|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| TEMPS CLIMAT EAU | **Organisation météorologique mondiale****COMMISSION DES OBSERVATIONS, DES INFRASTRUCTURES ET DES SYSTÈMES D’INFORMATION****Deuxième session**24-28 octobre 2022, Genève | **INFCOM-2/INF. 6.1(2)** |
| Présenté par :Président du SC-ON 30.IX.2022 |

*[Ce document a été traduit à titre indicatif à l’aide d’un système de traduction automatique associé à des mémoires de traduction. Si des efforts raisonnables ont été déployés par l’OMM pour améliorer la qualité de la traduction ainsi produite, aucune garantie, expresse ou implicite, n’est toutefois donnée quant à son exactitude, sa fiabilité ou sa précision. Les divergences ou différences ayant pu résulter de la traduction vers le français du contenu du document original ne créent aucune obligation et n’ont aucun effet juridique en termes de conformité, d’exécution ou à toute autre fin. Il se peut que certains contenus (tels que les images) n’aient pu être traduits en raison des limites techniques du système. En cas de doute sur l’exactitude des informations contenues dans la traduction, veuillez vous reporter à l’original anglais qui constitue la version officielle du document.]*

**EXIGENCES EN MATIÈRE D’ÉCHANGE DE DONNÉES POUR L’ÉCHANGE DE DONNÉES SATELLITAIRES DE BASE**

### Introduction

La politique unifiée de l’OMM pour l’échange international des données du système Terre[, résolution 1 (Cg-Ext 2021),](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5206/#page=14) reconnaît clairement l’importance vitale des données satellitaires. Toutefois, aucun jeu de données satellitaires spécifique n’est répertorié comme n’étant ni essentiel ni recommandé dans les documents réglementaires mentionnés. Ce document présente une mise à jour des activités de l’OMM visant à établir des données satellitaires de base conformément à la Politique unifiée de l’OMM pour l’échange international des données du système Terre, le processus d’établissement des données satellitaires de base et les types de données actuellement identifiés.

Les tableaux fournis donnent un aperçu des capacités d’observation de la Terre par longitude pour les satellites géostationnaires et par heure de passage au-dessus de l’équateur pour les satellites en orbite terrestre basse. Cela servira de base aux discussions bilatérales avec les agences spatiales pour l’établissement de «données satellitaires de base» qui seront documentées dans le Manuel sur le WIGOS. L’OMM a invité les agences spatiales à participer aux discussions bilatérales, dont certaines ont déjà eu lieu lors de la réunion du Groupe de coordination pour les satellites météorologiques (CGMS-50). L’objectif est de terminer les discussions bilatérales dès que possible afin de pouvoir les mettre à jour dans les documents réglementaires.

Une analyse des capacités de mesure actuelles et futures des programmes de satellites météorologiques des membres du CGMS pour l’observation de la Terre et la météorologie spatiale a été réalisée en utilisant la base de données OSCAR/Space de l’OMM comme référence. Des tableaux ont été compilés sur les capacités de chaque partenaire, qui servent de base à cette analyse. Les prévisions numériques du temps (PNT) et les prévisions immédiates sont les principaux besoins des utilisateurs de cette étude, bien que la surveillance du climat, les études des processus de modélisation, la chimie atmosphérique, la qualité de l’air et la modélisation des océans soient également envisagées.

La situation en 2022 et la capacité prévue en 2025 sont documentées dans cette analyse, étant donné que les plans à court terme devraient être bien définis. L’analyse suppose que les données de niveau 1 et de niveau 2 de toutes les mesures identifiées dans les tableaux seront librement accessibles en tant que domaine de données de base pour les utilisateurs et pour les PNT/prévision immédiates diffusées dans le délai requis pour être utiles. Bien que le climat ne soit mentionné que pour certaines variables comme application, toutes les mesures peuvent en principe être utilisées pour la surveillance du climat et l’étude des processus des modèles.

