

Rapport annuel

Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (BIRA-IASB)

2023-2024



Colophon

Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)

Avenue Circulaire 3 - 1180 Bruxelles - Belgique
www.aeronomie.be

Editeur responsable

Ann Carine Vandaele

Coordination et édition finale

Karolien Lefever

Traduction

Stéphanie Fratta - Lucie Lamort

Concept et réalisation

Adaptation de C-Company par
Florian Moreau / Stéphanie Fratta

Dépôt légal

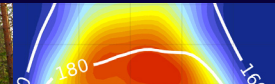
D/2025/678/2

Publication

Novembre 2025

Sommaire

- p. 4** Avant-propos
- p. 8** Physique spatiale
- p. 13** Impact des polluants sur la qualité de l'air et le climat
- p. 18** Echanges biosphère-troposphère
- p. 20** Infrastructures de recherche & services



p. 22 Composition stratosphérique et climat

p. 24 Aéronomie planétaire

p. 26 Développement de missions spatiales:
science & technologie

p. 30 Développement d'instruments au sol et embarqués:
science & technologie

p. 33 Belgian Radiometric Characterization Laboratory

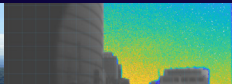
p. 35 Belgian User Support and Operations Centre

p. 37 Science citoyenne : diffusion des connaissances,
communication et éducation

p. 40 L'IASB en chiffres

p. 50 Merci

p. 53 Sources



Avant-propos

La période 2023-2024 a été marquée par des transformations significatives de notre institut. Pas moins de trois Directeurs Généraux se sont succédé au cours de cette courte période. Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à Martine De Mazière qui a occupé le poste de directrice *ad interim* de l'IASB pendant 12 années sans jamais avoir été nommée ni officiellement reconnue pour son engagement et son soutien constant tout au long de ces années. Je suis certaine que tous les collaborateurs de l'institut se joignent à moi pour lui exprimer leur reconnaissance. Je tiens également à remercier Ronald Van der Linden pour avoir assuré une transition en douceur, permettant ainsi une nomination et mise en place sereines de la nouvelle direction.

Au cours de ces deux dernières années, l'IASB a confirmé sa reconnaissance internationale et son implication dans de nombreux projets de recherche comme en témoignent ce rapport ainsi que sa version plus étendue qui peut être consultée sur notre site web www.aeronomie.be. Nos projets de recherche couvrent de nombreux domaines comme l'observation de la Terre depuis l'espace, l'analyse de l'impact de la pollution sur la qualité de l'air et le climat, les échanges entre la biosphère et l'atmosphère, l'évolution de la composition de la stratosphère et ses conséquences sur le climat, la physique et météorologie spatiales, le développement de missions spatiales et l'analyse de leurs observations, ou encore le développement de laboratoires de référence.

L'IASB peut être fier de son expertise reconnue dans le développement d'instruments d'observation, notamment spatiaux. Des chercheurs et ingénieurs de l'IASB sont impliqués

dans deux des trois missions sélectionnées en 2023 par l'ESA pour passer en Phase A. Une de ces missions sera ensuite choisie pour devenir la prochaine mission de classe M de l'ESA. Le développement de l'instrument VenSpec-H à bord de la future mission EnVision de l'ESA se poursuit. L'IASB contribue aussi à la mission Comet Interceptor. Mais le développement d'instruments ne se limite pas à l'espace : nos activités au sol requièrent également une instrumentation spécifique. Citons par exemple, l'avancement de SEMPAS pour l'observation d'émissions par les bateaux au large de nos côtes, les différents instruments développés pour l'observation des aurores ou les mesures de composés organiques volatiles sur différents sites en Belgique.

L'IASB a continué à contribuer au programme européen Copernicus par sa participation à de nombreux projets d'observation de la Terre, d'analyse de données satellite ou de développement de modèles de l'atmosphère. L'IASB

poursuit ainsi sa mission de collecte, production et diffusion de données et d'informations de haute qualité sur l'évolution de l'atmosphère de notre planète, conformément à son engagement à lutter contre les 'fake news' à l'aide de faits fiables, vérifiables et incontestables.

L'IASB joue un rôle essentiel dans les Infrastructures Européennes de Recherche ICOS et ACTRIS, coordonnant, pour cette dernière, le consortium belge ainsi que la composante dédiée à la télédétection des gaz en trace réactifs.

Afin d'assurer la cohérence avec le message scientifique véhiculé concernant le changement climatique et ses causes liées aux activités humaines, l'IASB a participé à un premier exercice visant à déterminer son empreinte écologique. Cette initiative sera poursuivie et nous permettra d'analyser l'effet de recommandations futures sur, par exemple, le nombre de missions ou l'utilisation de transports publics.

En parallèle à ses activités scientifiques, l'IASB a poursuivi ses activités de dissémination et de sensibilisation vers des publics variés en préparant des expositions, en élaborant du matériel pédagogique, ou en accueillant des étudiants à différents stades de leurs études.

Le succès des activités menées à l'IASB dépend entièrement de son personnel, de ses talents et compétences individuels, ainsi que de sa volonté de travailler en équipe. Tous les résultats obtenus au cours des deux années écoulées, sont le fruit du travail et du dévouement de l'ensemble du personnel de l'IASB, que je tiens à remercier vivement.

Ann Carine Vandaele
Directrice générale
Septembre 2025



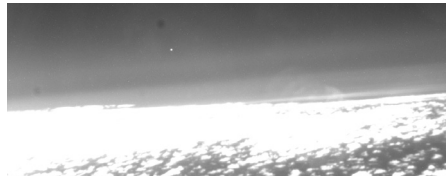
BIRA-IASB involvement





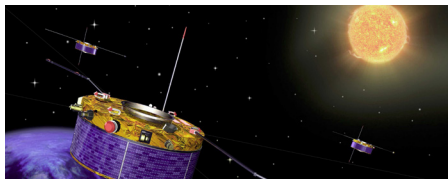
Physique spatiale

La mission Cluster prend fin avec la rentrée contrôlée du satellite Salsa-C2



Après plus de 24 ans en orbite, la mission Cluster touche à sa fin. Le dimanche 8 septembre 2024, un premier satellite de cette mission de l'ESA, Salsa-C2, est rentré dans l'atmosphère terrestre au-dessus de l'océan Pacifique Sud, mettant fin à une très longue aventure spatiale. Lancés en 2000, les quatre satellites identiques de la mission Cluster ont étudié l'interaction entre le vent solaire et la bulle magnétique qui entoure la Terre, la magnétosphère.

Localiser les satellites Cluster dans l'environnement spatial terrestre



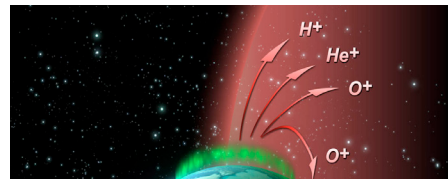
Le jeu de données GRMB («Geospace Region and Magnetospheric Boundary identification») fournit pour la première fois une classification de la position des quatre satellites Cluster de l'ESA dans l'environnement spatial terrestre de 2001 à 2022. Au-delà de l'avancement de la recherche actuelle, ce jeu de données pourrait ouvrir la voie à des outils de classification basés sur l'IA. Les données GRMB sont désormais accessibles au public sur le site d'archivage des données Cluster de l'ESA.

L'héritage de Rosetta/ROSINA



Dix ans après le rendez-vous historique de Rosetta avec la comète 67P, les découvertes faites à l'aide de l'instrument ROSINA continuent à (re)façonner la science cométaire. De l'oxygène moléculaire inattendu au phosphore et aux molécules organiques telles que la glycine, les découvertes de ROSINA ouvrent de nouvelles perspectives sur les origines de l'eau, les éléments constitutifs de la vie et les débuts du Système Solaire.

Décrypter l'échappement de l'oxygène terrestre dans l'espace



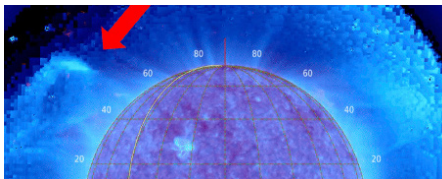
L'échappement atmosphérique joue un rôle important dans l'évolution à long terme des atmosphères planétaires, et donc dans la pérennité des conditions habitables. Il existe différents mécanismes qui accélèrent les particules atmosphériques, en particulier l'oxygène neutre et l'oxygène ionisé, leur permettant de s'échapper de la planète. À l'aide d'observations satellitaires et de considérations physiques, nous avons extrapolé le taux d'échappement actuel de l'oxygène aux conditions passées de la Terre, en tenant compte de l'évolution solaire et planétaire, afin de déterminer la perte d'oxygène de la Terre.

Accès à des données scientifiques, outils et modèles avec PITHIA



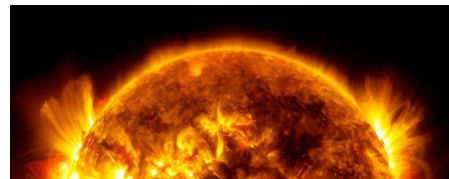
PITHIA-NRF signifie «Plasmasphere Ionosphere Thermosphere Integrated Research Environment and Access services : a Network of Research Facilities» (<https://pithia-nrf.eu>). Après 4 ans de travail, le site web e-Science (<https://esc.pithia.eu>) de ce projet H2020 offre un accès libre et structuré à des installations expérimentales, à des données et modèles, à des produits standardisés et à des formations, afin de soutenir la recherche scientifique sur le système plasmasphère-ionosphère-thermosphère.

Impact généré par les IMCEs sur la turbulence dans le plasma des environnements planétaires



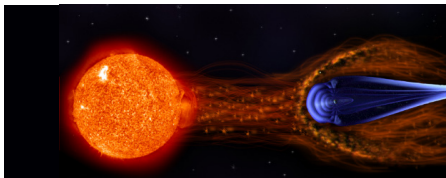
Les sondes spatiales Venus Express et Cluster ont étudié, in situ, l'environnement plasma de Vénus et de la Terre, montrant qu'une éjection de masse coronale (CME), survenue sur le Soleil le 14/01/2009, a entraîné une hausse des fluctuations magnétiques dans la haute atmosphère ionisée de Vénus et de fortes ondes électromagnétiques dans la magnétosphère terrestre. Dans une autre étude, MAVEN, en orbite autour de Mars, a révélé qu'une CME du 5/03/2018 avait provoqué des fortes fluctuations magnétiques dans le plasma autour de Mars. Ces turbulences représentent un danger pour les instruments à bord des sondes planétaires.

