



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral des routes OFROU

DOCUMENTATION

DISTRIBUTION DE TEMPS ET D'HORLOGE DANS LE RÉSEAU IP EES

*Édition 2021 V1.00
ASTRA 83044*

Impressum

Auteurs / groupe de travail

Schnetzer Jean-Paul	(ASTRA N-ST, présidence)
Luther Urs	(ASTRA N-ST)
Gähwiler Daniel	(CSI Consulting AG)
Gerber Patrick	(CSI Consulting AG)

Groupe de travail (Review)

Eisenlohr Markus	(ASTRA I-FU)
Fuchs Eugen	(ASTRA N-ST)
Glanzmann Markus	(ASTRA N-ST)
Geringer Jolanda	(ASTRA N-ST)
Crausaz Bernard	(ASTRA N-ST)
Mäder Markus	(Informatik ASTRA)
Roth Pascal	(GEVIII)
Buchser Michael	(GEVIII)
Widrig Bruno	(GE XI)
Lussmann Manfred	(GE XI)
Guillet Donat	(UPIC/ISB)
Hunziker Luca	(IM Maggia Engineering AG)
Reto Gosteli	(Bachofner & Partner AG)
Schlup Markus	(Amstein + Walthert Progress AG)
Daniel Weber	(Amstein + Walthert Progress AG)

Traduction	(version originale en allemand)
CSI Consulting AG	(traduction française)

Éditeur

Office fédéral des routes OFROU
Division Réseaux routiers N
Standards et sécurité de l'infrastructure SSI
3003 Berne

Diffusion

Le document est téléchargeable gratuitement sur le site www.astra.admin.ch.

© ASTRA 2021

Reproduction à usage non commercial autorisée avec indication de la source.

Avant-propos

Les progrès de la technologie et les exigences croissantes de l'infrastructure routière nécessitent des spécifications uniformes. La sécurité du réseau routier et la limitation des coûts de construction, d'exploitation et d'entretien sont une préoccupation constante de l'autorité et de l'exploitant responsables.

La directive ASTRA 13040 «Réseau IP EES» décrit une infrastructure de communication uniforme et intégrée dans toute la Suisse.

Cette documentation ASTRA 83044 «Distribution de temps et d'horloge dans le réseau IP EES» complète le chapitre 3.8 de la directive et détaille les mécanismes de la distribution de temps et d'horloge.

Office fédéral des routes

Jürg Röthlisberger
Directeur

Table des matières

	Impressum	2
	Avant-propos	3
1	Introduction	6
1.1	Objectif de la documentation.....	6
1.2	Champ d'application.....	6
1.3	Destinataires	6
1.4	Entrée en vigueur et modifications.....	6
2	Termes.....	7
2.1	Temps et horloge	7
2.2	SyncE	7
2.3	NTP et PTP	7
2.4	Temps local, UTC et TAI.....	8
3	Mise en œuvre dans le réseau IP EES	9
3.1	Principe	9
3.2	Sources de temps et d'horloge	9
3.3	Implémentation dans les anneaux de raccordement	10
3.4	Implémentation dans le niveau d'accès	10
3.4.1	Implémentation sans commutateurs d'accès capables de PTP	10
3.4.2	Implémentation avec des commutateurs d'accès capables de PTP	11
3.4.3	Implémentation pour les équipements terminaux	11
3.5	Echelle de temps dans le réseau IP EES	11
4	Glossaires	13
4.1	Glossaire réseau IP EES	13
4.2	Glossaire Distribution de temps et d'horloge	14
	Bibliographie	16
	Liste des modifications	17

1 Introduction

1.1 Objectif de la documentation

Cette documentation complète et détaille le chapitre 3.8 de la directive ASTRA 13040 «Réseau IP EES» [1] et vise à introduire une distribution de temps et d'horloge uniforme pour l'ensemble du réseau IP EES.

1.2 Champ d'application

Cette documentation est un document complémentaire à la directive ASTRA 13040 «Réseau IP EES» et a le même domaine d'application.

1.3 Destinataires

Le document s'adresse aux intervenants suivants:

- Les spécialistes de l'OFROU;
- Les spécialistes des unités territoriales;
- Les planificateurs et les fournisseurs de réseau sur mandat de l'OFROU;
- Les exploitants de réseau.

