

1. [] –
:https://ronl.org/>referaty/ ekonomika/. – :06.03.2022.
2. [] –
:https://tntgrj-cis.ru>wyswyg/file/Belarus. – : 04.04.2022.

SYSTÈME DE NAVIGATION PAR SATELLITE «GALILEO»

« »

«Galileo» est un système de positionnement par satellites (radionavigation) initié par l'Union européenne dans le cadre du programme éponyme et incluant un segment spatial dont le déploiement doit s'achever vers 2024. Comme les systèmes américain GPS, russe GLONASS et chinois Beidou, il permet à un utilisateur muni d'un terminal de réception d'obtenir sa position. La précision attendue pour le service de base, gratuit, est de 4 m horizontalement et de 8 m en altitude. Un niveau de qualité supérieur sera fourni gratuitement, normalement en 2022. Le segment spatial de Galileo sera constitué à terme de 30 satellites dont six de rechange. Chaque satellite, d'une masse d'environ 700 kg, circule sur une orbite moyenne (23 222 kilomètres) dans trois plans orbitaux distincts ayant une inclinaison de 56°. Ces satellites émettent un signal qui leur est propre et retransmettent un signal de navigation fourni par le segment de contrôle de Galileo. Ce dernier est constitué de deux stations chargées également de surveiller l'orbite et l'état des satellites.

Le projet Galileo, après une phase de définition technique débutée en 1999, est lancé le 26 mai 2003 avec la signature d'un accord entre l'Union européenne et l'Agence spatiale européenne chargée du segment spatial. Une des motivations principales du projet est de mettre fin à la dépendance de l'Europe vis-à-vis du système américain, le GPS. Contrairement à celui-ci, Galileo est uniquement civil. Le projet parvient à surmonter l'opposition de certains membres de l'UE et d'une partie des décideurs américains ainsi que les difficultés de financement (le coût final est évalué à cinq milliards d'euros). Les tests de Galileo débutent fin 2005 grâce aux lancements des satellites précurseurs GIOVE-A et GIOVE-B en décembre 2005 et avril 2008. Les premiers satellites en configuration opérationnelle (FOC) sont lancés en août 2014. Au 4 mars 2020, 30 satellites ont été lancés, dont 22 sont opérationnels.

Les premiers services de Galileo sont opérationnels depuis le 15 décembre 2016. Galileo est un projet européen de système de positionnement par satellites (radionavigation) qui pourra être « couramment utilisé dans les transports maritimes, aériens et terrestres, les opérations de secours et de sauvetage, les travaux publics, la prospection pétrolière, l'agriculture, ou tout simplement associé à la voiture ou au téléphone mobile dans la vie de tous les jours ». Il garantit l'autonomie de l'Union européenne vis-à-vis des États-Unis et de la Russie dans ce domaine stratégique, notamment dans les applications militaires, et déploie des facultés avancées par rapport à celles actuellement offertes par le GPS des États-Unis ou GLONASS de la Russie, ou encore le projet Beidou/Compass chinois. Cette indépendance est importante, car le GPS souffre de nombreuses restrictions sur la précision du positionnement (de l'ordre de 20 mètres pour le signal gratuit), sur la fiabilité ou sa continuité (le positionnement peut être impossible dans certaines zones du globe et/ou à certains moments, pour des raisons techniques et/ou politiques).

Le système est sous contrôle strictement civil, contrairement aux autres systèmes existants qui sont eux sous contrôle militaire.

Les deux responsables du projet sont :

- l'Union européenne (représentée par les États membres et la Commission européenne) ;
- l'Agence spatiale européenne.

Pour cette occasion, une entreprise commune, European Satellite Navigation Industries (ESNIS), anciennement Galileo Industries (GAIN), a été créée. Après l'échec de ce mode de financement, une nouvelle solution a été mise en place à partir de la fin 2007 : un financement direct de l'ESA, sans l'intermédiaire ESNIS, qui disparaît en 2009.

Selon les estimations le programme devrait créer entre 15 000 et 20 000 emplois en Europe et 2 000 emplois permanents liés à son exploitation.

Le *European Geostationary Navigation Overlay Service* (EGNOS) est le premier programme européen de navigation et de positionnement par satellites. Il a été ouvert au grand public et aux entreprises le 1^{er} octobre 2009. En attendant que le système de trente satellites de Galileo (en orbite quasi circulaire) soit déployé, des satellites géostationnaires ont été lancés ou utilisés. Les deux premiers ont été lancés en octobre 2011, suivis de deux autres en octobre 2012 ; les suivants jusqu'en 2014. Trois sont opérationnels (voir tableau dans l'article EGNOS).

