



IGS INTERNATIONAL
G N S S SERVICE

DIRECTIVES POUR LES STATIONS GNSS PERMANENTES (CORS) DE L'IGS

Contact : cb@igs.org

International GNSS Service (IGS)
IGS Infrastructure Committee (IC)

Version 1.0
Octobre 2023

Versions de ce Document

Les présentes directives remplacent les anciennes "IGS Site Guidelines", dont la dernière version date de juillet 2015. Cette version est une traduction du document de base, [Guidelines for Continuously Operating Reference Stations in the IGS](#).

Date	Version	Changements	Auteur·e(s)
2024-07-31	1.0_fr	Traduction en français.	L. Martire P. Rebischung F. Balé
2023-10-01	1.0	Création du document.	M. Bradke R. Ruddick P. Rebischung P. Steigenberger W. Söhne D. Maggert



© International GNSS Service, 2023

Ce document est fourni sous licence Creative Commons Attribution 4.0 International License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

Table des Matières

– Bibliographie	4
1 Introduction	9
1.1 Procédure pour Être une Station IGS	9
1.2 Dérogations pour les Stations non Conformes	10
2 Résumé des Directives pour les CORS IGS	11
3 Installation et Opération des Stations GNSS Permanentes de l'IGS	17
3.1 Qualité du Signal	17
3.1.1 Visibilité du Ciel	18
3.1.2 Multi-Trajets	18
3.1.3 Sources d'Interférences de Radiofréquences (RFIs)	18
3.2 Stabilité du Site	19
3.2.1 Fondation du Monument	19
3.2.2 Monumentation d'Antenne	20
3.2.3 Support d'Antenne	21
3.3 Alimentation et Télécommunications	21
3.3.1 Alimentation	21
3.3.2 Télécommunications	22
4 Équipements GNSS	24
4.1 Récepteur GNSS	24
4.2 Antenne GNSS	25
4.3 Câble d'Antenne	27
4.4 Capteurs Météorologiques	29
5 Données et Métadonnées	31
5.1 Suivi des Signaux et Enregistrement des Données	31
5.1.1 Données Haute Fréquence	32
5.1.2 Données en Temps Réel	32
5.1.3 Données Météorologiques	33
5.2 Dénomination des Fichiers	33
5.2.1 RINEX v.4/v.3	33
5.2.2 RINEX v.2	34
5.3 Qualité des Données	36
5.4 Métadonnées	37
5.4.1 Site Log IGS / GeodesyML	37
5.4.2 En-Têtes des Fichiers RINEX	38
5.4.3 Photographies Numériques	40
5.4.4 Étalonnages Individuels d'Antennes	41
5.4.5 Protection des Données	41
5.5 Annonces	42

– Bibliographie

- NGS. (2018, 08 01). *Guidelines for New and Existing Continuously Operating Reference Stations (CORS)*. Retrieved from https://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/CORS_guidelines.pdf
- IGS. (2021). *International GNSS Standards and Formats*. Retrieved from <https://files.igs.org/pub/data/format/>
- IGS. (2021). *Naming Conventions for GNSS Equipment*. Retrieved from https://files.igs.org/pub/station/general/rcvr_ant.tab
- IGS. (2018). *Instructions for Filling out IGS Site Logs*. Retrieved from https://files.igs.org/pub/station/general/sitelog_instr.txt
- IGS. (2021). *IGS ANTEX 2020*. Retrieved from <https://files.igs.org/pub/station/general/igs20.atx>
- IGS. (2021). *IGS Blank Site Log*. Retrieved from <https://files.igs.org/pub/station/general/blank.log>
- ICSM. (2020, 12 07). *Guideline for Continuously Operating Reference Stations*. Retrieved from https://icsm.gov.au/sites/default/files/2020-12/Guideline-for-Continuously-Operating-Reference-Stations_v2.2.pdf
- Gurtner, W. (2007, 12 10). *RINEX 2.11*. Retrieved from <https://files.igs.org/pub/data/format/rinex211.txt>
- Romero, I., & Ruddick, R. (2020, 07 06). *RINEX 2.11: Compression Method Clarification Addendum*. Retrieved from <https://files.igs.org/pub/data/format/Addendum-rinex211.pdf>
- IGS/RTCM Working Group. (2020, 12 01). *RINEX 3.05*. (I. Romero, Ed.) Retrieved from <https://files.igs.org/pub/data/format/rinex305.pdf>
- IGS/RTCM RINEX Working Group. (2023, 07 10). *RINEX 4.01*. (I. Romero, Ed.) Retrieved from https://files.igs.org/pub/data/format/rinex_4.01.pdf
- IGS Real-Time WG/IGS Infrastructure Committee. (2021, 10 01). *Guidelines for IGS Real-Time Broadcasters and Stations*
Retrieved from https://files.igs.org/pub/resource/pubs/Guidelines-for-IGS-Real-Time-Broadcasters-and-Stations_v1.0.pdf

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

Nomenclature et Définitions

Acronyme / Nom	Définition
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line.</i>
APC	<i>Antenna Phase Centre</i> : centre de phase d'une antenne GNSS, le point où les signaux GNSS sont mesurés.
APREF	Repère de référence Asie-Pacifique.
ARP	<i>Antenna Reference Point</i> : point de référence d'une antenne GNSS, le point géométrique et physiquement accessible de celle-ci auquel se réfèrent toutes les mesures relatives à l'antenne.
BDS	<i>BeiDou System</i> : constellation GNSS de la République Populaire de Chine.
CORS	<i>Continuously Operating Reference Station(s)</i> : station(s) GNSS permanente(s).
Cycle Slip	Saut de cycle : discontinuité dans une série temporelle de mesures de phase, due au fait que le récepteur perd temporairement son verrouillage sur la phase porteuse d'un signal GNSS.
DOMES number	<i>Directory of MERIT Sites (DOMES)</i> : un identifiant unique de point géodésique délivré par l'IGN.
EPN	<i>EUREF Permanent GNSS Network</i> : le réseau GNSS permanent d'EUREF.
EUREF	Sous-commission pour le repère de référence européen.
Galileo	Constellation GNSS de l'Union Européenne.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

GLONASS	<i>Globalnaja Nawigazionnaja Sputnikowaja Sistema</i> : constellation GNSS de la Fédération de Russie.
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i> : terme général pour toutes les constellations globales de satellites de navigation.
GPS	<i>Global Positioning System</i> : constellation GNSS des États-Unis d'Amérique.
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière.
ITRF	<i>International Terrestrial Reference Frame</i> : repère de référence terrestre international.
Multipath	Multi-trajets : Erreurs dans les mesures de signaux GNSS dues à l'interférence de signaux GNSS réfléchis avec le signal GNSS direct.
NavIC/IRNSS	<i>Navigation with Indian Constellation / Indian Regional Navigation Satellite System</i> : constellation GNSS de la République de l'Inde.
NRT	<i>Near-Real-Time</i> : quasi temps-réel (basé sur des fichiers).
NTRIP	<i>Networked Transport of RTCM via Internet Protocol</i> : protocole au niveau application pour la diffusion en temps réel de données GNSS via l'Internet.
ODC	<i>Operational Data Centre</i> : centre de données opérationnel.
PCO/PCV	<i>Phase Centre Offset / Phase Centre Variation</i> : vecteur entre le point de référence d'une antenne GNSS (ARP) et son centre de phase (APC) / variations de ce vecteur en fonction de l'angle d'incidence des signaux GNSS.
PDU	<i>Power Distribution Unit</i> : unité de distribution d'énergie, utilisée

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

	pour contrôler une puissance électrique.
QZSS	<i>Quasi-Zenith Satellite System</i> : constellation GNSS du Japon.
RFI	<i>Radio Frequency Interference</i> : interférence de radiofréquences.
RINEX	<i>Receiver Independent Exchange Format</i> : norme de facto pour l'échange de données GNSS, indépendante des formats binaires des constructeurs.
RNSS	<i>Regional Navigation Satellite System</i> : terme général pour toutes les constellations régionales de satellites de navigation.
RT	<i>Real-Time</i> : temps-réel (basé sur des flux de données)
RTCM	<i>Radio Technical Commission for Maritime Services</i> : organisme dont la commission spéciale numéro 104 définit les normes internationales de radiocommunication et de navigation par la méthode de GNSS différentiel.
SBAS	<i>Satellite Based Augmentation System</i> : système d'augmentation satellitaire.
SIRGAS	<i>Sistema de Referencia Geodésico para las Américas</i> : repère de référence pour les Amériques.
SNR	<i>Signal-to-Noise Ratio</i> : rapport signal sur bruit.
SOPAC	<i>Scripps Orbit and Permanent Array Center</i>
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i> : dispositif électrique fournissant une alimentation à court terme en cas de défaillance de la source d'alimentation principale.
VSAT	<i>Very Small Aperture Terminal</i> : terminal à très petite ouverture.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

