

TÉLÉPROTECTION UNIVERSELLE

TPU-1



DESCRIPTION GÉNÉRALE

Version Web TPU-1R

Rév. 3.12 - Janvier 2019

DIMAT
Antonio Machado,78-80 08840
Viladecans, Barcelona-Spain

Tel.: +34 933 490 700
Fax: +34 933 492 258
Mail to: communications@ziv.es

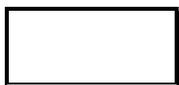
www.communications.ziv.es

SYMBOLES DE SÉCURITÉ



AVERTISSEMENT OU PRÉCAUTION :

Ce symbole indique un risque. Ne pas suivre le procédé, l'opération ou ce qui est indiqué, peut produire la panne de l'équipement, totale ou partielle, et peut même supposer la lésion du personnel qui le manipule.



REMARQUE :

Information ou aspect important à remarquer d'un procédé, d'une opération ou similaire.

SOMMAIRE

	Page
1 INTRODUCTION	5
2 CONSTITUTION DE L'ÉQUIPEMENT	7
2.1 MODULES DE BASE	7
2.2 MODULE D'INTERFACE PROTECTIONS GOOSE	8
2.3 MODULES D'INTERFACE CÔTÉ PROTECTIONS	9
2.4 MODULES D'INTERFACE CÔTÉ LIGNE	9
2.5 MODULES D'INTERFACE DE RELAIS	12
2.6 MODULES POUR TÉLÉSIGNALISATION ET TÉLÉMESURE	13
3 APPLICATIONS	14
3.1 INTERFACES DE PROTECTION MIXTES	14
3.2 CANAL DE TRANSMISSION REDONDANT	15
3.3 DEUX ÉQUIPEMENTS DE TÉLÉPROTECTION SUR UN SEUL TERMINAL	16
3.4 TRANSITS	16
3.5 TÉLÉSIGNALISATION ET TELEMESURE	18
3.6 TÉLÉPROTECTION DANS LA BANDE DE 2,5 kHz	19
3.7 TÉLÉPROTECTION SUR DES RÉSEAUX DE PAQUETS IP	20
4 DESCRIPTION FONCTIONNELLE	21
4.1 PROCÉDURE D'ÉMISSION DE LA COMMANDE	22
4.2 PROCÉDURE DE RÉCEPTION D'UN ORDRE	31
4.3 DISPOSITIFS D'ESSAI	37
4.3.1 Envoi d'ordres	37
4.3.2 Boucle interne	38
4.3.3 Boucle de ligne	39
4.3.4 Essai distant avec initiative locale dans l'interface de ligne numérique et interface IP	39
4.3.5 Essai local dans l'interface de ligne analogique	40
4.3.6 Test distant à initiative locale sur interface de ligne analogique	40
4.3.7 Tests sur les modules de télésignalisation et télém mesure	41
4.4 SYNCHRONISATION HORAIRE	41
4.4.1 Synchronisation GPS	42
4.4.2 Synchronisation Ethernet	42

	Page	
5	GESTION DE L'ÉQUIPEMENT	43
5.1	CONTROLE D'ACCÈS	44
5.2	GESTION WEB <i>OFF-LINE</i>	44
5.3	MENUS DE GESTION PRINCIPAUX	45
5.3.1	Menu Fichiers	45
5.3.2	Menu Équipement	46
5.3.3	Menu Supervision	48
5.3.4	Menu Mise en service	52
6	CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	54
6.1	CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES	54
6.2	CARACTÉRISTIQUES INTERFACES DE LIGNE NUMÉRIQUE	56
6.3	CARACTÉRISTIQUES INTERFACES DE LIGNE ANALOGIQUE	60
6.4	ENTRÉES ET SORTIES D'ORDRES	63
6.5	ENTRÉE ET SORTIE DU MESSAGE GOOSE	65
6.6	TELESIGNALISATION ET TELEMESURE	65
6.7	SIGNALISATION EXTERNE ET INDICATIONS VISUELLES	67
6.8	COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE	71
6.9	CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT ET DE STOCKAGE	71
6.10	CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES	72
6.11	SYSTÈME DE GESTION	73

1 INTRODUCTION

Le terminal de téléprotection universel type TPU-1 se distingue par son degré élevé de flexibilité. Grâce à sa conception modulaire, on peut en obtenir les prestations les mieux adaptées aux besoins. Ainsi, en fonction des modules dont le terminal TPU-1 est équipé, il peut être configuré pour travailler avec un seul canal ou avec deux canaux de transmission, chacun d'eux pouvant être indifféremment analogique ou numérique. De plus, un terminal TPU-1 à double canal de transmission peut être programmé pour travailler comme deux équipements de téléprotection indépendants.

Équipé d'un module de communication spécifique, le terminal TPU-1 peut transmettre les informations de téléprotection sur des réseaux de paquets IP. Des balises spécifiques du paquet, ajoutées aux informations de téléprotection, permettent de surveiller la qualité de service du réseau IP et, si celle-ci a été configurée par l'utilisateur, elles permettent de bloquer les sorties de commande du terminal TPU-1 lorsque la charge du réseau IP affecte les performances du système de téléprotection.

Un terminal TPU-1 configuré pour fonctionner sur des réseaux de paquets IP permet de transmettre jusqu'à huit commandes de téléprotection en un paquet IP à l'aide d'une interface de communication IP. Cette interface de communication IP est composée de deux ports électriques de type 10/100Base-Tx avec connecteur RJ-45 ou de deux ports optiques 100Base-Fx multimode (1300 nm) avec connecteur ST. Les deux ports ont la même adresse IP.

Un terminal TPU-1 configuré pour travailler sur des canaux analogiques est capable d'émettre et de recevoir jusqu'à quatre commandes de téléprotection combinées (tonalité unique) ou indépendantes (double tonalité) ou jusqu'à trente-deux ordres codés (double tonalité).

Un terminal TPU-1 configuré pour travailler sur des canaux numériques permet la transmission bidirectionnelle de jusqu'à huit commandes de téléprotection en utilisant des lignes numériques avec interface électrique ou optique. L'interface électrique peut être à 2 Mbit/s ou 64 kbit/s en accord avec la Recommandation G.703 de l'UIT-T, ainsi qu'à 64 kbit/s, 56 kbit/s ou 32 kbit/s, en accord avec les Recommandations V.11/ X.21 et V.35 de l'UIT-T. L'interface optique des terminaux TPU-1 travaille à une vitesse de 64 kbit/s ou bien conformément à la norme C37.94 (trame de 2 Mbit/s).

D'autre part le terminal TPU-1, pourvu de modules spécifiques, pourra transmettre et recevoir par son canal interne de l'interface de ligne des mesures analogiques et des signaux numériques (états, alarmes, etc.) en l'utilisant comme équipement de télédéclenchement et de télémessure en applications pour cogénérateurs.

Le terminal TPU-1 peut être compatible avec le standard CEI 61850 et, par conséquent, permet que la communication téléprotection-protection dans une sous station soit effectuée en accord avec ce standard. De même, si on le désire, le terminal TPU-1 peut aussi être équipé avec des interfaces de protection analogiques qui lui permettent de communiquer avec des protections non adaptées au standard CEI 61850.

Les terminaux TPU-1 incluent un serveur web dans lequel seront stockées toutes les pages HTML nécessaires pour réaliser la programmation et la surveillance du système depuis un navigateur web installé dans un PC. La connexion entre le PC et le TPU-1 peut se faire directement ou à travers un réseau IP, étant toujours possible, dans ce dernier cas, que plusieurs PC's de ce réseau puissent gérer plusieurs terminaux TPU-1 connectés à ce réseau.

Les terminaux TPU-1 comportent, en plus, un agent SNMP capable de générer des notifications (informations non sollicitées transmises spontanément) d'alarmes et d'événements de l'équipement vers les dispositifs spécifiés par l'utilisateur, ainsi que de permettre la supervision de paramètres surveillables déterminés de l'équipement à partir d'une application de gestion SNMP telle que, par exemple, HP *Openview*.

Les terminaux TPU-1 enregistrent chronologiquement toutes les alarmes et événements qui se produisent dans une liaison. Ce registre chronologique des alarmes et des événements des terminaux TPU-1 est effectué sur la base de son horloge temps réel interne, qu'il est possible de synchroniser avec le système GPS ou au moyen du protocole SNTP.

Le terminal TPU-1 est conforme aux standards CEI 60834-1 et CEI 6100-6-5 et, de plus, aux normes ANSI C37.90.1 et ANSI C37.90.2.

2 CONSTITUTION DE L'ÉQUIPEMENT

L'équipement TPU-1 est constitué par un châssis de 19" de large et trois unités de haut normalisées, préparé pour montage en rack. Dans le châssis peuvent être logés différents types de modules suivant le mode d'opération de l'équipement désiré.

Les modules qui peuvent équiper un terminal TPU-1 sont classés en : modules de base, module d'interface de protections GOOSE, modules d'interface de protections, modules d'interface de ligne, modules d'interface de relais et modules pour télésignalisation et télémesure. En configuration minimum, un TPU-1 est constitué des modules de base et d'un module d'interface de ligne.

L'entrée et la sortie des signaux se fait à travers des connecteurs situés sur la partie arrière de l'équipement. Les blocs de borniers de fond d'armoire et les câbles de liaison nécessaires peuvent être fournis sur demande.

2.1 MODULES DE BASE

ATPU.## ALIMENTATION

Contient le convertisseur CC/CC qui génère les tensions internes de l'alimentation à partir de la tension d'entrée, ainsi qu'un filtre à l'entrée pour supprimer les perturbations induites par des transitoires rapides en salves.

De plus, le module contient le relais de signalisation externe d'alarme d'alimentation.

Le type de module dépend de la valeur de la tension nominale d'entrée, étant disponibles les suivants :

ATPU.00 Tension d'entrée de 48 V_{CC}.

ATPU.01 Tension d'entrée de 110 V_{CC} à 250 V_{CC} et de 110 V_{CA} à 220 V_{CA}.

ATPU.03 Tension d'entrée de 24 V_{CC}.

Si l'on désire une alimentation redondante, les terminaux TPU-1 peuvent être équipés de deux modules ATPU.

MWTU.## MODULE DE PROCESS

Contient les circuits de programmation du système et gère l'information associée propre à la téléprotection, qu'elle soit ou non compatible au standard CEI 61850, ainsi que le canal (ou les canaux) de communication. D'autre part, dans les applications de télésignalisation et de télémessure, le module gère la transmission bidirectionnelle de mesures analogiques et de signaux numériques (états, alarmes, etc.) à travers le canal interne de l'interface de ligne (analogique et/ou numérique).

Inclut un serveur web, un agent SNMP, un microcontrôleur, un décodeur capable de traiter, selon le standard IRIG-B, des signaux provenant d'un équipement de synchronisation externe et une interface LAN (10/100Base-TX ou 100Base-FX) pour connexion à un PC.

La référence temporelle obtenue via le protocole SNTP, si on a programmé la synchronisation horaire via Ethernet, se font à travers de l'interface LAN.

Le type de module dépend du type d'interface LAN, ainsi :

MWTU.01 Dispose d'une interface 100Base-Fx.

MWTU.02 Dispose d'une interface 10/100Base-Tx.

WFTU. ## Module d'interconnexion (carte mère) et face avant.

Permet le raccordement des modules et leur interconnexion.

Contient les LEDs destinées aux indications visuelles, un connecteur USB pour utilisation en gestion Pweb⁽¹⁾, et sur demande, l'écran LCD optionnel.

Étant disponibles les suivants :

WFTU.00 Dispose de module d'alimentation ATPU. Sans écran LCD.

WFTU.01 Dispose de module d'alimentation ATPU. Avec écran LCD.

WFTU.03 Dispose de module d'alimentation ATPU. Sans écran LCD.
Connecteur RS-232C pour utilisation en gestion Pweb⁽¹⁾.

2.2 MODULE D'INTERFACE PROTECTIONS GOOSE

Le module d'interface des protections GOOSE permet au terminal TPU-1 de communiquer avec des équipements de protection d'une sous-station préparés pour opérer en conformité avec le standard CEI 61850.

Le terminal peut héberger un module de ce type.

⁽¹⁾Système de gestion local basé sur une interface Web. La gestion PWeb, dû au fait qu'elle a besoin d'un serveur web externe à l'équipement, s'appelle Gestion Web Externe.

IEPT INTERFACE PROTECTIONS GOOSE

Il comprend deux ports électriques de type 10/100Base Tx avec connecteur RJ-45 (IEPT.01). Les deux ports ont la même adresse IP. L'entrée et la sortie des messages GOOSE sont effectuées via ces ports. Sur demande, au lieu de ce qui précède, le module peut être fourni avec deux ports optiques de type multimode 100Base-Fx (1300 nm) avec connecteur ST (IEPT.00).

2.3 MODULES D'INTERFACE CÔTÉ PROTECTIONS

Le module d'interface des protections permet au terminal TPU-1 de communiquer avec des équipements de protection d'une sous-station non préparés pour opérer en conformité avec le standard CEI 61850.

Le terminal peut recevoir jusqu'à un maximum de huit modules d'interface de protections IPTU dans le châssis.

IPTU INTERFACE CÔTÉ PROTECTIONS (circuits d'une à deux commandes)

Contient les circuits d'entrée et sortie d'une à deux commandes, constitués par deux entrées optoisolées, deux sorties d'ordres et deux sorties auxiliaires pour signalisation et/ou alarme, programmables par l'utilisateur.

2.4 MODULES D'INTERFACE CÔTÉ LIGNE

Le terminal TPU-1 est équipé d'un ou deux modules de ligne suivant que l'on doit gérer un ou deux canaux de communication. Les modules d'interface de ligne disponibles se divisent en modules d'interface de ligne numérique, modules d'interface de ligne analogique et modules d'interface de communications IP.

Modules d'interface de ligne numérique

IETU INTERFACE ÉLECTRIQUE

Ce modèle effectue la transmission et la réception du signal de téléprotection. Le module est préparé pour travailler comme circuit d'interface à 64 kbit/s en accord avec la Recommandation G.703 et à 64 kbit/s, 56 kbit/s ou 32 kbit/s en accord avec les Recommandations V.11/X.21 et V.35 de l'UIT-T.

IDTU INTERFACE ÉLECTRIQUE

Ce module effectue la transmission et la réception du signal de téléprotection. Le module est préparé pour travailler comme circuit d'interface à 2 Mbit/s en accord avec la Recommandation G.703 de l'UIT-T avec horloge codirectionnelle. Ce module est utilisé avec deux connecteurs BNC (75 Ω) ou avec un connecteur RJ-45 (120 Ω) pour une paire torsadée. Le type de connecteur et la connexion à la terre de la maille du câble (sortie non-symétrique) ou non (sortie symétrique) est établie par des prédispositions internes.

Pour les modules IDTU.00 de version 3.1, le type de connecteur (BNC ou RJ-45) est programmé à partir du Système de Gestion TPU-1.

IOTU.## INTERFACE OPTIQUE

Ce module effectue la transmission et la réception du signal de téléprotection. Ce module est utilisé avec une fibre optique monomode et est doté d'un émetteur LASER qui émet à une vitesse de 64 kbit/s et sur une longueur d'onde de 1300 nm (IOTU.00) ou 1550 nm (IOTU.01).

IOCT INTERFACE OPTIQUE

Ce module effectue la transmission et la réception du signal de téléprotection, conformément à la norme C37.94 et à une vitesse de 2 Mbit/s (occupe 1 créneau de 64 kbit/s de la trame à 2 Mbit/s). Le module IOCT.00 est utilisé avec une fibre optique multimode et dispose d'un émetteur LED qui émet à une longueur d'onde de 830 nm. Le module IOCT.01 est utilisé avec une fibre optique monomode et dispose d'un émetteur LASER qui émet à une longueur d'onde de 1300 nm.

Module d'interface de ligne analogique

IATU/IBTU INTERFACE ANALOGIQUE PAR TONALITÉ UNIQUE (4 COMMANDES COMBINÉS)

Ce module est capable d'émettre et de recevoir jusqu'à quatre commandes en accord avec une logique déterminée dans la bande de 0 à 4 kHz, à travers des connexions en 4 fils.

Le module contient un processeur de signal numérique (DSP) qui s'occupe de la génération des tonalités de garde et de déclenchement et utilise un banc de filtres pour la réception d'ordres.

De même, le module contient le relais statique d'incrément de puissance et un relais électromécanique auxiliaire pour la signalisation ou l'alarme, programmable par l'utilisateur.

IBTU INTERFACE ANALOGIQUE PAR DOUBLE TONALITÉ (COMMANDES CODÉS DANS LA BANDE DE 4 kHz)

Ce module est capable d'émettre et de recevoir jusqu'à 32 commandes, dans la bande de 0 à 4 kHz, à travers de connexions à 4 fils.

Les 32 commandes se divisent en deux groupes : A et B. Le Groupe A est un groupe d'ordres prioritaires formé par jusqu'à 4 ordres et en n'importe quelle combinaison. Le Groupe B est formé par jusqu'à 28 ordres et son émission est séquentielle.

Le module comporte un processeur de signal numérique(DSP) qui s'occupe de la génération des tonalités codées et utilise un jeu de filtres pour la réception de toutes les fréquences utilisées.

On assigne deux fréquences à chaque signal (garde ou déclenchement). Sont nécessaires dix fréquences pour : deux types de garde (un type associé aux fréquences les plus basses du canal normalisé de 4 kHz et l'autre aux fréquences les plus élevées), 28 commandes du Groupe B, et 4 commandes prioritaires et toute combinaison de celles-ci, (Groupe A).

De même, le module contient le relais statique d'incrément de puissance et un relais électromécanique auxiliaire pour signalisation ou alarme, programmable par l'utilisateur.

IBTU INTERFACE ANALOGIQUE PAR DOUBLE TONALITÉ (4 COMMANDES CODÉS DANS LA BANDE DE 2,5 kHz)

Ce module est capable d'émettre et de recevoir jusqu'à 4 commandes indépendants et toute les combinaisons de ceux-ci, dans la bande de 0 à 2,5 kHz, à travers de connexions à 4 fils.

Le module comporte un processeur de signal numérique(DSP) qui s'occupe de la génération des tonalités codées et utilise un jeu de filtres pour la réception de toutes les fréquences utilisées.

On assigne deux fréquences à chaque signal (garde ou déclenchement). Sont nécessaires neuf fréquences pour le signal de garde et 4 commandes indépendants et toute les combinaisons de ces derniers.

De même, le module contient le relais statique d'incrément de puissance et un relais électromécanique auxiliaire pour signalisation ou alarme, programmable par l'utilisateur.

Module d'interface communications IP

IPIT INTERFACE IP

Ce module effectue la transmission et la réception du signal de téléprotection en mode paquet. Lors de la transmission, le module collecte des informations sur l'état des commandes (commandes 1 à 8) auprès du module de traitement MWTU et ajoute certaines balises spécifiques constituant le paquet de téléprotection. En réception, le module détecte si les paquets reçus sont valides ou non et calcule également la qualité de service du réseau IP. Si les valeurs ne sont pas satisfaisantes, le module génère les alarmes nécessaires et, s'il a été configuré par l'utilisateur, bloque les sorties de commande du terminal TPU-1.

Le module est équipé de deux ports électriques de type 10/100Base-Tx avec connecteur RJ-45 (IPIT.01) ou de deux ports optiques de type multimode 100Base-Fx (1300 nm) avec connecteur ST (IPIT.00). Les deux ports ont la même adresse IP.