Effets de la tempête extrême de la Fête des Mères le 11 mai 2024



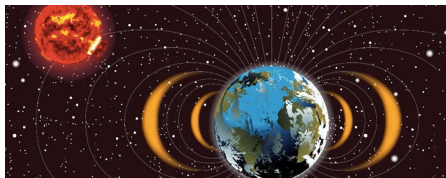
La plus forte tempête géomagnétique des 20 dernières années, apparue la nuit du 10 au 11 mai 2024, a été provoquée par une forte éruption solaire. Elle a généré des aurores visibles en Europe à des latitudes inhabituellement basses. Appelée l'événement de la « Fête des Mères », en raison de la date à laquelle elle s'est produite, cette tempête géomagnétique a eu des conséquences importantes sur les ceintures de radiation, avec la première observation de quatre ceintures d'électrons et l'injection exceptionnelle de protons dans l'anomalie de l'Atlantique Sud, une région de champ magnétique faible.

Simuler les instabilités causées par les protons dans le vent solaire



Le vent solaire est un flux continu d'électrons et d'ions émanant du Soleil et remplissant l'espace interplanétaire. Des observations récentes de la sonde Parker Solar Probe (PSP) de la NASA ont identifié une nouvelle population de protons voyageant à des vitesses très élevées par rapport au vent solaire "calme". Cette population est significativement plus chaude dans la direction perpendiculaire au champ magnétique qui s'étend depuis le Soleil et imprègne l'héliosphère. Cette caractéristique génère des instabilités que nous étudions à l'aide de simulations numériques.

Prédire le comportement des ceintures de radiations terrestres grâce à l'IA



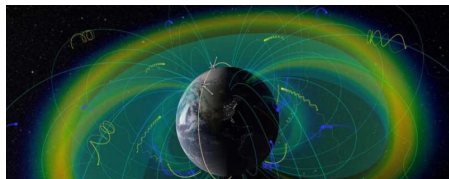
Un prototype de modèle basé sur un réseau de neurones artificiels a été développé à l'IASB pour étudier et prévoir le comportement des particules de haute énergie proches de la Terre piégées dans le champ magnétique terrestre. Ce rayonnement spatial est le résultat d'éruptions solaires soudaines et de pluies continues de rayons cosmiques. La surveillance de l'évolution de cet environnement radiatif est cruciale en raison de ses effets dangereux sur les activités humaines et sur la santé.

L'effet des rayons cosmiques sur l'atmosphère de la Terre



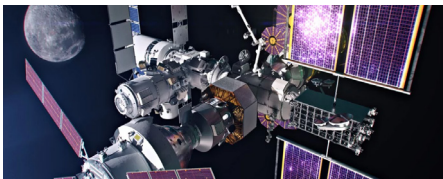
La Terre est plongée dans un bain de radiations (particules hautement énergétiques) qui interagissent en permanence avec son champ géomagnétique et son atmosphère. L'«Atmospheric Radiation Interaction Simulator» (AtRIS) permet de simuler l'ionisation et les flux de dose induits par les rayons cosmiques dans différentes conditions. Il est très important de comprendre l'effet des radiations spatiales dans l'atmosphère en raison du rôle qu'elles jouent sur la santé et sur la chimie atmosphérique.

Électrons tueurs et charge des engins spatiaux



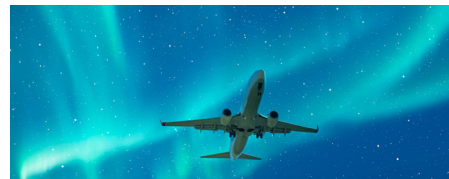
En orbite géostationnaire (~36000km d'altitude), les satellites peuvent souffrir d'anomalies opérationnelles causées par des effets de charge électrique dus à des électrons hautement énergétiques (>1 MeV) connus sous le nom d'électrons tueurs. Dans le cadre du réseau de services de météorologie spatiale de l'ESA, le groupe de météorologie spatiale de l'IASB a mis au point un prototype de service qui fournit des prévisions immédiates et des prévisions sur le risque de charge pendant les orages magnétiques. Les avertissements peuvent aider les opérateurs à envisager des activités de réduction des risques et à augmenter le niveau d'alerte de l'opérateur du satellite.

Prévisions à très court terme de l'environnement radiatif et des effets à proximité de la Lune



Le groupe de météorologie spatiale coordonne l'une des quatre équipes scientifiques internationales qui ont bénéficié d'un accès anticipé aux données des instruments European Radiation Sensor Array et Internal Dosimetry Array sur la passerelle lunaire, dans le cadre du groupe de travail international Gateway Heliophysics and Space Radiation. L'équipe REENOM se concentre sur l'amélioration de la compréhension de l'environnement radiatif de la Lune et de son impact sur le matériel et les personnes. Un service sera développé pour fournir des informations précises et opportunes sur la météorologie spatiale.

Cinq ans d'opérations de météo spatiale au service de l'aviation civile



En tant que l'un des quatre centres mondiaux de météo spatiale désignés par le Conseil de l'OACI, PECASUS surveille les phénomènes de météo spatiale et fournit des informations consultatives sur leur impact possibles sur les communications radio à haute fréquence, sur les systèmes de navigation et de surveillance basés sur le GNSS, ainsi que sur les risques d'exposition aux radiations pour les équipages et les passagers. En novembre 2024, PECASUS a célébré cinq années d'opérations 24h/24 et 7j/7 au service de la sécurité aérienne.



Impact des polluants sur la qualité de l'air et le climat

Des observations dans la forêt amazonienne pour quantifier les émissions



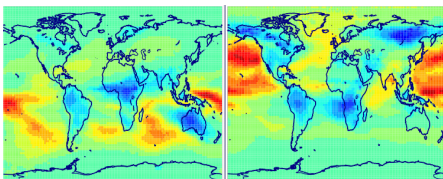
La forêt amazonienne est l'une des régions principales d'émission de composés organiques volatiles qui influencent la qualité de l'air et le climat. Pour surveiller ces espèces, ainsi que certains gaz à effet de serre, l'IASB a installé un spectromètre infrarouge à transformée de Fourier à Porto Velho, au Brésil, en 2016. Cette technique de télédétection à partir du sol mesure une quantité similaire à celle vue par satellite (une colonne intégrée de l'atmosphère) ce qui la rend parfaitement adaptée pour vérifier la qualité des mesures satellitaires.

Conflit en mer rouge: Les satellites révèlent des routes commerciales modifiées



Le conflit entre Israël et le Hamas a déclenché des attaques contre des navires commerciaux dans le golfe d'Aden par la faction Houthis basée au Yémen, perturbant les opérations commerciales et entraînant le détournement des navires de la mer Rouge par le cap de Bonne-Espérance. Nous avons développé une méthode pour isoler la contribution des émissions de NO_2 des navires dans les observations satellitaires du capteur satellitaire TROPOMI. Cette méthode est utilisée pour évaluer l'impact de la crise maritime de la mer Rouge sur les niveaux de NO_2 le long des principales routes maritimes entre l'Asie, le Moyen-Orient et l'Europe.

La conversion chimique du HCHO dans les nuages explique-t-elle la source manquante d'acide formique ?



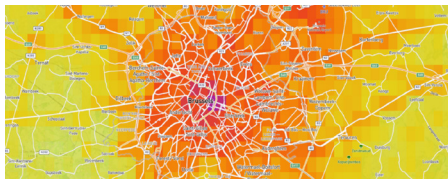
Des travaux antérieurs ont révélé l'existence d'une source importante et non identifiée d'acide formique dans l'atmosphère terrestre. On a récemment proposé que la conversion du formaldéhyde (HCHO) dans les nuages liquides est une contribution majeure. Cependant, une nouvelle étude internationale a démontré, à l'aide d'outils théoriques et de modélisation, que ce processus représente moins de 10 % de la source manquante. Les simulations du modèle, réalisées à l'IASB, ont montré que le mécanisme proposé est particulièrement inefficace au-dessus des forêts, précisément là où la source manquante devrait être la plus importante.

Détection de l'acide nitreux (HONO) à partir de l'espace



Les feux de forêt émettent de grandes quantités de gaz en trace et d'aérosols, qui peuvent dégrader la qualité de l'air et affecter le climat. Parmi les constituants émis par ces feux, l'acide nitreux (HONO) est un précurseur important des oxydants atmosphériques, tels que OH et O_3 . S'appuyant sur la première détection de HONO depuis l'espace grâce à TROPOMI, l'IASB a continué à développer et à interpréter des mesures de HONO à partir de satellites, notamment grâce à l'instrument géostationnaire GEMS.

Produits Sentinel-5P dans Terrascope



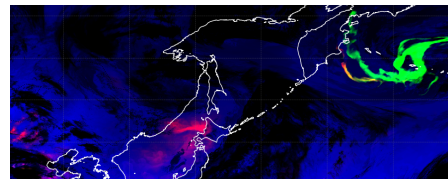
Ces dernières années, le nombre de produits de données issus des mesures satellitaires de l'atmosphère terrestre a connu une croissance rapide. Cependant, toutes les données ne sont pas toujours facilement accessibles aux utilisateurs non experts. L'écosystème Terrascope, hébergé par le VITO, résout ce problème en permettant aux utilisateurs de parcourir les données satellitaires et de les adapter à leurs besoins spécifiques. L'IASB s'est associé au VITO pour ajouter des produits basés sur les données Sentinel-5P. Parmi ceux-ci figure un produit basé sur l'IA qui mesure la concentration de dioxyde d'azote à la surface, un indicateur de la qualité de l'air.

