INSTITUT ROYAL D'AÉRONOMIE SPATIALE
DE BELGIQUE (IASB)

RAPPORT ANNUEL
2019-2020

"La science n'a pas de patrie, parce que le savoir est le patrimoine de l'humanité, le flambeau qui éclaire le monde."

Louis Pasteur

COLOPHON

Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)
Avenue Circulaire, 3 - 1180 Bruxelles - Belgique
www.aeronomie.be

Éditeur responsable
Martine De Mazière
Coordination et édition finale
Karolien Lefever
Traduction
Stéphanie Fratta
Concept et réalisation
C-company et IASB
Dépôt légal
D/2021/678/3
Publication
Novembre 2021

Table des matières

Avant-propos 4
Physique spatiale 6
Composition chimique et climat 12
Qualité de l'air 18
Surveillance de l'ozone stratosphérique 23
Rayonnement solaire 25
Aéronomie planétaire 26
Développement de missions spatiales. 28
Services de support 32
Belgian User Support and Operations Centre 36
Publications 38
L'humain et les chiffres 40
Comptabilité et gestion des contrats 46

MARTINE DE MAZIÈRE
DIRECTRICE GÉNÉRALE A.I.

“Il est important que nous puissions continuer à offrir au personnel des perspectives d’avenir favorables et enrichissantes et que les conditions soient créées pour attirer et utiliser efficacement des personnes et des ressources supplémentaires pour répondre aux défis scientifiques.”

Avant-propos

Personne ne sera surpris de constater que le bilan de 2019 et 2020 a été éclipsé par la pandémie de COVID-19 qui a frappé la Belgique à partir de la mi-février 2020, et dont nous souffrons encore en 2021. Cette grave crise a laissé de profondes blessures dans la vie de certains d'entre nous, elle a mis en avant notre vulnérabilité, mais aussi la résilience et l'importance des connaissances scientifiques pour soutenir les décisions politiques. L'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique a réussi à géré cette crise en s'adaptant à un environnement de travail plus numérique et «distant», avec ses avantages et ses inconvénients. Cette crise influencera notre manière de vivre et de travailler dans le futur. Je pense que nous avons également réalisé à quel point il est important de rencontrer nos collègues sur le lieu de travail et de pouvoir discuter librement et dans une ambiance détendue les uns avec les autres. Le passage au numérique et l'instauration de davantage de télétravail peuvent être des objectifs pour l'avenir, mais ne pas au détriment des contacts sociaux dont tout être humain a besoin.

Sur le plan scientifique, l'IASB a réalisé des performances remarquables au cours des deux dernières années, malgré la pandémie de COVID-19 en 2020. Les missions spatiales et les projets de recherche en cours se sont poursuivis et de nouvelles initiatives ont été lancées. Le réseau Benelux pour la détection radio des météores, BRAMS, a été renouvelé et étendu, et un nouveau projet STEM (science, technologie, ingénierie et mathématiques) associé à celui-ci, contenant également une composante de science citoyenne (MOMSTER) a été lancé. Cependant, ce sont surtout les expériences au sol à l'étranger qui ont été affectées par l'interdiction de voyager et donc d'installer, d'entretenir ou de réparer des instruments sur place.

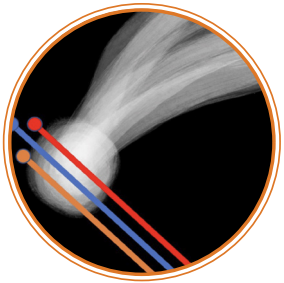
La crise a également été le théâtre d'une expérience globale pour l'environnement et notre atmosphère: comme les activités humaines ont une empreinte sur notre environnement, y compris l'atmosphère, la variété des mesures de confinement dans différents pays a laissé sa marque sur l'atmosphère. Les scientifiques de l'IASB ont étudié l'impact de la crise sur l'atmosphère et le climat, et ont pu observer une réduction temporaire des polluants émis par les humains, ainsi qu'un ciel plus bleu en raison, entre autres, de la réduction du trafic aérien.

Alors que le trafic aérien a considérablement diminué, le trafic Internet, lui, a énormément augmenté: la manière dont les deux affectent les émissions de CO_2 et d'autres variables climatiques est un sujet de recherche fascinant.

Les contributions scientifiques en soutien à la politique COVID-19, le développement des vaccins et le rythme élevé de la recherche sur l'impact des mesures de confinement sur notre milieu de vie démontrent une fois de plus l'importance de la recherche fondamentale: c'est grâce à un investissement continu dans la recherche fondamentale qu'une crise inattendue comme celle-ci peut rapidement recevoir des réponses scientifiques.
Heureusement, grâce à la continuité et même à une légère croissance des activités scientifiques de l'IASB, nous pouvons également constater que l'effectif de l'IASB n'a pas diminué ces deux dernières années: nos revenus externes l'ont assuré. Néanmoins, il est très regrettable que le financement structurel du gouvernement fédéral aille dans la direction opposée.
Toutefois, des signes encourageants nous laissent penser qu'un vent nouveau se dessine dans la politique vis-à-vis des institutions scientifiques fédérales. Cette politique devrait nous permettre de gagner en autonomie et en efficacité dans la gestion de nos budgets et investissements, et de notre personnel. Elle développera davantage les supports d'une structure numérique et qui accordera plus d'attention à la recherche et aux services climatiques au niveau interfédéral. Dans tous les cas, nous sommes bien armés pour affronter l'avenir avec espoir, avec des défis scientifiques importants dans le domaine de l'aéronomie, y compris la participation à de nouvelles missions satellitaires vers Vénus, Jupiter et les comètes, et la poursuite du développement de la mission ESA Earth Watch ALTIUS «Made in Belgium».
Maintenant que le système de téléconférence est bien établi, nous sommes susceptibles de passer à une culture de conférences hybrides, avec des réunions en partie en présentiel et en partie en distanciel, et une plus grande part du télétravail dans notre routine de travail quotidienne. Mais le pilier le plus important d'un avenir fertile reste le personnel. Nous avons actuellement des personnes motivées et compétentes: je tiens à exprimer mes remerciements pour leur engagement continu, même dans les circonstances difficiles de 2020 et d'aujourd'hui. Il est important que nous puissions continuer à leur offrir des perspectives d'avenir favorables et enrichissantes et que les conditions soient créées pour attirer et utiliser efficacement des personnes et des ressources supplémentaires pour répondre aux défis scientifiques.

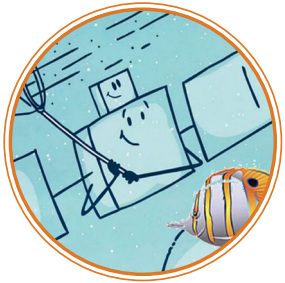
Martine De Mazière
Directrice Générale a.i.
14 avril 2021

PHYSIQUE SPATIALE



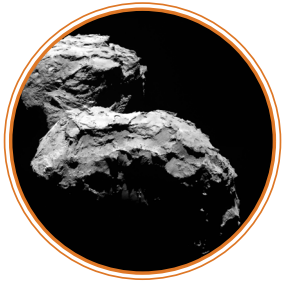
Anticiper une collision… à 70 km/s

L'IASB construit les capteurs de champ électrique pour la mission Comet Interceptor de l'ESA, dont l'objectif est d'étudier une comète dans son état d'origine, c.à.d, entrant dans les régions internes du système solaire pour la première fois. Afin de respecter les limitations de masse de la sonde spatiale, ces capteurs doivent être très légers et sont donc construits en aluminium de seulement 0,3 mm. Mais une question se pose: ces capteurs délicats survivront-ils au survol de la comète alors que la sonde file à travers le nuage de particules de poussière éjectées par la comète à des vitesses pouvant atteindre 70 km/s?



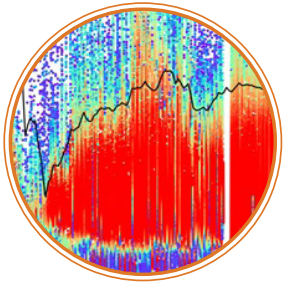
L'énigme des halogènes

Dans le zoo des gaz neutres découverts par Rosetta sur la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, la famille des « poissons de mer », c'est-à-dire, les espèces qui contiennent des halogènes, grandit. L'instrument ROSINA-DFMS a découvert du chlorure d'ammonium (NH_4Cl) dans un grain de poussière de la comète et une analyse minutieuse des données de la mission complète a révélé que le chlore existe sous au moins une autre forme différente de HCl ou NH_4Cl.



L'effet vieillissant des rayons cosmiques sur les comètes

Les comètes sont de petits corps constitués d'un agrégat de glace et de poussière formé dans le système solaire lointain. Inaltérées par la gravité ou la chaleur, elles contiendraient les échantillons de matière du système solaire primitif les plus purs. Cependant, nous avons pu montrer qu'elles sont altérées par les rayons cosmiques galactiques qui modifient la structure et la composition des glaces cométaires qui ne peuvent pas être considérées comme intactes. Cela a de fortes implications sur l'interprétation des mesures cométaires.



Les ceintures de radiation observées par l'EPT pendant les orages géomagnétiques

L'Energetic Particle Telescope (EPT), lancé sur le satellite PROBA-V en mai 2013, fournit des mesures des flux des particules à 820 km d'altitude depuis plus de 7 ans. Elles permettent de déterminer les fortes variations associées aux orages géomagnétiques observées depuis 2013. Les tempêtes sont caractérisées par des chutes soudaines du flux (appelées dropouts), suivies d'augmentations parfois associées à des injections de particules dans la zone de faille, située entre la ceinture interne et la ceinture externe, pour les événements les plus intenses.

Les particules du vent solaire analysées en fonction de leur vitesse d'écoulement

Le Soleil n'a jamais été photographié d'aussi près que par les deux nouvelles missions solaires, Parker Solar Probe (NASA) lancée en 2018 et Solar Orbiter (ESA) lancée en février 2020, nous permettant d'observer les particules du vent solaire et les régions polaires du Soleil comme jamais auparavant. Combinées aux mesures de missions spatiales précédentes, elles permettent de constater la présence de particules très énergétiques (suprathermiques) proches du Soleil à l'origine de l'accélération du vent solaire et même probablement liées au réchauffement de la couronne.