2.5 MODULES D'INTERFACE DE RELAIS

Le terminal TPU-1 permet d'augmenter le nombre de sorties auxiliaires pour signalisation et/ou alarme en intégrant des interfaces de relais électromécaniques dans la mesure où des espaces libres seront disponibles dans le tiroir.

Le nombre de sorties auxiliaires dépend du type de module, les alternatives suivantes étant disponibles :

IRTU.02 Contient deux relais pour signalisation et/ou alarme, programmables par l'utilisateur.

IRTU.04 Contient quatre relais pour signalisation et/ou alarme, programmables par l'utilisateur.

IRTU.08 Contient huit relais pour signalisation et/ou alarme, programmables par l'utilisateur.

2.6 MODULES POUR TÉLÉSIGNALISATION ET TÉLÉMESURE

Équipé de modules de mesure à distance, le terminal TPU-1 peut transmettre et recevoir des mesures analogiques et des signaux numériques.

Le terminal peut contenir jusqu'à trois modules MCTU et jusqu'à deux modules DSTU dans l'étagère.

MCTU MESUREUR DE COURANT

Il comporte quatre entrées analogiques indépendantes et les circuits hardware correspondants pour la mesure de courant. Chaque valeur mesurée est numérisée et envoyée périodiquement au module processeur, lequel l'envoie à son tour au module interface de ligne associé en tant qu'information à transmettre par le canal interne vers le terminal distant.

Le module comporte également quatre circuits analogiques de sortie (boucle de courant) qui recevront, à partir du module processeur, la valeur mesurée aux entrées analogiques du terminal distant. Le courant fourni en sortie 1 correspondra au courant mesuré à l'entrée 1 du terminal distant, celui fourni par la sortie 2 au courant mesuré sur l'entrée 2 du terminal distant et ainsi de suite jusqu'à l'entrée 4 du terminal distant. Il s'agit donc d'une transmission/réception point à point.

DSTU INTERFACE E/S DES SIGNAUX NUMÉRIQUES

Elle comporte six entrées numériques optoisolées. La valeur de ces signaux est délivrée périodiquement au module processeur, lequel les envoie au module d'interface de ligne associé en tant qu'information à transmettre par le canal interne vers le terminal distant.

Le module comporte également six circuits numériques de sortie (boucle libre de potentiel, type relais) qui recevront, à partir du module processeur, la valeur aux entrées numériques du terminal distant. La valeur fournie en sortie numérique 1 correspondra à la valeur de l'entrée numérique 1 du terminal distant, celle fournie par la sortie numérique 2 à celle de l'entrée numérique 2 du terminal distant et ainsi de suite jusqu'à l'entrée numérique 6 du terminal distant. Il s'agit donc d'une transmission/réception point à point.

3 APPLICATIONS

Le terminal TPU-1, grâce à sa conception modulaire, peut être utilisé dans une multitude d'applications de téléprotection, ainsi que de télésignalisation et de télémessure. Cette section décrit les applications possibles et met en évidence les fonctionnalités les plus pertinentes du terminal TPU 1.

3.1 INTERFACES DE PROTECTION MIXTES

Cet exemple d'application montre comment un terminal TPU-1 équipé avec les interfaces de protection compatibles avec le standard CEI 61850 peut également être équipé, simultanément, avec des interfaces de protection analogiques qui facilitent la migration des protections vers le standard CEI 61850 dans une sous-station.

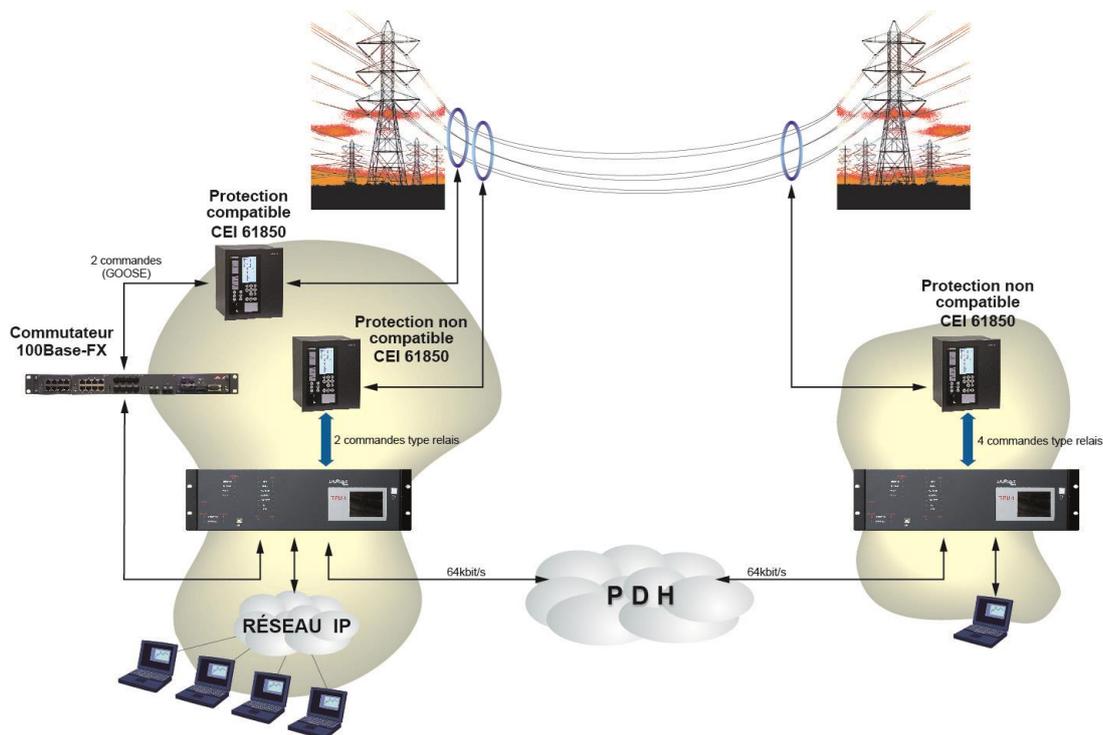


Figure 1 Exemple d'application

Dans l'exemple on montre comment la sous-station A est équipée d'une protection compatible avec le standard CEI 61850 et d'une autre non compatible avec ce standard. La protection de la sous-station B n'est pas compatible avec le standard CEI 61850. On a considéré que quatre commandes sont transmises entre les terminaux TPU-1, bien que le nombre d'ordres puisse atteindre huit.

Les deux terminaux TPU-1 communiquent à travers un réseau PDH auquel ils accèdent à travers un canal à 64 kbit/s. Le terminal TPU-1 de la sous-station A se trouve connecté au réseau corporatif de la Compagnie Électrique, les utilisateurs autorisés peuvent donc y accéder depuis n'importe quel point de ce réseau.

3.2 CANAL DE TRANSMISSION REDONDANT

Cet exemple d'application montre comment un terminal TPU-1 peut être équipé de deux interfaces de communication pour, de cette façon, disposer d'un canal de secours en prévision de possibles pannes du canal principal.

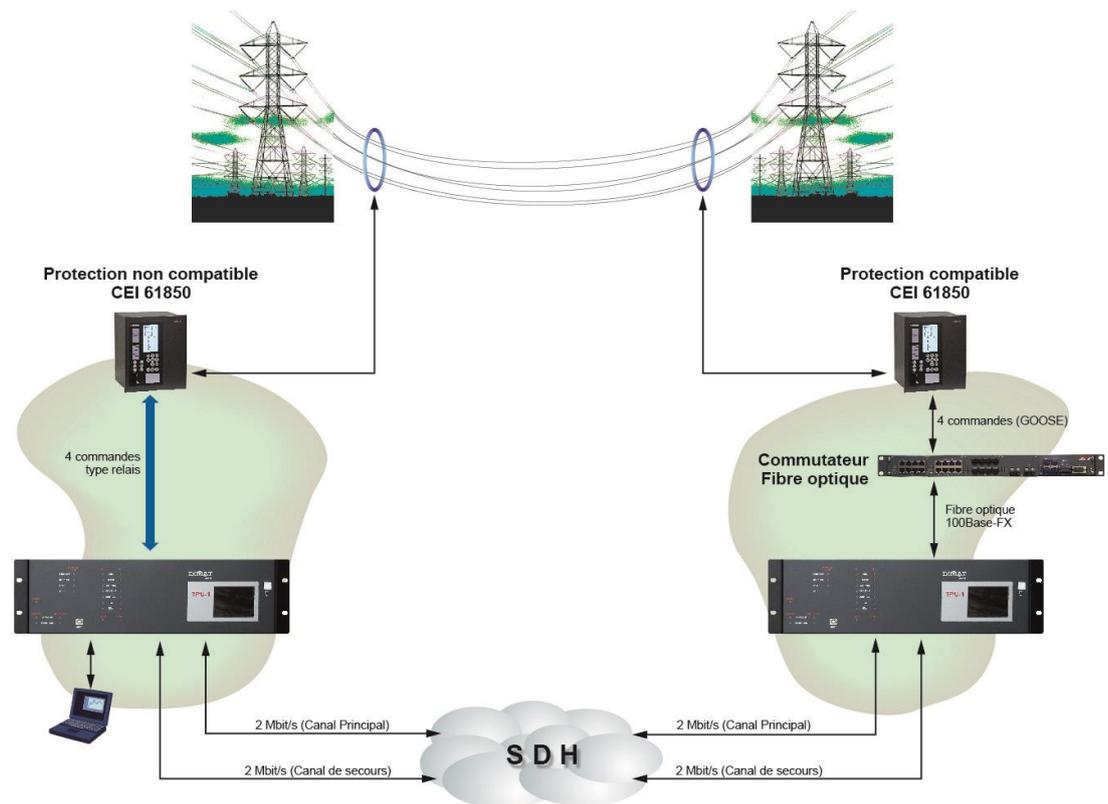


Figure 2 Exemple d'application

Comme on peut également l'apprécier dans l'exemple, la sous-station A n'est pas préparée pour travailler suivant le standard CEI 61850, tandis que la sous-station B l'est.

3.3 DEUX ÉQUIPEMENTS DE TÉLÉPROTECTION SUR UN SEUL TERMINAL

Cet exemple d'application montre comment un terminal TPU-1 peut être utilisé comme deux équipements de téléprotection indépendants.

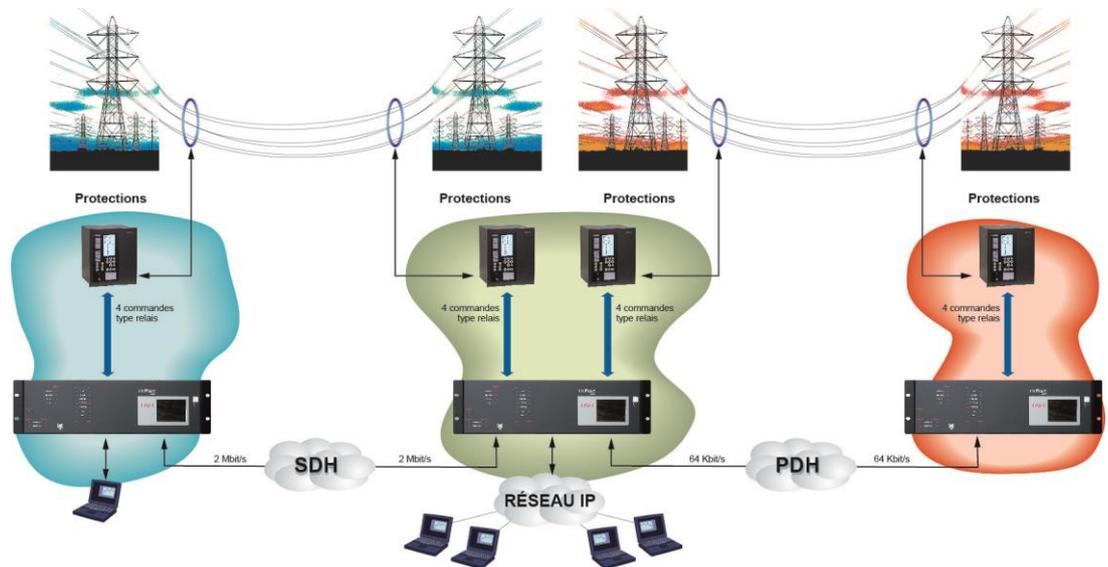


Figure 3 Exemple d'application

Dans cet exemple on a considéré qu'aucune des trois sous-stations n'est compatible avec le standard CEI 61850. Le terminal TPU-1 de la sous-station A se trouve connecté au réseau corporatif de la Compagnie Électrique, les utilisateurs autorisés peuvent donc y accéder depuis un point quelconque du réseau.

3.4 TRANSITS

Un aspect très remarquable du terminal TPU-1 est que, lorsqu'il est équipé de deux interfaces de ligne, il peut transiter l'information qu'il reçoit vers un autre terminal. Cette possibilité permet, par exemple, de connecter trois terminaux TPU-1 en T (Teed-line), voir Figure 4, ou bien connecter plusieurs terminaux TPU-1 en une configuration en anneau, voir Figure 5.

Dans l'exemple de la Figure 4 on montre comment le terminal C transite l'information de la liaison formée par les terminaux A et B mais, d'autre part, maintient la communication avec le terminal collatéral associé à chacune de ses lignes.

Dans l'exemple de la Figure 5 on montre comment l'information va transiter par les différents terminaux jusqu'à ce qu'elle arrive à destination. De plus, le transit s'effectue dans les deux sens, ce qui confère au système plus de sécurité et de fiabilité.

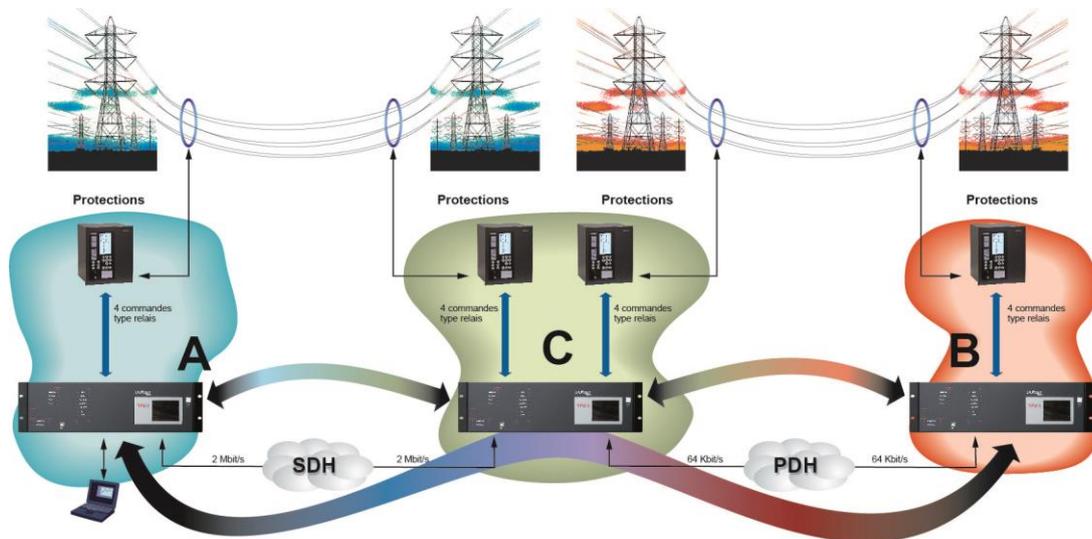


Figure 4 Exemple d'application

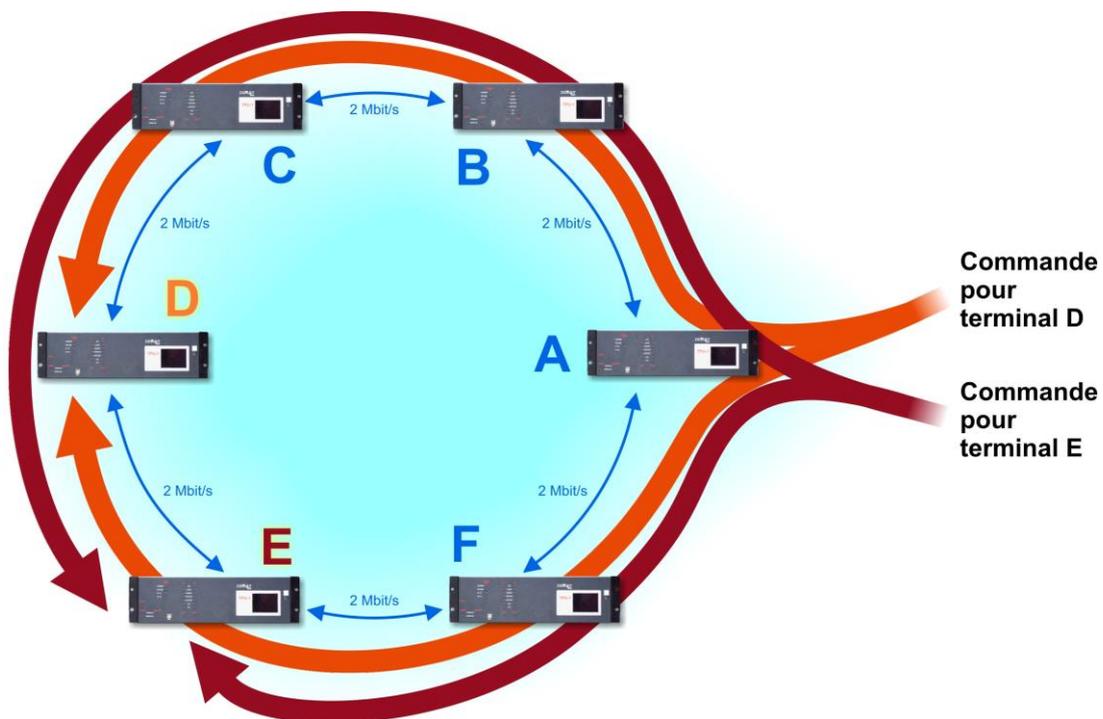


Figure 5 Exemple d'application

3.5 TÉLÉSIGNALISATION ET TELEMESURE

Les installations de cogénération, en y incluant celles basées sur les énergies renouvelables (éolienne, solaire, biomasse et autres), exigent dans la plupart des cas l'utilisation de terminaux de téléprotection pour assurer la déconnexion de l'installation.

Dans l'exemple de la Figure 6, le terminal B transmet des ordres (commandes) à partir de la sous-station électrique afin d'assurer la déconnexion de la cogénération et éviter son réenclenchement en situation de défaut. Le terminal A, de son côté, est utilisé comme poste principal de supervision transmettant des mesures analogiques et des signaux numériques (états, alarmes) à partir de l'installation cogénératrice vers la sous-station électrique.

D'autre part, dans cet exemple, chaque terminal TPU-1 est pourvu d'un module mesureur de courant (MCTU) et d'un module interface E/S de signaux numériques (DSTU).

La communication des équipements TPU-1 de la liaison s'effectue à travers une interface de ligne. Si on utilise des interfaces de ligne numériques, la transmission de données par le canal interne ne sera pas interrompue lors de l'émission d'ordres (commandes). Si on utilise une interface analogique par tonalité unique (IATU/IBTU) ou double tonalité (IBTU), par contre, la transmission sera bien interrompue et, dans ce cas, au moyen de l'option de programmation correspondante, on pourra décider de l'état des sorties, aussi bien du module MCTU que du module DSTU, dès le rétablissement du canal. On pourra soit configurer une valeur préfixée, soit établir que les sorties maintiennent leur valeur.

