73
mai – juin – juillet
2025

SCIENCE connection

LE MAGAZINE DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE FEDERALE

www.scienceconnection.be | paraît quatre fois l'an
bureau de dépôt: Charleroi X | P409661 | ISSN 1780-8456

belspo .be

Politique scientifique fédérale

belspo

www.belspo.be

Outre les deux Directions générales 'Recherche et Spatial' et 'Publics et Collection', ainsi que les services d'appui, la Politique scientifique fédérale 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

Bibliothèque royale de Belgique
www.kbr.be

Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique
www.fine-arts-museum.be

Musées royaux d'Art et d'Histoire
www.mrah.be

Institut royal du Patrimoine artistique
www.kikirpa.be

Institut royal des Sciences naturelles de Belgique / Muséum des Sciences naturelles
www.sciencesnaturelles.be

Musée royal de l'Afrique centrale
www.africamuseum.be

www.belnet.be

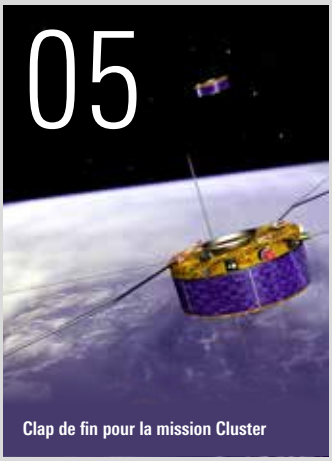
Observatoire royal de Belgique
www.astro.oma.be

Institut royal météorologique de Belgique
www.meteo.be

Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique
www.aeronomie.be

Planétarium de l'Observatoire royal de Belgique
www.planetarium.be

Sommaire


05 Clap de fin pour la mission Cluster

10 Les 110 mètres de Namur

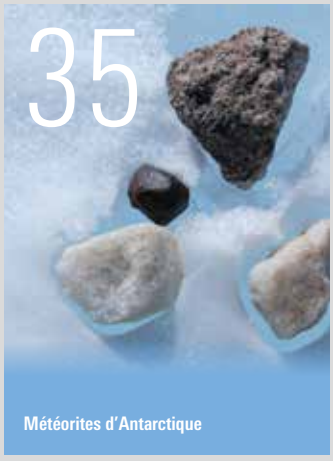
15 Mécénat scientifique au service de la connaissance des migrations des oiseaux sauvages

18 De la curiosité à l'action : quand les citoyens font équipe avec les chercheurs !

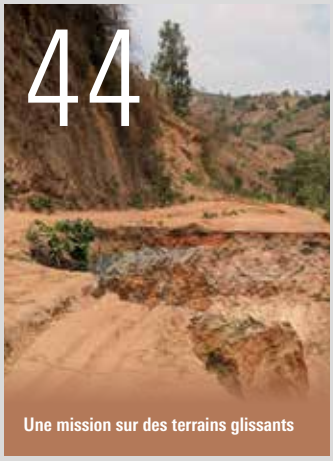
24 Euclid révèle un trésor de données

28 Garder le cap juridique dans un univers en expansion

30 Une nouvelle façon d'observer l'Univers à l'Observatoire royal de Belgique


35 Météorites d'Antarctique

38 Archives locales de Wallonie


44 Une mission sur des terrains glissants

46 *Sauvage ?* – Un voyage émotionnel à la rencontre des bêtes et de soi-même

Editorial

La science, boussole d'un monde en mutation

Dans un monde instable où les priorités évoluent, la recherche scientifique demeure un ancrage. Elle observe, interroge, éclaire, parfois, elle protège aussi. D'aucuns envisagent aujourd'hui de rapprocher la recherche spatiale et la Défense : un choix stratégique, sans doute, mais qui souligne surtout combien la connaissance est un levier essentiel pour anticiper, comprendre… et faire face.

Dans ce numéro de *Science Connection*, nous vous proposons un parcours à travers les multiples facettes de cette science belge qui explore, préserve et relie. Du vent solaire à la magnétosphère, de la mission Cluster aux enjeux juridiques du droit spatial, nos chercheurs prolongent leur action bien au-delà de nos frontières. Sur Terre, d'autres traquent les météorites en Antarctique, décryptent les ondes gravitationnelles ou modernisent la gestion des migrations d'oiseaux. Plus près de nous, les Archives Générales du Royaume œuvrent à préserver la mémoire, pendant que l'exposition *Sauvage ?* nous invite à repenser notre lien au vivant.

À travers ces projets, c'est une science profondément humaine qui se dessine - curieuse, rigoureuse, collective. Elle est plus que jamais une chance à saisir. Une réponse aux incertitudes. Et un moteur pour demain.

Bonne lecture !

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

Clap de fin pour la mission Cluster

Une aventure spatiale qui aura duré près de 25 ans

Fabien Darrouzet, Romain Maggiolo, Johan De Keyser, Stéphanie Fratta et Karolien Lefever

Le 8 septembre 2024, à 20h47 CEST, Salsa, un des 4 satellites scientifiques de la mission Cluster de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) a effectué une rentrée contrôlée dans l'atmosphère terrestre, au cours de laquelle il s'est désintégré au-dessus de l'Océan Pacifique. Cette mission a permis aux scientifiques de mieux comprendre les mystères de l'interaction entre le vent solaire et la magnétosphère terrestre.

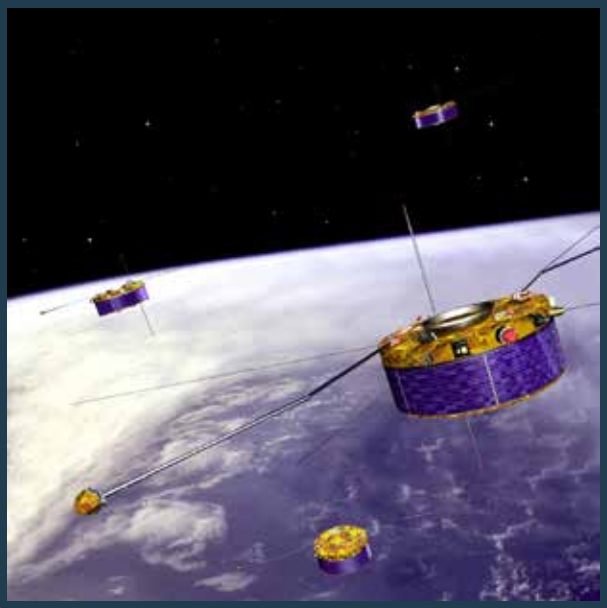


Figure 1 : Vue artistique des 4 satellites Cluster en orbite autour de la Terre. © ESA

La mission Cluster

Les 4 satellites de la mission Cluster de l'ESA avaient pour objectif d'étudier l'interaction entre le vent solaire et la bulle magnétique entourant la Terre, la magnétosphère. En raison d'un dysfonctionnement informatique, une première version de cette mission avait été détruite le 4 juin 1996 lors de l'explosion du vol inaugural du lanceur européen Ariane 5, qui vit la fusée se briser et exploser en vol moins de 37 secondes après le décollage. L'ESA décida alors de financer la reconstruction des 4 satellites (Figure 1) et de les lancer en 2 fois par des fusées Soyouz-Fregat depuis le cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan. Salsa et Samba (Cluster 2 et Cluster 3) ont été lancés le 16 juillet 2000 (Figure 2), tandis que Rumba et Tango (Cluster 1 et Cluster 4), ont été envoyés dans l'espace moins d'un mois plus tard, le 9 août 2000. Ces 4 satellites identiques furent placés en orbite elliptique polaire autour de la Terre, à une altitude comprise entre 4 et 19,6 rayons terrestres (1 R_T = 6371 km). La mission Cluster a bénéficié de 9 extensions qui ont permis d'étudier durant 24 années le vent solaire proche et la magnétosphère terrestre avec une constellation de 4 satellites, ce qui reste unique à ce jour. Ainsi, au 30 novembre 2024, un total de 3270 articles scientifiques avec comité de lecture a été publié et 123 doctorats ont été défendus en utilisant des mesures de Cluster !