WAN	<i>Wide Area Network</i> : réseau informatique étendu
-----	---

1 Introduction

Le réseau de l'IGS est un ensemble de stations GNSS permanentes (Continuously Operating Reference Stations, CORS) entretenues et maintenues par diverses organisations qui mutualisent leurs ressources sous l'égide de l'IGS pour le bien commun. L'établissement de règles strictes n'est pas compatible avec le volontariat dont dépend l'IGS. Cependant, les stations incluses dans le réseau de l'IGS doivent respecter un ensemble de normes et de conventions, afin de garantir la cohérence des données fournies et d'assurer leur utilisabilité. La stabilité et le fonctionnement à long terme du réseau de l'IGS sont particulièrement importants pour les produits de l'IGS. Par conséquent, les éventuelles modifications concernant la configuration des stations ou leurs environnements immédiats doivent être soigneusement planifiées, afin de minimiser les discontinuités dans les séries temporelles de positions des stations. Les stations de référence désignées comme contribuant à la réalisation du repère de référence terrestre international¹ (International Terrestrial Reference Frame, ITRF) sont sujettes à une attention particulière.

Ce document liste les caractéristiques minimales que toutes les CORS de l'IGS doivent satisfaire, ainsi que des caractéristiques supplémentaires souhaitables qui renforcent la valeur d'une station pour l'IGS. Ce document est destiné à être une référence utile pour les propriétaires et opérateurs de stations, notamment pour la planification et l'exploitation de ces CORS. Toutes suggestions, d'ajouts ou de modifications à ces directives, sont les bienvenues et peuvent être envoyées à l'adresse suivante : cb@igs.org.

1.1 Procédure pour Être une Station IGS

Afin de proposer une nouvelle station IGS, les propriétaires ou opérateurs de stations devront suivre le processus décrit dans le document "[Procedure for Becoming an IGS Station](#)". Le propriétaire de la station devra examiner attentivement les directives contenues dans ce document avant de soumettre une nouvelle station. L'organisme responsable de la station doit partir du principe que la station fonctionnera de manière perpétuelle, et de préférence dans le cadre d'un réseau de référence national ou régional. Pour les stations situées dans l'emprise d'un réseau de référence régional/national existant, le propriétaire devra d'abord consulter le coordinateur du réseau en question². En effet, s'assurer que la station est préalablement acceptée au

¹ Le fichier [IGS20.snx](#) contient la liste des stations contribuant à la réalisation du repère de référence terrestre de l'IGS.

² L'IGS travaille déjà habituellement avec les réseaux APREF, EPN, et SIRGAS lors de l'établissement de nouvelles stations IGS.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

sein de l'un de ces réseaux est considéré comme un signe favorable pour son acceptation au sein de l'IGS, puisque la plupart de ces réseaux de référence régionaux/nationaux se conforment déjà aux normes de l'IGS. La décision d'accepter ou non la nouvelle station au sein de l'IGS reviendra au "Station Proposal Committee (SPC)" du Comité d'Infrastructure de l'IGS, et sera fonction de son emplacement, de son instrumentation, de ses caractéristiques opérationnelles, et de sa pertinence pour certains Projets Pilotes (Pilot Projects, PP) ou Groupes de Travail (Working Groups, WG) de l'IGS.

Le Coordinateur du Réseau IGS (IGS Network Coordinator) est disponible tout au long du processus de candidature, et examine les informations rassemblées par le propriétaire de la station afin de vérifier leur exactitude, leur exhaustivité, et leur conformité vis-à-vis des directives définies dans ce document.

1.2 Dérogations pour les Stations non Conformes

Dans le cas où une station ne serait pas conforme aux directives définies dans ce document, mais se trouverait être particulièrement importante pour l'IGS, une dérogation peut être accordée afin d'inclure la station dans le réseau de l'IGS. Le SPC se réserve le droit d'établir ou non cette dérogation.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

2 Résumé des Directives pour les CORS IGS

Cette section résume les directives obligatoires et souhaitables que doit respecter une station GNSS permanente (Continuously Operating Reference Station, CORS) pour rejoindre le réseau IGS. Celles-ci sont destinées à s'appliquer aussi bien aux stations IGS actuellement en activité qu'aux stations nouvellement proposées. Dans la mesure du possible, les propriétaires de stations doivent se conformer intégralement à ces directives ; si ce n'est pas possible, ils sont invités à consulter le Comité d'Infrastructure de l'IGS. Les sections suivantes donnent de plus amples détails sur les recommandations résumées ici.

Légende

Minimum Requis *

Souhaitable ▼

Non Recommandé ✘

Table 1: Résumé des Recommandations pour les CORS IGS

Recommandation	Classification
Général	
La station appartient à un réseau géodésique national/régional. ³	▼
La station est installée pour une opération permanente et en continu.	*
L'agence opérant la station dispose de toutes les capacités pour les réparations, les améliorations, et l'entretien courant de la station.	*
Fondations et Site d'Installation (Section 3.2.1)	

³ Obligatoire pour les CORS situées dans les emprises des réseaux APREF, EPN, et SIRGAS.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

Roche-mère ou fondation en béton massif.	*
Bâtiments ou structures similaires. ⁴	×
Vue dégagée sur le ciel sans masque au-dessus de 10° d'élévation.	*
Le site d'installation est exempt d'obstructions de signal et de RFI.	*
Le site d'installation est exempt de matériaux réfléchissants.	*
Monument et Supports (Section 3.2)	
Pilier en ciment ou trépied/quadripode renforcé.	*
Support en acier fixé à un bâtiment.	×
Support maintenant l'antenne en place afin de conserver une orientation et un niveau constants.	*
Support permettant à l'antenne d'être remplacée sans modifier sa position de plus de 0,5 mm ni son orientation de plus de 1°.	*
Alimentation et Télécommunications (Section 3.3)	
Assurer le fonctionnement continu de tous les dispositifs de télécommunication.	▼

⁴ Une dérogation peut être accordée après évaluation par le SPC.

Assurer le contrôle à distance de l'accès au récepteur.	*
Récepteur (Section 4.1)	
Suivi des codes et des phases porteuses de tous les GNSS à toutes les fréquences. ⁵	*
Enregistrement continu des données GNSS brutes.	▼
Dissémination des données en temps réel (RTCM).	▼
Suivi de tous les satellites visibles (qu'ils soient déclarés utilisables ou non) jusqu'à un minimum d'élévation de 5° (0° étant recommandé).	*
Désactivation des options de lissage de mesures de code et de phase (pseudorange and phase smoothing).	*
Désactivation des options d'atténuation des multi-trajets.	*
Espace de stockage disponible pour une quantité raisonnable de données brutes (en fonction des circonstances locales).	*
Antenne (Section 4.2)	
Utilisation d'un type d'antenne disposant d'un étalonnage moyen absolu dans l'ANTEX officiel de l'IGS. ⁶	*

⁵ Les nouvelles stations doivent suivre tous les codes et phases porteuses disponibles.

⁶ <https://files.igs.org/pub/station/general/igs20.atx>

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

Utilisation d'une antenne disposant d'un étalonnage individuel absolu.	▼
Antenne horizontale et orientée à moins de 5° du nord géographique.	*
Utilisation d'un radôme de protection.	×
Données (Section 5)	
Les données doivent être fournies au format RINEX. ⁷	*
<i>Si une dissémination en temps réel est disponible⁸, le format doit être "RTCM 3 MSM5 stream for real-time applications".⁹</i>	*
Dans le cas d'une coupure des systèmes de télécommunication, les données non transmises doivent être soumises aux centres de données dès le retour de ces systèmes.	*
Le fichier RINEX doit être généré par le récepteur <u>ou</u> traduit du fichier binaire natif.	*
Taux de complétude des fichiers ciblé :	99%
Fichiers RINEX Haute-Fréquence (Section 5.1)	
Disponibilité de ces fichiers.	▼

⁷ Pour les nouvelles stations, RINEX 3.04 est la version minimale requise ; les données au format RINEX 2.11 ne seront pas acceptées.