Surveillance des émissions des navires en mer du Nord à l'aide de spectromètres UV-Vis et IR



Le projet SEMPAS combine deux spectromètres: un UV-Visible et un infrarouge, pour mesurer, par télédétection, les émissions des navires à distance. Ces émissions affectent la santé humaine, la qualité de l'air et le climat dans les zones côtières. L'objectif de SEMPAS est de quantifier et de surveiller ces émissions dans la mer du Nord belge. Un défi de taille: l'environnement marin est exigeant et les navires sont souvent éloignés des capteurs. La composante UV-Vis a été testée pour la première fois à Zeebruges et sera transférée sur une plate-forme éolienne offshore en 2025. La composante infrarouge est en cours de développement à l'IASB.

Surveillance mondiale des dangers aériens à l'aide d'une GEO-constellation



Les capteurs géostationnaires offrent des observations à haute résolution temporelle et spatiale de l'atmosphère terrestre dans l'infrarouge thermique. En utilisant des techniques de discrimination, l'IASB développe un système pour surveiller les risques naturels tels que les panaches volcaniques et les tempêtes de sable, à l'échelle mondiale, depuis une constellation géostationnaire, GEO. Cette capacité aidera à transmettre des alertes en temps opportun en cas d'événements pouvant menacer la sécurité de la population et de l'aviation.

La troisième campagne d'intercomparaison d'instruments UV-visible à Cabauw



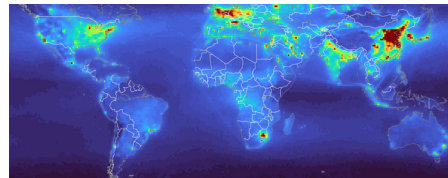
En mai-juin 2024, l'IASB a participé à la troisième campagne d'intercomparaison d'instruments UV-Visible à Cabauw (CINDI-3). L'objectif principal était de comparer différents instruments de télédétection mesurant des polluants tels que le NO₂ et l'ozone, et de contribuer à la mise en place de systèmes de référence optimisés pour la validation de données satellitaires. En collaboration avec 100 personnes originaires de 18 pays différents, les scientifiques de l'IASB ont déployé plusieurs instruments sur le site et ont contribué à la coordination des activités sur le terrain.

Évaluation du produit TROPOMI NO₂ à l'aide de campagnes aériennes récurrentes



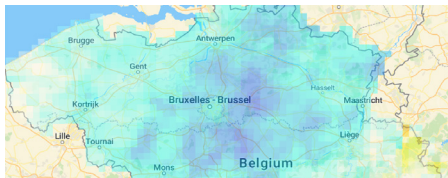
Le projet SVANTE de l'ESA évalue la qualité des mesures de dioxyde d'azote (NO₂) troposphérique de TROPOMI grâce à des campagnes aériennes récurrentes utilisant l'imageur hyperspectral SWING. Ces vols de validation sont menés depuis 2021, au-dessus de Berlin et de Bucarest en synchronisation avec les passages de TROPOMI. Les données recueillies, couvrant diverses conditions, servent à évaluer la précision des mesures satellitaires, tandis que des outils d'analyse harmonisés pour les mesures aériennes assurent la cohérence des résultats et préparent la validation des futures missions Sentinel-5 et Sentinel-4.

Nouveaux jeux de données climatiques sur les précurseurs de l'ozone et des aérosols



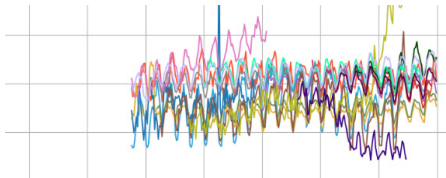
Dans le cadre du programme Climate Change Initiative de l'ESA, l'IASB dirige un projet visant à développer de longues séries temporelles harmonisées pour six molécules (NO₂, HCHO, SO₂, CHOCHO, CO et NH₃) présentes à l'état de trace dans l'atmosphère. Ces gaz sont des précurseurs des Variables Climatiques Essentielles (VCE) que sont l'ozone et les aérosols. Le développement des produits HCHO, SO₂ et CHOCHO, ainsi que l'ensemble des activités de validation, sont sous la responsabilité de l'institut. Notre équipe de modélisation troposphérique évalue en profondeur ces nouvelles données et démontre leur valeur pour les études climatiques.

LEGO-4-AQ: Surveillance de la qualité de l'air en Belgique depuis l'espace



Le système LEGO-4-AQ intègre les observations du satellite Sentinel-5P avec des mesures de référence *in situ* afin de suivre la manière dont les concentrations de NO₂ près de la surface réagissent aux politiques locales, régionales et (inter) nationales en matière de qualité de l'air. Au cours des cinq dernières années, LEGO 4-AQ a signalé une baisse significative du NO₂ en Belgique, allant de 5 % par an dans les zones rurales à 10 % par an et plus dans les zones urbaines polluées. Dans les zones à faibles émissions mises en place à Bruxelles, Anvers et Gand, LEGO-4-AQ ne constate pas de réductions de NO₂ plus importantes que dans les banlieues du centre de la Belgique.

Données satellites revisitées pour le deuxième rapport sur l'ozone troposphérique (TOAR-II)



Le premier rapport international sur l'ozone troposphérique (TOAR-I) a mis en évidence des divergences entre les observations satellitaires concernant la distribution et l'évolution à long terme de l'ozone dans la troposphère, probablement dues à des différences de sensibilité verticale entre les techniques de sondage. Afin d'améliorer la cohérence des données satellitaires pour le deuxième rapport TOAR, l'IASB a procédé à l'harmonisation verticale de 16 jeux de données mondiaux. Grâce à cette harmonisation, la dispersion entre les jeux de données est réduite de 10 à 40 %.

Décryptage des variations de gaz à effet de serre à Xianghe, Chine

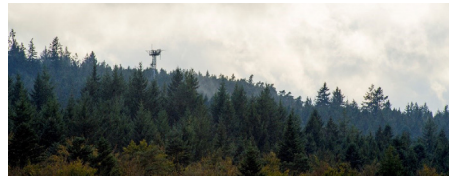


De nouvelles recherches mettent en lumière les principales sources de gaz à effet de serre (GES) observées sur le site de Xianghe, près de Pékin. Grâce à des mesures au sol de haute précision et au modèle de transport atmosphérique WRF-GHG, les chercheurs de l'IASB montrent que l'industrie, l'agriculture, la production d'énergie et la biosphère contribuent le plus aux concentrations de CO₂ et de CH₄. Les conditions météorologiques jouent également un rôle majeur, par exemple en transportant de l'air pollué depuis la Grande plaine de Chine du Nord. Ces résultats offrent une meilleure compréhension de la dynamique régionale des GES et permettent d'affiner les évaluations climatiques.



Echanges biosphère troposphère

Échanges de gaz traces réactifs sur un site forestier mixte



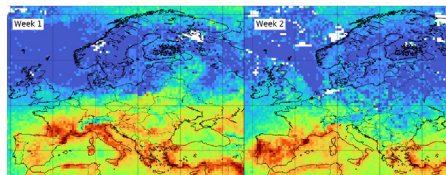
À l'échelle mondiale, les forêts sont la principale source de composés organiques volatils (COV) dans l'atmosphère. Comment ces échanges entre les forêts et l'atmosphère évolueront avec les conditions météorologiques plus extrêmes est encore incertain. Pour mieux comprendre ces échanges bidirectionnels, des mesures intensives de COV ont été réalisées pendant trois ans dans une forêt mixte de l'Ardenne belge.

Composés organiques volatils en Europe



En septembre 2024, une campagne de recherche paneuropéenne EUROVOC (EUROpe-wide intensive campaign on Volatile Organic Compounds) a eu lieu. Elle visait à mieux comprendre les composés organiques volatils (COV) et leurs émissions. L'IASB a contribué en fournissant des données à haute résolution temporelle collectées à partir d'un laboratoire mobile situé au Pôle Espace à Uccle et d'un site fixe situé à Vielsalm, dans l'Ardenne belge.

De meilleures estimations des flux biogéniques en Europe



Les composés organiques volatils (COV) sont des précurseurs-clés des particules fines et de l'ozone troposphérique. La biosphère terrestre est de loin la plus grande source de COV, mais ses émissions restent mal connues. En utilisant les données hebdomadaires TROPOMI du formaldéhyde, nous estimons que les émissions biogéniques de COV en Europe sont environ 2x plus élevées que dans les inventaires actuels. Cette augmentation est due aux niveaux élevés de HCHO observés dans le sud de l'Europe. Les émissions hebdomadaires dérivées de TROPOMI rendent mieux compte des fluctuations importantes des émissions qu'une inversion basée sur des observations mensuelles.





Infrastructures de recherche & services

L'IASB joue un rôle clé dans
l'infrastructure de recherche ACTRIS



Le 25 avril 2023, la Commission européenne a créé le Consortium européen ACTRIS, infrastructure de recherche sur les aérosols, les nuages et les gaz à effet de serre. ACTRIS fournit données, services et expertise de haute qualité afin de faciliter la recherche sur les polluants climatiques à courte durée de vie et leur variabilité dans des environnements naturels et contrôlés. L'IASB joue un rôle clé dans cette infrastructure, en coordonnant le consortium belge ACTRIS et en dirigeant la composante ACTRIS chargée de la télédétection des gaz à l'état de traces réactifs, ainsi que l'installation centrale associée.

35 ans de surveillance de la composition atmosphérique avec le NDACC



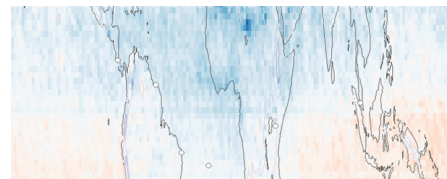
Depuis l'institution officielle du « Réseau pour la détection des changements de la composition atmosphérique » (le NDACC) en 1991, l'IASB est membre de son comité directeur et lui fournit des mesures de référence sur l'ozone, plusieurs variables climatiques et d'autres gaz en traces. Le NDACC célébrera son 35ème anniversaire en 2025 avec un symposium scientifique international et la publication d'une Edition spéciale pour promouvoir les réalisations du réseau par rapport à ses objectifs cardinaux et exposer sa stratégie pour la prochaine décennie.

