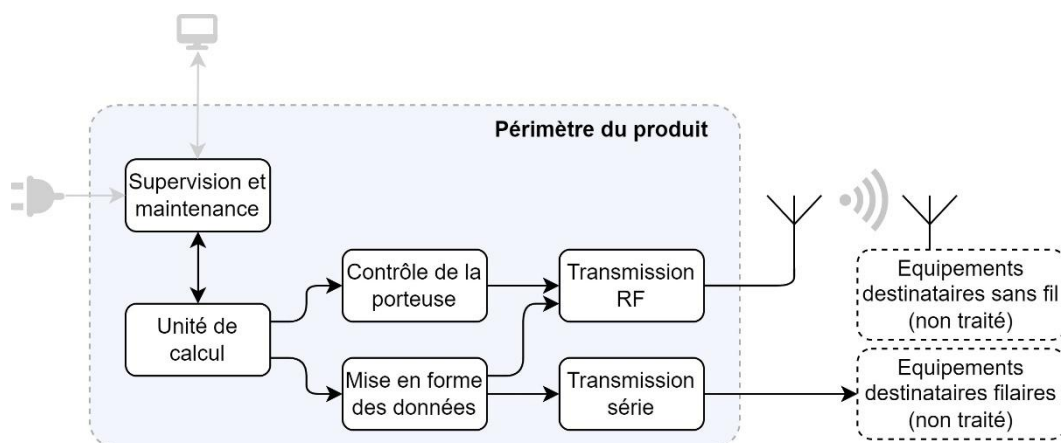


Figure 1 : Périmètre simplifié du produit

Le diagramme illustre l'architecture matérielle et logicielle du système de gestion de l'énergie, organisée en plusieurs modules fonctionnels interconnectés.

Modules et Composants :

- Régulation et supervision de l'alimentation (PWR) :** Gère les entrées PS_EXT_P et PS_EXT_N, et les registres PS_REG_P5, PS_REG_N5, PS_REG_33.
- Fonctions générales transverse (SYS) :** Inclut le bouton reset CPU (BTN_RST) et la liaison de programmation (J_RS_PROG).
- Ecran utilisateur (SCR) :** Interagit avec l'écran utilisateur (SCR_USR) et reçoit des données de l'interface de supervision.
- Interface de supervision et d'administration (SUP) :** Gère les boutons RS_ADMIN_IN, Bouton affichage (BTN_DISP), et Bouton mode (BTN_MODE). Elle reçoit également CPU_CLOCK et CPU_LOAD.
- Configuration et états logiques du système (CONF) :** Gère les paramètres V_BTN_MODE, V_BTN_DISP, NEW_CALENDAR, et NEW_TIMESTAMP. Elle est connectée à l'interface de supervision et à la transmission des données.
- Gestion du temps (TIME) :** Gère les paramètres CURRENT_DATE, SYSTEM_STATE, CALENDAR, RF_CARRIER_ACTIVE, et TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP.
- Transmission des données (COM) :** Gère la transmission RF et les données RS_DATA_OUT, RF_DATA, et RF_CARRIER.

Unité de calcul logicielle (CORE) : Ce module central coordonne les opérations entre les modules matériels et logiciels, incluant la configuration et l'ordonnancement des opérations.

Connectivité et Flux de Données :

- Les modules PWR, SYS, SCR, SUP, CONF, TIME, et COM sont interconnectés par des bus de données et de contrôle.
- Les modules PWR, SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à l'unité de calcul logicielle (CORE).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à la transmission des données (COM).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à l'écran utilisateur (SCR).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à la gestion du temps (TIME).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à la configuration et états logiques du système (CONF).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à la régulation et supervision de l'alimentation (PWR).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés aux fonctions générales transverse (SYS).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à la liaison de programmation (J_RS_PROG).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés au bouton reset CPU (BTN_RST).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés aux registres PS_REG_P5, PS_REG_N5, PS_REG_33.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés aux entrées PS_EXT_P et PS_EXT_N.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés au bouton affichage (BTN_DISP).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés au bouton mode (BTN_MODE).
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés au bouton RS_ADMIN_IN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à CPU_CLOCK et CPU_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à V_BTN_MODE, V_BTN_DISP, NEW_CALENDAR, et NEW_TIMESTAMP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à CURRENT_DATE, SYSTEM_STATE, CALENDAR, RF_CARRIER_ACTIVE, et TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à RS_DATA_OUT, RF_DATA, et RF_CARRIER.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_DATA, J_RS_RF, et J_RS_CA.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_PROG.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_ADMIN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_RS.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_MODE.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_DISP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_CLOCK.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_P5, J_RS_N5, et J_RS_33.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_EXT_P et J_RS_EXT_N.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_BTN_DISP et J_RS_BTN_MODE.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_RS_ADMIN_IN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_CPU_CLOCK et J_RS_CPU_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_V_BTN_MODE, J_RS_V_BTN_DISP, J_RS_NEW_CALENDAR, et J_RS_NEW_TIMESTAMP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_CURRENT_DATE, J_RS_SYSTEM_STATE, J_RS_CALENDAR, J_RS_RF_CARRIER_ACTIVE, et J_RS_TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_RS_DATA_OUT, J_RS_RF_DATA, et J_RS_RF_CARRIER.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_DATA, J_RS_J_RS_RF, et J_RS_J_RS_CA.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_PROG.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_ADMIN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_RS.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_MODE.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_DISP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_CLOCK.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_P5, J_RS_J_RS_N5, et J_RS_J_RS_33.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_EXT_P et J_RS_J_RS_EXT_N.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_BTN_DISP et J_RS_J_RS_BTN_MODE.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_RS_ADMIN_IN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_CPU_CLOCK et J_RS_J_RS_CPU_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_V_BTN_MODE, J_RS_J_RS_V_BTN_DISP, J_RS_J_RS_NEW_CALENDAR, et J_RS_J_RS_NEW_TIMESTAMP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_CURRENT_DATE, J_RS_J_RS_SYSTEM_STATE, J_RS_J_RS_CALENDAR, J_RS_J_RS_RF_CARRIER_ACTIVE, et J_RS_J_RS_TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_RS_DATA_OUT, J_RS_J_RS_RF_DATA, et J_RS_J_RS_RF_CARRIER.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_DATA, J_RS_J_RS_J_RS_RF, et J_RS_J_RS_J_RS_CA.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_PROG.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_ADMIN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_RS.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_MODE.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_DISP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_CLOCK.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_P5, J_RS_J_RS_J_RS_N5, et J_RS_J_RS_J_RS_33.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_EXT_P et J_RS_J_RS_J_RS_EXT_N.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_BTN_DISP et J_RS_J_RS_J_RS_BTN_MODE.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_RS_ADMIN_IN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_CPU_CLOCK et J_RS_J_RS_J_RS_CPU_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_V_BTN_MODE, J_RS_J_RS_J_RS_V_BTN_DISP, J_RS_J_RS_J_RS_NEW_CALENDAR, et J_RS_J_RS_J_RS_NEW_TIMESTAMP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_CURRENT_DATE, J_RS_J_RS_J_RS_SYSTEM_STATE, J_RS_J_RS_J_RS_CALENDAR, J_RS_J_RS_J_RS_RF_CARRIER_ACTIVE, et J_RS_J_RS_J_RS_TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_RS_DATA_OUT, J_RS_J_RS_J_RS_RF_DATA, et J_RS_J_RS_J_RS_RF_CARRIER.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_DATA, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RF, et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CA.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_PROG.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_ADMIN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RS.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_MODE.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_DISP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CLOCK.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_P5, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_N5, et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_33.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_EXT_P et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_EXT_N.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_BTN_DISP et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_BTN_MODE.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RS_ADMIN_IN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CPU_CLOCK et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CPU_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_V_BTN_MODE, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_V_BTN_DISP, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_NEW_CALENDAR, et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_NEW_TIMESTAMP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CURRENT_DATE, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_SYSTEM_STATE, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CALENDAR, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RF_CARRIER_ACTIVE, et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RS_DATA_OUT, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RF_DATA, et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RF_CARRIER.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_DATA, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RF, et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CA.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_PROG.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_ADMIN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RS.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_MODE.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_DISP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CLOCK.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_P5, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_N5, et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_33.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_EXT_P et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_EXT_N.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_BTN_DISP et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_BTN_MODE.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RS_ADMIN_IN.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CPU_CLOCK et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CPU_LOAD.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_V_BTN_MODE, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_V_BTN_DISP, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_NEW_CALENDAR, et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_NEW_TIMESTAMP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CURRENT_DATE, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_SYSTEM_STATE, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_CALENDAR, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RF_CARRIER_ACTIVE, et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RS_DATA_OUT, J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RF_DATA, et J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_J_RS_RF_CARRIER.
- Les modules SUP, CONF, TIME, et COM sont connectés à J_RS

Le système est composé des fonctions principales suivantes :

- **PWR – Régulation et supervision de l'alimentation** : régulation de l'alimentation, supervision des tensions d'alimentation.
- **SUP – Interface de supervision et d'administration** : réception des commandes d'administration, supervision de la santé du processeur.
- **CONF – Configuration et états logiques du système** : traitement des entrées utilisateur, sauvegarde et chargement de la configuration.
- **SCR – Ecran utilisateur** : affichage des informations système et contrôle de la configuration.
- **TIME – Gestion du temps** : gestion de l'horodatage et algorithmes de calcul du temps.
- **COM – Transmission des données** : mise en forme et transmission des données vers les équipements abonnés.