⁸ Il est fortement encouragé que les nouvelles stations fournissent des flux de données en temps réel.

⁹ Le format MSM7 est encouragé.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

Latence.	< 5 minutes	*
Fréquence d'échantillonnage.	1 Hz	*
Durée.	15 minutes	*
Fichiers RINEX Horaires (Section 5.1)		
Disponibilité de ces fichiers.		▼
Latence.	< 5 minutes	*
Fréquence d'échantillonnage.	30 secondes	*
Fichiers RINEX Journaliers (Section 5.1)		
Disponibilité de ces fichiers.		*
Latence.	< 30 minutes	*
Fréquence d'échantillonnage.	30 secondes	*
Métadonnées (Section 5)		

Métadonnées complètes et à jour au format GeodesyML ou IGS site log	*
Identifiant de station à 9 caractères approuvé par l'IGS.	*
Identifiant DOMES attribué par l'IERS.	*
Dans le cas d'une modification de la station, mise à jour du site log de la station sous 24 heures.	*
En-tête des fichiers RINEX correspondant aux métadonnées dans le site log de la station.	*
Photos de l'installation de l'antenne dans les 4 directions cardinales (N, E, S, O).	*

3 Installation et Opération des Stations GNSS Permanentes de l'IGS

Cette section décrit les critères à considérer avant d'installer une nouvelle station GNSS permanente (CORS). Ils sont basés sur les pratiques mises au point par les instituts géographiques durant les dernières décennies.

Toute station GNSS se trouvera confrontée à des problèmes spécifiques au site d'installation. Parmi les principes généraux pour le choix du site et le design de la station, on citera :

- la stabilité du point de référence de l'antenne (ARP),
- la qualité du signal et la complétude des données,
- une alimentation électrique continue et fiable,
- des systèmes de télécommunication fiables et avec une latence minimale (IGS Real-Time WG/IGS Infrastructure Committee, 2021),
- une infrastructure résistante aux conditions environnementales et satisfaisant diverses questions de sécurité.

Il est recommandé d'évaluer à l'avance à quel point une nouvelle station GNSS sera exploitable, en considérant notamment les points suivants :

- obstruction des signaux GNSS (masques),
- sources potentielles de multi-trajets et d'interférence de radiofréquences (RFI),
- restrictions d'accès,
- accès à une alimentation électrique et à des systèmes de télécommunication,
- longueur de câble requise,
- questions de sécurité sur le site (humaines, animales, ou environnementales),
- changements potentiels de visibilité du ciel (pousse des arbres, constructions proches),
- stabilité du site d'installation (ce qui peut requérir une étude géophysique ou structurelle).

3.1 Qualité du Signal

La qualité du signal provenant d'un satellite et étant reçu par une antenne GNSS a un impact crucial sur la performance de ladite station. Les facteurs pouvant influencer la qualité du signal sont listés dans les sections suivantes.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

3.1.1 Visibilité du Ciel

Les stations GNSS doivent être installées sur des sites permettant une visibilité du ciel la moins obstruée possible. Au-dessus de 10° d'élévation, le ciel de la station ne doit contenir aucun masque. Le récepteur doit être configuré pour recevoir les signaux de tous les satellites, avec un angle de coupure réglé à 0° (voir aussi la Section 4.1).

3.1.2 Multi-Trajets

Les multi-trajets désignent l'interférence qui se produit quand un même signal GNSS arrive à une antenne en ayant suivi plusieurs chemins. Le même signal peut en effet arriver directement du satellite, mais aussi avoir été réfléchi par certaines surfaces aux alentours de l'antenne.

Les sources de multi-trajets peuvent être naturelles ou artificielles. Le Tableau 2 liste les sources dont on sait qu'elles peuvent générer des multi-trajets importants.

Tableau 2: Liste de Sources de Multi-Trajets Artificielles et Naturelles

Sources Artificielles	Sources Naturelles
Panneaux en Métal	Arbres (en particulier en cas d'humidité)
Toits	Plans d'Eau (lacs, rivières, etc.)
Murs de Bâtiments	
Clôtures en Métal	
Panneaux Solaires	

Il est impératif de n'avoir aucun de ces éléments proches d'une station GNSS, afin d'éviter les réflexions pouvant générer des multi-trajets. Les sources pouvant générer des multi-trajets doivent être éloignées à plus de 20 mètres de l'antenne GNSS et situées sous 5° d'élévation.

3.1.3 Sources d'Interférences de Radiofréquences (RFIs)

Les sources pouvant causer des interférences de radiofréquences (RFIs) peuvent être, par exemple :

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

- des émetteurs radio, de télévision, et pour téléphones mobiles,
- des flux de données micro-ondes,
- des lignes électriques, ou
- des transformateurs électriques.

Les transmetteurs directionnels, en particulier les transferts micro-ondes pointant dans la direction du site, peuvent causer des RFIs importantes.

Les effets des RFIs sont fonction de divers paramètres dont la fréquence, la puissance émise et la distance à la source. Les effets des RFIs sont particulièrement importants quand leur source émet à une harmonique d'une fréquence porteuse d'un signal GNSS.

Par conséquent, il est difficile de définir un critère de distance minimale par rapport à une source de RFIs. Il peut être compliqué de confirmer la présence de RFIs dans un signal enregistré, et l'avis d'un spécialiste peut être nécessaire si des RFIs sont suspectées. Si des RFIs sont confirmées sur un site envisagé pour une nouvelle stations GNSS permanente, et ne peuvent pas être atténuées, alors un autre site devra être considéré.

Note : Les sources de RFI n'affectent pas seulement les signaux GNSS, mais aussi les réseaux sans fil, notamment ceux utilisés pour la transmission de données (*via* radio ou réseau de télécommunication). De plus, quand le site transmet ses données *via* radio, la transmission elle-même peut être une source de RFIs sur les signaux GNSS.

Avant l'installation d'un monument permanent, il est recommandé de tester l'environnement en termes de multi-trajets, et de vérifier si des sources de RFIs sont présentes sur le site. Pour ce faire, on pourra installer l'équipement GNSS sur un trépied temporaire afin d'analyser la qualité des données ainsi acquises.

3.2 Stabilité du Site

La stabilité d'un site GNSS dépend principalement de la qualité des fondations, de la monumentation et du support de l'antenne.

3.2.1 Fondation du Monument

Idéalement, les monuments pour les CORS IGS sont structurellement fixés à la roche-mère grâce à des trépieds renforcés par forage ou à l'utilisation de monuments de type pilier conique. Ceci est particulièrement important pour les stations contribuant à la réalisation de l'ITRF.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

Les antennes montées sur des toits ou sur des bâtiments (par exemple, fixées à un mur) sont à éviter, sauf si les circonstances environnementales ou financières ne permettent pas une approche différente. Dans ce cas, l'antenne devra être rattachée à la roche-mère, à une fondation en béton dans un sol stable, ou à une structure porteuse en béton/brique/maçonnerie, et installée de préférence près de l'intersection de deux murs. En raison des effets de dilatation thermique et de charge du vent, les bâtiments de moins de dix mètres de hauteur seront à préférer.

Les bâtiments sujets à une forte dilatation thermique ou en cours de tassement post-construction doivent être évités, ainsi que les bâtiments avec un revêtement ou des toits en métal, afin de limiter l'effet des multi-trajets.

3.2.2 Monumentation d'Antenne

Le monument d'un site GNSS doit être conçu pour fournir une structure stable et solidement ancrée sur laquelle l'antenne peut être montée. Pour toutes les CORS IGS, il est requis que le monument satisfasse les caractéristiques ci-dessous :

- stable à court, moyen, et long terme ;
- pérenne à long terme ;
- avec multi-trajets minimaux ;
- d'une hauteur suffisante pour minimiser les obstructions du ciel (masques) ;
- avec une conception simple afin de faciliter la construction, l'installation, et la maintenance ;
- sujet à des coûts de maintenance faibles ;
- résistant à la corrosion, l'érosion et la subsidence ;
- capable de supporter le poids de l'antenne ;
- à une distance raisonnable du récepteur ; et
- avec une conception à l'épreuve des manipulations indésirables.