Figure 2 : Lancement de la première paire de satellites Cluster (Salsa et Samba) par une fusée Soyouz-Fregat depuis le cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan, le 16 juillet 2000. © ESA

La magnétosphère de la Terre

La magnétosphère terrestre est une cavité dans l'espace interplanétaire, formée par le champ magnétique de la Terre, qui lui donne sa forme caractéristique : compressée par le vent solaire du côté du Soleil, où elle s'étend jusqu'à une dizaine de rayons terrestres, et étirée du côté opposé au Soleil, où sa queue magnétique se prolonge sur plusieurs centaines de rayons terrestres (Figure 3). A l'extérieur de la magnétosphère se trouve la magnétogaine, séparée de celle-ci par la magnétopause. Entre le vent solaire et la magnétogaine, une onde de choc se crée et cela forme une frontière appelée le choc d'étrave. A la limite intérieure de la magnétosphère se trouve l'ionosphère. De nombreuses sous-régions composent la magnétosphère, notamment :

- la plasmasphère,
- le feuillet de plasma,
- la couche frontière du feuillet de plasma (correspondant aux régions aurorales de l'ionosphère) et
- les lobes (correspondants aux calottes polaires de l'ionosphère).

Cette structure complexe joue un rôle crucial dans l'interaction entre le vent solaire et l'environnement de la Terre, influençant notamment les phénomènes auroraux et la dynamique des particules chargées.

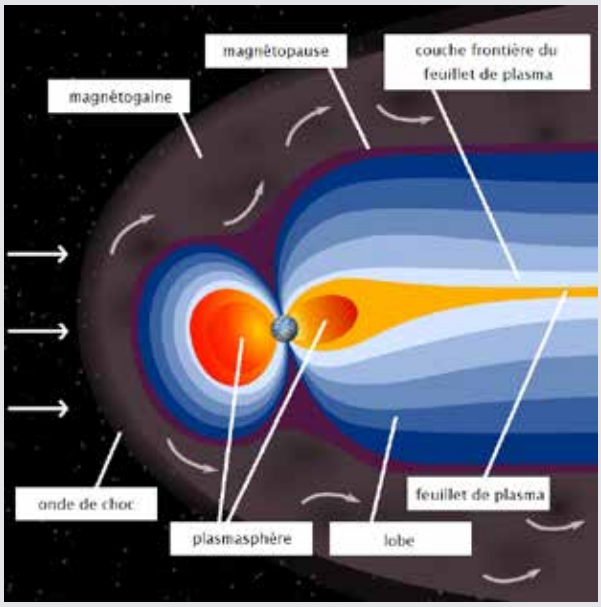


Figure 3 : Schéma représentant les principales régions de la magnétosphère terrestre.

Les 4 satellites Cluster : une configuration unique

La configuration unique des 4 satellites Cluster, qui embarquent chacun 11 instruments scientifiques (Figure 4), a permis de faire des mesures précises des fluctuations du champ magnétique, d'analyser les ondes électromagnétiques et d'observer les variations de composition, densité, température et vitesse du gaz ionisé (ou plasma composé d'ions et d'électrons) présent dans les différentes sous-régions de la magnétosphère.

Grâce à l'utilisation de 4 satellites au lieu d'un seul, Cluster a pu mesurer simultanément ces quantités et séparer leurs variations temporelles de leurs variations spatiales. Lorsqu'ils étaient proches les uns des autres (quelques dizaines de kilomètres, et jusqu'à 2,5 km entre 2 satellites au plus près), les satellites Cluster pouvaient étudier les détails de structures magnétiques et des variations de densité qui se produisent dans l'espace à une échelle de quelques dizaines de kilomètres. Lorsque les satellites étaient éloignés les uns des autres (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de kilomètres), ils avaient une vision globale de la magnétosphère et du vent solaire à plus grande échelle. L'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB) a joué un rôle important dans cette mission, contribuant significativement à son succès scientifique.

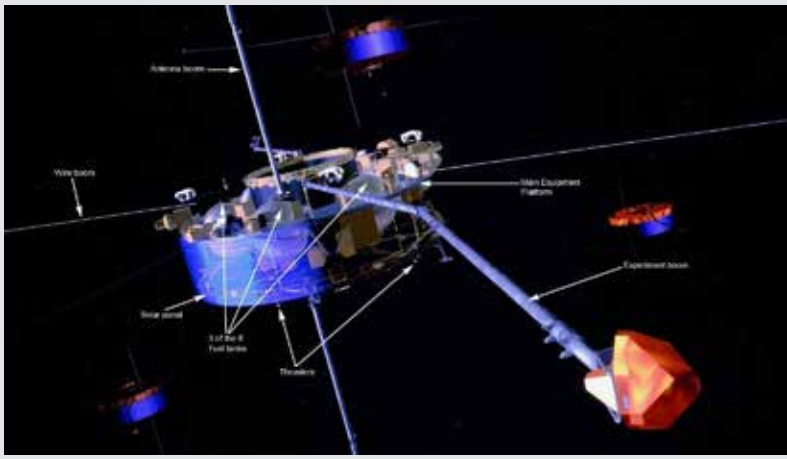


Figure 4 : Schéma de l'un des 4 satellites Cluster, montrant différents instruments et ses principales caractéristiques structurelles. © ESA

L'implication de l'IASB dans la mission Cluster

En effet, l'IASB a été impliqué dans la mission Cluster dès sa conception, en collaboration avec l'ESA et d'autres institutions scientifiques européennes et américaines. Les chercheurs de l'IASB ont contribué au développement de l'instrument WHISPER (Waves of HIgh frequency and Sounder for Probing of Electron density by Relaxation), qui a permis non seulement de mesurer les ondes électromagnétiques se propageant dans la magnétosphère mais également de fournir des valeurs très précises de la densité des électrons. L'IASB a également été très impliqué dans un autre instrument de mesures d'ondes, STAFF (Spatio-Temporal Analysis of Field Fluctuation).

Les résultats et l'héritage de la mission Cluster

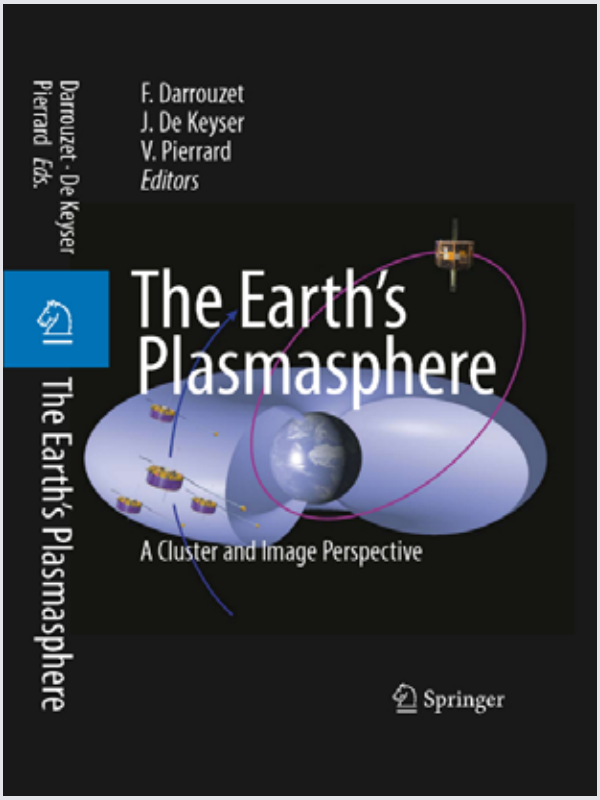
Les chercheurs de l'IASB ont inventé des nouvelles techniques pour interpréter les mesures simultanées provenant des 4 satellites lorsqu'ils étaient assez proches. Les scientifiques de l'IASB ont publié de nombreuses études utilisant les mesures de Cluster contribuant ainsi à améliorer la connaissance de notre environnement spatial, depuis la haute atmosphère où se forment les aurores polaires jusqu'aux régions externes de la magnétosphère où elle interagit avec le vent solaire. Parmi les réalisations notables, on peut citer :