Des données sur la composition de l'atmosphère au service du climat



Dans le cadre du Service pour le Changement Climatique Copernicus (C3S) européen, l'IASB alimente de manière opérationnelle la Base de Données Climatiques (CDS) avec diverses séries de données sur la composition atmosphérique, dérivées d'observations satellitaires et au sol : ensembles de données sur l'ozone issus du programme Climate Change Initiative (CCI) de l'ESA, des produits d'aérosols désertiques obtenus à partir de IASI, des climatologies d'aérosols stratosphériques provenant de GOMOS, ainsi qu'une série de données sur divers gaz en traces (CO , CH_4 , O_2 , NO_2 , HCHO) constituée à partir du réseau de référence au sol NDACC.

Une approche par étapes pour la validation des constellations de satellites

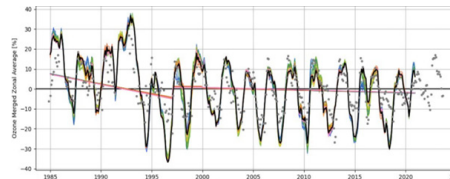


La validation géophysique des observations satellitaires est essentielle pour assurer la fiabilité des données à l'échelle mondiale et à long terme. Cette activité repose surtout sur des comparaisons avec des mesures de référence au sol fournissant des mesures de qualité traçables, mais avec une vision limitée des caractéristiques de qualité régionales et mondiales. L'avènement des sondes satellitaires coordonnées en constellations nécessite le développement d'une approche par étapes pour leur validation, qui tient également compte de la cohérence mutuelle des données multi-orbites et multi-échelles.



Composition stratosphérique & climat

L'impact d'El Niño sur la reconstruction de la couche d'ozone

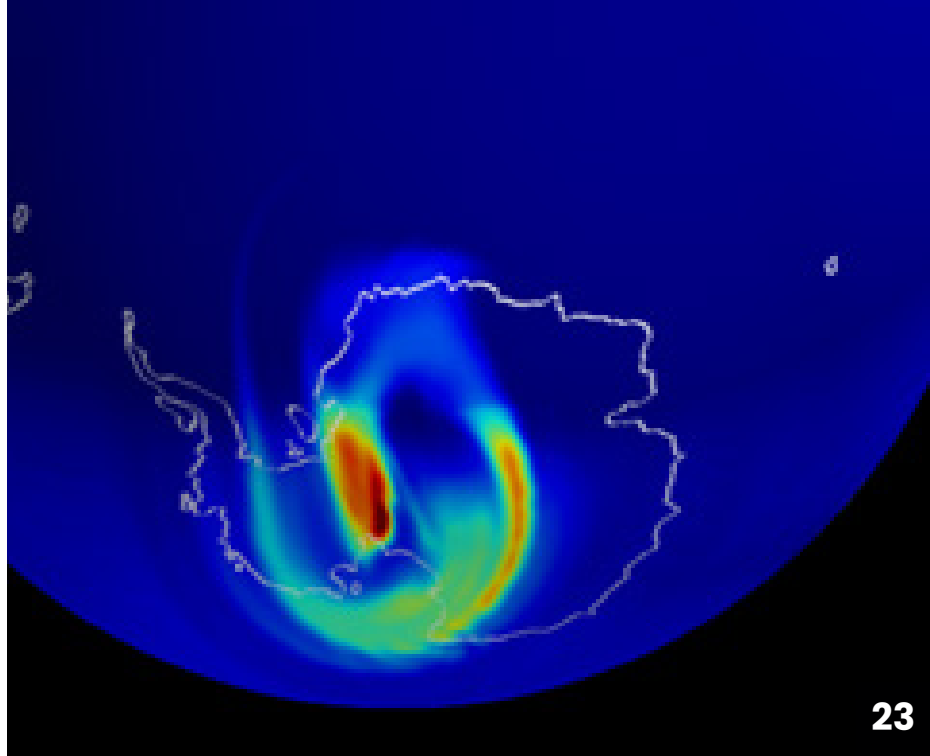


Depuis 1987 le Protocole de Montréal bannit les substances chimiques responsables de l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique observée dans les années 1970 et 1980. La campagne internationale d'évaluation LOTUS, coordonnée par l'IASB, conclut que la couche d'ozone se reconstruit dans la haute stratosphère, mais aussi que son évolution dans la basse stratosphère reste incertaine. Une équipe de l'IASB a récemment montré que cette incertitude n'est pas liée à une interaction perturbatrice du phénomène climatique El Niño.

Une chimie stratosphérique pour le service Copernicus de surveillance de l'atmosphère



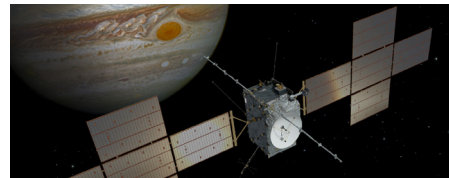
Depuis le 27 juin 2023, le service Copernicus de surveillance de l'atmosphère (CAMS) prévoit les processus chimiques non seulement dans la troposphère mais aussi dans la couche d'ozone stratosphérique, grâce à la contribution de l'IASB au système de prévision intégré (IFS) du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (ECMWF). Nous avons intégré dans IFS des modules de chimie stratosphérique issus de notre propre système de modélisation et d'assimilation (BASCOE) et validé les prévisions améliorées de la composition stratosphérique.





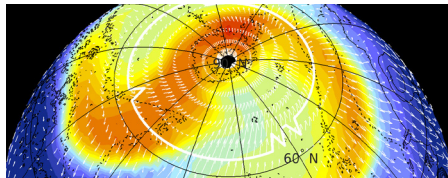
Aéronomie planétaire

Préparer les observations de Jupiter
grâce au code ASIMUT-ALVL



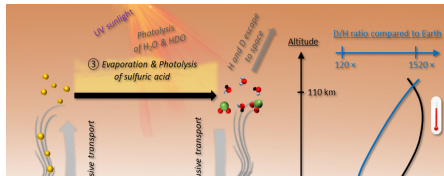
Le spectro-imageur MAJIS (Moons and Jupiter Imaging Spectrometer) est l'un des instruments clés de la mission JUICE de l'ESA, dédiée à l'exploration de Jupiter et de ses lunes glacées. À l'IASB, nous préparons les observations du système jovien en évaluant les performances du canal visible et proche infrarouge (VIS-NIR) de MAJIS. Grâce à la nouvelle version de notre code de transfert radiatif ASIMUT-ALVL, nous sommes maintenant capables de simuler des scénarios d'observation de Jupiter, en plus de ceux pour la Terre, Mars et Vénus.

Le modèle GEM-Mars propose des pistes pour mieux comprendre la chimie martienne

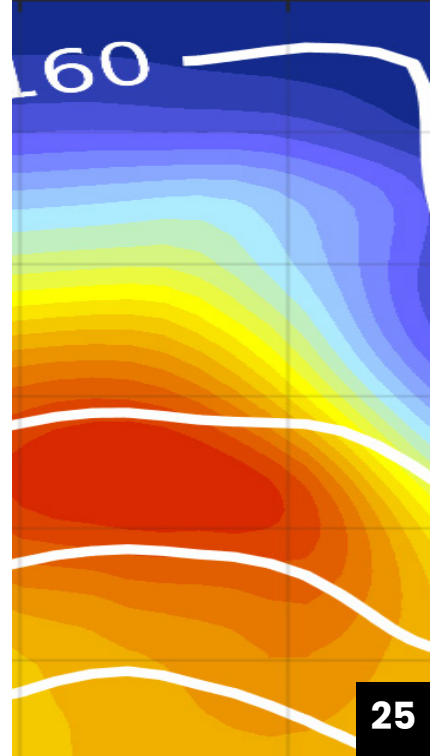


Les modèles martiens continuent à sous-estimer les abondances d'ozone les plus élevées sur Mars, révélant un problème fondamental dans notre compréhension de la chimie de l'atmosphère martienne. Il a déjà été suggéré que les réactions hétérogènes sur les nuages de glace d'eau pourraient résoudre ce problème mais des questions essentielles restent ouvertes. Le modèle climatique martien GEM-Mars de l'IASB a permis d'explorer un large éventail de processus susceptibles de contribuer à la résolution de l'énigme. Cette étude a permis de formuler des recommandations pour guider la communauté scientifique.

Augmentation spectaculaire du rapport D/H dans l'atmosphère de Vénus



Grâce aux observations de l'instrument Solar Occultation in the Infrared (SOIR), à bord de la sonde spatiale Venus Express de l'ESA, des chercheurs de l'IASB ont mis en évidence une augmentation inattendue des abondances de deux variantes de la molécule d'eau – H_2O et HDO – ainsi que de leur rapport dans la mésosphère de Vénus. Ce phénomène surprenant, remet en question nos connaissances actuelles sur l'histoire de l'eau sur Vénus et les conditions passées d'habitabilité de la planète. Cette avancée repose sur l'identification d'un possible mécanisme d'enrichissement en deutérium de la partie supérieure de la mésosphère.





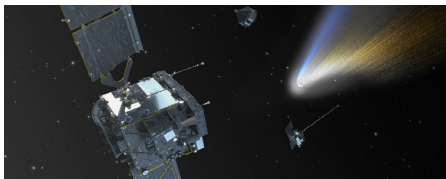
Développement de missions spatiales: science & technologie

Construction des sondes électriques pour la mission Comet Interceptor



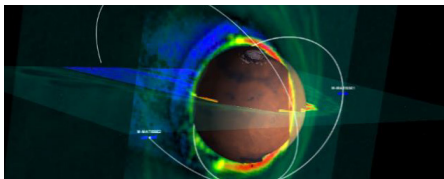
La mission Comet Interceptor, prochaine expédition de l'Agence spatiale européenne vers une comète, vise à survoler une comète « primitive ». Elle se compose d'un vaisseau spatial mère et de deux petits satellites filles, dont l'un est offert par l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale. L'IASB est responsable de la construction des sondes électriques intégrées au satellite mère.

Comet Interceptor: Comment survoler une comète inconnue?