**CAPACITÉS ACTUELLES DES MEMBRES DU CGMS POUR CONCRÉTISER LES PERSPECTIVES POUR LE WIGOS À L’HORIZON 2040**

1. **Données satellitaires de base de l’OMM pour l’observation de la Terre**

### Données de base des satellites pour l’observation de la Terre d’orbites géostationnaire et Molniya

**Tableau 1. Analyse des données de base des satellites en orbites géostationnaire et Molniya pour l’observation de la Terre**

**Analyse des données de base géostationnaires 2022**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Longitude** | **0E** | **41E** | **76E** | **82E** | **105E** | **123E** | **128E** | **141E** | **137W** | **100W** | **75W** |
| **Agence** | **EUMETSAT** | **EUMETSAT** | **Roshydromet Roscosmos** | **IMD ISRO** | **CMA** | **CMA** | **KMA KIOST** | **JMA** | **NOAA** | **NASA** | **NOAA** |
| Canaux d’imagerie visible /infrarouge | 12 | 12 | 10 | 6 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | N | 16 |
| Balayage rapide (<5 min) | 12 | N | N | 6 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | N | 16 |
| Canaux de sondeur | N | N | N | 19 | 1680 | 1680 | N | N | N | N | N |
| Détection de la foudre | N | N | N | N | O | O | N | N | O | N | O |
| Bilan radiatif | O | O | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| Couleur de l’océan\* | N | N | N | N | N | N | O | N | N | N | N |
| Sondeur ultraviolet/visible | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |

**Analyse des données de base géostationnaires 2025**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Longitude** | **0E** | **41E** | **76E** | **82E** | **105E** | **123E** | **128E** | **141E** | **137W** | **100W** | **75W** |
| **Agence** | **EUMETSAT** | **EUMETSAT** | **Roshydromet Roscosmos** | **IMD ISRO** | **CMA** | **CMA** | **KMA KIOST** | **JMA** | **NOAA** | **NASA** | **NOAA** |
| Canaux d’imagerie visible/infrarouge | 16 | 12 | 20 | 6 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | N | 16 |
| Balayage rapide (<5 min) | 16 | N | 20 | 6 | 7 | 7 | 16 | 16 | 16 | N | 16 |
| Canaux de sondeur | 1700 | N | 2528 | 19 | 1680 | 1680 | N | N | N | N | N |
| Détection de la foudre | O | N | O | N | O | O | N | N | O | N | O |
| Bilan radiatif | N | N | O | N | N | N | N | N | N | N | N |
| Couleur de l’océan\* | N | N | N | N | N | N | O | N | N | N | N |
| Sondeur ultraviolet/visible | O | N | N | N | N | N | N | N | N | O | N |

\*Instruments dédiés à la surveillance de la couleur des océans

**Orbite de Molniya janvier 2022**

|  |  |
| --- | --- |
| **Agence** | Roshydromet |
| Canaux d’imagerie visible/infrarouge | 10 |