Réseau de nouvelles stations BRAMS au Limbourg

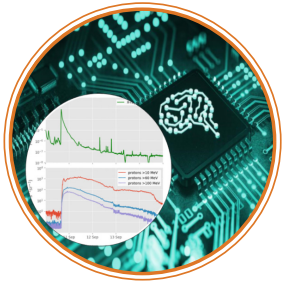
Dans le Limbourg, 7 stations de réception BRAMS 2.0 ont été installées en plus des 3 stations existantes. Elles contiennent du nouveau matériel (récepteurs, Raspberry Pi, GPSDO) dans le but d'augmenter la qualité des données BRAMS et de garantir les activités du projet à long terme. L'utilité de créer un réseau de stations BRAMS géographiquement proches les unes des autres est de détecter un grand nombre d'échos de météores communs, et d'utiliser les délais temporels entre leurs apparitions dans 6 stations (au moins) afin de retrouver la trajectoire du météoroïde correspondant.

Un ballon météo pour mesurer le diagramme de rayonnement de l'émetteur BRAMS

Connaître le diagramme de rayonnement de l'émetteur BRAMS est essentiel pour de nombreuses études utilisant les données du réseau. En plaçant une charge utile dédiée sur une petite plateforme sous un ballon météo captif, nous avons obtenu des mesures qui ont révélé que le signal transmis n'était pas polarisé circulairement comme voulu et que le faisceau ne pointait pas vers le zénith mais à environ 10° vers l'ouest. L'émetteur a été modifié en conséquence dans les mois suivants, et la technique sera encore améliorée afin de pouvoir travailler même avec un vent léger.

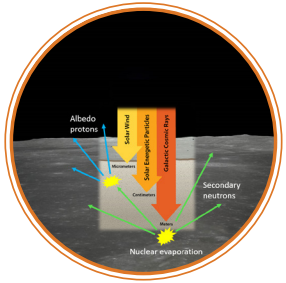
Observations et modélisation des aurores à différentes longueurs d'onde

On observe des aurores sur chaque objet du système solaire possédant un champ magnétique, quelle que soit l'atmosphère et la magnétosphère de l'objet. Dans le cadre du projet BRAIN-Be MOMA (Multi-wavelength Observations and Modelling of Aurora), nous étudions les aurores terrestres dans l'ultraviolet, le visible ainsi que dans le domaine radio. A travers les observations et les modèles, le but est de mieux comprendre les processus physiques qui sont à l'œuvre lors de la formation des aurores. Plus globalement, ce projet vise à mieux comprendre l'environnement spatial proche de la Terre dans le cadre de la météorologie de l'espace.



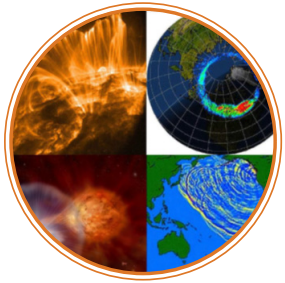
Amélioration des prévisions de flux de particules énergétiques solaires

De fortes éruptions solaires peuvent accélérer des particules telles que les électrons, les protons et les ions plus lourds à des énergies élevées. Ces particules pourraient causer des perturbations dans les systèmes électroniques à bord des satellites ainsi que des problèmes de santé pour les astronautes et même pour les équipages et les passagers de vols polaires. Le projet SAWS-ASPECS fournit des alertes en suivant l'évolution des régions actives et des éruptions sur le Soleil. Le projet DENSER a récemment commencé à étudier comment utiliser des techniques de « Machine Learning » pour améliorer ces prédictions qui posent encore de nombreux défis.



Caractérisation et analyse de l'environnement radiatif sur la Lune

Ces dernières années ont vu un regain d'intérêt pour l'exploration de la Lune et la possibilité d'une exploitation commerciale de ses ressources. La modélisation de l'environnement radiatif de la Lune et de ses effets est un élément important pour la conception et la protection des ressources lunaires. Nous avons utilisé le système SPENVIS de l'ESA (SPace ENvironment Information System, https://www.spenvis.oma.be) développé par l'IASB, pour soutenir la conception d'un spectromètre miniature à fluorescence X (XRF) pour une mission future de l'ESA sur la Lune.



Mécanismes de la génération d'événements extrêmes (MEEG)

Il nous reste encore à comprendre pourquoi des événements extrêmes dans des systèmes complexes concernant des domaines aussi variés que la physique des plasmas spatiaux, la géophysique, la finance et l'économie, s'écartent parfois du comportement en loi de puissance. Les observations suggèrent qu'une approche interdisciplinaire pourrait faire progresser davantage la compréhension des mécanismes qui génèrent les événements extrêmes et leur relation avec le reste des statistiques.

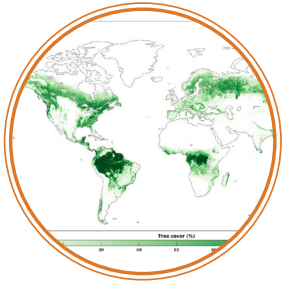
COMPOSITION CHIMIQUE ET CLIMAT

Des données d'aérosols plus précises pour mieux modéliser le climat

La modélisation du climat nécessite, pour chaque aspect du système Terre (atmosphère, océans, cryosphère, etc.), des données de haute qualité. Longues séries temporelles, jeux de données globales ou données locales plus détaillées forment un ensemble colossal de données qui, après une caractérisation précise et détaillée, peuvent être centralisées dans des bases de données internationales. L'IASB fournit ainsi des données atmosphériques au programme européen Copernicus pour différentes espèces atmosphériques, dont les aérosols stratosphériques.

Les aérosols stratosphériques: un acteur-clé des changements climatiques

Les aérosols sont un acteur important du climat : ils diffusent la lumière solaire et modifient les propriétés physico-chimiques mais aussi thermiques et dynamiques de l'atmosphère ainsi que la radiation reçue au niveau du sol. L'origine des aérosols stratosphériques est principalement volcanique mais, de plus en plus, d'autres acteurs comme les incendies de forêt et de broussailles s'invitent dans ce théâtre. Mieux déterminer la composition et les caractéristiques microphysiques des aérosols, et notamment la taille des particules est un enjeu majeur pour l'étude et la modélisation des changements climatiques.

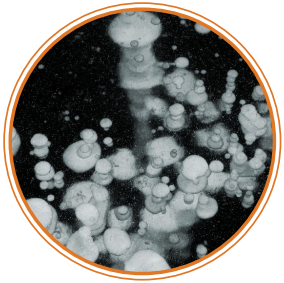


Mieux quantifier les émissions d'isoprène grâce à la télédétection de la couverture du sol

L'isoprène est principalement émis par le feuillage des plantes et environ 80% de ses émissions mondiales se produisent dans les tropiques où les températures et les flux de rayonnement élevés, ainsi que la présence de feuillus favorisent son rejet. Les inventaires actuels d'isoprène sont généralement basés sur des cartes de végétation qui sont soit modélisées et dynamiques, soit basées sur des observations satellites mais statiques. Mais la forte augmentation de l'occupation des sols au cours des dernières décennies a entraîné d'importantes déforestations, en particulier dans les forêts tropicales, qui ne sont pas prises en compte dans les modèles. Nous présentons les premiers inventaires d'isoprène basés sur la télédetection de la couverture du sol.

Des panaches de feux de biomasse africains détectés à La Réunion

Les feux de biomasse sont une source majeure de composés organiques volatils (COV). Ces COV sont des précurseurs cruciaux pour la formation de l'ozone et des aérosols organiques secondaires. Leur caractérisation contribue à la recherche sur le changement climatique et la qualité de l'air. Des chercheurs de l'IASB ont effectué des mesures de COV à l'observatoire du Maïdo à La Réunion afin de mieux quantifier les sources des COV dans les panaches de feux de biomasse africains.

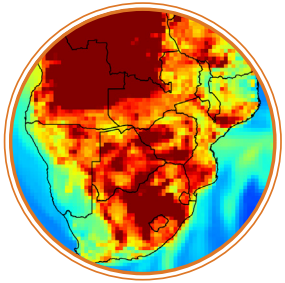


Les défis de la surveillance du méthane atmosphérique

Le méthane (CH_4) est un important gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre. Depuis plusieurs années, es concentrations atmosphériques augmentent à nouveau très rapidement et notre compréhension actuelle de ses sources et puits reste inadéquate. Afin d'en améliorer notre connaissance, le groupe «Observations dans l'infrarouge» de l'IASB est impliqué dans trois activités cruciales: les observations du CH_4 depuis l'espace avec l'instrument IASI, les mesures de référence au sol avec spectromètres FTIR, et la validation de la qualité des observations satellitaires.

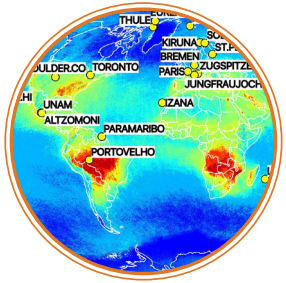
Implications croissantes dans les infrastructures ICOS et ACTRIS

Les structures de recherche européennes telles que ICOS et ACTRIS sont rapidement devenues des composantes fondamentales du paysage scientifique de surveillance atmosphérique. Après tout, elles assurent les mesures de pointe à long-terme des constituants atmosphériques à partir d'instruments au sol (in situ ou par télédétection), soutenues par une harmonisation et un contrôle de qualité centralisés. L'IASB a un rôle important à jouer dans ces infrastructures, aussi bien en tant que fournisseur de données qu'en tant qu'exploitant central des infrastructures.