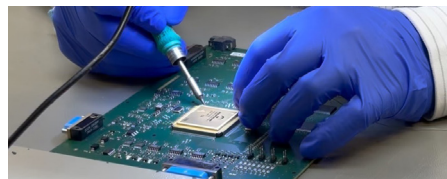
Comment planifier le survol d'une comète dont on ne connaît pas encore les caractéristiques exactes? La plupart de ces caractéristiques resteront inconnues jusqu'à peu de temps avant la rencontre. C'est le défi que relèvera Comet Interceptor grâce à sa flexibilité unique. Une équipe internationale de planétologues, dirigée par l'IASB, a mis au point une technique permettant d'ajuster la distance d'approche, un paramètre qui peut être modifié jusqu'à une semaine avant le survol. Cette flexibilité aide les responsables des opérations scientifiques à planifier les observations pendant la rencontre.

Préparation d'une mission scientifique d'étude de la météorologie spatiale sur Mars



En 2021, l'Agence spatiale européenne a lancé un appel à projet pour une mission scientifique à moyenne échelle M7. Parmi les 27 propositions initiales, seules 10 ont été retenues pour soumettre une proposition détaillée. À la fin de 2022, ce nombre a été réduit à 5 pour une pré-étude de phase 0 et fin 2023, seules 3 missions ont été retenues pour la phase A. Les scientifiques de l'IASB ont été impliqués dans plusieurs propositions dès le début, et en particulier dans, M.MATISSE, une proposition visant à étudier la météorologie spatiale sur Mars.

Plasma Observatory : préparation d'une mission à sept satellites



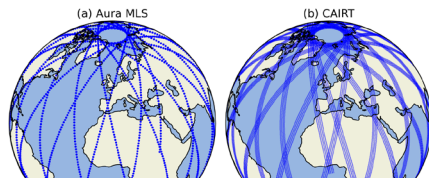
En Novembre 2023, la proposition de mission de Plasma Observatory a été sélectionnée pour entrer dans une phase d'étude (phase A) pour les missions scientifiques moyennes de l'ESA. Plasma Observatory se compose d'un satellite mère et de six satellites filles en orbite autour de la Terre destinés à étudier les processus d'énergisation du plasma à plusieurs échelles dans la magnétosphère terrestre. L'IASB est responsable du développement de l'unité de contrôle du spectromètre de masse ionique IMS-M.

Dépoussiérer la Lune



Des particules de poussière chargées sont présentes sur la Lune, Mars, les comètes et les astéroïdes, et peuvent menacer les missions d'exploration humaines et robotiques. Pour résoudre ce problème, l'IASB coordonne DUSTER, un projet financé par l'UE visant à caractériser les propriétés des particules de poussière sur les sites d'exploration et leurs mécanismes de transport, sous l'effet des forces électrostatiques. Dans ce cadre, une sonde de Langmuir, une sonde de champ électrique et une sonde de poussière active sont en cours de développement. L'IASB développe les deux premiers capteurs ainsi que l'électronique des capteurs pour les trois sondes.

CAIRT, un projet de satellite d'observation de l'atmosphère moyenne



CAIRT est un projet de satellite d'observation de l'atmosphère moyenne de la Terre, afin de diagnostiquer comment le changement de climat augmente le transport d'ozone de la stratosphère vers la troposphère où le potentiel de réchauffement de l'ozone y est maximum. Proposé à l'ESA pour être le 11^e satellite de la série Earth Explorer, nous avons simulé les données d'ozone de CAIRT et estimé leur valeur ajoutée à un modèle de la composition de l'atmosphère moyenne. En comparaison avec l'instrument de la NASA MLS, nos résultats confirment que CAIRT sera un pas en avant concernant les observations d'ozone dans la troposphère supérieure.

ALTIUS élargit sa mission : de l'ozone à d'autres molécules clés



La mission du satellite ALTIUS, initialement conçue pour mesurer l'ozone stratosphérique et fournir des données en temps quasi réel à la communauté scientifique, voit son champ d'action considérablement élargi. Équipé d'un instrument innovant à trois canaux, capables de détecter une large gamme de longueurs d'onde et fonctionnant selon trois modes d'observation distincts, ALTIUS sera capable de mesurer la teneur atmosphérique d'un large éventail de molécules clés grâce à ses nouvelles capacités d'analyse de données.

VenSpec-H – Du concept au modèle de démonstration



VenSpec-H est un spectromètre infrarouge à haute résolution qui sera embarqué par la mission EnVision de l'ESA vers Vénus, dont le lancement est prévu en 2031. Il analysera l'atmosphère de Vénus au-dessus et en-dessous de la couche nuageuse de la planète afin de mieux comprendre son climat et sa chimie. L'instrument est dirigé par la division Atmosphères planétaires de l'IASB et bénéficie de contributions essentielles de la part du département Ingénierie de l'institut pour sa conception et sa construction. En 2023-2024, le concept de VenSpec-H a été affiné, conduisant à la construction d'un premier modèle de démonstration complet.



↳ Développement d'instruments au sol et embarqués : science & technologie

Une nouvelle fenêtre pour les observations aurorales



L'observatoire de Skibotn, en Norvège, est un site privilégié pour surveiller l'activité aurorale. Installé en octobre 2024, l'instrument Polar Light Imager (PLI) peut être contrôlé à distance depuis la Belgique pour capturer des images haute résolution des aurores. Équipé de plusieurs filtres à bande étroite ciblant les raies spectrales clés, PLI joue un rôle crucial dans l'étude de la dynamique de l'aurore. L'analyse des images fournit des informations précieuses sur les propriétés des électrons précipités, responsables de ces fascinantes aurores boréales.

ASIS : Auroral Spectrograph In Skibotn, après 1 an et demi d'observations



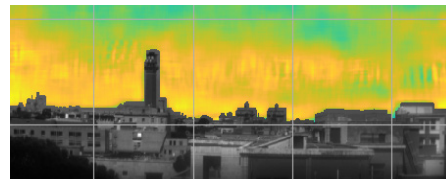
ASIS est un spectrographe auroral installé à l'observatoire de Skibotn, en Norvège, dans le cadre d'une collaboration entre l'IASB, l'IPAG, l'UiT. Grâce à une petite lentille astronomique et à une fibre optique, la lumière aurorale est captée dans un champ de vision de 4°, produisant un spectre toutes les 30 secondes. Depuis octobre 2023, ASIS fonctionne en continu dans des conditions arctiques, de manière entièrement automatisée et à distance. Comme il n'existe que quelques instruments similaires dans le monde et qu'il est situé à 2 km du futur radar EISCAT_3D, il fournira des données uniques et complémentaires, ouvrant la voie à de nombreuses collaborations.

Expérience de spectroscopie FTIR autonome sur plateforme mobile



Les concentrations croissantes de gaz à effet de serre sont en partie responsables du changement climatique. Pour suivre les efforts de réduction des émissions et mieux comprendre le cycle mondial du carbone, l'IASB a développé une plateforme de mesure mobile qui utilise la télédétection infrarouge pour surveiller les concentrations atmosphériques de ces gaz. Le système compact capture la lumière du Soleil à l'aide d'un suiveur solaire et l'analyse avec un spectromètre pour déterminer les concentrations de gaz. Ce système sera déployé dans des régions éloignées et utilisé pour mesurer les émissions des villes et des zones industrielles en Europe.

Capter les ciels : la caméra NO₂



Le projet de caméra NO₂ fait son retour dans le rapport annuel pour la deuxième fois, mettant en avant ses progrès et ses récentes campagnes de mesure. Initialement inspiré par la technologie spatiale d'ALTIUS, cet instrument terrestre a considérablement évolué, démontrant ses capacités en matière de surveillance de la qualité de l'air au cours des deux dernières années.

SEMPAS – Développement d'un instrument pour opération en mer du Nord



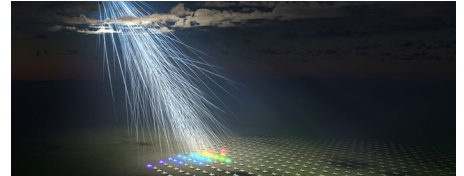
SEMPAS («Ship Emission Monitoring by Passive Absorption Spectroscopy») est un instrument conçu pour détecter les émissions de gaz des navires en mer du Nord, notamment le CO_2 , le SO_2 et les NO_x . L'instrument est conçu, fabriqué et assemblé sous la responsabilité du département d'ingénierie de l'IASB. Fonctionnant dans un environnement maritime, il a été spécifiquement adapté pour faire face à d'importants défis techniques liés aux conditions environnementales difficiles, notamment la résistance à la corrosion et la protection contre les conditions météorologiques extrêmes.





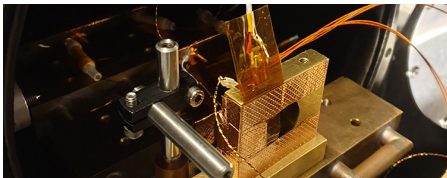
Belgian Radiometric Characterization Laboratory

Étudier les effets des rayons cosmiques
sur la biosphère



Le projet BIOSPHERE vise à identifier et à quantifier l'impact des rayons cosmiques et de l'activité solaire sur la biosphère et la chimie atmosphérique, pour soutenir les décisions politiques en matière de climat et de santé publique. Des campagnes de mesures ont été lancées dès 2023 à l'aide de satellites et d'instruments au sol, en différents sites européens (y compris à Bruxelles). Les données collectées visent à identifier l'impact de l'ionisation atmosphérique induite par des événements solaires sur la chimie de l'ozone à haute altitude et sur la dose biologique effective de l'éclairement solaire UV au niveau du sol.

Le Laboratoire de radiométrie de l'IASB (B.RCLab): un pilier essentiel pour les instruments optiques



Le B.RCLab continue de renforcer son expertise en caractérisation radiométrique grâce à de nouveaux équipements, dont une avancée majeure permettant de travailler dans l'ultraviolet jusqu'à 90 nm. Le laboratoire veille à rester à la pointe de travaux impliquant des instrumentations spatiales ou des mesures au sol. Il a contribué à des projets d'envergure tels que le spectrographe NIR du satellite UVSQ-SAT NG, le gravimètre GRASS, SEMPAS, et bien d'autres. Le B.RCLab poursuivra son développement en radiométrie et participera à de futures caractérisations, par exemple pour l'instrument spatial VenSpec-H.