1.4 Entrée en vigueur et modifications

Ce document entre en vigueur le 31.08.2021. La «Liste des modifications» se trouve à la page 17.

2 Termes

2.1 Temps et horloge

Les termes «temps» et «horloge» sont utilisés dans la version française pour remplacer les notions anglaises de «clock» et «time». La notion «temps» fait référence à l'heure système usuelle composée de l'heure du jour (sur 24 heures) et de la date. La notion «horloge» fait référence à un signal purement technique qui permet d'extraire une fréquence et une phase référentielles sans information intrinsèque du temps absolu.

2.2 SyncE

L'**Ethernet synchrone**, également connu sous le nom de **SyncE**, est une norme de l'ITU¹-T (ITU-T G.8262 et autres) pour les réseaux informatiques qui permet la transmission de signaux d'horloge sur la couche Ethernet physique. Le signal d'horloge reçu sert de référence à l'horloge interne des éléments réseau et impose l'horloge aux interfaces Ethernet sortantes.

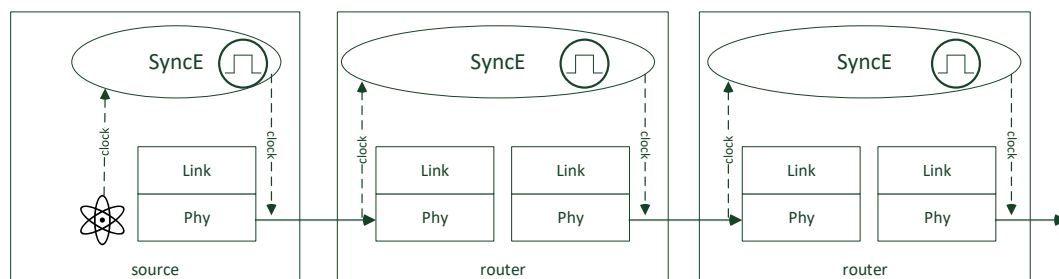


Fig. 2.1 Distribution d'horloge avec support SyncE dans tous les routeurs

Pour assurer la disponibilité, l'élément réseau se sert de plus d'une référence d'horloge et dispose d'une source interne ultra-stable pour maintenir pendant des périodes d'absence des références externes une qualité minutieusement standardisée.

Le signal d'horloge peut être mis à disposition des périphériques (PPS, signal 10 MHz, BITS-Clock) et peut servir de référence pour les circuits d'horloge temps réel des systèmes.

2.3 NTP et PTP

Le **Network Time Protocol (NTP)** est une norme de l'IETF (en particulier RFC 1305 et 5905) de synchronisation des horloges dans les systèmes informatiques via des réseaux IP. Avec une heuristique simple, le protocole tente de compenser le temps de propagation des paquets et sa variabilité pour permettre une distribution du temps dont la précision est d'un ordre de grandeur supérieur au temps de propagation des paquets.

Comme le protocole NTP ne nécessite pas de support hardware dans les éléments réseau ni du côté serveur NTP ni du côté client NTP, les informations temporelles envoyées (le jeton d'horodatage) sont falsifiées par les durées d'exécution non déterministes des piles IP de tous les systèmes et limitent la précision réalisable. Seul l'équipement terminal (client NTP) et la source de temps (serveur NTP) sont impliqués dans le protocole.

¹ En français aussi UIT pour «Union Internationale des Télécommunications».

