

71

mai-juin-juillet  
2024

# SCIENCE connection

LE MAGAZINE DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE FEDERALE



La Politique scientifique fédérale, outre la Direction générale 'Recherche et Spatial' et les Services d'appui, regroupe des Établissements scientifiques fédéraux et des Services de l'État à gestion séparée.



Archives générales du Royaume  
Archives de l'État dans les provinces  
[www.arch.be](http://www.arch.be)

**KBR** Protégeons le temps

Bibliothèque royale de Belgique  
[www.kbr.be](http://www.kbr.be)



Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique  
[www.fine-arts-museum.be](http://www.fine-arts-museum.be)

**A&H**

Musées royaux d'Art et d'Histoire  
[www.mrah.be](http://www.mrah.be)



Institut royal du Patrimoine artistique  
[www.kikirpa.be](http://www.kikirpa.be)



Institut royal des Sciences naturelles de Belgique /  
Muséum des Sciences naturelles  
[www.sciencesnaturelles.be](http://www.sciencesnaturelles.be)

**AFRICA** museum

Musée royal de l'Afrique centrale  
[www.africamuseum.be](http://www.africamuseum.be)

**Belnet**

[www.belnet.be](http://www.belnet.be)



Observatoire royal de Belgique  
[www.astro.oma.be](http://www.astro.oma.be)



Institut royal météorologique de Belgique  
[www.meteo.be](http://www.meteo.be)



Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique  
[www.aeronomie.be](http://www.aeronomie.be)



Planétarium de l'Observatoire royal de Belgique  
[www.planetarium.be](http://www.planetarium.be)

# Sommaire

05

Les 242 dernières exécutions en Belgique - La justice militaire et les exécutions après la Seconde Guerre mondiale

10

Belgian Science for Climate Action - Résumé de la première conférence

12

Soapbox Science Brussels - Des femmes scientifiques dans les rues de Bruxelles

16

Les mineurs du futur - Des géologues belges testent des robots miniers

20

Participation fédérale aux programmes européens de recherche et d'innovation : un soutien renouvelé

24

Le projet VAMOS

28

Les observatoires de l'extrême au Chili - Visite aux observatoires de l'ESO

32

La Belgique signe les Artemis Accords

33

Le trafic Internet sur la plateforme BNIX a augmenté de 36 %

34

Les Archives de l'État à Arlon dans un nouvel écrin

39

Le premier Conseil de biologie Solvay

42

Observer l'intérieur des volcans grâce à la télédétection

44

Musée sur mesure

48

Une belle nébuleuse et une étoile magnétique nées d'une collision entre deux étoiles

# Éditorial

En lisant les différentes contributions de ce numéro, j'ai été frappé par la diversité et l'importance de nos activités. Nous soutenons les chercheur-euse-s au niveau fédéral dans la mise en place de collaborations internationales : c'est l'une des causes de cette excellence, mais pas la seule.

Comme vous le découvrirez, nos historien-ne-s fouillent le passé. Ainsi, nous comprenons mieux la période turbulente de la répression d'après-guerre. En même temps, nous offrons de meilleures conditions de travail pour la recherche historique, avec un nouveau bâtiment pour les Archives de l'État à Arlon.

Pendant ce temps, l'impressionnant trafic de données de notre pays transite chez nous : l'année dernière, le trafic sur la plateforme belge d'Internet de Belnet a augmenté de 36 %. La forte augmentation pendant la période du COVID semble se confirmer.

Avec une géologue de l'Institut des Sciences naturelles, nous regardons sous terre, dans une mine de plomb abandonnée en Slovénie, où est testé un robot qui pourrait à l'avenir prendre la relève des humains dans des travaux dangereux et insalubres.

Nous rendons ensuite visite à nos chercheur-euse-s dans les observatoires d'astronomie du désert chilien. Les chercheur-euse-s de l'Observatoire royal de Belgique dévoilent des nébuleuses d'étoiles. Lors de la prochaine expédition à laquelle participera notre Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique, nous obtiendrons des réponses à la question de savoir pourquoi Vénus est acide (ou du moins l'atmosphère qui l'entoure).

Nos scientifiques observent également depuis l'espace : des satellites aident à prédire le 'comportement' des volcans. Dans le cadre de cette exploitation de l'espace, le Secrétaire d'État à la Politique scientifique et moi-même avons signé les accords Artemis en janvier, pour une utilisation pacifique et transparente des ressources de notre système solaire.

Le Centre belge du Climat continue de sensibiliser aux conséquences du réchauffement climatique sur l'habitat et la santé mais aussi sur notre système économique et social.

Enfin, dans ce numéro, vous découvrirez deux initiatives qui rapprochent la science du public : des scientifiques, avec des chercheuses du plateau d'Uccle comme figures de proue, expliquent, de façon compréhensible des questions difficiles aux passant-e-s au cœur de Bruxelles ; des caisses à savon sont leur estrade, un peu à la manière du Speakers' Corner au Hyde Park à Londres. Les Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique gèrent le 'Musée sur Mesure', qui propose des visites guidées aux personnes porteuses d'un handicap (y compris visuel), aux personnes souffrant de problèmes mentaux et aux patient-e-s recevant des soins palliatifs.

Ce large éventail d'initiatives merveilleuses me rend fier et heureux.

Bonne lecture !

Arnaud VAJDA  
Président du Comité de Direction  
de la Politique scientifique  
fédérale (Belspo)



# Les 242 dernières exécutions en Belgique La justice militaire et les exécutions après la Seconde Guerre mondiale

Élise Rezsöhazi, Dimitri Roden, Stanislas Horvat et Dirk Luyten

**Entre novembre 1944 et août 1950, 242 personnes (241 pour collaboration et 1 pour crimes de guerre) ont été exécutées en Belgique après avoir été condamnées à mort par un tribunal militaire et sans que le chef de l'État n'ait accordé sa grâce. Ces exécutions sont exceptionnelles dans l'histoire de la justice belge : 242 exécutions en moins de six ans, contre environ 80 seulement au cours des 110 années qui ont précédé 1940. En effet, depuis 1863, à l'exception d'une vingtaine de militaires ou d'espions pendant la Première Guerre mondiale, il était de tradition de ne pas appliquer la peine de mort. Aucune peine de mort n'a été exécutée sur le territoire belge après 1950. Le projet BRAIN-be 2.0 'Postwarex', qui s'est achevé à l'automne 2023 par la publication d'un ouvrage en français et en néerlandais s'est intéressé à ces '242 dernières exécutions' sous l'angle de la justice militaire.**

Postwarex, un projet mené via un partenariat entre les Archives de l'État/CegeSoma et l'École Royale Militaire, est parti du constat que des mythes subsistent toujours autour de ces 242 exécutions. Elles sont aussi souvent réduites à des cas emblématiques comme Irma Laplasse, Leo Vindevogel, Theo Brouns ou José Streel, alors qu'ils ne sont pas représentatifs de l'ensemble du groupe. Des recherches partielles avaient déjà été faites mais dresser un tableau aussi complet que possible ne pouvait se faire qu'à partir des archives de la justice militaire, l'une des principales instances du processus qui a conduit aux exécutions. Depuis leur transfert complet aux Archives de l'État, ces archives sont désormais accessibles à la recherche scientifique.

Postwarex avait pour objectif de retracer le plus fidèlement possible l'histoire des 242 exécutions, principalement à partir des archives de la justice militaire, et de répondre à la question de savoir quel rôle exact la justice militaire y a joué et de quelle manière elle l'a rempli. Pour ce faire, la recherche s'est penchée sur les dossiers judiciaires individuels des exécutés et sur les archives de l'auditorat général. Ces archives donnent un bon aperçu du fonctionnement interne de cette composante importante de la justice militaire et de ses relations avec les autres acteurs concernés, en premier lieu les ministres de la Justice successifs, qui ont joué un rôle central dans la politique de grâce parce qu'ils étaient politiquement responsables des décisions du chef de l'État.

Une personne devant être exécutée est conduite au poteau d'exécution.  
Un ministre du culte pouvait également assister à l'exécution.  
(Photo Archives Justice Militaire AGR2)



## Des rôles divergents pour la justice militaire

Dans le processus menant à une exécution, la justice militaire remplit différents rôles : décider, conseiller et exécuter. La condamnation à mort constitue la première étape. C'est la justice militaire qui décide. Le ministère public détermine qui est poursuivi et pour quels délits la peine de mort est requise. Les conseils de guerre et les cours militaires prononcent la sentence définitive, qui peut encore faire l'objet d'un pourvoi en cassation. Dès lors que l'arrêt ou le jugement est définitif, il ne reste plus que le recours en grâce auprès du chef de l'État. À ce stade, la justice militaire n'a qu'un rôle consultatif : pour chaque demande de grâce, l'auditorat général émet un avis, qui n'est toutefois pas contraignant. Si la demande est rejetée, la justice militaire reprend la main. L'audi-

teur militaire doit s'assurer que la peine de mort est effectivement exécutée et qu'elle l'est dans la dignité et la sérénité.

## Les 242 personnes exécutées : un profil

Les dossiers individuels des 242 personnes exécutées contiennent de nombreuses informations sur le profil de ce groupe, tant en ce qui concerne leur personne que les délits pour lesquels elles ont été condamnées. L'enquête a permis de faire un certain nombre de constats frappants. La grande majorité des personnes sont des hommes : le groupe ne compte que quatre femmes. En termes de langue, un peu plus de la moitié (132) ont choisi le français dans la procédure judiciaire. 123 exécutions ont eu lieu en Wallonie, 14 à Bruxelles et 105 en Flandre. L'hypothèse selon laquelle les exécutions ont principalement eu pour cible des collaborateurs

Le droit de grâce est une prérogative du chef de l'État. Après la libération, c'était le prince régent Charles, ici lors de sa prestation de serment. (Photo n°163793, tous droits réservés CegeSoma/Archives de l'État)





L'auditeur général Walter-Jean Ganshof van der Meersch (debout) lors d'une séance solennelle de la Cour militaire. Ce personnage puissant, qui incarnait en quelque sorte la justice militaire, est entré en conflit avec plusieurs ministres de la Justice en raison de leur politique de grâce à l'égard des condamnations à mort. (Photo n°95237, tous droits réservés CegeSoma/Archives de l'État)

flamands n'est donc pas correcte. Quant au profil social, il est très diversifié : outre des journalistes, des médecins et des avocats, il y a aussi des ouvriers et des dockers. Néanmoins, il y a une surreprésentation de personnes peu instruites, ce qui n'est pas si surprenant étant donné le contexte social de l'époque - l'enseignement n'est obligatoire que jusqu'à l'âge de 14 ans. À l'exception d'un petit groupe au profil politique (comme Vindevogel ou Streeel), la grande majorité s'est rendue coupable de collaboration directe avec les Allemands (souvent dans le cadre d'un emploi salarié allemand), de poursuite ou de dénonciation, d'agression ou de meurtre, ou encore d'appartenance à l'une des nombreuses forces de police allemandes. La grande majorité des personnes exécutées a donc du 'sang sur les mains'. En fonction du type de collaboration, la plupart des personnes ont été condamnées pour collaboration politique ou militaire et pour dénonciation souvent même pour ces différents types de collaboration combinés. Parmi les collaborateurs militaires se trouvent des volontaires du Front de l'Est, mais ce qui est frappant, c'est qu'ils ont surtout été lourdement condamnés pour des crimes qu'ils avaient commis en Belgique, comme, par exemple, la chasse aux réfractaires au travail (obligatoire). Les personnes condamnées à la peine de mort et exécutées ont eu, au cours de la procédure, toutes les possibilités de se défendre et d'épuiser les voies de recours : plus de 90 % des personnes exécutées ont introduit un pourvoi en cassation. Il

est même possible d'introduire un recours en grâce à plusieurs reprises. À chaque fois, l'auditeur général formule un avis, y compris de sa propre initiative si aucune demande de grâce n'a été introduite.

## Champs de tension

Postwarex a cherché à comprendre ce que signifiait les exécutions pour la justice militaire. L'exécution constitue la sanction la plus lourde pour les faits de collaboration, mais il n'y a pas eu de réflexion ou de discussion préalable sur l'exécution de la peine de mort au sein de la justice militaire. Dans les milieux gouvernementaux belges à Londres en 1942, on supposait que la peine de mort serait prononcée et exécutée, l'auditeur général Walter-Jean Ganshof van der Meersch n'y voyait pas de problème particulier. Une fois la politique de répression mise en œuvre, l'auditorat général n'a pas non plus émis de lignes directrices à l'intention des auditeurs pour réclamer la peine de mort ou formuler des recommandations en matière d'avis de grâce. Ces derniers n'ont pas non plus été utilisés dans un but d'uniformisation ou comme instruments d'atténuation de la peine. Bien qu'il n'y ait pas eu de contrôle centralisé, la jurisprudence et les avis de l'auditeur général ont permis de dégager une tendance. Les exécutions n'étaient pas réservées aux crimes commis par les hauts



Les décisions de grâce prises par le chef de l'État devaient être couvertes par le ministre de la Justice, qui était donc impliqué dans les décisions de grâce. En raison de l'instabilité gouvernementale, les ministres de la Justice se succédaient rapidement. Un de ceux qui a exercé la fonction le plus longtemps est Paul Struye. Il démissionne en 1948 suite à la contestation de sa politique de grâce au parlement.  
(Photo n°163742, tous droits réservés CegeSoma/Archives de l'État)

responsables de la collaboration ou les dirigeants politiques des mouvements collaborationnistes, comme on pourrait le penser dès lors que l'exécution est considérée comme le châtement ultime sur l'échelle de gravité des crimes commis. Il n'y a pas non plus de lien avec la spécificité du nazisme, comme la persécution des Juifs. En revanche, les exécutions ont été réservées à des crimes particulièrement lourds, dont la gravité était démontrée par la spécificité de chaque affaire. Les exécutions étaient généralement appliquées en cas de collaborations multiples, les auteurs étant responsables de la mort, de mauvais traitements graves infligés à des concitoyens et concitoyennes ou les ayant fait vivre dans un climat de peur et de terreur, ou les ayant poursuivis dans le cadre d'un service de police (allemand).

Les ministres de la Justice, impliqués dans la décision finale de mise en œuvre ou non de la peine de mort par le biais de la procédure de grâce, ont insisté au fil du temps à l'élaboration de lignes directrices définissant les crimes précis pour lesquels l'exécution était appropriée. L'auditeur général Ganshof van der Meersch n'avait pas abordé cette question, pas plus qu'il n'avait voulu élaborer des lignes directrices générales pour formuler des avis sur les demandes de grâce. Cette réserve était une question de crédibilité institutionnelle. Si des critères généraux avaient été proposés pour déterminer les circonstances dans lesquelles la peine de mort devait être mise en œuvre, on risquait de créer une 'troisième instance d'appel' en plus de l'appel et du pourvoi en cassation. De plus, des critères généraux auraient porté atteinte à la spécificité de chaque cas qui s'était trouvé au cœur du procès et des avis de l'auditeur général, qui examinait chaque cas individuellement en réponse à un recours en grâce. Cette 'troisième instance d'appel' aurait pu également nuire à la crédibilité de la justice militaire : l'utilisation de critères généraux comme lignes directrices aurait pu avoir pour effet que les décisions d'un tribunal militaire, pour lesquelles l'auditeur général n'aurait trouvé aucune raison spécifique d'accorder la grâce après examen individuel de son avis, ne seraient néanmoins pas mises en œuvre. C'était à éviter dans un contexte de restauration de l'autorité de l'État après la Libération, dès lors qu'il s'agissait de crimes particulièrement graves, la population s'attendait à des exécutions. L'auditeur général Ganshof

van der Meersch a souvent utilisé cet argument à l'encontre des ministres de la Justice qui, selon lui, prenaient trop de temps pour décider d'accorder la grâce, laissant à la population le sentiment que les décisions des juges en matière de peine de mort n'étaient pas exécutées.

Les relations entre l'auditeur général Ganshof van der Meersch et les ministres de la Justice successifs ont été assez conflictuelles, surtout à partir d'avril 1946, lorsque les ministres n'ont plus suivi systématiquement l'avis de l'auditeur général. Les nombreux changements ministériels ont entraîné des retards dans les décisions de grâce, la décision ou non de l'accorder étant prise par le ministre en personne. Comme il s'agissait littéralement d'une question de vie ou de mort, les ministres ne souhaitaient pas laisser cette décision à l'administration. Cela impliquait qu'en cas de changement de ministre, le nouveau venu devait prendre connaissance des dossiers, ce qui entraînait des retards. La chute du gouvernement a également retardé la prise de décision : jusqu'à la formation d'un nouveau gouvernement, le ministre de la Justice ne prenait pas de décision pour des dossiers aussi lourds. Bien que Ganshof van der Meersch ait été mécontent de la lenteur du processus décisionnel, les changements ministériels lui ont donné l'occasion de soulever à nouveau les dossiers en suspens avec le nouveau ministre de la Justice et de défendre sa politique. Dans l'ensemble, il semble que Ganshof van der Meersch ait adopté une attitude proactive à l'égard des ministres de la Justice, ce qui lui a permis d'exercer au maximum ses pouvoirs de conseiller. La lenteur du processus décisionnel s'explique également par l'absence d'agenda contraignant pour le processus décisionnel en matière de grâce, étant donné qu'une décision de ce type ne devait pas être prise dans un délai déterminé après le dépôt de la demande. C'est ainsi que les dossiers ont commencé à s'empiler laissant la place à la comparaison entre eux. C'est alors devenu l'un des arguments pour établir des critères généraux qui permettent de les évaluer entre eux.

Lorsque Paul Van der Straeten succède à Ganshof van der Meersch au printemps 1947, les relations avec les ministres de la Justice deviennent moins conflictuelles. Il semble disposé à réexaminer les affaires en cours en concertation avec le ministre de la Justice. En 1947, le contexte plus large de la répression a également changé : la guerre est terminée depuis un peu plus longtemps, on glisse d'une répression sévère et rapide à une répression plus douce. Dès 1946, la jurisprudence devient moins sévère, y compris pour les profils condamnés à la peine de mort. Cependant, la peine de mort et la clémence restent une pomme de discorde politique, comme en témoigne la démission du ministre social-chrétien, Paul Struye, en novembre 1948, suite à la contestation au parlement de sa politique en matière de grâce.



Les exécutions ont fait l'objet d'une certaine publicité, notamment par l'affichage public des condamnations à mort, comme ici à Anvers. (Photo Archives Justice Militaire AGR2)

## Exécution des condamnations à mort

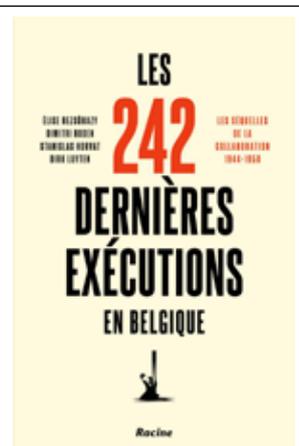
La préservation de la crédibilité institutionnelle de la justice militaire est également essentielle dans la mise en œuvre de la peine de mort, qui, comme le prescrit la loi, doit se faire sous la forme d'une exécution. Le but de l'exécution n'est pas seulement de s'assurer que les décisions de la justice sont mises en œuvre, c'est aussi l'occasion d'établir un lien avec la population. L'auditeur général émet des directives précises sur l'organisation et l'encadrement de ces exécutions, complétant les lois et règlements plutôt sommaires. Cette procédure vise à garantir la dignité, la sérénité et l'uniformité des exécutions. Les directives de l'auditeur général décrivent la procédure en détail, depuis l'annonce du rejet du recours en grâce au condamné jusqu'à la destination du cercueil. La réglementation relative à la publicité revêt une importance particulière. D'une part, il faut veiller à ce qu'il soit évident que des exécutions aient effectivement lieu. Les condamnations à mort sont dès lors affichées plusieurs jours à l'avance et l'ensemble de la procédure d'exécution est photographiée. D'autre part, il faut éviter les effets de sensations et les curiosités indésirables. C'est la raison pour laquelle la publicité des exécutions est strictement encadrée, par le choix du lieu d'exécution, qui doit être préservé d'un trop grand intérêt public, et par la régulation de la présence de la presse. Des communiqués de presse sont établis, la presse est informée assez tardivement de l'heure exacte d'une exécution et il est interdit de prendre des photos. Néanmoins, ces mesures n'ont pas pu empêcher la parution occasionnelle d'articles 'indésirables' dans un journal.

Les auditeurs militaires ont organisé et dirigé les exécutions mais se sont appuyés sur d'autres instances pour les mener à bien, comme la gendarmerie, qui a fourni les pelotons d'exécution. Ce qui est frappant, c'est que les auditeurs militaires et l'auditeur gé-

néral ont souvent eu du mal à obtenir la coopération souhaitée de la part des autres instances et autorités. Alors que l'indignation suscitée par les crimes commis par les exécutés était grande et que l'attente d'une partie de la population quant à l'exécution des peines de mort était réelle, l'exécution effective s'est avérée être un processus qui a suscité la répulsion sociétale.

### Plus

Élise Rezsöhazy, Dimitri Roden, Stanislas Horvat, Dirk Luyten, *Les 242 dernières exécutions en Belgique. Les séqueles de la collaboration, 1944-1950*, Bruxelles, Racine, 2023, 333 p. Le livre peut être commandé via [cegesoma@arch.be](mailto:cegesoma@arch.be) au prix de 27,99 euros plus frais d'envoi.



### Les auteurs

Élise Rezsöhazy (Archives de l'État/CegeSoma-UCLouvain), Dimitri Roden (ERM-Archives de l'État/CegeSoma-UGent), Stanislas Horvat (ERM - VUB), Dirk Luyten (Archives de l'État/CegeSoma).

Traduction : Isabelle Ponteville et Chantal Kesteloot (Archives de l'État/CegeSoma)



© BCC

# Belgian Science for Climate Action

## Résumé de la première conférence

Matthias Meersschaert

**L**es 19 et 20 février 2024, le Centre belge du Climat a organisé la première édition du colloque *Belgian Science for Climate Action* à la Maison de la Poste à Bruxelles. Le thème de ce colloque inaugural était 'Extrêmes climatiques : causes et conséquences'.

Pendant deux jours, environ 400 scientifiques, universitaires, décideurs et représentants du secteur privé se sont réunis pour participer à des ateliers, des débats et des sessions scientifiques qui, ensemble, ont donné une bonne idée de la richesse et de la diversité de la recherche belge sur le climat. C'était la première fois qu'un événement sur le climat de cette ampleur et avec des participants aussi divers était organisé en Belgique.

Le changement climatique devrait accroître à la fois la fréquence et l'intensité des extrêmes climatiques, tels que les sécheresses graves, les canicules et les inondations. Ces événements peuvent avoir de profondes répercussions sur la société et les écosystèmes, il est donc urgent d'en comprendre de mieux en mieux les causes, les risques et les conséquences. Pour mieux anticiper ces événements, les décideurs politiques et le secteur privé ont de plus en plus besoin d'une science cli-

matique exploitable et d'un transfert efficace de ces différentes connaissances.

