

PLATO – Stratégie d'observations

Communications

Pendant la phase opérationnelle, des sessions de communication seront établies plusieurs fois par semaine avec trois des sept stations sol (New Norcia, Cerebros et Malargue) du réseau de stations de contrôle ESTRAK (European Space TRACKing) de l'Agence spatiale européenne (ESA)

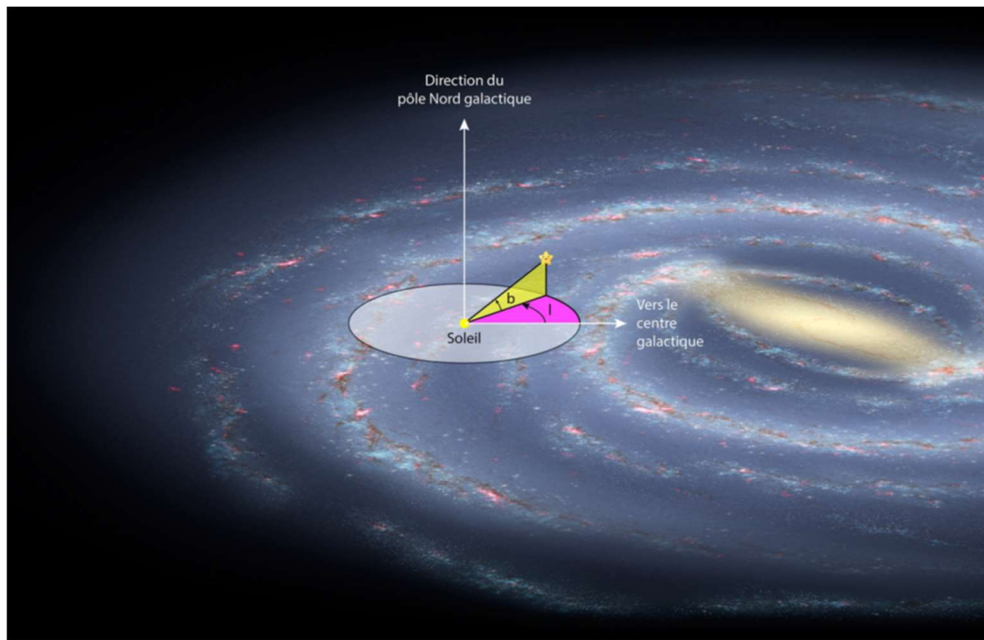


Légende : Les 3 stations du réseau ESTRAK qui seront utilisés pour PLATO. © ESA.

Les sessions nominales de communications incluront la transmission vers le sol des données scientifiques et de servitude (transmission des mesures permettant de vérifier le bon fonctionnement du satellite et du PLM), stockées en mémoire en bande K à 72Mb/s ainsi que la transmission en temps réel des données de servitude en bande X à 16 / 26 kb/s utilisant l'antenne grand gain duale X/K et les antennes bas gain bande X. Le volume de données scientifiques produite chaque jour est de 435 Gbits. Pendant cette session, une petite fenêtre sera utilisée pour envoyer en bande X vers le satellite les télécommandes nécessaires au contrôle du satellite et de la PLM ainsi qu'aux manœuvres et opérations. En dehors des sessions nominales de communication, une liaison à bas débit sera maintenue en permanence via l'antenne bas gain pour assurer un minimum d'éventuelle télémétrie (2 kb/s) et/ou de télécommandes (4 kb/s)

Stratégie d'observations

Les champs sont définis dans le repère galactique, c'est-à-dire dont l'origine est la Terre, les astres de la voie lactée étant repérés par rapport à un axe partant de l'origine (de la Terre donc) pointant vers le centre de notre galaxie. Dans ce repère (voir image ci-dessous), les coordonnées d'un astre sont sa latitude galactique l (distance angulaire par rapport au plan galactique, comptée positivement de 0 à 90° au nord de ce plan et négativement, de 0 à -90° au sud) et sa longitude galactique b (angle entre le point origine et la projection du corps céleste sur le plan galactique, (croissant de 0 à 360° dans le sens direct).



Légende : Le système de coordonnées galactiques. D'après une vision d'artiste de la Voie lactée. © ESO.

Pour la mission nominale de 4 ans, 12 champs de 2232 deg^2 ont été sélectionnés sur la base de modèles prédisant de fortes concentrations en étoiles naines (rappelons que le Soleil est une naine jaune de classe G2). Parmi ces champs (en bleu sur l'image ci-dessous),

- Deux sont destinés à l'observation longue durée, appelée LOPs pour Long-duration Observation Phase. L'un a été défini dans l'hémisphère nord appelé NPF (Northern long-duration Phase Fields) et le second dans l'hémisphère sud appelé SPF (Southern long-duration Phase Fields). Sur les champs représentés en bleu, les zones en bleu foncé, bleu moyen et bleu clair sont vues par respectivement 6, 12 et 18 caméras du module charge utile (PLM). Ces LOPs permettront de détecter des transits de planètes ayant des périodes orbitales similaires aux planètes telluriques du système solaire, de la Terre en particulier.
- 10 autres champs appelés STEP pour STEP-and-stare field Pointing (code de couleur inversés par rapport aux LOPs) ont été retenus pour des observations de durées plus courtes (typiquement 2 à 5 mois), observations appelées SOPs (Step-and-stare Observation Pointing), permettant une couverture de la voûte céleste bien plus grande que les missions précédentes.