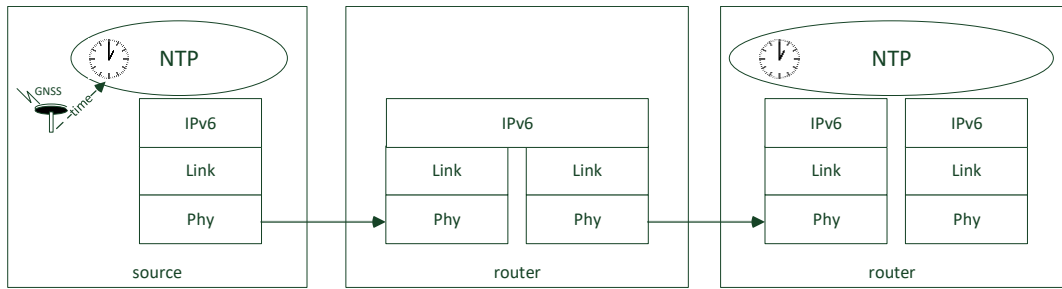


Fig. 2.2 Distribution de temps avec NTP à travers des routeurs quelconques

Le **Precision Time Protocol (PTP)** est une norme (en général IEEE 1588-2008/IEC 61588 Ed.2 et spécifiquement IEC/IEEE 61850-9-3 pour le domaine de l'automatisation) de synchronisation des horloges dans les systèmes informatiques via des réseaux IP et Ethernet. En surplus des heuristiques, il assume une variabilité réduite dans le réseau pour garantir des précisions largement inférieures à une milliseconde.

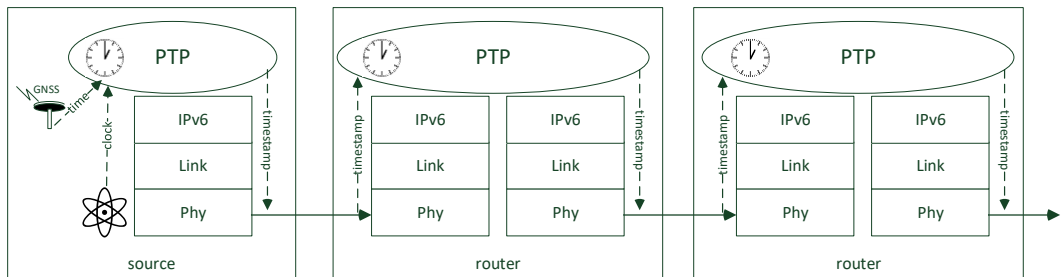


Fig. 2.3 Distribution de temps avec PTP à travers des routeurs capacitaires

Pour les deux protocoles NTP et PTP, il est judicieux de profiter de la disponibilité d'une référence d'horloge pour alimenter l'horloge système afin de minimiser la dérive et le décalage entre les éléments réseau. Une fréquence d'horloge cohérente assure la synchronicité de l'horodatage interne de tous les systèmes sans que les protocoles de distribution de temps NTP/PTP n'effectuent de corrections.

2.4 Temps local, UTC et TAI

Le Temps Universel Coordonné (anglais: **Coordinated Universal Time**), en abrégé **UTC**, est le temps mondial valable aujourd'hui. Il a été introduit en 1972. Une indication de temps en UTC peut être convertie en temps local en ajoutant une ou deux heures. En Suisse et dans d'autres pays d'Europe, ce sont les fuseaux horaires dites l'Heure Normale d'Europe Centrale (HNEC, anglais: CET) ou Heure d'été Avancée d'Europe Centrale (HAEC, anglais: CEST). Contrairement au Temps universel (TU, anglais: Universal Time UT), qui suit en permanence les fluctuations de la rotation de la Terre en ajustant la longueur de l'unité de temps, l'UTC suit ces fluctuations à l'aide de secondes intercalaires, alors que son cycle des secondes est celui du **Temps atomique international (TAI)**, qui est égal aux secondes du SI. La dernière seconde intercalaire a été insérée le 31 décembre 2016 à 23:59:60 UTC. Comme très peu de systèmes informatiques peuvent gérer 61 secondes en une minute, les secondes intercalaires de l'UTC ont posé des problèmes à plusieurs reprises. Des efforts internationaux sont en cours pour normaliser l'UTC sans les secondes intercalaires² problématiques.

Le Temps atomique international (**TAI**) ne connaît pas de secondes intercalaires et fonctionne sans exception à 60 secondes par minute. La correction en fuseau horaire local (HNEC/HAEC) ou en temps mondial (UTC) s'effectue lors de l'accès en ajustant les secondes intercalaires accumulées (actuellement 37). Les GNSS et les horloges atomiques utilisent le TAI.

Le temps local a, en plus des secondes intercalaires, deux fois par an un saut d'une heure pour basculer entre les deux fuseaux horaires locaux (HNEC ou HAEC).

² Les problèmes du traitement inconsistant des secondes intercalaires sont décrits d'une manière technique dans l'article suivant pour les horloges à temps réel des systèmes d'exploitation: <https://developers.redhat.com/blog/2015/06/01/five-different-ways-handle-leap-seconds-ntp/>.