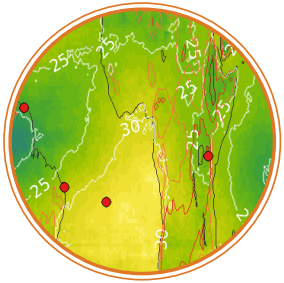
Interprétation des séries temporelles des gaz clés du cycle du carbone

L'IASB contribue à des initiatives internationales pour le suivi à long terme de la composition atmosphérique. Nous mesurons notamment, à l'Ile de la Réunion, la concentration des gaz qui jouent un rôle dans le cycle du carbone comme le CO_2, le CH_4 et le CO. Les données collectées montrent les variations de concentration de ces gaz à différentes échelles de temps: quotidiennes, saisonnières ou interannuelles. Pour comprendre les origines de ces variations, l'IASB a utilisé le modèle WRF-GHG afin de simuler le transport et les flux de surface du CO_2, du CH_4 et du CO à une résolution spatiale de 1 km^2.



Réseau de données sol: outil clé de la validation satellite

Un jeu de données homogénéisé de formaldéhyde (HCHO) à partir de mesures FTIR a été développé, incluant plus de 25 stations dans le monde, allant de régions non polluées (Arctiques ou océaniques) à des régions de grandes sources d'émissions (villes et forêts). Ceci a permis une évaluation approfondie de la qualité des mesures du satellite TROPOMI: celui-ci surestime les concentrations de HCHO en zones non polluées alors qu'il les sous-estime aux sites pollués. De tels résultats ne peuvent être obtenus qu'à l'aide de réseaux internationaux comme le NDACC.



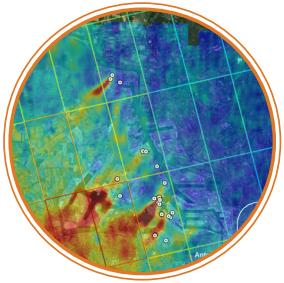
Évaluation géophysique de l'ozone troposphérique tropical

Même si elle reste un défi scientifique, la veille de l'ozone dans la troposphère globale est essentielle pour élaborer et vérifier l'efficacité des politiques environnementales visant la protection de la santé publique et des écosystèmes. En orbite depuis 2017, l'instrument Sentinel-5P TROPOMI a acquis de précieuses données sur l'ozone troposphérique, en particulier sous les tropiques. Les chercheurs de l'IASB ont démontré la précision sans précédent de ces données et leur valeur ajoutée pour les évaluations scientifiques internationales comme IGAC TOAR-II.

Evaluation de la circulation stratosphérique dans les modèles du climat

La Circulation Brewer-Dobson (CBD) est un système global de courants atmosphériques dans la stratosphère et la mésosphère. Elle transporte les masses d'air vers le haut dans les tropiques, vers les pôles dans les latitudes moyennes et vers le bas dans les régions polaires. L'impact de la CBD sur la couche d'ozone est important et connu depuis longtemps, mais ce mécanisme n'est pas encore compris en détail et sa représentation dans les modèles de climat nécessite des recherches approfondies. Nous avons abordé cette question en étudiant l'impact moyen de la CBD sur le traceur à longue durée de vie qu'est le protoxyde d'azote (N_2O) dans la stratosphère, en comparant une grande variété de jeux de données.

QUALITÉ DE L'AIR



Campagnes de validation du satellite Sentinel-5P TROPOMI

La nouvelle technologie des capteurs et l'algorithme novateur de récupération des données de S-5P/TROPOMI, lancé en octobre 2017, introduisent de nombreuses opportunités et de nouveaux défis. Cela nécessite d'évaluer avec précaution la qualité et la validité des produits générés en les comparant avec des observations de référence indépendantes, aériennes et terrestres. Le groupe de recherche «Observations dans l'UV-visible» coordonne une série de campagnes internationales de validation (s5pcampaigns.aeronomie.be), dont la campagne aérienne S5PVAL-BE au-dessus de Bruxelles et d'Anvers.

Les Sentinelles atmosphériques au service des politiques belges de qualité de l'air

Conçu par l'IASB et développé en partenariat avec l'Agence Interrégionale de l'Environnement (CELINE), le système LEGO-BEL-AQ vise à tailler sur mesure les observations atmosphériques des satellites européens pour l'élaboration et la veille des politiques de qualité de l'air en Belgique. Appliqué d'abord aux données quotidiennes du satellite Sentinel-5P, LEGO-BEL-AQ intégrera à terme les données fournies heure par heure par le satellite géostationnaire Sentinel-4, en synergie avec les analyses régionales de la pollution en surface.

Exploiter pleinement les capacités de Sentinel-5P TROPOMI

TROPOMI fournit depuis mai 2018 des mesures opérationnelles de haute qualité pour les principaux gaz en trace dans l'atmosphère. Afin de tirer le meilleur parti de ses performances instrumentales exceptionnelles, de nouveaux outils et produits atmosphériques sont en cours de développement pour contribuer davantage à la surveillance de la qualité de l'air. Les scientifiques de l'IASB ont mis au point un algorithme novateur qui facilite grandement la détection des sources faibles de dioxyde de soufre. De même, le nouveau produit glyoxal de TROPOMI permet d'obtenir des informations importantes sur les émissions de composés organiques volatiles.

Détection de panaches de feux de forêt à partir de Sentinel-5P TROPOMI

Récemment, les effets des feux de forêt, de plus en plus dévastateurs, sur la qualité de l'air et le climat ont suscité une préoccupation internationale. Le groupe «Observations dans l'UV-visible» exploite l'instrument à haute résolution Sentinel-5P TROPOMI qui peut fournir des informations précieuses sur les émissions de gaz en trace provenant de ces incendies. Pour la première fois, l'acide nitreux (HONO) émis par les feux a été détecté depuis l'espace. La recherche se concentre également sur le formaldéhyde (HCHO) et le glyoxal (CHOCHO), des indicateurs importants des émissions d'hydrocarbures provenant de la combustion de la biomasse.

Mesurer le NO_2 en deux dimensions à partir du sol pour la validation satellitaire

Les observations bidimensionnelles MAX-DOAS du dioxyde d'azote (NO_2) sont connues et contribuent à une meilleure caractérisation de la distribution horizontale de ce polluant atmosphérique majeur. Le groupe «Observations dans l'UV-visible» de l'IASB a développé une nouvelle stratégie pour la récupération des données concernant les concentrations de NO_2 près de la surface et les densités de la colonne verticale de NO_2 troposphérique dans différentes directions azimutales et l'a appliquée à la station d'Uccle. Cette recherche contribue à améliorer l'interprétation des observations de la colonne de NO_2 par les instruments satellitaires qui mesure la qualité de l'air au nadir au-dessus des régions urbaines.

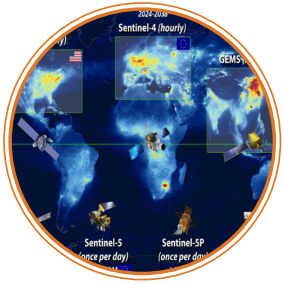
Changements brusques du NO_2 observés par TROPOMI pendant le confinement

Depuis le début de la pandémie de COVID-19, nous avons suivi de près l'évolution des abondances de NO_2 observées par l'instrument TROPOMI. En raison du confinement, des baisses sans précédent ont été observées en Chine, où la COVID-19 a été identifiée pour la première fois. Alors que la pandémie se propageait dans le monde, de plus en plus de villes et de pays ont déclaré des confinements. Cela a entraîné une baisse drastique des transports et des activités industrielles et a conduit à des réductions substantielles de NO_2, comprises entre 20% et 50% dans de nombreuses grandes villes du monde.

Les satellites révèlent des changements dans le cycle hebdomadaire du NO_2 dans les villes

Les activités humaines, principale source de NO_x dans l'atmosphère, provoquent un cycle hebdomadaire de l'abondance de NO_2 sur les villes. Une analyse complète des observations de NO_2 provenant de deux capteurs satellites (OMI et TROPOMI) révèle des cycles hebdomadaires significatifs dans 115 des 274 villes prises en compte. Les données montrent un net affaiblissement du cycle hebdomadaire sur les villes européennes et américaines, alors que la tendance inverse est observée dans les régions connaissant une croissance rapide des émissions. Les modèles capturent les cycles hebdomadaires observés ainsi que leurs tendances dans les grandes villes.

Le système d'alerte SACS des risques naturels

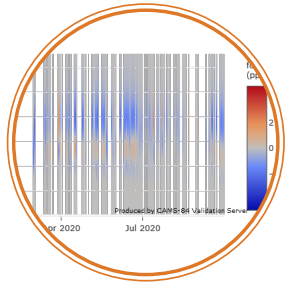


Validation opérationnelle des données atmosphériques de Sentinel-5P

Le Service de Soutien au Contrôle de l'Aviation (SACS), hébergé par l'IASB, fournit aux principaux utilisateurs du secteur de l'aviation des informations en temps quasi-réel sur les dangers atmosphériques naturels, tels que les cendres volcaniques et le SO_2, la poussière provenant des tempêtes de sable ou la fumée provenant des feux de forêt. En tant que contributeur aux projets EUNADICS-AV H2020 et OPAS Engage–KTN, l'équipe de recherche « Observations dans l'UV-visible » a amélioré son système d'alerte grâce à de nouvelles observations et détections de particules aéroportées dangereuses pour l'aviation.

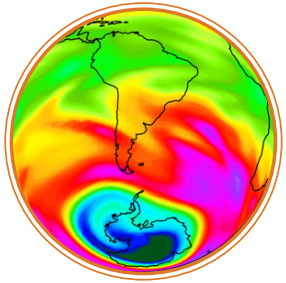
Lancé en 2017, Sentinel-5P TROPOMI est le pionnier de la constellation des satellites Copernicus dédiés à la surveillance mondiale de la qualité de l'air, du forçage climatique, de l'ozone et des risques atmosphériques. Dans le cadre de ce programme, le Validation Data Analysis Facility (VDAF) hébergé à l'IASB fournit un service de validation opérationnelle assurant la qualité et la pertinence des données TROPOMI fournies aux services d'information Copernicus, ainsi que leur cohérence au sein de la constellation des satellites du Programme européen Copernicus.