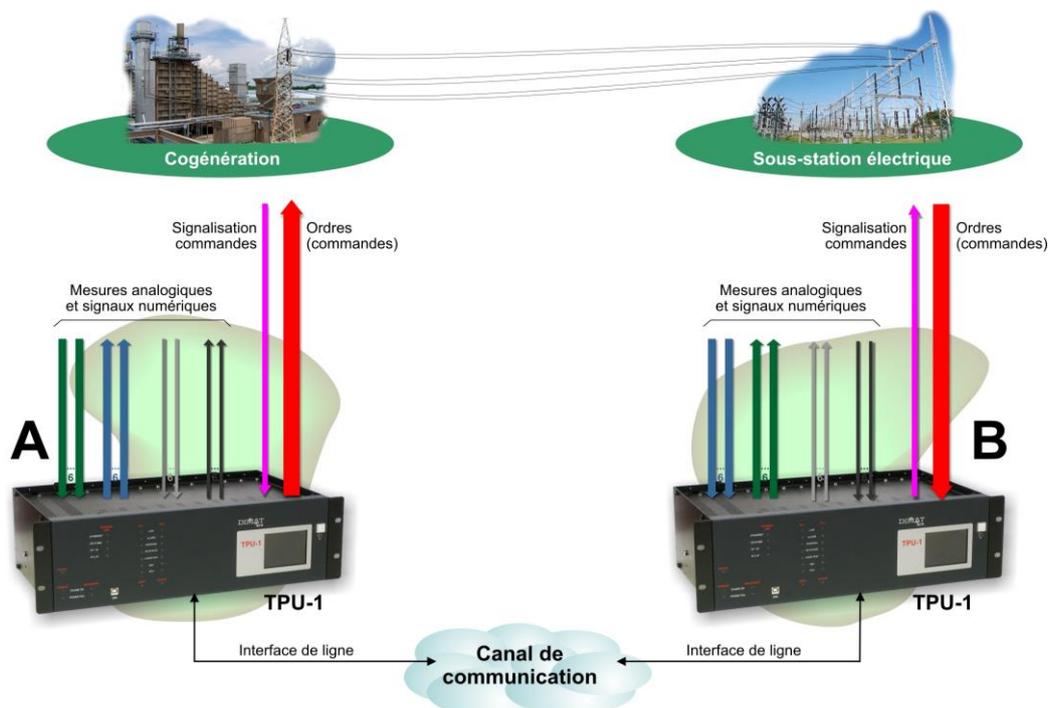


Figure 6 Exemple d'application

3.6 TÉLÉPROTECTION DANS LA BANDE DE 2,5 kHz

Cet exemple d'application montre comment un terminal TPU-1 peut être équipé avec un module IBTU, par double tonalité spécifique, pour pouvoir faire un meilleur usage du spectre de fréquences.

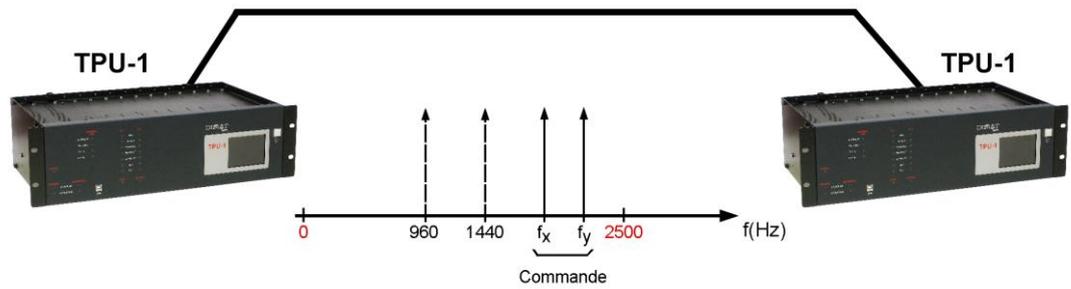


Figure 7 Exemple d'application

3.7 TÉLÉPROTECTION SUR DES RÉSEaux DE PAQUETS IP

La vaste croissance de l'Internet a fait du protocole Internet (IP) la base des réseaux de télécommunication actuels. De cette manière, les services publics ont tendance à remplacer les interfaces analogiques et numériques traditionnelles par des interfaces standard de type Ethernet ou IP, dans le but d'utiliser un seul réseau pour transporter tous les types d'informations, y compris, parmi d'autres services, la téléprotection, l'un des services les plus importants. dans les réseaux de transport d'énergie.

Dans l'exemple de la figure 8, chaque terminal TPU-1 est équipé d'une interface IP, afin d'effectuer la transmission et la réception du signal de téléprotection en mode paquet sur un réseau IP. Des balises spécifiques du paquet, ajoutées aux informations de téléprotection, permettent de surveiller la qualité de service du réseau IP et, si celle-ci a été configurée par l'utilisateur, de bloquer les sorties de commande du terminal TPU-1 quand la qualité de service du réseau IP n'est pas satisfaisante.

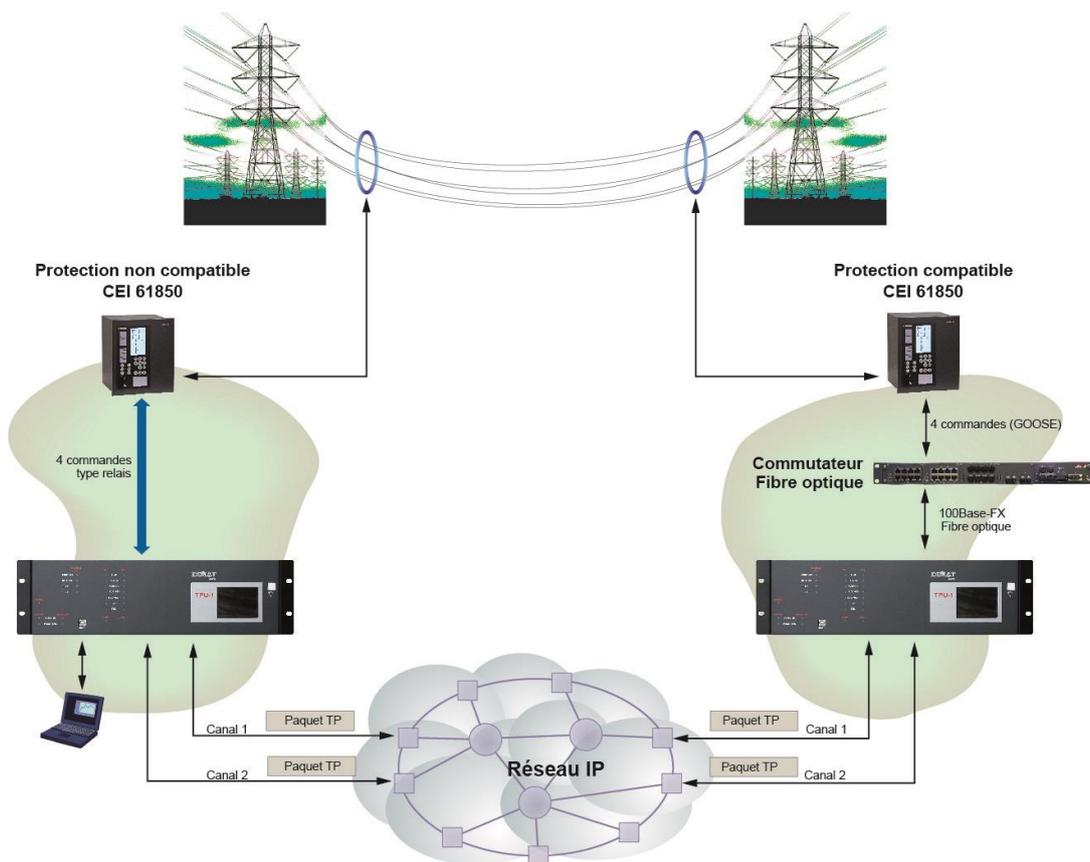


Figure 8 Exemple d'application

4 DESCRIPTION FONCTIONNELLE

Dans ce chapitre sont décrits les principaux aspects relatifs au principe de fonctionnement du terminal TPU-1, on y explique les mécanismes d'essai disponibles dans le terminal et, finalement, on explique comment effectuer sa synchronisation horaire.

Le principe de fonctionnement d'un terminal TPU-1 est basé, d'un côté, sur la communication avec un équipement de protection dans une même sous-station et, d'autre part, sur la communication avec son terminal TPU-1 collatéral, c'est à dire le terminal situé à l'autre extrémité de la liaison, afin de pouvoir lui transmettre une commande de déclenchement.

La communication avec les équipements de protection peut être analogique ou numérique selon le standard CEI 61850. Le terminal TPU-1 qui reçoit une commande du terminal TPU-1 situé à l'autre extrémité de la liaison doit procéder à l'activation du relais (ou des relais) de sortie d'ordres et/ou du message (ou des messages) GOOSE correspondants vers l'équipement (ou les équipements) de protection.

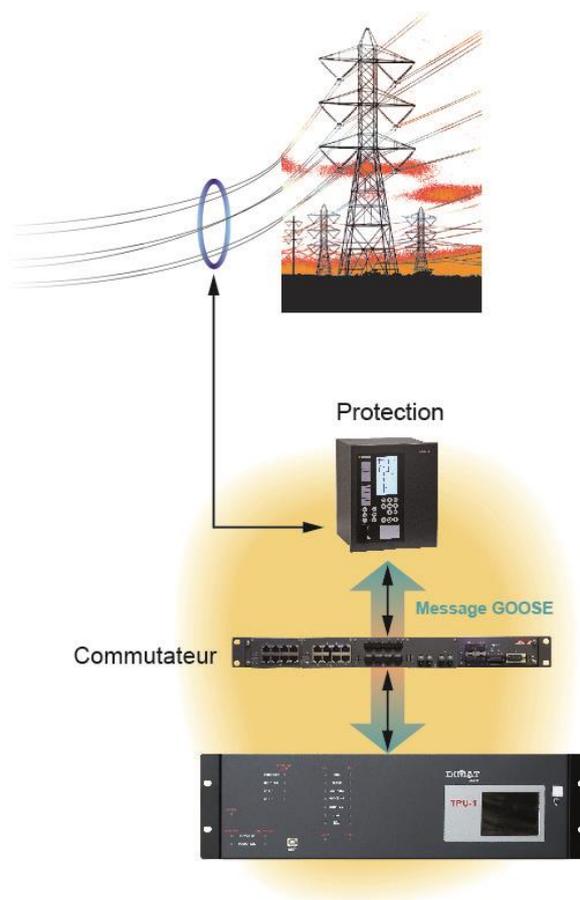


Figure 9 Communication téléprotection-protection conforme au standard CEI 61850

La communication entre le terminal TPU-1 et un équipement de protection en accord avec le standard CEI 61850 se fait au moyen des messages GOOSE qui sont des messages transmis en haute priorité sur le réseau IP d'une sous-station. Ces messages accèdent au terminal TPU-1 au moyen du module d'interface de protection GOOSE (IEPT).

La communication d'un terminal TPU-1 avec son collatéral peut être effectuée à travers un canal numérique ou à travers un canal analogique ou à travers les réseaux IP.

4.1 PROCÉDURE D'ÉMISSION DE LA COMMANDE

L'interface de protection analogique de l'équipement TPU-1 se trouve dans les modules IPTU.

Chaque module IPTU dispose de deux entrées d'ordres indépendantes. La tension nominale d'activation est configurable au moyen de cavaliers. Depuis le Système de Gestion, l'utilisateur peut assigner les entrées à l'un quelconque des ordres possibles à transmettre (commandes 1 à 8 à travers un canal numérique, commandes 1 à 4 à travers un canal analogique par tonalité unique, ou commandes 1 à 32 pour un canal analogique par double tonalité). Au cas où l'on aurait assigné plus d'une entrée à une même commande, il faudra programmer une logique d'activation pour que le terminal TPU-1 procède à l'émission de l'ordre vers le terminal situé à l'autre extrémité de la liaison. Cette logique peut être :

- Toutes les entrées actives (logique AND).
- Certaines entrées actives (logique OR).

En ce qui concerne l'interface de protection numérique, le module d'interface protections GOOSE (IEPT) permet aux terminaux TPU-1 de gérer jusqu'à seize entrées distinctes CEI 61850.

De la même façon que dans le cas des interfaces de protection analogiques, on peut associer les messages GOOSE à n'importe laquelle des commandes possibles (commandes 1 à 8) à partir du système de Gestion. Au cas où on aurait assigné plus d'un message à une même commande, il faudra programmer une logique d'activation pour que le terminal TPU-1 procède à l'émission de la commande vers le terminal situé à l'autre extrémité de la liaison.

Lorsque l'on active une ou plusieurs entrées analogiques et/ou un ou plusieurs messages GOOSE accèdent au terminal, l'indicateur optique INPUT s'allume sur la face avant.

Suivant la logique programmée, après détection de l'existence d'une ou plusieurs commandes de téléprotection, le module de process MWTU gère l'information vers le module d'interface de ligne pour procéder à la transmission du signal de téléprotection. Les informations provenant d'entrées numériques sont à leur tour gérées au moyen du module IEPT vers le module d'interface de ligne.

L'émission de la commande est signalée sur la face avant par la LED XMT du canal correspondant, 1 ou 2. De même, si cela a été programmé, on active aussi le relais de signalisation correspondant.

Depuis le Système de Gestion, on peut ralentir le processus d'émission de la commande au moyen d'une temporisation additionnelle, on peut également programmer la durée de l'émission de chaque commande.

Canal numérique

Lorsque le module d'interface de ligne est à canal numérique, ce dernier génère une trame comportant l'information correspondante à 64 kbit/s, 56 kbit/s ou 32 kbit/s. Comme on peut l'apprécier sur la Figure 10, un des octets de la trame contient l'information de téléprotection (octet COMMANDES).

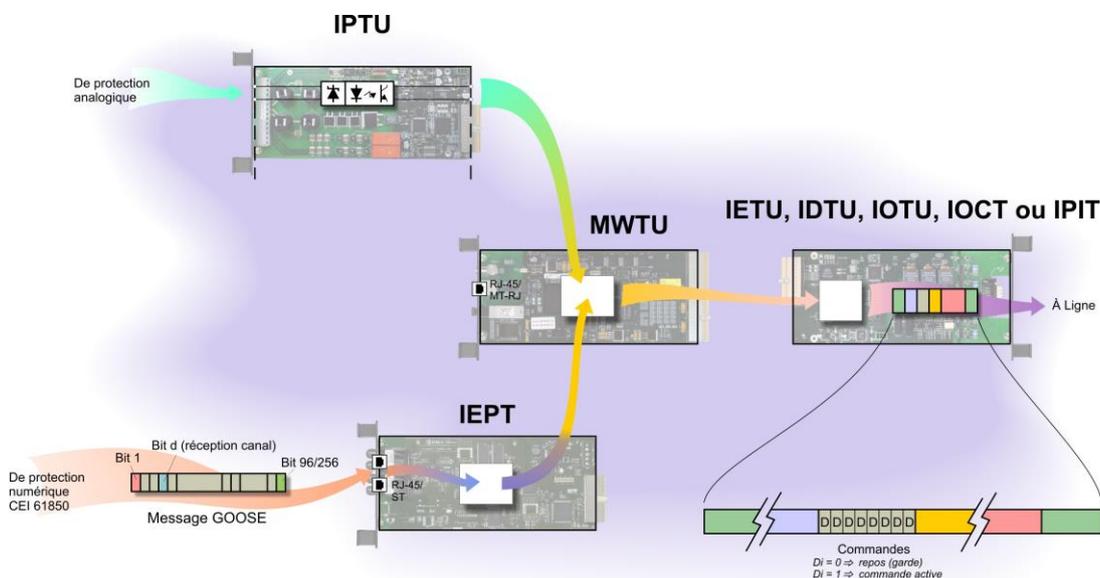


Figure 10 Processus d'émission de l'ordre pour canal numérique

Chacun des bits de l'octet COMMANDES correspond à un ordre de téléprotection (commandes 1 à 8), de sorte que la présence d'un ordre est transmise avec le bit correspondant à l'état « 1 ».

En plus de l'information de téléprotection, cette trame contient d'autres informations comme l'identification du transmetteur, les messages du canal interne de communication, etc.

Le terminal TPU-1 permet la communication sur lignes électriques à 2 Mbit/s ou 64 kbit/s en accord avec la Recommandation G.703 de l'UIT-T et à 64 kbit/s, 56 kbit/s ou 32 kbit/s en accord avec les Recommandations V.11/X.21 et V.35 de l'UIT-T. Il permet également la communication sur liaisons de fibre optique à 64 kbit/s ou bien conformément à la norme C37.94 (trame de 2 Mbit/s).

Canal de communication sur IP

Lorsque le module d'interface de ligne est destiné à un canal de communication sur IP, le module génère un paquet contenant les informations de téléprotection (commandes 1 à 8). La présence de la commande est transmise avec le bit correspondant à l'état "1".

En plus des informations de téléprotection, le paquet contient les informations de séquence et d'autres informations qui surveillent la qualité de service du réseau IP.

Canal analogique par tonalité unique

Lorsque le module d'interface de ligne est prévu pour un canal analogique par tonalité unique, le module se charge de l'émission des signaux de garde et de déclenchement. À l'état de repos, l'émetteur transmet en permanence une tonalité de garde et, lorsqu'une commande doit être envoyée, celle-ci est remplacée par une tonalité de déclenchement.

Le récepteur contient un maximum de huit filtres pour toutes les fréquences de déclenchement; en fait de une à trois commandes, celles-ci pouvant être émises et reçues de façon indépendante ou par une combinaison quelconque entre elles. Avec quatre commandes, cependant, étant donné qu'il existe quinze combinaisons possibles de déclenchement, il faut établir une logique qui détermine pour chacune des différentes combinaisons d'entrée la tonalité de déclenchement qui devra être émise. La logique peut être programmée de quatre façons distinctes nommées Mode 2+2 (1), Mode 2+2 (2), Mode 3+1 (1) et Mode 3+1 (2).

Le Mode 2+2 (1) permet la protection simultanée de deux lignes au moyen de deux déclenchements permissifs (C et D) et deux déclenchements directs (A et B) qui ont priorité sur les déclenchements permissifs.

Le Mode 2+2 (2) permet la protection simultanée de deux lignes au moyen de deux déclenchements permissifs (A et B) et deux déclenchements directs (C et D) qui ont priorité sur les déclenchements permissifs.

Le Mode 3+1 permet la protection simultanée des trois phases d'une ligne au moyen de trois déclenchements permissifs (A, B et C) et d'un déclenchement direct qui a priorité (D). Les deux versions existantes du Mode 3+1 se différencient par la tonalité de déclenchement qui est envoyée lorsqu'il se produit une combinaison des entrées associées aux déclenchements permissifs.