Si possible, il est recommandé de fixer le monument sur une roche-mère solide, pour garantir une fondation la plus stable possible. La profondeur de l'ancrage du monument doit être choisie de manière à ne pas être affectée par le gel. Le monument doit être plus haut que les niveaux d'accumulation de neige.

La largeur du sommet du monument doit être inférieure au diamètre de l'antenne pour minimiser les multi-trajets que la surface supérieure du monument et son bord pourraient causer. Il est également recommandé d'éviter la présence de métal à proximité immédiate de l'antenne. En général, des matériaux présentant de faibles coefficients de dilatation thermique doivent être utilisés lorsque des variations de température importantes sont à prévoir. Si la dilatation thermique est une préoccupation, une isolation devra être mise en place. Il est recommandé d'éviter les monuments en aluminium en raison de la dilatation thermique importante de ce

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

matériau. Les monuments sur toits doivent placer l'antenne à au moins 50 centimètres au-dessus du toit. Les structures avec un toit en métal doivent être évitées autant que possible. Si une structure avec un toit en métal ou une autre surface réfléchissante est inévitable, évitez les hauteurs d'antenne qui sont des multiples des longueurs d'onde des phases porteuses GNSS (19 ou 24 cm).

Utilisez des boulons et des raccords en acier inoxydable. Pour les murs en béton massif, utilisez des boulons traversants qui pénètrent toute l'épaisseur du mur, à moins que le raccord du boulon traversant ne soit exposé dans un espace de travail intérieur tel qu'un bureau ou un couloir. L'utilisation de plaques de support (en acier inoxydable également) aidera à répartir la force des boulons traversants. Évitez les boulons traversants sur les murs à cavité, car cela peut rapprocher les bords de celui-ci et ainsi affaiblir la structure servant de fondation.

3.2.3 Support d'Antenne

Le support d'antenne joint l'antenne GNSS au monument. Une fois installé, le support d'antenne doit verrouiller l'antenne en place afin qu'elle ne puisse être ni déplacée ni tournée. Lorsqu'une antenne est retirée et remplacée, le support doit permettre de ramener le point de référence de l'antenne à moins de 0,5 mm de son emplacement d'origine et 1° de son orientation d'origine. Le support d'antenne doit maintenir l'antenne à niveau et orientée à moins de 5° du nord géographique afin que les étalonnages d'antenne soient utilisables.

3.3 Alimentation et Télécommunications

3.3.1 Alimentation

Toutes les CORS doivent être alimentées par des sources d'alimentation continues et fiables. L'alimentation *via* secteur et l'énergie solaire sont toutes deux des sources d'alimentation principale appropriées. Le choix entre l'énergie solaire et le secteur comme source d'alimentation principale sera déterminé en fonction des questions de coût, de sécurité, de disponibilité et d'emplacement. Un éloignement conséquent du réseau électrique peut rendre l'énergie solaire associée à un système de batteries plus économique. Une alimentation secteur peu fiable, avec des fluctuations de puissance significatives, peut aussi rendre l'énergie solaire préférable.

Alimentation sur le Secteur

Lorsque l'électricité secteur est utilisée, un circuit électrique dédié pour l'équipement de la station CORS est recommandé pour réduire le risque que les charges

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

électriques d'autres équipements puissent déclencher un disjoncteur ou un dispositif de courant résiduel, ce qui interromprait l'alimentation de la station CORS. Installez des prises électriques secteur de manière à minimiser la déconnexion volontaire ou involontaire de l'alimentation de l'équipement du site. Il est recommandé d'installer une protection contre les surtensions pour prévenir les dommages causés par les pics de tension.

Énergie Solaire (Photovoltaïque)

Le facteur clé pour les performances solaires est l'ensoleillement disponible, qui dépend de la latitude et des conditions climatiques locales. On pourra vérifier auprès des agences météorologiques locales les heures moyennes d'ensoleillement disponibles dans la zone cible.

Un système de batteries est requis pour les sites alimentés par l'énergie solaire, et constitue une source d'alimentation secondaire courante pour les sites alimentés par le secteur. Une alimentation sans interruption (ASI / Uninterruptible Power Supply UPS) est une source d'alimentation à court terme, fournissant de l'électricité pendant le basculement entre les sources d'alimentation primaire et secondaire.

Une unité de distribution électrique (Power Distribution Unit, PDU) est recommandée pour les sites CORS. La PDU gère et conditionne l'alimentation électrique du site, souvent avec un mécanisme automatique de basculement entre les sources d'alimentation primaire et secondaire. Une PDU gérée à distance peut contrôler le système d'alimentation dans des limites prédéfinies et fournit des outils système, des rapports et des alertes. Selon les conditions ambiantes, une PDU peut également éteindre et rallumer des équipements moins critiques. Une PDU avec une liaison de communication permet à l'opérateur CORS de contrôler l'alimentation des équipements à distance.

3.3.2 Télécommunications

Un site CORS nécessite des télécommunications fiables pour la transmission des données, soit directement aux utilisateurs, soit à un centre de données opérationnel (Operational Data Centre, ODC). Le choix du système de télécommunication est crucial, car il affecte la transmission des données et le contrôle à distance de l'équipement de la station CORS.

Il existe un large éventail d'options en termes de types de télécommunication et de fournisseurs de services. Les systèmes de communication usuels pour la transmission des données entre un site CORS et un ODC comprennent :

- l'ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line),
- les réseaux de téléphonie mobile,
- les réseaux Ethernet d'entreprise (Wide Area Network, WAN), ou

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

- les systèmes par satellite VSAT (Very Small Aperture Terminal, terminal à très petite ouverture) pour les sites particulièrement distants de tout autre infrastructure.

Le choix du système de télécommunication est fonction de la quantité de données à transmettre, des protocoles de données utilisés, de la latence maximale acceptable pour ces données, et des services disponibles dans la zone cible.

Il est recommandé d'avoir un système de télécommunication secondaire indépendant pour améliorer la fiabilité du site. Les systèmes de télécommunication secondaires sont particulièrement importants sur les sites offrant des services en temps réel, et sur les sites distants où les frais d'une visite sur site dépassent les coûts du système de communication.

La bande passante requise pour une station CORS dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- les opérations normales de transmission (c'est-à-dire, la transmission en temps réel et les téléchargements réguliers de données),
- les téléchargements irréguliers tels que la récupération de données stockées sur le récepteur après une interruption de communication,
- les téléchargements pour les mises à niveau du firmware du récepteur,
- les besoins de bande passante supplémentaire (par exemple pour le support de l'interface utilisateur des récepteurs GNSS, pour les stations météorologiques, ou pour les dispositifs de gestion de réseau ou d'alimentation),
- les augmentations globales de volume de données en raison de la modernisation des GNSS (c'est-à-dire, des signaux, des satellites et des systèmes de satellites supplémentaires).

Quelle que soit la méthode de télécommunication utilisée, la latence des données entre un site CORS et un utilisateur de services de positionnement en temps réel ne doit pas dépasser deux secondes.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

4 Équipements GNSS

Avec l'émergence de nouveaux systèmes et signaux GNSS et la reconnaissance des avantages qu'ils génèrent pour la société, la technologie GNSS évolue à un rythme rapide. Les formats changent et les firmwares sont constamment ajustés et mis à jour. Par conséquent, il est important de trouver un équilibre entre technologie, coût, efficacité et demande.

Tous les composants matériels des CORS IGS (récepteur, antenne et radôme) doivent être répertoriés dans le fichier `rcvr_ant.tab` (IGS, Naming Conventions for GNSS Equipment, 2021). Ce fichier contient les nomenclatures utilisées pour identifier de manière unique chaque équipement GNSS dans différents fichiers (par exemple dans les fichiers ANTEX, dans les site logs IGS, ou dans les en-têtes des fichiers RINEX).

4.1 Récepteur GNSS

Le Tableau 3 résume les caractéristiques recommandées pour les récepteurs GNSS à la date de publication de ces directives. Les nouvelles stations GNSS proposées pour l'IGS doivent satisfaire tous les critères répertoriés. Les opérateurs de stations existantes se trouvant dans l'impossibilité de mettre celles-ci à niveau pour le moment doivent garder ces recommandations à l'esprit pour les futures mises à jour.