3 Mise en œuvre dans le réseau IP EES

3.1 Principe

Tous les éléments réseau dans les anneaux de raccordement du réseau IP EES permettent la distribution d'informations précises sur le temps et l'horloge via les interfaces NNI par les protocoles PTP et SyncE. La dorsale du réseau IP EES transmet SyncE et PTP des deux sites des services de base (BD) à tous les réseaux partiels.

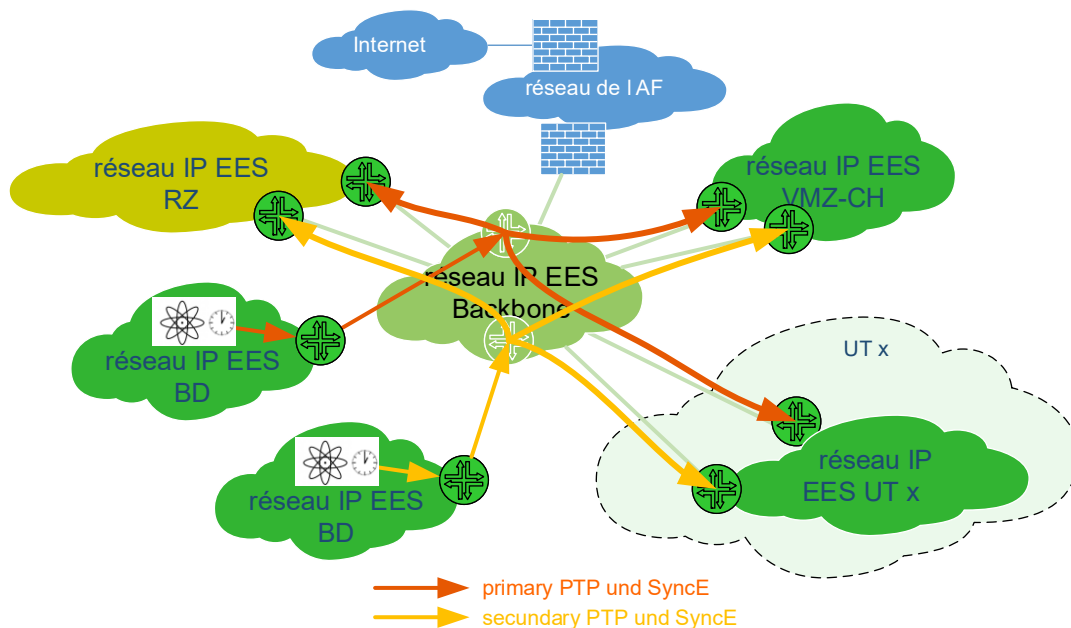


Fig. 3.1 Distribution nationale de temps et d'horloge

Les éléments réseau des anneaux de connexion distribuent les informations d'horloge et de temps au sein des sous-réseaux via les interfaces NNI des routeurs dans le réseau IP EES UT, VMZ ou RZ.

Les informations temporelles sont obtenues par tous les systèmes connectés, les éléments réseau du niveau d'accès et les systèmes terminaux, via NTP (ou dans le futur PTP). Les informations relatives à l'horloge peuvent être enregistrées sur les routeurs des anneaux d'accès dans la section si nécessaire. Ni SyncE ni PTP ne doivent être pris en charge par les éléments réseau du niveau d'accès.

3.2 Sources de temps et d'horloge

Les services de bases du réseau IP EES (BD BSA) fournissent une source de temps et d'horloge de la plus haute qualité (horloge atomique au césium ou équivalent) d'une manière géoredondante. Tout le réseau IP EES (y inclus VMZ, RZ, services de base, les UT et le backbone) se servent des deux sources comme références. Pour des raisons de sécurité opérationnelle (entre autre le brouillage hertzien), la référence de temps et d'horloge du réseau IP EES doit avoir une priorité plus élevée qu'une référence locale GNSS dans la section ou dans un emplacement central de l'UT. L'utilisation continue des sources supplémentaires très stables requiert l'intégration des références du réseau en plus de la référence GNSS existante.