COMMANDES D'ENTRÉE	MODE 2+2 (1)	MODE 2+2 (2)	MODE 3+1(1)	MODE 3+1(2)
A	f(A)	f(A)	f(A)	f(A)
B	f(B)	f(B)	f(B)	f(B)
C	f(C)	f(C)	f(C)	f(C)
D	f(D)	f(D)	f(D)	f(D)
A+B	f(A+B)	f(A+B)	f(A+B)	f(D)
A+C	f(A)	f(C)	f(A+C)	f(D)
A+D	f(A+D)	f(A+D)	f(D)	f(D)
B+C	f(B+C)	f(B+C)	f(B+C)	f(D)
B+D	f(B)	f(D)	f(D)	f(D)
C+D	f(C+D)	f(C+D)	f(D)	f(D)
A+B+C	f(A+B)	f(B+C)	f(A+B+C)	f(D)
A+B+D	f(A+B)	f(A+D)	f(D)	f(D)
A+C+D	f(A+D)	f(C+D)	f(D)	f(D)
B+C+D	f(B+C)	f(C+D)	f(D)	f(D)
A+B+C+D	f(A+B)	f(C+D)	f(D)	f(D)

Tableau 1 Logique des tonalités d'émission pour quatre commandes

On peut programmer le terminal TPU-1 pour que, durant la transmission d'une commande de déclenchement, la puissance de sortie soit augmentée au-dessus de la valeur nominale, le niveau maximum de sortie étant à 0 dBm (incrément de puissance inclus). Chaque fois que l'on transmettra une commande de déclenchement, l'équipement signalera la commande d'augmentation de puissance au moyen des contacts d'un relais. La surpuissance peut donc s'effectuer directement sur le terminal TPU-1 ou bien, au moyen du relais de surpuissance, il peut être délivré une information à l'équipement de transmission pour que celui-ci effectue l'augmentation de puissance. Dans ce cas il faut tenir en compte que le niveau nominal de sortie du terminal TPU-1 doit être égal au niveau nominal d'entrée de l'équipement de transmission.

Canal analogique par double tonalité

Lorsque le module interface de ligne est prévu pour canal analogique par double tonalité, il se charge lui-même de l'émission des signaux de garde et de déclenchement codés. À l'état de repos, l'émetteur émet en permanence un signal codé de garde et, lorsqu'il doit envoyer un ordre, il substitue au signal de garde celui de déclenchement.

On assigne deux fréquences à chaque signal (voir Tableau 2). Dix fréquences sont nécessaires pour : deux types de garde, 28 ordres séquentiels du Groupe B et 4 ordres prioritaires ou toute combinaison quelconque de ces dernières (Groupe A).

Les fréquences assignées aux signaux d'ordres sont préfixées. Par conséquent, à partir du Système de Gestion il suffit de configurer le type du signal codé de garde. Un type est associé aux fréquences inférieures (1200 Hz/1680 Hz), l'autre aux fréquences supérieures (2640 Hz/3120 Hz).

La Figure 11 montre la configuration du système pour 32 ordres. Comme on peut le voir sur la figure, les quatre premiers ordres (C1 à C4) appartiennent au Groupe A et les 28 restants (C5 à C32) au Groupe B.

Comme on peut le constater dans les exemples de la Figure 12 lorsque le nombre des ordres est inférieur à 32, les ordres C1 à C4 peuvent être assignés au Groupe B s'ils ne sont pas utilisés pour le Groupe A.

Signal codé			f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	f ₈	f ₉	f ₁₀
			960Hz	1200Hz	1440Hz	1680Hz	1920Hz	2400Hz	2640Hz	2880Hz	3120Hz	3360Hz
Ordre	Garde 1			X		X						
	Garde 2								X		X	
Groupe A (4)	C1	A	X		X							
	C2	B	X				X					
	C3	C	X							X		
	C4	D	X									X
	-	A+B	X						X			
	-	A+C			X		X					
	-	A+D			X			X				
	-	B+C			X					X		
	-	B+D			X							X
	-	C+D					X	X				
	-	A+B+C					X			X		
	-	A+B+D					X					X
	-	B+C+D						X	X			
	-	A+C+D						X				X
-	A+B+C+D								X		X	
Groupe B (28)	C5	B1	X	X								
	C6	B2		X	X							
	C7	B3		X			X					
	C8	B4		X				X				
	C9	B5		X					X			
	C10	B6		X						X		
	C11	B7		X							X	
	C12	B8		X								X
	C13	B9	X			X						
	C14	B10			X	X						
	C15	B11				X	X					
	C16	B12				X		X				
	C17	B13				X			X			
	C18	B14				X				X		
	C19	B15				X					X	
	C20	B16				X						X
	C21	B17	X						X			
	C22	B18			X				X			
C23	B19					X		X				
C24	B20						X	X				
C25	B21							X	X			
C26	B22							X			X	
C27	B23	X								X		
C28	B24			X						X		
C29	B25					X				X		
C30	B26						X			X		
C31	B27								X	X		
C32	B28									X	X	

Tableau 2 Assignation des fréquences aux signaux de garde et de déclenchement

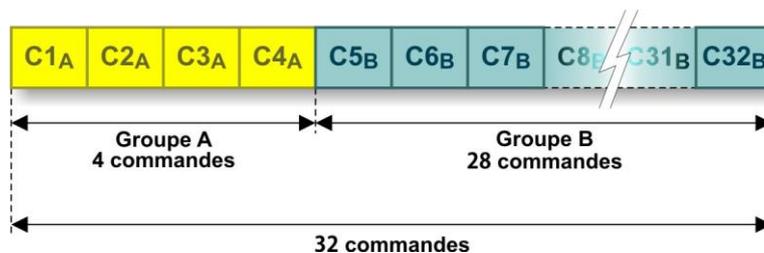


Figure 11 Configuration du système pour 32 ordres

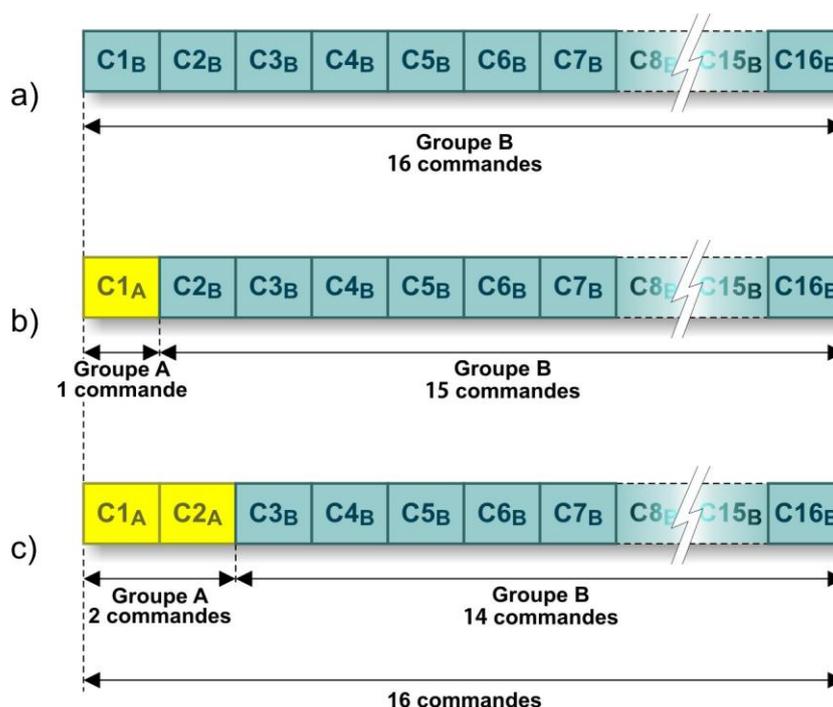


Figure 12 Exemple de configuration du système pour 16 ordres

Le Groupe A consiste en un groupe d'ordres prioritaires et, de ce fait, il est utilisé dans des schémas de téléprotection pour la protection des lignes électriques de Haute Tension. Comme déjà indiqué, ce groupe est formé par quatre ordres indépendants (C1 à C4) et toute combinaison de ceux-ci. Du fait que ces ordres sont prioritaires, ceux-ci sont transmis immédiatement dès que l'entrée d'ordre correspondante a été activée. Chaque ordre peut être configuré pour blocage, déclenchement direct et déclenchement permissif, en conformité avec les exigences de temps de transmission, de sécurité et de fiabilité spécifiées dans la Recommandation CEI 60834-1.

Le Groupe B n'est pas prioritaire par rapport au Groupe A et, de ce fait, est normalement utilisé pour le contrôle de dispositifs. Comme déjà indiqué, ce groupe est formé par 28 ordres indépendants dont l'émission est séquentielle. Chaque ordre est conforme aux spécifications de sécurité et de fiabilité de la Recommandation CEI 60834-1 se rapportant au déclenchement direct.

Si, pendant l'émission d'un ordre du Groupe B, on active une entrée d'ordre du Groupe A, à la place de l'ordre B l'émetteur envoie la tonalité codée correspondant à l'ordre A au terminal distant et mémorise le temps de l'interruption de l'ordre B.

Lorsque l'entrée de l'ordre du Groupe A est désactivée, l'émetteur envoie au terminal distant la tonalité codée correspondant à l'ordre B, précédemment interrompu, pendant le temps d'interruption mémorisé.

La Figure 13 résume ce fonctionnement. Dans l'exemple, l'entrée I1 est assignée à l'ordre C1 du Groupe A et les entrées I5 et I7 aux ordres C5 et C7 du Groupe B, respectivement.

Les signaux O1, O5 et O7 correspondent aux sorties d'ordre du terminal distant. La réception dans le terminal distant est décrite dans le paragraphe 4.2, *Procédure de réception d'ordre*.

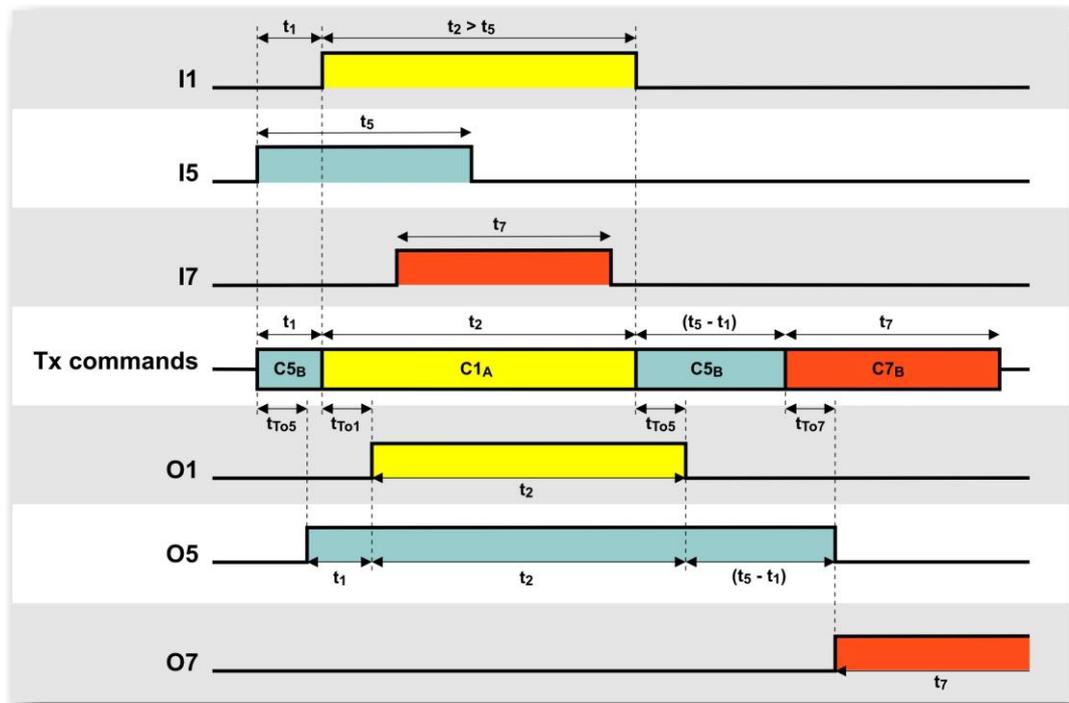


Figure 13 Exemple d'émission d'ordre

Lorsque l'on ne transmet que des ordres du Groupe B, ceux-ci sont transmis l'un après l'autre en fonction de la priorité établie dans le groupe. Ainsi, une activation d'une entrée d'ordre B n'interrompt jamais une émission d'ordre B. De cette façon, si on active une entrée d'ordre du Groupe B pendant qu'une autre entrée d'ordre du Groupe B est en cours de transmission, l'émetteur mémorise la seconde activation d'ordre B et le temps pendant lequel celle-ci est active. Une fois terminée l'émission du premier ordre B, le système transmet le signal associé au second ordre B durant le temps de l'interruption mémorisé (toujours en accord avec la priorité).

La priorité est établie sur la base de la numération de l'ordre. Les ordres de moindre numération ont la priorité supérieure. Par exemple, si l'entrée I6 doit être plus prioritaire que l'entrée I2, il faudra assigner un ordre de plus basse numération à I6, par exemple C4, et une plus haute numération à I2, par exemple C7.

Canal analogique par double tonalité dans la bande de 2,5 kHz

Lorsque le module interface de ligne est prévu pour canal analogique par double tonalité, il se charge lui-même de l'émission des signaux de garde et de déclenchement codés. À l'état de repos, l'émetteur émet en permanence un signal codé de garde et, lorsqu'il doit envoyer un ordre, il substitue au signal de garde celui de déclenchement.

On assigne deux fréquences à chaque signal (voir Tableau 3). Neuf fréquences sont nécessaires pour le signal de garde et 4 ordres indépendants et toute les combinaisons de ces derniers.

Les fréquences assignées aux signaux d'ordres sont préfixées, ainsi que le signal codé de garde (960 Hz/1440 Hz).

Signal codé		f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	f ₈	f ₉
		480Hz	720Hz	960Hz	1200Hz	1440Hz	1680Hz	1920Hz	2160Hz	2400Hz
Groupe	Ordre	Garde		X		X				
	C1	A	X		X					
	C2	B	X				X			
	C3	C	X					X		
	C4	D	X							X
	-	A+B		X					X	
	-	A+C				X		X		
	-	A+D				X			X	
	-	B+C	X			X				
	-	B+D				X				X
	-	C+D						X		X
	-	A+B+C	X					X		
	-	A+B+D						X		X
	-	B+C+D	X						X	
-	A+C+D	X							X	
-	A+B+C+D							X		X

Tableau 3 Assignation des fréquences aux signaux de garde et de déclenchement

Le groupe de commandes est formé par quatre ordres indépendants (C1 à C4) et toute combinaison de ceux-ci. Chaque ordre peut être configuré pour blocage, déclenchement direct et déclenchement permissif, en conformité avec les exigences de temps de transmission, de sécurité et de fiabilité spécifiées dans la Recommandation CEI 60834-1.

4.2 PROCÉDURE DE RÉCEPTION D'UN ORDRE

La réception du signal de téléprotection s'effectue dans le module d'interface de ligne.

La réception d'un ordre est signalisée sur la face avant au moyen de la LED RCV du canal correspondant, 1 ou 2.

Quand sont activés un relais (ou des relais) de sortie d'ordre et/ou un message (ou des messages) GOOSE, l'indicateur optique OUTPUT est allumé en face avant. De même, si cela a été programmé, le relais de signalisation correspondant est également activé.

À partir du Système de Gestion, on peut établir le temps pendant lequel le relais (ou les relais) de sortie d'ordre doit (doivent) rester actif(s), et/ou la stratégie de répétition du message (ou des messages) GOOSE.

Canal numérique

En réception, voir Figure 14, la fonction du module de ligne est de décoder la trame reçue en ligne. Avant d'effectuer ce processus, il doit vérifier si la trame reçue est correcte (longueur, code de détection d'erreurs et séquence fixe). S'il détecte que la valeur du code d'identification ne coïncide pas avec celle assignée à l'équipement en réception, ou le code d'identification de sécurité reçu (CIS) ne coïncide pas avec celui attendu, l'indicateur optique ALARM de la face avant du canal correspondant, 1 ou 2, s'allumera en couleur rouge.

Chaque bit de l'octet COMMANDES est stocké en un registre à décalage qui reçoit le nom de **fenêtre**. La longueur de fenêtre est le nombre d'octets d'information de téléprotection qui doivent être analysés pour détecter un ordre de déclenchement. La longueur du registre est variable et sa valeur est déterminée à partir du Système de Gestion, de façon indépendante pour chaque commande.

Le **seuil de décision** est le nombre d'octets d'information de téléprotection, avec commande de déclenchement activée, qui doivent être reçus correctement dans la longueur de la fenêtre pour que la commande soit exécutée. De même que pour la fenêtre, sa valeur est déterminée dans le Système de Gestion, de façon indépendante pour chaque commande.

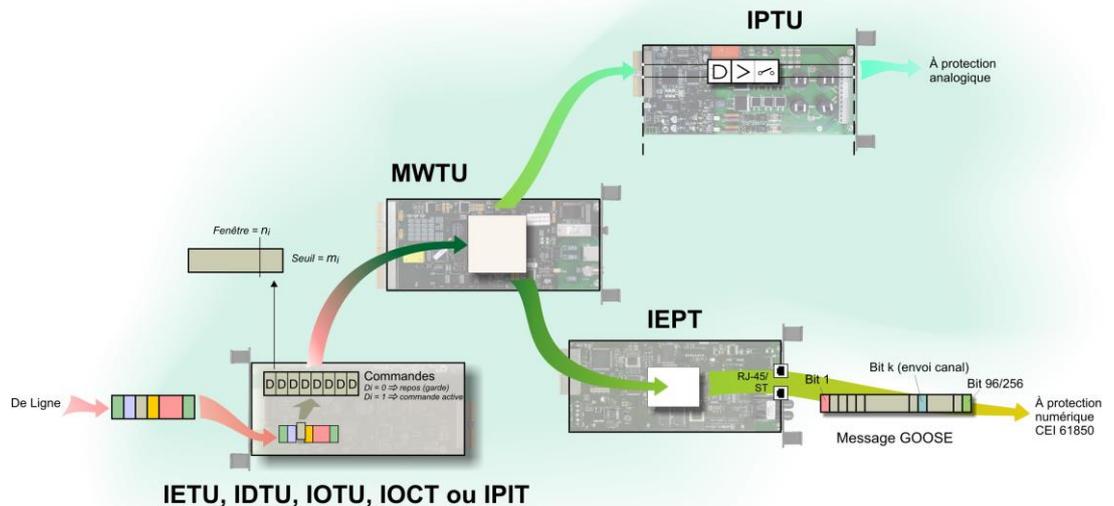


Figure 14 Processus de réception d'une commande pour canal numérique

Lorsque le module de ligne détecte que le nombre de bits « 1 » contenu dans la **fenêtre** est égal au nombre prédéfini pour le **seuil**, il gère l'information vers le module de process pour que ce dernier, dans la mesure où il ne s'agit pas d'un contrôle ou d'un essai distant à initiative locale ou que l'équipement soit bloqué, procède à l'activation de la combinaison de sortie correspondante, c'est à dire, du relais (ou des relais) de sortie d'ordre et/ou message (ou messages) GOOSE.

La commande se termine lorsque le nombre de bits « 1 » contenu dans la fenêtre est inférieur au seuil et celui des bits « 0 » supérieur. Au cas où il y aurait le même nombre de bits « 1 » et de bits « 0 » dans la fenêtre, les premiers auront la préférence, l'ordre restera donc actif.

Les messages incorrects ne sont pas pris en compte pour éviter que l'exécution d'une commande ne soit faussée par des erreurs de transmission. Dans ce cas, le registre à décalage reste stable.

La qualité du signal reçu s'établit selon le taux d'erreur de bit (BER) du canal. À partir du Système de Gestion, la programmation de l'alarme de BER s'effectue en configurant les seuils d'activation et désactivation de celle-ci (de 1×10^{-2} à $0,5 \times 10^{-9}$ par pas de 0,5).

Canal de communication sur IP

En réception, le module de communication IP décode le paquet reçu du réseau IP. Tout d'abord, il convient de vérifier que le paquet reçu est correct (grâce au code de contrôle) et son numéro de séquence (grâce au champ de séquence). Si le paquet n'est pas correct, le voyant LED LINK est éteint.