SURVEILLANCE DE L'OZONE STRATOSPHÉRIQUE



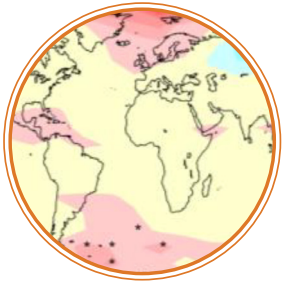
Trous d'ozone exceptionnels en 2019 et 2020 suivis par Copernicus

Le service européen de surveillance atmosphérique Copernicus (CAMS) et l'IASB ont suivi, en temps réel, trois trous d'ozone exceptionnels et consécutifs. De septembre à novembre 2019, le trou d'ozone au-dessus de l'Antarctique a été extrêmement faible et de courte durée ; en 2020 il a été remarquablement profond et a duré beaucoup plus longtemps que d'habitude ; et de février à avril 2020 un trou d'ozone est apparu au-dessus de l'Arctique alors que cela n'était pas arrivé depuis 2011. Ces évènements extrêmes sont dus à une météorologie exceptionnelle au-dessus des pôles.



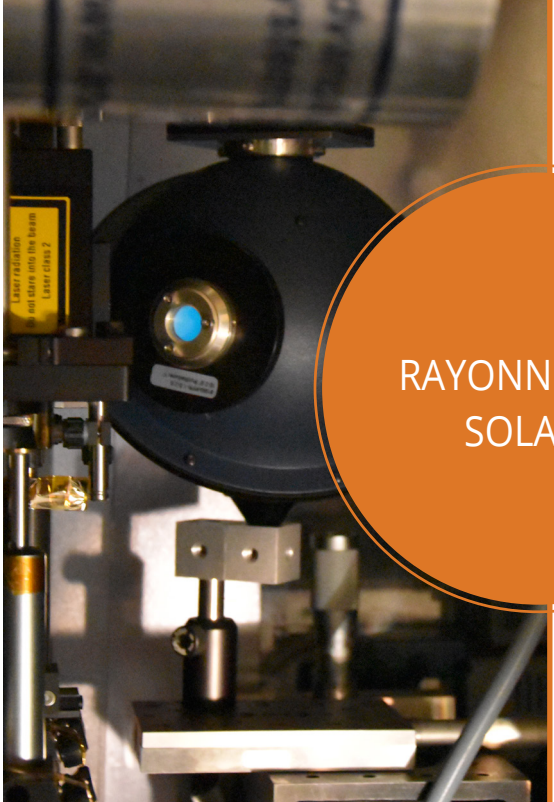
Evaluation des futures observations de l'ozone stratosphérique par ALTIUS

ALTIUS est un microsatellite faisant partie du programme « Earth Watch » de l'ESA, initié par l'IASB, et dont le but est la surveillance de la couche d'ozone. Par microsatellite, on entend un prix bien moins élevé que pour la plupart des missions passées. Afin de prouver le potentiel scientifique des mesures ALTIUS, nous avons simulé ces données et évalué comment elles pouvaient contraindre un modèle de la couche d'ozone. En comparant ces résultats avec ceux obtenus par l'instrument satellitaire de référence MLS de la NASA, nous avons pu confirmer la valeur de cet instrument économique.



LOTUS affine l'évaluation des changements à long terme de l'ozone stratosphérique

Signé en 1987, le Protocole de Montréal interdit la production et l'utilisation de substances chimiques responsables de l'appauvrissement dramatique de la couche d'ozone. Dans le cadre du Programme mondial de recherches sur le climat (PMRC), l'IASB coordonne l'activité internationale LOTUS chargée d'évaluer les effets à long terme de ce traité international. Dans la haute stratosphère, LOTUS confirme le lent redressement attendu des concentrations en ozone. Dans la basse stratosphère, la poursuite de la destruction de l'ozone fait l'objet de débats passionnés. Notre compréhension des processus à long terme contrôlant l'ozone a progressé grâce à l'amélioration récente de la résolution des estimations.



RAYONNEMENT SOLAIRE

Jonction entre les mesures en laboratoire, sur site et dans l'espace

Toute mission expérimentale en aéronomie exige la caractérisation d'instrumentations. Elle permet la conversion de signaux bruts venant des instruments en données scientifiques exploitables, avec une maîtrise optimale des effets instrumentaux et des incertitudes. La mesure de l'éclairement solaire, ou l'utilisation de son flux en tant que source lumineuse de référence est un élément clé pour les mesures en aéronomie. Les laboratoires de radiométrie à l'IASB sont équipés pour répondre à ces exigences et sont impliqués récemment dans des projets tels que MAJIS, ALTIUS, et PLIP.

AÉRONOMIE PLANÉTAIRE

Première détection du dayglow de la lueur verte de l'oxygène sur Mars

Le spectromètre NOMAD/UVIS a détecté, pour la première fois dans une atmosphère planétaire hors de la Terre, l'émission de la lueur verte de l'oxygène à environ 80 km d'altitude dans l'atmosphère martienne. La raie verte à 557,7 nm est émise par la désexcitation des atomes d'oxygène, produite par la photolyse du CO_2, le constituant majeur de l'atmosphère martienne. La mesure simultanée de la raie verte et d'une autre émission d'oxygène à 297,2 nm a également permis de résoudre une ancienne divergence entre le calcul ab initio et les mesures terrestres.

Les tempêtes de poussière mondiales sur Mars injectent de l'eau en altitude dans l'atmosphère

L'un des phénomènes les plus frappants sur Mars est une tempête encerclant la planète ou «tempête de poussière globale». Une fois qu'elle a commencé, la poussière en suspension dans l'atmosphère couvre l'ensemble du globe pendant plusieurs semaines. Mi-2018, une de ces tempêtes s'est produite et les mesures de l'instrument Nadir and Occultation for MArs Discovery (NOMAD) sur l'orbiteur de ExoMars Trace Gas Orbiter (TGO) ont montré une augmentation de la vapeur d'eau dans la haute atmosphère liée à la tempête. Nous utilisons un modèle numérique 3D de l'atmosphère de Mars pour nous aider à explorer les mécanismes de cet événement.

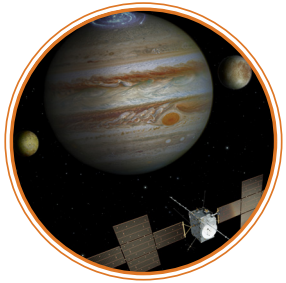
Modélisation des effets du rayonnement spatial dans l'espace et sur Mars

L'influence du rayonnement spatial, en tant que facteur limitant la survie des astronautes et de la technologie embarquée lors de futures missions dans l'espace, des explorateurs humains sur Mars et en général de la vie en dehors de notre biosphère, est un sujet d'étude vaste et important. Le projet H2020 ESC2RAD étudie les conditions d'habitabilité face aux rayonnements spatiaux, en modélisant les effets des rayonnements sur différentes cibles, de l'eau aux biomolécules, en passant par les matériaux nécessaires à la radioprotection et les autres composantes d'une mission, en fusionnant les modèles chimico-physiques avec les approches Monte Carlo de transport de particules.

Le pôle Benelux de « Europlanet Society »

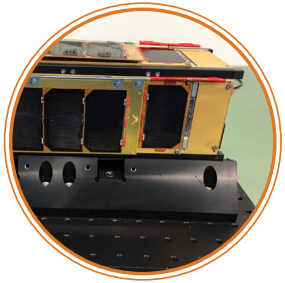
Europlanet Society encourage l'avancement de la science planétaire et de toutes les disciplines connexes en Europe, dans le but d'élargir et de soutenir la communauté planétaire dans les différents pays. Pour ce faire, des centres «régionaux» ont été créés, comme le pôle Europlanet Benelux (https://www.europlanet-benelux.org/) dans lequel l'IASB est fortement impliqué. Depuis sa création, le hub Benelux contribue activement à des activités de sensibilisation, d'éducation et de politique, comme le prouve la longue liste d'activités compilée dans le rapport d'activités en ligne.

DÉVELOPPEMENT DE MISSIONS SPATIALES



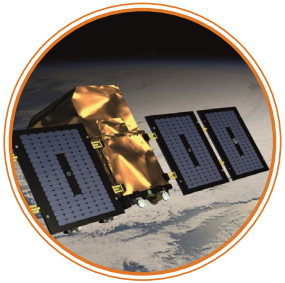
L'exploration de Jupiter et ses lunes glacées avec MAJIS

La mission JUICE de l'ESA embarquera en 2022 l'instrument franco-italien MAJIS, un imageur hyper spectral optimisé pour l'étude approfondie de Jupiter et ses lunes. La caractérisation électro-optique du détecteur de vol a été confiée à l'IASB et s'étend du canal de mesure visible au proche infrarouge (VIS-NIR). Un banc expert en vide-thermique et radiométrie a été assemblé, longuement testé, validé et utilisé en 2020 lors d'une campagne de test de ce détecteur dont les performances sont à présent totalement maîtrisées.



PICASSO : le satellite doré

Dirigée par l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique, la mission PICASSO (PICo-satellite for Atmospheric and Space Science Observations), soutenue par l'ESA, a lancé avec succès son satellite recouvert d'or en septembre 2020, grâce à une fusée Vega d'Arianespace. Les deux instruments embarqués démontrent qu'il est possible de concevoir des expériences capables de fournir des mesures scientifiques à bord d'un CubeSat.

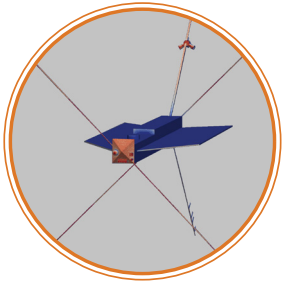


L'équipe ALTIUS termine avec succès la phase préparatoire de la mission

La mission ALTIUS a été initiée par l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique et fait désormais partie intégrante du programme ESA Earth Watch. Elle a pour objet le développement d'un microsatellite dédié à l'observation de l'ozone stratosphérique ainsi que de quelques autres gaz en traces qui affectent le climat et la qualité de l'air. L'équipe ALTIUS a terminé avec succès la phase préparatoire de l'activité et va dorénavant contribuer au développement final de la mission avec le coup d'envoi de la phase B2CD. Cette dernière aboutira au lancement du satellite en 2024.