La distribution de temps et d'horloge dans les réseaux IP ESS UT, VMZ-CH, BD et RZ est toujours redondante (au moins deux sources/références transmises sur des chemins indépendants). La conception détaillée est élaborée lors de la conception du réseau en accord avec la topologie locale.

Une vérification des sources de temps («Authentication and Authorization of Masters» selon RFC 7384) doit être mise en œuvre sur l'ensemble du réseau IP EES, pour tous les éléments réseau.

La prise directe des informations d'horloge et de temps sur les éléments réseau des anneaux de raccordement par le biais des sorties de référence normalisées comme le PPS (Pulse per Second) et l'IRIG Timecode (IRIG, inter-range instrumentation group) n'est pas obligatoire. Les UT prennent en considération leurs éventuelles exigences lors de la réalisation. Une implémentation universelle de PPS et IRIG n'est pas prévue.

Des serveurs NTP supplémentaires pour les équipements terminaux du réseau IP EES sont autorisés à condition qu'ils utilisent les routeurs des anneaux de raccordement directement comme sources authentifiées, qu'ils prennent en charge l'authentification (comme serveur et comme client) et que le TAI soit utilisé comme échelle de temps.

3.3 Implémentation dans les anneaux de raccordement

L'UT extrait les informations de temps et d'horloge aux deux sites de connexion au réseau IP EES Backbone. Les routeurs dits «Spoke-Site» se synchronisent avec SyncE et PTP vers les sources centrales des sites BD. Tous les routeurs du réseau IP EES UT sont configurés en PTP comme BC (Boundary Clock) et supportent SyncE sur leurs interfaces NNI. L'adressage des éléments réseau pour le PTP s'effectue de la zone d'administration et non de la zone de processus. Le trafic PTP doit être priorisé par la QoS.

Toutes les horloges système des éléments réseau utilisent le TAI (et non UTC).

Si la conception du réseau IP EES UT prévoit un routeur Spoke-Site dédié et insère un firewall physique dans le chemin de données entre celui-ci et le routeur dans l'anneau de raccordement, alors PTP et SyncE doivent être acheminés via une autre interface. Il peut s'agir d'une simple interface Ethernet physique dédiée sans trafic utilisateur ou de l'interface du Management «in-band» (c'est-à-dire dans la zone d'administration et non dans la zone de processus).

Les routeurs des anneaux de raccordement sont capables de la fonctionnalité de serveur PTP et NTP sur tous les segments qui y aboutissent. Ces adresses unicast doivent être situées dans la plage de la zone de processus. Ces adresses doivent être soit situées dans tous les segments respectifs, soit être accessibles à partir de tous les segments. Lorsque le multicast est utilisé en plus de l'unicast, la portée à utiliser est Link-Local-Scope (correspondant au préfixe ff02).

3.4 Implémentation dans le niveau d'accès

Tandis que les anneaux de raccordement exigent des éléments réseau synchronisés et le support du PTP, la directive permet pour le niveau d'accès plusieurs options de mise en œuvre de la distribution de temps et ne prescrit pas la distribution d'horloge. Si les éléments réseau du niveau d'accès supportent PTP et/ou SyncE, il est fortement recommandé de profiter de cette fonctionnalité.

Les équipements terminaux comme les équipements réseau, doivent utiliser sans exception la référence du réseau IP EES comme source de temps. Des serveurs de temps supplémentaires peuvent être utilisés pour les équipements terminaux, mais ceux-ci doivent à leur tour utiliser la référence du réseau IP EES.

3.4.1 Implémentation sans commutateurs d'accès capables de PTP

Les éléments réseau du niveau d'accès doivent obtenir leur temps système des deux routeurs à la fin de leur chaîne via NTP. Pour cette communication, ils n'utilisent pas les segments de réseau (VLAN) avec les données utilisateur de la zone de processus, mais la zone d'administration ou un segment de réseau dédié pour le trafic de contrôle avec une QoS appropriée. Comme toujours dans le réseau IP EES (voir [1]), l'authentification du protocole est obligatoire.

En tant qu'équipements L2 dans le réseau IP BSA, les éléments réseau du niveau d'accès ne servent jamais de serveurs de temps pour les équipements terminaux. Les équipements terminaux des Userports utilisent NTP dans les segments de la zone de processus. En règle générale, les routeurs aux deux extrémités de la chaîne servent de serveurs de temps accessibles sous les adresses unicast de la zone de processus et éventuellement sous l'adresse multicast (ff02::101³ pour NTP et ff02::181 pour PTP).