II. EXIGENCES SYSTEME

1) Exigences générales d'acceptabilité

SYS_REQ-0001-001	
<i>Charge CPU acceptable</i>	<i>SW</i>
Dans le pire cas d'exécution du système, l'utilisation du CPU par le système ne doit pas dépasser 80 % de la limite {C_OPECYCLE_DURATION_MAX}.	

SYS_REQ-0002-001	
<i>Occupation RAM acceptable</i>	<i>SW</i>
Dans le pire cas d'exécution du système, l'utilisation de la RAM par le système ne doit pas dépasser 80 % de sa capacité maximale.	

2) SYS – Fonctions générales transverses

SYS_REQ-0003-001	
<i>Réinitialisation du système</i>	<i>HW</i>
Un bouton poussoir {BTN_RST} doit permettre de réinitialiser le système sans mise hors tension de la carte électronique.	

SYS_REQ-0004-001	
<i>Programmation du microcontrôleur</i>	<i>HW</i>
Une interface JTAG/SWD {J_RS_PROG} doit permettre de programmer le microcontrôleur sans mise sous tension complète de la carte électronique.	

3) CORE – Initialisation et ordonnancement des opérations

SYS_REQ-0005-002	
<i>Ordonnancement des opérations</i>	<i>SW</i>
<p>Les opérations logicielles doivent être effectuées dans l'ordre suivant :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Initialisation des flux logiciels 2) Configuration des périphériques du microcontrôleur <p>Tant qu'aucune commande d'arrêt du système n'est reçue :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) Horodatage du début du cycle (ignorer pour la première itération) 5) Réception des commandes d'administration 6) Traitement des commandes d'administration 7) Détection de l'appui sur les boutons utilisateur 8) Actualisation de la configuration du système 9) Calcul des informations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - Date et heure calendaires - Tensions d'alimentation - Charge CPU du cycle précédent - Fréquences des horloges internes 10) Contrôle de l'interface de transmission aux équipements distants 11) Emission des informations à destination des équipements distants 12) Affichage des informations sur l'écran utilisateur 	

SYS_REQ-0006-001	
<i>Initialisation des flux logiciels</i>	<i>SW</i>
<p>Les flux logiciels doivent être initialisés avant l'exécution « temps réel », et leur valeur d'initialisation doit être conforme aux valeurs par défaut définies dans le document [A2] « Domaines de définition et précisions ».</p> <p>Si une valeur par défaut n'est pas explicitement définie, le flux de données doit être initialisé tel que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Initialisation à 0 pour les valeurs numériques (entiers et réels) - Initialisation à <i>NULL</i> pour les pointeurs - Initialisation à <i>FALSE</i> pour les booléens 	



Les fonctionnalités du système sont décrites dans les modules suivants :

(2) Configuration du microcontrôleur → configurations spécifiques pour chaque module

(3) *Etape supprimée, conservation du numéro en réserve*

(4) Horodatage du début du cycle → SUP

(5) Réception des commandes d'administration → SUP

(6) Traitement des commandes d'administration → SUP

(7) Détection de l'appui sur les boutons utilisateur → SUP

(8) Actualisation de la configuration du système → CONF

(9) Calcul des informations

- (-) Date et heure calendaires → TIME
- (-) Tensions d'alimentation → PWR
- (-) Charge CPU du cycle précédent → SUP
- (-) Fréquence des horloges internes → SUP

(10) Contrôle de l'interface de transmission aux équipements distants → COM

(11) Emission des informations à destination des équipements distants → COM

(12) Affichage des informations sur l'écran utilisateur → SCR

4) PWR – Régulation et supervision de l'alimentation

Entrées		
Nom	Type	Description
PS_EXT_P	Alimentation électrique	Source d'alimentation positive, en provenance du connecteur J_PS_1
PS_EXT_N	Alimentation électrique	Source d'alimentation négative, en provenance du connecteur J_PS_1

Sorties		
Nom	Type	Description
PS_REG_33	Alimentation électrique	Source d'alimentation régulée +3.3V commune aux fonctions du système
PS_REG_P5	Alimentation électrique	Source d'alimentation régulée +5V commune aux fonctions du système
PS_REG_N5	Alimentation électrique	Source d'alimentation régulée -5V commune aux fonctions du système
PS_P_Voltage	Réel	Mesure de la tension d'alimentation externe PS_EXT_P
PS_N_Voltage	Réel	Mesure de la tension d'alimentation externe PS_EXT_N

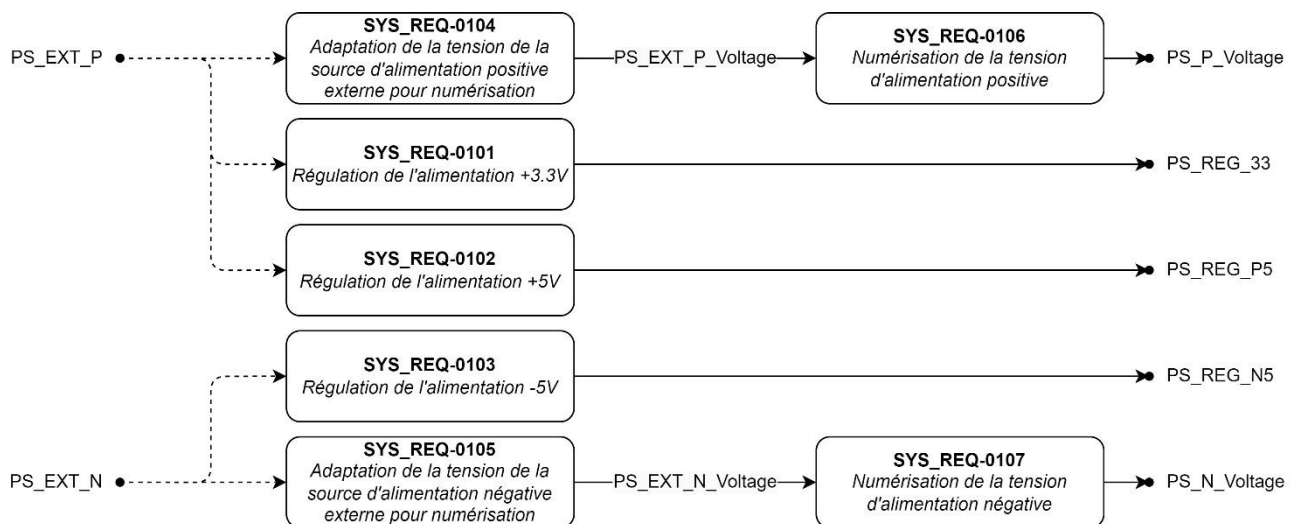


Figure 3 : Flux d'exigences PWR – Régulation et supervision de l'alimentation

SYS_REQ-0101-001
Régulation de l'alimentation +3.3V
HW

La source d'alimentation extérieure positive utilisée pour alimenter les fonctions du système doit être régulée pour fournir une tension d'alimentation stabilisée : {PS_REG_33} = +3.3 V.

SYS_REQ-0102-001
Régulation de l'alimentation +5V
HW

La source d'alimentation extérieure positive utilisée pour alimenter les fonctions du système doit être régulée pour fournir une tension d'alimentation stabilisée : {PS_REG_P5} = +5 V.

SYS_REQ-0103-001
Régulation de l'alimentation -5V
HW

La source d'alimentation extérieure négative utilisée pour alimenter les fonctions du système doit être régulée pour fournir une tension d'alimentation stabilisée : {PS_REG_N5} = -5 V.

SYS_REQ-0104-001
Adaptation de la tension de la source d'alimentation positive externe pour numérisation
HW

Le flux intermédiaire {PS_EXT_P_Voltage} doit être une adaptation linéaire de la tension {PS_EXT_P} tel que {PS_EXT_P} ∈ [0 ; 9V] et {PS_EXT_P_Voltage} ∈ [0 ; 3.3V].

SYS_REQ-0105-001
Adaptation de la tension de la source d'alimentation négative externe pour numérisation
HW

Le flux intermédiaire {PS_EXT_N_Voltage} doit être une adaptation linéaire de la tension {PS_EXT_N} tel que {PS_EXT_N} ∈ [-9V ; 0] et {PS_EXT_N_Voltage} ∈ [0 ; 3.3V].