B

Belgian User Support and Operations Centre

20 ans d'opérations à bord de la Station spatiale internationale



Fondé par BELSPO, le Centre belge d'assistance aux utilisateurs et d'opérations a été intégré au segment sol de l'ESA pour les opérations décentralisées des charges utiles européennes à bord de l'ISS en 1999. Il a supervisé la mission Odissea de Frank De Winne en 2002, géré les installations pressurisées et externes, et soutenu des projets éducatifs et de validation technique. Fort de cette expérience, le BUSOC excelle dans la préparation et l'exécution d'opérations spatiales, servant d'interface clé entre les développeurs de charges utiles, les équipes scientifiques et les parties prenantes du programme ISS.

Réorganisation du Centre belge d'assistance aux utilisateurs et d'opérations



En prévision de l'arrêt progressif des opérations de charges utiles de l'ISS, le rôle et la gouvernance du Centre belge d'assistance aux utilisateurs et d'opérations (BUSOC) ont été réévalués en 2023 en accord avec BELSPO. Transformé en programme scientifique de l'IASB, les objectifs du BUSOC sont désormais plus étroitement alignés sur les intérêts de l'Institut et se reflètent dans les contributions du BUSOC à des projets spatiaux impliquant d'autres équipes de l'Institut, tels que le réseau de services de météo spatiale de l'ESA, la mission ALTIUS, Comet Interceptor et l'instrument VenSpec-H.





Science citoyenne : diffusion des connaissances, communication et éducation

Observations des aurores : les amateurs changent la donne !



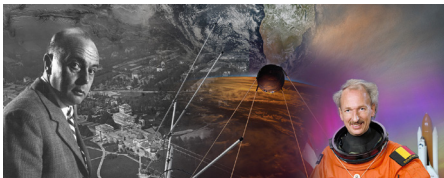
Avec l'activité solaire à son apogée, des aurores intenses atteignent des latitudes plus basses, comme le 10 mai 2024. Des photographes amateurs, équipés d'appareils photo très sensibles, capturent ces phénomènes. Avec un réseau d'observateurs grandissant, la surveillance à grande échelle des aurores permet de fournir des données cruciales aux scientifiques. Les contributions des amateurs ont conduit à des découvertes telles que STEVE, les SAR et récemment des flux ascendants de N_2^+ dans l'ionosphère. En aidant à classer les nouveaux types d'aurores, ils prouvent que la participation du public est essentielle pour faire progresser la recherche sur les aurores.

Association Européenne de la Météorologie Spatiales et de Climat Spatial



En 2022, l'Association européenne de météorologie spatiale et de climat spatial (E-SWAN) a été créée en Belgique à la suite d'un effort communautaire visant à unir les forces de diverses entités afin de soutenir et de développer les activités des communautés de la météorologie spatiale et du climat spatial. Le groupe de météorologie spatiale de l'IASB fait partie des fondateurs de l'E-SWAN. Le groupe fait partie du conseil d'administration, préside le conseil et le comité d'éducation et de sensibilisation, contribue à de nombreux comités et groupes de travail et fournit un soutien technique.

60 Ans de recherches en aéronomie : Regards sur le passé, partage et perspective



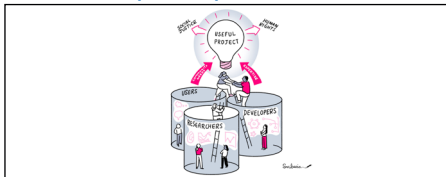
Le 25 novembre 2024, notre institut a célébré ses 60 ans. Cet anniversaire a été l'occasion de mettre en lumière nos réalisations passées, nos recherches actuelles et nos perspectives futures. Une exposition en libre accès a été mise en place, tandis que des événements spécifiques pour nos voisins d'Uccle, incluant une inauguration et des visites d'écoles secondaires, ont renforcé notre lien avec la communauté. Au Planétarium, un événement dédié à nos futurs collègues a connu un vif succès, témoignant de l'engagement et de l'enthousiasme de notre personnel, ainsi que de l'intérêt du public.

La vulgarisation et l'éducation scientifiques prennent de nombreuses formes



L'équipe de communication a travaillé intensément sur le contenu en ligne : maintenance et mise à jour des pages web, nouvelles animations et interviews, articles de magazine sur des projets scientifiques et outils pédagogiques interactifs sur l'aéronomie créés par des étudiants. Quelques expositions ont voyagé à l'étranger, comme l'exposition RoadMap à Madrid et l'exposition «Shine through Mars» à Édimbourg. Sans oublier les visites d'écoles du monde entier pour les 12^e et 13^e éditions d'ASGARD. Ces années ont été marquées par des échanges inspirants, couronnés le 1^{er} janvier 2024 par la visite de Sa Majesté le Roi Philippe de Belgique.

Nouvel outil pour répertorier les données



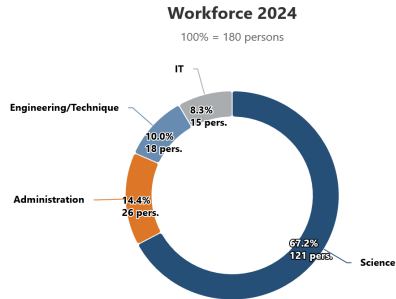
Les équipes de l'IASB ont créé d'innombrables jeux de données (observations et modèles) qui sont librement accessibles sur les sites des projets correspondants. Néanmoins, la numérisation moderne permet à l'IASB d'héberger son propre outil de stockage de données. En 2024, l'ancien outil, obsolète, a cédé la place à un nouveau système qui offre beaucoup plus de possibilités, notamment en termes de facilité de recherche dans le contexte des données ouvertes et des principes FAIR. Tout cela intégré à l'identité visuelle de l'entreprise.



L'IASB en chiffres

Personnel 2024

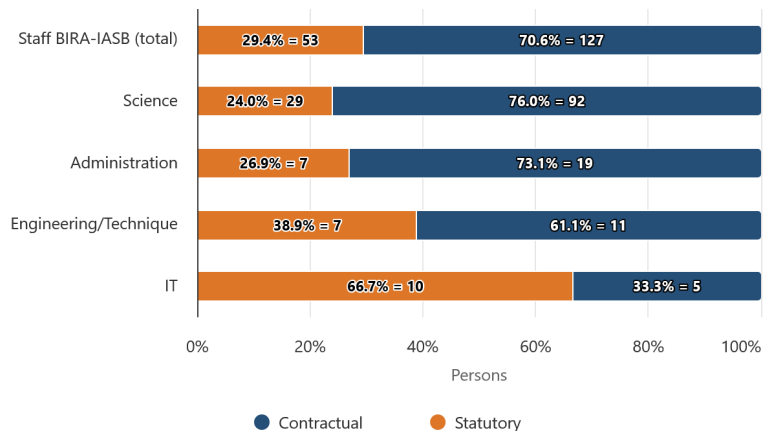
Répartition du personnel par catégorie



Au 31 décembre 2024, 180 personnes travaillaient à l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique. Cependant, de nombreuses autres personnes ont contribué aux travaux réalisés à l'Institut au cours de la période 2023-2024. Il s'agit de

personnes sous contrat externe, telles que 3 informaticiens sous contrat Egov, des personnes sous contrat FNRS et des scientifiques invités, ou encore des personnes qui ont quitté l'institut au cours de cette période de deux ans. Vous trouverez leurs noms à la fin de ce rapport papier. Ils n'ont pas été inclus dans nos statistiques. Entre 2023 et 2024, l'Institut a poursuivi sa croissance. Le nombre de doctorants, en particulier, a augmenté.

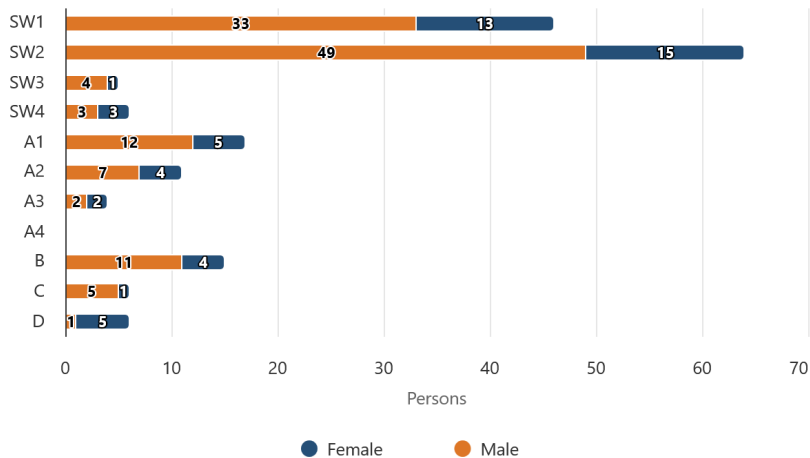
Statute per category (31/12/2024)



Proportion d'agents contractuels dans les différentes catégories

La proportion de personnel contractuel par rapport à l'effectif total est en légère augmentation. La part des employés contractuels est particulièrement importante parmi les scientifiques, où elle atteint près de 76 %. Cela reflète le nombre élevé de projets scientifiques auxquels participe l'IASB.

Distribution by pay level

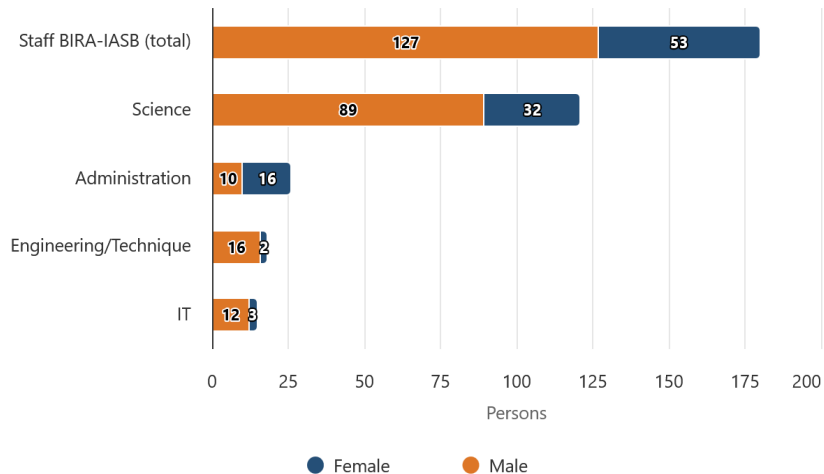


Répartition du personnel par niveau

Le personnel de l'IASB se compose à 85 % de niveaux A et SW (niveau master ou supérieur), à seulement 9 % de niveau B (niveau bachelor) et à 6 % de niveaux inférieurs (C et D). Cela est directement lié aux missions fondamentales de l'IASB, qui sont essentiellement axées sur la recherche et le développement.