### Données de base des satellites pour l’observation de la Terre d’orbites basse et dérivante

**Tableau 2. Analyse des données de base des satellites en orbite basse pour l’observation de la Terre**

**Analyse des données de base LEO (orbite basse) 2022**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temps de passage local** | **05h30** | **06h00** | **07h00** | **08h20** | **09h30** |  | **10h30** | **12h00** | **13h30** | **14h00** | **15h00** |
| **Agence** | **CMA** | **NOAA DOD ESA NSOAS** | **CNES CNSA** | **CMA** | **EUMETSAT ESA** |  | **CNES JAXA NSOAS** | **IMD ISRO** | **NOAA NASA CMA ESA JAXA** | **JAXA/ESA** | **Roshydromet Roscosmos** |
| Canaux d’imagerie visible/infrarouge | 6+D/N | N | N | 10 | 6 |  | O | 15 | 21+D/N / 25 | N | 6 |
| Canaux de la sonde infrarouge | 1370 | N | N | 26 | 8461 |  | N | N | 2211/2378 1370 | N | 2670 |
| Canaux du sondeur micro-onde | 32 | N | N | 28 | 20 |  | N | N | 22/28 | N | N |
| Imageurs micro-onde | N | 24 | N | 10 | N |  | N | N | 10/16 | N | 29 |
| Rétrodiffusion radar | O | O | O | N | O |  | N | O | N  | N | N |
| Angle de courbure du GNSS | O | N | N | O | O |  | N | O | O | N | N |
| Sondeur ultraviolet/visible | N | N | N | O | O |  | N | N | O | N | N |
| Bilan radiatif | Éclairement énergétique solaire | N | N | SW/TOT | N |  | N | N | ERB\*\* | N | SW uniquement |
| Vents Doppler | N | Y | N | N | N |  | N | N | N | N | N |
| Radar de détection des nuages | N | N | N | N | N |  | N | N | N | N | N |
| Radar de détection des pluies | N | N | N | N | N |  | N | N | N | N | N |
| Couleur de l’océan | N | N | N | N | Y |  | Y | N | Y | N | N |
| SST (visée double) | N | N | N | N | Y |  | N | N | N | N | N |
| Altimètre radar | N | Y | N | N | Y |  | N | N | N | N | N |
| Surveillance des GES | N | N | N | N | N |  | N | N | Y | N | N |

\*\*ERB: Bilan radiatif de la Terre

**Analyse des données de base LEO (orbite basse) 2025**

| **Temps de passage local** | **05:30** | **06:00** | **07:00** | **09:30** | **10:00** |  | **10:30** | **12:00** | **13:30** | **14:00** | **15:00** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Agence** | **CMA** | **NOAA DOD ESA NSOAS** | **CNES CNSA** | **EUMETSAT ESA** | **CMA** |  | **CNES JAXA NSOAS** | **IMD ISRO** | **NOAA NASA CMA ESA JAXA** | **JAXA/ESA** | **Roshydromet Roscosmos** |
| Canaux d’imagerie visible/infrarouge | 6+D/N | N | N | 20 | 25 |  | Y | 15 | 21+D/N / 25 | Y | 6 |
| Canaux de la sonde infrarouge | 1370 | N | N | 16921 | 1370 |  | N | N | 2211/2378 1370 | N | 2670 |
| Canaux du sondeur micro-onde | 32 | N | N | 20 | 32 |  | N | N | 22/28 | N | N |
| Imageurs micro-onde | N | N | N | O | 10 |  | N | N | 10/16 | N | 29 |
| Rétrodiffusion radar | O | O | O | O | N |  | N | O | N  | N | N |
| Angle de courbure du GNSS | O | N | N | O | O |  | N | O | O | N | N |
| Sondeur ultraviolet/visible | N | N | N | O | NADIR/LIMBE |  | N | N | O | N | N |
| Bilan radiatif | Éclairement énergétique solaire | N | N | N | N |  | N | N | ERB | BBR | SW uniquement |
| Vents Doppler | N | N | N | N | N |  | N | N | N | N | N |
| Radar de détection des nuages | N | N | N | N | N |  | N | N | N | CPR | N |
| Radar de détection des pluies | N | N | N | N | N |  | N | N | N | N | N |
| Couleur de l’océan | N | N | N | O | N |  | O | N | O | N | N |
| SST (visée double) | N | N | N | O | N |  | N | N | N | N | N |
| Altimètre radar | N | O | N | O | N |  | N | N | N | N | N |
| Surveillance des GES | N | N | N | N | N |  | O | N | O | N | N |