Mesurer le champ électrique et magnétique grâce à un capteur combiné

Dans le cadre de la mission Comet Interceptor de l'ESA visant le survol d'une comète, l'IASB a conçu et construit un capteur combiné pour mesurer le champ électrique et magnétique. La combinaison de ces deux types d'instruments nécessitait des précautions particulières pour éviter que les deux capteurs n'interfèrent l'un avec l'autre. Comme c'est généralement le cas pour les applications spatiales, l'instrument devait être léger. Nos ingénieurs se trouvaient devant un problème de conception mécanique difficile… mais le travail a été accompli avec succès !



Daedalus : gestion du réchauffement pendant la plongée dans l'atmosphère

La mission Daedalus se propose d'étudier la haute atmosphère et la basse ionosphère de la Terre en plongeant dans l'atmosphère autour du périgée de son orbite et en remontant régulièrement pour compenser les pertes dues à la friction atmosphérique. L'IASB étudie un instrument pour cette mission : le capteur de vent neutre transversal (CWS). L'enjeu pour cette mission et cet instrument en particulier est de gérer le réchauffement dû à la friction atmosphérique à basse altitude. Un concept thermique intelligent aide à limiter la température de l'instrument.

La future station lunaire : une opportunité pour étudier la physique spatiale

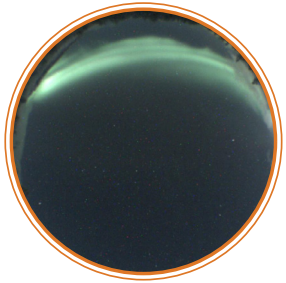
Dans la récente ruée vers la Lune, la NASA, l'ESA et d'autres agences spatiales prévoient de construire une petite station spatiale en orbite lunaire, le « Lunar Gateway », pour faciliter les excursions vers la surface. En raison de sa position intéressante sur une large orbite autour de la Lune, l'ESA a demandé à une équipe industrielle d'examiner si le Gateway serait un bon endroit pour héberger des instruments scientifiques pour étudier la physique des plasmas spatiaux. La réponse est un « oui » retentissant ! L'IASB a participé à cette étude.

SERVICES DE SUPPORT

EnVision : et si un nouveau voyage sur Vénus était possible ?

INGÉNIERIE

Il y a quinze ans, l'IASB a envoyé son premier instrument sur Vénus. Cet instrument, SOIR, était un spectromètre infrarouge à haute performance sur la mission Venus Express. Un consortium d'instituts de recherche européens et américains vient de proposer une nouvelle mission vers Vénus, dans le cadre de l'appel M5 de l'ESA pour des missions de taille moyenne: EnVision. VenSpec-H est l'instrument belge qui pourrait devenir le successeur de SOIR. Comme pour SOIR, le département d'ingénierie de l'IASB est étroitement impliqué dans la conception de VenSpec-H.



Mise en lumière des aurores boréales

INGÉNIERIE

Aux pôles de la Terre, le champ magnétique s'incurve jusqu'au sol. A ces endroits, on peut observer de merveilleux phénomènes, les aurores boréales (au pôle Nord) et les aurores australes (au pôle Sud). La recherche de ce phénomène se fait, entre autres, par le biais de la recherche de la polarisation de la lumière observée. À cette fin, le département d'ingénierie a développé, en collaboration avec la division «Limb Remote Sounding», un instrument polarimétrique, appelé ASPA.

Le défi d'optimiser l'utilisation du stockage de données scientifiques

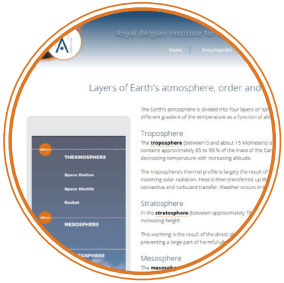
IT

Notre institut récupère en continu des mesures réalisées par des instruments de plus en plus nombreux et précis, mesures exploitées par nos scientifiques, lesquels produisent des analyses de plus en plus détaillées et davantage volumineuses. Pour permettre la bonne gestion continue des flux de données, du stockage croissant (équivalent à plus de cinq fois le catalogue Netflix et +10%/an) ainsi que de l'exploration des données (300.000.000 objets), un arsenal de techniques et de technologies doit être exploité. C'est un véritable défi !

Partager son savoir, partager sa passion

COMMUNICATION

L'IASB propose de nombreuses activités éducatives (stages d'étudiants, visites d'études, ...) et participe aussi à divers événements de promotion des sciences à l'initiative des Communautés, des autorités locales ou du monde académique. Depuis peu, des chercheurs collaborent au projet Prometeruse visant à sensibiliser des étudiants au problème du changement climatique. Présentations, ateliers et échanges avec une classe étrangère constituent les ingrédients de ce projet dans lequel l'IASB collabore avec plusieurs écoles à Bruxelles et en Flandre.



Le nouveau site web rencontre une large audience internationale

COMMUNICATION

En décembre 2019, l'IASB a mis en ligne son nouveau site web (www.aeronomie.be) avec un accent important sur l'éducation (explication de nos sujets de recherche), mais aussi sur la communication régulière des résultats importants de nos équipes scientifiques et d'ingénierie. Compte tenu du caractère (inter)national de nos partenariats, chaque page est disponible en anglais, français et néerlandais. Nous rédigeons, construisons, hébergeons et maintenons le site entièrement en interne.

Tout savoir sur l'Institut d'Aéronomie en moins de sept minutes!

COMMUNICATION

En 2019, le service communication de l'IASB s'est lancé le défi de réaliser un film de présentation attractif et dynamique. Ce film devait résumer, en moins de 7 minutes, le travail accomplis par nos chercheurs et nos services de support. Un an plus tard, nous sommes fiers d'annoncer que ce défi a été brillamment relevé grâce à la contribution de la firme Zen-it. Mais comme une image (et dans ce cas, un film) vaut mieux qu'un long discours, nous vous invitons à visionner ce film: https://www.youtube.com/watch?v=UqDs2T2jEGo

Digit-04: au cœur de l'histoire de l'IASB

COMMUNICATION

Dans le cadre du projet fédéral Digit-04, le département de la communication numérise tout le matériel visuel hérité des générations de scientifiques qui ont travaillé à l'Institut depuis ses débuts. Plus de 4100 photographies et diapositives de missions scientifiques et d'instruments du passé - allant des années 1960 au début des années 2000 - ont été récupérées, cataloguées et scannées afin de sauvegarder le patrimoine scientifique et humain de la perte ou de la dégradation, et dans le but de le rendre accessible au public à l'avenir.

BELGIAN USER SUPPORT AND OPERATIONS CENTRE

Plus de 2 ans de surveillance des orages depuis la station spatiale

Depuis avril 2018, l'observatoire ASIM surveille les orages presque sans arrêt depuis la Station spatiale internationale, afin de détecter les événements lumineux transitoires qu'ils peuvent produire dans la haute atmosphère; les aurores et d'autres phénomènes lumineux sont aussi analysés. Après deux ans et demi d'opérations continues, la mission qui devait durer deux ans, se poursuivra probablement jusqu'à fin 2022. Les observations et les données recueillies par les deux instruments à bord ont permis à l'équipe scientifique de déjà publier des articles scientifiques importants, faisant la une des magazines « Science » et « Nature ».

L'ébullition en microgravité dans une bouilloire high-tech

A bord de la Station spatiale internationale, les expériences se succèdent. Le 9 septembre 2019, après deux jours de préparation par l'astronaute Luca Parmitano, le laboratoire des sciences des fluides (FSL) était prêt à accueillir une nouvelle expérience. Il était temps que le conteneur expérimental « Reference mUltiscale Boiling Investigation » (RUBI) se mette à chauffer. Le but de cette expérience était d'étudier les phénomènes de base des processus de transfert de chaleur par ébullition sur une surface chauffante. Au B.USOC, les opérateurs ont travaillé sans relâche durant 6 mois effectuant pas moins de 2100 tests, chacun avec des paramètres différents.

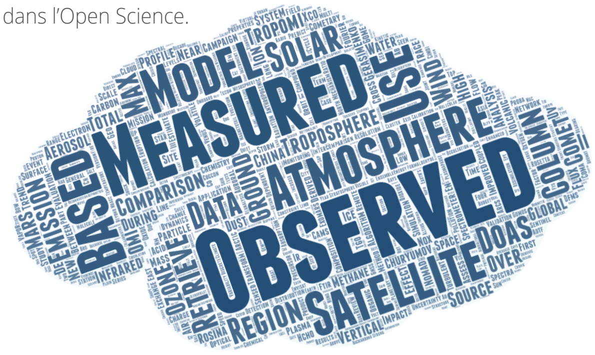
Sept mois à agiter des échantillons et à faire de la mousse à bord de l'ISS

Du 9 mars au 13 octobre 2020, le B.-USOC a mené l'expérience Foam Coarsening consacrée à l'étude des propriétés des mousses humides en microgravité à l'intérieur du laboratoire des sciences des fluides de la Station spatiale internationale. L'environnement en microgravité a permis d'étudier la physique mal connue des « mousses humides » sans l'effet drainant de la gravité qui, sur Terre, tire le liquide entre les bulles de mousse vers le bas.