Les exigences SYS_REQ-0104 et SYS_REQ-0105 permettent la mesure des tensions d'alimentation sans endommager le microcontrôleur.

SYS_REQ-0106-001
Numérisation de la tension d'alimentation positive
HW, SW

La tension {PS_EXT_P} doit être numérisée par le logiciel comme une valeur de l'intervalle [0 ; 9V].

SYS_REQ-0107-001
Numérisation de la tension d'alimentation négative
HW, SW

La tension {PS_EXT_N} doit être numérisée par le logiciel comme une valeur de l'intervalle [-9V ; 0].

5) SUP – Interface de supervision et d'administration

Entrées		
Nom	Type	Description
RS_ADMIN_IN	Bus de communication	Ligne série entrante d'administration
BTN_DISP	Signal électrique discret	Bouton de changement de l'état du système et de la page affichée sur l'écran utilisateur
BTN_MODE	Signal électrique discret	Bouton d'action selon l'état du système
TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP	Entier non signé	Temps écoulé depuis le démarrage du système

Sorties		
Nom	Type	Description
[PONG_IDS]	Tableau de chaînes de caractères	Tableau d'identifiants de commandes de PING à acquitter
NEW_CALENDAR	Enuméré	Nouveau calendrier à utiliser
NEW_TIMESTAMP	Entier non signé	Nouveau timestamp à utiliser
V_BTN_MODE	Booléen	Indicateur d'activation du bouton de changement de l'état du système et de la page affichée sur l'écran utilisateur
V_BTN_DISP	Booléen	Indicateur d'activation du bouton d'action selon l'état du système
CPU_CLOCK	Réel	Fréquence de l'horloge CPU
CPU_LOAD	Réel	Charge CPU

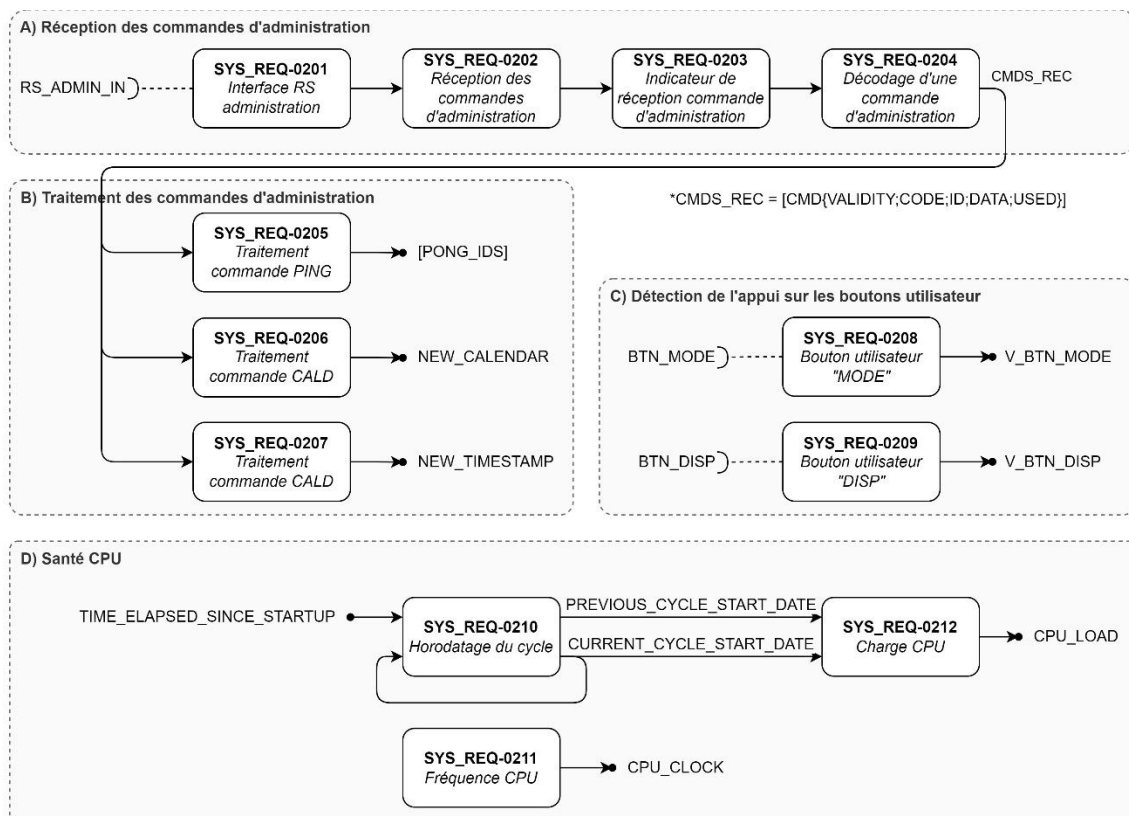


Figure 4 : Flux d'exigences SUP – Interface de supervision et d'administration

A. Réception des commandes d'administration

SYS_REQ-0201-002

Interface RS administration

HW, SW

Le système doit fournir une ligne de transmission série UART {RS_ADMIN_IN} unidirectionnelle en réception permettant la réception de commandes d'administration en provenance d'un équipement extérieur. Cette ligne série doit répondre aux paramètres de transmission suivants :

- Baud rate : 9600 bauds
- 8 bits de données
- Bit de parité : impaire
- 1 bit de stop

SYS_REQ-0202-001

Réception des commandes d'administration

SW

Les commandes d'administration sont transmises comme des chaînes de caractères ASCII de tailles variables, décrites par le document [A1] Description des interfaces RS.

Sur réception d'une commande d'administration, la commande doit être décodée et sa validité vérifiée :

- Vérification de la cohérence et de l'intégrité de la commande
- Vérification des intervalles de définition
- Vérification de l'existence de la commande

SYS_REQ-0203-001

Décodage d'une commande d'administration

SW

Chaque commande reçue doit disposer d'un indicateur de validité {CMD::VALIDITY} :

La commande reçue...	Valeur de {CMD::VALIDITY}	Valeur de {CMD::CODE}	Valeur de {CMD::ID}	Valeur de {CMD::DATA}
Ne correspond à aucune commande existante	CMD_UNKNOWN_MSG	Chaîne de caractères vide	Chaîne de caractères vide	Chaîne de caractères vide
Est connue, mais son format est erroné	CMD_FORMAT_ERR	Code de la commande		
Est connue et son format valide, mais une donnée de la commande est hors de son intervalle de définition autorisé	CMD_OUT_OF_RANGE		ID de la commande reçue	
Est connue, son format est valide et ses données dans leur intervalle de définition	CMD_OK			Données de la commande reçue

SYS_REQ-0204-001

Sélection des commandes prises en compte

SW

Pour les codes autres que PING, lorsque plusieurs commandes d'administration d'un même code sont reçues, seule la dernière commande valide doit être prise en compte. Dans ce cas, le champ {CMD::USED} de cette commande doit être valorisé à TRUE. Le champ {CMD::USED} des autres commandes du même code doit être valorisé à FALSE.

Le champ {CMD::USED} des commandes PING valides ({CMD::VALIDITY} == CMD_OK) doit, quant à lui, toujours être valorisé à TRUE.

B. Traitement des commandes d'administration

SYS_REQ-0205-001

Traitement des commandes d'administration – Commande PING

SW

Si une ou plusieurs commandes PING valides ({CMD::USED} == TRUE) ont été reçues, la sortie {PONG_IDS} doit contenir la liste ordonnée par ordre de réception des identifiants {CMD::ID} des commandes PING reçues. Si aucune commande PING n'a été reçue, {PONG_IDS} doit être une liste vide.

SYS_REQ-0206-001

Traitement des commandes d'administration – Commande CALD

SW

Si une commande CALD valide ({CMD::USED} == TRUE) a été reçue, les données de la commande doivent être décodées et la sortie {NEW_CALENDAR} valorisée avec le calendrier obtenu. Sinon, elle doit être valorisée avec une valeur par défaut invalide.

SYS_REQ-0207-001

Traitement des commandes d'administration – Commande TMSP

SW

Si une commande TMSP valide ({CMD::USED} == TRUE) a été reçue, les données de la commande doivent être décodées et la sortie {NEW_TIMESTAMP} valorisée avec le nouvel horodatage obtenu. Sinon, elle doit être valorisée avec une valeur par défaut invalide.

C. Détection de l'appui sur les boutons utilisateur

SYS_REQ-0208-002

Bouton utilisateur « MODE »

HW, SW

Le système doit fournir un bouton poussoir {BTN_MODE} à deux états (pressé ou relâché). L'appui sur le bouton doit être détecté sur front montant, avec une période d'échantillonnage de 10 ms (100 Hz). La sortie {V_BTN_MODE} doit être valorisée selon l'appui sur le bouton.