3.4.2 Implémentation avec des commutateurs d'accès capables de PTP

Dans ce cas, les éléments réseau du niveau d'accès obtiennent leur temps système des deux routeurs à la fin de leur chaîne via PTP. Ce faisant, ils n'utilisent pas les segments de réseau avec les données utilisateur de la zone de processus, mais la zone d'administration ou un segment de réseau dédié pour le trafic de contrôle avec une QoS appropriée.

Les commutateurs d'accès sont configurés uniquement en TC (Transparent Clock) et non en BC (Boundary Clock) pour unifier la conception, indépendamment de la fonctionnalité PTP des éléments réseau. Comme de nombreux commutateurs industriels prennent en charge le PTP, il est important d'utiliser la fonctionnalité sans adaptation de la conception. L'accès au PTP et au NTP est identique aux indications de la section précédente. Malgré leur fonctionnalité, les commutateurs d'accès compatibles PTP n'agissent jamais comme serveurs NTP ou PTP⁴.

3.4.3 Implémentation pour les équipements terminaux

Les équipements terminaux accèdent toujours aux serveurs de temps via les adresses unicast configurées pour leur segment de réseau. Cette configuration s'effectue de la même manière que le reste de la configuration du réseau, soit manuellement (adresses ou FQDN), soit via DHCP (uniquement les adresses IP, pas de FQDN). L'utilisation du multicast est autorisée, mais doit être évitée si possible, en particulier avec le NTP.

Si un équipement terminal doit obtenir un temps en tant qu'horloge esclave ordinaire via PTP, il adresse les routeurs par multicast (ff02::181) ou par unicast. L'utilisation de PTP sur L2 (en utilisant l'adresse MAC multicast 01-1B-19-00-00-00) n'est pas prise en charge. Si le PTP est utilisé, le profil selon G.8265.1 ("Telecom Profile") doit être sélectionné, qui fonctionne indépendamment des éléments réseau du niveau d'accès.

Les équipements plus complexes, à savoir tous ceux qui sont dotés d'un système d'exploitation standard, doivent vérifier l'identité des serveurs de temps. Les routeurs des anneaux de raccordement doivent offrir cette capacité conformément aux normes NTP et PTP.

3.5 Echelle de temps dans le réseau IP EES

En raison du problème des secondes intercalaires et de l'heure d'été, le TAI (Temps Atomique International) doit être utilisé en interne dans tous les éléments réseau.

³ Le multicast n'étant pas pris en charge dans le réseau IP EES, seule la Link-Local-Scope sous ff02 est disponible comme portée. Un serveur NTP central pour une section EES sous la portée ff05 n'est actuellement pas possible.

⁴ L'utilisation de profils PTP avec un adressage L2 n'est pas possible conformément aux spécifications [1].