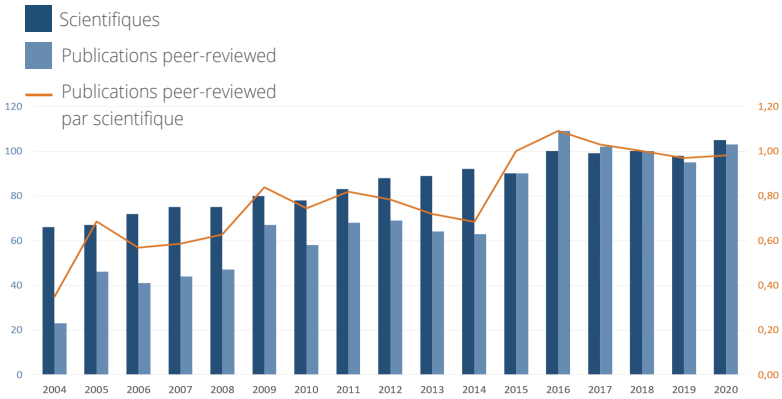
PUBLICATIONS

L'une des principales tâches du centre de documentation de l'IASB est de veiller à ce que les scientifiques de l'institut aient un accès rapide aux publications soutenant les recherches en cours. Cet accès est assuré par l'acquisition de licences auprès d'éditeurs universitaires et par l'achat de livres et d'articles. D'autre part, le centre de documentation est responsable de la diffusion des recherches de l'institut en archivant les publications des scientifiques dans le dépôt fédéral institutionnel en libre accès (OA) Orfeo: https://orfeo.kbr.be/. Les données de recherche créées par l'IASB reçoivent des identifiants d'objets numériques et sont propagées dans le dépôt de données de l'institut (https://repository.aeronomie.be/), soutenant ainsi les principes de l'Open Data. Le nombre croissant de publications OA évaluées par les pairs, qui atteindra 65% en 2020, reflète également l'engagement de l'IASB dans l'Open Science.

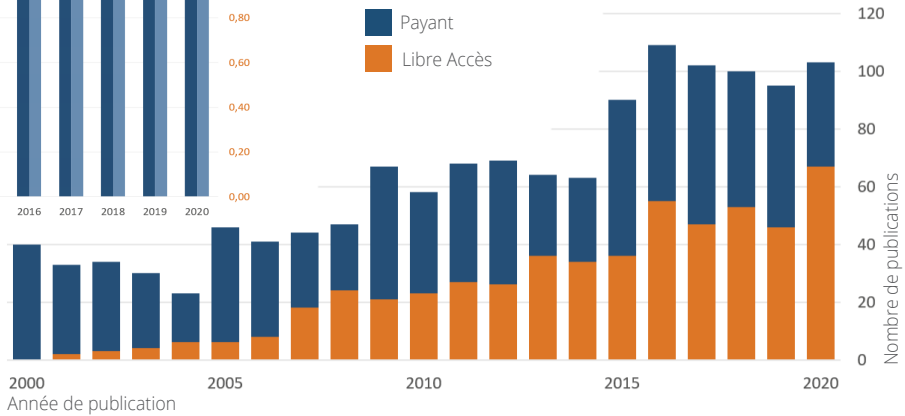
En 2019 et 2020, l'IASB a publié, au total, presque 200 articles peer-reviewed. Ce nuage de mots est créé sur base de leurs titres, la taille des mots correspondant au nombre de fois où ils apparaissent.



Publications peer-reviewed par scientifique



Évolution de publications peer-reviewed et publications en Libre Accès



L'HUMAIN ET LES CHIFFRES

Les chapitres précédents de ce rapport d'activités illustrent la grande variété des résultats obtenus par les scientifiques de l'IASB. Leurs activités reposent largement sur des services de support tels que l'ingénierie, l'informatique, la communication, l'administration et l'infrastructure. Si le nombre total d'employés est resté inchangé depuis 2018, la proportion de scientifiques a augmenté, tandis que le personnel de soutien (principalement dans les départements d'ingénierie et d'informatique) a proportionnellement diminué. C'est assez facile à expliquer. D'une part, il s'agit de professions en pénurie qui, même si le besoin est grand et même si nous en avons les moyens, sont très difficiles à pourvoir. D'autre part, les longues procédures SELOR pour ces profils non scientifiques jouent également un rôle.

Sur la figure (à droite) de la page 42, vous pouvez voir que la proportion d'employés contractuels parmi les scientifiques (72%) est beaucoup plus élevée que dans les services de soutien (47% pour l'informatique, 61% pour l'administration et 64% pour l'ingénierie/le personnel technique). Cela est dû au fait que de nombreux scientifiques sont rémunérés sur des projets financés par des fonds extérieurs.

Toutes les statistiques de ce rapport d'activités sont calculées au 31 décembre de l'année concernée et se basent sur le nombre d'effectifs et non pas sur les ETP (équivalent temps plein).

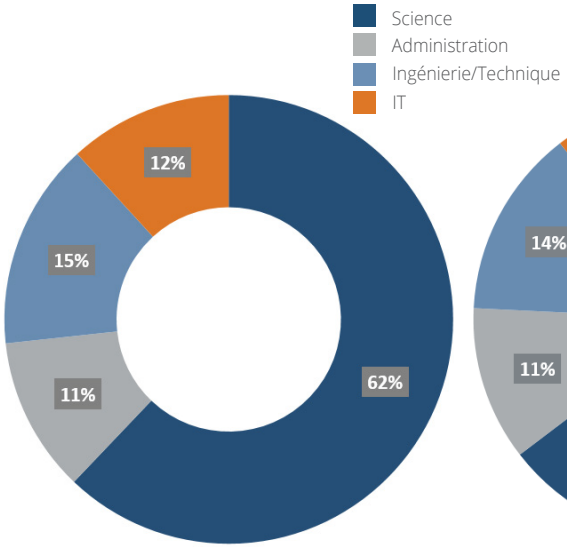
Profil informatique : Dans cette catégorie, en 2020, seuls 47% font partie du service de support informatique, qui fournit un soutien à l'ensemble de l'institut dans des domaines tels que l'infrastructure informatique, le réseau, l'informatique à haute performance, le stockage et la gestion des données. Les 53% restants sont payés sur des projets et travaillent au sein d'un service ou d'un projet spécifique.

Collaborateurs sous contrat externe : Dans un souci d'exhaustivité, nous tenons à mentionner que l'effectif de l'IASB a été complété par 3 collaborateurs sous contrat externe tant en 2018 qu'en 2020. En 2018, il s'agissait de 2 personnes avec un contrat egov et d'une personne qui dépendait de l'Observatoire royal de Belgique mais qui a été mise à la disposition du B.USOC; en 2020, il s'agissait d'une personne avec un profil egov et de 2 personnes avec un contrat FNRS. Ces personnes n'ont pas été incluses dans nos graphiques.

Docteurs en sciences : Le personnel de l'IASB se caractérise par un pourcentage élevé de docteurs. À la fin de 2020, pas moins de 81 des 161 membres du personnel (50%) étaient titulaires d'un doctorat. La grande majorité d'entre eux sont des scientifiques. En effet, 78% des 104 scientifiques ont obtenu un doctorat et 4% préparent actuellement une thèse de doctorat.

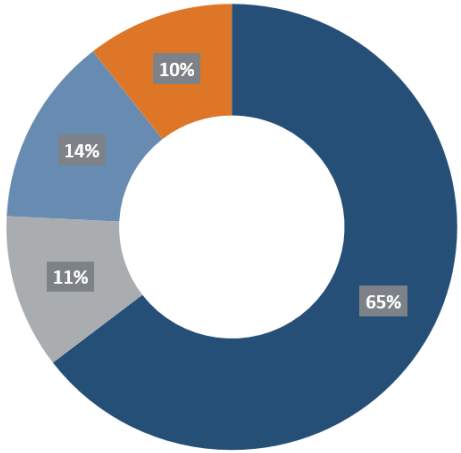
EFFECTIF 2018

100% = 161



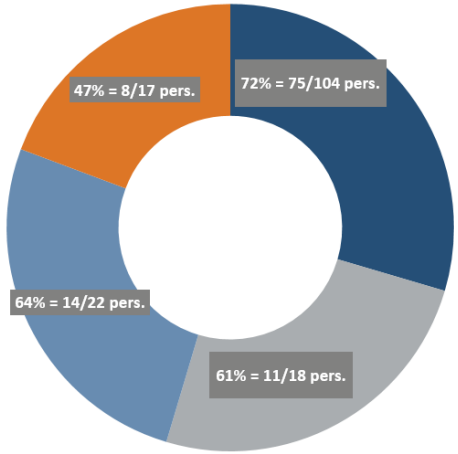
EFFECTIF 2020

100% = 161



EFFECTIF 2020

Pourcentage du personnel contractuel par catégorie



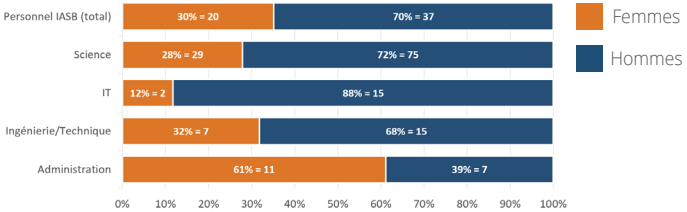
PROMOUVOIR LES FEMMES DANS LES (GÉO)SCIENCES : OBSERVER, ANALYSER, AGIR

Bien que leur nombre soit en augmentation, les femmes sont encore sous-représentées dans la recherche STEM et leur potentiel n'est pas suffisamment reconnu et pris en compte. Pourtant, des études montrent que la diversité renforce le dynamisme de la recherche et est essentielle pour relever correctement les défis sociétaux tels que le changement climatique. L'IASB s'engage à promouvoir les femmes dans les sciences et certaines membres du personnel participent à la recherche sur la diversité dans les géosciences. L'objectif est de parvenir à un meilleur équilibre et à la pratique inclusive de la science dans toute sa richesse.

RÉPARTITION SELON LE GENRE SUR LE LIEU DE TRAVAIL

Par catégorie

A la fin de 2020, 30% du personnel de l'institut sont des femmes. Les chiffres suivants montrent que les scientifiques des STEM sont encore majoritairement des hommes. Seuls 28% des scientifiques sont des femmes, 12% des informaticiens et 32% des ingénieurs et techniciens. Il convient de noter que 4 des 7 personnes de ce dernier groupe sont des femmes de ménage, qui ne devraient pas être comptabilisées dans la catégorie des emplois STEM. En revanche, avec 61%, les femmes sont majoritaires dans l'administration.