C'est précisément pour informer sur l'état actuel de la science climatique en Belgique et souligner son importance que plus de 70 chercheurs, scientifiques, décideurs politiques et représentants des secteurs public et privé ont pris la parole au cours des 18 sessions parallèles et des 5 conférences dont le colloque était constitué. Les informations échangées au cours de ces deux jours ne pouvaient être résumées de manière détaillée dans cet article, mais voici quelques informations que nous avons récoltées lors des différentes sessions :

- Au cours de la session sur les canicules et les extrêmes climatiques marins, nous avons appris qu'avec le réchauffement actuel de 1,2°C par rapport aux niveaux préindustriels, nous nous rapprochons dangereusement des points de bascule pour les calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique occidental. La poursuite du réchauffement augmentera cette probabilité et pourrait également déclencher des points de bascule dans l'Antarctique oriental. Le franchissement de ces points de bascule entraînerait une élévation du niveau de la mer de plusieurs mètres sur des centaines, voire des milliers d'années.



© BCC

- Le changement climatique aura un impact sur de nombreux secteurs et de nombreux aspects de notre vie quotidienne, par exemple, sur l'infrastructure énergétique. La Belgique est un pionnier dans le domaine de l'énergie éolienne en mer. Notre production est la quatrième plus importante au monde. L'énergie renouvelable est une pierre angulaire de la transition vers le 'net zéro'. Cependant, le réchauffement climatique pourrait entraîner une augmentation des périodes de vent faible (et donc de faible production éolienne), en particulier l'automne, pour la mer du Nord et la Manche.
- Lors de la session sur les villes, les panélistes ont discuté de l'impact du changement climatique sur les zones urbaines. Celles-ci connaîtront notamment des augmentations des températures locales de +1,5°C et 2°C plus rapidement que d'autres zones. Par exemple, la température moyenne estivale prévue pour Bruxelles augmentera de 3,6°C à 4,1°C dans le cadre de l'accord de Paris. Il est donc important de prendre des mesures d'adaptation dans les villes. En outre, la science montre clairement que les zones urbaines sont des lieux d'innovation, d'adaptation, d'atténuation et de développement durable.
- La session sur la santé physique et mentale a abordé à la fois les impacts du changement climatique sur la santé humaine et la manière de favoriser les changements de comportement nécessaires à la transition climatique. L'importance des facteurs co-bénéfiques des changements de comportement a été soulignée : certains choix (comme faire du vélo ou manger moins de viande) contribuent non seulement à réduire les émissions, mais aussi à améliorer la santé. Nous avons également appris l'importance des mots que nous utilisons. Un orateur a souligné que pour convaincre quelqu'un de manger plus durablement, il est plus efficace d'utiliser le mot 'sain', ce à quoi un autre chercheur a ajouté que pour convaincre quelqu'un de manger sainement, il est plus efficace d'utiliser 'délicieux'.
- La session sur l'assurance des risques climatiques a mis en évidence le fait que le secteur de l'assurance subit déjà l'impact du changement climatique. Les demandes d'indemnisation liées aux catastrophes naturelles augmentent de 7 % chaque année. Globalement, au cours des cinq dernières années, le secteur de l'assurance a enregistré une facture cumulée de 100 milliards d'euros pour les dommages causés par les catastrophes naturelles. Dans le scénario d'un réchauffement de 1,5°C, le secteur de l'assurance s'attend à une augmentation de 20 % des coûts liés aux demandes d'indemnisation liées au changement climatique. Dans un scénario de réchauffement de 2°C, ce pourcentage serait 50 % plus élevé qu'aujourd'hui.

Parallèlement, une session de posters (et un concours) s'est déroulée sur les deux jours. Sur les 80 projets présentés, un jury a sélectionné 3 gagnants :

- Olivia Raspoet, ULB, *The basal thermal state of the Antarctic ice sheet*
- Seppe Lampe, VUB, *Global burned area increasingly affected by climate change*
- Eva Beele, KULeuven, *Urban forests or urban savannas? Tailoring cooling strategies to spatial and temporal variability in urban environments*

Plusieurs participants ont fait part de leur enthousiasme à l'égard de la conférence et des organisateurs.

*'Le lieu, l'environnement, les participants, le format et la qualité des interventions (scientifiques et artistiques) étaient exceptionnels. Je n'aurais pas pu imaginer un meilleur événement de lancement un an seulement après la création du Centre climatique. C'était un événement inspirant et motivant qui a montré tout le potentiel que nous avons en Belgique'.*

- François Massonet, UCLouvain

Pour plus d'info sur le Centre Belge du Climat, ses activités ainsi que sur la conférence, surfez sur [www.climatecentre.be](http://www.climatecentre.be).

## L'auteur

Matthias Meersschaert est gestionnaire de la communication au Centre belge du Climat.



© BCC

# Soapbox Science Brussels

## Des femmes scientifiques dans les rues de Bruxelles

Lê Binh San Pham, Arianna Piccialli, Christine Bingen, Marie Yseboodt et Caroline Jonas

**S**ur une place publique, des femmes en blouse blanche, juchées sur des petits podiums, s'adressent à leurs audiences improvisées. Tout autour d'elles s'affairent des personnes en t-shirts, certaines d'entre elles hélant les passants. Une manifestation politique? Un racolage publicitaire? Non, pas du tout. Il s'agit simplement d'un événement Soapbox Science. L'équipe de Soapbox Science Brussels va nous parler de cette initiative qui existe depuis plusieurs années en Belgique.

### *Qu'est-ce que Soapbox Science ?*

C'est une initiative qui met en avant des femmes et personnes non-binaires scientifiques sur les places publiques. Des chercheuses parlent de leur travail aux passants sur des podiums de fortune (des caisses à savon, ou 'soapbox' en anglais), avec leurs voix non amplifiées et quelques accessoires. Ce concept suit le modèle des Speakers' Corners du Hyde Park à Londres, où tout le monde peut s'adresser au public sur différents sujets. Justement, Soapbox Science (<http://soapboxscience.org/>) a été fondée à Londres en 2013 par deux chercheuses, Seirian Sumner et Nathalie Pettolelli. Cette initiative s'est ensuite répandue internationalement, avec des événements Soapbox Science dans

Événement Soapbox Science Brussels en 2021, avec Dr Alice Mouton de l'ULiège comme oratrice.  
© Soapbox Science Brussels



plus de 50 villes dans le monde. Depuis 2019, nous organisons un événement annuel à Bruxelles.

**Parlez-nous de vous. Pourquoi voulez-vous organiser des événements Soapbox Science à Bruxelles ?**

Nous sommes une équipe dévouée et motivée de chercheuses et chargées de communication impliquées dans les sciences. Pour l’instant, nous sommes cinq, venant de l’Observatoire royal de Belgique, de l’Institut royal d’Aéronomie Spatiale de Belgique et de la KU Leuven. Pour nous, les sciences, la médiation scientifique et la mise en valeur des femmes et personnes non-binaires scientifiques sont des choses très importantes. Avant la création de notre groupe, il n’y avait pas eu d’événement Soapbox Science ou équivalent en Belgique. Nos événements bruxellois sont donc les tout premiers dans notre pays.

**Pourquoi cette focalisation sur les femmes scientifiques ?**

Même s’il y a plus de chercheuses qu’il y a cent ans, elles restent encore une minorité dans le monde scientifique, et c’est encore plus vrai quand on monte en grade et ancienneté. Les chiffres du rapport *She figures 2021 - European Commission*<sup>(1)</sup> le montrent clairement (voir Figure ci-dessous). Pour les pays de l’Union européenne, les femmes constituent 37 % des porteur-ses de doctorat en sciences et ingénierie, mais seulement 19 % de professeur-es ordinaires ou grade équivalent. La Belgique ne diffère pas beaucoup de la moyenne européenne. Il y a en effet une fuite des cerveaux féminins au cours de la carrière scientifique. Une des raisons possibles est due aux stéréotypes concernant les femmes, l’intelligence et les sciences et au manque de modèle de femmes scientifiques aux yeux du public, en particulier des petites filles (voir par exemple Miller et al. 2018<sup>(2)</sup> et Storage et al. 2020<sup>(3)</sup>). En amenant les femmes scientifiques dans les rues, nous espérons changer la perception des gens.



Événement Soapbox Science Brussels en 2023, avec Kawtar El Abdellati de l’UAntwerpen comme oratrice. © Soapbox Science Brussels

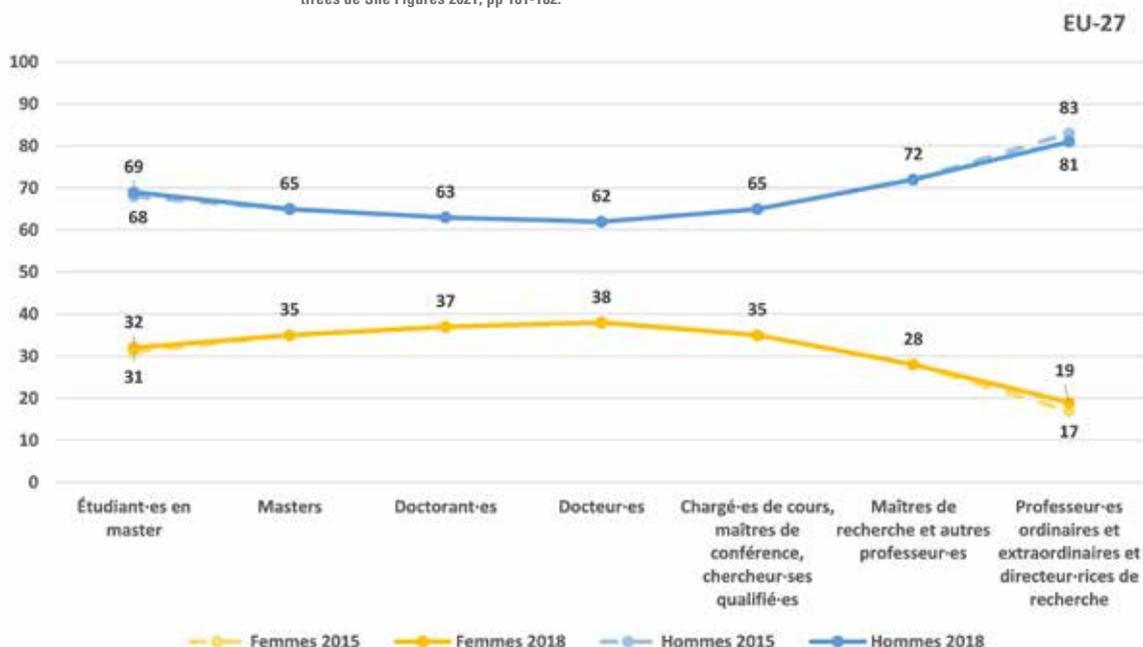
**Vous parlez aussi de mettre en valeur des personnes non-binaires.**

Les événements Soapbox Science mettent en valeur les femmes, mais nous incluons également les femmes trans et les personnes non-binaires, celles qui ne s’identifient pas dans la binarité des genres hommes-femmes. Les femmes trans et les personnes non-binaires sont sujettes à des discriminations particulières (voir Richey et al., 2020<sup>(4)</sup>). Lutter contre ces discriminations est essentiel, et en leur donnant la parole, Soapbox Science souhaite participer à leur représentativité et leur visibilité dans l’espace public.

**Quels types de recherches sont présentés durant un événement Soapbox Science ?**

Les domaines de recherche des chercheuses sélectionnées sont très variés dans les STEMMS (sciences naturelles, technologies, ingénierie, mathématiques et médecine). Par exemple ces dernières années, les oratrices nous ont parlé de sujets très variés tels que le changement climatique, les étoiles de mer et autres animaux, la lutte contre le cancer, la déformation de l’espace-temps ou les nouveaux matériaux.

Proportion (%) d’hommes et de femmes dans une carrière académique typique en sciences et ingénierie, étudiant-es et personnel académique, UE-27, 2015-2018. Données tirées de She Figures 2021, pp 181-182.





Événement Soapbox Science Brussels en 2022, avec Yohalie Kalukula de l'UMons comme oratrice.  
© Soapbox Science Brussels

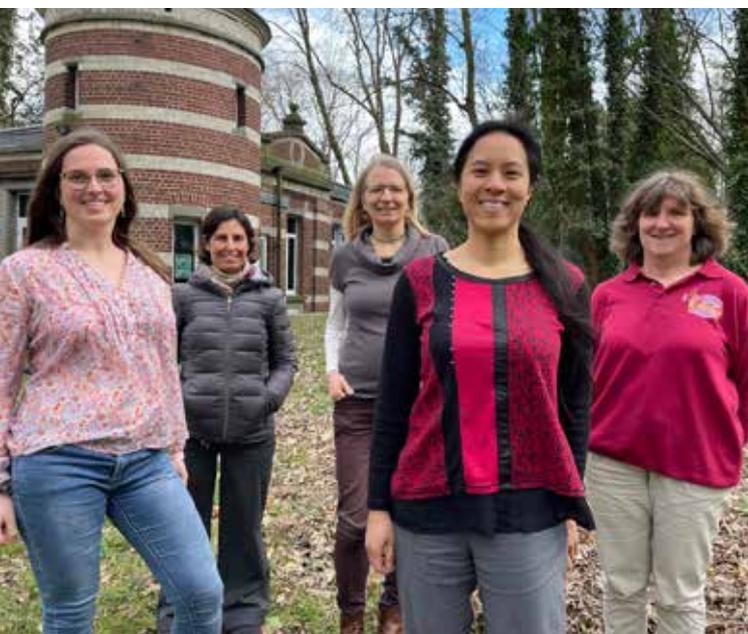
### Où et quand ont lieu les événements Soapbox Science à Bruxelles ?

Nous avons déjà organisé quatre événements à Bruxelles. Ils ont lieu chaque année, un samedi vers la fin du mois de juin durant l'après-midi. Notre premier événement, en 2020, avait cependant dû se dérouler en ligne à cause des restrictions liées à l'épidémie de COVID-19. Ces restrictions ont heureusement pu se relâcher par après, et, depuis 2021, nous avons pu organiser des événements sur place, deux fois à la Place de la Bourse et une fois au Carrefour de l'Europe à Bruxelles. Nous sommes en train d'organiser notre événement qui aura lieu le samedi 29 juin 2024 après-midi. Il aura lieu à la place de la Monnaie.

### Un dernier mot ?

Nous sommes très motivées pour la préparation de notre événement de 2024, mais la récolte de fonds nécessaires est un défi récurrent, qui prend beaucoup de temps en plus de l'organisation proprement dite. Par conséquent, la charge de travail commence à nous peser. Nous recrutons pour le moment de nouveaux membres pour notre organisation. Hommes ou femmes, scientifique ou non, tout le monde est le bienvenu, tant qu'il ou elle a la motivation et le temps pour se consacrer à l'organisation de Soapbox Science Brus-

Les organisatrices de Soapbox Science Brussels avec (de gauche à droite) Caroline Jonas, Arianna Piccialli, Marie Yseboodt, Lê Binh San Pham et Christine Bingen.  
© Soapbox Science Brussels



sels. Si vous voulez vous joindre à Soapbox Science Brussels, n'hésitez pas à nous contacter sur [soapboxsciencebrussels@oma.be](mailto:soapboxsciencebrussels@oma.be) !

### Notes

- (1) [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/she-figures-2021\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/she-figures-2021_en)
- (2) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29557555/>
- (3) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022103120303607?via%3Dihub>
- (4) <https://baas.aas.org/pub/2019i0206/release/1>

## Les auteures

**Dr Lê Binh San Pham**, coordinatrice de l'équipe Soapbox Science Brussels. Docteure en sciences des planètes et chargée de communication à l'Observatoire royal de Belgique. Passionnée par la science et aime partager la science avec les autres.

**Dr Arianna Piccialli**, chercheuse en atmosphères planétaires à l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique. Passionnée par les planètes, notre système solaire, la vulgarisation scientifique, la diversité et l'inclusion.

**Dr Christine Bingen** étudie la composition atmosphérique à l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique. Les sujets qui lui tiennent à cœur sont la sensibilisation du public, les questions climatiques et la promotion de l'inclusion et de l'égalité des sexes.

**Dr Marie Yseboodt**, scientifique à l'Observatoire royal de Belgique, qui étudie la rotation et l'intérieur de Mars, de Mercure et des satellites de glace. Lors d'événements de vulgarisation, elle aime expliquer le système solaire aux enfants qui ont toujours 1000 questions.

**Dr Caroline Jonas**, chercheuse en cosmologie théorique à la KU Leuven, où elle tente de percer les mystères de l'univers primitif. Elle croit fermement au pouvoir des modèles dans le domaine des sciences et aime communiquer sa passion pour les sciences.

## Plus

**Email** : [soapboxsciencebrussels@oma.be](mailto:soapboxsciencebrussels@oma.be)

**Site web** : <https://soapboxsciencebrussels.oma.be/>

**Facebook** : <https://www.facebook.com/SoapboxScienceBrussels>

**X** : @SoapboxscienceB

**YouTube** : [bit.ly/SoapboxScienceYouTube](https://bit.ly/SoapboxScienceYouTube)

**Instagram** : <https://www.instagram.com/soapboxsciencebrussels/>



# 2030 horizon

POWERED BY LOTERIE NATIONALE ~ NATIONALE LOTERIJ

vous invite aux

## MIDIS DÉCOUVERTES

à partir du 16/05.

Venez profiter d'une conférence scientifique accessible en plein air, dans le cadre unique du Cinquantenaire.



loterie  
nationale  
loterij

BIEN PLUS QUE JOUER  
MEER DAN SPELEN

Infos sur : [www.horizon2030bxl.be](http://www.horizon2030bxl.be)



La mine de Mežica est un endroit idéal pour tester les capteurs du robot minier.  
© Siska Van Parys, Institut des Sciences naturelles

# Les mineurs du futur

Siska Van Parys

## Des géologues belges testent des robots miniers

**D**es géologues de l'Institut des Sciences naturelles se sont aventurés sous terre, dans l'ancienne mine de Mežica en Slovénie. Pendant une semaine, ils y ont testé les capteurs de leur robot minier bio-inspiré, capable de détecter de fines veines de minerai dans la roche. 'Une révolution technologique est en cours dans le secteur minier.'

Je rencontre Christian Burlet, géologue à l'Institut des Sciences naturelles. Il veut me parler d'un projet minier européen auquel il participe avec sa collègue géologue Giorgia Stasi. Quand je pense à l'exploitation minière, des mots comme 'sale', 'lourd', 'malsain' et 'd'autrefois' me viennent à l'esprit. Je ne comprends donc pas immédiatement ce que Christian peut y trouver - je le vois plutôt comme un inventeur, un génie de la technologie. Il pourrait fabriquer à l'aide d'une imprimante 3D et d'un tas de fils électriques une nouvelle machine capable d'aller sur Mars ou dans les profondeurs des fonds marins. Je partage mes pensées avec lui. 'Tu n'es pas la seule', me rassure-t-il. 'La plupart des gens ont une idée fautive de ce que représente aujourd'hui l'exploitation minière. C'est un secteur qui est en pleine révolution technologique. Et c'est à cela que nous voulons contribuer : à la mine du futur.'

Les téléphones et les ordinateurs portables, les voitures électriques, les éoliennes et les panneaux solaires contiennent tous des métaux extraits des mines. 'Actuellement, nous importons la grande majorité de nos matières premières critiques de l'extérieur de l'Europe. Mais ce n'est pas parce que nous ne les avons pas ici. Les gens ne s'en rendent pas compte, mais il y a tout un stock de métaux juste sous nos pieds !', poursuit Christian Burlet avec passion. 'Certains se trouvent dans de petites mines abandonnées et inondées, dont l'exploitation n'est pas rentable avec les méthodes actuelles. Il faut donc trouver un moyen d'extraire les minerais de manière précise, avec le moins de déchets possible, dans des conditions sûres et avec un impact minimal sur l'environnement. Nous ne sommes pas encore prêts pour cela, mais des projets comme le nôtre tentent de préparer le terrain.' Et à quoi alors ressemble la mine du futur ? 'Notre projet s'appelle ROBO-MINERS : ça le résume assez bien. Nous voulons développer des robots capables de creuser des galeries de manière autonome, de sélectionner les minerais intéressants en cours de route, puis de les ramener à la surface. Dans notre mine, il y aura une multitude de petits robots, et plus aucun être humain ne devra aller sous terre.'

## Pas de passage

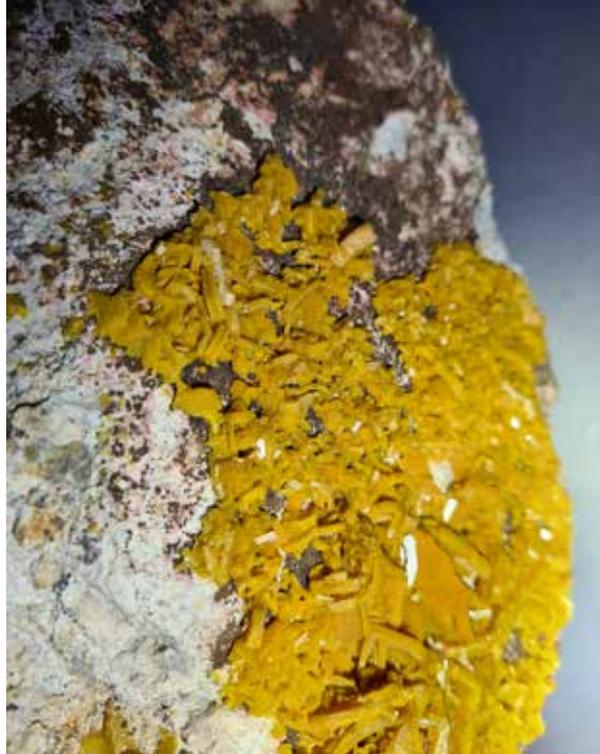
Deux semaines plus tard, c'est le moment. Nous partons en Slovénie pour la dernière grande étape du projet : tester les capteurs dans une vraie mine. Christian Burlet et Giorgia Stasi sont déjà sur place et viennent nous chercher à l'aéroport de Ljubljana. 'C'est vraiment excitant,' commence Giorgia, pendant qu'elle nous aide à charger nos valises dans le coffre. 'Jusqu'à maintenant, nous n'avions testé nos instruments qu'en laboratoire. La question est de savoir s'ils résisteront aux conditions difficiles de la mine.' Nous poursuivons notre route vers Mežica (prononcé : *medjitsa*), un ancien village de mineurs où l'on a exploité le plomb durant des siècles. De manière un peu trop directe, je demande s'il est vraiment nécessaire de venir jusqu'ici - en Belgique, nous avons aussi d'anciennes mines, non ? Giorgia ne se laisse pas facilement démonter. 'Nous visons des petites veines avec des minerais hautement concentrés, difficiles à extraire. En Belgique, il y en a beaucoup, mais ces mines sont trop instables ou complètement inondées. Ici à Mežica, la mine est même accessible aux touristes.' 'Il y a des toilettes et une bouilloire pour le thé !', ajoute Christian avec enthousiasme.