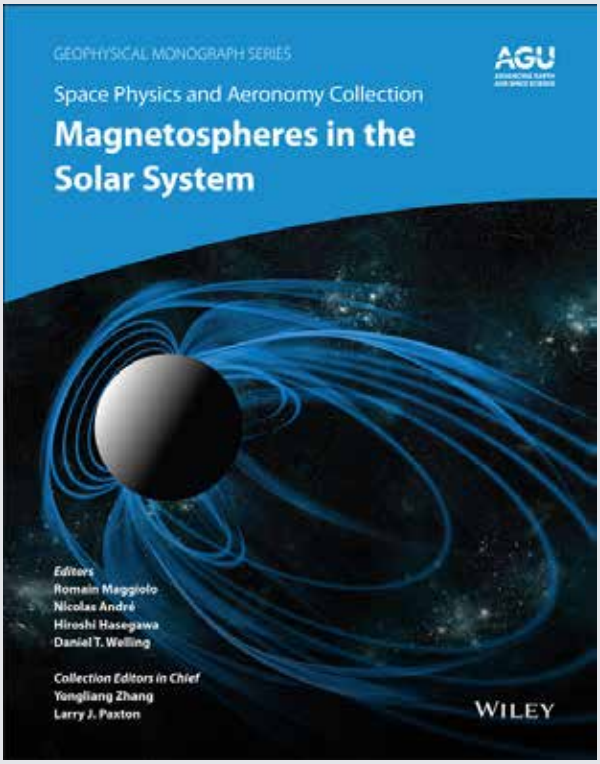
- L'édition du livre *The Earth's Plasmasphere* (Figure 5). Ce livre regroupe l'ensemble des travaux sur la plasmasphère effectués à partir de données des missions Cluster et IMAGE.
- L'édition du livre *Magnetospheres in the Solar System* (Figure 5). Ce livre compile les découvertes majeures de la mission Cluster concernant la magnétosphère terrestre.
- La création d'une vidéo sur la plasmasphère. Disponible sur YouTube, cette vidéo vulgarise les connaissances scientifiques sur la plasmasphère. (www.youtube.com/watch?v=-hTNuJZByDc)

En outre, ces deux dernières années, l'IASB a participé au projet d'analyse globale des données de toute la mission Cluster, le projet GRMB (Geospace Region and Magnetospheric Boundary).

Le projet GRMB : vers une classification plus précise de la magnétosphère

La classification correcte des régions et des frontières traversées par les satellites est cruciale pour valoriser les données de toute mission magnétosphérique. Ceci est d'autant plus vrai pour les satellites Cluster étant donné l'immense quantité de données acquises pendant 24 ans et la variabilité continue de la position et des dimensions de ces régions, notamment en raison des changements de l'activité solaire. Une telle classification permet de réaliser des études statistiques des processus plasma fondamentaux se produisant dans une région particulière, tels que le remplissage de la plasmasphère, la reconnexion à la magnétopause, la turbulence dans la magnétosphère ou la propagation d'ondes dans la magnétosphère. Par ailleurs, l'environnement de la magnétosphère étant très dynamique, ses régions ne sont pas accessibles par les seules informations orbitales. Pour remédier à cette complexité, l'IASB a participé activement à un projet de l'ESA visant à créer une base de données détaillée. Elle fournit la position de chaque satellite Cluster pendant toute la durée de la mission, non pas sous forme de coordonnées géographiques, mais en décrivant les régions et les frontières traversées par les satellites. Le résultat est la base de données appelée GRMB, qui a été mise à disposition sur le site web archivant les données scientifiques de la mission Cluster en novembre 2024. Mais toute mission scientifique a une fin…





Figures 5 : Couvertures de 2 livres édités par des scientifiques de l'IASB.
© Springer-Wiley

Le début de la fin

En effet, après 24 années incroyablement fructueuses dans l'espace et lorsque le carburant et les capacités de stockage des batteries, nécessaires à maintenir leurs orbites, étaient presque épuisés, l'ESA a pris la décision de désorbiter les 4 satellites Cluster entre septembre 2024 et août 2026. La planification des rentrées atmosphériques permet à la mission Cluster de contribuer à la science de la rentrée atmosphérique en guise d'adieu final. En comparant les rentrées de 4 satellites identiques dans différentes conditions et avec des trajectoires légèrement différentes, l'équipe de l'ESA chargée des débris spatiaux peut ainsi mener une expérience précieuse sur la désintégration des satellites dans l'atmosphère. A terme, cela rendra les rentrées de satellites encore plus sûres. Notons qu'aucune réglementation afin de minimiser les risques de dommages lors du retour sur Terre de satellites n'était en vigueur quand la mission Cluster a été construite dans les années 1990. Sans intervention, les 4 satellites Cluster seraient rentrés dans l'atmosphère terrestre de manière bien moins contrôlée, sans possibilité de choisir le moment et le lieu de leur rentrée.

Ainsi, le 8 septembre 2024, à 20h47 CEST, un premier satellite de la mission Cluster, Salsa, est rentré dans l'atmosphère terrestre, dans l'océan Pacifique Sud, à l'ouest du Chili (Figure 6). La rentrée fait suite à un ajustement de l'orbite de Salsa en janvier 2024 afin de viser une région aussi éloignée que possible des régions habitées. Il s'agissait de s'assurer que les pièces du satellite ayant survécu à la rentrée atmosphérique tomberaient dans l'océan. Au cours des derniers jours et semaines, les opérateurs du satellite ont continué à surveiller Salsa à mesure qu'il se rapprochait de la Terre, et n'ont dû ajuster qu'une seule fois sa trajectoire pour le maintenir sur la bonne orbite.

Cette rentrée s'est effectuée sans aucun problème et à l'heure prévue. Alors que l'ensemble des instruments scientifiques encore opérationnels sur ce satellite avaient été désactivés mi-juillet, 2 instruments ont été rallumés pour les dernières heures de Salsa, le détecteur d'électrons PEACE (Plasma Electron And Current Experiment) et le magnétomètre FGM (Flux Gate Magnetometer). Des données magnétiques de FGM ont été enregistrées jusqu'à 20h10 CEST, soit à peine plus de 30 minutes avant la destruction complète du satellite. Cela permettra une analyse précise et scientifique de la rentrée du satellite dans l'atmosphère.