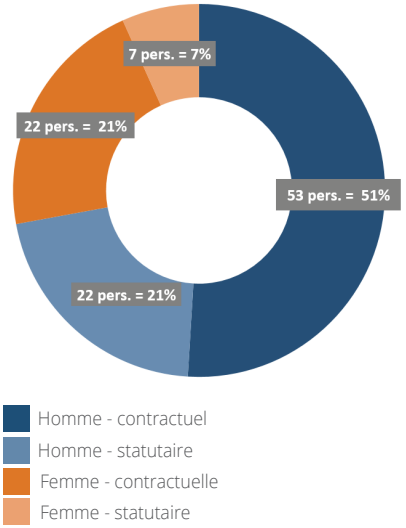
Par niveau de leadership

Lorsque l'on tente de promouvoir l'égalité entre les sexes, il est important de jeter un coup d'œil à la position des femmes dans les postes de direction. A la fin de 2020, à travers les différents niveaux de la hiérarchie dans notre institut, 9 postes de leadership sur 31 (soit 29%) sont occupés par des femmes. Consultez notre rapport d'activités en ligne, pour y trouver l'organigramme de l'institut et plus de détails sur la répartition du genre.

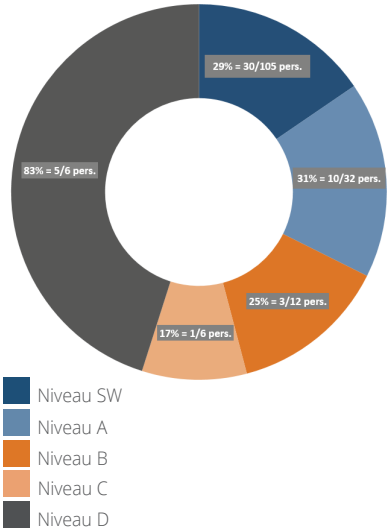
Par statut et niveau

Plus de la moitié des scientifiques de l'Institut sont des hommes contractuels. Lorsqu'on regarde les niveaux (SW, A, B, C, D), on retrouve le plus grand pourcentage de femmes dans le niveau D. Il s'agit principalement de femmes de ménage. Dans le niveau C, on retrouve principalement des assistants techniques et administratifs masculins. Dans les niveaux plus élevés (SW, A et B) les pourcentages de femmes varient entre 25 et 31%.

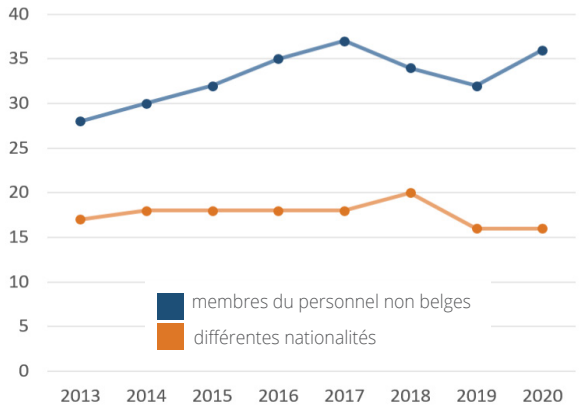
Répartition des scientifiques par statut et par sexe, en 2020



Pourcentage des femmes/total par niveau en 2020



RÉPARTITION PAR NATIONALITÉ



L'IASB est fier de sa reconnaissance internationale et de son environnement de travail, lui aussi, international. Fin 2020, 36 personnes de nationalité étrangère (soit 22% du personnel) travaillent à l'institut. L'institut compte 16 nationalités différentes (dont la nationalité belge). Hormis deux collègues américains et deux chinois, les membres du personnel sont tous de nationalité européenne.

Nationalité du personnel en 2020

Belgique	France	Pays-Bas	Italie
Grèce	Espagne	Portugal	Royaume-Uni
Allemagne	Rép. tchèque	Roumanie	Ukraine
Chine	Chypre	États-Unis	Danemark

COMPTABILITÉ ET GESTION DES CONTRATS

Parmi tous les ESF, c'est à l'IASB que la proportion du budget en provenance de projets concurrentiels est la plus grande (63%). Il s'agit de projets financés par des organisations telles que l'ESA, EUMETSAT, la Commission européenne et (dans une mondre mesure) des fonds de recherche nationaux.

Avec une contribution de respectivement 42% et 28% du financement de projets externes, l'ESA et PRODEX (ESA) sont les sources de revenus les plus importantes pour l'institut, suivi par le financement EU (essentiellement H2020) avec 19%.

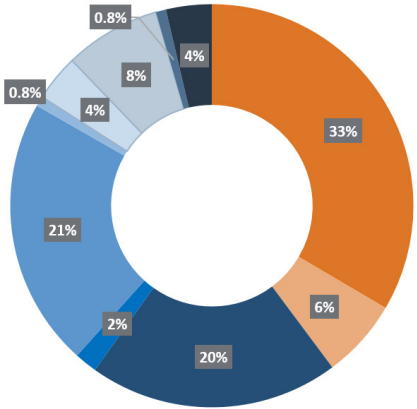
PROJETS EN COURS PAR SOURCE DE FINANCEMENT

	2018	2019	2020
Dotation			
STCE			
ESA	27	28	32
FNRS & FWO	4	4	3
PRODEX	11	9	11
Recettes commerciales			
Subvention fédérale	21	22	16
EU	13	7	10
EUMETSAT	2	2	2
ECMWF	6	6	5

RECETTES PAR SOURCE

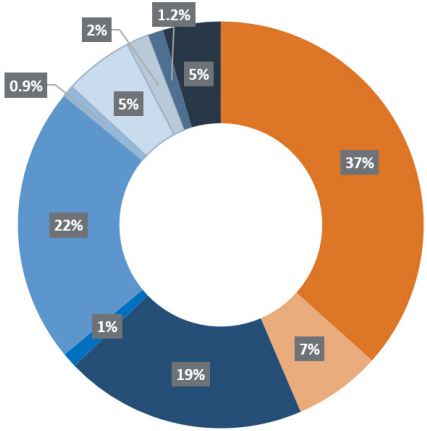
2018

100% = € 14 773 390



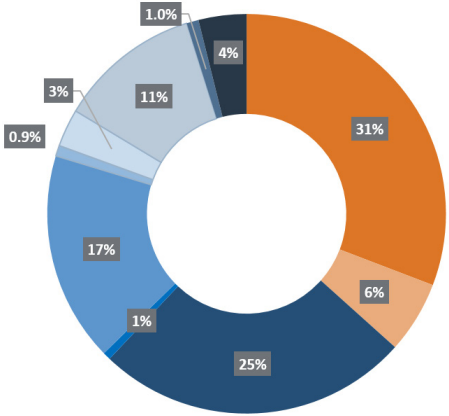
2019

100% = € 13 499 762



2020

100% = € 16 255 094



PROGRAMMES ET PROJETS INTERNATIONAUX

La reconnaissance de l'expertise des scientifiques de l'IASB s'exprime par la représentation du personnel dans les comités de programme internationaux, les comités consultatifs scientifiques, les panels d'évaluation et les groupes d'experts.

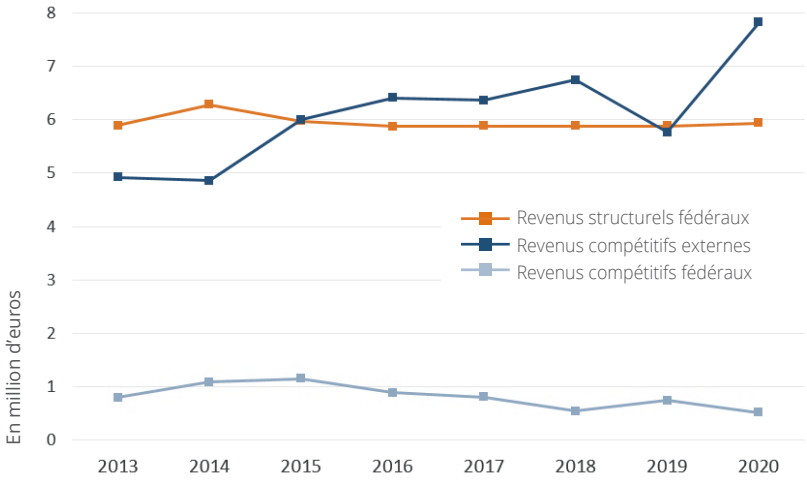
L'IASB est également partenaire, voire coordinateur, de nombreux projets internationaux. Par exemple, l'IASB comptait un total de 78 projets en cours en 2019 et 79 en 2020. Le département Contract Management, une équipe de deux personnes, assure la gestion financière, contractuelle et administrative de tous ces projets, en concertation avec les responsables scientifiques, bien sûr.

Dans les nuages de mots ci-contre, il parait évident que nous avons le plus de partenariats avec nos pays voisins : l'Allemagne, les Pays-Bas, la France et la Royaume Unie. A côté des partenaires internationaux fréquents, comme le KNMI aux Pays-Bas, la DLR et le IUP-UB en Allemagne et le FMI en Finlande, nos partenaires nationaux apparaissent aussi clairement. Ces partenaires nationaux sont les universités comme UGent, KU Leuven, ULB, ULiège (anciennement ULg), UCL, mais également nos voisins sur le Pôle Espace : l'Observatoire royal de Belgique (acronyme anglais : ROB) et l'Institut Royal Météorologique de Belgique (acronyme anglais : RMI).

Ces nuages de mots montrent les pays et les partenaires avec lesquels nous coopérons dans le cadre de projets, la taille des mots indiquant le nombre de partenariats (jusqu'à un maximum de 75 partenariats avec des partenaires allemands, et jusqu'à un maximum de 15 partenariats avec le KNMI).