Nous traversons des champs de maïs en direction de la frontière autrichienne, que nous devons franchir à deux reprises - entrer, sortir - pas d'autre option avec une chaîne de montagnes pile sur la frontière. Mais lorsque nous devons pénétrer le col de la montagne, une barrière blanche et rouge avec des lumières clignotantes nous fait obstacle. '*Ni prehoda*', pas de passage. Que faire ? C'est la seule route. Derrière nous, quelques autres voitures s'arrêtent également : après un court échange, l'une d'entre elles s'avère être celle du maire de Mežica. Il explique qu'en raison des fortes inondations de l'été dernier, des arbres sur le bord de la route sont devenus instables et qu'il est probable que certains soient encore tombés sur la chaussée. Quelques appels téléphoniques plus tard, il annonce : 'Ils viennent ouvrir !' On peut passer, mais rapidement. En convoi, nous entrons dans le col, par des routes sinueuses qui sont en effet bordées de troncs d'arbres à moitié coupés. Deux heures plus tard que prévu, nous arrivons à la chèvrerie où nous passerons les nuits cette semaine, après de longues journées sans lumière sous terre. Quel endroit idyllique ; quel contraste avec les gadgets de haute technologie que nos géologues vont tester ces prochains jours.

*'Dans la mine du futur, il y aura une multitude de petits robots, et plus aucun être humain ne devra aller sous terre.'*

## Tirs au laser

La mine se trouve sous la Peca (prononcé : *petsa*), une montagne faisant partie des Karawanken, une chaîne de montagnes des Alpes orientales de l'Autriche et de la Slovénie. Elle est mondialement connue pour ses riches gisements de wulfénite, un minéral plombifère jaune à rouge orangé. La plupart des musées d'histoire naturelle possèdent au moins un spécimen issu de Mežica dans leur collection. Le plomb et le zinc sont extraits ici depuis le 15<sup>ème</sup> siècle, et peut-être même à l'époque romaine. Aujourd'hui, dans la



La mine de Mežica est mondialement célèbre pour sa wulfénite.  
© Siska Van Parys, Institut des Sciences naturelles

montagne de Peca, on peut uniquement faire du kayak souterrain et du VTT. La mine n'est plus active depuis 1994, mais on y accède toujours exactement de la même manière qu'il y a cinquante ans : avec un petit train en bois. Le conducteur du train, Miran Prost, est lui-même un ancien mineur. Il transporte maintenant des touristes au sein de la mine (et cette semaine, des scientifiques !). Le voyage est infernal : quinze longues minutes dans l'obscurité totale, dans un petit wagon fermé pour se prémunir des chutes de pierre. On pourrait envisager un moment de recueillement ou en profiter pour bavarder avec son voisin. Impossible : le bruit est assourdissant. Une fois arrivés, nous nous trouvons à six cents mètres sous la roche. 'Heureusement que c'est solide !', plaisante Prost. Malgré tout, je resserre le harnais de mon casque.

Giorgia dirige le bras robotique avec des électrodes vers la paroi rocheuse.  
© Siska Van Parys, Institut des Sciences naturelles



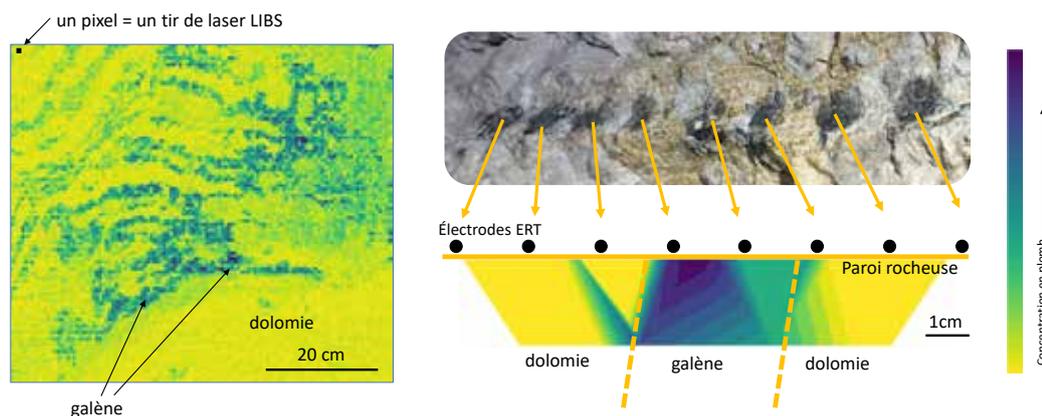


Le géologue Christian Burllet serre une minuscule vis.  
© Siska Van Parys, Institut des Sciences naturelles

Christian et Giorgia commencent à installer leurs capteurs. 'Nous sommes responsables des yeux et des oreilles du robot,' explique Giorgia. 'Je travaille avec un bras robotique sur lequel est fixé un module qui nous permet de voir ce qui se trouve derrière la paroi rocheuse,' dit-elle en tenant une console de jeu PlayStation en main. Avec celle-ci, elle contrôle le bras et place les 'doigts', les capteurs, sur la paroi rocheuse. 'Je n'aurais jamais pensé que mes compétences de 'gameuse' seraient utiles en tant que géologue !' Après dix minutes d'intense concentration, elle réussit à presser fermement les huit 'doigts' contre la paroi. Soulagement ! Ce contact est essentiel, car l'étape suivante consiste à envoyer de l'électricité au travers de la roche et à mesurer la réponse avec le module ERT (ERT en anglais signifie Tomographie de Résistivité Électrique). 'Chaque minéral a sa propre résistivité caractéristique, qui indique à quel point il résiste au courant électrique qui le traverse. La roche est ici composée de dolomite, avec des veines noires et jaunes, de la galène et de la sphalérite. La galène

contient du plomb et la sphalérite du zinc. En envoyant de l'électricité à travers la paroi rocheuse, on peut cartographier où les veines minéralisées continuent plus profondément dans la roche.' Ainsi, le robot recueille des informations pour décider dans quelle direction il doit continuer à creuser. 'Maintenant, on doit attendre une demi-heure pendant que la machine ERT fait son travail. Je vais nous préparer un thé pour nous réchauffer !'

Il fait en effet froid ici sous terre, environ dix degrés. Un peu de mouvement peut aussi faire des merveilles, alors je pars à la recherche de Christian, qui travaille quelque part avec son laser. Lampe frontale réglée au maximum, je descends l'escalier de fer. Mes pas résonnent dans l'immense puits qui semble infini. La mise en garde du conducteur Miran est encore toute fraîche dans ma mémoire : 'Faites attention à ne pas vous perdre. Il y a ici mille kilomètres de tunnels sur dix-neuf étages. Après plus de quarante ans, je retrouve mon chemin partout, mais pas vous.' Juste au moment où je commence à me demander si je ferais mieux de retourner chercher du renfort, j'entends au loin un son rassurant : *tatatata-miiiiiiii-tatatata-miiiiiiii* - le laser ! Petit passage à gauche, je me baisse un instant et fais attention au profond abysse - que peut-il y avoir là en bas ? - je tourne à gauche à nouveau, et au loin, je peux le voir se déplacer de gauche à droite : une grande créature verte montée sur de fines pattes. Christian a l'air satisfait. 'Tiens, mets aussi une paire de lunettes !' Cela semble ridicule de porter des lunettes de soleil avec une lampe sur la tête, mais ce n'est pas pour le style. Le laser chauffe brièvement un petit point sur la surface à une température supérieure à 10 000°C. 'Cela peut être dangereux pour les yeux', explique-t-il tout en serrant une minuscule vis. Le capteur que Christian a développé, surnommé 'The Frog', est basé sur une technique appelée LIBS : la spectroscopie de plasma induite par laser. 'On vise la paroi rocheuse avec un laser et, à cet endroit spécifique, du plasma se forme : une sorte de bouillon d'électrons, de neutrons et de protons. Cela crée une petite étincelle. On capture cette lumière dans l'instrument, qui donne alors la composition chimique de ce point précis.' Je replace mes lunettes solaires un peu plus fermement sur mon visage : je préfère ne pas transformer mes yeux en soupe de plasma. 'En scannant la paroi rocheuse point par point, ligne par ligne, nous créons une sorte de carte de la composition chimique de la surface, y compris les matières premières critiques. De cette façon, nous obtenons grâce au robot une image extrêmement détaillée de ce qui se trouve devant nous.'





Une simulation des galeries que le robot creuserait s'il prenait des décisions selon l'algorithme Greedy.  
© Milan Milanov, 4DCoders

Christian Burllet contrôle le capteur LIBS. En scannant la paroi rocheuse point par point, ligne par ligne, les chercheurs et le robot obtiennent une image détaillée de la surface.  
© Siska Van Parys, Institut des Sciences naturelles



'Nous voulons développer des robots capables de creuser des galeries de manière autonome, de sélectionner les minerais intéressants en cours de route, puis de les ramener à la surface.'

## Vers de terre gourmands

Soudain, il est déjà l'heure de rentrer. Le temps semble s'écouler différemment sous terre - cela a semblé durer une heure et en même temps toute une semaine. Une fois que le petit train nous a ramenés à la civilisation, le soleil est déjà couché. Nous ne l'avons donc pas vu aujourd'hui. Rendez-vous avec l'équipe dans le seul restaurant du coin, notre cantine pour la semaine. On sent qu'on est dans les Alpes - meubles traditionnels en bois, rideaux en dentelle et grands bols de soupe aux champignons sauvages. Je discute avec Milan Milanov, l'un des développeurs associés au projet, et je lui demande ce qu'il fait. 'Nous travaillons sur la conscience du robot. Qui suis-je ? Que fais-je ? Comment puis-je m'améliorer ?' La confusion doit se voir sur mon visage, car il poursuit rapidement : 'Attends, je vais te montrer.' Sur l'écran de son téléphone portable s'affiche un réseau de galeries sinueuses. 'Voilà notre algorithme Greedy en action,' explique-t-il fièrement. 'Si le robot prend des décisions selon cet algorithme, il se comporte comme un animal affamé. Le plus de minerai possible et le moins de déchets possible. Et c'est exactement ce que nous voulons.' Cela ressemble à un réseau de galeries d'une colonie de fourmis. 'Exactement ! Nous nous sommes inspirés d'un tas d'animaux fousseurs, tant pour la conception du robot que pour son comportement. Pourquoi ne pas profiter de millions d'années d'évolution ? Comme le dit toujours mon chef de recherche : *we can learn from worms!*'

Six jours plus tard, la campagne est terminée. Le coffre rempli de cinq kilos de fromage de chèvre et trois litres de miel, nous reprenons la route de l'aéroport. L'ambiance est bonne, les capteurs ont réussi le test dans la mine avec brio. 'Nos instruments ont fonctionné, il n'y a pas eu de gros problèmes. Toute l'équipe a été extrêmement serviable. Ça ne pouvait pas mieux se passer.' Christian regarde les montagnes s'éloigner par la fenêtre. 'Un groupe hétéroclite de géologues, de roboticiens, d'ingénieurs et de développeurs. Ce n'est qu'en unissant nos forces que l'on peut aller là où personne n'est jamais allé.'

### L'auteure

Siska Van Parys est Communicateur scientifique à Institut des Sciences naturelles.

Participation  
fédérale aux

# programmes européens de recherche et d'innovation : un soutien renouvelé



**G**âce à son solide écosystème de recherche et d'innovation, la Belgique participe activement aux programmes européens dédiés à ces domaines. Ses universités, instituts de recherche et entreprises prennent régulièrement part à des projets de recherche et de coopération au niveau européen. Les établissements scientifiques, les centres d'expertise et les départements fédéraux y participent également.

Lancés en 2021, les programmes-cadres européens actuels - Horizon Europe et Digital Europe - sont désormais à mi-parcours. Au cours de cet article, nous expliquerons les principales caractéristiques de ces programmes, ainsi que les résultats issus des évaluations des précédents programmes-cadres. Nous présenterons également la nouvelle équipe de PCN (Point de Contact National) fédéral, dont la mission est de favoriser la participation des acteurs fédéraux à ces programmes.

## Programmes européens de recherche et d'innovation

### Horizon Europe et Digital Europe

Horizon Europe est le neuvième - et le plus ambitieux - programme-cadre européen pour la recherche et l'innovation (R&I). Couvrant la période 2021-2027, il dispose d'une enveloppe budgétaire de 95,5 milliards d'euros. Il entend contribuer de façon significative au renforcement des bases scientifiques et technologiques de l'Union Européenne pour permettre à celle-ci de faire face aux défis contemporains majeurs, et œuvrer pour un avenir basé sur la durabilité, la santé, la sécurité et l'inclusion. Afin de stimuler la compétitivité de l'Union Européenne, Horizon Europe cherche à accroître les collaborations entre les différents acteurs de la R&I, notamment le milieu académique, le secteur public et l'industrie.

Le programme-cadre est composé de trois piliers principaux et d'un pilier transversal destiné à réformer et renforcer l'espace européen de la recherche.

**Le premier pilier**, dit 'Excellence scientifique', rassemble les structures de financement de la recherche fondamentale et de soutien individuel aux chercheuses et chercheurs : les bourses du Conseil Européen de la Recherche (ERC) et les Actions Marie Sklo-

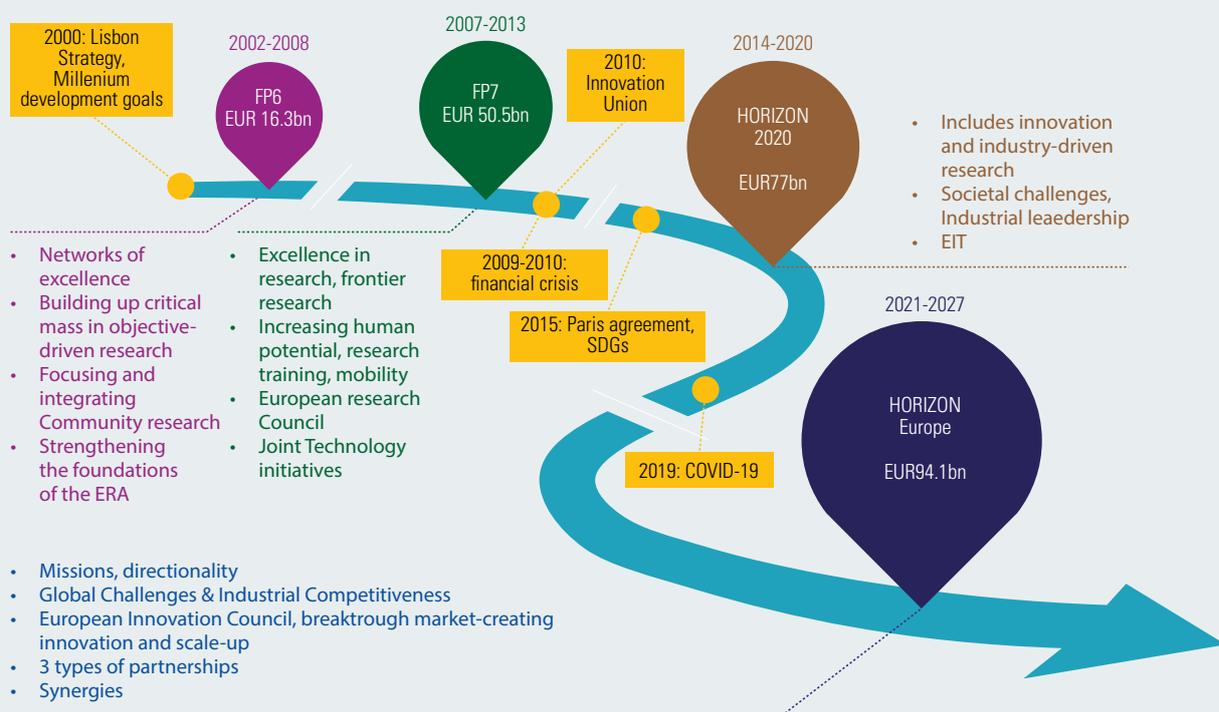
dowska-Curie (MSCA). Il soutient également la mise en réseau, l'accès et le développement des infrastructures de recherche.

**Le second pilier**, dit 'Problématiques mondiales et compétitivité industrielle européenne', finance des projets de recherche collaboratifs destinés à répondre aux enjeux sociétaux majeurs. Ce second pilier bénéficie de la part la plus importante du budget disponible, soit plus de 53 milliards d'euros. La Commission Européenne a groupé les thématiques de recherche en six clusters :

- Cluster 1 : Santé
- Cluster 2 : Culture, créativité et société inclusive
- Cluster 3 : Sécurité civile
- Cluster 4 : Numérique, industrie et spatial
- Cluster 5 : Climat, énergie et mobilité
- Cluster 6 : Alimentation, bioéconomie, ressources naturelles, agriculture et environnement.

Régulièrement, la Commission Européenne publie des appels à projets aux objectifs clairement définis. Des consortiums de recherche internationaux se construisent autour de ces appels pour proposer des réponses concrètes.

En parallèle aux six clusters, cinq missions s'inscrivent dans le second pilier. Ces missions visent à inclure davantage la société civile dans le processus de création de solutions afin d'augmenter l'engagement citoyen. Cinq grands défis ont été identifiés : la lutte contre le cancer, l'adaptation au changement climatique, la restauration des océans et des eaux, la création de villes énergiquement neutres et 'smart', la transition vers des sols sains. Cette approche novatrice doit engendrer un impact concret d'ici 2030. Enfin, le second pilier comprend également les partenariats, des initiatives où l'U.E. et les États membres s'engagent avec des acteurs privés et publics à soutenir conjointement des activités de recherche et d'innovation.



Source : Cavicchi, B., Peiffer-Smadja, O., Ravet, J. and Hobza, A. (2023). *The transformative nature of the European Framework Programme for Research and Innovation: Analysis of its evolution between 2002 & 2023. Policy brief DG RTD.*

**Le troisième pilier**, ‘Europe innovante’, soutient les écosystèmes d’innovation grâce au Conseil européen de l’innovation et à l’Institution européenne d’innovation et de technologie. Ce pilier est principalement mis en œuvre au niveau régional.

Enfin, le programme comprend un **volet transversal** ‘Élargir la participation et renforcer l’espace européen de la recherche’, visant à réformer l’espace européen de la recherche et à apporter un soutien supplémentaire aux pays moins performants en matière de recherche et d’innovation.

En parallèle d’Horizon Europe, Digital Europe (2021-2027) est un programme de financement européen destiné au déploiement des technologies numériques au sein de l’économie et de la société. Doté d’un budget de 7,5 milliards d’euros, il soutient cinq domaines-clés : le calcul haute performance, l’intelligence artificielle, la cybersécurité, l’accroissement des compétences numériques et l’adoption des technologies numériques (notamment par les entreprises, les administrations publiques et la société civile).

### Tirer des leçons et se tourner vers l’avenir

La compétitivité européenne repose sur sa capacité à rester un leader mondial de la recherche et de l’innovation. Dans cette perspective, les programmes-cadres européens successifs ont

constamment été améliorés en augmentant le budget alloué, en optimisant leur structure et en renforçant leur contenu comme illustré dans l’image ci-dessus.

Pour permettre cette amélioration constante, chaque programme-cadre fait l’objet d’une évaluation. En janvier 2024, la Commission Européenne a publié le rapport d’évaluation d’Horizon 2020, le huitième programme-cadre couvrant la période de 2014 à 2020<sup>(1)</sup>. Cette évaluation représente une ressource précieuse pour la conception du prochain programme-cadre, qui sera lancé en 2028.

Le bilan d’Horizon 2020 fait état de nombreuses réussites. Le programme a eu un impact considérable sur la recherche, l’économie et la société européennes. Horizon 2020 a permis l’acquisition de connaissances de pointe et l’élaboration de solutions concrètes au sein de divers domaines, notamment en réponse à la crise COVID-19 et au changement climatique.

Chaque euro investi dans la recherche et l’innovation via l’intermédiaire du programme-cadre se traduira par un gain estimé à 5 euros pour la société européenne à l’horizon 2040. Les chercheuses et chercheurs financés par Horizon 2020 ont eu l’opportunité de consolider et diversifier leurs connaissances, et étendre



PCN Federal BE : (de gauche à droite) Sharon Lecocq, Max Schravendeel, Pascale Van Dinter, Madeline Simon et Titouan Teunens.

leur réseau de collaboration. Ensemble, ils ont contribué à plus de 276 000 publications scientifiques. Les infrastructures de recherche ont, quant à elles, été renforcées, davantage intégrées à l'espace de la recherche européen et mondial et rendues plus accessibles.

Quelques faiblesses ont également été identifiées. Ces dernières serviront de base à la conception et l'amélioration des programmes ultérieurs. L'évaluation d'Horizon 2020 a mis en lumière un manque de budget - d'excellents projets n'ont pas pu être financés faute de moyens suffisants -, la complexité de la participation au programme - notamment en termes de charge administrative -, la nécessité d'accorder davantage d'attention aux femmes actives dans le domaine R&I, l'inégalité des performances entre les États membres, l'amélioration nécessaire de la coopération et de la recherche de synergies entre les politiques

européennes, nationales et régionales. Enfin, une meilleure exploitation et diffusion des résultats obtenus grâce au programme pourrait être atteinte.

## PCN fédéral : favoriser la participation fédérale aux programmes européens de R&I

### **PCN fédéral**

Le Point de Contact National (PCN) fédéral fait partie du service Coordination fédérale, interfédérale et internationale de Belspo, le Service public de programmation Politique scientifique. Ce service organise la concertation entre l'autorité fédérale et les entités fédérées afin de définir des positions communes et promouvoir la coopération entre la Belgique et des partenaires européens, internationaux et multilatéraux en matière de R&I.

Les PCN aident les acteurs nationaux à prendre part aux programmes européens dédiés à la R&I. Ces structures, établies par les autorités nationales ou régionales sont officiellement reconnues par la Commission Européenne. Les PCN fournissent des informations, des conseils personnalisés et un suivi individuel aux acteurs intéressés par ces opportunités.

Le PCN fédéral est dédié au soutien des acteurs issus des Établissements scientifiques fédéraux (ESF) et des autres départements et instituts fédéraux actifs dans la R&I. Ce soutien se décline via différentes activités : informations sur le fonctionnement des programmes européens, formations, aide dans la conceptualisation d'un projet de recherche, facilitation de la coopération internationale, mise en œuvre d'un projet, diffusion et exploitation des résultats.