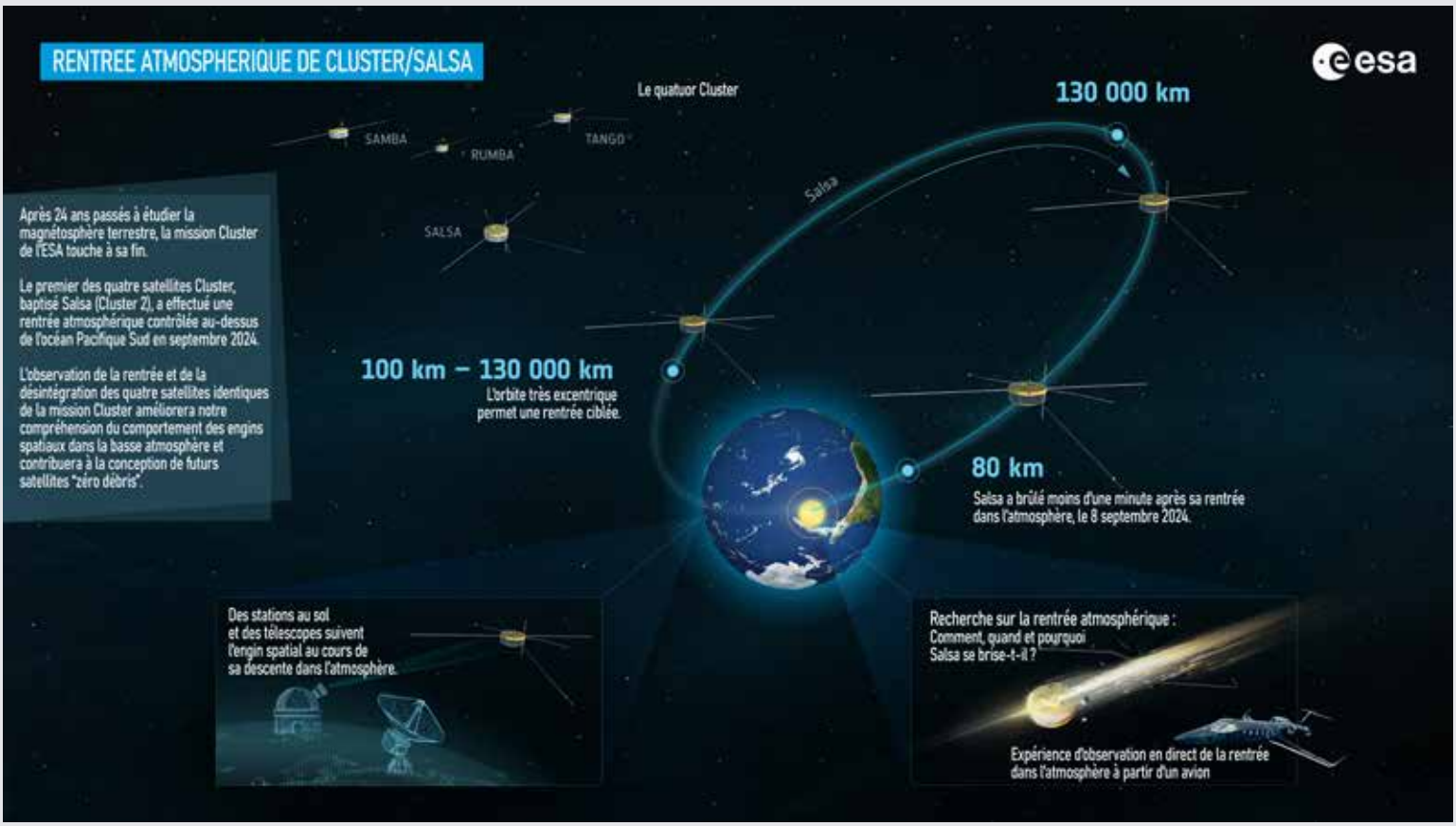


Figure 6 : Infographie montrant comment le premier des 4 satellites Cluster, Salsa, est rentré dans l'atmosphère terrestre au-dessus de l'océan Pacifique Sud, le 8 septembre 2024. © ESA

En collaboration avec Astros Solutions, l'ESA a envoyé un avion pour observer et étudier la rentrée de Salsa en direct depuis le ciel. L'avion y a assisté avec succès, recueillant des données inédites sur la manière dont un satellite se désintègre en rentrant dans l'atmosphère. Ainsi, une image de Salsa durant cette rentrée a pu être prise par des caméras à bord de cet avion (voir Figure 7).

Salsa sera suivi des 3 autres satellites dans les années qui viennent (Rumba en novembre 2025, Samba et Tango en août 2026). Ces 3 satellites ont continué d'effectuer des mesures scientifiques jusqu'à la fin du mois de septembre 2024. Ensuite, les satellites ont été mis en veille et les opérateurs de l'ESA les surveillent afin de minimiser les risques de collision avec d'autres satellites et d'éviter une rentrée incontrôlée au-dessus de zones terrestres habitées.

Plus

Mission Cluster à l'ESA :
www.cosmos.esa.int/web/csa/the-mission
www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Cluster
Fin de la mission Cluster :
www.esa.int/Space_in_Member_States/France/La_mission_Cluster_s_achevera_par_une_rentree_atmospherique_br_au-dessus_du_Pacifique_Sud
www.esa.int/Space_in_Member_States/France/Bonne_nuit_Cluster_la_fin_brillante_d_une_mission_pionniere

Les auteurs

Fabien Darrouzet, Romain Maggiolo et Johan De Keyser sont chercheurs à l'Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB). Stéphanie Fratta et Karolien Lefever font partie de la cellule de communication de l'IASB.

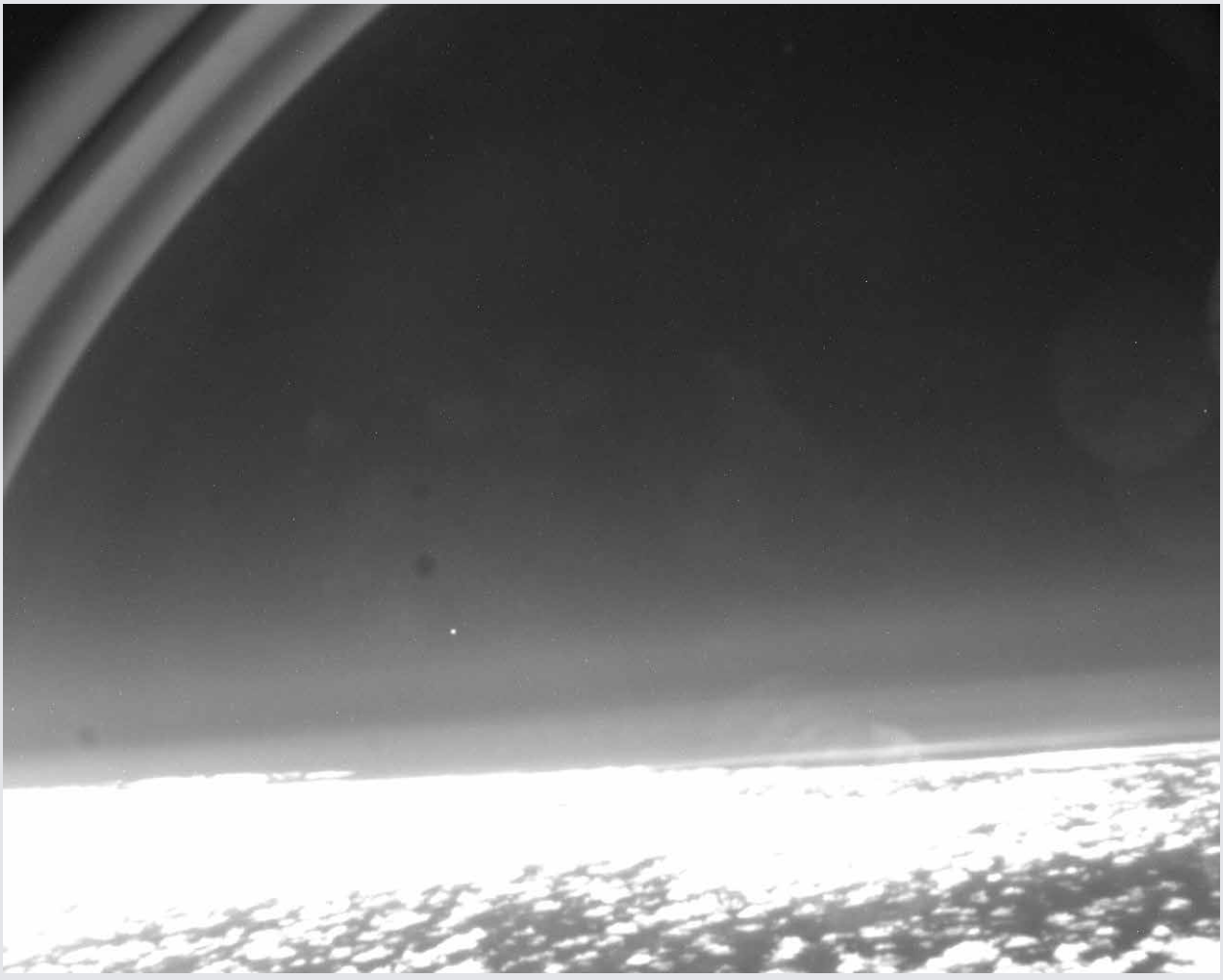


Figure 7 : Image en noir et blanc prise à bord d'un avion montrant la surface de la Terre en bas et un point lumineux au loin au-dessus de la surface de la Terre. Ce point correspond au satellite Salsa qui rentre dans l'atmosphère terrestre le 8 septembre 2024, dans l'océan Pacifique Sud, à l'ouest du Chili. © ESA/ROSIE/University of Southern Queensland. Photo prise par Ranjith Ravichandran et Gerard Armstrong.

Les 110 mètres de NAMUR

Plus d'un siècle et demi d'efforts dans les archives du Grand Conseil des Pays-Bas à Malines

Dirk Leyder

Il en a fallu du temps pour faire sauter le verrou qui fermait les dossiers de procès de l'ancien régime. C'est pourtant là une source de premier plan pour l'étude de la vie quotidienne et pour l'histoire sociale, économique, culturelle et religieuse. Ayant pris conscience de cette richesse, l'inventoriage des archives du Grand Conseil des Pays-Bas est devenu, vers 2010, une des priorités de la section qui, au sein des Archives générales du Royaume, s'occupe des archives de l'ancien régime[1]. Quinze années plus tard, cet effort porte ses fruits avec l'ouverture à la recherche d'une des plus importantes séries des dossiers de procès, ceux de Namur. Désormais, 3970 articles occupant 110 mètres linéaires sont totalement accessibles. Prêts à répondre aux questions historiques et méthodologiques les plus diverses.