**Tableau 3. Analyse des données des satellites de base à orbite flottante pour l’observation de la Terre**

**Analyse des données de base 2022 provenant de flotteurs**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Agence** | **CMA** | **NSOAS** | **ISRO** | **NOAA** | **ESA** | **CNES** | **EUMETSAT** | **NASA** | **JAXA** |
| Imageurs micro-onde | N | N | O | N | N | N | N | O | O |
| Rétrodiffusion radar | N | O | N | N | N | N | N | O | N |
| Angle de courbure du GNSS | N | N | N | O | O | N | N | O | O |
| Sondeur ultraviolet/visible | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| Vents Doppler | N | N | N | N | O | N | N | N | N |
| Radar de détection des nuages | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| Radar de détection des pluies | N | N | N | N | N | N | N | O | N |
| Altimètre radar | N | O | N | O | O | O | O | O | N |
| Surveillance des GES | N | N | N | N | N | N | N | O | N |

**Analyse des données de base 2025 provenant de flotteurs**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Agence** | **CMA** | **NSOAS** | **ISRO** | **NOAA** | **ESA** | **CNES** | **EUMETSAT** | **NASA** | **JAXA** |
| Imageurs micro-onde | O | N | N | N | O | N | O | O | O |
| Rétrodiffusion radar | N | O | N | N | N | N | N | N | N |
| Angle de courbure du GNSS | N | N | N | O | O | N | N | N | O |
| Sondeur ultraviolet/visible | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| Vents Doppler | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| Radar de détection des nuages | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| Radar de détection des pluies | O | N | N | N | N | N | N | O | N |
| Altimètre radar | N | O | N | N | O | O | N | O | N |
| Surveillance des GES | N | N | N | N | N | N | N | N | N |

1. **Données satellitaires de base de l’OMM pour la météorologie de l’espace**

### Données satellitaires de base pour la météorologie de l’espace d’orbites géostationnaires

**Tableau 4. Analyse des données des satellites centraux en orbite géostationnaire pour la météorologie de l’espace**

**Analyse des données géostationnaires de base des particules/champs in-situ 2022**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Longitude** | **0E** | **76E** | **82E** | **105E** | **123E** | **128E** | **141E** | **166E** | **137W** | **102W** | **75W** | **14.5W** |
| **Agence** | EUMETSAT | Roshydromet | IMD/ISRO | CMA | CMA | KMA | JMA | Roshydromet | NOAA | NASA | NOAA | Roshydromet |
| Électrons | N | O | N | O | O | O | O | **N** | O | **N** | O | O |
| Protons | N | O | N | O | O | O | O | **N** | O | **N** | O | O |
| Alpha+Ions lourds, etc. | N | N | N | O | **N** | **N** | **N** | **N** | O | **N** | O | **N** |
| Propriétés du plasma | N | O | N | **N** | **N** | **N** | **N** | **N** | **N** | O | **N** | O |
| Champ magnétique | N | N | N | O | O | O | **N** | **N** | O | O | O | **N** |
| Rayon X  | N | O | N | **N** | **N** | **N** | **N** | **N** | O | **N** | O | O |

**Analyse des données géostationnaires de base des particules/champs in-situ 2025**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Longitude** | **0E** | **76E** | **82E** | **105E** | **123E** | **128E** | **141E** | **166E** | **137W** | **102W** | **75W** | **14.5W** |
| **Agence** | **EUMETSAT** | **Roshydromet** | **IMD/ISRO** | **CMA** | **CMA** | **KMA** | **JMA** | **Roshydromet** | **NOAA** | **NASA** | **NOAA** | **Roshydromet** |
| Électrons | O | O | N | N | O | O | O | O | O | N | O | O |
| Protons | O | O | N | N | O | O | O | O | O | N | O | O |
| Alpha+Ions lourds, etc. | O | N | N | N | N | N | N | N | O | N | O | N |
| Propriétés du plasma | N | O | N | N | N | N | N | O | N | N | N | O |
| Champ magnétique | N | O | N | N | O | O | N | O | O | N | O | O |
| Rayon X  | N | O | N | N | N | N | N | O | O | N | O | O |