### **Un soutien renouvelé**

En 2024, l'équipe du PCN fédéral s'est renforcée et suit désormais la majeure partie du programme-cadre européen, c'est-à-dire l'ensemble des piliers 1 et 2 et le pilier transversal d'Horizon Europe, les missions et partenariats qui y sont liés et le programme Digital Europe. Les thématiques de recherche sous HE sont étroitement liées aux recherches menées au sein des Établissements scientifiques fédéraux. La diversité des thèmes de recherche suivis est également reflétée par la diversité des expertises et parcours présents au sein de notre nouvelle équipe PCN.

En collaboration avec les ESF et autres acteurs fédéraux, nous cherchons les opportunités au sein des programmes européens de R&I afin de faciliter et renforcer leur participation. La participation aux programmes européens est décisive pour nos acteurs. En effet, elle permet, d'une part, de bénéficier de fonds importants destinés à financer leurs recherches. D'autre part, elle représente l'occasion d'approfondir leurs connaissances grâce à la coopération européenne et d'élargir et consolider leur réseau en ancrant leur expertise sur la scène internationale.

Dans le cadre d'Horizon 2020, les ESF ont participé à près de 100 projets fructueux, au sein de domaines de recherche variés. Dans près de 10% des cas, un ESF a endossé le rôle de coordinateur de projet, et du consortium européen lié. Nous sommes à mi-parcours du programme-cadre actuel, Horizon Europe. Il n'existe donc pas de chiffres définitifs concernant la participation belge. Toutefois, les données disponibles laissent entrevoir, à nouveau, le succès des ESF dans la participation aux programmes européens. En tant qu'équipe PCN fédéral, nous espérons contribuer à renforcer ce succès !

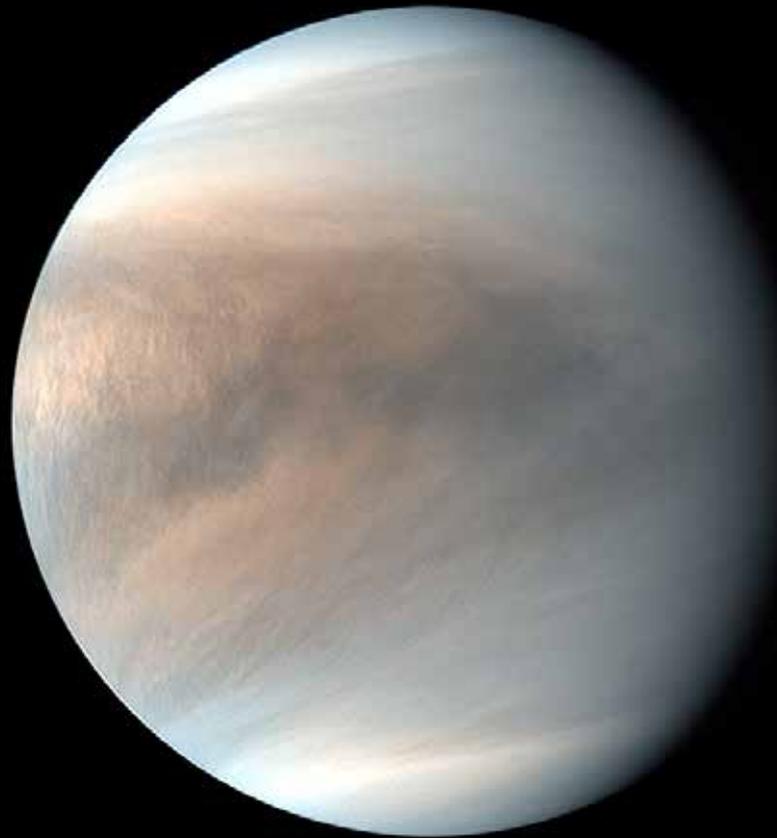
#### **Note**

(1) European Commission (29 January 2024). Horizon 2020 evaluation shows that investment in EU research and innovation greatly pays off. Available at: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_24\\_461](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_461)

Pour plus d'informations, consultez le site web du PCN Fédéral : [ncpfederal.belspo.be](http://ncpfederal.belspo.be)

Contactez-nous :

- **Pascale Van Dinter** ([pascale.vandinter@belspo.be](mailto:pascale.vandinter@belspo.be)) - Coordinatrice Horizon Europe PCN
- **Max Schravendeel** ([max.schravendeel@belspo.be](mailto:max.schravendeel@belspo.be)) - Pilier 1 Horizon Europe (Actions Marie Skłodowska-Curie) et partenariats Horizon Europe
- **Madeline Simon** ([madeline.simon@belspo.be](mailto:madeline.simon@belspo.be)) - Pilier 1 Horizon Europe (ERC), Pilier transversal (WIDERA) et Digital Europe
- **Sharon Lecocq** ([sharon.lecocq@belspo.be](mailto:sharon.lecocq@belspo.be)) - Pilier 2 Horizon Europe Cluster 2 (culture), Cluster 3 (sécurité) et Cluster 4 (spatial)
- **Titouan Teunens** ([titouan.teunens@belspo.be](mailto:titouan.teunens@belspo.be)) - Pilier 1 Horizon Europe (infrastructures), Pilier 2 Horizon Europe Cluster 1 (santé), Cluster 5 (climat) et Cluster 6 (biodiversité)



Comblent le fossé entre les données et la connaissance dans l'étude de l'atmosphère de Vénus

# Le projet VAMOS

Arianna Piccialli, Jan Sermeus, Simon Lejoly, Sandy Claes, Jakub Stepanovic, Arnaud Mahieux, Karolien Lefever, Stéphanie Fratta et Ann Carine Vandaele

Vénus est non seulement notre plus proche voisine dans le système solaire, mais elle est aussi incroyablement semblable à la Terre de par sa structure rocheuse et de par sa taille. Elle est et a toujours été présentée comme la 'sœur jumelle' de la Terre. Pourtant, les conditions qui règnent à la surface de Vénus sont très éloignées de celles que nous connaissons sur Terre. L'atmosphère y est dense, créant des pressions élevées (100 fois la pression à la surface de la Terre) et des températures importantes (jusqu'à 500 °C). Son atmosphère est aussi très acide. Comprendre pourquoi cette atmosphère est si différente de la nôtre est un défi scientifique de longue haleine. Des missions spatiales d'étude de l'atmosphère ont été lancées pour percer ce mystère. La Belgique a participé à plusieurs de ces missions spatiales planétaires. A l'IASB, l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique, où aéronomie est la science qui étudie toutes les atmosphères planétaires, des scientifiques et des ingénieurs ont participé à la mission Venus Express. En orbite autour de Vénus pendant près d'une décennie, de 2006 à 2014, cette mission a fourni une série de données sans précédent, qui n'ont pas encore toutes été analysées en profondeur à ce jour. De plus, les scientifiques de l'IASB collaborent toujours à la mission Akatsuki (JAXA), unique sonde spatiale encore actuellement en orbite autour de la planète et ils

continuent de participer à des campagnes d'observation au sol à l'aide de grands télescopes pour scruter Vénus.

L'année dernière, la Politique scientifique fédérale (Belspo) a accordé à l'IASB, à l'UNamur, à la KU Leuven et à la LUCA School of Arts un financement pour le projet VAMOS dans le cadre de son programme BRAIN-be 2.0. Cette initiative vise à approfondir notre compréhension de l'atmosphère de Vénus et à préparer la prochaine mission EnVision, qui a récemment été sélectionnée comme la prochaine mission de l'ESA vers Vénus. Là encore, l'IASB est impliqué dans cette mission.

Le programme de recherche BRAIN-be 2.0 (Belgian Research Action through Interdisciplinary Networks) est un programme-cadre réalisé sous la responsabilité de la Politique scientifique fédérale (Belspo) depuis 2018. Il s'articule autour de 3 piliers allant des défis et connaissances du monde vivant et non vivant, de la science du patrimoine, jusqu'aux défis sociétaux fédéraux. Actuellement, plus de 170 projets de recherche ont été financés. Pour plus d'informations : [www.belspo.be/belspo/brain2-be/program\\_fr.stm](http://www.belspo.be/belspo/brain2-be/program_fr.stm)

Dans ce qui suit, nous illustrerons comment VAMOS nous offre de nouvelles expériences d'apprentissage passionnantes. Tout d'abord, l'équipe de science planétaire de l'IASB expliquera comment elle utilise les données disponibles pour mieux comprendre l'atmosphère de Vénus. Ensuite, l'équipe de l'UNamur détaillera l'utilisation de l'intelligence artificielle dans la création d'un modèle global de l'atmosphère de Vénus. Enfin, les équipes conjointes de la KU Leuven et de la LUCA School of Arts exposeront leur stratégie de communication destinée au grand public autour de ce projet ambitieux et de l'atmosphère de Vénus.

## Étudier les tendances à long terme et la climatologie de l'atmosphère de Vénus

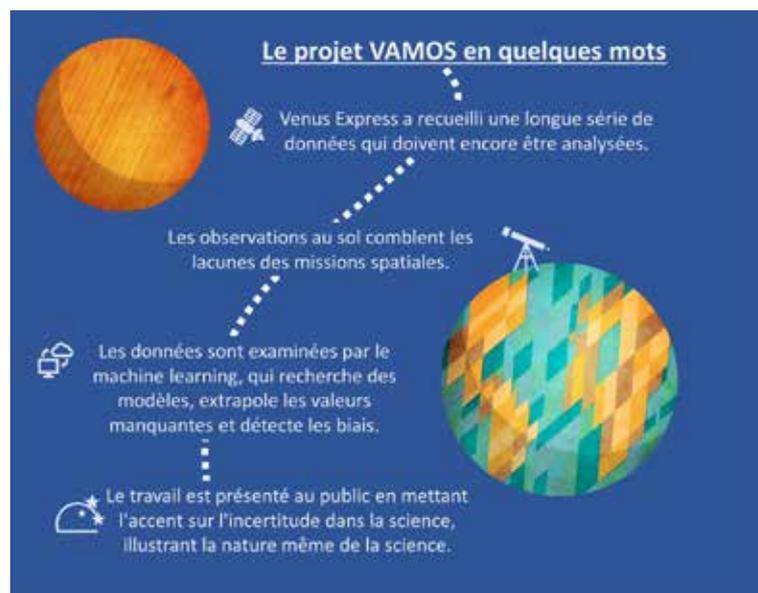
Après la réussite de sa mission en décembre 2014, Venus Express continue de présenter un intérêt majeur grâce à la grande quantité de données inexplorées collectées tout au long de son voyage. Parmi ces ensembles de données figurent les informations recueillies par le spectromètre SOIR (Solar Occultation in Infrared), dont l'IASB assure la gestion en tant que PI (Principal Investigator). En observant les levers et couchers de soleil vénusiens, SOIR a sondé les différents niveaux atmosphériques de Vénus et continue de fournir des informations précieuses même après la fin de la mission. Le traitement et l'interprétation d'informations aussi riches restent des tâches essentielles pour faire de nouvelles découvertes sur l'atmosphère mystérieuse de Vénus.

Jusqu'à présent, l'atmosphère de Vénus semble assez complexe. Les données à long terme de l'instrument SOIR seront utiles pour analyser (et éventuellement comprendre) les changements atmosphériques à court et à long terme. En combinant ces données avec les observations terrestres obtenues depuis la Terre, qui offrent une vue de l'atmosphère de Vénus dans son ensemble, il est possible d'obtenir une vision globale.

Dans l'atmosphère de Vénus, certains phénomènes représentent un véritable casse-tête pour les scientifiques. Il s'agit notamment des abondances très variables des gaz à l'état de traces dans l'atmosphère (où apparaissent-ils et où disparaissent-ils ?), du rôle des vents à l'échelle de la planète et des turbulences locales, sans oublier les ondes gravitationnelles dans la haute atmosphère. Les scientifiques de l'IASB travaillent actuellement sur l'analyse minutieuse des données, en recherchant des modèles et des corrélations entre les quantités observées et les variables externes (par exemple, l'activité du Soleil au moment des observations).

## Appliquer du machine learning pour étudier les atmosphères planétaires

Alors qu'à l'IASB on privilégiera des méthodes conventionnelles pour analyser les données, à l'UNamur, on misera sur l'apprentissage automatique (machine learning-ML). Cette approche innovante permettra de mieux comprendre l'atmosphère de Vénus et de faire progresser les techniques d'intelligence artificielle (IA).



Les différentes étapes du projet VAMOS impliquant des équipes de quatre institutions belges (adapté de ©Europlanet Society).

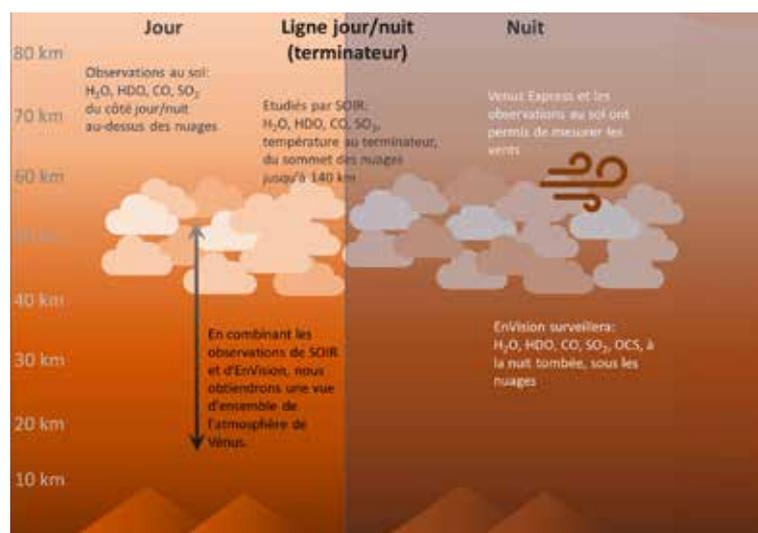


Schéma représentant les régions d'observation de SOIR (au-dessus des nuages au terminateur), les observations au sol (au-dessus des nuages à toutes les heures solaires) et EnVision (au-dessous des nuages à toutes les heures solaires) et les quantités surveillées par les deux instruments.

Le machine learning suscite désormais un fort engouement populaire grâce à des applications concrètes telles que la production de textes (avec Chat-GPT) ou de visuels (avec DALL-E). Néanmoins, il est largement utilisé depuis des années et intervient régulièrement dans notre existence quotidienne. Dans le milieu de la recherche, en particulier, les chercheurs appliquent régulièrement les méthodes de ML à de nombreux domaines scientifiques. Leurs modèles peuvent tirer parti de vastes ensembles de données pour extraire des connaissances de phénomènes complexes dans des domaines comme la chimie, la biologie, la physique et les sciences de l'atmosphère (par exemple, dans les prévisions météorologiques).

Dans VAMOS, les modèles de ML seront utilisés pour identifier des caractéristiques au sein des profils atmosphériques, facilitant ainsi la compréhension de phénomènes spécifiques ou la comparaison des données provenant de différents instruments, à l'instar de ce que font les scientifiques de l'IASB. L'enjeu crucial réside cependant dans la capacité à exploiter ces connaissances acquises par les modèles pour en déduire des valeurs probables là où les données manquent.

L'extrapolation est toujours une opération délicate. Si elles ne sont pas conçues de manière réfléchie, les solutions d'intelligence artificielle peuvent introduire des données complètement fausses, ce qui réduit notre confiance vis-à-vis des profils atmosphériques complétés. C'est pourquoi il est important de mettre en place l'intelligence artificielle de manière à pouvoir expliquer les résultats. Cette explicabilité permet de se démarquer de la plupart des modèles de ML, qui sont essentiellement des boîtes noires dont le fonctionnement interne est difficile (voire impossible) à comprendre. L'accent mis sur l'explicabilité permet la validation par des experts, ce qui donne l'occasion aux physiciens d'examiner minutieusement les prédictions générées par l'IA et de s'assurer que ce que le modèle a appris sur les interactions atmosphériques est effectivement plausible.

Outre l'explicabilité, le deuxième défi pour l'équipe de l'UNamur consiste à contrôler l'incertitude des données et des modèles prédictifs. Les observations atmosphériques sont accompagnées de toutes sortes d'erreurs, d'approximations et d'incertitudes. Les modèles de ML typiques sont entraînés pour maximiser un certain score de performance global (par exemple, la précision en classification). Dans notre cas, cela n'est pas suffisant pour discerner la confiance que nos modèles ont dans les données qu'ils génèrent. Nous voulons que nos modèles soient capables de faire la distinction entre l'incertitude intrinsèque des phénomènes observés et l'incertitude causée par la rareté des données. À cette

fin, l'équipe étudie les modèles probabilistes, tels que les processus gaussiens, afin d'extraire un maximum d'information tout en délimitant précisément l'inconnu.

## Soutenir l'interprétation collaborative des données scientifiques

L'intégration des méthodes d'apprentissage automatique (ML) dans les activités scientifiques exige de trouver un équilibre délicat, en préservant la confiance des spécialistes et des non-spécialistes. L'équipe VAMOS souhaite donc communiquer ouvertement sur son travail, en reconnaissant l'incertitude typique de la science et les éléments supplémentaires dus à l'introduction de l'apprentissage automatique dans le processus scientifique. Cela est d'autant plus important que, dans le paysage actuel de l'information, la perception de la science par le public va déjà d'une profonde méfiance à des attentes irréalistes - deux attitudes extrêmes finalement assez candides. C'est ce qui est apparu clairement lors de la crise du COVID-19, lorsque certains voulaient confier la prise de décision aux virologues, tandis que d'autres s'abstenaient de se faire vacciner. Face à l'essor du ML et de l'IA, cette divergence refait surface dans le dialogue citoyen. Notre volonté est d'éduquer et de sensibiliser le public à la science, contribuant ainsi à former un jugement nuancé et à lutter contre les fake news relatives à celle-ci.

Une fois de plus, le projet VAMOS constitue une excellente plateforme pour promouvoir le développement de l'enseignement et de la communication scientifiques. Le concept de la nature de la science (NoS), qui se concentre sur les règles de base régissant l'évolution, les découvertes et les idéologies scientifiques, est particulièrement fascinant. Cette notion va au-delà de la simple présentation de la science dans les salles de classe comme un ensemble rigide de connaissances. Elle stimule au contraire la discussion sur les approches scientifiques, les valeurs et traditions partagées et leurs limites.

Le Planétarium de Bruxelles



Bien qu'établi dans les années 1980, ce cadre reste un sujet de discussion parmi les spécialistes de l'enseignement des sciences. En combinant plusieurs ensembles de données et en utilisant la machine learning, le projet VAMOS offre une occasion unique d'explorer en profondeur un aspect de la NoS, à savoir le concept d'incertitude. Plus précisément, il ouvre des discussions sur la compréhension des données manquantes et éparses dans la science classique. Parallèlement, il encourage le dialogue autour des méthodologies particulières employées par le machine learning dans le domaine scientifique, avec un intérêt marqué pour sa gestion de l'incertitude.

Nous allons concevoir plusieurs visualisations scientifiques destinées au Planétarium de Bruxelles. Lieu passionnant, il accueille à la fois un dôme de 23 mètres où le public peut partager une expérience immersive unique, et des dispositifs technologiques individualisés dans le hall (par exemple, la réalité virtuelle, une table multitouch, un globe interactif, une table à hologrammes). Ces technologies permettent aux individus et aux petits groupes d'interagir par le biais de la technologie et d'explorer le contenu par eux-mêmes. L'évaluation des résultats de ces visualisations fournira des informations sur la NoS et les bonnes pratiques pour communiquer sur (l'incertitude dans) la recherche atmosphérique et le ML. Notre objectif est de créer des expériences d'apprentissage attrayantes qui permettent non seulement d'enseigner la science de VAMOS et de Vénus, mais aussi d'inspirer la curiosité pour la science dans son ensemble.

#### Note

- (1) Bien qu'il y ait plus de données que ce à quoi les scientifiques de l'aéronomie sont habitués, il y en a beaucoup moins que ce à quoi les scientifiques du ML sont habitués.

## Plus

VAMOS est un projet de quatre ans financé par le programme de recherche BRAIN-be 2.0 du Service public fédéral de programmation Politique scientifique (Belspo) (2023-2027). Il est dirigé par l'Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique (IASB) en collaboration avec la LUCA School of Arts, l'Université de Namur (UNamur) et la Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven).

- Site web du projet VAMOS : <https://vamos.aeronomie.be/>
- Planétarium de Bruxelles : <https://planetarium.be/fr>
- Programme de recherche BRAIN-be 2.0 : <https://www.belspo.be/belspo/brain2-be/>
- Groupe de recherche Atmosphères planétaires : <https://planetary.aeronomie.be/>
- Équipe HuMaLearn de l'UNamur : <https://humalearn.info.unamur.be>

## Les auteurs

Arianna Piccialli et Arnaud Mahieux font partie du groupe de recherche Atmosphères planétaires de l'IASB. Ann Carine Vandaele y dirige le département Rayonnement solaire dans les atmosphères. Karolien Lefever et Stéphanie Fratta font partie de la cellule de communication de l'IASB. Simon Lejoly fait partie de l'équipe HuMaLearn à l'UNamur. Jan Sermeus et Jakub Stepanovic font partie du département de physique et d'astronomie de la KU Leuven. Sandy Claes fait partie de la LUCA School of Arts.

#### L'équipe VAMOS

IASB: Arianna Piccialli, Arnaud Mahieux, Ann Carine Vandaele, Stéphanie Fratta, Lucie Lamort, Karolien Lefever, Umar Sayyed  
 KU Leuven: Jan Sermeus, Jakub Stepanovic  
 LUCA School of Arts: Sandy Claes  
 UNamur: Benoît Frénay, Simon Lejoly



# Les observatoires de l'extrême au Chili

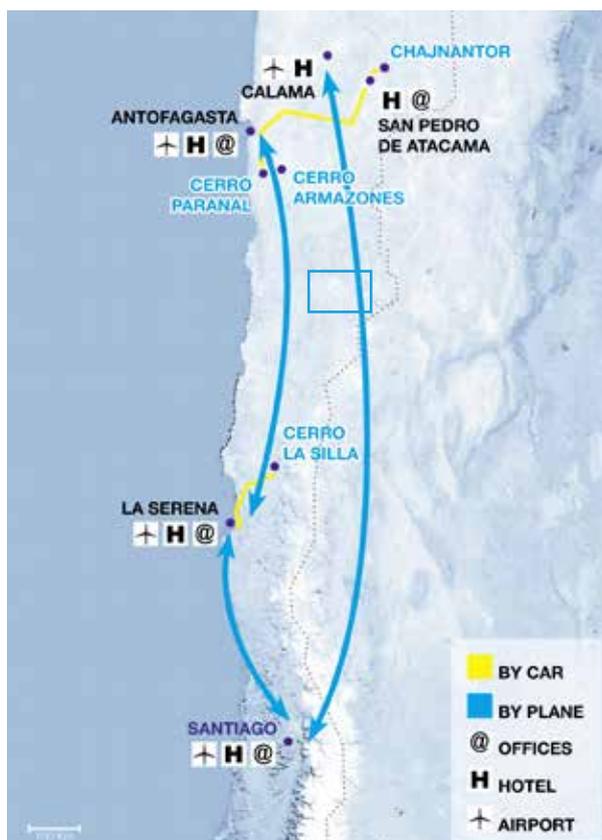
Visite aux observatoires de l'ESO  
(European Southern Observatory)

Sophie Pireaux



L'ESO (European Southern Observatory)<sup>(1)</sup>, organisation européenne pour des recherches astronomiques dans l'hémisphère austral, fournit des instruments/télescopes de recherche de pointe aux astronomes et astrophysiciens européens, entre autres belges. La Belgique, qui fut parmi les six pays fondateurs de l'ESO en 1962, contribue au budget annuel de l'ESO en rapport à son PIB.