Hôtel de Savoye, siège du Grand Conseil des Pays-Bas à Malines entre 1616 et 1795. Détail d'une peinture de Jean Baptiste de Noter. © Archives de la ville de Malines

(1) Dirk Leyder, 'De ontsluiting van de procesdossiers van de Grote Raad voor de Nederlanden te Mechelen. Verleden, heden en toekomst', dans Harald Deceulaer, Sébastien Dubois & Laetizia Puccio (red.), *L'affaire est dans le sac ! Dossiers de procès d'Ancien Régime et perspectives de recherche historique. Actes de la journée d'étude tenue aux Archives générales du Royaume 11-03-2013*, Bruxelles, 2014, p. 39-45 [Studia, 148].

Une brève présentation

Le Grand Conseil des Pays-Bas à Malines est une institution centrale issue du Conseil des ducs de Bourgogne et dotée de compétences tant administratives que judiciaires. Il est par exemple responsable de la publication des législations dans la seigneurie de Malines (une enclave dans le duché de Brabant). Dans les affaires de juridiction contradictoire, le Grand Conseil traite en première et dernière instance les personnes privilégiées et les cas réservés. De plus, au civil, il fonctionne comme cour d'appel. A l'origine, il s'occupe, en tant que cour d'appel, de tous les duchés, comtés et seigneuries relevant des terres dites *de par deça* (1473) ; à partir du 16e siècle, uniquement des domaines qui, politiquement ou juridiquement, continuent de ressortir à la souveraineté centrale des Habsbourgs. Outre les affaires de 1ère instance et d'appel, le Grand Conseil gère les contestations via des techniques comme la réforme, l'évocation ou la révision. Enfin, il traite aussi d'affaires de juridiction volontaire.

Sac à procès avec évangile, mentionnant le mayeur et un échevin de la ville de Namur qui se disputent, en 1719-1720, à la suite de violences commises en séance du magistrat de Namur (Grand Conseil des Pays-Bas à Malines, Dossiers de procès de Namur [GCM, Namur], 1127). © Archives de l'État

Les archives du Grand Conseil

Cette activité juridique a donné lieu à d'importantes archives. Il convient de distinguer le noyau archivistique de l'institution (environ 150 mètres courants avec les registres aux rôles, les livres de jugements, la correspondance, etc.) et les dossiers de procès. Les parties avaient, à l'époque, l'occasion de reprendre leur dossier à la fin de leur procès. On estime provisoirement que 30 à 50 000 dossiers, allant de 1457 à la fin du 18e siècle, ont été abandonnés au greffe du Grand Conseil. Ils représentent plus d'un kilomètre linéaire de rayonnage. Un dixième de ce total concerne le comté de Namur[2].

Cet important fonds est entré aux Archives générales du Royaume en deux étapes. Une partie lors de la période française, via Vienne et Paris. Une autre partie, bien plus importante, est restée à Malines jusqu'en 1827 et a alors gagné la capitale par bateau. Déposée au greffe de la cour supérieure de justice, elle a finalement intégré le dépôt des Archives générales du Royaume après quelques décennies pour constituer, de nouveau, un ensemble à partir du 20 mai 1859.

Histoire de l'archivage

Comme le déménagement à l'époque s'est effectué non seulement dans le désordre mais que les documents ont été mis en place sans disposer d'un inventaire ou autre liste, les 'innombrables' dossiers de procès ont dû être examinés un à un pour être classés. Félix d'Hoop (1827-1897), recruté deux mois auparavant par les Archives de l'État[3], est le premier en charge du fonds. En un temps record - surtout si l'on songe aux moyens de l'époque - il parvient à établir une distinction entre les dossiers des affaires de première instance et ceux des appels. Tandis qu'il crée avec les premiers une grande série, il répartit les autres selon leur origine. C'est ainsi que vers 1863 sont établies les séries 'Appels de Hollande', 'Appels de Flandre', 'Appels de Namur', etc.

Ces derniers ne sont pas classés avant la fin de la Grande Guerre. A ce moment, les frères Joseph et Placide Lefèvre - alors néophytes[4] - apportent des descriptions de travail à un peu plus de la moitié des dossiers de la série, des fiches sommaires avec le nom des parties concernées et une date de la période où l'affaire débute. On ignore pourquoi leurs efforts sont interrompus. Personne n'a poursuivi leur travail.

Il va s'écouler encore pas mal de temps avant que la série soit davantage ouverte à la recherche. En effet, entretemps d'autres séries sont décrites, plus particulièrement celles concernant la Flandre et la Hollande. Namur doit attendre pendant le reste du 20e siècle. Avec l'aide bénévole de feu Xavier Duquenne, les travaux reprennent en 2010. Il effectue alors le tri des 40 mètres restant des dossiers de procès et permet ainsi de 1°) rajouter des fragments écartés aux dossiers existants, et 2°) faire l'inventaire de nouveaux dossiers, en l'occurrence les dossiers de procès qui n'avaient pas été décrits par les frères Lefèvre.

Après la sortie de presse en 2013 d'un premier inventaire comprenant la description complète (ou tout au moins étendue) de 500 articles et d'un autre en 2016, nous avons encore une fois bénéficié d'une aide inattendue. Marc Ronvaux - qui souhaite faire une thèse de doctorat sur les relations entre le Conseil de Namur et le Grand Conseil au 18e siècle sous la direction du professeur Alain Wijffels à l'université de Namur - offre de faire une description de tous les dossiers de procès de cette période. Grâce à un sérieux effort commun, trois inventaires de 500 articles chacun, paraissent en 2017 et 2018.

(2) Marc Ronvaux, 'De gerechtelijke activiteit van de Grote Raad van Mechelen in de 18de eeuw. Het voorbeeld van de beroepsprocedures uit Namen', *Pro Memorie*, 19/2, 2017, p. 178-179. Environ 75 % des dossiers 'namurois' n'ont jamais été repris par les parties.
(3) Herman Coppens & René Laurent (dir.), *Les Archives de l'État en Belgique 1796-1996. Historique de l'Institution et répertoire bio-bibliographique des archivistes*, Bruxelles, 1996, 342 p. [Miscellanea Archivistica. Studia, 86].
(4) Ibidem, p. 419-420.

Composition réalisée avec les sept premiers inventaires de la série et la situation actuelle des documents. © Archives de l'État

Pour le reste du travail, pendant et après la pandémie de coronavirus, un bénévole va également proposer sa collaboration. Des campagnes parallèles d'inventoriage avaient révélé que le tri originel des dossiers entre 1859 et 1863 n'avait pas toujours été aussi scrupuleux. Parmi les dossiers 'flamands' - une série d'environ 400 mètres courants dont seulement 10 % avaient été décrits jusqu'à ce jour - se trouvaient encore nombre de dossiers 'namurois' (et autres). Guy Vander Ghinst prend connaissance des 'Appels de Flandre' et en retire les pièces 'namuroises'. Ces dernières sont soit ajoutées aux dossiers existants, soit décrites à part dans les deux derniers inventaires de la série.

Contenu des dossiers de procès de Namur

Conditionnée selon les normes actuelles, la série des 'dossiers de procès de Namur' occupe sur les rayonnages un espace de 110 mètres linéaires et compte 3970 articles en unités conditionnées. Sachant qu'un dossier de procès peut être constitué de plusieurs articles (par exemple 'deux paquets' ou 'une chemise et un paquet') le nombre de dossiers décrits est forcément un peu inférieur.