### Données satellitaires de base pour la météorologie de l’espace d’orbite terrestre LEO

**Tableau 5. Analyse des données satellitaires de base en orbite basse pour la météorologie de l’espace**

**Analyse des données de base LEO des particules/champs in-situ 2022**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temps de passage local** | **05h30** | **09h00** | **09h30** | **13h30** | **15h00** | **Dérive** |
| **Agence** | **CMA** | **Roshydromet** | **EUMETSAT** | **NOAA/NASA/CMA** | **Roshydromet** | **NASA/EUM** |
| Électrons | O | O | O | O | O | O |
| Protons | O | O | O | O | O | O |
| Alpha+Ions lourds, etc. | O | O | N | O | O | O |
| Propriétés du plasma | O | O | O | O | O | O |
| Champ magnétique | O | N | N | O | N | O |
| Rayon X  | O | N | N | N | N | N |

**Analyse des données LEO de base des particules/champs in-situ 2025**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temps de passage local** | **05:30** | **09:00** | **09:30** | **13:30** | **15:00** | **Dérive** |
| **Agence** | **CMA** | **Roshydromet** | **EUMETSAT** | **NOAA/NASA/CMA** | **Roshydromet** | **NASA/EUM** |
| Électrons | O | O | O | N | O | O |
| Protons | O | O | O | N | O | O |
| Alpha+Ions lourds, etc. | O | O | O | N | O | O |
| Propriétés du plasma | O | O | N | N | O | N |
| Champ magnétique | O | N | N | O | N | N |
| Rayon X | O | N | N | N | N | N |

### Données de base du Soleil et de son environnement

**Tableau 6. Analyse des données satellitaires de base du Soleil et de son environnement**

**Analyse des données solaires de base 2022**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Agence** | **EUMETSAT** | **Roshydromet Roscosmos** | **IMD/ISRO** | **CMA** | **JMA/JAXA** | **NOAA** | **ESA** | **NASA** |
| Spectromètre/imageur à rayons X |   | GEO |   | GEO/LEO | LEO | GEO | SOL |   |
| Ultraviolets extrêmes |   | GEO |   | LEO | LEO | GEO | L1/SOL |   |
| Ultraviolets |   |   |   |   |   |   |   | DÉRIVE/LEO |
| Visible |   |   |   |   | LEO |   | L1 | DÉRIVE /SOL |
| Champ magnétique |   |   |   |   | LEO |   | L1/SOL | DÉRIVE /SOL |
| Champ électrique |   |   |   |   | LEO |   | L1 | DÉRIVE /SOL |
| Champ de vitesse |   |   |   |   | LEO |   | L1/SOL | DÉRIVE /SOL |
| Les ondes radio |   |   |   |   |   |   | L1 | DÉRIVE /SOL |
| Électrons |   |   |   |   |   |   | SOL | DÉRIVE /SOL |
| Protons |   |   |   |   |   |   | SOL | DÉRIVE /SOL |
| Particules alpha |   |   |   |   |   |   | SOL | DÉRIVE /SOL |
| Ions lourds |   |   |   |   |   |   | SOL | DÉRIVE /SOL |
| Énergie solaire et éolienne |   |   |   |   |   | L1 | SOL | DÉRIVE /SOL |
| Imageur coronographique |   | LEO |   |   | LEO |   | SOL | L1/ DÉRIVE |
| Imageur héliosphérique |   |   |   |   |   |   | DRIFT | L1/ DÉRIVE |