Tableau 3: Résumé des Recommandations pour les Récepteurs GNSS

Composant	Recommandation
Suivi des Signaux	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les signaux de code, de phase et les rapports signal sur bruit (SNR) disponibles sur toutes les fréquences doivent être suivis. Les observations de Doppler sont facultatives. • Le lissage des mesures de code doit être désactivé. • L'atténuation des multi-trajets doit être désactivée. • Les nouvelles stations doivent suivre au moins les constellations GPS, GLONASS, Galileo et BeiDou¹⁰. • La capacité à observer les signaux futurs est appréciée. • Le récepteur doit être réglé pour suivre les signaux jusqu'à une élévation minimum de 0° (5° est acceptable). • Le récepteur doit être réglé pour suivre tous les satellites en vue (y compris les satellites déclarés inutilisables). • Le récepteur doit synchroniser l'instant réel de ses

¹⁰ Les stations situées dans la zone de couverture des systèmes satellitaires régionaux QZSS et IRNSS doivent également suivre ces derniers. La capacité de suivi SBAS est encouragée.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

	observations à moins de 1 milliseconde des secondes entières (en temps GPS).
Flux de Sortie	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation du protocole RTCM SC-104 le plus récent, à 1 Hz, sur plusieurs ports. • Diffusion des données brutes au format constructeur. • Capacité de diffuser les données vers plusieurs destinations.
Enregistrements	<ul style="list-style-type: none"> • Enregistrement continu des données brutes non lissées. • Enregistrement des données RINEX (échantillonnage toutes les 30 secondes minimum), si elles ne sont pas générées en dehors du récepteur. • Enregistrement des données du capteur d'entrée.

Le firmware d'un récepteur GNSS est le logiciel informatique qui contrôle le suivi des signaux GNSS par le récepteur. Comme pour tout autre logiciel, un firmware peut être mis à jour soit pour corriger des bugs, soit pour améliorer les capacités de suivi du récepteur. Avant de procéder à la mise à niveau, un nouveau firmware doit être méticuleusement testé et ne doit être installé que sur les stations qui pourraient bénéficier du changement. En général, le récepteur doit être équipé du firmware stable le plus récent dans les 6 mois suivant sa sortie.

4.2 Antenne GNSS

Un étalonnage absolu de l'antenne GNSS de la station doit être disponible dans le fichier ANTEX actuel de l'IGS (IGS, IGS ANTEX 2020, 2021). Ce fichier contient des étalonnages moyens par modèle d'antenne. Bien que l'utilisation d'étalonnages moyens par type d'antenne soit la norme actuelle dans les analyses de l'IGS, il est préférable d'étalonner également individuellement chaque antenne utilisée dans le réseau IGS. Il est recommandé que les nouvelles antennes soient étalonnées à l'aide d'un robot ou dans une chambre anéchoïque. Pour que l'étalonnage de l'antenne puisse être utilisé, celle-ci doit être orientée vers le nord géographique avec une précision de $\pm 5^\circ$. Les modèles d'antenne disposant d'un étalonnage relatif ne doivent pas être utilisés.

L'antenne GNSS doit être fixée de manière rigide et sécurisée au sommet du monument de la station comme décrit à la section 3.2.

L'excentricité entre le point géodésique et le point de référence de l'antenne (ARP) doit être mesurée avec une précision ≤ 1 mm et fournie dans le site log de la station et les en-têtes de ses fichiers RINEX ; une excentricité horizontale nulle est préférable.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

L'utilisation d'antennes choke-ring est recommandée. Elles sont en effet très bien caractérisées et permettent une forte atténuation des multi-trajets.

L'utilisation de radômes de protection est déconseillée. Bien qu'ils offrent un certain niveau de protection contre les intempéries, les radômes modifient l'emplacement du centre de phase de l'antenne (APC). Qui plus est, la lumière ultraviolette affecte les propriétés du matériau du radôme, de sorte que son impact sur l'emplacement de l'APC varie au fil du temps. Cependant, les conditions environnementales telles que les chutes de neige, les embruns marins, ou la probabilité que l'antenne puisse être utilisée comme perchoir pour les oiseaux, peuvent nécessiter l'utilisation d'un radôme. Dans ce cas, la combinaison antenne/radôme doit disposer d'un étalonnage absolu dans le fichier ANTEX actuel de l'IGS. Les radômes coniques ne doivent pas être utilisés. Ne retirez pas les radômes des antennes GNSS existantes.

L'expérience montre que lorsqu'une antenne GNSS est retirée et remplacée, la position calculée de la station change, même lorsque l'ARP est remplacé avec précision au même endroit. Par conséquent, ne retirez jamais une antenne pour une raison autre qu'une panne matérielle ou pour mesurer un rattachement de la station à d'autres points géodésiques. Tout retrait d'antenne doit être signalé dans le site log de la station. Si vous devez changer d'antenne, les utilisateurs et les centres d'analyse de l'IGS doivent être prévenus (voir section 5.5 Annonces).

Choisissez une antenne capable de suivre autant de signaux GNSS prévus que possible afin d'éviter de devoir remplacer l'antenne pour suivre les signaux GNSS nouvellement disponibles. Pour éviter toute confusion, la dénomination IGS standard des modèles d'antennes (IGS, Naming Conventions for GNSS Equipment, 2021) doit être utilisée dans les en-têtes des fichiers RINEX et les métadonnées de la station (voir section 5.4).

Le Tableau 4 résume les caractéristiques recommandées pour une antenne GNSS de qualité géodésique à la date de publication de ces directives.

Tableau 4: Résumé des Recommandations pour les Antennes GNSS

Composant	Recommandation
Type d'Antenne	<ul style="list-style-type: none"> ● L'utilisation d'antennes de type non répertorié par l'IGS n'est pas autorisée. ● Utilisez de préférence des antennes choke-ring avec des éléments Dorne-Margolin. ● Les capacités de l'antenne en termes de suivi des signaux GNSS doivent correspondre ou dépasser celles du récepteur. Pour les nouvelles stations, cette exigence est

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

	obligatoire.
Etalonnages	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les antennes IGS doivent disposer d'un étalonnage absolu dans le fichier ANTEX actuel de l'IGS. Si une antenne est étalonnée individuellement, le fichier ANTEX correspondant doit être mis à disposition de l'IGS. • Les antennes doivent être calibrées soit par un robot soit en chambre anéchoïque.
ARP et Excentricité	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les mesures de décalage d'antenne doivent se référer à l'ARP. • L'excentricité entre le point géodésique et l'ARP doit être mesurée selon les directions Est, Nord, verticale avec une précision ≤ 1 mm et fournie dans le site log de la station et les en-têtes de ses fichiers RINEX.
Radôme	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation d'un radôme est fortement déconseillée. • Si l'utilisation d'un radôme est absolument nécessaire, il est recommandé d'utiliser un radôme hémisphérique tel que la combinaison antenne+radôme dispose d'un étalonnage absolu dans le fichier ANTEX actuel de l'IGS. • Ne pas utiliser de radômes coniques.
Orientation de l'Antenne	<ul style="list-style-type: none"> • L'antenne doit être orientée vers le nord géographique avec une précision de $\pm 5^\circ$. • Si l'écart est supérieur à 5°, l'orientation réelle de l'antenne doit être donnée dans les métadonnées de la station.
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> • L'antenne et ses connecteurs doivent être résistants aux intempéries et à la corrosion.

4.3 Câble d'Antenne

L'ensemble du câblage des stations GNSS est vulnérable au vandalisme, aux intempéries, aux parasites, et au feu. Les câbles extérieurs peuvent être protégés en utilisant des conduits enterrés ou sécurisés. Des chemins de câblage dédiés sont recommandés à l'intérieur des bâtiments. Les connecteurs de câbles sont des points de défaillance potentiels lorsqu'ils sont soumis à des contraintes, corrodés ou

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

infiltrés par de l'eau, de la poussière ou des parasites. L'utilisation d'un ruban auto-amalgamant résistant aux ultraviolets est recommandée pour protéger les connexions des câbles.

Une tension dans le câble au niveau des connexions du récepteur ou de l'antenne peut provoquer une panne ou une connexion intermittente. Au niveau de l'antenne, cette tension peut également provoquer une rotation de l'antenne. Une courte boucle d'excédent de câble au niveau des connexions de l'antenne et du récepteur est recommandée.