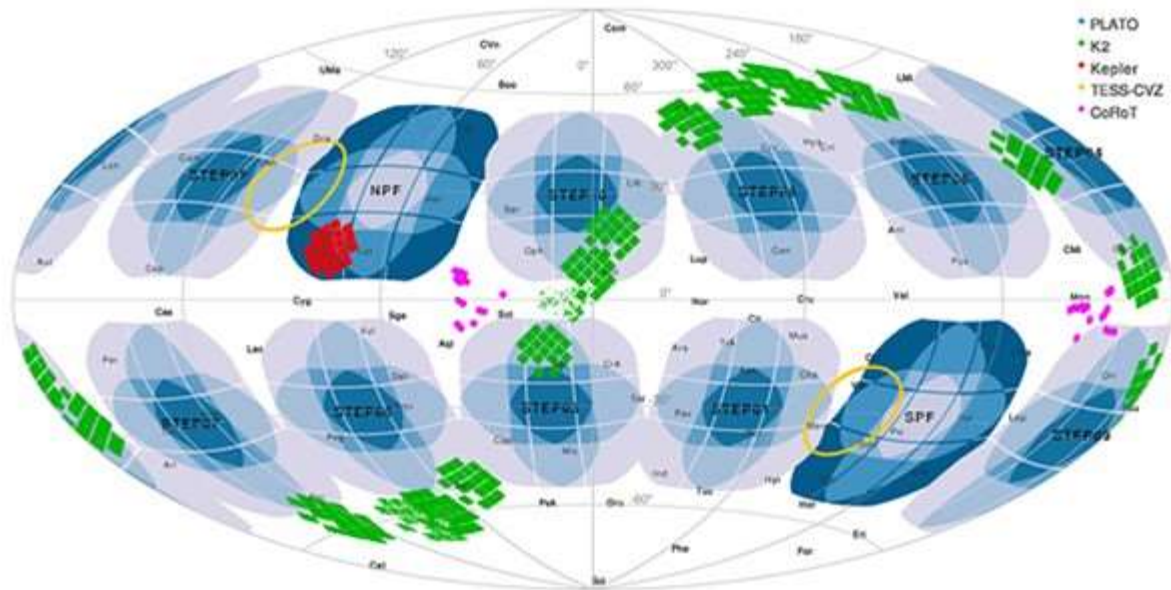
A partir de ces champs, 3 stratégies sont définies pour la mission nominale de 4 ans, à savoir :

1. Un LOP de 2 ans sur NPF et un deuxième LOP de 2 ans sur SPF, qui constitue aujourd'hui le scénario de base
2. Un LOP de 3 ans sur NPF ou SPF suivi de plusieurs SOPs sur la quatrième année
3. Un LOP de 4 ans sur NPF ou SPF

La mission étendue jusqu'à 6 ans et demi, voire au-delà, sera définie fonction du scénario de base adopté et des champs non observés. Les champs définis seront prioritaires, mais il n'est pas exclu que d'autres champs soient proposés.

Le premier champ à observer devra être défini 2 ans avant le lancement, et mis à jour 9 mois avant.

Pour les autres champs, ils devront être définis 6 mois au moins avant leur observation.



Légende : Stratégie d'observations de la mission PLATO : en bleu les champs PLATO, et pour mémoire en rose les champs de ma mission nominale Kepler, en vert ceux de la mission étendue Kepler, en rouge les champs de la mission [CoRoT](#) et cerclés de jaune ceux de la mission TESS. © Magrin et al. 2018 - CC BY 4.0 DEED.

Échantillonnage des cibles

Quatre échantillons de cibles stellaires, répondant aux objectifs scientifiques et classées P1, P2, P4 et P5, ont été définies (l'échantillon P3 défini en début d'étude a été abandonné) en fonction des paramètres suivants :

Echantillon P1 : Étoiles très brillantes observées. Il contiendra au minimum 15 000 étoiles naines ou sous-géantes de classe F5 à K7 sur l'ensemble de la mission nominale de 4 ans. Ce sont les étoiles de magnitude visuelle $M_v < 11$ dont la luminosité peut être mesurée avec un niveau de bruit instrumental < 50 ppm en 1 heure.

Echantillon P2 : Etoiles les plus brillantes, au minimum 1 000 étoiles naines ou sous-géantes de classe F5 à K7 sur l'ensemble de la mission nominale de 4 ans de magnitude visuelle $M_v < 8,5$ (environ 10 fois moins brillantes) dont la luminosité peut être mesurée avec un niveau de bruit instrumental < 50 ppm en 1 heure.