Ensuite, la valeur des paramètres de qualité de service du réseau IP est calculée. Si les valeurs ne sont pas satisfaisantes, le voyant LED ALARME s'allume sur la plaque frontale et, si elle a été configurée par l'utilisateur, les sorties de commande du terminal sont bloquées.

Enfin, les informations de téléprotection sont traitées.

Chaque bit de l'octet COMMANDES est stocké en un registre à décalage qui reçoit le nom de **fenêtre**. La longueur de fenêtre est le nombre d'octets d'information de téléprotection qui doivent être analysés pour détecter un ordre de déclenchement. La longueur du registre est variable et sa valeur est déterminée à partir du Système de Gestion, de façon indépendante pour chaque commande.

Le **seuil de décision** est le nombre d'octets d'information de téléprotection, avec commande de déclenchement activée, qui doivent être reçus correctement dans la longueur de la fenêtre pour que la commande soit exécutée. De même que pour la fenêtre, sa valeur est déterminée dans le Système de Gestion, de façon indépendante pour chaque commande.

Lorsque le module de ligne détecte que le nombre de bits « 1 » contenu dans la **fenêtre** est égal au nombre prédéfini pour le **seuil**, il gère l'information vers le module de process pour que ce dernier, dans la mesure où il ne s'agit pas d'un contrôle ou d'un essai distant à initiative locale ou que l'équipement soit bloqué, procède à l'activation de la combinaison de sortie correspondante, c'est à dire, du relais (ou des relais) de sortie d'ordre et/ou message (ou messages) GOOSE.

La commande se termine lorsque le nombre de bits « 1 » contenu dans la fenêtre est inférieur au seuil et celui des bits « 0 » supérieur. Au cas où il y aurait le même nombre de bits « 1 » et de bits « 0 » dans la fenêtre, les premiers auront la préférence, l'ordre restera donc actif.

Canal analogique par tonalité unique

Dans le cas de tonalité unique, le signal reçu de la ligne suit deux chemins différents selon s'il est de garde ou de déclenchement. Le signal de garde est soumis à un processus de

numérisation et le signal de déclenchement à un processus non linéaire basé sur l'utilisation d'un écrêteur avant limitation de bande et numérisation.

Le processeur numérique de signal (DSP) comporte jusqu'à neuf filtres, qui correspondent à la tonalité de garde et aux huit tonalités de déclenchement possibles. La fréquence centrale et la largeur de bande de ces filtres sont définies par l'utilisateur au moyen de la programmation de l'équipement.

Chaque commande est détectée par son filtre et la logique de décision correspondante pour activer la sortie ou les sorties associées des ordres (modules IPTU). Chaque module IPTU dispose de deux sorties d'ordres indépendantes.

En ce qui concerne le processus de réception d'ordre, la disparition de la tonalité de garde ouvre une fenêtre de temps durant laquelle est attendue l'arrivée d'un signal de déclenchement. Si le temps de la fenêtre s'est écoulé sans avoir reçu de signal, (signal de garde rétabli ou présence du signal de déclenchement), une signalisation interne de blocage est générée.

La signalisation interne de blocage entraîne le blocage des sorties ainsi que la génération de l'alarme de blocage et de défaut de voie. Sera également activé le relais programmé pour l'alarme de blocage du récepteur, dans la mesure où une temporisation additionnelle ne lui a pas été attribuée. D'autre part, il y a la possibilité de configurer l'activation d'un relais de signalisation par *Unblocking Order*, dont l'activation se produit lorsque la signalisation interne de blocage est générée, à condition qu'il n'ait pas été programmé de retard d'activation du relais. Le temps de montée du relais *Unblocking Command* est également programmable par l'utilisateur. Au bout de ce temps, le relais *Unblocking Command* est désactivé même si la signalisation interne de blocage persiste.

Canal analogique par double tonalité

Le signal reçu de la ligne est numérisé dans le module IBTU.

Le processeur de signal numérique (DSP) utilise un jeu de filtres pour la réception de toutes les fréquences utilisées en transmission (voir Tableau 2). La fréquence centrale et la largeur de bande de ces filtres sont définies par l'utilisateur lorsqu'il effectue la programmation du type de déclenchement.

Les fréquences associées à la garde et aux ordres du Groupe A disposent de trois types de filtre avec différentes largeurs de bande correspondant à blocage, déclenchement permissif et déclenchement direct. Les fréquences associées aux ordres du Groupe B disposent d'un type de filtre adéquat pour le déclenchement direct spécifique associé à ces fréquences.

Chaque ordre est détecté par les deux filtres associés à chacune des fréquences qui forment la tonalité codée. La fréquence centrale du filtre est la valeur de la fréquence prédéterminée et la largeur de bande est fonction du type de déclenchement.

La disparition de la tonalité de garde démarre une fenêtre temporelle pendant laquelle on attend la réception d'un signal de déclenchement. Si, une fois le temps de la fenêtre épuisé on n'a reçu aucun signal, que ce soit le rétablissement du signal de garde ou de déclenchement, une signalisation interne de blocage est générée.

Chaque module IPTU dispose de deux sorties d'ordre indépendantes. L'utilisateur peut assigner la sortie ou les sorties d'ordre associées à partir du Système de Gestion.

Comme on peut le voir dans l'exemple de la Figure 13 la sortie d'ordre ne présente pas de redondance. Lorsqu'une sortie d'ordre (O5) du Groupe B est interrompue par une sortie d'ordre (O1) du Groupe A, la sortie d'ordre (O5) du Groupe B se maintient active jusqu'à ce que l'ordre du Groupe A cesse d'être actif.

La sortie de l'ordre du Groupe B reste active tant qu'elle reçoit l'ordre du Groupe B. S'il n'était pas reçu, par contre, elle se désactive lorsque la sortie de l'ordre du Groupe A cesse d'être active.

Si le temps qui s'écoule entre l'activation de I5 (ordre B) et I1 (ordre A) est inférieur à 15 ms (temps que demande le filtre du récepteur pour s'activer), la sortie O1 (ordre A) deviendra active avant que la sortie O5 ne le soit (ordre B). De sorte que la sortie O5 sera désactivée dès que l'entrée I1 (ordre A) cesse d'être active.

Dans le cas de deux ordres du Groupe A, le temps de transmission du premier ordre A est le temps nominal plus le retard entre l'activation des deux ordres A, à condition que le temps soit inférieur à 12 ms (en ordres permissifs). Si le temps est supérieur, le temps de transmission du premier ordre A est le temps nominal, et celui du second ordre A est plus grand (de 1,5 ms, par exemple, $12+1,5=13,5$ ms pour ordres permissifs) mais toujours au-dessous de la valeur nominale.

Canal analogique par double tonalité dans la bande de 2,5 kHz

Le signal reçu de la ligne est numérisé dans le module IBTU.

Le processeur de signal numérique (DSP) utilise un jeu de filtres pour la réception de toutes les fréquences utilisées en transmission (voir Tableau 3). La fréquence centrale et la largeur de bande de ces filtres sont définies par l'utilisateur lorsqu'il effectue la programmation du type de déclenchement.

Les fréquences associées à la garde et aux ordres disposent de trois types de filtre avec différentes largeurs de bande correspondant à blocage, déclenchement permissif et déclenchement direct.

Chaque ordre est détecté par les deux filtres associés à chacune des fréquences qui forment la tonalité codée. La fréquence centrale du filtre est la valeur de la fréquence prédéterminée et la largeur de bande est fonction du type de déclenchement.

La disparition de la tonalité de garde démarre une fenêtre temporelle pendant laquelle on attend la réception d'un signal de déclenchement. Si, une fois le temps de la fenêtre épuisé on n'a reçu aucun signal, que ce soit le rétablissement du signal de garde ou de déclenchement, une signalisation interne de blocage est générée.

Chaque module IPTU dispose de deux sorties d'ordre indépendantes. L'utilisateur peut assigner l'ordre reçu aux sorties d'ordre associées à partir du Système de Gestion.

4.3 DISPOSITIFS D'ESSAI

Afin de faciliter les opérations de mise en service et de maintenance, ainsi que la détection des pannes, le Système de Gestion TPU-1 permet d'effectuer les différents essais et boucles décrits ci-après.

Le menu Mise en service comprend une option qui permet de bloquer le terminal, c'est à dire de ne pas lui permettre d'activer de sortie, compatible ou non avec le standard CEI 61850, lorsqu'il reçoit une commande. Ainsi, suivant le type d'essai ou de boucle que l'on voudrait effectuer, il faudra programmer un **blocage** au préalable.

4.3.1 Envoi d'ordres

Le Système de Gestion TPU-1 contient les options nécessaires pour vérifier le fonctionnement correct de la logique d'entrée. Ainsi, depuis le menu Mise en service, il est possible de forcer l'activation des entrées analogiques et/ou numériques CEI 61850 correspondantes et de vérifier que cette activation a donné lieu à l'émission de l'ordre désiré.

L'activation des entrées peut être forcée durant un temps déterminé ou, si on le désire, de façon permanente. Cette activation étant programmée, il est possible, sur le même écran, de contrôler si l'activation des entrées a bien provoqué l'émission de l'ordre voulu.

De même, depuis le menu de Supervision, il est possible de surveiller l'état des entrées et de consulter le compteur du nombre d'activations associé à chacune d'elles, ainsi que surveiller les ordres émis et consulter les compteurs d'émission des ordres.

Avant d'effectuer un essai de ce type, il faudra traiter de façon adéquate l'émission de la commande, afin d'éviter que se produisent des activations de sortie non désirées sur le terminal distant ou sur le terminal lui-même si on y a établi une boucle.

4.3.2 Boucle interne

Le menu Mise en service du Système de Gestion TPU-1 contient une option qui permet de programmer la réalisation d'une boucle interne sur le terminal, de sorte que le transmetteur local soit connecté avec le récepteur local (voir Figure 15).



Figure 15 Boucle interne

La boucle permettra ainsi de vérifier, au niveau local, la validité de l'émission et de la réception d'un ordre, et le fonctionnement correct de la logique de sortie établie pour chaque ordre reçu.

Lorsque l'équipement est en boucle, l'indicateur optique LOOP/TEST du canal correspondant, TP1 ou TP2, s'allumera en couleur orange sur la face avant.

La boucle peut être programmée pour une durée déterminée ou, au contraire, peut être établie de façon permanente jusqu'à ce que l'on commande sa désactivation. Une fois la boucle établie, l'activation des entrées peut être forcée au moyen de l'option correspondante du menu Mise en service (voir § 4.3.1, *Envoi d'ordres*).

La boucle interne peut également être effectuée sur le terminal collatéral, c'est à dire, sur le terminal situé à l'autre extrémité de la liaison. Dans ce cas, il est nécessaire, en premier lieu, à partir du Système de Gestion, d'accéder au terminal distant pour, ensuite, effectuer la boucle interne. Contrairement au bouclage interne réalisé sur le terminal local, la boucle interne réalisée sur le terminal distant ne peut être programmée que pour une durée déterminée.

Préalablement à la programmation de la boucle, il faudra traiter adéquatement les sorties d'ordres du terminal si on ne désire pas provoquer des activations.

4.3.3 Boucle de ligne

Le menu Mise en service du Système de Gestion TPU-1 contient, également, une option qui permet de programmer une boucle sur la ligne. Ainsi, comme représenté Figure 16, la boucle est établie au niveau de l'interface de ligne, la ligne de communication se mettant de ce fait elle-même en boucle. La boucle permettra ainsi de vérifier le comportement du canal de communication.

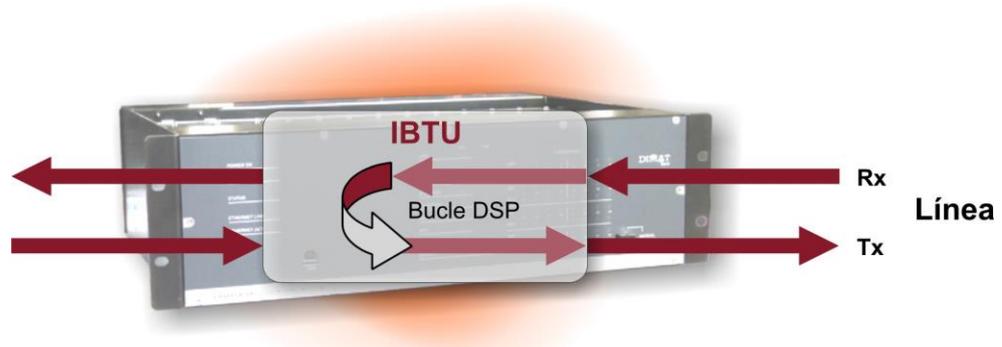


Figure 16 Boucle en ligne

Lorsque l'équipement est en boucle, l'indicateur optique LOOP/TEST du canal correspondant, TP1 ou TP2, s'allumera en couleur orange sur la face avant.

Lorsque la boucle est programmée à partir du terminal local, elle peut être programmée pour une durée déterminée ou, au contraire, elle peut être établie de façon permanente jusqu'à ce que l'on commande sa désactivation. Pour effectuer une boucle dans le terminal distant il faut en premier lieu, à partir du Système de Gestion, accéder au terminal distant pour, ensuite, réaliser la boucle en ligne. Contrairement au bouclage interne réalisé sur le terminal local, la boucle interne réalisée sur le terminal distant ne peut être programmée que pour une durée déterminée.

Préalablement à la programmation de la boucle, il faudra traiter adéquatement les sorties d'ordres du terminal si on ne désire pas provoquer des activations.

4.3.4 Essai distant avec initiative locale dans l'interface de ligne numérique et interface IP

Le Système de Gestion TPU-1 permet de programmer la réalisation d'un essai distant sur la liaison. Par ailleurs, cet essai s'effectue au démarrage de l'équipement. Cet essai peut être réalisé aussi de manière automatique avec la récurrence programmée.

L'essai consiste en l'envoi, par le terminal local vers le terminal collatéral, d'une série de trames avec la séquence fixe modifiée, où tous les bits de l'octet COMMANDES contiennent un ordre. Le terminal distant doit identifier correctement toutes les commandes et, si c'est le cas, envoyer par le canal de service au terminal local un message indiquant que le résultat de l'essai distant a été correct.

Le résultat de cet essai est indiqué sur la face avant au moyen de l'indicateur optique LOOP/TEST du canal correspondant, 1 ou 2. S'il est satisfaisant il s'allumera en couleur verte et, en cas de défaut, il s'allumera en couleur rouge.

Cet essai permettra donc de vérifier périodiquement la qualité de la liaison.

4.3.5 Essai local dans l'interface de ligne analogique

Le système de gestion TPU-1 permet de programmer la réalisation d'un essai local. L'essai peut aussi être réalisé de manière automatique avec la récurrence voulue.

L'essai consiste en l'envoi de la part de l'émetteur vers son propre récepteur des tonalités de déclenchement, établies dans celui-ci, de façon séquentielle et sans interrompre l'envoi du signal de garde vers le terminal collatéral. Le récepteur traite les tonalités d'essai reçues de la même façon que s'il s'agissait de tonalités de déclenchement reçues du terminal distant. Si le récepteur identifie correctement tous les signaux d'essai, le test sera réussi.

Le résultat de ce test est indiqué sur la face avant au moyen de l'indicateur optique LOOP/TEST du canal correspondant, 1 ou 2. S'il est satisfaisant il s'allumera en couleur verte et en cas de défaut il s'allumera en couleur rouge. L'échec du test local sera enregistré dans le registre chronologique.

Le terminal supervise constamment la réception du signal de garde en provenance de l'autre terminal et l'entrée possible d'ordres en provenance de l'interface du côté protections. Cela permet de suspendre l'essai (indicateur optique LOOP/TEST éteint) et d'attendre l'émission ou la réception d'une commande réelle le cas échéant.

4.3.6 Test distant à initiative locale sur interface de ligne analogique

Le Système de Gestion TPU-1 permet de programmer la réalisation d'un essai distant sur la liaison. Cet essai peut également être effectué de façon automatique avec la récurrence spécifiée.

L'essai consiste en l'envoi à travers le canal de service d'un message à partir de l'émetteur vers le terminal distant. Le terminal distant doit recevoir correctement le message et, si c'est le cas, envoyer un message de confirmation au terminal local.

Le résultat de l'essai est indiqué sur la face avant par l'indicateur optique LOOP/TEST du canal correspondant, 1 ou 2. Si le message de confirmation est correctement reçu, le voyant s'allumera en vert et en cas d'échec, après trois tentatives, il s'illuminera en rouge. L'échec du test sera enregistré dans le registre chronologique.

Le terminal objet de l'essai supervise à tout moment la réception du signal de garde en provenance de l'autre terminal et l'entrée possible d'ordres provenant de son interface côté protections. Ceci permet de suspendre l'essai (indicateur optique LOOP/TEST éteint) et d'attendre l'émission ou la réception d'un ordre réel le cas échéant.

4.3.7 Tests sur les modules de télésignalisation et télémesure

Le système de Gestion TPU-1 permet aussi d'effectuer des tests sur les modules de télésignalisation et télémesure.

Dans le cas du module d'interface E/S des signaux numériques (DSTU), il est possible de forcer l'activation des entrées et des sorties numériques, soit à partir de l'équipement local, soit à partir de l'équipement distant. De la sorte, en plus de la possibilité de tester si les activations ont bien été effectives sur le terminal local, on pourra vérifier que les activations émises par le terminal local ont été correctement reçues sur le terminal distant et vice-versa.

Dans le cas du module pour mesure de courant (MCTU), il est possible de forcer une valeur fixe de courant sur les entrées et sorties analogiques, soit à partir de l'équipement local, soit à partir de l'équipement distant. De la sorte, en plus de la possibilité de tester les valeurs sur le terminal local, on pourra vérifier que les valeurs transmises par le terminal local ont été correctement reçues sur le terminal distant et vice-versa.

4.4 SYNCHRONISATION HORAIRE

Le terminal TPU-1 enregistre chronologiquement toutes les alarmes et les événements produits dans la liaison de téléprotection. Pour établir la date et l'heure où se produisent ces alarmes et/ou événements, le terminal TPU-1 dispose d'une horloge temps réel qui peut se synchroniser via GPS ou via Ethernet.

Lorsque l'on établit une synchronisation horaire sur le terminal, le TPU-1 référence son horloge temps réel interne au système UTC⁽²⁾, estimant ainsi l'heure UTC par rapport à laquelle on pourra calculer l'heure en d'autres zones du monde. Dans ce cas, l'heure UTC prévaudra toujours comme patron d'horloge interne de l'équipement, y compris face à toute programmation de date et heure effectuée par l'utilisateur.

4.4.1 Synchronisation GPS

Les terminaux TPU-1 peuvent synchroniser leur horloge temps réel avec la référence temporelle que donne le système GPS ; pour ce faire, ils n'ont besoin que de se connecter à un quelconque récepteur GPS qui dispose d'une sortie de synchronisme temporel. Cette sortie de synchro doit être au standard IRIG-B, qui établit le format des signaux utilisés pour identifier les instants spécifiques de temps.

Les signaux du standard IRIG-B sont classifiés en fonction de la modulation qui leur est appliquée, leur fréquence/résolution et les codes qui s'appliquent aux mots (ensembles de bits) qui contiennent l'information. Suivant cette classification, on applique un numéro à chacun des trois paramètres précédemment mentionnés ce qui définit des standards comme par exemple, l'IRIG-B 120 ou l'IRIG-B 123.