La qualité des câbles se mesure par leur perte de signal nominale par mètre. Les câbles de qualité supérieure présentent moins de perte de signal par mètre au détriment d'un coût plus élevé et d'une flexibilité réduite. Chaque connexion le long d'un câble augmente la perte de signal et ajoute un point de défaillance potentiel. Lorsqu'un câble rigide de haute qualité est utilisé sur l'essentiel du chemin, un court câble flexible de qualité inférieure peut permettre de réduire la tension au niveau de la connexion de l'antenne ou du récepteur. Un câble sans tension de longueur minimale et avec un minimum de connecteurs constitue une solution optimale.

Un amplificateur peut permettre de réduire la perte de signal entre antenne et récepteur, mais ajoute un autre point de défaillance potentiel. Utilisez des câbles de qualité supérieure à faible perte plutôt que des câbles de qualité inférieure avec amplificateurs. Les répartiteurs d'antenne ne doivent être utilisés que lorsque la station GNSS comprend plusieurs récepteurs ou à des fins de test. Le Tableau 5 résume les caractéristiques recommandées pour les câbles d'antenne GNSS.

Tableau 5: Résumé des Recommandations pour les Câbles d'Antenne GNSS

Composant	Recommandation
Type de Câble	<ul style="list-style-type: none"> Le type de câble doit être suffisant pour la longueur prévue du chemin de câble. Il est recommandé d'utiliser des câbles de haute qualité à faible perte ($< 0,2$ dB/m à la fréquence L1). L'utilisation de connecteurs de câble ainsi que la longueur totale du câble doivent être minimisées.
Protection des Câbles	<ul style="list-style-type: none"> Protégez les câbles des intempéries, des parasites et d'autres facteurs qui pourraient les endommager. Utilisez un conduit approprié. Scellez les connecteurs du câble d'antenne avec du ruban auto-amalgamant résistant aux ultraviolets pour les

	protéger contre les infiltrations d'eau et le rayonnement solaire.
Tension des Câbles	<ul style="list-style-type: none"> Minimisez la tension dans le câble d'antenne, en particulier au niveau des connexions avec le récepteur et l'antenne.
Amplificateurs	<ul style="list-style-type: none"> Évitez l'utilisation d'amplificateurs autant que possible. En cas d'utilisation, l'information doit être fournie dans les métadonnées de la station.
Répartiteur d'Antenne	<ul style="list-style-type: none"> N'utilisez un répartiteur d'antenne que si plusieurs récepteurs sont connectés à l'antenne. En cas d'utilisation, l'information doit être fournie dans les métadonnées de la station.
Protection contre la Foudre	<ul style="list-style-type: none"> Incluez un parafoudre mis à la terre sur le câble d'antenne. Dans les zones sujettes à la foudre, réduisez la longueur horizontale du câble afin de minimiser le risque d'induction de signal provenant d'impacts de foudre à proximité.

4.4 Capteurs Météorologiques

Il est recommandé d'installer des équipements météorologiques au sein d'un site CORS IGS. Les données météorologiques facilitent la compréhension de l'environnement de la station, le traitement des données et le développement de modèles météorologiques améliorés¹¹.

Les capteurs météorologiques doivent être installés à distance du monument d'antenne afin de minimiser tout risque de multi-trajets supplémentaires. Le format RINEX devra être utilisé pour enregistrer et diffuser les données météorologiques. L'échantillonnage des données météorologiques doit être inférieur à 60 minutes et si possible de 5 ou 10 minutes. Les positions de tous les capteurs auxiliaires doivent être mesurées et fournies dans les métadonnées de la station.

Les capteurs météorologiques sur un site CORS IGS doivent répondre aux exigences suivantes :

¹¹ <https://igs.org/wg/troposphere/>

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

- Au minimum, la température et la pression doivent être mesurées,
- La précision de la mesure de pression doit être meilleure que $\pm 0,5$ hPa,
- La précision de la mesure de température doit être meilleure que $\pm 1^\circ$ K,
- La différence de hauteur entre le point de référence de mesure de pression du capteur météorologique et le point de référence de l'antenne doit être mesurée à mieux que 10 cm.

Assurez-vous d'étalonner régulièrement les instruments météorologiques selon les recommandations du fabricant.

5 Données et Métadonnées

Cette section donne des recommandations sur la fiabilité, la latence et la qualité des données enregistrées par une station CORS IGS. Elle décrit en outre la gestion des changements d'équipement dans les métadonnées des stations.

5.1 Suivi des Signaux et Enregistrement des Données

Une station CORS IGS doit fournir au strict minimum des fichiers RINEX d'observation journaliers avec un taux d'échantillonnage de 30 secondes. Un taux d'échantillonnage de 15 secondes est acceptable mais pas encouragé. Il est également demandé aux opérateurs de stations de fournir les fichiers RINEX de navigation¹².

Il est recommandé de fournir également des fichiers RINEX horaires avec un taux d'échantillonnage de 30 secondes. Les nouvelles stations IGS proposées sont encouragées à fournir des fichiers RINEX à haute fréquence (1 Hz) d'une durée de 15 minutes (voir section 5.1.1).

Chaque fichier RINEX doit être envoyé à au moins deux des centres de données mondiaux de l'IGS¹³. Si la station fait déjà partie d'un réseau régional (par exemple APREF, EPN, SIRGAS) et que les données sont accessibles au public, la transmission vers un seul des centres de données mondiaux est suffisante. La transmission des données sera coordonnée par le coordinateur du réseau IGS.

Après une interruption de communication, les fichiers de données manquants doivent être soumis au(x) centre(s) de données. Une annonce expliquant les détails de la panne devra être envoyée à la communauté (voir la section 5.5 pour plus d'informations).

Le Tableau 6 résume les critères devant être satisfaits par une station CORS IGS en termes de suivi des signaux GNSS et d'enregistrement et de transmission des données.

¹² Pour réduire le nombre de fichiers, il est recommandé de fournir des fichiers de navigation mixtes contenant l'ensemble des données de navigation.

¹³ Une liste des centres de données mondiaux de l'IGS peut être trouvée sur le site web de l'IGS : <https://igs.org/data-access/#data-centers>.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

Tableau 6: Recommandations pour les Données des CORS IGS

Critère	Recommandations
Suivi des Signaux et Archivage des Données	<ul style="list-style-type: none"> • Au moins 99 % des données disponibles au cours d'une journée doivent être entièrement observées, enregistrées et archivées (<15 minutes de données manquantes par jour). • Au moins 99 % des données disponibles au cours d'une année doivent être entièrement observées, enregistrées et archivées (<91 heures de données manquantes par année).
Transmission des Données	<ul style="list-style-type: none"> • La latence d'archivage d'un fichier de données horaire doit être <5 minutes après la fin de chaque heure. • La latence d'archivage d'un fichier de données journalier doit être <30 minutes après la fin de chaque jour..
Retransmission après une Panne	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les fichiers journaliers manquants doivent être retransmis aussitôt que possible. • Les fichiers horaires manquants doivent être retransmis au minimum pour les trois derniers jours.

5.1.1 Données Haute Fréquence

En appui aux applications en temps quasi réel (NRT), les opérateurs de stations sont encouragés à fournir des fichiers RINEX d'observation et de navigation d'une durée de 15 minutes avec une fréquence d'échantillonnage de 1 Hz. Ceux-ci peuvent être générés soit à partir d'un flux en temps réel, soit enregistrés par le récepteur.

Les stations fournissant des données haute fréquence sont encouragées à fournir les fichiers avec un délai de moins de 5 minutes après la dernière époque d'observation enregistrée.

5.1.2 Données en Temps Réel

En plus de répondre aux normes d'une station IGS conventionnelle, les stations temps réel doivent diffuser des données d'observation GNSS avec une fréquence minimum de 1 Hz. Toutes les stations IGS nouvellement proposées doivent être capables de diffuser des données en temps réel, à moins qu'elles ne soient considérées comme utiles au repère de référence terrestre (par exemple, en étant colocalisées avec une station SLR ou VLBI) ou qu'elles soient situées dans une région peu couverte par le réseau IGS.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

Les spécifications devant être respectées par une station IGS temps réel sont décrites dans la section 2 des « Guidelines for IGS Real-Time Broadcasters and Stations » (IGS Real-Time WG/IGS Infrastructure Committee, 2021).