Paranal Observatory : UT (Unit Telescope) télescope à l'avant plan et à l'arrière-plan un télescope AT (Auxiliary Telescope) construit par AMOS-BE. (Photos Sophie Pireaux)



© ESO



- le site de Chajnantor, à une altitude de 5000 m et à l'est de San Pedro de Atacama, héberge le télescope ALMA (Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array)<sup>(4)</sup>, constitué de cinquante antennes de 12 m diamètre, plus 12 autres antennes de 7 m et 4 de 12 m ;
- sur le site de Cerro Armazones, à une altitude de 3046 m, à 130 km d'Antofagasta et à 20 km de Cerro Paranal, est actuellement en construction le projet ELT (Extremely Large Telescope)<sup>(5)</sup>. L'ELT consiste en un télescope optique géant, d'un diamètre de 39,3 m qui entrerait en service en 2028.

## Des chercheurs belges au top...

Pour les astronomes des universités belges (Bruxelles, Gent, Leuven, Antwerpen et Liège) et de l'Observatoire royal de Belgique, les télescopes de l'ESO constituent les principales infrastructures au sol grâce auxquelles ils peuvent développer l'essentiel de leurs projets de recherche en astronomie observationnelle. Avec l'ESO, les astronomes belges ont accès à une instrumentation qu'aucun état membre de l'ESO ne serait en mesure de s'offrir individuellement. Les chercheurs belges sont également ainsi intégrés dans une organisation à dimension internationale à la pointe de la recherche, où la compétitivité et l'excellence scientifique sont les clefs pour l'obtention de temps d'observation. Le taux de succès des propositions belges pour l'utilisation des télescopes ESO est similaire à celui des autres états membres de l'ESO.

L'ESO est à l'astronomie observationnelle au sol ce que l'ESA est à l'astronomie depuis l'espace (ou le CERN à la physique des particules). Les communautés scientifiques qui exploitent l'ESO en Belgique sont essentiellement les mêmes que celles qui s'impliquent dans l'astrophysique spatiale. Il y a une vigoureuse symbiose et complémentarité entre la science à partir de missions spatiales et celle basée sur des observations au sol. Ainsi, une participation intense à des missions spatiales dans la bande de détection X et à des missions spatiales dans la bande de détection IR a permis le développement de recherches uniques et le suivi des objets astronomiques correspondants à partir du sol ; ou encore, la forte tradition belge en astérosismologie a eu pour conséquence une présence belge significative dans l'exploitation des missions spatiales telles que COROT et KEPLER.

## L'ESO : des observatoires de pointe dans les conditions extrêmes du désert chilien

L'ESO opère actuellement à partir de différents sites situés dans le désert d'Atacama au Chili :

- le site de La Silla qui est situé à une altitude de 2400 m et à 600 km au nord de Santiago, comprend plusieurs télescopes optiques allant jusque 3,6 m<sup>(2)</sup> ;
- le site de Paranal, à une altitude de 2600 m et à 130 km au sud d'Antofagasta, est la demeure du VLT (Very Large Telescope)<sup>(3)</sup>, constitué de 4 télescopes de 8,2 m de diamètre et de quatre télescopes auxiliaires de 1,8 m, l'ensemble formant le VLTI (Very Large Telescope Interferometer)... Et notez qu'en 2023, le VLT fêtait ses 25 ans d'exploitation scientifique ! ;

## La participation financière belge à l'ESO

La contribution totale belge à l'ESO est de 6 783 000 euros pour 2023 (incluant la contribution annuelle habituelle belge à l'ESO et sa contribution spécifique à la construction de l'ELT). La contribution belge annuelle, gérée par le Service spatial de la Politique scientifique fédérale (Belspo), représente 2,98 % des montants nationaux des 16 pays européens membres de l'ESO en 2023.



ALMA Observatory : camp de base (2900 m) et antennes sur le haut plateau (5034 m). (Photos Sophie Pireaux)



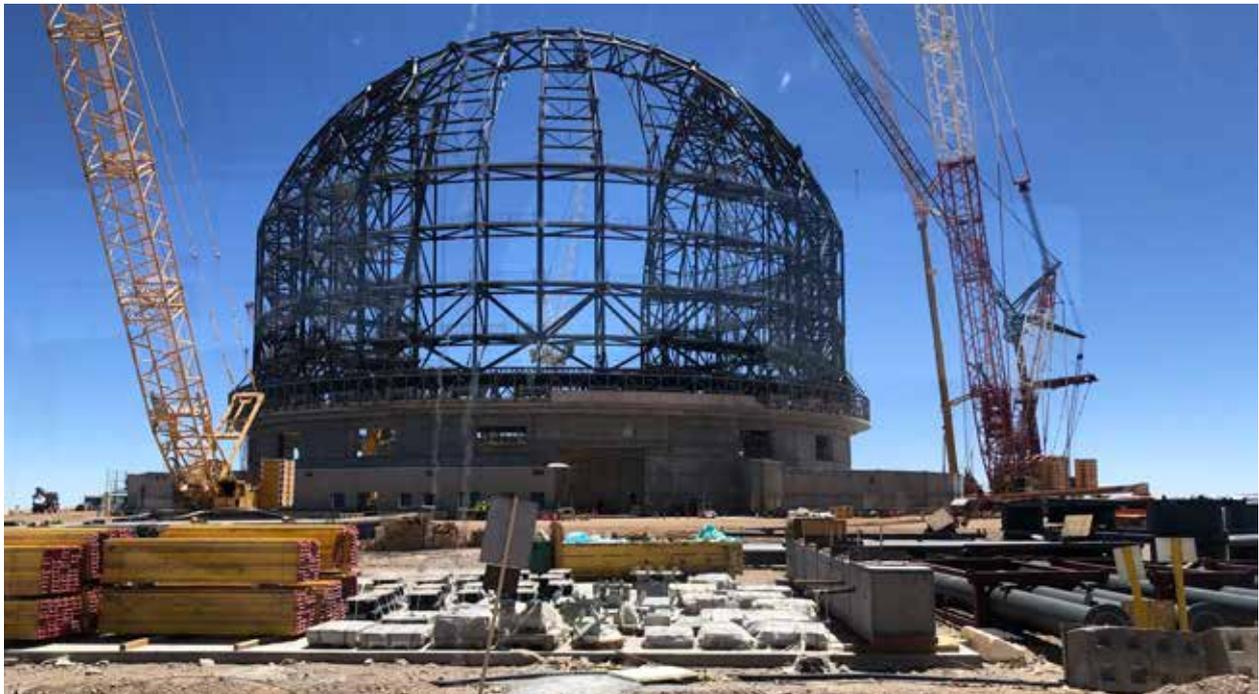
Les domaines scientifiques abordés par les astrophysiciens/astro-  
nomes belges sont divers, impliquant la recherche sur le système  
solaire (sur le Soleil, les planètes, les comètes et les astéroïdes),  
l'astrophysique stellaire, l'étude des exoplanètes, des galaxies et  
des quasars lointains. En effet, il n'y a pas de 'sujet astronomique  
belge' typique, bien que certains secteurs (par exemple l'astéro-  
sismologie et les exoplanètes) bénéficient d'une forte tradition en  
Belgique et d'une collaboration intensive entre universités/insti-  
tuts, indépendamment de toute frontière régionale.

Outre le cadre programmatique de l'ESO, pour certains de leurs  
intérêts scientifiques spécifiques, les astronomes belges ont dé-  
veloppé au sein de collaborations internationales, leurs propres  
projets télescopiques, tels que les télescopes robotiques jumeaux  
TRAPPIST (TRANSiting Planets and Planetesimals Small Tele-  
scope-South)<sup>(6)</sup> aux observatoires de La Silla et d'Oukaimeden, le  
téléscope MERCATOR à La Palma, les six télescopes SPECULOOS  
(Search for Planets ECLipsing Ultra-cool Stars)<sup>(7, 8)</sup> situés à Para-  
nal, Teide et les observatoires de San Pedro Martir, le télescope  
international à miroir liquide (LMT) de 4 m à Devasthal (Inde), et  
tout récemment le projet BlackGem<sup>(9)</sup> à la Silla.

On le voit donc, les sites astronomiques de l' ESO peuvent égale-  
ment accueillir des télescopes et projets nationaux de recherche,  
ce qui est d'une importance capitale pour les petits états membres  
de l'ESO, offrant ainsi la qualité (sécheresse, absence de pollution  
lumineuse, ...) des ciels Chiliens aux chercheurs. Le site de la  
Silla est d'ailleurs majoritairement dédié aux projets nationaux,

Les pétales du miroir de l'ELT (à gauche) seront régulièrement re-surfacés grâce à l'équipement développé par AGC Glass Europe (à droite).  
(Photos Sophie Pireaux)





ELT Observatory : en cours de construction sur le site d'Armazones.  
(Photos Sophie Pireaux)



Le télescope belge Speculoos et son PI Emmanuel Jehin de l'Ulg, sur le site de Paranal.  
(Photos Sophie Pireaux)



l'ESO n'y opérant actuellement que 2 télescopes contre les 13 projets nationaux actuellement en opération.

## Epaulés par une technologie d'avant-garde

Les progrès spectaculaires actuels de l'astrophysique, que la discipline utilise des observations terrestres ou spatiales, sont étroitement liés aux développements technologiques. L'industrie et la science sont ici partenaires.

La contribution industrielle belge à l'ESO est loin d'être insignifiante. Cependant, elle est actuellement concentrée sur le secteur des systèmes optiques, mécaniques et opto-mécaniques et met pour l'instant en scène un nombre restreint d'acteurs. Citons par exemple la société belge AMOS<sup>(10)</sup> et la filiale wallonne d'AGC Glass Europe<sup>(11)</sup>.

### Plus

- (1) [www.eso.org/public/about-eso/](http://www.eso.org/public/about-eso/)
- (2) [www.eso.org/public/teles-instr/lasilla/](http://www.eso.org/public/teles-instr/lasilla/)
- (3) [www.eso.org/public/teles-instr/paranal-observatory/vlt/](http://www.eso.org/public/teles-instr/paranal-observatory/vlt/)
- (4) [www.eso.org/public/teles-instr/alma/](http://www.eso.org/public/teles-instr/alma/)
- (5) [elt.eso.org/](http://elt.eso.org/)
- (6) [www.eso.org/public/teles-instr/lasilla/trappist/](http://www.eso.org/public/teles-instr/lasilla/trappist/)
- (7) [www.eso.org/public/teles-instr/paranal-observatory/speculoos/](http://www.eso.org/public/teles-instr/paranal-observatory/speculoos/)
- (8) [www.speculoos.uliege.be/cms/c\\_4259452/en/speculoos/](http://www.speculoos.uliege.be/cms/c_4259452/en/speculoos/)
- (9) [www.eso.org/public/teles-instr/lasilla/blackgem/](http://www.eso.org/public/teles-instr/lasilla/blackgem/)
- (10) [www.amos.be](http://www.amos.be)
- (11) [www.agc-glass.eu/fr](http://www.agc-glass.eu/fr)

### L'auteur

Sophie Pireaux est Déléguée belge au Conseil ESO pour Belspo (Politique scientifique fédérale).





© NASA

# La Belgique signe les Artemis Accords

Jean-François Mayence

Le 23 janvier 2024, en marge de la European Space Week et dans le cadre d'une réception donnée par la présidence belge du Conseil de l'Union européenne, le secrétaire d'Etat chargé de la Politique scientifique et la ministre des Affaires étrangères ont signé au nom du Gouvernement belge les Artemis Accords.

Mais qu'est-ce que, les Artemis Accords ? Les Artemis Accords sont un instrument non juridiquement liant qui consacre un certain nombre de principes et de lignes de conduite pour les activités d'exploration du Système solaire, en particulier l'exploration lunaire, celle de Mars et celle des astéroïdes.

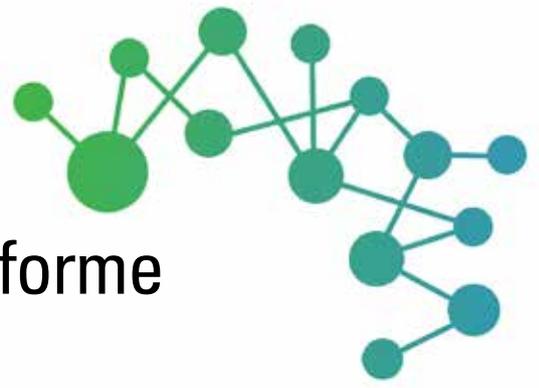
Cet instrument, adopté en 2020, a été élaboré par la NASA en concertation avec des états partenaires. Outre les neuf États signataires originels, plusieurs autres nations ont signé les Artemis Accords et adhéré à leurs principes. La Belgique est le 34<sup>e</sup> signataire.

Les principes que l'on retrouve dans cet instrument sont, à titre d'exemple, l'engagement à mener les activités d'exploration à titre pacifique, avec transparence et en évitant d'interférer avec les activités d'autres États. L'intérêt pour la Belgique d'adhérer

à cet instrument est directement lié à sa participation, ainsi que celle de ses industriels, à certaines activités du programme Artemis. Et - qui sait ? - permettre peut-être à un-e astronaute belge de fouler le sol lunaire...

Les Artemis Accords prévoient en outre l'utilisation des ressources naturelles présentes sur les corps célestes. Ils engagent les signataires à mener l'utilisation et l'extraction de ces ressources en conformité avec le droit international. A cet égard, les Artemis Accords font explicitement référence au travail en cours mené, à l'initiative de la Belgique, au sein du Comité des Nations Unies pour les Utilisations pacifiques de l'Espace extra-atmosphérique (UNCOPUOS). Cet effort vise à mettre en place un cadre multilatéral, ouvert à toute nation, pour assurer une utilisation et une exploitation équitable, sécurisée et durable des ressources spatiales.

Le texte des Artemis Accords en plusieurs langues est disponible sur <https://www.nasa.gov/artemis-accords/>  
Personne de contact à Belspo : Jean-François Mayence



# Le trafic Internet sur la plateforme BNIX a augmenté de 36 %

L'année dernière, le trafic Internet sur la plateforme BNIX a de nouveau fortement augmenté. Avec un trafic moyen de 270 Gbit par seconde (soit 36 % de plus qu'en 2022) et plusieurs pics dépassant les 440 Gbit/s, 2023 a été une nouvelle année record. La plateforme BNIX est la plaque tournante nationale pour l'Internet, le 'nœud' par lequel transite une grande partie du trafic Internet en Belgique. 'Jamais la plateforme BNIX n'a été autant utilisée', explique Frédéric Libotte, coresponsable de BNIX en tant que Senior Relationship Manager chez Belnet. 'Il faut toutefois nuancer quelque peu cette hausse : en 2022, nous avons enregistré pour la première fois depuis longtemps une baisse, qui était en réalité une normalisation après les hausses gigantesques causées par les mesures liées au coronavirus. Par rapport à l'année record précédente - 2021 -, où de nombreuses mesures de confinement s'appliquaient, l'augmentation est plus faible, de l'ordre de 20 %, mais elle reste significative.'



## Accélération de la numérisation

Selon Frédéric Libotte, la reprise spectaculaire du trafic en 2023 est due à plusieurs facteurs. '2022 fut une sorte d'année de transition post-COVID, et nous avons déjà constaté une tendance à la hausse en fin d'année. Celle-ci s'est accentuée en 2023, notamment en raison de la reprise en force de la numérisation - ce que nous voyons aussi sur nos autres réseaux, tels que Belnet et FedMAN. Les pouvoirs publics et les banques, par exemple, ont de plus en plus d'interactions avec les citoyens et les clients par le biais d'outils numériques, et le passage au cloud dans les entreprises bat également son plein.'

'En ce qui concerne les particuliers, nous observons que la consommation de contenu ne cesse d'augmenter - ils regardent et écoutent de plus en plus de programmes en ligne, avec une résolution toujours plus élevée. Pour tenir le choc, de plus en plus de participants mettent à niveau leurs connexions avec la plateforme BNIX. L'arrivée d'un important groupe de télécommunications international a considérablement enrichi notre base de participants. À l'instar du partenariat avec LU-CIX, cela a certainement un impact sur les chiffres mais, dans l'ensemble, la tendance est très claire.'

## Journée de pointe sous la neige

Le pic de trafic moyen quotidien a été atteint le 8 mars. Une moyenne de 300 Gbit/s de données a alors transité par la plateforme BNIX. 'Ce n'est pas un hasard si c'était un mercredi un peu enneigé', ajoute Frédéric Libotte. 'Le mercredi est déjà plébiscité pour le télétravail et, avec les chutes de neige, davantage de personnes ont probablement choisi de travailler à domicile. En outre, le trafic vers les fournisseurs de contenu tels que Netflix fut également à son maximum ce mercredi-là, de sorte que nous avons atteint un sommet de 424 Gbit/s dans l'après-midi. D'habitude, c'est le dimanche.'

La plateforme BNIX a enregistré les trois pointes de 2023 - le trafic instantané à un moment précis - le lundi 6 mars (462 Gbit/s), le lundi 6 novembre (457 Gbit/s) et le jeudi 7 décembre (444 Gbit/s). Frédéric Libotte conclut : 'De tels pics sont souvent le résultat d'un concours de circonstances anecdotiques et sans lien entre elles, et sont donc plus difficiles à expliquer. Ce qui ressort clairement, c'est que pendant la semaine de travail, les plateaux du matin et de l'après-midi sont plus élevés que ceux du soir, contrairement à ce qui se passait avant la pandémie. Nous constatons toutefois une exception à cette tendance lors d'événements spéciaux, comme les matchs des Diables Rouges.'



## À propos de BNIX

BNIX (Belgian National Internet eXchange) est le cœur de l'Internet belge. Le réseau BNIX est le lieu où les fournisseurs d'accès à Internet (FAI), les fournisseurs de contenu et les grandes entreprises privées en Belgique échangent le trafic Internet. La plateforme soutient tant IPv4 que IPv6 (l'évolution la plus récente du protocole IP) et convient aux applications spécifiques telles que le multicast. BNIX assure également la promotion des technologies Internet novatrices et orientées vers l'avenir en Belgique. Le réseau BNIX est géré depuis 1995 par Belnet, le réseau de recherche national belge. Actuellement, BNIX compte plus de 50 participants. Vous trouverez de plus amples informations sur [www.bnix.net](http://www.bnix.net).

(Source : Belnet)



# Les Archives de l'État à Arlon

## dans un nouvel écrin

François Moreau

**D'**une capacité de 40 km, le bâtiment rénové et son extension, économe en énergie, rassemble les archives qui se trouvaient à Arlon et à Saint-Hubert. Sa mise en service permet de relancer la collecte d'archives et de stimuler la recherche historique et scientifique dans le Luxembourg belge.

### Un dépôt issu du partage des archives en 1839

Les Archives de l'État à Arlon doivent leur existence à la séparation du Luxembourg entre deux entités politiques distinctes en 1839. Cette séparation a entraîné des opérations de partage d'archives tant pour des fonds d'archives définitives (ancien régime) que dans des fonds d'archives dynamiques ou semi-dynamiques. À titre d'exemple, les archives du Grand-Duché de Luxembourg sous le régime hollandais (1815-1830) ou les archives de la province de Luxembourg sous le régime belge (1830-1839) se trouvent en partie à Arlon et en partie à Luxembourg. Dossiers, cartes et autres documents divisibles ont été partagés, tandis que les registres ont été attribués soit à la Belgique soit au Luxembourg.

La façade principale du bâtiment rénové et agrandi des Archives de l'État à Arlon.  
© Archives de l'État

Les fonds et collections seront d'abord installés dans des locaux temporaires avant la construction d'une annexe au palais provincial. Ce bâtiment est libéré en 1963 à la demande du gouverneur de la province pour faire face à l'extension des services provinciaux. Les fonds et collections se retrouvent provisoirement stockés à Guirsch (Arlon), tandis que le personnel et le public sont accueillis en ville.

### Saint-Hubert, un cadre idyllique inadapté à la conservation d'archives

Pour les Archives de l'État, l'après-guerre est une période faste. La loi du 24 juin 1955 relative aux archives donne à cette institution des missions accrues. Alors qu'elle conservait principalement des fonds antérieurs à 1795 et quelques fonds transférés à la demande des administrations, elle doit désormais accueillir toutes les archives de plus de 100 ans des services de l'État et peut accueillir en dépôt les archives de plus de 100 ans des communes et établissements publics. En 2009, ce délai a été ramené à 30 ans.

Lors de sa mise en place, l'obligation de transfert d'archives se heurte à un problème de taille dans l'ensemble des provinces ainsi qu'aux Archives générales du Royaume à Bruxelles : comment accueillir des archives dans des bâtiments exigus et souvent vétustes ? Pour parer au plus pressé, les Archives de l'État prennent possession d'une partie du palais abbatial de Saint-Hubert en 1960. On y envoie les archives ayant peu d'intérêt pour



la recherche historique à l'époque comme les archives liées à la Première Guerre mondiale, les archives judiciaires ou celles qui ne peuvent être consultées. Avec le temps, outre ce rôle de dépôt auxiliaire central, Saint-Hubert devient aussi le dépôt de référence pour le nord de la province de Luxembourg. Les archives de l'ancienne abbaye de Saint-Hubert, nationalisées sous le régime français, reviennent même dans leur lieu de production initial. Le document le plus ancien conservé provient de ce fonds et remonte à 1070. Un projet avorté de construction d'un dépôt central pour la Région wallonne à Saint-Hubert est esquissé.