Le terminal TPU-1 est capable de traiter les signaux du standard IRIG-B 123, dans lequel le signal est modulé en amplitude à 1 kHz, et du standard IRIG-B 003, dans lequel le signal est modulé par impulsions.

4.4.2 Synchronisation Ethernet

Les terminaux TPU-1 peuvent également synchroniser leur horloge temps réel via Ethernet en utilisant le protocole SNTP (*Simple Network Time Protocol*), lequel utilise UTC comme base de temps.

À partir du Système de Gestion TPU-1, il est possible de configurer jusqu'à cinq adresses de serveurs SNTP.

⁽²⁾ UTC n'est pas réellement une abréviation; c'est une variante du temps universel, (*universal time*, abrégé *UT*) et son modificateur C (de « coordonné »), ajouté pour exprimer que c'est une variante de plus de UT.

5 GESTION DE L'ÉQUIPEMENT

Les terminaux TPU-1 incluent un serveur web dans lequel sont stockées toutes les pages nécessaires pour la programmation et la surveillance du système, il n'est donc pas nécessaire de fournir de logiciel avec l'équipement.

Le module MWTU peut inclure deux interfaces de réseau, la connexion entre le PC et le terminal TPU-1 peut être directe ou à travers un réseau IP (LAN ou WAN), il est possible dans ce cas que plusieurs PCs connectés au réseau IP puissent gérer plusieurs terminaux TPU-1 connectés à ce réseau.

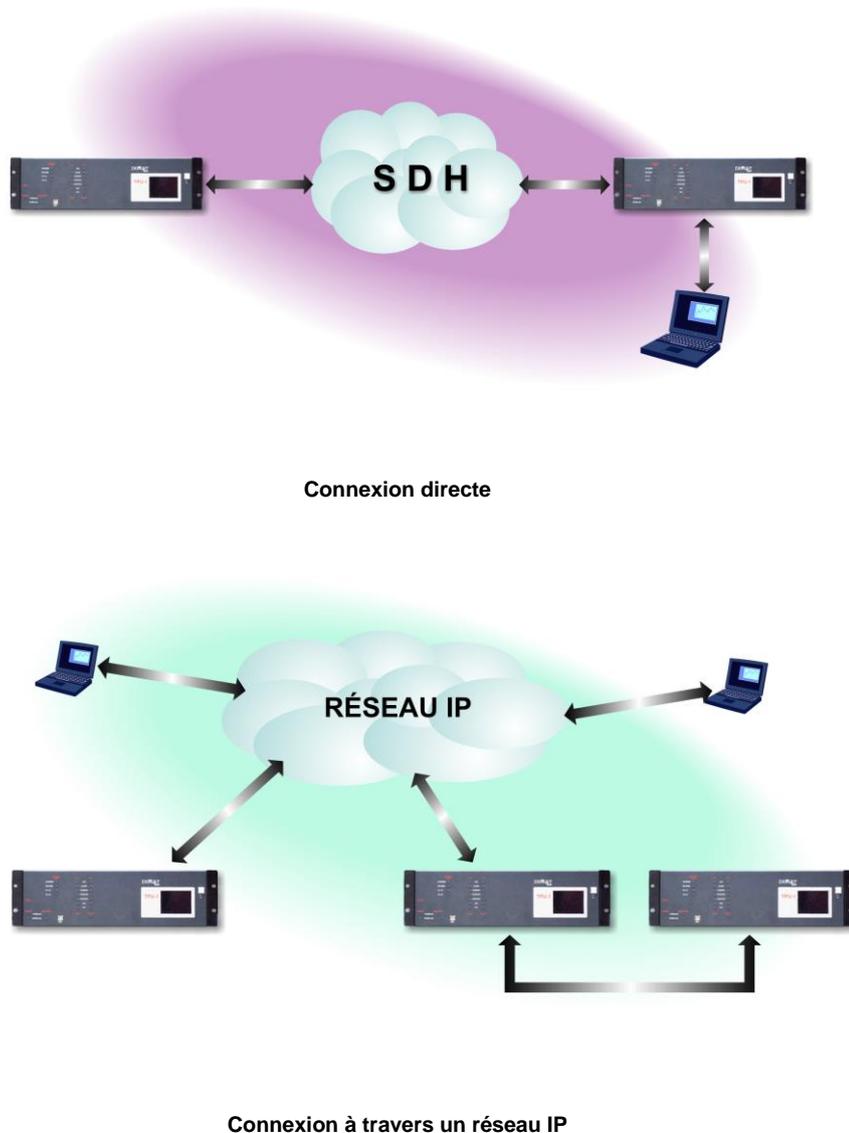


Figure 17 Possibilités de connexion entre PC's et terminal/aux TPU-1

Les terminaux TPU-1 incluent également un agent SNMP lequel, moyennant configuration par l'utilisateur, peut générer des notifications d'alarmes et d'évènements de l'équipement du type *trap* (sans confirmation) et *inform* (avec confirmation) vers les dispositifs qu'aura déterminé l'usager, ainsi que permettre la supervision de paramètres surveillables déterminés de l'équipement à partir d'une application de gestion SNMP, telle que HP *Openview*.

Pour la configuration de l'équipement ou l'acquisition du registre chronologique, il faut utiliser la Gestion Web de l'équipement lui-même.

5.1 CONTROLE D'ACCÈS

L'accès à la Gestion Web des terminaux TPU-1 requiert une clé d'accès, composée par un nom d'utilisateur et un mot de passe.

Il existe deux profils distincts d'utilisateur, l'un basique et l'autre d'administrateur. Chacun dispose de capacités de gestion différentes de sorte que, alors que l'utilisateur administrateur peut modifier et superviser n'importe quel paramètre du terminal, l'utilisateur basique ne peut qu'acquérir ou superviser les paramètres du terminal mais sans la possibilité d'altérer son fonctionnement à aucun moment.

Le système dispose par défaut de deux profils créés, l'un basique et l'autre administrateur, dont on peut voir les noms d'utilisateur et les mots de passe dans le Tableau 4.

	Nom d'utilisateur	Mot de passe
Utilisateur Basique	basic	basic
Utilisateur Administrateur	admin	admin

Tableau 4 Mots de passe par défaut du système

5.2 GESTION WEB OFF-LINE

Dans la Gestion Web, on distingue entre Gestion Web *on-line* et Gestion Web *off-line*.

La Gestion Web *on-line* implique que l'on réalise la gestion du terminal TPU-1 depuis un ordinateur lui étant connecté, tandis qu'en Gestion Web *off-line*, on peut réaliser la gestion sans nécessité de se connecter au terminal.

La Gestion *off-line* acquiert une importance spéciale lorsque l'on veut réaliser la configuration du terminal depuis un lieu où on ne dispose pas de connexion avec celui-ci. Il est possible de programmer et de garder la configuration du terminal dans l'ordinateur de gestion ou sur un support magnétique et, lorsque la connexion sera possible, charger cette configuration sur le terminal.

Pour pouvoir réaliser la gestion *off-line* il est nécessaire que l'ordinateur de gestion ait été connecté au préalable au terminal TPU-1 pour qu'il ait acquis du serveur les pages correspondantes à la gestion.

Le chargement de ces pages n'est permis qu'à l'utilisateur de profil ADMINISTRATEUR.

5.3 MENUS DE GESTION PRINCIPAUX

La Gestion Web des terminaux TPU-1 requiert uniquement un navigateur web standard. L'utilisateur, au moyen d'une autorisation préalable par mot de passe, peut accéder à la page web d'initialisation du Système de Gestion en introduisant dans le navigateur l'adresse IP du serveur web intégré dans le terminal TPU-1 objet de la gestion.

Dans la page web d'initialisation de la Gestion Web, apparaissent sept menus principaux. Le premier menu, *Fichiers*, contrôle le flux d'information qui entre et sort du Système de Gestion. Le second, *Mises à jour*, permet de charger sur l'ordinateur de gestion les pages nécessaires pour mener à bien la Gestion Web *off-line*, ainsi que de connaître les différentes versions du logiciel de l'équipement. Le troisième menu, *Serveur*, donne accès aux options qui permettent de spécifier : les clés d'accès au serveur web, les paramètres de base de la gestion du réseau (adresse IP, masque de sous-réseau et passerelle), qui doivent être compatibles avec ceux de l'ordinateur de gestion. Le quatrième, *SNMP*, donne accès aux options qui permettent de spécifier la configuration de l'agent SNMP incorporé à l'équipement. Le cinquième, *Équipement*, permet de configurer tous les paramètres opérationnels du terminal et ceux de son collatéral, c'est à dire, ceux du terminal situé de l'autre côté de la liaison. Le sixième menu, *Supervision*, permet d'effectuer la supervision du système, tandis que le septième, *Mise en Service*, contient une aide pour la mise en service et la maintenance. Dans les paragraphes suivants on décrit plus en détail ces menus.

5.3.1 Menu Fichiers

Ce menu donne accès aux fonctions de lecture de disque ou du terminal et d'écriture sur disque ou sur terminal.

5.3.2 Menu Équipement

Ce sous-menu contient les options et sous-menus qui permettront de configurer le terminal TPU-1 en fonction des nécessités de la téléprotection.

Les paramètres à programmer seront les suivants :

- **Horloges et synchronisation.** Le menu contient une option qui montre la date et l'heure actuelle de l'horloge interne de l'équipement et la date et l'heure UTC permettant, si on le désire, la modification des valeurs de date et heure de l'horloge interne de l'équipement en prenant comme référence l'horloge UTC.

La programmation de date et heure de l'horloge interne de l'équipement ne prévaudra pas lorsque l'équipement sera programmé pour une synchronisation horaire externe, via GPS ou Ethernet.

- **Configuration de base de l'équipement.** Consiste à spécifier le nombre de canaux de transmission et leur fonctionnement (deux canaux indépendants, l'activation des transits, l'activation de l'application de télémesure), le nombre d'ordres en émission et en réception, la constitution de l'équipement, et si le terminal devra travailler avec protections selon le standard CEI 61850.
- **Logique d'entrée et sortie.** Configuration des matrices d'entrée et sortie. Ces deux matrices sont indépendantes et amplement configurables. La matrice d'entrée consiste en l'établissement de la logique d'entrée, compatible ou non avec le standard CEI 61850, qui permettra d'enclencher le processus d'émission d'ordre, ainsi que le transit des ordres. La matrice de sortie établit la logique de sortie, compatible ou non avec le standard CEI 61850, pour chaque ordre reçu.
- **Durée de l'émission de la commande.** Consiste en l'établissement de la durée de l'émission de la commande destinée au terminal TPU-1 de l'autre extrémité de la liaison. L'émission peut être : de même durée que la présence de la condition d'entrée, prolongée, limitée ou réglée à un temps fixe prédéterminé.
- **Temporisation additionnelle.** Consiste en l'établissement du temps minimum durant lequel les conditions d'entrée doivent être présentes pour que la commande soit exécutée.
- **Durée de la de la sortie d'ordre.** Consiste en l'établissement du temps pendant lequel le relais (ou les relais) de sortie d'ordres devront rester actifs. Ce temps peut être le même que celui de réception d'une commande, se prolonger, être limité ou être à durée fixe.

- **Longueur de fenêtre pour le canal numérique et pour l'interface IP.** Consiste en l'établissement du nombre d'octets d'information de téléprotection qui doivent être validés pour détecter une commande de déclenchement.
- **Seuil de décision pour le canal numérique et pour l'interface IP.** Consiste en l'établissement du nombre d'octets d'information de téléprotection, avec commande de déclenchement, qui doivent être reçus correctement dans la longueur de la fenêtre. Ce nombre doit être inférieur ou égal à celui de la longueur de fenêtre.
- **Configuration de l'interface de ligne numérique.** Les paramètres à spécifier varieront suivant le type de module. Ainsi, par exemple, dans le cas de l'interface pour fibre optique, module IOTU, il faudra spécifier le type d'horloge (interne ou récupérée), tandis qu'en cas d'interface électrique selon Recommandation V.35 de l'UIT-T, module IETU, il faudra spécifier la vitesse et le mode de fonctionnement.
Sur l'écran associé à l'interface de ligne numérique, on effectue la programmation de l'alarme de BER.
- **Configuration de l'interface de communication sur IP.** Les paramètres à spécifier sont les critères de sécurité et de sûreté de fonctionnement, la fonctionnalité de l'émetteur, le type d'interface de ligne (IP ou Ethernet) et la configuration des alarmes de qualité de service du réseau IP.
- **Configuration de l'interface de ligne analogique.** Les paramètres à spécifier varieront suivant le type de module. Par exemple, dans le cas de l'interface par tonalité unique (4 ordres combinés), module IATU/IBTU, ce seront les fréquences d'émission et de réception des tonalités de garde et de déclenchement, les temps de transmission, le niveau d'émission et de réception des tonalités de garde et déclenchement et, dans le cas des tonalités de déclenchement, le niveau en situation de surpuissance.
- **Codes d'identification pour canal numérique et pour l'interface IP.** Ce sont des codes qui se configurent, en émission et en réception, dans chacun des terminaux de la liaison, dans le but d'établir la provenance des informations reçues.
- **Codes d'identification de sécurité pour canal numérique.** Ce sont des codes qui se configurent dans chacun des terminaux de la liaison dans le but d'établir la provenance des informations reçues.
Le code d'émission (CIS propre) est programmé en usine, alors que celui de réception (CIS prévu) doit être spécifié par l'utilisateur, conformément au code CIS propre à l'équipement éloigné dont on veut recevoir l'information.
- **Périodicité de l'essai.** Consiste en la spécification de l'intervalle de temps, en heures, entre essais distants (interface de ligne numérique et interface IP) ou locales e distants (interface de ligne analogique).

- **Condition d'activation des relais auxiliaires.** Consiste en la spécification de l'utilisation des relais auxiliaires des modules d'interface côté protections (IPTU) et, si c'est le cas, du relais auxiliaire du module d'interface de ligne analogique (IATU ou IBTU) et des relais auxiliaires des modules IRTU. Les relais auxiliaires peuvent être programmés pour la signalisation de l'émission de la commande, sortie d'ordre ou alarme et, si c'est le cas, non blocage (*unblocking*).
- **Temporisation des relais auxiliaires.** Consiste en la spécification du temps durant lequel est exigée la présence de la condition d'alarme programmée afin d'activer le relais auxiliaire correspondant.
- **Paramètres CEI 61850.** Fondamentalement, consiste en la configuration des paramètres de base (adresse IP, masque de sous-réseau, passerelle et configuration du format de codage GOOSE en transmission) et en la spécification de la stratégie de répétition des messages GOOSE de sortie, ainsi qu'en l'attribution, pour chacune des seize entrées possibles, de l'identification et de l'adresse Multicast de provenance.
- **Télémesure.** De fait, consiste en l'assignation des modules MCTU et DSTU au canal de communication correspondant, la spécification des valeurs de sortie des signaux analogiques et numériques dans le cas de coupure du canal de communication, la disposition du registre des événements associés à la télémesure dans le registre chronologique, ainsi qu'en l'établissement du temps de délivrance de l'information de télémesure entre les terminaux.

5.3.3 Menu Supervision

Au moyen du menu de supervision il est possible de surveiller le fonctionnement de l'un ou l'autre des deux terminaux TPU-1 d'une liaison.

Les données fournies par le système de surveillance relatives à chaque terminal sont : Signaux d'alarme, État de la téléprotection, État des entrées, État des sorties et Registre chronologique. Dans chaque canal analogique, il est aussi possible de voir les données associées au rapport Signal/Bruit et, pour le canal numérique, le taux d'erreurs (BER).

Lorsqu'un canal de communication sur IP est utilisé, les données suivantes relatives à la qualité de service du réseau IP sont affichées: valeur moyenne du retard (délai de transfert moyen: MTD), variance du retard (variation du délai de cellule: CDV) et paquet taux de perte (Cell Loss Ratio: CLR).

Signaux d'alarme

Les alarmes de l'équipement qui peuvent être surveillées depuis le Système de Gestion sont les alarmes générales de l'équipement et les alarmes spécifiques de chaque canal de communication :

- Défaut de synchronisation RTC (général).
- Défaut de liaison CEI 61850 (général).
- Défaut d'alimentation 1 et/ou 2 (général).
- Erreur de télémesure (général).
- Défaut de module principal (général).
- Défaut du module au niveau du n° de slot (général).
- Blocage manuel sur canal 1 et/ou 2 (analogique et numérique).
- Erreur dans le test automatique sur canal 1 et/ou 2 (analogique et numérique).
- Code d'identification erroné sur canal 1 et/ou 2 (numérique).
- Code d'identification de sécurité (CIS) erroné sur canal 1 et/ou 2 (numérique).
- Défaut de synchronisme sur canal 1 et/ou 2 (numérique).
- Alarme BER sur canal 1 et/ou 2 (numérique).
- Alarme RAI (numérique type IOCT).
- Alarme LOS (numérique type IOCT).
- Blocage de réception sur canal 1 et/ou 2 (analogique).
- Erreur de réception sur canal 1 et/ou 2 (analogique).
- Faible rapport Signal/Bruit sur canal 1 et/ou 2 (analogique).
- Erreur de voie sur canal 1 et/ou 2 (analogique).
- Niveau du signal de garde faible / Excès de niveau du signal de garde sur canal 1 et/ou 2 (analogique).
- Défaut générale de transmission (CEI 61850).
- Défaut de la synchronisation avec l'horloge du système (CEI 61850).
- Défaut de timeout de réception du GOOSE (CEI 61850).
- Signal MTD hors de plage dans les canaux 1 et/ou 2 (interface IP).
- Signal CDV hors de plage dans les canaux 1 et/ou 2 (interface IP).

- Signal CLR hors de plage dans les canaux 1 et/ou 2 (interface IP).
- Défaut de liaison IP sur les canaux 1 et/ou 2 (interface IP).

Ces alarmes peuvent être assignées, au moyen de la programmation, aux relais auxiliaires des modules d'interface côté protections (IPTU), et suivant le cas, au relais auxiliaire du module IATU ou IBTU et/ou aux relais auxiliaires des modules IRTU.

Lorsque le terminal TPU-1 incorpore l'écran LCD optionnel, ces alarmes peuvent être visualisées sur cet écran depuis la face avant de l'équipement.

Commandes Tx/Rx

Le menu permet de surveiller, pour chaque canal, quelle commande est en cours d'émission et quelle commande est en cours de réception. De même, il permet de surveiller les compteurs du nombre d'émissions d'ordres et les compteurs du nombre de réceptions d'ordres.

Lorsque le terminal TPU-1 incorpore l'écran LCD optionnel, les compteurs peuvent être visualisés sur cet écran depuis la face avant de l'équipement.

État des entrées

Le menu permet de surveiller quelles entrées ont provoqué l'émission, qu'elles soient ou non compatibles avec le standard CEI 61850, et les compteurs du nombre d'activations d'entrées.

Lorsque le terminal TPU-1 incorpore l'écran LCD optionnel, les compteurs peuvent être visualisés sur cet écran depuis la face avant de l'équipement.

État des sorties

Le menu permet de surveiller quelles sorties ont été activées, qu'elles soient ou non compatibles avec le standard CEI 61850, et les compteurs du nombre d'activations de sortie.

Lorsque le terminal TPU-1 incorpore l'écran LCD optionnel, les compteurs peuvent être visualisés sur cet écran depuis la face avant de l'équipement.