5.1.3 Données Météorologiques

Il est recommandé d'installer des capteurs météorologiques précis sur les sites CORS IGS. Les directives relatives aux capteurs météorologiques sont décrites dans la section 4.4. Au minimum, les données doivent inclure des mesures de pression et de température et doivent être distribuées au format RINEX. Les fichiers RINEX météorologiques doivent être transmis selon le même calendrier que les fichiers RINEX d'observation (horaires et/ou journaliers).

5.2 Dénomination des Fichiers

L'IGS prend actuellement en charge trois versions majeures du format RINEX : RINEX v.2, RINEX v.3 et RINEX v.4. Chaque opérateur de station est encouragé à transmettre ses données dans la dernière version disponible du format RINEX. Les stations CORS IGS nouvellement proposées doivent soumettre leurs données au minimum dans le format RINEX 3.04.

5.2.1 RINEX v.4/v.3

Les fichiers au format RINEX v.3 (IGS/RTCM Working Group, 2020) ou RINEX v.4 (IGS/RTCM RINEX Working Group, 2023) doivent être transmis avec les dénominations suivantes :

Fichiers d'Observation et Fichiers Météorologiques

SSSSMRCCC_S_YYYYDDDDHHMM_DDU_FRU_DT.fff.cmp

Fichiers de Navigation

SSSSMRCCC_S_YYYYDDDDHHMM_DDU_DT.fff.cmp

Tous les éléments de la première partie du nom de fichier doivent contenir des lettres ou des chiffres ASCII majuscules. Ces éléments sont de longueur fixe et séparés par un tiret bas « _ ». Les champs de type de fichier (fff) et de compression (cmp) sont séparés par des points « . » et doivent contenir des caractères ASCII minuscules. Chaque champ doit être complété, si nécessaire, par des zéros de sorte à occuper le nombre prévu de caractères (voir Tableau 7).

Afin de réduire la taille des fichiers d'observation, la compression Hatanaka doit être utilisée. Pour plus d'informations, se référer à : <https://terras.gsi.go.jp/ja/crx2rnx.html>.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

5.2.2 RINEX v.2

Les fichiers au format RINEX v.2 (Gurtner, 2007) doivent être transmis avec la dénomination suivante :

ssssdddf.yyt

Le Tableau 8 décrit les différents éléments de cette dénomination. Les stations transmettant des fichiers RINEX v.2 sont encouragées à fournir des fichiers compressés à l'aide de gzip. Si les fichiers sont envoyés en compression Z, les centres de données IGS les recompresseront et les rendront accessibles en compression gzip (Romero & Ruddick, IGS, 2020).

Tableau 7 : Dénomination des Fichiers RINEX v.3/v.4 utilisée par l'IGS

Élément	Description	Exemple	Commentaire
Nom de Station SSSSMRCCC	<ul style="list-style-type: none"> • SSSS : identifiant de station à 4 caractères • M : numéro de point géodésique (0-9) • R : numéro de récepteur (0-9) • CCC : code de pays ou de région ISO-3166 (alpha-3) 	POTS00DEU	Par souci de compatibilité avec le format SINEX, les numéros de point géodésique autres que 0 ne sont actuellement pas acceptés.
Source des Données S	<p>Sont autorisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • R (données issues du récepteur via le logiciel constructeur ou un autre logiciel) • S (données issues d'un flux RTCM ou dans un autre format) 	R	
Date de Début YYYYDDHMM	<ul style="list-style-type: none"> • YYYY : année grégorienne • DDD : jour de l'année (001-366) • HHMM : heure et minute (0000-2359) 	2021 260 1000	Il est préférable d'utiliser l'heure nominale de début du fichier, mais acceptable d'utiliser l'heure de début

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

			réelle des données.
Durée du Fichier DDU	<ul style="list-style-type: none"> • DD : Durée du fichier • U : Unité de durée • Sont acceptés : 15M, 01H, 01D 	01D	
Fréquence des Données FRU	<ul style="list-style-type: none"> • FR : Fréquence des données • U : Unité de fréquence • Sont acceptés : 01S pour les données haute fréquence et 30S ou 15S pour les données horaires et journalières 	30S	Ce champ n'est pas requis pour les fichiers RINEX de navigation.
Type de Données DT	<ul style="list-style-type: none"> • D : Système GNSS (sont autorisés : G, R, E, C, J, S, I et M(ixte)) • T : Type de fichier RINEX (sont autorisés : O, N, M) 	MO	
Format fff	<ul style="list-style-type: none"> • Format du fichier • Sont autorisés : rnx (RINEX) and crx (RINEX compressé) 	rnx	
Compression cmp	<ul style="list-style-type: none"> • Format de compression • Seul gz (gzip) est autorisé 	gz	

Tableau 8 : Dénomination des Fichiers RINEX v.2 utilisée par l'IGS

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

Élément	Description	Exemple
Nom de Station SSSS	<ul style="list-style-type: none"> Identifiant de station à 4 caractères. 	pots
Jour de l'Année ddd	<ul style="list-style-type: none"> Jour de l'année de la première observation (001-366). 	260
Durée du Fichier f	<ul style="list-style-type: none"> Fichiers journaliers (30 seconds) : f=0 Fichiers horaires (30 seconds) : <ul style="list-style-type: none"> f=a (00:00:00 to 00:59:30), f=b (01:00:00 to 01:59:30), ... f=x (23:00:00 to 23:59:30) Fichiers haute-fréquence (15M, 1 Hz): <ul style="list-style-type: none"> f=a00 (00:00:00 to 00:14:59) f=a15 (00:15:00 to 00:29:59) ... f=m30 (12:30:00 to 12:44:59) ... f=x45 (23:45:00 to 23:59:59) 	0
Année YY	<ul style="list-style-type: none"> Année (sur 2 chiffres) 	21
Type de Fichier t	<ul style="list-style-type: none"> Sont autorisés : <ul style="list-style-type: none"> O : Fichier d'observation D : Fichier d'observation en compression Hatanaka N : Fichier de navigation GPS G : Fichier de navigation GLONASS M : Fichier météorologique 	o

5.3 Qualité des Données

Chaque station CORS IGS est censée fournir des données de haute qualité. Le Tableau 9 décrit les critères devant être remplis.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

Tableau 9 : Critères de Qualité des Données des CORS IGS

Critère	Recommandations
Suivi des Signaux	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les systèmes GNSS disponibles doivent être suivis. • Tous les satellites visibles doivent être suivis. • Toutes les fréquences et les signaux disponibles doivent être suivis.
Multi-trajets	<ul style="list-style-type: none"> • Le RMS des multi-trajets doit être inférieur à 30 cm pour toutes les constellations et toutes les fréquences.
Observations	<ul style="list-style-type: none"> • Le rapport entre le nombre d'observations réellement acquises et le nombre d'observations attendu au-dessus de 5° d'élévation doit excéder 95%.
Sauts de Cycle	<ul style="list-style-type: none"> • Le nombre de sauts de cycle doit être inférieur à 1 pour 1000 observations.
Précision	<ul style="list-style-type: none"> • Le RMS des résidus de phase doit être < 15 mm en post-traitement PPP.

5.4 Métadonnées

Les métadonnées sont des informations sur le site CORS concernant le propriétaire du site, ses coordonnées, la monumentation du site, sa localisation et l'historique des équipements installés. Des métadonnées fiables et à jour sont essentielles à la gestion et à l'utilisation d'une station GNSS et relèvent de la responsabilité de l'opérateur de la station.

5.4.1 Site Log IGS / GeodesyML

L'IGS exige que chaque opérateur de station renseigne ces métadonnées dans un fichier site log IGS (ASCII) ou au format GeodesyML, et que les métadonnées soient mises à la disposition de l'IGS et de l'ensemble des utilisateurs. L'IGS utilise une application Web pour gérer les métadonnées des stations¹⁴. Il est impératif que les

¹⁴ Site Log Manager (SLM), disponible à : <https://slm.igs.org>.