SYS_REQ-0209-002

Bouton utilisateur « DISP »

HW, SW

Le système doit fournir un bouton poussoir {BTN_DISP} à deux états (pressé ou relâché). L'appui sur le bouton doit être détecté sur front montant, avec une période d'échantillonnage de 10 ms (100 Hz). La sortie {V_BTN_DISP} doit être valorisée selon l'appui sur le bouton.

D. Santé CPU

SYS_REQ-0210-001	
<i>Horodatage du cycle</i>	<i>SW</i>
A chaque début de cycle sauf pour le premier cycle, avant tout traitement, {PREVIOUS_CYCLE_START_DATE} doit être valorisé à {CURRENT_CYCLE_START_DATE}, puis {CURRENT_CYCLE_START_DATE} doit être valorisé comme le temps écoulé depuis le démarrage du système {TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP}.	
SYS_REQ-0211-001	
<i>Fréquence CPU</i>	<i>SW</i>
La sortie {CPU_CLOCK} doit être valorisée avec la fréquence de l'horloge de référence du microcontrôleur.	
SYS_REQ-0212-001	
<i>Charge CPU</i>	<i>SW</i>
La sortie {CPU_LOAD} doit être valorisée avec la charge CPU du cycle précédent, telle que :	
$CPU_LOAD = \frac{CURRENT_CYCLE_START_DATE - PREVIOUS_CYCLE_START_DATE}{C_OPECYCLE_DURATION_MAX} \times 100$	

6) CONF – Configuration et états logiques du système

Entrées		
Nom	Type	Description
V_BTN_DISP	Booléen	Indicateur d'activation du bouton de changement de l'état du système et de la page affichée sur l'écran utilisateur
V_BTN_MODE	Booléen	Indicateur d'activation du bouton d'action selon l'état du système
RF_CARRIER_ACTIVE	Booléen	Indicateur d'activation de la porteuse RF
NEW_CALEDAR	Enuméré	Nouveau calendrier à utiliser
NEW_TIMESTAMP	Entier non signé	Nouveau timestamp à utiliser

Sorties		
Nom	Type	Description
CALENDAR	Enuméré	Calendrier utilisé par le système
CURRENT_TIMESTAMP	Entier non signé	Horodatage actuel du système
RF_CARRIER_ACTIVE	Booléen	Indicateur d'activation de la porteuse RF
SYSTEM_STATE	Enuméré	Etat logique du système

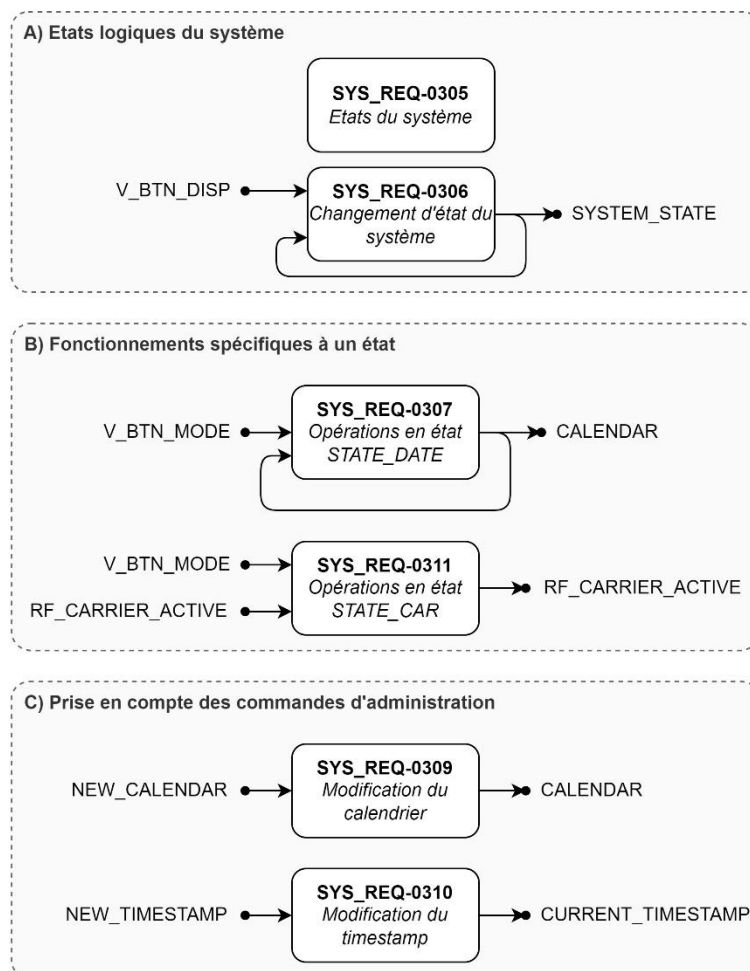


Figure 5 : Flux d'exigences CONF – Configuration du système

A. Etats logiques du système

SYS_REQ-0305-001	
<i>Etats du système</i>	<i>SW</i>
<p>Le système doit implémenter cinq états de fonctionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accueil (STATE_HOME = 0) - Gestion du temps (STATE_DATE = 1) - Supervision de l'alimentation (STATE_PWR = 2) - Gestion du CPU (STATE_CPU = 3) - Supervision des <i>timers</i> (STATE_TIM = 4) - Gestion de la porteuse (STATE_CAR = 5) 	

SYS_REQ-0306-001	
<i>Changement d'état du système</i>	<i>SW</i>
<p>Lors de l'appui sur le bouton {BTN_DISP} ({V_BTN_DISP} == pressé), l'état de fonctionnement du système {SYSTEM_STATE} doit changer pour passer à l'état suivant. Une fois tous les états parcourus, le système doit revenir à l'état STATE_HOME.</p>	

B. Fonctionnements spécifiques à un état

SYS_REQ-0307-001	
<i>Opérations en état STATE_DATE</i>	<i>SW</i>
<p>En état STATE_DATE, l'appui sur le bouton {BTN_MODE} doit modifier le calendrier {CALENDAR} utilisé, dans l'ordre cyclique suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calendrier Julien - Calendrier Grégorien - Calendrier UTC 	

SYS_REQ-0311-001	
<i>Opérations en état STATE_CAR</i>	<i>SW</i>
<p>En état STATE_CAR, l'appui sur le bouton {BTN_MODE} doit basculer l'état de {RF_CARRIER_ACTIVE}.</p>	

C. Prise en compte des commandes d'administration

SYS_REQ-0309-001	
<i>Modification du calendrier</i>	<i>SW</i>
<p>Si {NEW_CALENDAR} est différent de sa valeur par défaut invalide, le calendrier {CALENDAR} utilisé pour l'horodatage textuel du système doit être modifié pour prendre la valeur {NEW_CALENDAR}.</p>	

SYS_REQ-0310-001	
<i>Modification du timestamp</i>	<i>SW</i>
<p>Si {NEW_TIMESTAMP} est différent de sa valeur par défaut invalide, l'horodatage {CURRENT_TIMESTAMP} doit être modifié pour prendre la valeur {NEW_TIMESTAMP}, et le compteur incrémental de l'horloge du temps doit être réinitialisé à 0.</p>	

7) SCR – Ecran utilisateur

Entrées		
Nom	Type	Description
SYSTEM_STATE	Enuméré	Etat logique du système
CALENDAR	Enuméré	Calendrier utilisé par le système
CURRENT_DATE	Structure	Date et heure actuelles du système
PS_P_Voltage	Réel	Mesure de la tension d'alimentation externe PS_EXT_P
PS_N_Voltage	Réel	Mesure de la tension d'alimentation externe PS_EXT_N
CPU_CLOCK	Réel	Fréquence de l'horloge CPU
CPU_LOAD	Réel	Charge CPU
RF_CARRIER_ACTIVE	Booléen	Indicateur d'activation de la porteuse RF

