



## NAVIGATION PAR SATELLITE

## EN ATTENDANT LE GPS III



LES ÉTATS-UNIS VIENNENT DE LANCER LEUR 70<sup>E</sup> SATELLITE GPS, FINALISANT AINSI LE DÉPLOIEMENT DE LEUR FLOTTE DE DEUXIÈME GÉNÉRATION.

**L**e 5 février, United Launch Alliance a placé sur orbite pour le compte de l'US Air Force le satellite GPS IIF-12 ou Navstar-76 (USA-266). Le lancement a été réalisé 3 h 23 plus tôt (à 8 h 38, heure locale), à l'aide d'une fusée Atlas V mise en œuvre depuis le pas de tir SLC-41 de Cape Canaveral, en Floride. C'était le 61<sup>e</sup> vol d'une

Atlas V et le 31<sup>e</sup> pour sa version 401. Construit par Boeing Satellite Systems à la suite de la commande de juillet 2006, le satellite a été placé sur une orbite circulaire moyenne (20 445 x 20 459,9 km), inclinée à 55°, correspondant au sixième et dernier plan orbital de la constellation (F).

Surnommé Betelgeuse, GPS IIF-12 est le 70<sup>e</sup> satellite de navigation américain, Navigation Satellite Timing And Ranging, lancé avec succès par les États-Unis depuis 1978. Il a rejoint les 30 satellites GPS/Navstar actuellement opérationnels, ainsi que les 22 satellites russes Glonass utilisés par la communauté internationale GNSS (Global Navigation Satellite System), donc régulièrement « visibles » par vos récepteurs GPS. A l'issue

de plusieurs semaines de vérification par les équipes de la base Schriever dans le Colorado, GPS IIF-12 remplacera le GPS IIR-6 (Navstar 49), lancé en novembre 2000. Surtout, après les mises à poste en 2015 des GPS IIF n° 9, 10 et 11, et en attendant le déploiement du GPS de troisième génération, l'an prochain, il complète définitivement la flotte de 12 satellites GPS américains de type Bloc IIF (pour Follow-On), dont le premier exemplaire a été lancé en mai 2010. D'une durée de vie de douze ans, ces satellites de 1 630 kg (les plus légers de la deuxième génération) utilisant des plateformes AS-4000 émettent un nouveau signal civil sur la fréquence L5 (1 176,45 MHz), qui améliorera la précision et la ro-

bustesse en particulier pour les applications aéronautiques, en plus des fréquences L1 (1 575,42 MHz) et L2 (1 227,60 MHz) émises en permanence depuis décembre 1993.

### DÉBUTS DU GPS III EN 2017.

Avec cette flotte orbitale moderne et redondante sur l'ensemble des plans orbitaux (il suffit de 24 satellites pour que le système fonctionne), les États-Unis restent donc le leader de la navigation par satellite, devant les Glonass russes, dont le dernier lancement de la série M est intervenu le 7 février. Ils ne prévoient pas de nouveau lancement avant mai 2017, qui verra avec quelques années de retard l'entrée





**Trois questions au professeur Serge Plattard,**  
*Resident Fellow à l'European Space Policy Institute (Vienne)*

« Galileo a désormais pris le rythme »

**Que vous inspire le déploiement de cette nouvelle famille de satellites GPS ?**

Avec douze satellites mis sur orbite en moins de six ans, le déploiement des GPS IIF s'est fait extrêmement vite. Or je constate que l'Europe avait une fenêtre d'opportunité excellente en 2008-2009 pour être bien meilleure sur le marché que le GPS IIF, mais qu'elle a raté le coche. En 2000, elle espérait en effet pouvoir déployer la constellation Galileo en 2008, ce qui ne sera pas le cas avant 2018, c'est-à-dire avec une dizaine d'années de retard. Ce retard est dû à diverses raisons qui se sont accumulées : budgétaires, de management, de prise de risque, de coordination industrielle... Les Américains n'ont donc senti aucune pression et ont développé le GPS IIF en fonction de leurs besoins et pas du tout en compétition avec Galileo. Heureusement, nous avons désormais pris le rythme, avec six satellites lancés en 2015 sur Soyouz et quatre prévus cette année sur Ariane 5. Les Américains accusent également du retard sur le GPS III, mais il n'y a aucun caractère d'urgence.

