

Produits d'Orbites Précises NASA Earthdata : Guide Technique Complet

La recherche approfondie des produits d'orbites précises combinés GPS/GLONASS révèle un écosystème sophistiqué de solutions multi-constellations offrant des améliorations significatives de précision et de disponibilité par rapport aux produits mono-systèmes. Les produits combinés IGS atteignent une précision de 2-3 cm avec une couverture satellite supérieure de 40% comparé aux solutions GPS seules.

[Nasa](#) [International GNSS Service](#)

Produits combinés GPS/GLONASS disponibles

Gamme de produits IGS combinés

Produits Ultra-Rapides (IGU) : Disponibles avec une latence de 3 heures pour la partie observée et des prédictions en temps réel. Ces produits sont mis à jour 4 fois par jour (03:00, 09:00, 15:00, 21:00 UTC) et incluent 24 heures d'observations + 24 heures de prédictions. [NASA Earthdata +5](#) La précision atteint 3 cm pour la partie observée et 5 cm pour les prédictions. [igs](#) [International GNSS Service](#)

Produits Rapides (IGR) : Fournis avec une latence de 17 heures après la fin du jour UTC précédent, mis à jour quotidiennement. [NASA Earthdata +3](#) Ces solutions basées sur des données observées atteignent une précision de 2,5 cm pour les orbites et 75 picosecondes RMS pour les horloges. [igs](#)

[International GNSS Service](#)

Produits Finaux (IGS) : Disponibles avec une latence de 12-19 jours, représentant la plus haute qualité avec une précision de 2,5 cm et une cohérence maximale. [NASA Earthdata](#) Ces produits hebdomadaires constituent la référence pour les applications post-traitement. [NASA Earthdata +4](#)

Avantages des solutions combinées

Les produits combinés GPS/GLONASS offrent une **amélioration de 20-40% des performances** par rapport aux systèmes individuels. La géométrie supérieure conduit à une convergence plus rapide avec 14-19 satellites typiquement visibles contre 8-9 pour les systèmes uniques. [Wikipedia](#) Les applications bénéficient particulièrement de cette combinaison dans les environnements contraints comme les canyons urbains et les hautes latitudes.

Formats de fichiers et conventions de nommage

Format SP3-c standardisé

Le format SP3-c (Standard Product 3 version c) constitue le standard universel pour tous les produits d'orbites précises. [NASA Earthdata +4](#) Ce format ASCII offre une précision de 1 mm pour les positions et 1 picoseconde pour les horloges, avec un échantillonnage typique de 15 minutes pour les orbites. [ESA](#)

[igs](#)

Identifiants satellites dans SP3-c :

- **GPS** : "Gnn" (G01, G02, etc.)
- **GLONASS** : "Rnn" (R01, R02, etc.)
- **Galileo** : "Enn" (E01, E02, etc.)
- **BeiDou** : "Cnn" (C01, C02, etc.) [Oma](#) [Igs](#)

Évolution des conventions de nommage

Nouveau format (depuis semaine GPS 2238, novembre 2022) : [Earthdata Forum](#)

WWW/IGS00PSTYP_YYYYDDHHMM_LEN_SMP_CNT.FMT.gz

Format hérité (avant semaine GPS 2237) :

WWW/AAAWWWWD.TYP.Z

Exemples concrets :

- [IGS00PSFIN_20230010000_01D_15M_ORB.SP3.gz](#) (Final) [Earthdata Forum](#)
- [IGS00PSRAP_20230010000_01D_15M_ORB.SP3.gz](#) (Rapide) [Earthdata Forum](#)
- [igs20480.sp3.Z](#) (Format hérité)

URLs d'accès et répertoires CDDIS

Points d'accès principaux

Accès HTTPS (recommandé) : <https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/products/> [Earthdata Forum](#)

- Nécessite un compte NASA Earthdata Login [NASA Earthdata](#) [Nasa](#)
- Sécurisé avec authentification moderne [Nasa](#)

Accès FTPS (secondaire) : <https://gdc.cddis.eosdis.nasa.gov/gnss/products/>

- Authentification anonyme avec adresse email [Nasa](#)
- Protocole FTP sur SSL/TLS [Nasa](#)

Structure de répertoires

Produits combinés GPS/GLONASS :