Sorties		
Nom	Type	Description
SCR_USR	Bus de communication	Ecran utilisateur

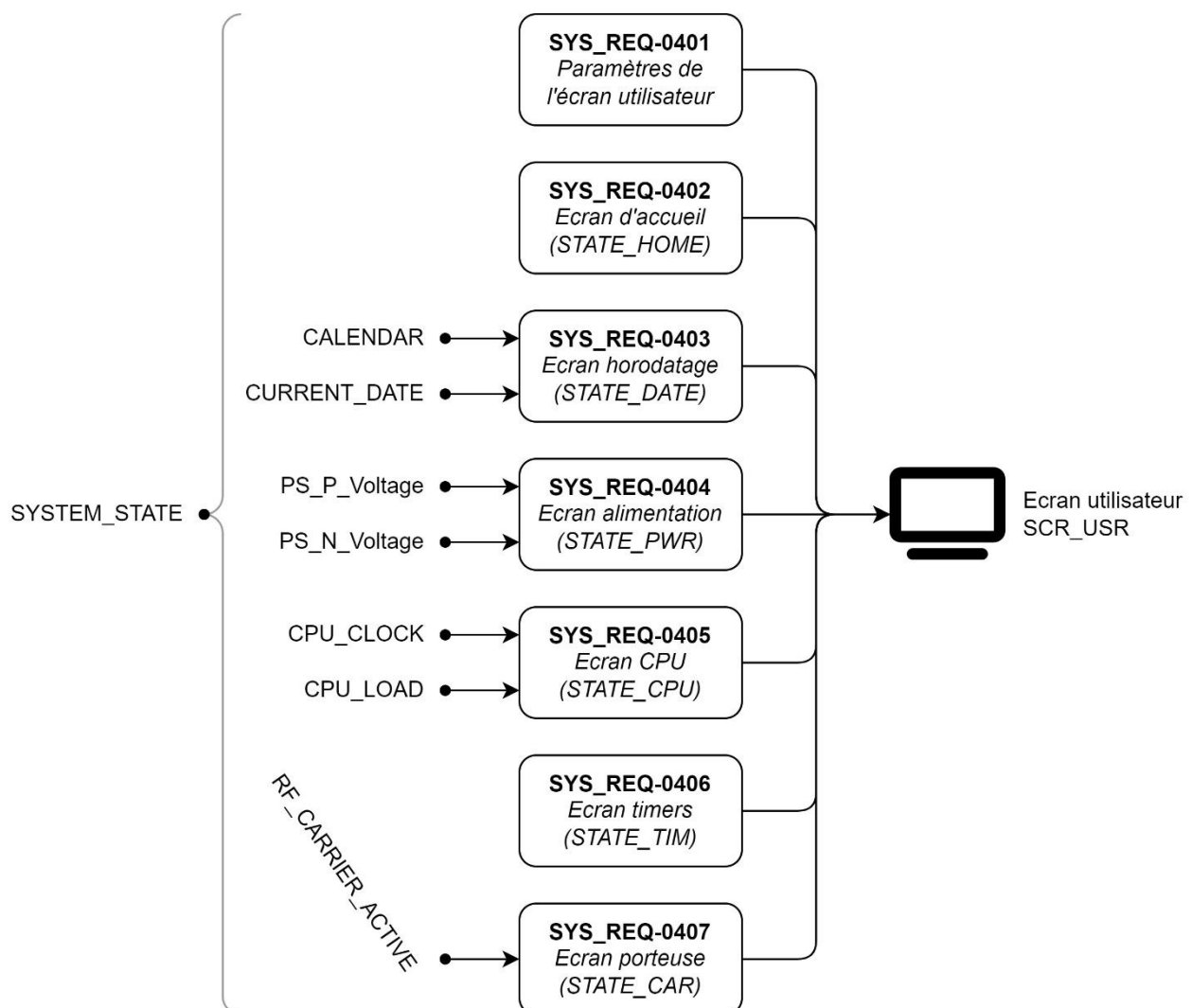


Figure 6 : Flux d'exigences SCR – Ecran utilisateur

SYS_REQ-0401-001
Paramètres de l'écran utilisateur

SW

L'écran utilisateur {SCR_USR} doit pouvoir afficher 3 lignes de 18 caractères.

SYS_REQ-0402-001
Ecran d'accueil (STATE_HOME)

SW

En état {SYSTEM_STATE} == STATE_HOME, l'écran {SCR_USR} doit afficher le contenu suivant :

Ligne	Caractères																
1				W	o	r	l	d	S	k	i	l	l	s			
2							F	r	a	n	c	e					
3			C	N	A	T	4	8		-		2	0	2	5		

SYS_REQ-0403-002
Ecran horodatage (STATE_DATE)

SW

En état {SYSTEM_STATE} == STATE_DATE, l'écran {SCR_USR} doit afficher le contenu suivant :

Ligne	Caractères																
1	C	a	l	d	:		<	c	a	l	e	n	d	a	r	>	
2	D	a	t	e	:		y	y	y	y	-	M	M	-	d	d	
3	T	i	m	e	:		h	h	:	m	m	:	s	s	.	m	s

Avec :

- <calendar> remplacé par le nom du calendrier {CALENDAR}, tel que :
 - o Calendrier Julien = JULIAN
 - o Calendrier Grégorien = GREGORIAN
 - o Calendrier UTC = UTC
- yyyy : l'année actuelle {CURRENT_DATE.year}, sur 4 caractères
- MM : le mois actuel {CURRENT_DATE.month}, sur 2 caractères
- dd : le jour actuel {CURRENT_DATE.day}, sur 2 caractères
- hh : l'heure actuelle {CURRENT_DATE.hour}, sur 2 caractères
- mm : la minute actuelle {CURRENT_DATE.minute}, sur 2 caractères
- ss : la seconde actuelle {CURRENT_DATE.second}, sur 2 caractères
- mss : la milliseconde actuelle {CURRENT_DATE.millisecond}, sur 3 caractères

Si la date n'est pas valide, afficher « INVALID » à la place de la date et de l'heure.

SYS_REQ-0404-001
Ecran alimentation (STATE_PWR)

SW

En état {SYSTEM_STATE} == STATE_PWR, l'écran {SCR_USR} doit afficher le contenu suivant :

Ligne	Caractères																
1	P	o	w	e	r		v	o	l	t	a	g	e	s			
2	P	S	_	E	X	T	_	P	:		x	x	.	x	x	x	V
3	P	S	_	E	X	T	_	N	:		x	x	.	x	x	x	V

Avec xx.xxx respectivement {PS_P_Voltage} et {PS_N_Voltage}.

SYS_REQ-0405-002

Ecran CPU (STATE_CPU)

SW

En état {SYSTEM_STATE} == STATE_CPU, l'écran {SCR_USR} doit afficher le contenu suivant :

Ligne	Caractères																	
1	C	l	o	c	k	:				x	x	x	x	x		k	H	z
2	C	P	U		l	o	a	d	:		x	x	x	.	x	x		%
3																		

Avec :

- Clock = {CPU_CLOCK}
- CPU load = {CPU_LOAD}

SYS_REQ-0406-002

Ecran timers (STATE_TIM)

SW

En état {SYSTEM_STATE} == STATE_TIM, l'écran {SCR_USR} doit afficher le contenu suivant :

Ligne	Caractères																	
1	T	i	m	e	r		f	r	e	q	u	e	n	c	i	e	s	
2	T	I	M	2	1	:		x	x	x	x	x	x	.	x		H	z
3	T	I	M	2	2	:		x	x	x	x	x	x	.	x		H	z

Avec TIM21 et TIM22 les fréquences des interruptions des *timers* TIM21 et TIM22, telles que

$$F_{\text{interruption}}[\text{Hz}] = \frac{F_{\text{timer}}[\text{Hz}]}{(PSC+1)(ARR+1)}.$$
SYS_REQ-0407-001

Ecran porteuse (STATE_CAR)

SW

En état {SYSTEM_STATE} == STATE_CAR, l'écran {SCR_USR} doit afficher le contenu suivant :

Si {RF_CARRIER_ACTIVE} positionné à TRUE :

Ligne	Caractères																	
1	S	i	g	n	a	l		c	a	r	r	i	e	r				
2																		
3	S	t	a	t	e	:		A	C	T	I	V	A	T	E	D		

Sinon :

Ligne	Caractères																	
1	S	i	g	n	a	l		c	a	r	r	i	e	r				
2																		
3	S	t	a	t	e	:		D	E	A	C	T	I	V	A	T	E	D

8) TIME – Gestion du temps

Entrées		
Nom	Type	Description
TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP	Entier non signé	Temps écoulé depuis le démarrage du système
CURRENT_TIMESTAMP	Entier non signé	Horodatage actuel du système
CALENDAR	Enuméré	Calendrier utilisé par le système

Sorties		
Nom	Type	Description
TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP	Entier non signé	Temps écoulé depuis le démarrage du système
CURRENT_TIMESTAMP	Entier non signé	Horodatage actuel du système
CURRENT_DATE	Structure	Date et heure actuelles du système

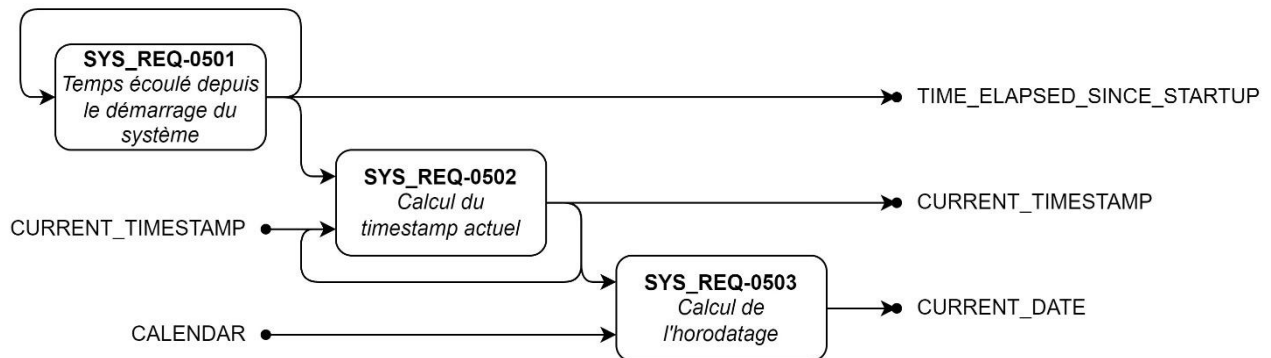


Figure 7 : Flux d'exigences TIME – Gestion du temps

SYS_REQ-0501-002
Temps écoulé depuis le démarrage du système
SW

La sortie {TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP} doit être valorisée avec le nombre de millisecondes écoulées depuis le démarrage du système.