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

métadonnées de toutes les stations CORS IGS soient complètes et publiques de sorte que les centres d'analyse IGS et autres utilisateurs puissent aisément accéder aux informations qui leur sont nécessaires. Un opérateur de CORS peut avoir à fournir des métadonnées supplémentaires à propos du site afin de faciliter son opération et sa maintenance.

Toutes les stations IGS sont identifiées par un **code unique à neuf caractères**. Les quatre premiers caractères de ce code doivent eux-mêmes constituer un identifiant unique, qui se réfère généralement à la ville ou localité où se trouve le site. Pour chaque nouvelle station, l'opérateur doit vérifier auprès du coordinateur du réseau IGS que l'identifiant à quatre caractères prévu n'est pas déjà utilisé. Une liste non exhaustive des identifiants à quatre caractères utilisés pour désigner des stations GNSS actuelles et passées peut être obtenue sur le site web de la SOPAC¹⁵ (Scripps Orbit and Permanent Array Center). Assurez-vous également que le code à quatre caractères prévu n'a pas déjà été utilisé pour d'autres techniques géodésiques en consultant <https://itrf.ign.fr/fr/network/list>. Enfin, chaque nouvelle station CORS IGS doit être pourvue d'un numéro DOMES IERS¹⁶.

5.4.2 En-Têtes des Fichiers RINEX

Les en-têtes des fichiers RINEX doivent correspondre aux métadonnées renseignées dans le site log IGS. Les fichiers RINEX doivent être soumis à nouveau en cas de divergence dans les métadonnées. Toutes les informations contenues dans les en-têtes des fichiers RINEX doivent être codées en ASCII. L'utilisation de caractères provenant d'autres normes de codage (par exemple des signes diacritiques codés en UTF-8) peut conduire à un décalage des éléments d'en-tête lors du décodage. Le Tableau 10 répertorie les éléments d'en-tête devant être obligatoirement présents dans chaque fichier RINEX.

Tableau 10: Recommandations Concernant les En-Têtes des Fichiers RINEX

Élément de l'En-Tête	Recommandations	Exemple
MARKER NAME	<ul style="list-style-type: none"> Il est recommandé de renseigner l'identifiant à 9 caractères de la station. L'identifiant à 4 caractère de la station peut également être utilisé. 	<p>OUS200NZL</p> <p>OUS2</p>

¹⁵ <http://sopac-old.ucsd.edu/checkSiteID.shtml>

¹⁶ <https://itrf.ign.fr/en/network/domes/request>

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les lettres doivent être en majuscules. 	
MARKER NUMBER	<ul style="list-style-type: none"> • Numéro DOMES IERS • Toutes les lettres doivent être en majuscules. 	50212M002
MARKER TYPE	<ul style="list-style-type: none"> • Doit être : GEODETIC. 	
OBSERVER	<ul style="list-style-type: none"> • Il est recommandé de fournir une adresse email générique. • Le nombre maximum de caractères est de 20. 	gnss@agency.org
AGENCY	<ul style="list-style-type: none"> • Il est recommandé de renseigner l'abréviation du nom de l'organisme telle qu'indiquée dans les sections 11 et 12 du site log IGS de la station. • Si plusieurs organismes sont répertoriés, ils doivent être séparés par une barre oblique (« / »). • Le nombre maximum de caractères est de 60. 	OUSD/GFZ
REC # / TYPE / VERS	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les informations sur le récepteur doivent être identiques aux métadonnées renseignées dans le site log IGS de la station. – Col 1 : numéro de série du récepteur – Col 2 : modèle du récepteur – Col 3 : version du firmware du récepteur 	
ANT # / TYPE	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les informations sur l'antenne doivent être identiques 	

	<p>aux métadonnées renseignées dans le site log IGS de la station.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Col 1 : numéro de série de l'antenne - Col 2 : modèle de l'antenne 	
APPROX POSITION XYZ	<ul style="list-style-type: none"> • Les coordonnées approchées doivent correspondre à mieux que 1 m avec celles renseignées dans le site log IGS de la station. 	
ANTENNA: DELTA H/E/N	<ul style="list-style-type: none"> • L'excentricité de l'antenne doit être identique à celle renseignée dans le site log IGS de la station. 	

5.4.3 Photographies Numériques

Chaque station CORS IGS doit fournir des photographies de l'installation de l'antenne dans les quatre directions cardinales (de préférence 8 photographies séparées de 45° en azimuth), du monument et de ses environs. Les photographies doivent être mises à jour après chaque événement ou changement d'équipement.

Les photographies doivent être nommées de la façon suivante :

SSSSMRCCC_YYYYMMDD_D[D].fff

Le Tableau 11 explicite les différents éléments de cette dénomination. Ces éléments doivent être séparés par des tirets bas (“_”).

Tableau 11 : Eléments de la Dénomination des Photographies de Stations

Élément	Description	Exemple
SSSSMRCCC	<ul style="list-style-type: none"> • L'identifiant à 9 caractères de la station 	NYA200NOR
YYYYMMDD	<ul style="list-style-type: none"> • Date de prise de vue (année, mois, jour), sans séparation). 	20210131

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

D[D]	<ul style="list-style-type: none"> • Direction cardinale : N, E, S, W ou une combinaison de deux de ces caractères • Numéro de série de l'antenne : AS • Support d'antenne : AM • Récepteur : R • Monument : M 	N (Nord) SE (Sud-Est)
fff	<ul style="list-style-type: none"> • Format de la photographie • Sont acceptés :JPEG et PNG. 	.jpg

Les photos peuvent être également être mises à disposition sur un site web hébergé par l'opérateur de la station ou son organisme.

5.4.4 Étalonnages Individuels d'Antennes

Bien que cela ne soit pas obligatoire, il est recommandé de fournir un étalonnage individuel pour chaque antenne installée sur une station CORS IGS. Les étalonnages individuels sont utiles pour les travaux de différents groupes de travail de l'IGS tel que l'Antenna Working Group. Le fichier ANTEX correspondant devra être mis à disposition du coordinateur du réseau IGS.

5.4.5 Protection des Données

L'Union Européenne et d'autres pays ont mis en œuvre des réglementations sur la protection des données personnelles. L'IGS étant une fédération volontaire sans représentation juridique, il n'est pas dans son intérêt de s'occuper des subtilités qui viennent avec chacune de ces réglementations.

Nous demandons donc que toutes les informations personnelles contenues dans les métadonnées (site logs IGS/GeodesyML) et les en-têtes des fichiers RINEX (noms complets et adresses e-mail) soient remplacées par des noms génériques et des listes de diffusion, par exemple :

- Site logs IGS / GeodesyML :
 - Contact Name: "Agency" Network operator
 - E-Mail: gnss@agency.org
- En-Tête de Fichier RINEX :
 - Observer: gnss@agency.org
 - Comments with disclaimer information

Les stations proposées à l'IGS devront se conformer à ces règles pour être acceptées. Les opérateurs qui mettent à jour les métadonnées de leurs stations sont

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------

également invités à utiliser des coordonnées conformes à la protection des données.

5.5 Annonces

L'IGS utilise un système de listes de diffusion d'e-mails pour informer la communauté des événements relatifs au réseau de stations. Une liste complète des listes de diffusion IGS est disponible sur le site web de l'IGS¹⁷. Les opérateurs de stations sont priés de s'abonner et de suivre les listes suivantes pour rester informés des activités de l'IGS :

- IGS Mail
- IGS Station

Un avis doit être envoyé à la liste IGS Station dans les cas suivants :

- Événement pouvant affecter la position estimée de la station ou nécessiter une mise à jour de ses métadonnées, par exemple : changement d'antenne, de radôme, de récepteur, des réglages du récepteur, d'horloge externe, ou de l'environnement (déboisement, construction de bâtiments, etc.).
- Les changements d'équipement prévus (par exemple, changement d'antenne ou de récepteur) doivent être annoncés au moins un jour à l'avance.
- Interruption de données prévue pour durer plus d'une semaine.
- Mise à jour des métadonnées IGS.
- Nouvelle soumission de données pour cause de données corrompues ou de métadonnées incorrectes.

Décrivez brièvement dans le message ce qui a changé. L'objet de l'e-mail doit commencer par le code à neuf caractères de la station afin que l'e-mail puisse être archivé automatiquement.

¹⁷ <https://igs.org/mail>

International GNSS Service Guidelines for IGS Continuously Operating Reference Stations	Version 1.0_fr
--	----------------