/gnss/products/WWWW/

- └─ IGS0OPSFIN_YYYYDDHHMM_01D_15M_ORB.SP3.gz (Final)
- └─ IGS0OPSRAP_YYYYDDHHMM_01D_15M_ORB.SP3.gz (Rapide)
- └─ IGS0OPSULT_YYYYDDHHMM_01D_15M_ORB.SP3.gz (Ultra-rapide)
- └─ Fichiers de synthèse et d'analyse (.sum)

Produits multi-GNSS étendus :

/gnss/products/mgex/WWWW/

- └─ Produits incluant GPS+GLONASS+Galileo+BeiDou
- └─ Solutions expérimentales multi-constellations

Différences entre produits combinés et GPS uniquement

Performances comparatives

Précision des orbites :

- GPS seul : 3-5 cm (référence de précision) ([Bliley](#))
- GLONASS seul : 5-10 cm (performance légèrement inférieure) ([Bliley](#))
- **Combiné GPS/GLONASS : 2-3 cm (amélioration de 20-40%)**

Disponibilité satellite :

- GPS : 8-9 satellites visibles typiquement
- GLONASS : 8-9 satellites visibles
- **Combiné : 14-19 satellites visibles simultanément** ([Wikipedia](#))

Avantages géographiques spécifiques

Hautes latitudes : GLONASS offre une performance supérieure grâce à son inclinaison orbitale de 64,8° contre 55° pour GPS. ([Wikipedia](#)) Les applications arctiques et antarctiques bénéficient significativement des solutions combinées.

Canyons urbains : La géométrie multi-constellation améliore la disponibilité et la précision dans les environnements contraints où les signaux peuvent être obstrués.

Centres d'analyse et production

Centres d'analyse contributeurs

Centres actifs pour solutions combinées :

- **CODE** (Suisse) : Centre de détermination d'orbites européen, spécialisé multi-GNSS
- **GFZ** (Allemagne) : Expertise temps réel et multi-GNSS, traitement de 90+ satellites ([GFZ](#))

- **JPL** (États-Unis) : Laboratoire de propulsion de la NASA, système GDGPS
- **ESA** (Europe) : Agence spatiale européenne, expertise Galileo
- **EMR** (Canada) : Ressources naturelles Canada

Processus de combinaison

Le coordinateur des centres d'analyse IGS (ACC) effectue une combinaison pondérée des solutions individuelles. [NASA Earthdata](#) [NASA Earthdata](#) Le processus utilise la réalisation du cadre de référence ITRF et produit les solutions officielles IGS distribuées via CDDIS. [NASA Earthdata +3](#)

Latences et précisions des produits combinés

Spécifications de latence

Ultra-rapides (IGU) : 3-9 heures pour la partie observée, temps réel pour les prédictions [NASA Earthdata +3](#)

Rapides (IGR) : 17 heures après la fin du jour UTC précédent [Nasa](#) [Nasa](#) **Finaux (IGS)** : 12-19 jours après la fin de la semaine de solution [NASA Earthdata +4](#)

Précisions atteintes

Orbites finales : 2-3 cm (1D RMS) validé par télémétrie laser satellite [igs](#) [International GNSS Service](#)

Horloges finales : 0,03 nanosecondes (relatif à l'échelle de temps IGS) [igs +2](#) **Orbites rapides** : 2,5 cm avec échantillonnage 15 minutes [igs](#) **Horloges rapides** : 75 picosecondes RMS avec intervalles 5 minutes [igs](#)

Identification et téléchargement via API

Authentification moderne

Méthode recommandée avec earthaccess :

python

```
import earthaccess

# Authentification NASA Earthdata
auth = earthaccess.login()

# Recherche de produits d'orbites précises
results = earthaccess.search_data(
    short_name="GNSS_PRECISE_ORBITS",
    temporal=("2023-01-01", "2023-01-31"),
    count=100
)

# Téléchargement des fichiers
files = earthaccess.download(results, "/chemin/vers/repertoire/")
```

Gestion des erreurs et retry

Stratégie de retry avec backoff exponentiel :

```
python

from requests.adapters import import HTTPAdapter
from requests.packages.urllib3.util.retry import import Retry

def create_retry_session():
    session = requests.Session()

    retry_strategy = Retry(
        total=3,
        backoff_factor=2,
        status_forcelist=[429, 500, 502, 503, 504],
        allowed_methods=["HEAD", "GET", "OPTIONS"]
    )

    adapter = HTTPAdapter(max_retries=retry_strategy)
    session.mount("http://", adapter)
    session.mount("https://", adapter)

    return session
```