Diversité

Gender distribution by category in 2024

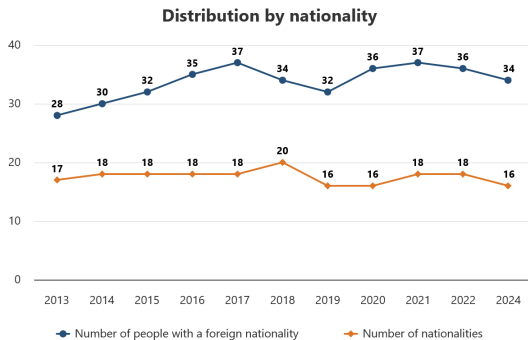


À l'IASB, nous souhaitons promouvoir la sensibilisation à la diversité et encourager les mesures visant à ce que chacun se sente à l'aise et respectueux de la diversité sous toutes ses formes.

Genre

En réponse aux récentes réglementations européennes et fédérales, l'IASB a publié un plan pour l'égalité des genres (GEP) assorti d'un plan d'action abordant les aspects de l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée, du leadership, de l'évolution de carrière, de la recherche et de l'enseignement, ainsi que des éventuelles violences sexistes en interne. Une équipe chargée des questions de genre et de diversité a été créée à l'IASB afin de mettre en œuvre ce GEP, mais aussi d'aborder d'autres aspects de la diversité.

Nationalités



Fin 2024, l'Institut compte 16 nationalités différentes (y compris la nationalité belge).

L'IASB est fier de sa reconnaissance internationale et de son environnement de travail. Les pays d'origine du personnel de l'institut témoignent bien de la diversité des personnes qui composent notre équipe. Certains vivent depuis longtemps en Belgique et ont même obtenu la nationalité belge. Fin 2024, 19 % de notre personnel (34 personnes) ont une nationalité étrangère, alors qu'il y a dix ans, ce chiffre n'était que de 30.

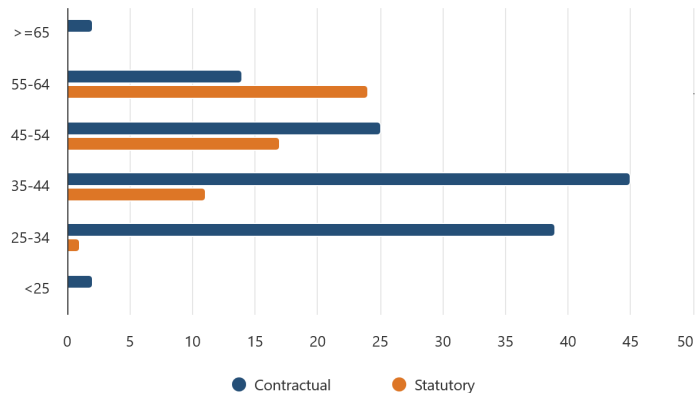


Age

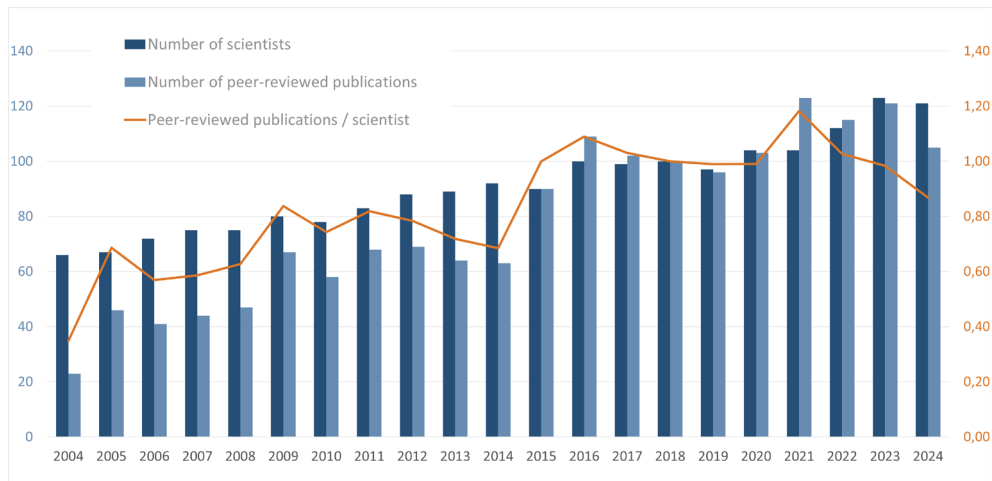
Le nombre croissant de doctorants au sein de l'IASB entraîne un rajeunissement de la population; toutefois, ce rajeunissement se limite au personnel contractuel.

Le manque de ressources pour recruter du personnel statutaire fait que ce dernier est majoritairement composé de personnes âgées de plus de 55 ans. La majeure partie du personnel (statutaire et contractuel confondus) appartient à la tranche d'âge 35-44 ans, qui comprend principalement du personnel contractuel. Seule la tranche d'âge 55-64 ans est dominée par le personnel statutaire.

Age Pyramid and Statute



Publications



Au cours de la période 2023-2024, le personnel de l'IASB a (co)rédigé 226 articles évalués par des pairs, soit une moyenne d'une publication pour 2023 suivie d'une légère diminution en 2024. Ce graphique montre l'évolution du nombre de publications et celle du nombre de scientifiques depuis 2004.

Toutes les publications sont conservées dans le dépôt institutionnel fédéral en libre accès.

Orfeo: <https://orfeo.belnet.be/>.

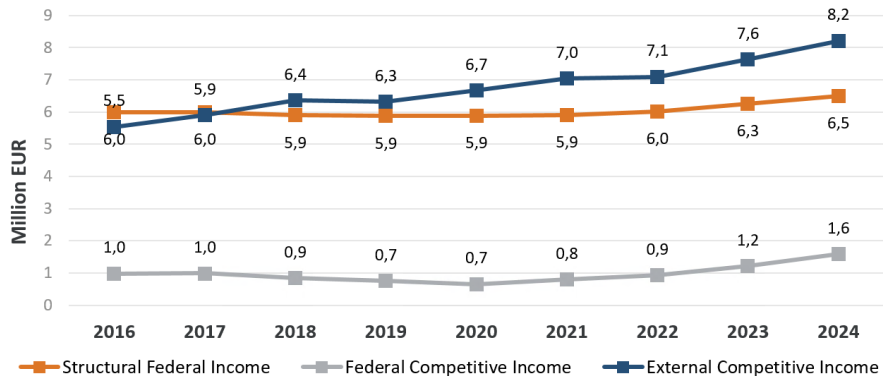
Projets de recherche et budgets

L'IASB atteint un nombre record de projets de recherche en cours

Comme en témoigne la liste des projets, l'IASB a diversifié ses sources de financement. Cependant, la plupart de nos projets sont financés par l'ESA ou Prodex et nous rendent dépendants d'un financement continu des activités spatiales pour la Belgique.

Source of funding	2021	2022	2023	2024
Endowment	-	-	-	-
Commercial revenue	-	-	-	-
ESA	31	32	36	33
FNRS	2	0	0	0
PRODEX	14	15	13	13
Federal R&D projects	17	15	16	17
EU	11	10	11	10
EUMETSAT	2	3	2	2
ECMWF	8	4	5	6
FED-TWIN	3	5	8	8
FPS VVVL	1	1	1	1
LOTTO	1	1	1	0
EURAMET	0	1	1	1
BIRA-IASB	0	0	0	1
TOTAL	90	87	94	92

Évolution lissée du revenu, moyenne sur 4 ans

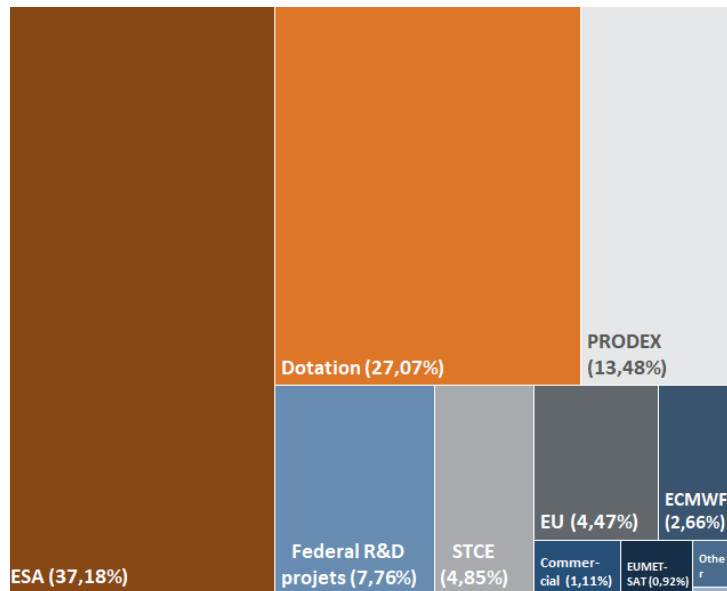


Étant donné que nous travaillons sur des projets pluriannuels et que les dépenses et les recettes y sont liées, il est dangereux de comparer l'évolution des budgets sur une base annuelle. Nous avons donc choisi de présenter des moyennes sur quatre ans, la durée type d'un projet de recherche. Ainsi, 2024 représente ici le revenu moyen sur la période 2021-2024, 2023 la moyenne sur la période 2020-2023, etc.