SYS_REQ-0502-001
Calcul du timestamp actuel
SW

Le temps actuel {CURRENT_TIMESTAMP} doit tenir compte du temps écoulé {TIME_ELAPSED_SINCE_STARTUP} depuis le démarrage du système.

SYS_REQ-0503-001
Calcul de l'horodatage
SW

Calculer la date courante selon le calendrier {CALENDAR} utilisé et le *timestamp* actuel {CURRENT_TIMESTAMP} :

- Si {CALENDAR} == CALENDAR_JULIAN, utiliser l'algorithme de calcul III.4) et positionner {CURRENT_DATE.Validity} à TRUE.
- Si {CALENDAR} == CALENDAR_GREGORIAN, utiliser l'algorithme de calcul III.5) et positionner {CURRENT_DATE.Validity} à TRUE.
- Si {CALENDAR} == CALENDAR_UTC, utiliser l'algorithme de calcul III.6) et positionner {CURRENT_DATE.Validity} à TRUE.

Sinon, positionner les valeurs suivantes :

- {CURRENT_DATE.Validity} = FALSE
- {CURRENT_DATE.Day} = C_UNDEFINED_DATE_DAY
- {CURRENT_DATE.Month} = C_UNDEFINED_DATE_MONTH
- {CURRENT_DATE.Year} = C_UNDEFINED_DATE_YEAR
- {CURRENT_DATE.Hour} = C_UNDEFINED_DATE_HOUR
- {CURRENT_DATE.Minute} = C_UNDEFINED_DATE_MINUTE
- {CURRENT_DATE.Second} = C_UNDEFINED_DATE_SECOND

9) COM – Transmission des données

Entrées		
Nom	Type	Description
[PONG_IDS]	Tableau de chaînes de caractères	Tableau d'identifiants de commandes de PING à acquitter
RF_CARRIER_ACTIVE	Booléen	Indicateur d'activation de la porteuse RF

Sorties		
Nom	Type	Description
Aucune sortie		

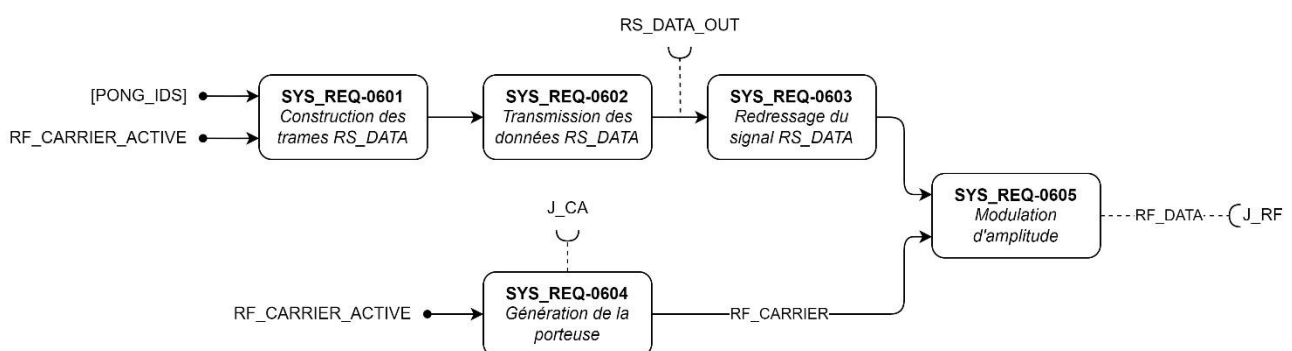


Figure 8 : Flux d'exigences COM – Transmission des données

SYS_REQ-0601-001

Construction des trames RS_DATA

SW

Si {RF_CARRIER_ACTIVE} est positionné à TRUE, le système doit construire les trames de données RS_DATA en suivant les formats définis dans le document de description de l'interface {RS_DATA} : [A1] Description des interfaces RS. Sinon, ne rien faire.

SYS_REQ-0602-001

Transmission des données RS_DATA

HW, SW

Le système doit fournir une ligne de transmission série UART {RS_DATA} unidirectionnelle en transmission permettant la transmission de données (ultérieurement modulées par une porteuse RF) à destination d'un équipement distant. Cette ligne série doit répondre aux paramètres de transmission suivants :

- Baud rate : 9600 bauds
- 8 bits de données
- Bit de parité : impaire
- 1 bit de stop

La ligne série doit transmettre les données RS_DATA dès que celles-ci sont produites.

SYS_REQ-0603-001

Redressement du signal RS_DATA

HW, SW

Le signal {RS_DATA} bivalent {0 ; 3.3} V doit être redressé pour que son état bas soit à 1V et son état haut à 5V.

SYS_REQ-0604-001

Génération de la porteuse

HW, SW

Si un signal est connecté au connecteur {J_CA}, le système doit utiliser ce signal externe comme porteuse {RF_CARRIER} pour la transmission RF.

Sinon, {J_CA} doit prendre pour valeur {RF_CARRIER}, tel que :

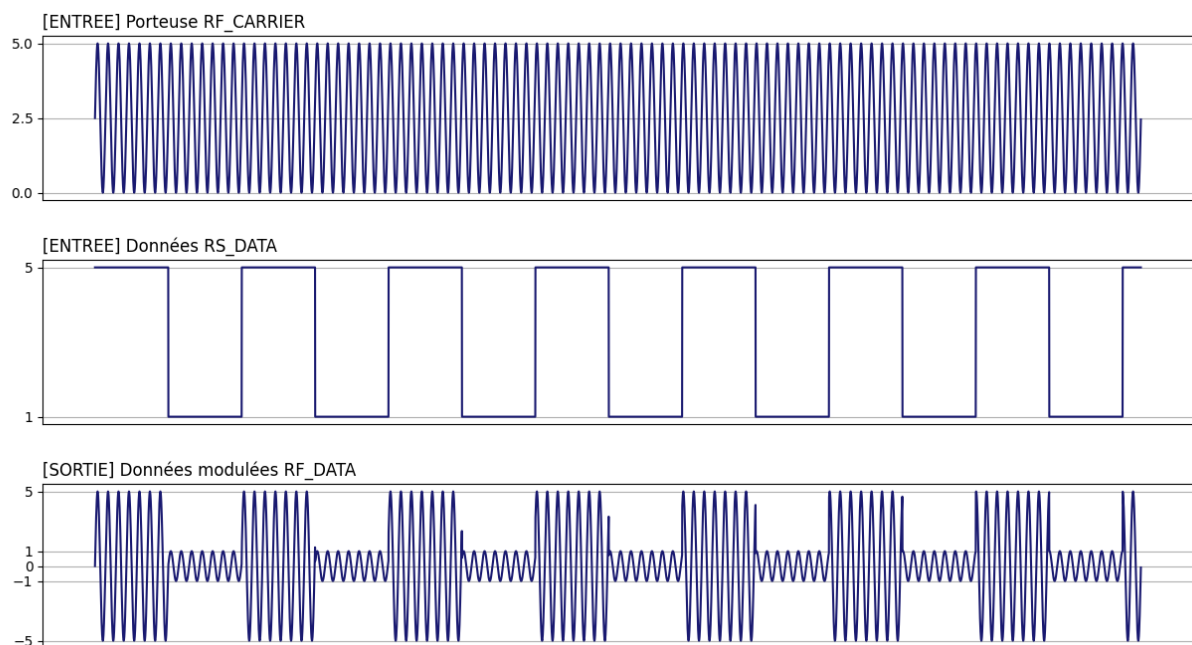
- Si {RF_CARRIER_ACTIVE} est positionné à TRUE, le système doit générer une porteuse sinusoïdale de fréquence 250 kHz et d'amplitude crête-à-crête [0 ; 5] V, de valeur minimale 0 V.
- Sinon, aucun signal ne doit être généré ({RF_CARRIER} = 0V).

SYS_REQ-0605-001

Modulation d'amplitude

HW

Le système doit moduler l'amplitude de la porteuse {RF_CARRIER} avec le signal {RF_DATA} et sortir le signal modulé sur le connecteur {J_RF} comme illustré ci-dessous :



III. ALGORITHMES SPECIFIQUES – HORODATAGE

Soit {TIMESTAMP} un horodatage UNIX quelconque, c'est-à-dire le nombre de secondes écoulées depuis le 1^{er} janvier 1970 à 0h00 GMT+0 UTC (UNIX EPOCH).