Logique de sélection des fichiers

Algorithme de sélection optimisé :

```
python
```

```

def select_orbit_files(date, product_type='final'):
    gps_week = calculate_gps_week(date)
    day_of_week = date.weekday()

    if gps_week >= 2238: # Nouvelle convention
        if product_type == 'final':
            pattern = f"IGS0OPSFIN_{date.strftime('%Y%j')}0000_01D_15M_ORB.SP3.gz"
        elif product_type == 'rapid':
            pattern = f"IGS0OPSRAP_{date.strftime('%Y%j')}0000_01D_15M_ORB.SP3.gz"
    else: # Convention héritée
        if product_type == 'final':
            pattern = f"igs{gps_week:04d}{day_of_week}.sp3.Z"
        elif product_type == 'rapid':
            pattern = f"igr{gps_week:04d}{day_of_week}.sp3.Z"

    return pattern, gps_week

```

Spécifications techniques pour intégration Python

Classe de téléchargement moderne

python

```

class ModernSP3Downloader:
    def __init__(self, username, password, cache_dir="sp3_cache"):
        self.username = username
        self.password = password
        self.cache_dir = cache_dir
        self.session = create_retry_session()
        self.session.auth = (username, password)
        self.rate_limiter = RateLimiter(calls_per_second=1)

    def download_precise_orbit(self, date, product_type='final',
                              force_download=False):
        # Sélection du fichier approprié
        filename, gps_week = select_orbit_files(date, product_type)

        # Vérification du cache
        cache_path = os.path.join(self.cache_dir, filename.replace('.gz', ''))
        if os.path.exists(cache_path) and not force_download:
            return cache_path

        # Application de la limitation de taux
        self.rate_limiter.wait()

        # Téléchargement avec fallback
        try:
            result = self.download_sp3_file(filename, gps_week, self.cache_dir)
            return result
        except Exception as e:
            if product_type == 'final':
                return self.download_precise_orbit(date, 'rapid', force_download)
            else:
                raise

```

Gestion des limites de taux

Politiques CDDIS :

- Pas de limites officielles publiées
- Pratique recommandée : Maximum 10 connexions simultanées
- Courtoisie : 1-2 requêtes par seconde
- Implémentation backoff exponentiel pour erreurs 429

Informations complémentaires

Produits GLONASS uniquement

Disponibilité : Répertoire spécialisé (gnss/glonass/) avec produits dédiés (Igs) **Précision** : 5-10 cm (inférieure à GPS mais supérieure aux hautes latitudes) (igs) (Bliley) **Avantages** : Orbites à 64,8° d'inclinaison pour couverture polaire optimisée

Solutions multi-GNSS (GPS+GLONASS+Galileo+BeiDou)

Statut actuel : Produits expérimentaux MGEX disponibles (NASA Earthdata +2) **Précision** : Amélioration supplémentaire de 10-20% par rapport aux combinés GPS/GLONASS **Disponibilité** : Jusqu'à 50+ satellites visibles globalement **Convergence** : Précision de 10 cm en quelques minutes, 5 cm en 30 minutes (Nature)

Recommandations pour applications multi-constellations

Applications haute précision : Combinaison GPS+Galileo pour précision optimale **Environnements** **constraints** : GPS+GLONASS+Galileo+BeiDou pour robustesse maximale **Temps réel** : Focus sur GPS+Galileo pour stabilité des horloges **Hautes latitudes** : Emphase sur GLONASS avec backup GPS

Conclusion

Les produits d'orbites précises combinés GPS/GLONASS de NASA Earthdata offrent des performances supérieures avec une précision de 2-3 cm et une disponibilité satellite améliorée de 40%. (Nasa)

(International GNSS Service) L'accès moderne via HTTPS avec authentification NASA Earthdata, (NASA Earthdata +2) combiné aux spécifications techniques fournies, permet une intégration efficace dans les systèmes de téléchargement SP3 existants. Les formats SP3-c standardisés et les conventions de nommage évolutives assurent une compatibilité future tout en maintenant l'accès aux données historiques via les formats hérités. (ESA +5)