**Certaines puissances pourraient-elles se passer du système GPS américain aujourd'hui ?**

Je ne pense pas. Malgré leur système Glonass, les Russes utilisent le GPS américain en permanence. Par exemple, l'aviation civile russe, qui a obligation d'utiliser en priorité le

système russe, se sert des deux. Par ailleurs, tous les pays de l'Otan ont des systèmes d'armes liés au GPS qui ont des durées de vie importantes : ils sont donc « condamnés », en quelque sorte, à l'utiliser durablement. Ce qui ne pose pas de problème aujourd'hui puisque les Américains se sont engagés en 2007 à ne plus dégrader la précision de leurs signaux et que les GPS IIF et III n'ont pas cette possibilité.

**Selon vous, comment les Américains vivent-ils l'arrivée prochaine du système Galileo ?**

Je crois que les griefs que les Américains pouvaient avoir vis-à-vis de Galileo au début des années 2000 sont désormais passés. Par construction, le système européen est le plus proche du système américain et, aujourd'hui, le fait d'avoir à disposition deux constellations homologues intéresse grandement les Américains. En particulier, le système public régulé PRS de Galileo (qui n'est pas un système militaire mais qui est crypté et dont l'intégrité est assurée) pourrait constituer une solution de secours très appréciée en cas de défaillance, partielle ou momentanée, des signaux du système « militaire » américain de navigation par satellite.



en service des GPS de troisième génération (leur développement avait été autorisé par le Congrès en 2000). En attendant, le coût d'exploitation de la constellation reste estimé à environ 1 Md\$

par an. D'une durée de vie de quinze ans, les GPS III offriront un signal plus fiable et plus précis, tandis qu'un nouveau signal civil L1C sera disponible sur la fréquence L1.

Les dix premiers exemplaires seront construits par Lockheed Martin et General Dynamics, sur la base de la plateforme A2100, à la suite d'un contrat remporté en 2008 (qui prévoit une option pour

la fourniture de dix modèles supplémentaires). Leur masse au décollage sera de 3 680 kg et ils seront lancés par des Delta IV M+, des Atlas V 411 ou des Falcon-9 de SpaceX. **P-F. Mouriaux**

Les systèmes de navigation par satellite hors GPS

Système (Puissance)	Précision	Etendue du service	Début du déploiement	Satellites lancés	Remarque
Glonass (Russie)	3-6 m	Mondiale depuis décembre 2011	Octobre 1982	133	22 satellites opérationnels (21 de type M et 1 de type K) M-51 en cours de qualification, K1-11 en test Plus de sat. de réserve sur orbite depuis 2015
Beidou ou Compass (Chine)	10 m (public) 10 cm (militaire)	Régionale	Octobre 2000	21/35	Constellation complète en 2020
QZSS (Japon)	1 m	Régionale	Septembre 2010	1/3	Constellation complète en 2018
Galileo (Europe)	1 m (public) 1 cm (militaire)	Mondiale	Octobre 2011	12/30	Constellation complète en 2020
IRNSS (Inde)	10-20 m	Régionale	Juillet 2013	5/7	Constellation complète en 2016