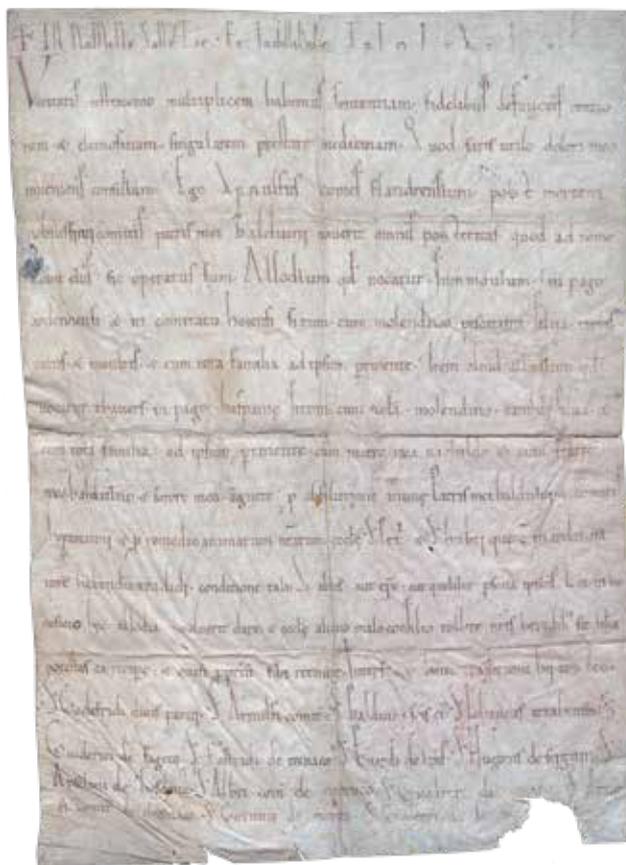
## Établissement au parc des Expositions

À Arlon, pour mettre fin à l'installation temporaire, le projet de l'Administration des Bâtiments est d'intégrer les Archives de l'État dans un méga complexe devant réunir plusieurs services de l'État ainsi que les services communaux à bâtir sur la plaine des manœuvres. Le projet est finalement abandonné au profit de la construction d'un bâtiment autonome dans le parc des Expositions. Lors de son entrée en service en 1980, Arlon bénéficie d'un des premiers bâtiments en Belgique conçu spécifiquement pour la conservation d'archives.

## Une extension nécessaire

Après plus de 30 ans de fonctionnement, le dépôt arrivait à saturation. En 2012, on évalue la capacité d'accroissement à une dizaine d'années. Ces prévisions se relèvent aujourd'hui très optimistes. La digitalisation des procédures administratives, la réforme des résidences administratives, l'explosion de la production documentaire ou encore les projets menés dans les communes, ont entraîné une accélération des transferts effectués par les administrations publiques.

Pour contrer la saturation, plusieurs fonds d'archives rarement consultés représentant plus de 200 palettes d'archives ont



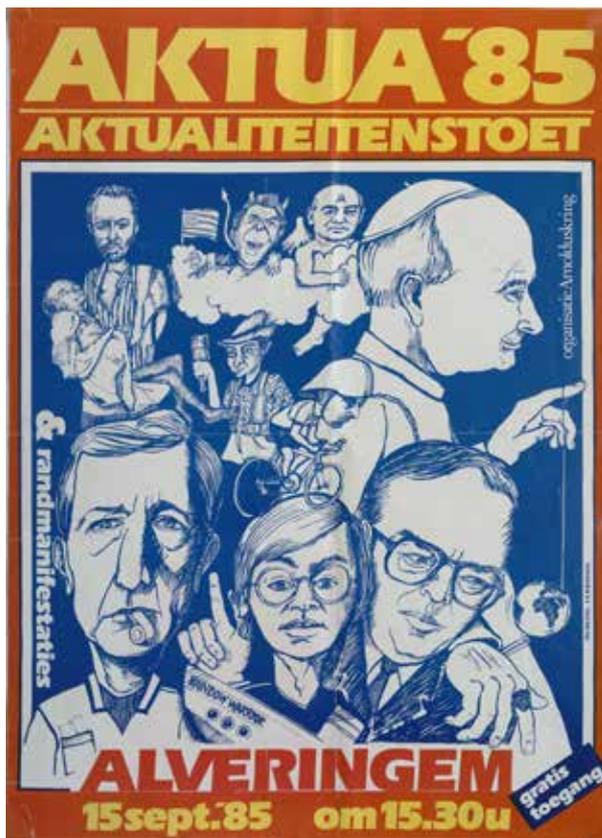
Le plus ancien document du dépôt. Acte par lequel Arnoul III, comte de Flandre, donne à l'abbaye les alleux de Somal en Ardenne et de Taviers en Hesbaye, daté de 1070 par Godefroid Kurth.  
© Archives de l'État à Arlon, archives de l'abbaye de Saint-Hubert, n° 1013

été transférés dans des espaces disponibles dans les dépôts de Leuven, Mons et Namur ou encore dans des espaces loués au camp militaire Bastin à Arlon. Par ailleurs, les archives du ministre d'État Charles-Ferdinand Nothomb, soit environ 400 mètres linéaires d'archives, ont été envoyées pour inventoriage à Saint-Hubert.

En 2012, la Régie des Bâtiments et les Archives de l'État s'accordent sur les travaux d'extension. La nouvelle aile sera érigée dans le prolongement du bâtiment existant, sur un terrain réservé et prévu à cette fin dans les années 1970. Le complexe est la propriété de l'État.

Les Archives de l'État à Arlon en 1980.  
© Archives de l'État





Rétrospective de l'actualité 1985, année du drame du Heysel, avec Charles-Ferdinand Nothomb, ministre de l'Intérieur, en tenue d'arbitre de football.  
© Archives de l'État à Arlon, archives de Charles-Ferdinand Nothomb

## Fusion des services des Archives de l'État en province de Luxembourg

Dans l'autre dépôt luxembourgeois, un projet d'extension est aussi à l'étude au début des années 2010. Une aile serait construite dans la cour aux tilleuls en remplacement d'un bâtiment détruit au début du 19<sup>e</sup> siècle. L'investissement à consentir à Arlon et les

La salle polyvalente. © Archives de l'État



coûts de fonctionnement du siège de Saint-Hubert entraînent en 2015 une décision de fermeture. Le dépôt a définitivement fermé ses portes au public le 1<sup>er</sup> mars 2019, tandis que les dernières archives sont transférées à Arlon en juillet 2019. L'ambiance des lieux a marqué usagers comme membres du personnel, mais peut-on encore imaginer un dépôt d'archives ou le passage de charriots chargés de documents sur des parquets en chêne du 18<sup>e</sup> siècle ?

## Un chantier en différentes étapes

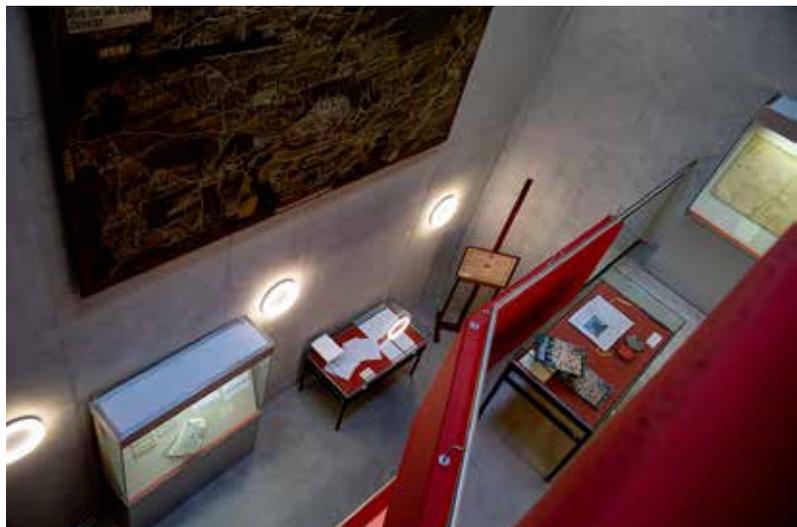
La construction de l'extension (aile B) a fait l'objet de la première phase du chantier entre avril 2017 et 2019. Elle n'a pas eu d'impact sur l'accueil du public dans la salle de lecture. Cette période a été mise à profit pour préparer les opérations de déménagement (récolement, conditionnement, étiquetage, tri, ...). Elles ont permis de remettre en évidence des fonds méconnus et des avancées significatives en termes de gestion scientifique des fonds d'archives.

Une fois l'aile B opérationnelle et équipée pour la conservation, le transfert des fonds et collections conservés dans l'aile A a pu avoir lieu. Les archives venant de Saint-Hubert ont suivi dans la foulée. La nouvelle salle de lecture a ouvert ses portes au public le 2 juillet 2019.

La seconde phase du chantier a commencé dès août 2019 par le désamiantage de l'aile A. 27 tonnes de matériaux contenant de l'amiante ont été évacuées. Pour limiter l'exposition aux rayons UV et améliorer la performance énergétique du bâtiment, l'ensemble des fenêtres des magasins d'archives ont été condamnées. Les travaux de rénovation ont permis de revoir intégralement l'agencement des espaces de travail pour les archivistes et les membres du personnel, notamment par la création d'un vaste espace ouvert au 4<sup>e</sup> étage.

Les lecteurs bénéficient d'une nouvelle salle de lecture d'une cinquantaine de places située au 4<sup>e</sup> étage de l'extension. Une

L'espace d'exposition. © Archives de l'État



salle polyvalente et un espace d'exposition réparti sur les cinq niveaux dans la cage d'escalier centrale complètent le panel des équipements publics disponibles. Ils permettent la réalisation de rencontres ou d'événements publics qui viennent en support de l'activité scientifique.

Retardée d'un an par la pandémie de coronavirus, la livraison de l'aile A (2021), a permis le retour à Arlon des archives éparpillées dans les locaux de stockage temporaire.

Enfin, le 28 mars 2022, la plaque inaugurale du complexe est dévoilée par le secrétaire d'État en charge de la Régie des Bâtiments, la représentante du secrétaire d'État en charge de la Politique scientifique, l'administrateur général de la Régie des Bâtiments, le président du comité de direction de la Politique scientifique fédérale (Belspo) et l'archiviste général du Royaume.

## Une capacité doublée

La capacité de stockage a doublé pour atteindre désormais 40 km d'archives pour un coût global du projet d'extension et de rénovation pour la Régie des Bâtiments s'élevant à 8,7 millions d'euros. Ce montant comprend l'équipement des nouveaux magasins d'archives en rayonnages mobiles mécaniques. Leur emploi permet d'optimiser l'espace en augmentant le nombre de mètres linéaires conservés au m<sup>2</sup>. Pour une raison de portance des sols, l'aile A conserve ses rayonnages fixes d'origine. À ces coûts s'ajoutent l'équipement mobilier des espaces de travail et des espaces publics comme la salle de lecture ou la salle polyvalente ou encore l'achat de 30 armoires à tiroirs permettant de conserver les grands formats à plat.

## Des conditions strictes de conservation

La conservation d'archives sur support papier ou sur d'autres supports nécessite des conditions stables : la température est maintenue à 18 °C tandis que le taux d'hygrométrie est de 55 %. De légères variations sont tolérées de sorte que les locaux de conservation sont chauffés quand la température descend en dessous de 16 °C et sont refroidis au-delà de 20 °C.

La conservation de photographies sur plaques de verre, sur film ou sur papier photographique nécessite un environnement encore plus exigeant que les archives papiers. Le local dédié est maintenu à une température de 10 °C. Un autre local est climatisé de manière autonome : le local de quarantaine.

## Un bâtiment conçu pour les archives et limitant son empreinte environnementale

La disposition des locaux, l'ouverture des portes, le revêtement des sols, ont été étudiés de manière à faciliter le trajet des archives, tant pour leur entrée que pour leur consultation en salle de lecture. La circulation dans le bâtiment est conçue de telle sorte que le circuit des archives ne puisse croiser le circuit du public ; il s'agit là d'une mesure élémentaire de sécurité. Tous les passages entre les zones publiques et les locaux de conservation



Un local de conservation dans l'aile B. © Archives de l'État

sont sécurisés par un contrôle des accès et un système de vidéo-surveillance.

Dans son projet d'aménagement, la Régie des Bâtiments a intégré les dernières avancées techniques pour réduire l'empreinte environnementale du bâtiment. L'ensemble du complexe (ancienne comme nouvelle aile) a été enveloppé dans une isolation continue. L'aile B est équipée de 106 panneaux photovoltaïques pour une puissance de 270 Wc, soit une économie de rejet de CO<sub>2</sub> de plus de six tonnes par an. L'énergie verte qu'ils produisent alimente une pompe à chaleur à sonde géothermique verticale (eau glycolée/eau) destinée à chauffer l'extension. 60 forages d'une profondeur de 50 mètres et un forage de 100 mètres reliés entre eux par 3325 mètres de tuyaux horizontaux servent au chauffage en hiver et au refroidissement via géo-cooling en été. Les sanitaires de l'extension, de même que l'échangeur adiabatique du groupe de ventilation, sont quant à eux alimentés par une citerne d'eau de pluie de 20 m<sup>3</sup>.

Une partie des archives de la Direction du cadastre du Luxembourg rentrée en 2021 conservée dans l'aile rénovée. © Archives de l'État





La nouvelle salle de lecture. © Archives de l'État

## Nouvel élan pour la collecte

La mise en service du nouveau complexe a été le point de départ d'un afflux massif d'archives. Depuis 2021, le SPF Finances a notamment transféré les archives hypothécaires d'Arlon (125 mètres linéaires) et de Neufchâteau (105 m.l.), les archives de la Direction du cadastre du Luxembourg (625 m.l.) ou encore celles des bureaux de l'enregistrement de l'arrondissement d'Arlon (120 m.l.). Ces transferts ont permis de libérer une aile entière du centre administratif de l'État à Arlon, diminuant les frais de gestion de ce complexe. Les parquets d'Arlon (49 m.l.), Marche-en-Famenne (32 m.l.) et Neufchâteau (27 m.l.) ou encore le Tribunal de la famille et de la Jeunesse de Neufchâteau (43 m.l.) ont eux aussi pu récupérer de l'espace pour pouvoir organiser au mieux la gestion de leurs archives courantes ou semi-dynamiques. En provenance des Archives de l'État à Mons sont entrées les archives du Co-

mité d'acquisition d'immeubles de Neufchâteau (52 m.l.) et des Archives générales du Royaume 2 les archives de l'Administration des Dommages aux Biens privés (672 m.l.) pour le Luxembourg qui contiennent les dossiers des dommages de guerre de la Seconde Guerre mondiale ou les archives du Conseil de Guerre et de l'Auditorat militaire d'Arlon (61 m.l.).

À côté de ces transferts massifs, les activités du projet Archives locales de Wallonie se poursuivent. Le projet, qui se donne pour objectif de sauvegarder le patrimoine archivistique local, a permis de transférer à Arlon les archives de dizaines de villes, communes, CPAS et services provinciaux.

## En conclusion

La mise en service du nouveau complexe augure d'une période faste pour les Archives de l'État à Arlon. Le service dispose d'un bâtiment performant et les fonds et collections s'accroissent de jour en jour. Reste maintenant aux chercheurs à en profiter pleinement.

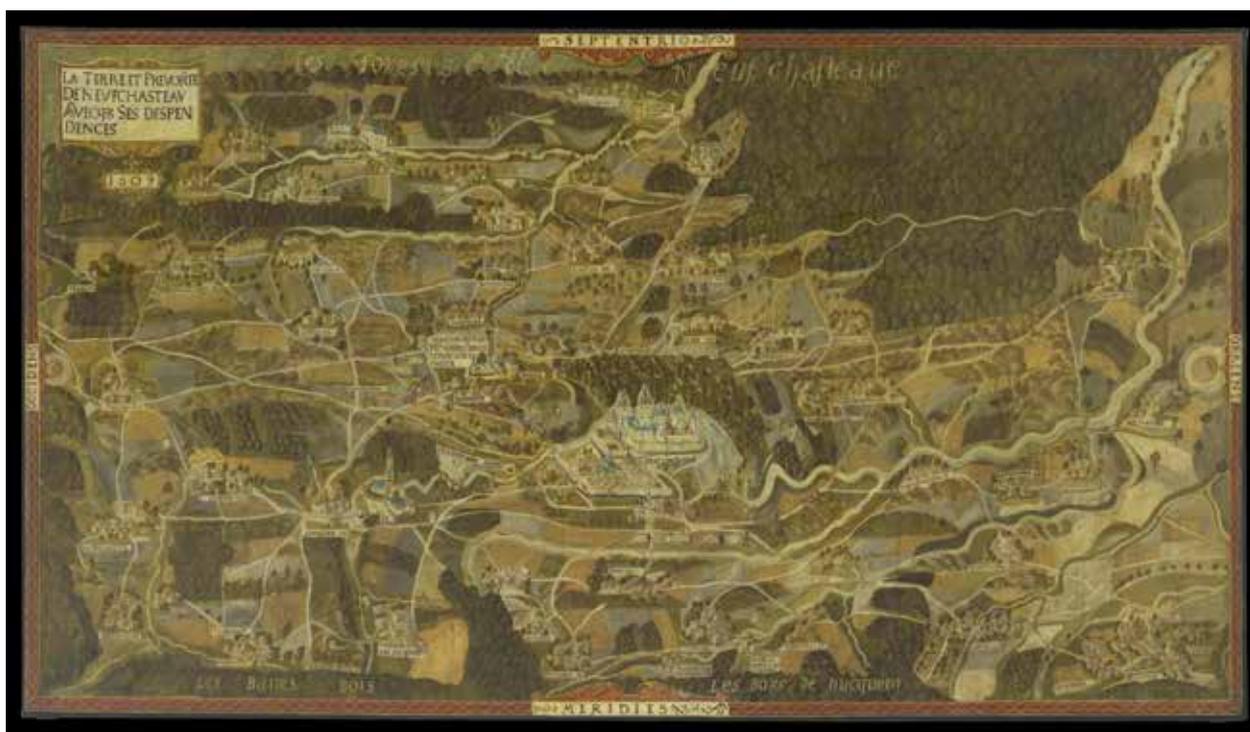
### Plus

Site internet des Archives de l'État : [www.arch.be/arlon](http://www.arch.be/arlon)  
Moteur de recherche des Archives de l'État : [search.arch.be](http://search.arch.be)

### L'auteur

François Moreau est archiviste aux Archives de l'État à Arlon.

La Terre et Prevostee de Neufchateau avecqz ses despendence, toile peinte tendue sur un cadre en bois, 1609. La plus grande pièce d'archives de Belgique exposée dans l'espace d'exposition des Archives de l'État à Arlon. © AGR, Famille d'Arenberg. Cartes et plans, n° 3091



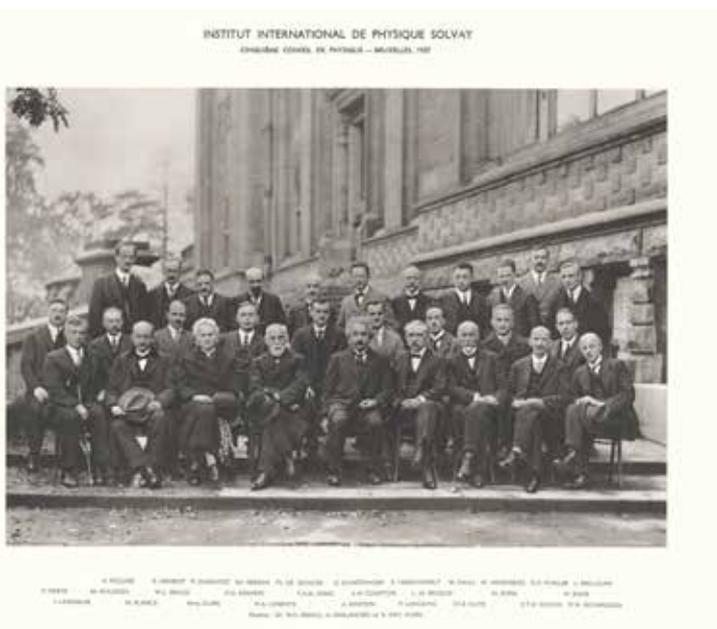
# Le premier Conseil de biologie Solvay

## Les Instituts internationaux Solvay s'inscrivent dans la lignée d'une grande et très importante tradition scientifique

**L**e 15 juin 1911, 20 éminents physiciens ont reçu une 'Invitation à un Conseil scientifique international pour élucider quelques questions d'actualité des théories moléculaires et cinétiques'. L'invitation était confidentielle et signée 'E. Solvay'. Aujourd'hui, le Conseil qui s'est tenu à Bruxelles du 30 octobre au 3 novembre 1911 est considéré comme la première conférence internationale sur la physique de l'histoire, et son importance dans les avancées scientifiques est reconnue dans le monde entier. Après la Première Guerre mondiale, en 1922, un deuxième comité scientifique a commencé à organiser les Conférences de chimie Solvay. Pour la première fois, un Conseil de biologie Solvay s'est tenu cette année, du 18 au 20 avril. Il a connu son apothéose le dimanche 21 avril avec un événement destiné au grand public à Flagey.

'L'idée d'un Conseil scientifique international a été lancée en 1910 par Walther Nernst, directeur de l'Institut de chimie physique de l'université de Berlin', explique Alessio Rocci, chercheur postdoctoral à la Vrije Universiteit Brussel. Alessio Rocci compulse les archives de Solvay, conservées à l'Université Libre de Bruxelles, sous la supervision du recteur et physicien, le Prof. Jan Danckaert. 'Le timing du projet s'est avéré crucial. Dix ans se sont écoulés depuis que Max Planck a identifié les particules élémentaires pour expliquer le rayonnement émis par les objets lorsqu'ils sont chauffés. Plus tard, il s'est avéré que l'hypothèse de Planck pouvait également expliquer un grand nombre d'autres phénomènes physiques'.

Cinquième Conseil Solvay de Physique, Bruxelles 1927.  
Courtesy from International Solvay Institutes for Physics and Chemistry and the Réserve Précieuse's ULB archive



Ernest Solvay était un industriel, un inventeur, un philanthrope et le fondateur d'instituts de recherche en physique et en chimie qui portent aujourd'hui son nom. 'Cependant, Ernest Solvay était bien plus qu'un mécène de la science', souligne Alessio Rocci. 'Passionné, il s'est consacré à la recherche scientifique. Il a résumé son programme de recherche de l'époque en mettant en évidence trois orientations et trois problèmes qui, selon lui, n'en constituaient qu'un seul. Pour lui, la physique faisait face à une grande inconnue : que sont la matière, l'espace et le temps ? Les connaissances en physiologie ne permettaient pas de répondre à la question : comment fonctionne le mécanisme de la vie, depuis sa plus humble manifestation jusqu'aux phénomènes de la pensée humaine ? Autre problème, complémentaire aux deux autres selon Ernest Solvay : qu'en est-il de l'évolution de l'individu dans un contexte social ?'

Walther Nernst a donc trouvé une oreille attentive en la personne d'Ernest Solvay lorsqu'il a proposé de réunir un petit groupe de scientifiques de haut niveau et d'organiser le premier Conseil de physique en 1911. À la même époque, le chimiste Wilhelm Ostwald présente à Ernest Solvay un projet d'Institut international de chimie.