Vue de l'intérieur du Grand Conseil des Pays-Bas à Malines, en 1790. Détail d'une peinture de Jean Baptiste de Noter. © Archives de la ville de Malines

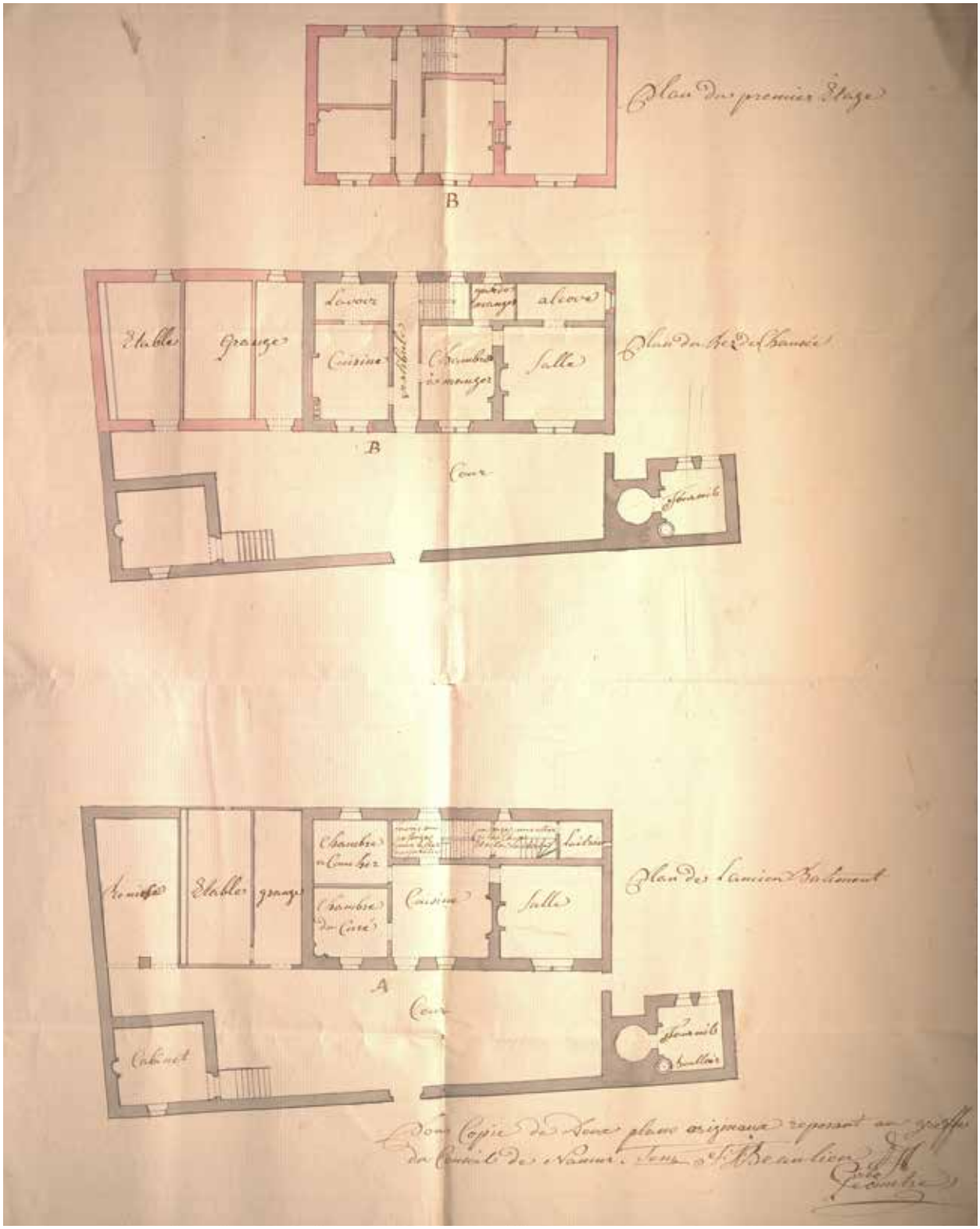
Les parties concernées sont de natures très diverses et représentent l'ensemble de la société. Nobles, particuliers et communautés, comme les habitants de Haibes ou les membres du métier des plombiers et porteurs d'étain de Namur, sont présents de manière régulière. Les autorités locales et provinciales aussi, comme le seigneur de Crupet et la dame de Bomal, les administrateurs de la commune de Courrière et les Etats de Namur, se rencontrent fréquemment. Il en va de même pour les institutions religieuses. A côté de membres du clergé séculier, comme les évêques, les chapitres collégiaux et les curés des paroisses, on rencontre nombre de clercs réguliers dans les procès menés devant le Grand Conseil. Parmi ces derniers, la présence des femmes est égale à celle des hommes. On y trouve à diverses reprises les trappistes de Rochefort et les bénédictins de Waulsort, mais aussi les cisterciennes de Boneffe et de Salzinnes. Parmi les communautés monastiques urbaines les ordres et congrégations les plus divers apparaissent : croisiers, capucins, jésuites, dominicains, minimes, carmélites, ursulines, annonciades, pénitentes récollectines, etc. Et enfin, les hôpitaux sont parfois impliqués dans un litige en appel à Malines.

Selon l'objet du procès, des personnes et des communautés religieuses d'autres provinces peuvent être appelées dans un procès 'de Namur'. Apparaissent ainsi dans les dossiers l'évêque de Gand (Flandre), le chapitre de Visé (Liège), l'abbaye de La Ramée (Brabant) et celle d'Aulne (Hainaut). Des étrangers peuvent même s'y trouver : par exemple, le chapitre de Saint-Servais à Maastricht (Pays-Bas), l'abbaye de Kornelimunster (Allemagne), les ursulines de Givet (France), aussi bien que le seigneur de Folckendange (Luxembourg) ou un marchand de Cologne (Allemagne).

Quels sont les objets du désaccord entre ces individus et ces collectivités ? Cela se résume étonnamment en deux mots : l'argent et le pouvoir. Il va de soi que des procès sont parfois intentés sur d'autres thèmes tels que des accusations diffamatoires, des insultes, des agressions (verbales ou physiques), des problèmes de voisinage et des affaires familiales (comme des contrats de mariage, l'infidélité conjugale et la séduction d'une domestique). Mais la grande majorité des affaires a trait à l'argent et au pouvoir.

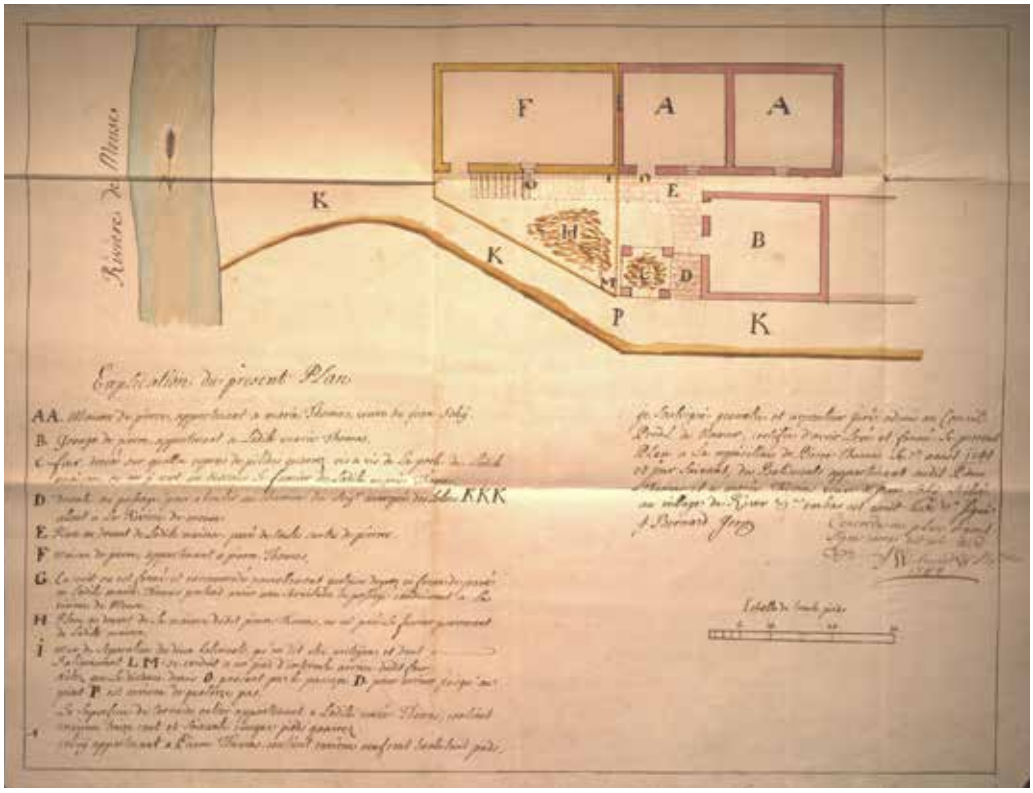
Dans la première catégorie, il s'agit le plus souvent de revenus et de sommes d'argent réclamés par une des deux parties et contestés par l'autre. Dans cette catégorie, le paiement de rentes forme le sujet le plus courant. En même temps, les héritages, testaments et donations donnent lieu à un nombre particulièrement important d'affaires. La possession ou la jouissance de biens immobiliers comme terres, bois et habitations constitue également le sujet de multiples controverses, ainsi que le paiement de salaires, de livraisons et l'exécution de travaux. D'autres dettes, telles que celles liées au vol, aux dégradations, aux loyers et aux prêts, sont aussi régulièrement contestées. L'exécution de contrats (commerciaux) et l'accomplissement d'obligations, comme celles des décimateurs ecclésiastiques pour l'entretien des églises et chapelles, mènent également à bien des discussions. Enfin, on peut encore citer des contestations au sujet du paiement des impôts locaux et provinciaux et de la part de chacune des parties dans toutes sortes d'obligations légales en matière de finance.