Ces deux échantillons seront observés par les caméras N (normales) avec une cadence de 25s par image.

Parmi P1 et P2, un échantillon de 300 étoiles sera défini pour être observées par les caméras F (Fast pour rapides). Ces 2 caméras pointent au centre des champs observés par les caméras N (visibles par 18 caméras) et imagent à une cadence 10 fois plus importante, soit une image toutes les 2,5 secondes. Elles sont munies, pour l'une, d'un filtre rouge, et pour l'autre, d'un filtre bleu. Lors du passage de la planète devant l'étoile, la baisse de luminosité mesurée (profondeur du transit) dépend de la taille de la planète (qui occulte en partie la lumière de l'étoile) et de la présence éventuelle d'une atmosphère qui absorbe et diffuse la lumière stellaire fonction de sa longueur d'onde (diffusion Rayleigh). Mesurée dans deux filtres différents, une différence de quantité de lumière occultée trahira la présence d'une atmosphère et permettra également éventuellement de remonter à certaines propriétés atmosphériques. Cette technique permettra d'identifier et répertorier les planètes ayant une atmosphère pour les adresser

à d'autres observatoires, terrestres ou spatiaux, capables d'en déterminer la composition par spectrométrie comme le [JWST](#) ou plus tard l'E-ELT ou la mission [Ariel](#) de l'ESA.

Pour les étoiles des échantillons P1 et P2, des imagerie de taille typique de 6x6 pixels seront "découpées" par le logiciel de vol à bord du satellite, stockées et envoyées vers la Terre. Elles sont suffisamment brillantes pour déterminer avec bonne précision les paramètres de masse et orbitaux des exoplanètes d'un grand nombre de systèmes planétaires, y compris les paramètres stellaires issues de l'astérosismologie.

Echantillon P4 : Dédié à la mesure des paramètres stellaires d'étoiles naines M de la séquence principale, dans l'environnement proche du système solaire, principalement des naines rouges (typiquement K8V à M9V), étoiles plus petites, de 0,61 à 0,1 Rs (rayon solaire), moins massives, de 0,62 à 0,08 Ms (masse solaire), moins lumineuses, de 0,09 à 0,0003 Ls (luminosité solaire) et plus froide (3990 K à 2380K). Il est attendu un échantillon d'au moins 5000 étoiles de magnitude visuelle $M_v < 16$.

Echantillon P5 : Echantillon dit statistique, au minimum 245 000 étoiles naines ou sous-géantes de classe F5 à K7 sur l'ensemble de la mission nominale de 4 ans, de magnitude visuelle $M_v < 13$. Moins brillantes, la majorité de ces étoiles ne permettra pas toujours de déterminer les paramètres stellaires, planétaires et orbitaux avec les précisions spécifiées. Cet échantillon sera principalement dédié à des études annexes comme d'éventuelles corrélations entre certains paramètres planétaires avec ses paramètres stellaires ou avec l'environnement des systèmes planétaires. Seules les courbes de lumière seront mesurées, échantillonnées à une cadence d'un point toutes les 600 secondes (10 minutes). La détection et la caractérisation d'exoplanètes dans cet échantillon sera peut-être possible pour les étoiles les plus brillantes dont la luminosité peut être mesurée avec un niveau de bruit instrumental < 80 ppm en 1 heure. Pour ces étoiles, dépendant du volume de données, il sera peut-être possible de transmettre vers la Terre des imagerie plutôt que des courbes de lumière, imagerie qui seront ensuite traitées au sol par le SOC.

Un échantillon principal de 20 000 cibles stellaires, appelé "prime sample", sera établi et supervisé par le SWT (Science Working Team) PLATO. Il listera les étoiles à observer avec la meilleure précision possible et en priorité. Cette liste sera définie 9 mois avant le lancement et mise à jour 6 mois minimum avant de procéder au pointage et à l'observation d'un nouveau champ. En parallèle, le consortium PLATO (PMC – Plato Mission Consortium) organisera une campagne d'observations avec les télescopes du GOP (Ground Observing Program) de manière à confirmer chaque cible et pour effectuer les mesures de vitesse radiale nécessaires à la détermination des caractéristiques de masse des exoplanètes détectées.

Le programme "invités" (Guest Observer program –GO) : En dehors des cibles et objectifs de PLATO, d'autres groupes scientifiques, sélectionnés sur appels d'offre, pourront observer des cibles au choix dans chaque champ d'observation PLATO, issues du PIC (Plato Input Catalogue) ou non, mais à l'exclusion de l'échantillon principal des 20 000 cibles du "prime sample". Cette science dite complémentaire pourra concerner des cibles diverses, fixes ou opportunes comme des supernovae ou des émissions visibles issues suite à des sursauts gamma. En moyenne et sur l'ensemble de la mission, 8% du volume de données pourra être affecté à ce programme.