4 Glossaires

4.1 Glossaire réseau IP EES

Terme/abréviation	Begriff/Abkürzung	Définition
anneau de raccordement	Erschliessungsring	structure MPLS reliant toutes les sections EES d'une UT.
backbone/BB	Backbone/BB	interconnexion nationale de tous les réseaux partiels mise à disposition par la confédération (L3 par OFIT/BIT, transmission par BAC/FUB).
BD (services de base)	BD (Basisdienste)	services de base pour le réseau (outil IPAM, DNS, sources de synchronisation, ...) pour l'ensemble du réseau IP EES .
client/hôte serveur	Client/Host Server	termes génériques TIC, sans signification particulière pour les EES, utilisation dans le contexte des protocoles standardisés.
commutateur	Switch	signifie toujours les éléments de réseau L2 du niveau d'accès, autrement mentionné explicitement.
EES	BSA	équipements d'exploitation et de sécurité.
élément réseau	Netzwerkelement	limité à l'équipement actif de communication (routeur ou commutateur).
équipement	Ausrüstung/Gerät	toute sorte d'équipement actif dans un contexte large des EES (même sans connexion au réseau IP EES).
équipement réseau	Netzwerkausrüstung	équipement actif dans un contexte large du réseau (inclus les firewalls, systèmes de gestion, sources d'horloge).
équipement terminal	Endgerät	toute sorte d'équipement connecté à un Userport du réseau IP EES.
F/filiale	F/Filiale	filiale (cinq structures régionales de l'OFROU).
IEC CEI	IEC	La Commission électrotechnique internationale (CEI) ou International Electrotechnical Commission (IEC) en anglais, est l'organisation internationale de normalisation chargée des domaines de l'électricité, de l'électronique. Pour des beaucoup d'applications industrielles elle intègre la technologie réseau dans ses normes.
IEEE	IEEE	L'Institute of Electrical and Electronics Engineers est une association professionnelle qui crée entre autres activités des standards pour la technologie, le hardware et le software. En particulier dans le domaine de la technologie Ethernet l'IEEE est l'organisation déterminante.
IETF	IETF	L'Internet Engineering Task Force (IETF) élabore et promeut des standards Internet, en particulier les standards qui composent la suite de protocoles Internet. De facto l'IETF est l'organisation de la standardisation de toute la technologie IP.
(partie d')installation	(Teil-)Anlage	limité au sens stricte des définitions de l'AKS.
niveau d'accès	Access-Layer	structure L2, mettant à disposition les interfaces d'accès (Userport) aux équipements terminaux.
NNI (anneau de raccordement)	NNI (Erschliessungsring)	La network-to-network interface (NNI) est l'interface entre deux éléments réseaux dans l'anneau de raccordement. Contrairement aux Userports les NNI n'acceptent ni des commutateurs du niveau d'accès ni des équipements terminaux.
réseau IP EES	IP-Netz BSA	Le réseau national pour les EES comprenant les éléments (réseaux partiels) suivants : - 11 réseaux IP EES UT ; - la dorsale nationale (réseau IP EES Backbone) ; - le réseau de la VMZ-CH ; - l'interconnexion aux RZ BSA (centre de calculs EES) ; - les services de base (BD) sur deux sites.
RFC	RFC	Les requests for comments (RFC), littéralement « demande de commentaires », sont une série numérotée de documents officiels décrivant les aspects et spécifications techniques d'Internet, ou de différents matériels informatiques. Peu de RFC sont des

Terme/abréviation	Begriff/Abkürzung	Définition
		standards qui représentent un consensus de l'industrie, mais tous les documents publiés par l'IETF sont des RFC.
routeur	Router	signifie toujours les routeur des anneaux de raccordement, autrement (p.e. routeur Spoke-Site) mentionné explicitement.
RZ(-BSA)	RZ(-BSA)	centre de calcul EES.
section (EES)	(BSA) Abschnitt	la section logique pour les EES, pas le tronçon physique.
segment (de réseau)	(Netzwerk-)Segment	segments selon ASTRA 83040 par (partie d')installation, usuellement réalisés par des VLAN.
UNI (anneau de raccordement)	UNI (Erschliessungsring)	Les User-Netzwerk-Interfaces (UNI) sont les interfaces des éléments de réseau dans l'anneau de raccordement avec les commutateurs du niveau d'accès.
Uplink (niveau accès)	Uplink (Access-Layer)	L'interface Ethernet du niveau d'accès (Uplink du commutateur) pour la connexion à l'UNI du routeur dans l'anneau de raccordement.
Userport (niveau accès)	Userport (Access-Layer)	L'interface Ethernet physique au niveau d'accès pour connecter les équipements terminaux au réseau IP EES.
UIT-T ITU-T	ITU-T	L'Union internationale des télécommunications ou UIT (en anglais : International Telecommunication Union ou ITU) est l'agence des Nations unies pour le développement spécialisé dans les technologies de l'information et de la communication. Le secteur ITU-T crée des normes pour la télécommunication.
UT	GE	unité territoriale (11 structures supracantoniales, exploitant leur réseau IP EES UT).
VMZ(-CH)	VMZ(-CH)	Verkehrsmanagement-Zentrale (centrale de gestion du trafic).
zone (de réseau)	(Netzwerk-)Zone	selon la NSP de la confédération SI003 (séparées par la PEZ).