Dans la seconde catégorie (moins étendue), on retrouve des conflits de compétence, l'observation de règlements et placards et les abus de pouvoir. C'est ainsi qu'on peut voir le bourgmestre de Namur en conflit avec le bailli de la ville



Plan d'architecte, dressé en 1709, utilisé dans un litige entre l'abbé de Géronsart et le curé d'Andoy au sujet de la réparation et l'amélioration de la maison pastorale d'Andoy (1765-1768) (GCM, Namur, 2311). © Archives de l'État

au sujet de leur compétence juridique spécifique ; le prince-évêque de Liège avec l'administration de la ville de Namur ; le procureur général du Conseil de Namur avec le seigneur de Spontin etc. Il y a aussi les querelles entre seigneurs locaux au sujet du droit de chasse ; les contestations entre les habitants et l'abbé de Floreffe à propos du droit forestier ; les disputes entre la dame de Dave et le procureur général de Namur à propos du droit de pêche dans la Meuse ; les controverses entre le métier des bouchers de Namur et le maire de Bouvignes à propos du droit de pâturage etc. etc. Le droit de nomination dans le secteur ecclésiastique - avec la collation des cures et des bénéfices - forme de la même manière un sujet récurrent de discussions. Les règlements des métiers (par exemple pour être admis à la maîtrise) constituent également l'objet de querelles tout comme les servitudes. On peut citer aussi à côté des abus de pouvoir d'un fonctionnaire local, les faux en écriture, la fraude et l'usurpation de titres.



Plan aquarellé des propriétés de plusieurs particuliers, utilisé dans un procès au sujet d'une servitude de passage jusqu'à la Meuse à Rivière (1744-1752) (GCM, Namur,1526).
© Archives de l'État

Un filon en or

Bien que tous les sujets de tous les procès en appel de Namur n'aient pu être découverts (par exemple à cause d'un manque de documents) et bien qu'il soit souvent difficile de mettre à jour de manière précise la nature des disputes, les possibilités de recherche offertes par ces dossiers, sont clairement très étendues. Outre les pièces de procédure proprement dites, ils comportent souvent des témoignages éloquents, des cartes géographiques détaillées, des plans de bâtiments, des pièces probatoires intéressantes comme des comptes, des chartes originales (ou des rétroactes) et même des pièces d'étoffe ayant servi en tant qu'échantillon. Ces dernières années, Marc Ronvaux a pu non seulement réaliser son doctorat sur l'ancien droit privé namurois en exploitant une partie de ces dossiers, mais aussi rédiger un certain nombre de publications. Le filon en or de 110 mètres est toutefois encore loin d'être épuisé. Même si les connaissances paléographiques des chercheurs qui remontent au-delà du 18e siècle devront s'étendre bien plus loin que celles des récents amateurs, la richesse de cette belle série est désormais entièrement à portée de main.

Détail de l'inventaire d'un dossier de procès de 1602-1606 : le procureur général du Grand Conseil contre les enfants et les héritiers de Nicolas Marotte (GCM, Namur, 3691).
© Archives de l'État

Plus

Les archives du Grand Conseil des Pays-Bas à Malines (dont la série des dossiers de procès de Namur) sont consultables aux Archives générales du Royaume. Les différents inventaires ouvrant ces dossiers à la recherche se trouvent en accès direct dans la salle de lecture. Ils sont également consultables en ligne via le moteur de recherche des Archives de l'État (www.arch.be).

L'auteur

Dirk Leyder, docteur, est diplômé des universités de Bruxelles, Louvain et Gand. Il est Chef de travaux aux Archives générales du Royaume (Bruxelles) où il s'occupe des archives des institutions centrales du gouvernement des Pays-Bas habsbourgeois (1482-1795).

(5) Marc Ronvaux, *L'ancien droit privé namurois et sa pratique au XVIIIe siècle*, 2 vol., Société archéologique de Namur, 2020 ; Id., 'Le Grand Conseil de Malines et le droit ancien namurois', *Cahiers de Sambre et Meuse*, 2015/4, p. 215-238 ; Id., 'Communautés rurales dans les appels de Namur au Grand Conseil de Malines (XVIIIe siècle)', *Annales de la Société archéologique de Namur*, 90, 2016, p. 21-55.

Mécénat scientifique

AU SERVICE DE LA CONNAISSANCE DES MIGRATIONS DES OISEAUX SAUVAGES

Ils avaient disparu, ils sont revenus grâce à des mesures de protection efficaces ! Les Faucons pèlerins font l'objet d'un monitoring spécifique basé sur le baguage des fauconneaux.

La Fondation ENGIE et l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB) ont conclu un partenariat de mécénat scientifique d'une durée de deux ans. Le projet agit au cœur de la préservation de la biodiversité. Il consiste en l'écriture et la mise en place d'un nouveau logiciel de gestion et de partage des données de baguage des oiseaux sauvages, pour remplacer celui existant devenu désuet. L'objectif est de s'appuyer sur les dernières technologies afin d'optimiser le stockage, l'analyse et le partage des données qui parviennent à l'IRSNB en provenance de toute l'Eurasie et d'Afrique. Annuellement, entre 650 000 et 700 000 oiseaux sauvages sont bagués en Belgique. Le système est parmi les plus dynamiques au monde. Ce nouvel outil permettra aussi de partager les données transmises par balises GPS.

Bagueurs bénévoles, citoyens, chercheurs, décideurs pourront donc encoder, consulter, analyser, découvrir, admirer dans les meilleures conditions les données récoltées depuis 1927 et s'en servir, d'une salle de classe à un conseil des ministres en passant par une thèse de doctorat, afin de contribuer à une meilleure conservation des populations d'oiseaux sauvages. Une réelle contribution à la préservation de la biodiversité !

Didier Vangeluwe (ornithologue et responsable du service BeBirds à l'IRSNB) : 'Que de nombreuses populations d'animaux et d'oiseaux en particulier ne se portent pas bien n'est un secret pour personne. Mais certaines espèces tirent néanmoins leur épingle du jeu et c'est très encourageant ! Disposer d'un système de monitoring qui permet d'observer et surtout de comprendre les évolutions est indispensable pour prendre les bonnes décisions, faire passer les bons messages. Mais il ne s'agit pas de tirer des conclusions à partir d'un petit coin de territoire : une grande majorité d'oiseaux sont migrateurs, certains traversent deux fois par an deux continents de part en part ! Le système de baguage - donc de suivi individuel - permet d'avoir une vue d'ensemble sur les menaces et les opportunités. Collecter des données, c'est bien, les partager c'est mieux ! Le nouvel outil de gestion qui va être développé dans le cadre de ce partenariat poursuit exactement cet objectif : partager des données de la plus haute qualité possible afin qu'elles soient le plus utile possible pour la conservation des populations d'oiseaux sauvages.'

Philippe Peyrat, Délégué Général de la Fondation ENGIE : 'Ce partenariat avec l'IRSNB fait partie des projets ambitieux pour la préservation de la biodiversité dans lesquels la Fondation ENGIE s'engage au quotidien. Le soutien de la Fondation pour la mise à jour du logiciel de gestion des données de baguage des oiseaux migrateurs reflète notre conviction que chaque action compte pour préserver les écosystèmes et garantir un avenir durable pour notre planète.'

Pourquoi s'intéresser aux migrations ?

Les oiseaux migrateurs nous fascinent depuis toujours. Ils sont parmi les êtres vivants qui ont les plus grandes et les plus rapides capacités de déplacement. Mais leurs périples annuels, qui s'étendent parfois sur plusieurs dizaines de milliers de kilomètres à travers la planète, est périlleux !

L'aspect essentiel de la réussite de ces migrations est la présence, tout au cours du trajet, de sites de halte où ils trouveront quiétude et nourriture afin de reconstituer leurs réserves énergétiques en vue… d'arriver sain et sauf à la prochaine

étape. En automne le périple les conduira vers les quartiers d'hivernage où la nourriture abonde. Au printemps, il s'agira de revenir au plus vite dans les zones de reproduction afin d'y trouver le meilleur site pour construire son nid et élever une nouvelle génération.