L'idée de Walther Nernst s'est avérée la plus efficace. Parmi d'autres, Henri Poincaré a été très inspiré par les discussions tenues lors du premier Conseil de physique en 1911. 'Pour Solvay, la véritable révélation a été sa rencontre avec le président Hendrik A. Lorentz de Leyde, le grand maître de la physique théorique, qui menait les débats et était admiré et respecté de tous', explique Alessio Rocci. 'Voilà un homme qui peut contribuer à la mise en œuvre d'un projet cher à l'industriel : l'attribution de bourses de recherche à des scientifiques du monde entier et l'organisation récurrente de Conseils de physique et de chimie.'

La collaboration entre Solvay et Lorentz a abouti à la création de l'Institut international Solvay de physique en mai 1912. 'Nous considérons que le projet Solvay et ses développements ont permis d'accélérer le développement des connaissances en matière de physique quantique grâce aux échanges lors des Conseils. L'octroi de subventions à des laboratoires internationaux pouvait faire progresser la théorie quantique'.

Selon le lauréat du prix Nobel Werner Heisenberg, ce processus s'est achevé en 1927 lors de la dernière année de la présidence de Lorentz à l'occasion du cinquième Conseil de physique Solvay. Cette période est aujourd'hui appelée la 'première révolution quantique'. Le Conseil de physique de 2022, 111 ans après le tout premier Conseil, a connu la deuxième révolution, avec la physique de l'information quantique.



BRUXELLES COURTESY, 1922. JL. ARONIN - LÉON, BRUXELLES

G. CHAVANNE   O. DORN-HÉRAULT   F. SWARTS   OL. BAARDSENIER   E. HERZEN   L. FLAMMACH   E. HARNON   AUG. PICCARD  
H. DELEPINE   E. BILMANN   H. WYTTES   T. H. LOWRY   S. UDDAH   J. PERKIN   F. M. JACOB   A. DEBIÈRE   H. BUPE   A. BERTHOUD   R. H. PICCARD  
CH. MOUREL   F. W. ASTER   Dr. W. H. BRADY   R. E. ARMSTRONG   Dr. W. POPE   E. SOLVAY   A. HALLER   S. ARRHÉNIOUS   T. GOSBY

Premier Conseil Solvay de Chimie, Bruxelles 21-27 avril 1922.  
Courtesy from International Solvay Institutes for Physics and Chemistry and the Réserve Précieuse's ULB archive

Les Conseils Solvay étaient et sont toujours très appréciés des scientifiques. 'De nombreux lauréats du prix Nobel ont été régulièrement invités à y participer : Marie Curie, Albert Einstein, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger, Richard Feynman et plus récemment Murray Gell-Mann, David Gross et François Englert, pour n'en citer que quelques-uns', explique Alessio Rocci. 'Nombre d'entre eux sont immortalisés sur des photos de groupe dans le cadre du parc Léopold à Bruxelles.'

Pour Solvay, la biologie était l'un des domaines qui méritait également un Conseil Solvay. Il a également insisté sur ce point, comme le montrent les documents d'archives relatifs aux réunions du Comité scientifique international des Conseils de chimie. 'Jusqu'à présent, ce projet était resté lettre morte', explique Alessio Rocci. 'Il n'y a jamais eu de raison suffisante pour l'organiser. Aujourd'hui, de nombreux experts s'accordent à dire que nous sommes au début d'une nouvelle révolution dans notre compréhension du vivant, grâce aux travaux convergents des biologistes, des chimistes, des physiciens, des informaticiens et des statisticiens. Ils analysent les données et construisent des modèles formulés en termes mathématiques. Les mathématiques sont le langage essentiel partagé par toutes les théories scientifiques. Grâce à ce travail, la biologie fondamentale peut connaître des avancées et peut-être ouvrir la voie à de nouvelles applications thérapeutiques au bénéfice de l'humanité'.

Les Instituts Solvay ont pour objectif d'être un acteur clé dans le développement de la biologie du 21<sup>e</sup> siècle, comme ils l'ont été pour la physique et la chimie. Le premier Conseil de biologie était organisé cette année selon le modèle unique des Conseils de physique et de chimie. Ce premier Conseil Solvay dédié à la biologie s'est tenu du 18 au 20 avril et a été présidé par le professeur Thomas Lecuit du Collège de France, directeur du Turing Center for Living Systems. 'Le Conseil, intitulé *The Organization and Dynamics of Biological Computation*, a réuni 35 experts sélectionnés par un comité scientifique international. De manière pluridisciplinaire, il visait à développer nos connaissances concernant la manière dont l'information est transmise et traitée par les systèmes biologiques. Les recherches de Thomas Lecuit sur la question générale de l'origine des formes en biologie et de la nature de l'information morphogénétique sont un parfait exemple de transdisciplinarité : des contributions importantes pour comprendre la morphogénèse ont d'abord été proposées par le célèbre mathématicien Alan Turing en 1954, puis affinées par les biologistes Lewis Wolpert et Francis Crick dans les années 1970'.

Le Conseil de biologie a également vu grand, avec notamment une série de conférences données par des scientifiques de premier plan lors de l'événement public du dimanche 21 avril à Flagey. Anthony Hyman, directeur de l'Institut Max Planck de Dresde et lauréat du prestigieux Breakthrough Prize in Life Sciences (2023), a évoqué les mécanismes physiques et chimiques du transfert d'informations au niveau cellulaire dans sa conférence *La vie sociale d'une cellule*.





# Observer l'intérieur des volcans grâce à la télédétection

**Les éruptions volcaniques représentent une menace pour les populations vivant à proximité des volcans actifs. Les recherches sur les processus volcaniques qui précèdent les éruptions sont donc cruciales. Elles recourent à des approches interdisciplinaires reposant sur l'exploitation synergique de données d'observation provenant d'instruments terrestres et de capteurs satellitaires. Le projet VERSUS, financé par le programme STEREO, a permis de développer de nouveaux outils de télédétection pour étudier et surveiller les volcans actifs et les lacs de lave. Ces techniques ont été appliquées lors de l'éruption du Nyiragongo de 2021.**

## Du sol à l'orbite

L'observation par satellites est devenue une technique essentielle pour étudier et suivre les volcans. Cette approche est en effet très complémentaire des techniques traditionnelles de suivi opérées depuis le sol ; elle est même primordiale dans les cas de volcans difficilement accessibles ou peu surveillés. Les processus volcaniques, à savoir les émissions de gaz, de cendres et de lave, les rayonnements thermiques, les changements topographiques ou les déformations du sol, peuvent même être mesurés avec une grande précision grâce aux données satellitaires. Malgré cela, il n'existe actuellement aucune mission satellitaire consacrée exclusivement à la surveillance de l'activité volcanique. Cependant, les initiatives comme le programme Copernicus de l'Union européenne ou la constellation de Cubesats de Planet Labs, dont les capteurs sont dotés de résolutions spatiales et temporelles améliorées, offrent de nouvelles opportunités d'amélioration du suivi des volcans par télédétection.

## Près de 20 ans de recherche

Depuis 2006, la Politique scientifique fédérale (Belspo) a financé, via son programme de recherche en observation de la Terre STEREO, de nombreux projets de recherche dans le but d'étudier, à l'aide d'images satellites, des volcans actifs et les risques qui y sont associés. Le projet VERSUS (Open-Vent Volcano Remote

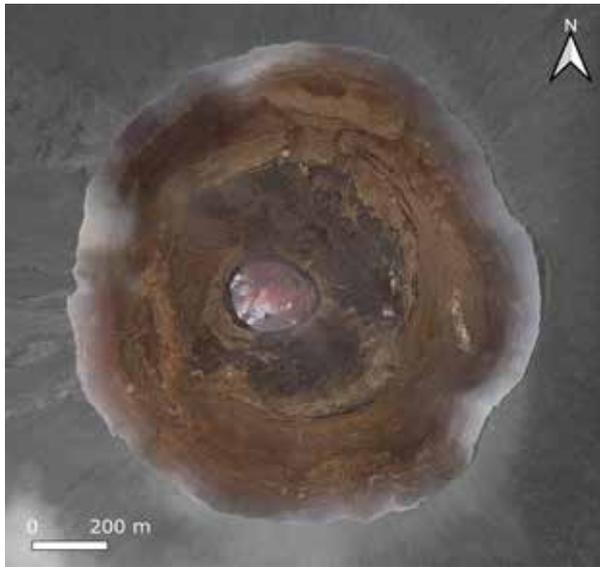
Sensing Monitoring Using Spaceborne Imagery), de type 'Spin-off' et financé entre 2019-2022, était piloté par le Musée royal de l'Afrique centrale (MRAC), en collaboration avec l'Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique (IASB), le Centre européen de géodynamique et de séismologie (ECGS, Luxembourg) et l'U.S. Geological Survey (USGS, États-Unis). Les partenaires du projet VERSUS ont capitalisé sur cet héritage et sur les opportunités offertes par les nouvelles générations de satellites et de capteurs afin de développer des techniques de pointe pour l'étude des volcans actifs et plus particulièrement leur caractéristique la plus fascinante : les lacs de lave.

## La dynamique des lacs de lave

Un lac de lave est un bassin de lave qui, via un conduit ouvert, est connecté à un réservoir magmatique situé dans la croûte terrestre. La lave reste en fusion par sa température élevée et le brassage provoqué par la remontée continue de gaz volcaniques. Quand les lacs de lave se maintiennent pendant des années, voire des décennies, leur dynamique peut être un indicateur du changement de pression dans le système de conduits volcaniques. Cela nous permet d'obtenir des informations précieuses sur les processus magmatiques et volcaniques qui contrôlent l'activité éruptive. C'est le cas des volcans Nyiragongo (à l'Est de la République démocratique du Congo) et Kīlauea (à Hawaii, États-Unis), qui ont été étudiés par le projet VERSUS.



Le lac de lave du Nyiragongo (photo © B. Smets)



Cratère du Nyiragongo

Les chercheurs avaient pour objectifs, grâce aux données satellitaires et à des mesures effectuées au sol, de mieux appréhender les variations de niveaux des lacs de lave et de lier celles-ci aux risques d'éruptions dangereuses en provenance des flancs des volcans.

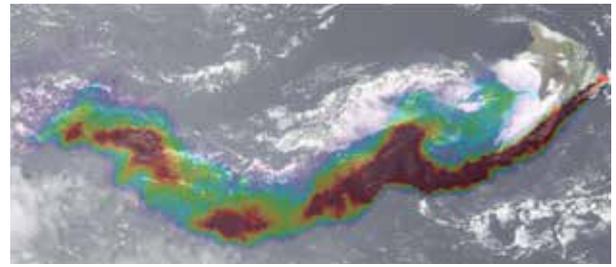
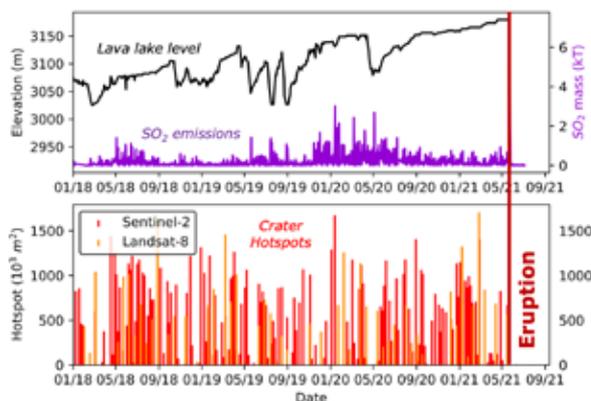
## Des résultats testés en direct

Les résultats du projet ont montré que des chutes substantielles du niveau des lacs de lave (de parfois plusieurs dizaines de mètres) peuvent être liées à des mouvements de magma souterrains. Cela nous apprend que, même si les lacs de lave peuvent contribuer à réduire la pression dans un volcan en permettant au gaz de s'échapper du système, des intrusions peuvent quand même se produire dans la croûte.

Le 22 mai 2021, le Nyiragongo est soudainement entré en éruption sans aucun signe avant-coureur, entraînant des coulées de lave mortelles et causant des destructions considérables dans la ville de Goma (qui compte environ 1 million d'habitants). Cette éruption par un flanc du volcan a été suivie d'une crise sismique provoquée par des mouvements de magma à très faible profondeur (< 500 m) sous la ville de Goma et sous le lac Kivu.

Les chercheurs du projet VERSUS ont pu analyser cette éruption en détail et les résultats ont été publiés dans la revue Nature (Smittarello et al., 2022<sup>(1)</sup>). L'étude a démontré que la combinaison d'une réserve de magma proche de la surface et d'une activité continue du lac de lave constitue un réel défi pour le suivi d'un

Séries temporelles du niveau du lac de lave, des émissions de SO<sub>2</sub> et de la détection de points chauds au niveau du volcan Nyiragongo, produites grâce à des données de télédétection. Les tracés montrent l'impact de l'éruption de 2021.



Panache de SO<sub>2</sub> émis par le volcan Kilauea pendant l'éruption par les flancs de mai-août 2018 (dérivé d'une image Sentinel-5P TROPOMI du 4 juin 2018).

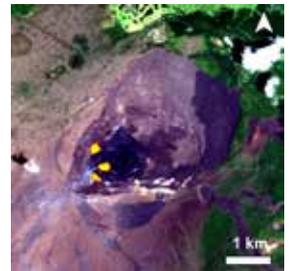
volcan. En effet, les éruptions via les flancs de l'édifice peuvent se produire quelques minutes seulement après l'apparition de signes avant-coureurs.

L'intrusion magmatique de faible profondeur qui a suivi l'éruption du Nyiragongo de 2021 a aussi révélé le risque d'occurrence de scénarios encore bien plus dangereux, tels que des coulées de lave dans des zones densément peuplées ou des interactions explosives avec le lac Kivu, très riche en gaz (ce qui est communément appelé éruption phréatomagmatique ou limnique).

Une **éruption phréatomagmatique** désigne une éruption qui survient lors de la rencontre entre le magma ascendant et de l'eau superficielle (nappe phréatique, cours d'eau, lac).

Une **éruption limnique** survient lors du dégazage brutal d'un lac méromictique qui relargue les gaz volcaniques émis en continu par un volcan et accumulés durant des années dans les couches profondes du lac.

Détection de l'activité du lac de lave du Kilauea par points chauds le 4 septembre 2022. Il s'agit d'une composition colorée en vraies couleurs d'une image satellite Sentinel-2 MSI sur laquelle sont superposés les points chauds.



En résumé, le projet VERSUS a mis en évidence la nécessité d'étudier de manière plus approfondie les lacs de lave car ceux-ci fournissent une information cruciale sur les processus magmatiques et volcaniques nous permettant de mieux surveiller et comprendre les volcans actifs et dangereux.

## Plus

Le programme belge de recherche en observation de la Terre STEREO : <https://eo.belspo.be/fr>

Le Projet STEREO VERSUS (Open-Vent Volcano Remote Sensing Monitoring Using Spaceborne Imagery) : <https://eo.belspo.be/versus>

## Note

(1) [www.nature.com/articles/s41586-022-05047-8](https://www.nature.com/articles/s41586-022-05047-8)



## L'auteur

Cet article a été écrit avec l'aide de Benoît Smets, chercheur au Département Sciences de la Terre du Musée royal de l'Afrique centrale.



# Musée sur mesure

Elena Phalet (avec la collaboration de Marie-Suzanne Gillemann et Géraldine Barbéry)

**L**e Service de Médiation culturelle des Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique (MRBAB) organise de nombreuses activités parmi lesquelles des visites guidées, des stages, des ateliers et des conférences, ou encore des Promenades Contées-Signées. Au sein de ce service, une petite équipe de quatre personnes constitue Musée sur Mesure/ Museum op Maat. Isabel Vermote, Marie-Suzanne Gillemann et Myriam Dom sont historiennes de l'art avec des spécialisations différentes : Isabel en Histoire et Relations Internationales, Marie-Suzanne dans la didactique du FLE (Français Langue Etrangère) et l'accompagnement des personnes déficientes visuelles, et Myriam a suivi une formation de trois ans en Langue des Signes et s'est spécialisée dans l'accueil des publics sourds et malentendants et les événements artistiques. Myriam travaille aux MRBAB depuis 1988, Marie-Suzanne depuis 1995 et Isabel depuis 2008. Le suivi administratif des réservations est géré par Patricia Smets.

Musée sur Mesure se concentre sur les visiteur-euse-s qui ont besoin d'un accompagnement plus spécifique, en donnant à chacun, chacune la possibilité de visiter le Musée d'une manière personnelle et adaptée. Cet engagement social constitue l'une des missions des Musées royaux, qui ont aujourd'hui 30 ans d'expérience dans ce domaine. Les premières visites pour les personnes sourdes et malentendantes ont commencé en 1998, à la suite d'une formation en Histoire de l'Art de 4 ans donnée à dix futurs guides sourd-e-s. Les visites adaptées pour les personnes malvoyantes ou aveugles (programme 'Equinoxe') ont suivi dès 2001. Les programmes de visites adaptées pour le champ social (programme 'Sésame') et pour la santé mentale (programme 'Comète') démarraient au même moment. Ces groupes cibles n'ont cessé de s'élargir depuis lors.

## Le 'caring museum'

Des recherches scientifiques récentes nous apprennent que les activités culturelles ont un effet démontrable et même mesurable sur la santé physique et mentale ou encore le bien-être : une visite au musée diminue les sentiments d'anxiété et d'agitation, suscite une réaction émotionnelle positive et favorise les sentiments d'estime de soi et d'appartenance sociale. Les musées peuvent donc accompagner des traitements médicaux, par exemple en réduisant les sentiments de solitude et d'isolement dont souffrent de nombreuses personnes atteintes de maladies chroniques ou en phase terminale.

La diversité des collections et la manière spécifique dont les œuvres d'art sont abordées permettent d'aider chaque visiteur-euse de la manière la plus appropriée et sensible possible. Les aspects humains et l'accueil sont au cœur du travail de Musée sur Mesure.

Par exemple, un projet pilote de l'University College London apporte des objets de musée aux patients alités. Le fait de toucher ces objets, comme le faisaient les gens il y a tant d'années, favorise le sentiment de continuité et d'appartenance à un ensemble plus vaste.



© MRBAB

Le 8 mars 2024, le Sénat a adopté une résolution sur une 'approche complémentaire culturelle et non médicamenteuse de l'offre de soins dans le domaine de la santé mentale et plus particulièrement le 'caring museum'. Au cours des réunions de commission qui ont précédé cette résolution, Musée sur Mesure et d'autres initiatives similaires, nationales et étrangères, ont été invités à échanger et confronter leurs points de vue. Cette résolution est le fruit d'une prise de conscience de l'importance de la santé mentale et de la fréquence croissante de problèmes liés au bien-être : l'enquête de santé la plus récente de Scien-sano a révélé qu'un adulte sur dix a souffert d'une dépression au cours de la période étudiée, 11 % de troubles anxieux et 7 % de troubles de l'alimentation. Parmi les jeunes, environ 20 % ont déclaré souffrir de troubles émotionnels et comportementaux ou de troubles relationnels avec d'autres jeunes, et la moitié d'entre eux de manière pathologique. Une étude de l'Unicef a montré que 9 millions d'adolescent-e-s en Europe souffrent de troubles mentaux. Pour la Belgique, cela représenterait 16 % des jeunes de 10 à 19 ans.

Outre la souffrance humaine, la résolution cite également son coût économique : ces problèmes coûtent au système de santé belge l'équivalent de 3,2 % du PIB, soit le pourcentage le plus élevé au sein de l'UE.

La 'prescription sociale' d'exercices physiques ou d'activités créatives est une approche déjà reconnue des problèmes de santé physique et mentale (y compris par l'OMS). Les musées sont un élément relativement nouveau dans ce domaine, une recommandation de l'UNESCO de 2015 soulignant leur rôle social.

Dans cette résolution, le Sénat demande au gouvernement fédéral, en coopération avec les entités fédérées et en concertation avec tous les acteurs concernés, d'élaborer des pistes de réflexion pour des 'politiques intégrées et cohérentes en matière de santé mentale, axées sur la prévention et les traitements non-médicamenteux'. Les prestataires de soins sont invités à être attentifs à cette possibilité et le secteur culturel à concevoir des programmes et des activités adaptées et accessibles. Le grand public doit être sensibilisé aux



Isabel Vermote © MRBAB

Marie-Suzanne Gillemann © MRBAB

possibilités qu'offre la combinaison du bien-être et de la culture. Les possibilités de financement (par les caisses de maladie, la sécurité sociale, les communes, etc.) seront étudiées par le Centre fédéral d'expertise des soins de santé. Le dernier point demande un projet pilote pour le remboursement de la 'culture sur ordonnance', qui inclut la 'prescription muséale'.

Un projet pilote bruxellois récent consistait en une collaboration entre la ville de Bruxelles et l'hôpital Brugmann, et prévoyait que les médecins puissent prescrire une visite gratuite du musée. Le projet a montré que le système est encore trop peu connu des prestataires de soins de santé et du grand public.

## Aller à la rencontre des groupes cibles

Aux Musées royaux, Musée sur Mesure collabore avec des associations de terrain telles que la Ligue Alzheimer, des centres de soins palliatifs, des centres de jours pour personnes fragilisées, des centres d'accueil pour réfugiés, la Ligue Braille, etc. De cette manière, les collaborateurs parviennent à toucher les groupes vulnérables, d'âges, de situations et de milieux différents (aidants proches, jeunes en décrochage scolaire, personnes vivant dans la précarité, primo-arrivants, ...). Musée sur Mesure investit dans des relations à long terme qui s'élargissent continuellement.

Pour l'élaboration concrète de la visite du musée, Musée sur Mesure travaille aussi en collaboration avec d'autres centres d'expertise et avec des universités. Ainsi, le premier programme aux Musées royaux pour la langue des signes a été développé en collaboration avec l'ASBL Arts et culture, qui, depuis les années 1970, rend l'art et la culture accessibles aux personnes sourdes et malentendantes.

Parfois, des circonstances concrètes obligent l'équipe à repenser la manière de rendre les collections accessibles. Pendant la crise du COVID, alors que tous les musées étaient fermés, les collaborateurs-rice-s de Musée sur Mesure ont trouvé une façon virtuelle, depuis chez eux, chacun et chacune derrière son ordinateur portable, de garder le contact avec les personnes âgées dans les maisons de repos et de soin (MRS) grâce au projet 'Trèfle à quatre feuilles' : tous les quinze jours, les résidents et les soignants ont reçu des photos de quatre tableaux sur un thème spécifique. Chaque MRS pouvait voter pour son tableau préféré. Une affiche du tableau ayant remporté le plus de votes était ensuite offerte à la résidence pour y être accrochée dans les espaces communs.

## Une préparation minutieuse

Pour les publics dits 'empêchés', que l'équipe appelle plutôt les publics spécifiques ou fragilisés, de nombreux obstacles doivent être surmontés avant de visiter un musée : de la grandeur imposante du bâtiment en passant par les obstacles financiers, émotionnels jusqu'à l'idée qu'un musée n'est pas pour tout le monde.