**Analyse des données sur le noyau solaire 2025**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Agence** | **EUMETSAT** | **Roshydromet Roscosmos** | **IMD/ISRO** | **CMA** | **JMA/JAXA** | **NOAA** | **ESA** | **NASA** |
| Spectromètre/imageur à rayons X |   | GEO/LEO ?? | L1 | GEO |   | GEO | SOL |   |
| Ultraviolets extrêmes |   | GEO |   | GEO |   | GEO | SOL |   |
| Ultraviolets |   | LEO ?? | L1 |   |   |   |   |   |
| Visible |   | LEO ?? | L1 |   |   |   | SOL | SOL |
| Champ magnétique |   |   | L1 |   |   |   | SOL |   |
| Champ électrique |   |   | L1 |   |   |   | SOL | SOL |
| Champ de vitesse |   |   |   |   |   |   | SOL |   |
| Les ondes radio |   |   |   |   |   |   | SOL |   |
| Électrons |   |   |   |   |   |   | SOL | SOL |
| Protons |   |   |   |   |   |   | SOL | SOL |
| Particules alpha |   |   |   |   |   |   | SOL | SOL |
| Ions lourds |   |   |   |   |   |   | SOL | SOL |
| Énergie solaire et éolienne |   |   | L1 |   |   | L1 | SOL | SOL |
| Imageur coronographique |   | LEO ?? |   |   |   | GEO/L1 | SOL |   |
| Imageur héliosphérique |   |   |   |   |   |   |   |   |

### Données satellitaires de base sur la magnétosphère transversale et l’ionosphère

**Tableau 7. Analyse des données satellitaires de base de la magnétosphère transversale et de l’ionosphère**

**Analyse des données de base de la magnétosphère transversale et de l’ionosphère 2022**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Agence** | **EUMETSAT** | **Roshydromet/Roscosmos** | **IMD/ISRO** | **CMA** | **KMA/KARI** | **JMA/JAXA** | **NOAA** | **ESA** | **NASA** |
| Électrons |   | MOL |   |   |   | HEO |   | CLUSTER | CLUSTER |
| Protons |   | MOL |   |   |   | HEO |   | CLUSTER | CLUSTER |
| Particules alpha |   |   |   |   |   | HEO |   |   | CLUSTER |
| Ions lourds |   |   |   |   |   | HEO |   |   | CLUSTER |
| Champ géomagnétique (également LEO) |   |   |   | LEO |   |   | DÉRIVE | DÉRIVE | CLUSTER |
| Champ électrique (également LEO) |   |   |   |   |   |   | DÉRIVE | DÉRIVE | HEO/CLUSTER |
| Teneur totale en électrons (également LEO) | LEO |   |   | LEO/ DÉRIVE |   |   | DÉRIVE | LEO | CLUSTER |
| Densité des électrons (également LEO) | LEO |   |   | LEO | LEO |   | DÉRIVE | DÉRIVE | CLUSTER |
| Plasma ionosphérique |   |   |   |   |   |   | LEO | LEO | CLUSTER |
| Ondes radio (également LEO) |   |   |   |   |   |   | DÉRIVE | LEO | CLUSTER |

**Analyse des données de base sur la magnétosphère transversale et l’ionosphère 2025**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Agence** | **EUMETSAT** | **Roshydromet/Roscosmos** | **IMD/****ISRO** | **CMA** | **KMA/KARI** | **JMA/****JAXA** | **NOAA** | **ESA** | **NASA** |
| Électrons |   | MOL |   |   |   |   |   | CLUSTER | CLUSTER |
| Protons |   | MOL |   |   |   |   |   | CLUSTER | CLUSTER |
| Particules alpha |   |   |   |   |   |   |   |   | CLUSTER |
| Ions lourds |   |   |   |   |   |   |   |   | CLUSTER |
| Champ géomagnétique (également LEO) |   | MOL |   | LEO |   |   |   |   | CLUSTER |
| Champ électrique (également LEO) |   | HEO |   |   |   |   |   |   | HEO/CLUSTER |
| Teneur totale en électrons (également LEO) | LEO | LEO |   | LEO/ DÉRIVE |   |   |   | LEO | CLUSTER |
| Densité des électrons (également LEO) | LEO | LEO |   | LEO |   |   |   | DÉRIVE | CLUSTER |
| Plasma ionosphérique |   | LEO |   |   |   |   |   |   | CLUSTER |
| Ondes radio (également LEO) |   | LEO |   |   |   |   |   |   | CLUSTER |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_