## Satellites GPS/Navstar lancés au 5 février 2016

Type	Lancés avec succès	Actifs	Remarques
Bloc I	10 entre 1978 et 1995	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Première génération : validation du concept.</li> <li>• Exemplaire n° 7 perdu au lancement, le 19 décembre 1981.</li> </ul>
Bloc II	9 entre 1989 et 1990	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deuxième génération : premiers satellites opérationnels.</li> </ul>
Bloc IIA	19 entre 1990 et 1997	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Première évolution de la deuxième génération : autonomie passée de 14 à 180 jours sans contact avec le sol.</li> </ul>
Bloc IIR	12 entre 1997 et 2004	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deuxième évolution de la deuxième génération : capacité de déterminer sa propre position grâce à des transmissions entre satellites de même type sans aucun contact avec le sol.</li> <li>• Exemplaire n° 1 perdu au lancement, le 16 janvier 1997.</li> </ul>
Bloc IIRM	8 entre 2005 et 2009	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Troisième évolution de la deuxième génération : nouveau code civil L2C sur la fréquence L et nouveaux codes militaires M sur les fréquences L1 et L2.</li> </ul>
Bloc IIF	12 entre 2010 et 2016	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quatrième évolution de la deuxième génération : nouveau signal civil sur la fréquence L5.</li> </ul>
Bloc IIIA	En production	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Troisième génération : nouveau signal civil L1C sur la fréquence L1.</li> <li>• 10 premiers exemplaires lancés à partir de mai 2017.</li> </ul>
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>30</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GPS IIRM-7/Navstar-63 en réserve et GPS IIF-12/Navstar-76 en cours de test.</li> </ul>

## Satellites GPS/Navstar Bloc IIF sur orbite

Appellations	Code (USSC*)	Date et lieu de lancement	Lanceur	Orbite atteinte	Inclinaison	Position (slot)
GPS IIF-1/Navstar-65 « Polaris » (USA-213)	2010-022A (36585)	28 mai 2010 CCAFS** SLC-37B***	Delta IV-M+(4,2)	20 055,2 x 20 321,1 km	56,1°	B2
GPS IIF-2/Navstar-66 « Sirius » (USA-232)	2011-036A (37753)	16 juillet 2011 CCAFS SLC-37B	Delta IV-M+(4,2)	20 107,5 x 20 370,9 km	55,2°	D2
GPS IIF-3/Navstar-67 « Arcturus » (USA-239)	2012-053A (38833)	4 octobre 2012 CCAFS SLC-37B	Delta IV-M+(4,2)	20 128,1 x 20 350,4 km	54,5°	A1
GPS IIF-4/Navstar-68 « Vega » (USA-242)	2013-023A (39166)	15 mai 2013 CCAFS SLC-41	Atlas V(401)	20 104,7 x 20 273,1 km	55,6°	C2
GPS IIF-5/Navstar-69 « Canopus » (USA-248)	2014-008A (39533)	21 février 2014 CCAFS SLC-37B	Delta IV-M+(4,2)	20 194,4 x 20 284,0 km	54,6°	A3
GPS IIF-6/Navstar-70 « Rigel » (USA-251)	2014-026A (39741)	17 mai 2014 CCAFS SLC-37B	Delta IV-M+(4,2)	20 175,0 x 20 203,0 km	55,2°	D4
GPS IIF-7/Navstar-71 « Capella » (USA-256)	2014-045A (40105)	2 août 2014 CCAFS SLC-41	Atlas V(401)	20 227,6 x 20 250,8 km	54,8°	F3
GPS IIF-8/Navstar-72 « Spica » (USA-258)	2014-068A (40294)	29 octobre 2014 CCAFS SLC-41	Atlas V(401)	20 229,8 x 20 248,7 km	55,0°	E1
GPS IIF-9/Navstar-73 « Deneb » (USA-260)	2015-013A (40534)	25 mars 2015 SLC-37B	Delta IV-M+(4,2)	20 215,2 x 20 263,2 km	55,0°	B5
GPS IIF-10/Navstar-74 « Antares » (USA-262)	2015-033A (40730)	15 juillet 2015 SLC-41	Atlas V(401)	20 185,2 x 20 293,2 km	55,1°	C5
GPS IIF-11/Navstar-75 « Altair » (USA-265)	2015-062A (41019)	31 octobre 2015 SLC-41	Atlas V(401)	20 158,8 x 20 220,2 km	55,0°	E6
GPS IIF-12/Navstar-76 « Betelgeuse » (USA-266)	2016-007A (41328)	5 février 2016 CCAFS SLC-41	Atlas V(401)	20 445,0 x 20 459,9 km	55,0°	F5

\*USCC : US SPACE COMMAND - \*\*CCAFS : CAPE CANAVERAL AIR FORCE STATION - \*\*\*SLC : SPACE LAUNCH COMPLEX