EGNOS préfigure Galileo. Ce réseau de 34 stations terrestres corrige les signaux des systèmes de positionnement du GPS américain et du GLONASS russe dans leurs versions actuelles et futures. Grâce à l'interopérabilité du GPS et de GLONASS, EGNOS améliore à la fois leur fiabilité et leur précision : la

précision nominale du GPS, de 20 mètres environ, passe ainsi à une précision horizontale de 2 mètres avec EGNOS, avec des signaux fiables. EGNOS est épaulé par des satellites qui lui sont propres. Début 2012, ils étaient au nombre de trois, dont deux opérationnels (Atlantic Ocean Region-East et ARTEMIS) et le troisième servant de plateforme de tests (Europe Middle East Africa). Ils ont été rejoints depuis par deux autres satellites : Sirius 5 (SES-5), en orbite depuis le 10 juillet 2012 et qui remplacera Atlantic Ocean Region-East, et Astra-5B, en orbite depuis le 22 mars 2014 et qui remplacera ARTEMIS. Le rôle du satellite de test a été transféré de Europe Middle East Africa à ARTEMIS depuis le 23 mars 2012.

EGNOS est surtout utile pour la navigation aérienne. La précision verticale qu'il apporte améliore grandement celle du GPS seul, ce dernier étant généralement suffisant pour les usages courants. C'est un système de GPS différentiel qui a des équivalents pour d'autres parties du monde. Tous ces systèmes sont compatibles entre eux, ce qui permet aux équipements (compatibles) GPS d'utiliser l'apport du WAAS, du MSAS (en) et de EGNOS sur leurs continents respectifs. En 1998 se tient à Bruxelles un forum sur le thème « Vers un réseau transeuropéen de positionnement et de navigation comprenant une stratégie européenne pour un système global de navigation par satellites GNSS », qui réunit 170 experts. À la suite de ce forum, l'Union européenne présente un projet à vocation commerciale avec un partenariat public/privé. Le projet est nommé *Galileo* en hommage à Galileo Galilei (Galilée), savant italien qui a identifié la notion de satellite. En 2001, après de longues tergiversations, l'Union européenne prend la décision de principe de construire son propre système de géopositionnement par satellites. De fait, l'organisation construite est complexe, mélangeant les financements publics et privés, et multipliant les structures bureaucratiques. Le programme initial était composé de quatre parties appelées « segments »

Les satellites sont placés en orbite terrestre moyenne à une altitude de 23 222 km, également répartis sur trois plans orbitaux inclinés à 56° du plan équatorial (voir illustration). Chaque orbite circulaire comprend huit satellites actifs plus deux satellites de secours, pour un total de trente satellites (24 actifs et 6 de secours).

Le segment sol de contrôle est chargé du contrôle des satellites. Il est constitué de: deux centres de contrôle, situés à Oberpfaffenhofen (Allemagne) et au Fucin (Italie); six stations de TTC (*Telemetry, Tracking & Control*), chargées de maintenir les liaisons de télécommandes et télémessures avec les satellites. Elles se trouvent à Kiruna (en Suède), à Kourou, Nouméa, Sainte-Marie (La Réunion), Redu (en Belgique) et Papeete.

1. Segment sol de mission

Le segment sol de mission est chargé de créer le message de navigation diffusé par le satellite (garant des performances des services), de détecter les éventuelles anomalies et d'en prévenir les utilisateurs (dans le message diffusé par les satellites), ainsi que de mesurer les performances du système.

Il est constitué de:

deux centres de mission, situés à Oberpfaffenhofen (Allemagne) et au Fucin (Italie), co-localisés avec les centres du segment sol de contrôle, où sont réalisées les fonctions de calcul d'orbitographie, d'intégrité (permettant de développer les applications *Safety of Life*), de création du message de navigation et du temps Galileo, de la surveillance du système et de mesure de performances des services ;

dix à douze stations terrestres de transmission du message de navigation vers les satellites (ULS, *UpLink Stations*), à raison de deux par site, au Svalbard, à Kourou, Papeete, Sainte-Marie et Nouméa ;

quarante stations de réception des signaux satellitaires, réparties sur toute la Terre et en liaison permanente avec les centres de mission pour leur fournir les informations nécessaires pour leurs fonctions ;

le récepteur GRCP (*Ground Receiver Chain PRS*), traitant les signaux PRS (*Public Regulated Service*), est développé par Thales à Valence dans la Drôme. Le premier système de relais terrestre a été présenté le 10 novembre 2009 à l'Euro Space Center (Transinne, Belgique), avant de prendre la direction de la Polynésie française ;

deux centres de sécurité (GSMC), situés à Saint-Germain-en-Laye (France) et Madrid (Espagne). Ces centres ont pour mission la gestion des accès au service gouvernemental PRS, la surveillance de la sécurité du système, et peuvent intervenir dans l'exploitation du système selon les règles de la Politique étrangère et de sécurité commune de l'Union européenne.

2. Segment de test des utilisateurs

Ce segment est destiné à valider en environnement réel les performances des récepteurs du commerce (ou plus exactement leurs prototypes). Le récepteur TUS (Test User Segment) est développé par Thales à Valence, dans la Drôme.

1. European GNSS Service Centre []. – -
: <https://www.gsc-europa.eu/galileo/faq#HAS%20FAQ1>. – :
23.03.2022.