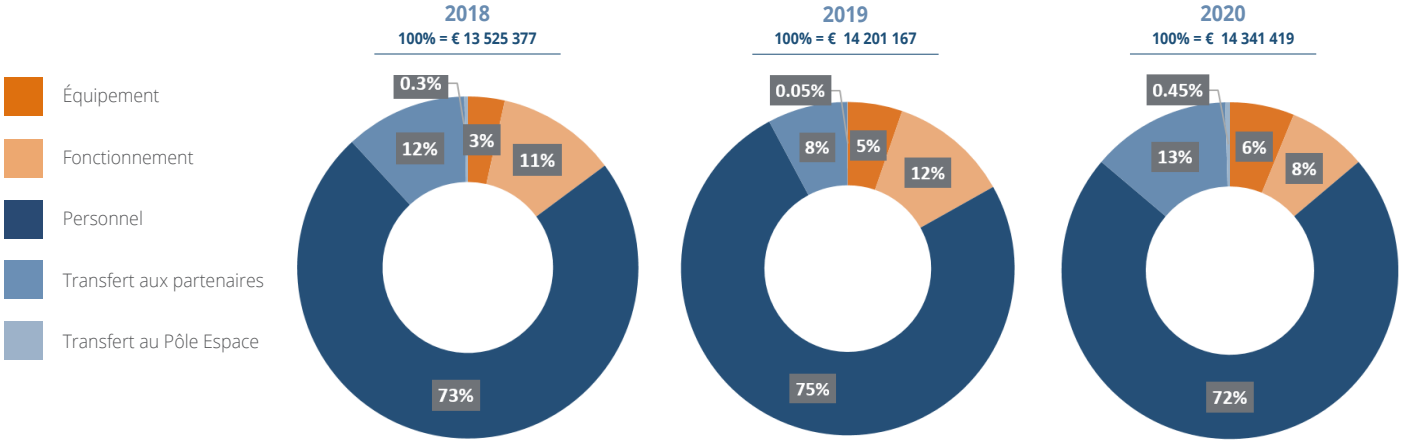
EVOLUTION DES DIFFÉRENTS TYPES DE REVENUS

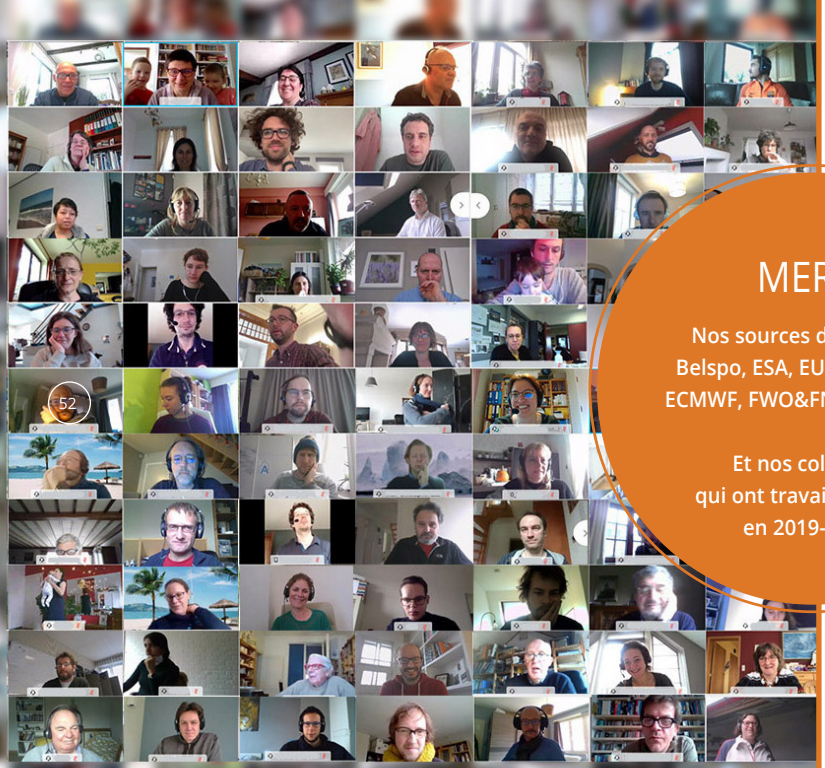
L'IASB est soutenu de manière structurelle par la Politique Scientifique Fédérale par le biais de la dotation et du Centre d'Excellence Solaire-Terrestre (STCE). Depuis 2018, l'enveloppe du personnel est incluse dans la dotation globale. Depuis lors, les coupes dans les fonds de fonctionnement se sont multipliées afin de maintenir le niveau actuel des effectifs statutaires. Les revenus concurrentiels fédéraux non structurels (par exemple BRAIN, FED-tWIN, etc.), malgré une légère augmentation en 2019, sont en baisse constante depuis 2015 en raison de la diminution des opportunités. Cependant, nous remarquons une forte augmentation des revenus provenant de concours externes, ce qui indique un engagement actif au sein de l'institut pour compenser la baisse des ressources nationales par la recherche de financements externes avec une concurrence intensive.



DÉPENSES PAR CATÉGORIE

Les chiffres suivants montrent immédiatement que la grande majorité de nos dépenses (> 70%) est consacrée au personnel. Le personnel de l'IASB est de plus en plus financé par des projets externes. Suite à la crise COVID-19, qui a fortement limité les voyages, on a pu épargner du budget sur le fonctionnement, qui a été investi dans de l'équipement scientifique.





Réunions en période COVID

MERCI

Nos sources de revenus:
Belspo, ESA, EU, EUMETSAT, ECMWF, FWO&FNRS, PRODEX.

Et nos collègues qui ont travaillé à l'IASB en 2019-2020:

Amelynck Crist
Anciaux Michel
Aoki Shohei
Arijs Yenn
Aubry Aurélien
Baker Noel Catherine
Bauwens Maite
Beeckman Bram
Berkenbosch Sophie
Berthelot Antonin
Bevernaegie Jessica
Bingen Christine
Boca Gheorghina
Bogaerts Brigitte
Bolsée David
Bonnewijn Sabrina
Botek Edith
Brenot Hugues
Brouckmans Kristien
Brun Nicolas
Bulcke Johan
Calders Stijn
Calegaro Antoine
Callewaert Sieglinde
Cambier Pascale
Cardoen Pepijn
Cessateur Gael
Chabanski Sophie
Chabrillat Simon
Christophe Yves
Cierkens Jana
Cisneros Miriam
Clairquin Roland
Compernolle Steven
Counerotte Frédéric
Crosby Norma
Da Pieve Fabiana
Daerden Frank
Darrouzet Fabien
De Brouwer Benedicte
De Donder Erwin
De Grave Charlotte
de Harenne Christina
De Keyser Johan
De Mazière Martine
De Pauw Samuel
De Ridder Sven
De Rudder Anne
De Smedt Isabelle
Debosscher Jonas
Dekemper Emmanuel
Demoulin Philippe

Depiesse Cédric
Dhooghe Frederik
Dierckxsens Mark
Dils Bart
Dimitropoulou Ermioni
Dohogne Yves
Echim Marius
Egerickx Tom
Errera Quentin
Erwin Justin Tyler
Fayt Caroline
Fedullo Leonardo
Ferriere Olivier
Fonteyn Dominique
Franssens Ghislain
Fratta Stéphanie
Friedrich Martina
Fussen Didier
Gaffé Dominique
Gerard Pierre
Geunes Yves
Granville José
Gunell Karl Nils Herbert
Hamdaoui Mohamed
Haumont Etienne
Helderweirt Anuschka
Hemerijckx Geert
Hendrick François
Hermans Christian
Heymans Carine
Hrsak Dalibor
Hubert Daan
Iterbeke Philippe
Jacobs Lars
Kalb Nathalie
Keppens Arno
Kruglanski Michel
Kumps Nicolas
Lambert Jean-Christopher
Lamort Lucie
Lamy Hervé
Langerock Bavo
Leclere Fabienne
Lefebvre Arnaud
Lefever Karolien
Lerot Christophe
Letocart Vincent
Liber Corentin
Litefti Karim
Maes Jeroen
Maggiolo Romain
Mahieux Arnaud
Marcourt Loïck
Martinez Ana
Massano Cristina
Mateshvili Nina
Merlaud Alexis
Messios Neophytos
Michel Alice
Middernacht Michael
Minganti Daniele
Minion Jean Louis
Moreau Didier
Muller Alexis
Müller Jean-François
Nay Maïté
Neary Lori
Neefs Eduard
Nerovali Cüneyt
Noel Christian
Ooms Tim
Opacka Beata
Pauwels Dirk
Pawlak Jordan
Pereira Nuno
Piccialli Arianna
Pieck Gerry
Piens Matthias
Pieroux Didier
Pierrard Viviane
Pinardi Gaia
Poraicu Catalina
Queirolo Claudio
Ranvier Sylvain
Rasoanaivo Aina
Rasson Olivier
Ristic Bojan
Robert Charles
Robert Séverine
Santos Branca Claudia
Sathiyananthan Viththakhan
Sayyed Umar
Schoon Niels
Scolas Francis
Sha Mahesh Kumar
Somerhausen André
Somers Tim
Sotiriadis Sotiris
Soumaré Ablaye
Stavrakou Trissevgeni
Tack Frederik
Teunissen Jos
Theys Nicolas
Thomas Ian
Trompet Loïc
Van den Wyngaert Guido
van Gent Jeroen
Van Laeken Lionel
Van Opstal Albert
Van Roozendael Michel
Vandaele Ann Carine
Vandenbussche Sophie
Vanhamel Jurgen
Vanhellemont Philip
Vasquez Michel
Verbracke Fabian
Verhoelst Tijl
Verreyken Bert
Vigouroux Corinne
Viscardy Sébastien
Vispoel Bastien
Vlietinck Jonas
Voytenko Yuriy
Willame Yannick
Wilquet Valérie
Yang Yang
Yu Huan
Zhou Minqiang
Zychova Lenka

Les images de ce rapport annuel ont été fournies par:

>>

L'Agence spatiale européenne (ESA)
La National Aeronautics and Space Administration (NASA)
L'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)

This annual report is also available in English.
Dit jaarverslag is eveneens beschikbaar in het Nederlands.

Cette brochure montre en un coup d'œil dans quels projets fascinants l'IASB a été impliqué en 2019-2020. Nous vous invitons à explorer ces sujets et à apprendre à mieux connaître l'Institut sur notre site:

www.aeronomie.be/rapportannuel

BIRA_IASB Aeronomy
@bira_iasb
@IASB.BIRA
@BIRA_IASB