Parmi les obstacles physiques possibles, on peut citer les escaliers ou les salles engorgées de visiteurs. Les bruits de fond et les échos peuvent être trop stimulants, certaines œuvres sont

exposées avec relativement peu de lumière, la taille des textes accompagnant les œuvres d'art peut être insuffisante etc.

En tant que lieu public accessible à tous, le musée doit donc être aménagé de manière réfléchie. Les MRBAB sont totalement accessibles. Des aménagements comme des repères podotactiles permettent aux malvoyants d'anticiper les escaliers, des chaises-cannes sont disponibles pour être transportées d'une œuvre à l'autre afin que les visiteurs puissent écouter et regarder confortablement assis.

L'équipe de Musée sur Mesure remarque qu'un musée est encore souvent perçu comme une tour d'ivoire dans laquelle une visite guidée se résumerait à un transfert de connaissances dans une seule direction : du guide vers le public. Musée sur Mesure souhaite plutôt montrer comment l'art inspire, relie, dynamise et libère de nouvelles idées pour et en chacun-e de nous, qui que nous soyons. Le public joue un rôle actif dans sa visite du musée. Une visite réussie pour un groupe cible particulier nécessite donc beaucoup de préparation pour une approche adaptée et individualisée.

Dans le cadre de certaines visites, comme 'Art et soins en dialogue', une médiatrice se rend sur le site de l'organisation intéressée pour faire connaissance avec les participant-e-s et écouter les histoires, les expériences et les besoins du groupe. La visite au musée est adaptée à partir de ce premier contact. Cette étape - très importante - est bien préparée. Préparation et visite se font en dialogue avec les groupes, les réactions et les expériences des visiteurs aidant à orienter et à déterminer le parcours dans les salles.

Ainsi, un groupe d'étudiants venus en visite pédagogique pour découvrir le fonctionnement de Musée sur Mesure a été fasciné par une des œuvres présentées dans le hall principal des Musées royaux. Cette figure blanche en plâtre, grandeur nature, de David Altmejd a donc été incluse dans la visite ! En ce sens, un guide dirige un groupe, mais un groupe fait de même avec un guide. La visite devient alors un 'exercice de circulation à double sens'.

## La visite

Selon l'activité, Musée sur Mesure accueille des groupes de 8 à 15 personnes maximum. Un élément-clef de la visite est de créer un environnement accueillant afin que les participants osent contribuer activement à la visite. Les guides ont recours à différentes méthodes pour impliquer les visiteurs et les faire sortir de leur coquille.

L'organisation d'une visite pour un nouveau groupe cible est un travail intense et demande des collaborateurs-rice-s, en plus de leur expertise en tant qu'historien-ne-s de l'art et guides, beaucoup d'empathie et de créativité. Chaque visite est adaptée aux besoins du petit groupe : la durée de la visite, le rythme, tant en termes d'effort physique que d'information, la manière d'aborder les œuvres d'art, ...



Ces personnes ont souvent beaucoup à gagner dans des rencontres avec d'autres personnes dans des situations comparables, et les thèmes qui les concernent peuvent aussi être abordés dans le musée et approchés sous d'autres angles. Pour l'équipe de Musée sur Mesure également, ces visites constituent toujours une expérience enrichissante.

Par exemple, la 'visite' d'un tableau avec des personnes aveugles ou malvoyantes dure déjà facilement une demi-heure. Le guide décrit le tableau et répond aux questions - parfois très spécifiques et surprenantes - du groupe. Pour certains tableaux du musée, Musée sur Mesure a également réalisé des copies au format A3, en donnant du relief aux différentes zones de couleur afin que les visiteur-euse-s puissent ressentir la composition du tableau. Musée sur Mesure a également reçu de la Ligue Braille une impression 3D de *La Chute d'Icare*, de Pieter Bruegel l'Ancien.

Pour la visite des personnes atteintes de démence, Musée sur Mesure choisit souvent des portraits anciens. Le passé lointain, plus que le passé immédiat, constitue un point d'intérêt pour ces personnes. Le thème de la famille résonne également comme un élément déclencheur, reconnaissable et, pour de nombreuses personnes, reste un élément central de leur propre passé. Un collier, la couleur d'un vêtement, le visage d'un enfant peuvent être très 'signifiant' et provoquer des sentiments heureux chez ces personnes. Après une visite, l'un des visiteurs âgés a déclaré qu'il ne se souvenait pas exactement de ce qu'il venait de faire, mais qu'il avait l'impression d'avoir vécu une expérience très agréable. Il est également bénéfique pour les soignants ou les membres de la famille qui les accompagnent de voir le visiteur âgé plus alerte et plus vivant dans ce nouvel environnement. L'une des forces du musée est d'offrir aux gens un répit par rapport à leurs soucis quotidiens, à la maladie ou aux soins.

En 2017, le journal télévisé de VTM a enregistré un reportage *L'art comme antidouleur* lors d'une visite de patients du centre de jour palliatif Topaz au musée Magritte. L'un des patients a déclaré dans une interview qu'il pouvait ici 'oublier un instant sa maladie'. En même temps, la visite du musée offre à ces personnes un envi-

ronnement sûr et un nouvel angle de vue pour parler de ce qui les préoccupe, mais qui est parfois perçu par leur entourage comme trop douloureux pour être abordé.

Par la suite, l'activité est toujours évaluée avec et par les visiteur-euse-s. Quand Musée sur Mesure a trouvé une approche fructueuse et qu'il est prêt à déployer réellement le programme pour un groupe cible spécifique, il fait appel à une équipe de guides, qui reçoivent ensuite une formation ciblée.

De même, le Musée a déjà formé trois générations de guides sourd-e-s : après une formation de deux ans en histoire de l'art, ces guides peuvent accueillir et guider leur public directement en langue des signes, sans l'intervention d'un ou d'une interprète. En janvier 2024, une formation 'Contes' en français et en langue des signes a également débuté pour sept guides entendant-e-s et six guides sourd-e-s. Dès septembre 2024, ces guides-conteurs sourds et entendants seront capables de proposer des 'Promenades contées, Promenades signées' en duos à destination d'un public transgénérationnel et mixte, c'est-à-dire composé de personnes sourdes et entendants.

## Valorisation et visibilité

Les mesures d'impact se concentrent souvent sur l'aspect quantitatif. Musée sur Mesure souhaite également examiner d'autres aspects, plus qualitatifs, d'une visite au musée : quelle a été la valeur de cette visite ? Les visiteur-euse-s se sont-ils senti-e-s impliqué-e-s ? Ont-ils ou elles pu partager leurs expériences, se sentir connecté-e-s ?

La petite équipe s'efforce de dégager le temps nécessaire pour rendre compte des expériences et de l'expertise acquises dans le cadre des projets. Des colloques tels que *Through Art We Care* en collaboration avec la VUB, des tables rondes avec différents secteurs ou des journées d'étude créent de la visibilité et valorisent les connaissances acquises. Prochainement, une journée d'étude pour faire le point sur l'inclusion des personnes aveugles et malvoyantes dans les lieux culturels est organisée aux Musées royaux, en collaboration avec associations de terrain et musées belges.

Pour mener à bien ses différentes missions, Musée sur Mesure est constamment à la recherche de financements. Ainsi, la Fondation Roi Baudouin, la Loterie nationale ou encore l'association Les Amis du Musée, pour ne citer que quelques exemples, comptent parmi les mécènes de Musée sur Mesure/Museum op Maat.

N'hésitez pas à nous faire signe si ces publics vous touchent et vous intéressent et si vous trouvez important que l'art puisse être accessible à chacun et chacune, par des approches adaptées et créatives.

### Plus

Musée sur Mesure : [museesurmesure@fine-arts-museum.be](mailto:museesurmesure@fine-arts-museum.be)



# Une belle nébuleuse et une étoile magnétique nées d'une collision entre deux étoiles

**Q**uelle surprise pour les astronomes, lorsqu'ils ont observé un couple d'étoiles au cœur d'un impressionnant nuage de gaz et de poussières ! Les paires d'étoiles sont généralement très similaires, comme jumelles. Or, dans le cas de HD 148937, l'une des étoiles semble plus jeune et, contrairement à l'autre, est magnétique. Dans un très récent article du journal *Science*, des scientifiques, dont Laurent Mahy de l'Observatoire royal de Belgique, suggèrent qu'il y avait à l'origine trois étoiles dans le système, jusqu'à ce que deux d'entre elles entrent en collision et fusionnent. Cet événement violent a créé la nébuleuse qui l'entoure et a modifié à jamais le destin du système.

Cette image, prise avec le télescope de sondage du VLT hébergé à l'Observatoire du Paranal de l'ESO, montre la magnifique nébuleuse NGC 6164/6165, également connue sous le nom d'Œuf de dragon. La nébuleuse est un nuage de gaz et de poussières entourant une paire d'étoiles appelée HD 148937. Dans une nouvelle étude utilisant les données de l'ESO, les astronomes ont montré que les deux étoiles sont inhabituellement différentes l'une de l'autre - l'une semble beaucoup plus jeune et, contrairement à l'autre, est magnétique. En outre, la nébuleuse est nettement plus jeune que les deux étoiles qui la composent, et elle est constituée de gaz que l'on trouve normalement à l'intérieur d'une étoile et non à l'extérieur. L'ensemble de ces indices a permis de résoudre le mystère du système HD 148937 - il y avait très probablement trois étoiles dans le système jusqu'à ce que deux d'entre elles entrent en collision et fusionnent, créant une nouvelle étoile plus grande et magnétique. Cet événement violent a également créé la spectaculaire nébuleuse qui entoure aujourd'hui les étoiles restantes.

© ESO/VPHAS + team. Acknowledgement : CASU. Source : [www.eso.org/public/belgium-fr/images/eso2407a/?lang](http://www.eso.org/public/belgium-fr/images/eso2407a/?lang)

## Un système stellaire très particulier

'Lors de mes recherches, j'ai été frappée par la particularité de ce système', explique Abigail Frost, astronome à l'ESO au Chili et autrice principale de l'étude publiée aujourd'hui dans *Science*. Le système HD 148937 est situé à environ 3800 années-lumière de la Terre, dans la direction de la constellation Norma. Elle est composée de deux étoiles beaucoup plus massives que le Soleil et entourée d'une magnifique nébuleuse, un nuage de gaz et de poussières. 'Une nébuleuse entourant deux étoiles massives est une rareté, et cela nous a donné l'impression que quelque chose de génial devait s'être produit dans ce système. Au fur et à mesure que nous examinons ces données, cette impression n'a fait que croître'

'Après une analyse détaillée, nous avons pu déterminer que l'étoile la plus massive semble beaucoup plus jeune que son compagnon, ce qui n'est pas logique puisqu'elles auraient dû se former en même temps !' explique Abigail Frost. La différence d'âge - une étoile semble être au moins 1,5 million d'années plus jeune que l'autre - suggère que quelque chose a dû rajeunir l'étoile la plus massive.

Une autre pièce du puzzle est la nébuleuse qui entoure les étoiles, connue sous le nom de NGC 6164/6165. Elle est âgée de 7500 ans, soit des centaines de fois plus jeune que les deux étoiles. La nébuleuse présente également de très grandes quantités d'azote, de carbone et d'oxygène. Ceci est surprenant, car ces éléments sont normalement attendus à l'intérieur d'une étoile, et non à l'extérieur ; c'est comme si un événement violent les avait libérés.

## Le mystère s'éclaircit grâce aux données de l'ESO

Pour élucider ce mystère, l'équipe a rassemblé neuf années de données provenant des instruments PIONIER et GRAVITY, tous

deux installés sur le Very Large Telescope Interferometer (VLTI) de l'ESO, situé dans le désert d'Atacama au Chili. Ils ont également utilisé des données d'archives de l'instrument FEROS à l'observatoire de La Silla de l'ESO.

'Nous pensons que ce système avait au moins trois étoiles à l'origine ; deux d'entre elles devaient être proches à un moment donné de l'orbite, tandis qu'une autre étoile était beaucoup plus éloignée', explique Hugues Sana, professeur à la KU Leuven et principal responsable des observations. 'Les deux étoiles internes ont fusionné de manière violente, créant une étoile magnétique et rejetant de la matière, ce qui a donné naissance à la nébuleuse. L'étoile la plus éloignée a formé une nouvelle orbite avec l'étoile nouvellement fusionnée, devenue magnétique, créant ainsi la binaire que nous voyons aujourd'hui au centre de la nébuleuse'.

En particulier Laurent Mahy, chercheur à l'Observatoire royal de Belgique, a analysé les données spectroscopiques du système afin de déterminer les paramètres de surface de chacune des deux étoiles. 'Le scénario de la fusion me trottait déjà dans la tête en 2017 lorsque j'étudiais les observations de la nébuleuse obtenues avec le télescope spatial Herschel de l'Agence spatiale européenne', ajoute Laurent Mahy. 'La mise à jour de cette différence d'âge entre les étoiles suggère que ce scénario est le plus plausible, et ce n'est qu'avec les nouvelles données de l'ESO qu'il a été possible de le démontrer.' Ce scénario explique égale-

Cette collection de photos présente trois vues d'artistes décrivant l'événement violent qui a changé le destin du système stellaire HD 148937 ; la dernière photo est une image astronomique réelle. À l'origine, le système comptait au moins trois étoiles (photo supérieure gauche), dont deux proches et une beaucoup plus éloignée, jusqu'au jour où les deux étoiles intérieures sont entrées en collision et ont fusionné (photo supérieure droite). Cet événement violent a créé une nouvelle étoile, plus grande et magnétique, qui forme désormais une paire avec l'étoile la plus éloignée (photo inférieure gauche). La fusion a également libéré les matériaux à l'origine de la spectaculaire nébuleuse qui entoure aujourd'hui les étoiles (photo inférieure droite).  
© ESO/L. Calçada, VPHAS + team. Acknowledgement : CASU. Source: [www.eso.org/public/belgium-fr/images/eso2407b/?lang](http://www.eso.org/public/belgium-fr/images/eso2407b/?lang)





Cette vue à grand champ, créée à partir d'images faisant partie du Digitized Sky Survey 2, montre les riches nuages d'étoiles de la constellation de Règle (l'équerre du charpentier) dans notre galaxie, la Voie lactée. La magnifique nébuleuse NGC 6164/6165, également connue sous le nom d'Œuf de dragon, apparaît au centre de l'image.  
© ESO/Digitized Sky Survey 2. Acknowledgement : Davide De Martin. Source : [www.eso.org/public/belgium-fr/images/eso2407c/?lang](http://www.eso.org/public/belgium-fr/images/eso2407c/?lang)

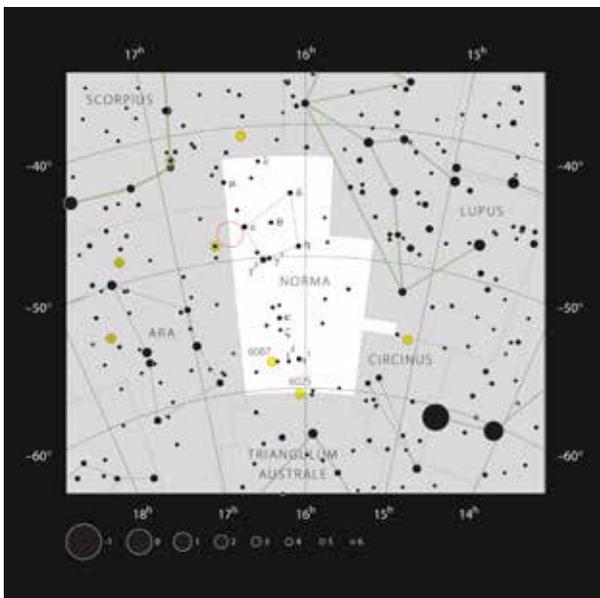
ment pourquoi l'une des étoiles du système est magnétique alors que l'autre ne l'est pas - une autre caractéristique particulière de HD 148937 repérée dans les données du VLTI.

## Le champ magnétique des étoiles massives

En même temps, elle contribue à résoudre un mystère de longue date en astronomie : comment les étoiles massives obtiennent leurs champs magnétiques. Si les champs magnétiques sont une caractéristique commune des étoiles de faible masse comme

Cette carte montre la position de la nébuleuse NGC 6164/6165, également connue sous le nom d'Œuf du Dragon, dans la constellation de la Règle (l'équerre du Charpentier) de l'hémisphère sud. Cette carte montre la plupart des étoiles visibles à l'œil nu dans de bonnes conditions. L'emplacement de la nébuleuse elle-même est indiqué par un cercle rouge.

© ESO, IAU and Sky & Telescope



notre soleil, les étoiles plus massives ne peuvent pas maintenir des champs magnétiques de la même manière. Pourtant, certaines étoiles massives sont bel et bien magnétiques.

Les astronomes soupçonnaient depuis un certain temps que les étoiles massives pouvaient acquérir des champs magnétiques lors de la fusion de deux étoiles. Mais c'est la première fois que des chercheurs trouvent une preuve directe de ce phénomène. Dans le cas de HD 148937, la fusion a dû se produire récemment. 'Le magnétisme dans les étoiles massives ne devrait pas durer très longtemps par rapport à la durée de vie de l'étoile, il semble donc que nous ayons observé cet événement rare très peu de temps après qu'il se soit produit', ajoute Abigail Frost. L'Extremely Large Telescope (ELT) de l'ESO, actuellement en construction dans le désert chilien d'Atacama, permettra aux chercheurs de comprendre plus en détail ce qui s'est passé dans le système, et peut-être de révéler d'autres surprises.

(Source : ORB basé sur un communiqué de presse de l'ESO)

## Plus

Cette recherche a été présentée dans un article intitulé 'A magnetic massive star has experienced a stellar merger' ('Une étoile magnétique massive a connu une fusion stellaire') paru dans *Science* ([www.science.org/doi/10.1126/science.adg7700](http://www.science.org/doi/10.1126/science.adg7700)).

Ce projet a été financé par le Conseil européen de la recherche (CER) dans le cadre du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne (convention de subvention numéro 772225 : MULTIPLES ; PI : Hugues Sana).

# SCIENCE connection

SCIENCE CONNECTION EST LE MAGAZINE GRATUIT DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE FÉDÉRALE (BELSPO)

## Editeur responsable :

Arnaud Vajda  
WTC III  
Boulevard Simon Bolivar, 30 - boîte7  
B-1000 Bruxelles

## Coordination :

Patrick Ribouville  
scienceconnection@belspo.be  
www.scienceconnection.be

## Ont collaboré à ce numéro :

Géraldine Barbery (Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique), Joëlle Bertrand (Politique scientifique fédérale), Christine Bingen (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Laurence Burnotte (Politique scientifique fédérale), Sandy Claes (LUCA School of Arts), Wim De Vos (Politique scientifique fédérale), Myriam Dom (Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique), Stéphanie Fratta (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Marie-Suzanne Gillemann (Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique), Stanislas Horvat (École royale militaire/Vrije Universiteit Brussel), Caroline Jonas (KU Leuven), Chantal Kesteloot (Archives générales du Royaume), Sharon Lecocq (Politique scientifique fédérale), Karolien Lefever (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Simon Lejoly (UNamur), Jacques Lust (Politique scientifique fédérale), Dirk Luyten (Archives générales du Royaume), Arnaud Mahieux (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Jean-François Mayence (Politique scientifique fédérale), Matthias Meersschaert (Centre belge du Climat), François Moreau (Archives générales du Royaume), Pascal Neckebrouck (Archives générales du Royaume), Elena Phalet (Politique scientifique fédérale), Lê Binh San Pham (Observatoire royal de Belgique), Arianna Piccialli (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Sophie Pireaux (Politique scientifique fédérale), Isabelle Ponteville (Archives générales du Royaume), Élise Rezsöhazy (Archives générales du Royaume/UCLouvain), Patrick Ribouville (Politique scientifique fédérale), Dimitri Roden (Archives générales du Royaume/École royale militaire/UGent), Pieter Rottiers (Politique scientifique fédérale), Max Schravendeel (Politique scientifique fédérale), Jan Sermeus (KU Leuven), Madeline Simon (Politique scientifique fédérale), Martine Stélandre (Politique scientifique fédérale), Jakub Stepanovic (KU Leuven), Titouan Teunens (Politique scientifique fédérale), Ann Carine Vandaele (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Pascale Van Dinter (Politique scientifique fédérale), Siska Van Parys (Institut royal des Sciences naturelles de Belgique), Isabel Vermote (Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique) et Marie Yseboodt (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique).

Les auteur-e-s sont responsables du contenu de leur contribution.

Photo de couverture : La mine de Mežica est mondialement célèbre pour sa wulfénite. © Siska Van Parys, Institut des Sciences naturelles

## Tirage :

12.250 exemplaires en français et en néerlandais.

## Abonnement :

www.scienceconnection.be

Tous les numéros sont disponibles en format PDF.

Une erreur à votre patronyme ? Une adresse incomplète ? Un code postal erroné ? N'hésitez pas à nous le faire savoir par retour de courrier électronique.

## Conception graphique et impression :

Gevaert Graphics



Imprimé avec des encres végétales sur un papier respectueux de l'environnement.

La mission de la Politique scientifique fédérale (Belspo) est la maximisation du potentiel scientifique et culturel de la Belgique au service des décideur-euse-s politiques, du secteur industriel et des citoyen-ne-s : «une politique pour et par la science». Pour autant qu'elle ne poursuive aucun but commercial et qu'elle s'inscrive dans les missions de la Politique scientifique fédérale, la reproduction par extraits de cette publication est autorisée. L'Etat belge ne peut être tenu responsable des éventuels dommages résultant de l'utilisation de données figurant dans cette publication.

La Politique scientifique fédérale ni aucune personne agissant en son nom n'est responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans cette publication ou des erreurs éventuelles qui, malgré le soin apporté à la préparation des textes, pourraient y subsister.

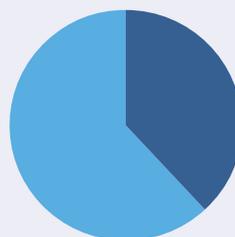
La Politique scientifique fédérale s'est efforcée de respecter les prescriptions légales relatives au droit d'auteur et de contacter les ayants droits. Toute personne qui se sentirait lésée et qui souhaiterait faire valoir ses droits est priée de se faire connaître.

© Politique scientifique fédérale 2024

Reproduction autorisée moyennant citation de la source.

Interdit à la vente.

Notre baromètre genre *Science Connection* 71



■ Collaborateurs > 16  
■ Collaboratrices > 26





# GIANTS

EXPOSITION

20.10.23 → 02.08.24

TENTOONSTELLING

Rue Vautier, 29  
1000 Bruxelles

Vautierstraat, 29  
1000 Brussel

natural  
sciences  
.be



.be