4.2 Glossaire Distribution de temps et d'horloge

Terme/abréviation	Begriff/Abkürzung	Définition
BITS	BITS	Le BITS (building integrated timing supply) est une interface pour la transmission des références d'horloge à l'intérieur d'un bâtiment. Il est rarement utilisé hors du monde télécom.
dérive (temporelle)	(Zeit-)Drift	La dérive désigne généralement la divergence des chronomètres qui ne sont pas synchronisés avec des mesures techniques (telles que la distribution d'horloge). Outre le terme général de "drift" (dérive), les normes de l'UIT-T utilisent aussi spécifiquement les termes "jitter" et "wander", que cette documentation omet délibérément.
échelle de temps	Zeitskala	L'échelle de temps est la quantité physique utilisée pour mesurer le temps, qui est basée sur la rotation de la terre pour l'UTC et sur les horloges atomiques pour le TAI.
fuseau horaire	Zeitzone	Le fuseau horaire indique l'heure localement (et saisonnièrement) valide dérivée du temps universel UTC. Voir l'entrée pour HNEC/HAEC.
GNSS	GNSS	Un système de positionnement par satellites également désigné sous le sigle GNSS (pour Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites) est un ensemble de composants reposant sur une constellation de satellites artificiels permettant de fournir à un utilisateur par l'intermédiaire d'un récepteur portable de petite taille sa position, sa vitesse et l'heure (temps et horloge).
GPS	GPS	Le Global Positioning System est un GNSS et sert souvent d'éponyme pour toutes les sources de temps basées sur des satellites. Dans la documentation du réseau IP EES uniquement le terme GNSS est utilisé.
HNEC/HAEC CET/CEST	MEZ/MESZ CET/CEST	L'heure normale d'Europe centrale (HNEC, anglais: CET, allemand: MEZ) et l'heure d'été (avancée) d'Europe centrale (HAEC, anglais: CEST, allemand: MESZ) sont les fuseaux locaux utilisés en Suisse. Souvent les abréviations anglaises CET/CEST sont utilisées.

Terme/abréviation	Begriff/Abkürzung	Définition
IRIG	IRIG	IRIG Timecode est une norme qui permet l'encodage et la transmission de l'horodatage sur de divers périphériques avec une précision d'une fraction d'une seconde. La norme en vigueur 200-16 définit les interfaces physiques et les formats logiques.
NTP	NTP	Le Network Time Protocol (NTP) est un protocole qui permet de synchroniser, via un réseau IP, l'horloge du système sur une référence.
PPS	PPS	Un signal « Pulse par seconde » en abrégé PPS est un signal électrique périodique de forme carré transmettant une information d'horloge précise. Le signal est disponible aux sorties des récepteurs GNSS, des horloges atomiques et des oscillateurs de haute précision. L'interface physique n'est pas définie.
PTP	PTP	Le Precision Time Protocol (PTP) est un protocole qui permet de synchroniser, via un réseau IP ou Ethernet, l'horloge du système sur une référence.
source de fréquence/d'horloge	Takt-/Frequenzquelle	Par source de fréquence ou d'horloge, on entend un signal de référence qui ne contient pas de temps absolu (par exemple TAI), mais qui offre seulement une phase et une fréquence stables.
source de temps	Zeitquelle	Une source de temps fournit une référence en temps absolu (par exemple en TAI).
SyncE	SyncE	Synchronous Ethernet est une norme de transmission d'horloge sur Ethernet.
TAI	TAI	Le temps atomique international (TAI) est une échelle de temps basée sur des horloges atomiques mondiales. Il est indépendant de la rotation de la Terre et de tous les fuseaux horaires.
UTC	UTC	Le temps universel coordonné (UTC) est une échelle de temps adoptée comme base de temps par la majorité des pays du globe. Il est indépendant des fuseaux horaires. Il est dérivé du TAI et peut être corrigé deux fois par an pour compenser la rotation de la Terre par une minute à 59 ou 61 secondes (seconde intercalaire négative ou positive).

Bibliographie

Instructions et directives de l'OFROU

[1] Office fédéral des routes OFROU (2017), «Réseau IP EES», directive ASTRA 13040, www.astra.admin.ch.

Liste des modifications

Édition	Version	Date	Modifications
2021	1.00	31.08.2021	entrée en vigueur de l'édition 2021 (versions française et allemande).