Registre chronologique

Le système TPU-1 stocke dans un registre l'apparition et la disparition des alarmes et des évènements qui concernent le service de la liaison, tels que : émission et sortie d'ordres, modification de la programmation, réalisation d'une boucle, et s'il y a lieu une information associée à la télémessure, etc. Pour chaque alarme ou évènement on en donne une brève description et on indique la date, avec jour, mois et année, ainsi que l'heure, minute, seconde et milliseconde, de leur survenue.

Les messages peuvent être visualisés de façon indépendante ou groupée, c'est à dire, alarmes et évènements en même temps, pour un canal spécifique ou les deux, par blocs ou en totalité, et ordonnés par date et heure, ou chronologiquement en commençant par le dernier.

La Gestion Web inclut la possibilité de sauvegarder le contenu du registre chronologique dans un fichier de texte, lequel pourra être utilisé pour faire des listings facilement imprimables avec les applications standard de traitement de texte.

Il est possible de spécifier des filtres d'affichage d'alarmes et d'évènements.

Rapport Signal/Bruit téléprotection

Le menu permet de surveiller, pour un canal analogique, le rapport Signal/Bruit.

Dans un canal analogique par tonalité unique (4 ordres combinés), le rapport Signal/Bruit est référencé à un signal dans une bande de 4 kHz avec le pourcentage de modulation programmé pour le signal de garde.

Dans un canal analogique par ordres codés (double tonalité), le rapport Signal/Bruit est référencé à un signal dans une bande de 4 kHz ou 2,5 kHz.

Il est indiqué aussi s'il se produit une situation d'alarme par bas rapport S/B ou par erreur de voie.

Etat du module d'interface IP (IPIT)

Lorsqu'un canal de communication sur IP est utilisé, ce menu affiche l'état des alarmes liées à la qualité de service du réseau IP. Ces alarmes sont la valeur moyenne du délai (délai de transfert moyen: MTD), la variance du délai (variation du délai de cellule: CDV) et le taux de perte de paquets (taux de perte de cellule: CLR).

Télémesure

Si on a validé l'application télémesure, le menu permet de superviser les entrées et quelles sont les sorties numériques du module DSTU qui ont été activées, ainsi que les compteurs du nombre d'activations des entrées et des sorties.

Dans le cas des entrées et sorties analogiques, le menu permet de superviser la valeur actuelle du courant dans chaque entrée et chaque sortie, ainsi que les maximum et minimum obtenus dans chacune de ces dernières depuis la dernière remise à zéro des compteurs ou depuis la réinitialisation de l'équipement.

Il est également possible de mettre les valeurs des signaux analogiques à l'échelle en valeurs réelles d'une amplitude égale ou différente.

5.3.4 Menu Mise en service

Les facilités du menu Mise en service sont les suivantes :

Boucles, blocage et essais

Le menu Mise en service contient une option qui permet de forcer, pendant un temps déterminé ou de façon permanente, le blocage de l'équipement pour que celui-ci ne puisse activer aucune sortie, qu'elle soit compatible ou non avec le standard CEI 61850. De même, il contient les options qui permettent de réaliser la boucle interne, la boucle de ligne, l'essai distant avec initiative locale (numérique et IP) et l'essai local et l'essai distant avec initiative locale (analogique).

Lorsque le terminal TPU-1 comprend l'écran LCD optionnel, la situation de blocage est visualisée sur cet écran au moyen du symbole d'un cadenas.

Mise à zéro des compteurs

À partir du menu Mise en service, il est possible de mettre à zéro les compteurs d'émissions et de réceptions d'ordre, ainsi que les compteurs du nombre d'activations des entrées et sorties.

Désactiver relais

À partir du menu Mise en service, il est possible de désactiver les relais de signalisation des émissions/réceptions d'ordres s'ils ont été configurés pour la "Désactivation Manuelle".

Activer relais

À partir du menu Mise en service, il est possible d'activer les relais de signalisation locale pour la vérification de leur état. La durée de l'activation peut être permanente ou temporisée.

Remise à zéro modules

Depuis le menu Mise en service il est possible de forcer un reset du module de process et/ou du reste des modules.

Si l'on a validé l'application télémesure, il sera également possible de remettre à zéro les compteurs du nombre d'activations d'entrée et sortie numériques, ainsi que les compteurs de mesures analogiques (maxima et minima) d'entrée et de sortie.

Activation des entrées

Le menu Mise en service permet d'activer, pour un canal ou les deux et pendant un temps déterminé, les entrées analogiques et numériques CEI 61850, et de vérifier que cette activation donne lieu à l'émission de la commande souhaitée.

Autorisation registre

À partir du menu Mise en service, il est possible de sélectionner quelles alarmes ou événements on désire enregistrer.

Mesures à distance

Si l'application de mesures à distance a été activée, le menu permet d'effectuer un test des entrées et des sorties analogiques et numériques.

6 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

6.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Application	<p>Transmission d'ordres de téléprotection pour la protection des lignes électriques à H.T. pour les schémas de protection suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verrouillage. - Télédéclenchement inconditionnel. - Télédéclenchement conditionnel. <p>Télésignalisation et Télémessure en applications pour cogénérateurs.</p> <p>Transmission de commandes de téléprotection sur des réseaux de paquets IP.</p>
Caractéristiques de fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> - Interfaces de protection mixtes (analogiques et compatibles avec le standard CEI 61850). - Interface IP pour la connexion aux réseaux de paquets. - Possibilité de travailler avec deux canaux indépendants. - Possibilité de transiter des commandes de téléprotection pour configurations en T (<i>Teed-line</i>) ou en anneau. - Système de Gestion Web avec possibilité de connexion à LAN. - Synchronisation horaire du registre chronologique via GPS (IRIG-B) et/ou via Ethernet (protocole SNTP). - Agent SNMP
Nombre de canaux de communication	<p>2, analogiques et/ou numériques avec interface électrique ou optique et/ou avec interface de communications sur IP.</p>

Capacité	<ul style="list-style-type: none">- Canal numérique ou communications sur IP: De 1 à 8 commandes.- Canal analogique par tonalité unique : De 1 à 4 ordres- -Canal analogique pour double tonalité : De 1 à 32 ordres⁽³⁾.
Interface pour canal numérique	<ul style="list-style-type: none">- E1/T1 (G.703).- 64 kbit/s (G.703, V.35 ou V.11/X.21).- 64 kbit/s (fibre optique monomode 9/125 µm, 1300 nm ou 1550 nm).- C37.94 (1 slot de 64 kbit/s dans la trame de 2 Mbit/s, fibre optique multimode 62,5 µm et 50 µm, 830 nm).- 56 kbit/s (V.35 ou V.11).- 32 kbit/s (V.35 ou V.11).
Interface de communications sur IP	<ul style="list-style-type: none">- 10/100Base-Tx (RJ-45).- 100Base-Fx multimode (1300 nm, ST).
Interface pour canal analogique	<p>À travers des connexions en 4 fils, dans la bande de 0 à 4 kHz, pour fonctionnement par :</p> <ul style="list-style-type: none">- tonalité unique (4 ordres combinés).- double tonalité (32 ordres codés). <p>À travers des connexions en 4 fils, dans la bande de 0 à 2.5 kHz, pour fonctionnement par :</p> <ul style="list-style-type: none">- double tonalité (4 ordres codés et indépendants).
Dispositifs d'essais	<ul style="list-style-type: none">- Envoi de ordres (permanent ou non)..- Boucle interne (permanente ou non).- Boucle de ligne (permanente ou non).- Test distant avec initiative locale (numérique et IP).- Essai local (analogique).

⁽³⁾Les 32 ordres se divisent en deux groupes : jusqu'à 4 ordres (et en n'importe quelle combinaison) pour le Groupe A et jusqu'à 28 ordres pour le Groupe B. Avec deux canaux de communication (TP1 et TP2), les 32 ordres peuvent être distribués de la façon suivante : jusqu'à 4 ordres du Groupe A dans le canal TP1, jusqu'à 4 ordres du second Groupe A dans le canal TP2, et les 24 ordres restants (Groupe B) répartis comme on voudra dans les canaux TP1 et TP2.

- Essai distant avec initiative locale (analogique).
- Activation des relais de signalisation.
- Test des entrées et sorties analogiques et numériques (télésignalisation et télémesure).

Capacité du registre chronologique 4000 alarmes et événements (selon la règle FIFO)

Résolution du registre chronologique 1 ms

Connecteur synchronorécepteur (GPS)

Type de connecteur	BNC
Standard	IRIG-B 123 et IRIG-B 003

6.2 CARACTÉRISTIQUES INTERFACES DE LIGNE NUMÉRIQUE

Protocole de communication HDLC (*High-Level Data Link Control*) avec séquence fixe.

Canal interne Transmission de données

- Configuration recommandée**
- Télédéchirement inconditionnel.
Temps de Transmission inférieur à 6.5 ms
(Seuil de décision = 3, longueur de fenêtre = 5)
 - Télédéchirement conditionnel.
Temps de Transmission inférieur à 5 ms
(Seuil de décision = 3, longueur de fenêtre = 3)
 - Verrouillage.
Temps de Transmission inférieur à 4 ms
(Seuil de décision = 2, longueur de fenêtre = 2)

**Temps nominal de transmission pour
les valeurs de configuration suivantes**

À 2 Mbit/s (1/2 slots)

Seuil de décision = 1	Entre 2,1 ms et 2,6 ms
Seuil de décision = 5	Entre 3,6 ms et 4,1 ms
Seuil de décision = 15	Entre 7,3 ms et 7,8 ms

À 64 kbit/s

Seuil de décision = 1	Entre 2,1 ms et 3,6 ms
Seuil de décision = 5	Entre 5,6 ms et 6,7 ms
Seuil de décision = 15	Entre 14,7 ms et 15,66 ms

À 56 kbit/s

Seuil de décision = 1	Entre 2,56 ms et 3,63 ms
Seuil de décision = 5	Entre 6,51 ms et 7,65 ms
Seuil de décision = 15	Entre 16,39 ms et 17,7 ms

À 32 kbit/s

Seuil de décision = 1	Entre 3,32 ms et 5,16 ms
Seuil de décision = 5	Entre 10,26 ms et 12,2 ms
Seuil de décision = 15	Entre 27,6 ms et 29,81 ms

Sécurité et fiabilité

En conformité avec la norme CEI 60834-1.

Module IETU

Interface G.703

Vitesse de transmission	64 kbit/s
Stabilité de l'oscillateur interne	±50 ppm
Synchronisme	Horloge codirectionnelle ou contre directionnelle
Impédance de sortie	120 Ω ± 5%, symétrique
Impédance d'entrée	120 Ω ± 5%, symétrique
Affaiblissement maximal de ligne	6 dB à 128 kHz
Type de connecteur	SUB-D mâle de 15 contacts
Caractéristiques électriques et codage de ligne	En conformité avec la Recommandation G.703 de l'UIT-T
Tolérance à la fluctuation de phase	En conformité avec la Recommandation G.823 de l'UIT-T

Interface V.11

Vitesse de transmission	64, 56 ou 32 kbit/s
Synchronisme	Équipement terminal. Horloge du terminal de ligne
Type de connecteur	SUB-D mâle de 15 contacts
Caractéristiques électriques	En conformité avec la Recommandation V.11 de l'UIT-T

Interface V.35

Vitesse de transmission	64, 56 ou 32 kbit/s
Stabilité de l'oscillateur interne	±50 ppm
Synchronisme	Horloge de transmission interne ou en provenance du terminal de ligne
Type de connecteur	SUB-D mâle de 15 contacts
Caractéristiques électriques	En accord avec l'appendice 2 de la Recommandation V.35 de l'UIT-T

Interface X.21

Vitesse de transmission	64 kbit/s
Type de connecteur	SUB-D mâle de 15 contacts
Caractéristiques électriques	En conformité avec la Recommandation X.21 de l'UIT-T

Module IDTU
Interface G.703

Vitesse de transmission	2 Mbit/s (5 slots)
Stabilité de l'oscillateur interne	±50 ppm
Synchronisme	Horloge codirectionnelle
Impédance de sortie	75 Ω ou 120 Ω moyennant prédisposition ⁽⁴⁾ . La connexion à la terre de la maille du câble (sortie non-symétrique) ou non (sortie symétrique) est établie aussi moyennant prédisposition
Impédance d'entrée	75 Ω ou 120 Ω moyennant prédisposition ⁽⁴⁾
Affaiblissement maximal de ligne	6 dB à 1024 kHz

⁽⁴⁾ Pour les modules IDTU.00 de version 3.1, le type de connecteur (BNC ou RJ-45) est programmé à partir du Système de Gestion TPU-1.

Type de connecteur	Deux connecteurs BNC ou un connecteur RJ-45 moyennant prédisposition
Caractéristiques électriques et codage de ligne	En conformité avec la Recommandation G.703 de l'UIT-T
Tolérance à la fluctuation de phase	En conformité avec la Recommandation G.823 de l'UIT-T

Module IOTU.##

Interface par fibre optique

Vitesse de transmission	64 kbit/s
Stabilité de l'oscillateur interne	±50 ppm
Codage de ligne	MANCHESTER
Affaiblissement maximal permis	30 dB
Niveau minime de puissance optique de l'émetteur	-5 dBm
Type de connecteur	FC femelle
Type de fibre	Monomode (9/125 µm)
Longueur d'onde	1300 nm (IOTU.00) ou 1550 nm (IOTU.01)

Module IOCT

Interface par fibre optique suivant standard C37.94

Vitesse de transmission	1 slot de 64 kbit/s dans la trame de 2 Mbit/s
Atténuation maximum permmissible	IOCT.00: 15 dB IOCT.01: 30 dB
Niveau de puissance optique de l'émetteur	IOCT.00: -15 dBm (average value) IOCT.01: -5 dBm (niveau minime)
Type de connecteur	IOCT.00: ST femelle IOCT.01: FC femelle
Type de fibre	IOCT.00: Multimode (62,5 µm et 50 µm) IOCT.01: Monomode (9/125 µm)
Longueur d'onde	IOCT.00: 830 ± 35 nm IOCT.01: 1300 nm

Module IPIT

Type de connecteur	IPIT.01: RJ-45 (10/100Base-Tx) IPIT.00: ST (100Base-Fx, multimode, 1300 nm)
Occupation dans un lien à 100 Mbit/s	<ul style="list-style-type: none"> • Avec un intervalle de temps constant entre les packets et k=1: <ul style="list-style-type: none"> - 1.1 % (interface IP socket UDP sur IP) - 0.88 % (interface Ethernet)

6.3 CARACTÉRISTIQUES INTERFACES DE LIGNE ANALOGIQUE

Module IATU/IBTU (tonalité unique)	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnement par tonalité (ordres combinés) : <ul style="list-style-type: none"> - capable d'émettre et de recevoir jusqu'à 3 ordres indépendants ou toute combinaison de ceux-ci - capable d'émettre et de recevoir jusqu'à 4 ordres avec la logique suivante : <ul style="list-style-type: none"> • Mode 2+2 : protection simultanée de deux lignes moyennant deux déclenchements conditionnels et deux déclenchements inconditionnels. Les deux versions existantes du Mode 2+2 se différencient par des ordres associées aux déclenchements conditionnels et inconditionnels. • Mode 3+1 : protection simultanée des trois phases d'une ligne moyennant trois déclenchements conditionnels (A, B et C) et un déclenchement inconditionnel (D). Les deux versions existantes du Mode 3+1 se différencient par la tonalité qui est envoyée lorsqu'il se produit une combinaison des entrées associées aux déclenchements permissifs.
---	--

Module IBTU (double tonalité)

- Fonctionnement par double tonalité (ordres codés) :
 - capable d'émettre et de recevoir jusqu'à 32 ordres de la forme suivante : 4 ordres prioritaires et indépendants et en combinaison quelconque (Groupe A) et 28 ordres séquentiels (Groupe B).

Module IBTU (double tonalité – 2,5 kHz)

- Fonctionnement par double tonalité (ordres codés) :
 - capable d'émettre et de recevoir jusqu'à 4 ordres indépendants et toute combinaison de ceux-ci.

Sécurité et fiabilité

En accord avec la norme CEI 60834-1

Sortie BF

Impédance nominale	600 Ω
Affaiblissement d'adaptation	>20 dB
Niveau nominale	Programmable depuis le Système de Gestion entre -30 et 0 dBm

Augmentation de puissance

- Programmable depuis le Système de Gestion entre 0 et +6 dB.
- Signalisation externe : Par relais statique 120 mA/250 V_{CC}. Non activé (contacts R et C court-circuités) en conditions normales de fonctionnement.

Entrée BF

Impédance nominale	600 Ω
Affaiblissement d'adaptation	>20 dB
Niveau nominal	Programmable depuis le Système de Gestion entre -40 et 0 dBm
Sensibilité du récepteur	22 dB

Fréquences de garde et déclenchement (IATU/IBTU par tonalité unique)	Dans la bande de phonie et programmables entre celles définies dans les Recommandations R.35, R.37 et R.38 de l'UIT-T et les fréquences: 3300 Hz, 3360 Hz, 3420 Hz, 3480 Hz, 3540 Hz, 3600 Hz, 3660 Hz, 3780 Hz et 3800 Hz
Fréquences utilisées par les signaux codés (IBTU par double tonalité)	960 Hz, 1200 Hz, 1440 Hz, 1680 Hz, 1920 Hz, 2400 Hz, 2640 Hz, 2880 Hz, 3120 Hz et 3360 Hz
Fréquences utilisées par les signaux codés (IBTU par double tonalité – 2,5 kHz)	480 Hz, 720 Hz, 960 Hz, 1200 Hz, 1440 Hz, 1680 Hz, 1920 Hz, 2160 Hz et 2400 Hz
Temps nominal de transmission (IATU/IBTU par tonalité unique)	Configurable entre 7 ms (pour le verrouillage), 15 ms (pour le déclenchement conditionnel) et 25 ms (pour le déclenchement inconditionnel)
Temps nominal de transmission (IBTU par double tonalité)	Configurable entre 8,5 ms (pour le verrouillage), 15 ms (pour le déclenchement conditionnel) et 25 ms (pour le déclenchement inconditionnel)
Canal interne (IATU/IBTU par tonalité unique)	
Fonctions	Transmission de données
Fréquence centrale	Fréquence de garde
Modulation	Par déplacement de fréquence de ± 15 Hz
Vitesse maximale	25 bit/s
Canal interne (IBTU par double tonalité)	
Fonctions	Transmission de données
Fréquence centrale	330 Hz
Modulation	Par déplacement de fréquence de ± 15 Hz
Vitesse maximale	50 bit/s

6.4 ENTRÉES ET SORTIES D'ORDRES

Entrées d'ordre

Type	Numériques ou Analogiques
Numériques (module IEPT)	En accord avec la norme CEI 61850. Jusqu'à seize entrées distinctes.
Analogiques (module IPTU)	
Type	Optocouplées
Nombre d'entrées par ordre	Programmable. Avec un module IPTU : 2 Avec huit modules IPTU : 16
Tension nominale de fonctionnement	24, 48, 110 et 220 V _{cc}
Tension minimum qui garantit l'activation	-20% de la tension nominale
Tension maximum qui garantit la NON activation	-40% de la tension nominale
Tension maximum de fonctionnement	+20% de la tension nominale
Polarité	Indifférente
Consommation	10 mA constants à la tension nominale (dans tout le marge)
Temps minimum d'activation	700 µs
Logique d'activation	Par application de tension
Retard additionnel pour l'envoi d'ordres	Programmable depuis le Système de Gestion entre 0 et 31 ms par sauts de 1 ms
Possibilités de temporisation	<ul style="list-style-type: none"> - Durant l'activation de l'entrée d'ordre analogique ou sur détection de message GOOSE - Prolongée entre 20/15000 ms. Programmable par sauts de 10 ms - Limitée entre 20/15000 ms. Programmable par sauts de 10 ms