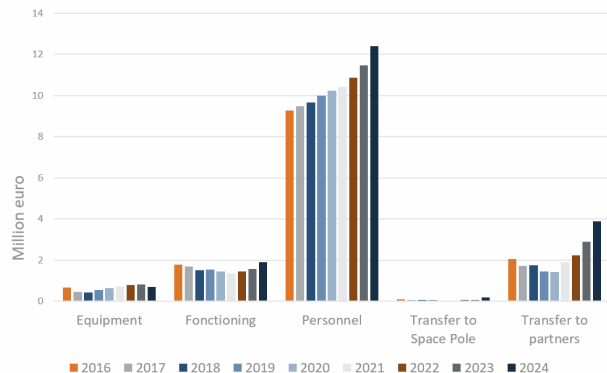
Les chercheurs de l'IASB déploient des efforts considérables pour obtenir des financements externes. Les ressources consacrées à la recherche sont limitées et la concurrence pour les appels à projets de R&D est féroce. Néanmoins, les chercheurs de l'IASB ont réussi à obtenir un budget de recherche record pour 2023-2024. La position de nos chercheurs s'en trouve ainsi renforcée et reconnue à l'échelle nationale et internationale.

Sources de revenus (crédits de liquidation; moyenne sur 4 ans)

Nous pouvons affirmer que le financement structurel du gouvernement, composé de la dotation et du Centre d'Excellence Soleil-Terre (STCE), représente environ un tiers de notre budget, et que le financement de l'ESA en représente un autre tiers. Le tiers restant du budget est composé pour moitié du financement PRODEX et pour moitié du financement de divers projets de R&D nationaux et européens. Hormis quelques variations annuelles, cette répartition reste assez stable au fil des ans.



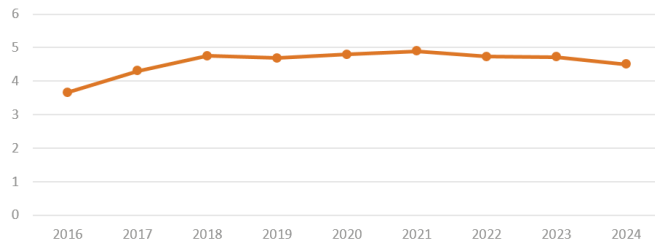
Dépenses



La grande majorité de nos dépenses concerne le personnel. Ce coût augmente chaque année et pèse de plus en plus sur notre source de financement fédéral structurel qui, comme indiqué précédemment, n'a pas augmenté en conséquence. Cela réduit la marge de manœuvre pour l'embauche ou pour les promotions du personnel statutaire et nuit au fonctionnement de base de l'Institut.

2016-2024

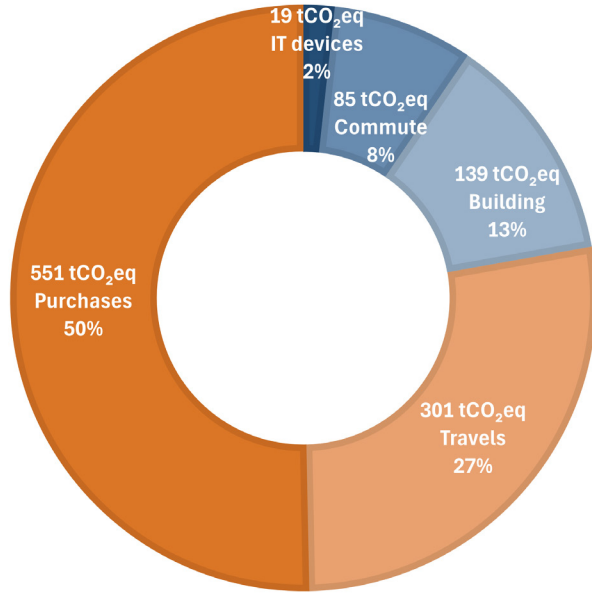
Rapport entre la masse salariale et les coûts d'exploitation des équipements



Empreinte carbone de l'IASB pour 2024

Dans le cadre de son engagement à limiter l'impact environnemental de ses activités, l'IASB a établi un inventaire des gaz à effet de serre et estimé son empreinte carbone pour l'année 2024. L'empreinte est mesurée en tonnes d'équivalent CO₂ (tCO₂eq), une unité standard de mesure des gaz à effet de serre basée sur leur effet de réchauffement par rapport au CO₂.

L'empreinte carbone totale estimée est de 1095 tCO₂eq, répartie comme suit:



- Achats (hors appareils numériques) : 551 tCO₂eq
- Déplacements professionnels : 301 tCO₂eq
- Bâtiments (consommation d'énergie et d'eau) : 139 tCO₂eq
- Déplacements domicile-travail : 85 tCO₂eq
- Appareils numériques (hors consommation électrique) : 19 tCO₂eq

L'empreinte carbone par membre du personnel est de 6,1 tCO₂eq et l'intensité carbone est de 58 gCO₂eq/€.

Ces chiffres sont indicatifs et représentent des ordres de grandeur. Ils ne couvrent que le périmètre organisationnel, c'est-à-dire les installations directement gérées par l'institut, où il existe des leviers d'action pour réduire les émissions. Les estimations ont été générées à l'aide de l'outil open source GES lpoint5 développé par Labos lpoint5, un collectif international et interdisciplinaire de chercheurs universitaires.



Merci!



Albrecht-Marc Michel
Alonso Tagle Luisa
Amelynck Crist
Anciaux Michel
Arijs Yenn
Aubry Aurélien
Bacchini Fabio
Baker Noel
Balis Joachim
Beeckman Bram
Berkenbosch Sophie
Berthelot Antonin
Bevernaegie Jessica
Billot Pierre
Bingen Christine
Bjorklund Robin
Bogaert Pieter
Bogaerts Brigitte
Bolsée David
Bosse Leo
Botek Edith
Brassine Ansje
Brenot Hugues

Brodu Etienne
Brouckmans Kristien
Bulcke Johan
Burssens Siemen
Busschots Cedric
Calders Stijn
Calegaro Antoine
Callewaert Sieglinde
Cardoen Pepijn
Cessateur Gael
Chabanski Sophie
Cierkens Jana
Cisneros Miriam
Cisneros Miriam
Compernelle Steven
Counerotte Frédéric
Crosby Norma
Daerden Frank
Danckaert Thomas
Darrouzet Fabien
De Brouwer Benedicte
De Cock Roderick
De Donder Erwin

De Grave Charlotte
De Harenne Christina
De Keyser Johan
De Mazière Martine
De Pauw Samuel
De Smedt Isabelle
Debosscher Jonas
Dekemper Emmanuel
Demoulin Philippe
Desmet Filip
Dhooghe Frederik
Dierckxsens Mark
Dils Bart
Dohogne Yves
Drochmans Philippe
Ducreux Emile
Echim Marius
Egerickx Tom
Ermakova Anna
Errera Quentin
Erwin Justin
Evenepoel Marie
Fabris Lorenzo

Fayt Caroline
Flimon Zachary
Franssens Ghislain
Fratta Stéphanie
Friedrich Martina
Fussen Didier
Gerard Pierre
Friedrich Martina
Fussen Didier
Gerard Pierre
Geunes Yves
Gramme Pierre
Granville José
Hemerijckx Geert
Hendrick François
Heymans Carine
Hubert Daan
Hufnagel Marco
Iterbeke Philippe
Jacobs Lars
Jonas Caroline
Kalb Nathalie
Keppens Arno

Kindarkhedea Dhiren
Kruglanski Michel
Kumps Nicolas
Lambert Jean-Chritopher
Lamort Lucie
Lamy Hervé
Langerock Bavo
Laur Johannes
Le Carrères Jean-Laurent
Leclere Fabienne
Lefebvre Arnaud
Lefever Karolien
Letocart Vincent
Liber Corentin
Libert Alexis
Litefti Karim
Maes Jeroen
Maggiolo Romain
Mahieux Arnaud
Martinez Ana
Massano Cristina
Mateshvili Nina
Merlaud Alexis

Messios Neophytos
Mettepenningen Gytha
Mezhoud Sami
Michel Alice
Middernacht Michael
Minganti Daniele
Minion Jean Louis
Miron Octavian
Moreau Didier
Muller Alexis
Müller Jean-François
Nath Oindrila
Nay Maïté
Neary Lori
Neefs Eddy
Noel Christian
Nollet Yvan
Oomen Glenn-Michael
Ooms Tim
Op de beeck Marc
Opacka Beata
Pasternak Antoine
Pauwels Dirk

Pereira Nuno
Piccialli Arianna
Pieck Gerry
Pieroux Didier
Pierrard Viviane
Pinardi Gaia
Poraicu Catalina
Queirolo Claudio
Ranvier Sylvain
Rasoanaivo Aina
Rasson Olivier
Ristic Bojan
Robert Charles
Robert Séverine
Rose Kristof
Sall Massamba
Santos Branca Claudia
Sathiyananthan Viththakhan
Sayyed Umar
Schoon Niels
Sfendla Yasmine
Sha Mahesh
Somers Tim

Sotiriadis Sotiris
Soumaré Ablaye
Stavrakou Trissevgeni
Sun Wenfu
Szabo Peter
Tack Frederik
Theys Nicolas
Thomas Ian
Trompet Loïc
Van Asselberghs Tim
Van Damme Martin
Van Doorne Cato
Van Gent Jeroen
Van Laeken Lionel
Van Passel Wouter
Van Roozendael Michel
Vandaele Ann Carine
Vandenbussche Sophie
Vanhamel Jurgen
Vanhellemont Filip
Vasquez Michel
Van der Linden Ronald
Verbracke Fabian

Verhoelst Tijn
Verreyken Bert
Vervalcke Sarah
Vigouroux Corinne
Viscardy Sébastien
Vlietinck Jonas
Wespes Catherine
Willame Yannick
Winant Alexandre
Yu Huan
Zychova Lenka



Sources

La majorité des illustrations de ce rapport annuel provient des bibliothèques d'images libres de droits de l'ESA et de la NASA.

Certaines photographies (prises par nos scientifiques ou la cellule communication) ainsi que des graphiques et visuels ont été réalisés en interne.

Les polices utilisées proviennent de Google Fonts.

This annual report is also available in English.

Dit jaarverslag is eveneens beschikbaar in het Nederlands.

Cette brochure présente en un coup d'œil les projets passionnants auxquels l'IASB a participé en 2023-2024. Nous vous invitons à explorer ces thèmes et à en apprendre davantage sur l'institut sur notre site web :

www.aeronomie.be/rapportannuel