1) Temps UNIX / POSIX

Les temps UNIX et POSIX désignent un même modèle de temps technique, mais différent dans la spécification de celui-ci. Ces deux systèmes de temps sont la représentation du temps défini à partir du 1^{er} janvier 1970 à 0:00:00 UTC (point temporel appelé « Epoch UNIX »), c'est-à-dire qu'ils **comptent le nombre de secondes écoulées depuis l'Epoch, sans tenir compte des variations naturelles comme les secondes intercalaires**. De fait, chaque jour est considéré comme comptant exactement 86400 secondes (24 heures). La seule différence entre les deux modèles réside dans le fait que le modèle POSIX spécifie explicitement que les secondes intercalaires sont ignorées, ce qui n'est qu'implicite dans le modèle UNIX.

2) Choix techniques sur le calcul des dates calendaires

Au sein du système, toutes les dates calendaires sont calculées à partir de temps POSIX et de l'Epoch UNIX. Tous les calendriers pris en charge par le système étant entrés en vigueur avant l'Epoch UNIX (1^{er} janvier 1970), les algorithmes calendaires du système ne tiennent pas compte desdites dates d'entrée en vigueur (par exemple, le calendrier grégorien ne peut théoriquement pas fournir de date avant 1582). En revanche, les algorithmes calendaires du système tiennent compte de la date équivalente à l'Epoch UNIX dans leur propre calendrier (exemple : 1^{er} janvier 1970 grégorien = 19 décembre 1969 julien). Ces dates équivalentes sont appelées « **Dates de référence** » dans les algorithmes décrits ci-après. Pour simplifier les calculs, on considère que les décalages d'horodatage s'appliquent uniquement aux dates, pas aux horaires (sauf mention contraire spécifiée, comme les secondes intercalaires).



Les algorithmes spécifiés ci-après décrivent les calculs d'horodatage pour des timestamps POSIX positifs. Les timestamps négatifs ne sont pas pris en charge.

3) Dates de référence

Ci-dessous les dates de référence équivalentes à l'Epoch UNIX dans chaque calendrier :

Calendrier	Jour	Mois	Année
POSIX	1	Janvier	1970
Julien	19	Décembre	1969
Grégorien	1	Janvier	1970
UTC	1	Janvier	1970

Calendriers à intégrer dans une future version :

- Calendrier ISO-8601
- Calendrier universel
- Calendrier fixe

4) Calendrier julien

Le calendrier julien, introduit par Jules César en 46 av. J.C. et utilisé jusqu'à son remplacement en 1582 par le calendrier grégorien (mais utilisé par certaines nations orthodoxes comme la Grèce jusqu'au XX^e siècle), implémente les calculs de temps de la façon suivante :

- Les années standard comptent 365 jours, avec 28 jours au mois de février
- Les années bissextiles comptent 366 jours, avec 29 jours au mois de février
- Est année bissextile toute année multiple de 4
- Le calendrier Julien ne tient pas compte des secondes intercalaires

Mois	Jan.	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Nombre de jours année standard	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Nombre de jours année bissextile	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Ce calendrier ayant montré une forte dérive temporelle depuis son introduction (d'où sa réforme grégorienne), la date de référence équivalente à l'Epoch UNIX dans le calendrier julien n'est pas le 1^{er} janvier 1970, mais le 19 décembre 1969. On fixe :

```
DateRéférence.Année = 1969
DateRéférence.Mois  = 1
DateRéférence.Jour  = 18 /* Premier jour de la recherche = 0 pour simplifier les calculs, d'où jour de
référence = jour du mois - 1 */
```

Calcul de l'horodatage julien par rapport à un horodatage UNIX quelconque

```
/* Nombre de jours pour chaque mois d'une année non bissextile */
Constante NbJoursParMoisNonBissextile[12] = [janvier : 31, février : 28, mars : 31, avril : 30, mai :
31, juin : 30, juillet : 31, août : 31, septembre : 30, octobre : 31, novembre : 30, décembre : 31]

/* Nombre de jours pour chaque mois d'une année bissextile */
Constante NbJoursParMoisBissextile[12] = [janvier : 31, février : 29, mars : 31, avril : 30, mai : 31,
juin : 30, juillet : 31, août : 31, septembre : 30, octobre : 31, novembre : 30, décembre : 31]

/* Nombre de jours écoulés depuis l'Epoch UNIX (1er jan. 1970, 00:00:00 UTC) */
Constante NbJoursEcoulesDepuisEpoch = PartieEntière({TIMESTAMP} / 86400)

/* Nombre de secondes écoulées depuis le début de la journée */
Constante TempsDansLaJournée = {TIMESTAMP} - NbJoursEcoulesDepuisEpoch * 86400

AnnéeEnCours      = DateRéférence.Année      /* Année de début de recherche */
NbJoursRestants = NbJoursEcoulesDepuisEpoch /* Nombre de jours avant d'atteindre la date courante */
NbJoursMaxAnnéeEnCours = -1 /* Nombre maximum de jours dans l'année en cours */
NbJoursParMoisAnnéeEnCours = [] /* Liste des nombres de jours par mois pour l'année en cours */

Résultat.Année = -1 /* Année courante */
Résultat.Mois  = -1 /* Mois courante */
Résultat.Jour  = -1 /* Jour courant */

Fin = Faux /* Fin de recherche de la date courante */

/* Détermine si l'année en cours est la première année de la recherche, pour ajouter un éventuel */
/* décalage du nombre de jours si la date de référence n'est pas le 1er janvier */
PremièreAnnée = Vrai
DécalageJours = 0
```

```

Faire
/* Sélection du nombre de jours dans l'année et du nombre de jours par */
/* mois de l'année selon le type d'année */
Si AnnéeEnCours est bissextile :
    NbJoursMaxAnnéeEnCours = 366
    NbJoursParMoisAnnéeEnCours[] = NbJoursParMoisBissextile[]
Sinon :
    NbJoursMaxAnnéeEnCours = 365
    NbJoursParMoisAnnéeEnCours[] = NbJoursParMoisNonBissextile[]
Fin Si

/* La première année de recherche étant l'année de référence, il est possible que la date de */
/* référence du calendrier ne soit pas le 1er janvier. Dans ce cas, la date courante est le */
/* nombre de secondes écoulées depuis cette date de référence, admettant un décalage avec le */
/* jour 0 de l'année (1er janvier). On calcule donc le nombre de jours écoulés entre le début */
/* de l'année de référence et le jour de référence. Ce nombre de jours sera un décalage */
/* appliqué au calcul de recherche de la date courante pour la première année de recherche. */
Si PremièreAnnée :
    Pour m allant de 1 à DateRéférence.Mois non inclus (< DateRéférence.Mois) :
        DécalageJours = DécalageJours + NbJoursParMoisAnnéeEnCours[m]
    DécalageJours = DécalageJours + DateRéférence.Jour
    PremièreAnnée = Faux
Sinon :
    DécalageJours = 0
Fin Si

NbJoursRestants = NbJoursRestants + DécalageJours

/* Si le nombre de jours restants avant la date courante est inférieur au */
/* nombre de jours dans l'année, la date courante est dans l'année en cours */
Si NbJoursRestants < NbJoursMaxAnnéeEnCours :

    Résultat.Année = AnnéeEnCours

    Pour m allant de 1 à 12 :
        /* Pour chaque mois, si le nombre de jours restants est inférieur au */
        /* nombre de jours dans le mois, la date est dans le mois en cours */
        Si NbJoursRestants < NbJoursParMoisAnnéeEnCours[m] :

            Résultat.Mois = m

            /* Ajout +1 au jour car le premier jour de référence est calculé comme */
            /* le jour 0 (exemple : 1er janvier 1970 = jour 0 du mois 0) */
            Résultat.Jour = NbJoursRestants + 1

            Fin = Vrai
            Sortir Pour

        /* Pour chaque mois, si le nombre de jours restants n'est pas inférieur au */
        /* nombre de jours dans le mois, la date n'est pas dans le mois en cours */
        /* et la recherche continue sur les mois suivants */
        Sinon :
            NbJoursRestants = NbJoursRestants - NbJoursParMoisAnnéeEnCours[m]
        Fin Si
    Fin Pour

    /* Si le nombre de jours restants avant la date courante n'est pas inférieur au */
    /* nombre de jours dans l'année, la date courante n'est pas dans l'année en */
    /* cours et la recherche continue sur les années suivantes */
    Sinon :
        NbJoursRestants = NbJoursRestants - NbJoursMaxAnnéeEnCours
        AnnéeEnCours = AnnéeEnCours + 1
    Fin Si

Tant que Fin = Faux

```

```

Résultat.Heure = -1
Résultat.Minute = -1
Résultat.Seconde = -1

TempsRestantDansLaJournée = TempsDansLaJournée

Résultat.Heure = PartieEntière(TempsRestantDansLaJournée / 3600) /* 3600 secondes dans une heure */
TempsRestantDansLaJournée = TempsRestantDansLaJournée - Résultat.Heure * 3600

Résultat.Minute = PartieEntière(TempsRestantDansLaJournée / 60) /* 60 secondes dans une minute */
TempsRestantDansLaJournée = TempsRestantDansLaJournée - Résultat.Minute * 60

Résultat.Seconde = TempsRestantDansLaJournée

```

5) Calendrier grégorien

Le calendrier grégorien, introduit par décret du pape Grégoire XIII le 14 février 1582 pour améliorer la correction des déviations temporelles du calendrier julien, conserve le format du calendrier julien, mais remplace la manière de calculer les années bissextiles. Tandis que le calendrier julien considérait bissextile toute année multiple de 4, l'ajustement au calendrier grégorien définit une année comme bissextile si elle respecte l'un des deux critères suivants :

- L'année est divisible par 4 sans être divisible par 100
- L'année est divisible par 400

Ainsi, pour être bissextile, une année doit dans tous les cas être divisible par 4, mais elle doit aussi être divisible par 400 si elle est année de centenaire.