- Durée fixe de 20/15000 ms. Programmable par sauts de 10 ms

Sorties d'ordres

Type	Numériques ou Analogiques
Numériques (module IEPT)	En conformité avec la norme CEI 61850. Jusqu'à seize sorties distinctes
Analogiques (module IPTU)	
Type	Relais statique (semiconducteur)
Nombre de sorties par commande	Programmable. Avec un module IPTU : 2 Avec huit modules IPTU : 16
Contact	Normalement ouvert. Libre de potentiel
Puissance maximum de connexion	900 W
Courant maximum en connexion	2 A en permanence 3 A durant 20 s
Tension de connexion maximum	300 V _{CC}
Tension résiduelle en connexion	4 V
Courant de fuite	<300 µA
Temps de commutation	<250 µs
Possibilités de temporisation	<ul style="list-style-type: none"> - Pendant la réception d'une commande - Prolongée sur 20/15000 ms. Programmable par sauts de 10 ms - Limitée entre 20/15000 ms. Programmable par sauts de 10 ms - Durée fixe de 20/15000 ms. Programmable par sauts de 10 ms

6.5 ENTRÉE ET SORTIE DU MESSAGE GOOSE

Format d'encodage du cadre de transmission	Il peut être réglé entre longueur dynamique ou longueur fixe. Les deux critères sont entièrement compatibles avec la norme IEC 61850-8-1: 2011
Format d'encodage GOOSE (longueur fixe)	En conformité avec la norme IEC 61850-8-1:2011, Tableaux A.1 & A.2
Format d'encodage GOOSE (longueur dynamique)	En conformité avec la norme IEC 61850-8-1:2011, Annexes A.1 & A.2

6.6 TELESIGNALISATION ET TELEMESURE

Entrées analogiques

Nombre d'entrées	Différentielles flottantes et isolées entre elles. Avec un module MCTU : 4 Avec deux modules MCTU : 8 Avec trois modules MCTU : 12 Le module MCTU peut être affecté à un ou aux deux canaux de ligne (TP1/TP2).
Marge de détection	Signaux bipolaires : ± 20 mA
Résolution	15 bits
Précision	0.2%
Temps d'acquisition	100 ms
Temps de <i>polling</i> (scrutation)	Avec un module MCTU: programmable entre 1 et 60 s. Avec deux ou trois modules MCTU: programmable entre 3 et 60 s. La valeur moyenne des derniers 10 échantillons est donnée (un échantillon est pris toutes les 100 ms)

Sorties analogiques

Type	En boucle de courant
Nombre de sorties	Différentielles flottantes et isolées entre elles. Avec un module MCTU : 4 Avec deux modules MCTU : 8 Avec trois modules MCTU : 12 Le module MCTU peut être affecté à un ou aux deux canaux de ligne (TP1/TP2).
Marge de sortie	Signaux bipolaires : ± 20 mA
Résolution	16 bits
Précision	0.1%
Temps d'acquisition	100 ms

Entrées numériques

Nombre d'entrées	Avec un module DSTU : 6 Avec deux modules DSTU : 12, étant possible d'associer les deux modules DSTU à un même canal ou bien d'associer un module DSTU à un canal (TP1) et l'autre à un second canal (TP2).
Type	Optocouplées
Tension d'entrée	24, 48 et 110 Vcc
Marge d'activation ⁽⁵⁾	$\pm 20\%$ de la tension nominale
Surtension permanente	1,4 x V nominal
Intensité de l'activation	≥ 3 mA
Résolution	Meilleure que 10 ms. Seront reconnus des changements supérieurs à 20 ms

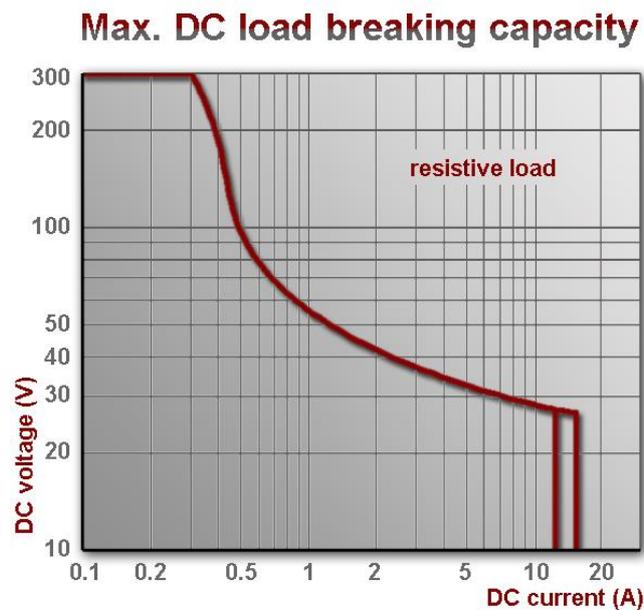
⁽⁵⁾Si la tension d'entrée est inférieure à 60% de la tension nominale, les entrées ne seront pas considérées comme actives.

Sorties numériques

Nombre de sorties	Avec un module DSTU : 6 Avec deux modules DSTU : 12, étant possible d'associer les deux modules DSTU à un même canal ou bien associer un module DSTU à un canal (TP1) et l'autre à un second canal (TP2).
Type	Contacts libres de potentiel (relais électromécanique)
Tension d'utilisation	48 et 125 Vcc
Courant d'utilisation	0,5 A

6.7 SIGNALISATION EXTERNE ET INDICATIONS VISUELLES
Sortie de signalisation alarme alimentation

Type	Par relais. Un par source d'alimentation. Contact commuté. Capacité maximum du contact 1 A/250 V _{CA} , voir Figure 18 pour V _{CC}
Temps de fermeture/ouverture temps de rebonds inclus	5/3 ms
État en condition normale de fonctionnement	Activé (contacts T et C court-circuités)



REMARQUE: 2A est le courant maximum

Figure 18 Tension CC/ Courant CC

Sorties auxiliaires

Nombre de relais	<ul style="list-style-type: none"> - 2 relais électromécaniques par module IPTU - 1 relais électromécanique par module IATU / IBTU. - 2 relais électromécaniques par module IRTU.02 - 4 relais électromécaniques par module IRTU.04 - 8 relais électromécaniques par module IRTU.08 <p>Programmables pour signalisation de : l'émission de la commande, sortie d'ordre ou alarme et, si c'est le cas, non blocage (<i>unblocking</i>).</p>
Type	- Par relais électromécanique. Contact commuté. Capacité maximum du contact 1 A/250 V _{CA} , voir Figure 18 pour V _{CC} (modules IPTU, IATU/IBTU et IRTU).
Temps de fermeture/ouverture temps de rebonds inclus	- 5/3 ms (modules IPTU, IATU/IBTU et IRTU).

État en condition normale de fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> - Relais programmables pour signalisation d'émission d'ordre, sortie d'ordre et non blocage (<i>unblocking</i>) : Non activés (contacts R et C court-circuités). - Relais programmables pour signalisation d'alarme : Activés (contacts T et C court-circuités)
Temporisation d'activation en cas d'alarme	Programmable depuis le Système de Gestion entre 0 et 60 s
Conditions programmables pour l'alarme	<ul style="list-style-type: none"> - Défaut de synchronisation RTC (général). - Défaut de télémesure (général). - Défaut de liaison CEI 61850 (général). - Défaut de module principal (général). - Défaut du module au niveau du n° de slot (général). - Défaut d'alimentation (général). - Blocage manuel (analogique et numérique). - Erreur dans le test automatique (analogique et numérique). - Défaut de synchronisme (numérique). - Code d'identification erroné (numérique). - Code d'identification de sécurité (CIS) erroné (numérique). - Alarma BER (numérique). - Alarme RAI (numérique type IOCT). - Alarme LOS (numérique type IOCT). - Blocage du récepteur (analogique). - Erreur de réception (analogique). - Faible rapport Signal/Bruit (analogique). - Erreur de voie (analogique). - Niveau du signal de garde faible/Excès de niveau du signal de garde (analogique). - Erreur générale dans la commande de sortie IEC 61850. - Echec de la synchronisation avec l'horloge

système dans le module IEPT.

- Timeout de la commande d'entrée IEC 61850.
- Alarme MTD (interface IP).
- Alarme CDV (interface IP).
- Alarme CLR (interface IP).
- Défaillance de la liaison IP (interface IP).

Indications visuelles

Signalisations

- Équipement alimenté par alimentation principale et/ou secondaire
- Système actif
- Mise à jour du logiciel
- Liaison correcte sur interface LAN
- Liaison correcte sur interface CEI 61850
- Module d'interface de ligne actif sur canal 1 et/ou canal 2
- Entrée d'ordre analogique actif et/ou message GOOSE
- Sortie d'ordre analogique actif et/ou message GOOSE
- Émission de l'ordre sur canal 1 et/ou canal 2
- Réception d'un ordre sur canal 1 et/ou canal 2
- Équipement en boucle sur canal 1 et/ou canal 2
- Test correct sur canal 1 et/ou canal 2

Alarmes

- Défaut d'alimentation de l'alimentation principale et/ou secondaire.
- Système non opératif (démarrage de l'équipement, erreur de configuration, erreur de module ou erreur de RTC).
- Blocage de réception (analogique), erreur de module, code d'identification ou code de sécurité incorrect (numérique), erreur de voie (analogique) ou défaut de synchronisme (numérique) sur canal 1 et/ou canal 2
- Faible rapport S/B ou garde en dehors des

	<ul style="list-style-type: none"> marges (analogique) ou alarme BER (numérique) sur canal 1 et/ou canal 2 - Défaut du test réalisé sur canal 1 et/ou canal 2 - Blocage manuel du récepteur (analogique et numérique) ou blocage du récepteur (analogique) sur canal 1 et/ou canal 2
Compteurs d'émissions et réceptions d'ordre	Surveillés depuis le Système de Gestion. Sur demande, affichés sur la face avant de l'équipement sur l'écran LCD optionnel.
Compteurs d'activations d'entrée et sortie	Surveillés depuis le Système de Gestion. Sur demande, affichés sur la face avant de l'équipement sur l'écran LCD optionnel.
Compteurs d'activations d'entrée et sortie numérique (module DSTU)	Surveillés depuis le Système de Gestion.
Compteurs de mesures analogiques d'entrée et sortie (module MCTU)	Surveillés depuis le Système de Gestion.

6.8 COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Standards	Conforme aux CEI 60834-1, CEI 61000-6-2, ANSI C37.90.1 et ANSI C37.90.2
------------------	---

6.9 CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT ET DE STOCKAGE

Température et humidité	De -10 °C à +55 °C et humidité relative non supérieure à 95%, suivant CEI 721-3-3 classe 3K5 (climatogramme 3K5)
--------------------------------	--

Alimentation⁽⁶⁾

Tension nominale d'entrée	Module ATPU.00 : 48 V _{CC} Module ATPU.01 : de 110 V _{CC} à 250 V _{CC} et de 110 V _{CA} à 220 V _{CA} Module ATPU.03 : 24 V _{CC} Pour courant continu, protégé contre inversion de polarité
Marges d'opération	Module ATPU.00 : de 36 à 72 V _{CC} . Module ATPU.01 : de 88 V _{CC} à 300 V _{CC} et de 88 V _{CA} à 265 V _{CA} Module ATPU.03 : de 19 à 29 V _{CC}
Interruptions de l'alimentation	Niveau 1 de la CEI 60870-2-1
Protection contre les surtensions	Électronique PTC
Consommation maximale à 48 V _{CC}	Avec 8 modules IPTU : 1,5 A

Conditions de stockage

Suivant CEI 721-3-1, classe 1K5

6.10 CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Dimensions

19" (482 mm) de largeur et 3 unités de hauteur normalisées (133 mm).
 Profondeur de 256 mm

Raccordements

Au moyen de connecteurs enfichables situés sur la partie arrière de l'équipement. Les blocs de borniers de fond d'armoire et les câbles de liaison nécessaires peuvent être fournis sur demande.

⁽⁶⁾ Si l'on désire une alimentation redondante, les terminaux TPU-1 peuvent être équipés de deux modules ATPU.

En environnements perturbés, il est recommandé d'utiliser des câbles écranés pour effectuer les raccordements. La tresse de ces câbles doit être connectée à la terre uniquement à l'une des extrémités du câble, dans le but d'assurer la protection du personnel et d'éviter les interférences.

Poids minimum	7 kg
Grade de protection IP	IP30 suivant CEI 60529
Capacité	13 connecteurs (<i>slots</i>), dont deux sont réservés aux modules d'alimentation (principale et secondaire) et un au module processeur.

6.11 SYSTÈME DE GESTION

Interfaces de gestion de l'équipement

Interface de réseau

10/100Base-TX

Norme interface	IEEE 802.3 (CSMA/CD)
Connecteur	RJ-45 femelle de 8 contacts
Type de câble	UTP-5
Vitesse de transmission	10 ou 100 Mbit/s

Interface de réseau

100Base-FX

(MWTU.01 seulement)

Norme interface	IEEE 802.3u (CSMA/CD)
Connecteur	MT-RJ
Type de câble	Fibre optique multimode
Longueur d'onde	1300 nm (deuxième fenêtre)
Vitesse de transmission	100 Mbit/s

Agent SNMP

Protocole SNMP	v1, v2c et v3
----------------	---------------

Fonctions

- Génération de notifications non confirmées (*traps*) et confirmées (*informs*) d'alarmes et évènements de l'équipement. Ce dernier type n'est admis que pour les versions du protocole V2c et V3.
- Consultation au moyen d'une commande GET de paramètres consultables déterminés de l'équipement, qui sont :
 - Paramètres de réseau (IP, masque de sous-réseau et passerelle).
 - Horloge interne et synchronisation horaire.
 - État des compteurs d'émission et de réception d'ordres des compteurs d'activations d'entrée et de sortie.
 - État des signaux d'alarme.
 - Surveillance d'évènements.
 - Rapport Signal/Bruit sur canal analogique.
- Initialisation au moyen de la commande SET des compteurs d'émission et de réception des ordres et des compteurs d'activations d'entrée et de sortie.
- Modification au moyen de la commande SET des paramètres de réseau (IP, masque de sous-réseau et passerelle).

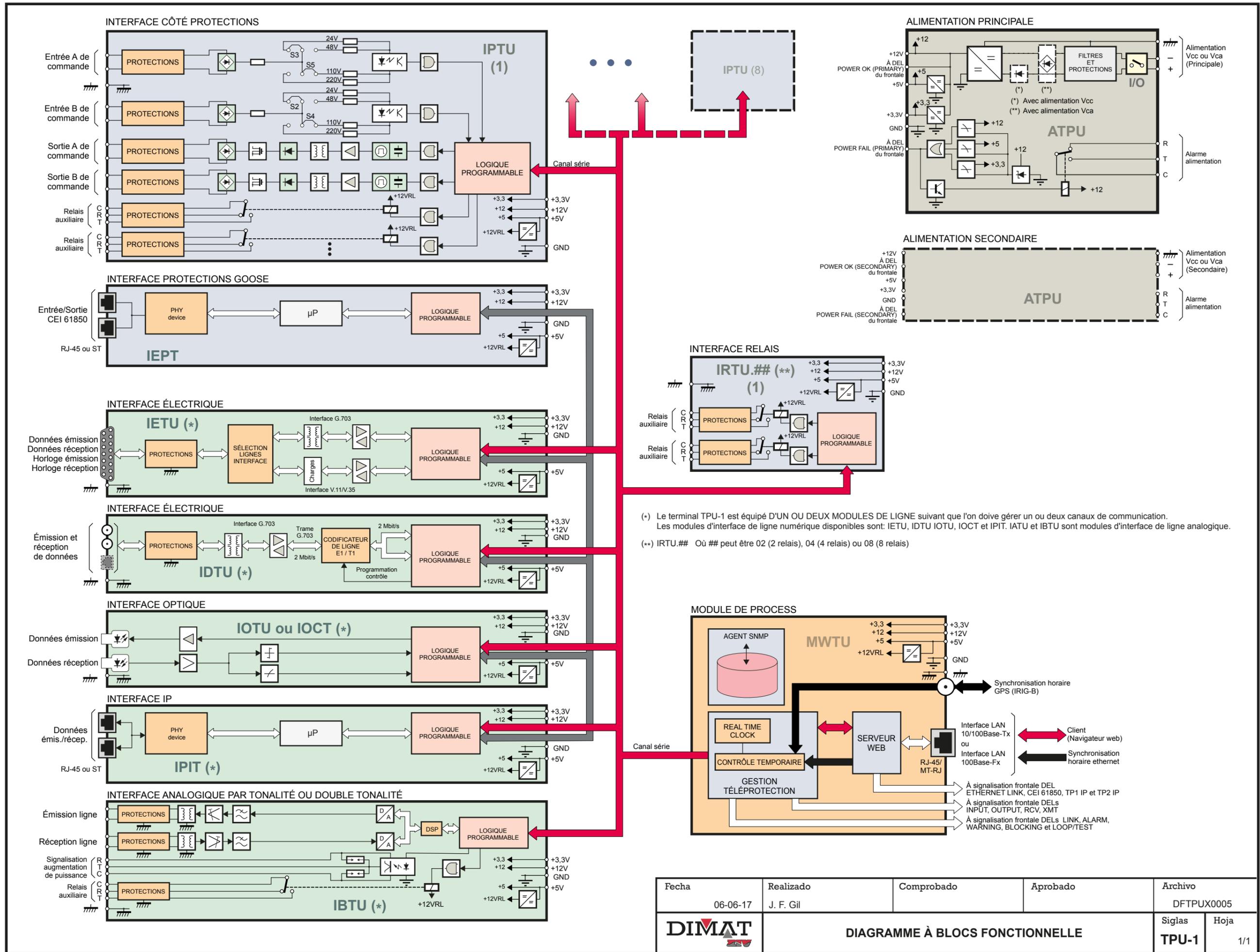
Supervision au moyen de l'Agent SNMP Possible à partir d'une application SNMP.

Sur demande, il peut être fourni un *kit* optionnel pour intégration en HP *Openview*.

Ordinateur de gestion

Type	Ordinateur personnel compatible PC
Modèle	CPU avec microprocesseur Pentium III 550 MHz ou supérieur
Mémoire RAM	512 Moctets
Adaptateur graphique	SVGA à 1 Moctet

Communication	Module de réseau avec interface 10/100Base-TX ou 100Base-FX
Système d'exploitation	Microsoft Windows XP Service Pack 2 version, Microsoft Windows 7 ou Microsoft Windows 10
Navigateur web	Microsoft Internet Explorer v 6.0 ou supérieure
Machine virtuelle JAVA (Sun Microsystems)	Version 1.7 ou supérieure



(*) Le terminal TPU-1 est équipé D'UN OU DEUX MODULES DE LIGNE suivant que l'on doit gérer un ou deux canaux de communication. Les modules d'interface de ligne numérique disponibles sont: IETU, IDTU, IOTU, IOCT et IPIT. IATU et IBTU sont modules d'interface de ligne analogique.

(**) IRTU.## Où ## peut être 02 (2 relais), 04 (4 relais) ou 08 (8 relais)

Fecha	06-06-17	Realizado	J. F. Gil	Comprobado		Aprobado		Archivo	DFTPUX0005
		DIAGRAMME À BLOCS FONCTIONNELLE				Siglas	Hoja		
						TPU-1	1/1		