On fixe la date de référence au 1^{er} janvier 1970 :

```

DateRéférence.Année = 1970
DateRéférence.Mois = 1
DateRéférence.Jour = 0 /* Premier jour de la recherche = 0 pour simplifier les calculs, d'où jour de
référence = jour du mois - 1 */

```

Calcul de l'horodatage grégorien par rapport à un horodatage UNIX quelconque

Même algorithme que pour le calendrier julien, en changeant seulement les conditions des années bissextiles.

6) Calendrier UTC

D'après Wikipédia :

UTC est une échelle de temps comprise entre le temps atomique international (TAI), qui est stable mais déconnecté de la rotation de la Terre, et le temps universel (TU) [temps astronomique], directement lié à la rotation de la Terre et donc lentement variable.

Dans « Temps Universel Coordonné » UTC, le terme « coordonné » indique que ce temps s'écoule de façon identique à celui du Temps Atomique International, il en a la stabilité et l'exactitude à un nombre entier de secondes près, et grâce à un mécanisme d'ajustement mis en œuvre chaque fois que nécessaire, il est décalé d'une seconde pour qu'il reste proche du temps universel à moins de 0,9 s près.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Temps_universel_coordonné

Ainsi, « chaque fois que nécessaire », le temps UTC est ajusté en ajoutant ou supprimant des secondes intercalaires. Ces ajouts ou retraits peuvent être réalisés soit le 31 décembre à minuit, soit le 30 juin à minuit^[1]. Concrètement, le temps UTC est majoritairement similaire au temps POSIX, mais ajoute ou retranche occasionnellement une seconde de décalage. La relation entre les temps POSIX et UTC n'étant de fait pas bijective, deux temps UTC peuvent avoir le même temps POSIX :

Etape	Temps UTC	Temps POSIX	
1	2008-12-31 23:59:57	1 230 767 997	
2	2008-12-31 23:59:58	1 230 767 998	
3	2008-12-31 23:59:59	1 230 767 999	
4	2008-12-31 23:59:60	1 230 768 000	Ajout d'une seconde intercalaire : 23:59:60
5	2009-01-01 00:00:00	1 230 768 000	
6	2009-01-01 00:00:01	1 230 768 001	
7	2009-01-01 00:00:02	1 230 768 002	



Lors de la 27^e Conférence générale des poids et mesures (18/11/2022, Versailles, France), face à la complexité croissante de maintenir un tel système, la communauté scientifique internationale a voté à la quasi-unanimité la suspension des secondes intercalaires à partir de 2035. Le temps UTC fonctionnera sans ces secondes intercalaires jusqu'en 2135, l'hypothèse étant qu'au cours des 100 prochaines années, les métrologues auront trouvé un meilleur système pour synchroniser les échelles de temps atomique et astronomique.

¹ Cette correction temporelle est décidée tous les 6 mois par le BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) dans son Bulletin C. Le bulletin annonce soit un ajout de seconde intercalaire, soit une suppression, soit qu'il n'y aura aucun des deux pour la prochaine période de 6 mois.

Ci-dessous la liste des secondes intercalaires depuis leur introduction en 1972 :

Année	30 juin 23:59:60	31 déc. 23:59:60
1972	78796800	94694400
1973	0	126230400
1974	0	157766400
1975	0	189302400
1976	0	220924800
1977	0	252460800
1978	0	283996800
1979	0	315532800
1980	0	0
1981	362793600	0
1982	394329600	0
1983	425865600	0
1984	0	0
1985	489024000	0
1986	0	0
1987	0	567993600
1988	0	0
1989	0	631152000
1990	0	662688000
1991	0	0
1992	709948800	0
1993	741484800	0
1994	773020800	0
1995	0	820454400
1996	0	0
1997	867715200	0
1998	0	883612800

Année	30 juin 23:59:60	31 déc. 23:59:60
1999	0	0
2000	0	0
2001	0	0
2002	0	0
2003	0	0
2004	0	0
2005	0	1136073600
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	1230768000
2009	0	0
2010	0	0
2011	0	0
2012	1341100800	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	1435708800	0
2016	0	1483228800
2017	0	0
2018	0	0
2019	0	0
2020	0	0
2021	0	0
2022	0	0
2023	0	0
2024	0	0

Code couleur	Signification
0	Pas de seconde intercalaire
Timestamp*	Ajout d'une seconde intercalaire
Timestamp*	Retranchement d'une seconde intercalaire (non applicable car jamais arrivé)

* Le timestamp indiqué est le timestamp UNIX correspondant à la seconde intercalaire 23:59:60.



L'algorithme ci-dessous décrit le calcul de l'horodatage UTC pour un timestamp UNIX positif.
Les timestamps négatifs ne sont pas pris en charge.
Par ailleurs, l'algorithme est conçu sur la base de secondes intercalaires ajoutées (pas de prise en charge des secondes intercalaires retranchées car ce cas n'est jamais arrivé dans l'histoire).

Les temps POSIX et UTC n'étant pas bijectifs (UTC est une surjection dans POSIX), il est possible d'établir un algorithme de conversion de UTC dans POSIX, mais théoriquement impossible de convertir POSIX dans UTC (puisque'il y a deux temps UTC possibles pour un même temps POSIX lors des secondes intercalaires).

Dans le cas des secondes intercalaires, le choix technique effectué pour le calcul du calendrier UTC par le système est de donner pour résultat la seconde intercalaire (23:59:60) à la place de la seconde ronde.



Exemple :

- Timestamp = 1 230 768 000
- POSIX = 2009-01-01 00:00:00
- UTC = à la fois 2008-12-31 23:59:60 et 2009-01-01 00:00:00
- ⇒ Choix d'afficher 2008-12-31 23:59:60 pour l'horodatage UTC. Du fait de ce choix, 2009-01-01 00:00:00 n'existera pas pour le temps UTC et la seconde suivante sera 2009-01-01 00:00:01.

A noter : ce choix technique ne désynchronise pas le POSIX de l'UTC, puisque les temps redeviennent identiques à partir de 2009-01-01 00:00:01.

On fixe la date de référence au 1^{er} janvier 1970 :

```
DateRéférence.Année = 1970
DateRéférence.Mois  = 1
DateRéférence.Jour  = 0 /* Premier jour de la recherche = 0 pour simplifier les calculs, d'où jour de
référence = jour du mois - 1 */
```

Calcul de l'horodatage UTC par rapport à un horodatage UNIX quelconque

```
/* Liste des secondes intercalaires depuis 1972, jusqu'en 2024 */
Constante PosixSecondesIntercalaires[27] = [78796800, 94694400, 126230400, 157766400, 189302400,
220924800, 252460800, 283996800, 315532800, 362793600, 394329600, 425865600, 489024000, 567993600,
631152000, 662688000, 709948800, 741484800, 773020800, 820454400, 867715200, 883612800, 1136073600,
1230768000, 1341100800, 1435708800, 1483228800]
```

```
Date = Résultat(algorithme de calcul grégorien)
```

```
/* Si le timestamp est une seconde intercalaire, on « recule » le résultat POSIX d'une « seconde » : */
/* - Minuit (0:00:00) devient 23:59:60 */
/* - On soustrait un jour à la date POSIX pour revenir au jour précédent */
```

```
Si {TIMESTAMP} dans PosixSecondesIntercalaires :
|   Date.Heure = 23
|   Date.Minute = 59
|   Date.Seconde = 60
|   Si Date.Mois == 7 :
|       |   Date.Jour = 30
|       |   Date.Mois = 6
|   Sinon :
|       |   Date.Jour = 31
|       |   Date.Mois = 12
|       |   Date.Année = Date.Année - 1
```