Les oiseaux sont par ailleurs de très bons bio-indicateurs de la qualité de l'environnement. Ils peuvent très utilement nous renseigner sur l'état de conservation d'autres éléments de notre patrimoine naturel : autres animaux, plantes, biotopes. Identifier les trajets de migration, localiser les sites de halte, observer précisément les éventuelles évolutions de stratégies de déplacements et essayer de les comprendre est essentiel afin de préserver les espèces et les populations. Les zones d'hivernage, les routes de migration ne restent pas figées dans le temps ! Elles évoluent, entre autres suite à la dégradation des milieux naturels et aux changements climatiques. À quel moment partir ? Quelle direction choisir ? Où aller ? Où s'arrêter en route pour reconstituer ses réserves d'énergie ? À quelle date repartir vers les sites de nidification ? Les connaissances doivent être en permanence actualisées, affinées. Et comme évidemment les migrations ne connaissent pas les frontières, il s'agit de réaliser pareils suivis dans le cadre de collaborations.

La Cigogne blanche est pour beaucoup un emblème parmi les oiseaux migrateurs. Le baguage a permis de découvrir qu'une partie importante de la population européenne ne migre plus jusqu'en Afrique mais passe l'hiver en Espagne. Conséquence des changements climatiques? Non, du fait qu'elles trouvent une source de nourriture quasi illimitée dans les décharges publiques à ciel ouvert...

Bagues et GPS au service d'un indispensable monitoring

Mais comment monitorer, comment étudier ces déplacements au long cours ? Le système, mis en place en 1899 par un instituteur danois, Ch. Mortensen, consiste à marquer des oiseaux d'une bague en métal inaltérable gravée d'un code alphanumérique unique combiné à une adresse de contact abrégée. Un peu comme un passeport ou la plaque minéralogique d'un véhicule.

Lors du baguage, une série de données biologiques et géographiques sont scrupuleusement notées. Lorsque l'oiseau bagué, et donc individuellement identifié, est retrouvé, au coin de la rue ou à l'autre bout de la planète, ces données sont mises en relation avec celles transmises par la personne qui a découvert l'oiseau bagué. Les données sont soigneusement consignées et, mois après mois, année après année, décennie après décennie, permettent d'atteindre les objectifs poursuivis : faire progresser la connaissance et donc contribuer à la préservation des populations d'oiseaux sauvages.

Ce principe de marquage-découverte n'a pas beaucoup évolué depuis un siècle, mais il s'est développé dans le monde entier. Dans chaque pays ou presque, une institution scientifique de référence organise un système de baguage. En Belgique, il s'agit de l'IRSNB. En France, c'est le Museum National d'Histoire Naturelle, en Grèce c'est l'Université de la Mer Egée, en Suisse c'est la Station ornithologique de Sempach etc.

La conquête du ciel, par les hommes cette fois, procure cependant de nouvelles possibilités de suivi. Des mini balises GPS permettent de suivre en temps réel - ou presque - les déplacements des migrateurs. Technique fabuleuse qui vient en complément du baguage mais ne le remplace pas car les limitations technologiques sont telles que la longévité de ces balises est souvent faible. Tandis que leur poids et le système de fixation sur les oiseaux limite la diversité et le nombre d'individus qui peuvent être ainsi suivis.

Ce Tadorne de Belon a été équipé d'un émetteur qui transmet ses données par GSM dans le cadre d'un programme qui étudie la circulation des virus de la grippe aviaire par les oiseaux sauvages.

Toujours est-il que le système de baguage génère une grande quantité d'informations incroyablement utiles. Mais pour être pleinement utiles, ces données doivent être facilement accessibles. Le logiciel de gestion et de partage des données de baguage des oiseaux mis en place à l'IRSNB date de… 1990. Il a été entièrement écrit par un collaborateur bénévole et était, à l'époque, tout à fait novateur ! Aujourd'hui, on peut le classer au rayon des dinosaures informatiques. Il est complètement désuet. D'où l'importance de ce partenariat.

Les partenaires

L'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique est l'un des dix établissements scientifiques fédéraux qui dépendent de la Politique scientifique fédérale (Belspo). Il développe d'importantes activités de recherche scientifique, il effectue des missions de service public et il s'ouvre à tous à travers son musée.

Il se compose de :

- un groupe d'experts, chercheurs et conseillers des autorités publiques, soutenu par une infrastructure de recherche moderne ;
- la troisième plus grande collection de sciences naturelles d'Europe et un important patrimoine belge ;
- un des musées belges les plus visités.

Son objectif est d'apporter à la communauté scientifique, aux pouvoirs publics et à la société civile, une science pertinente et de qualité, des avis utiles, et une découverte attrayante de la nature, sa longue histoire et sa gestion durable. Cela l'engage à :

- produire une science pertinente et de qualité : les enjeux complexes nécessitent des connaissances étayées, modernes et actualisées ;
- entretenir, enrichir et rendre accessibles ses infrastructures pour la recherche, telles que collections, banques de données et modèles : des prévisions fiables nécessitent des données certifiées sur le long terme ;
- lier autant que possible la recherche à l'action et à la gouvernance : accroître l'impact des résultats scientifiques nécessite une communication pertinente et ciblée, capable d'apporter un avis indépendant au niveau approprié ;
- accroître les connaissances et la compréhension des citoyens, notamment par le biais du musée afin qu'ils puissent faire des choix informés sur leur vie et leur futur.

Créée en 1992, la Fondation d'entreprise ENGIE a pour vocation de traduire en actions de solidarité l'engagement du Groupe ENGIE. Dans le prolongement des réponses métiers aux enjeux sociaux et environnementaux du Groupe, la Fondation soutient des projets philanthropiques innovants qui contribuent à construire un avenir plus harmonieux. Elle inscrit notamment son action dans l'ambition de contribuer aux Objectifs de Développement Durable (ODD). Aide d'urgence aux populations touchées par des catastrophes, Aide à l'enfance et Education, Biodiversité & accès à l'énergie, Lutte contre la pauvreté et Insertion, les quatre grandes priorités de la Fondation répondent à une exigence : prendre soin de la vie et de notre planète et répondre aux besoins des populations fragilisées ou éloignées.

Chaque année, elle accompagne plus d'une centaine de projets à travers le monde. Avec 50 % de ses projets dédiés à l'accès aux énergies renouvelables et durables et à la biodiversité en 2023, la Fondation ENGIE s'engage année après année pour l'environnement.

(Source : IRSNB)

Le Phragmite aquatique est le passereau le plus rare et le plus menacé d'Europe. Le baguage a permis de découvrir qu'il traversait la Belgique en migration d'automne, en route vers des zones d'hivernage situées essentiellement dans le delta du fleuve Sénégal.

Le pouillot de Pallas

La bécasse des bois

Sciences participatives

DE LA CURIOSITÉ À L'ACTION : quand les citoyens font équipe avec les chercheurs !

Chloë Rogiers et Marianne Rosolen (photos Marianne Rosolen)

> *Toute personne a le droit de prendre part librement à la vie culturelle de la communauté, de jouir des arts et de participer au progrès scientifique et aux bienfaits qui en résultent.*
>
> (Article 27 - Déclaration universelle des droits de l'homme)

La science, ce n'est pas qu'une affaire de blouses blanches et de laboratoires. Chacun, scientifique amateur ou simple curieux, peut participer activement à des recherches menées par les Etablissements scientifiques fédéraux. Une occasion unique d'allier curiosité, passion et contribution concrète à la science.

La diversité des recherches menées par les Etablissements scientifiques se reflète dans les collaborations proposées aux citoyens. Plongeons dans l'univers des projets participatifs pour découvrir ce que ces initiatives apportent aux humains, à l'environnement et au développement de la connaissance.

Les 'sciences participatives', 'sciences citoyennes', ou encore 'Citizen Science' en anglais, invitent chacun à contribuer activement à la recherche aux côtés des scientifiques. Observer, trier, analyser, identifier… autant d'actions qui font avancer la science tout en plongeant les participants dans ses coulisses : laboratoires, musées, missions de terrain. C'est l'opportunité unique d'échanger avec des chercheurs, de rencontrer d'autres amateurs passionnés, d'explorer des domaines d'excellence et d'expérimenter des techniques innovantes. En s'initiant aux méthodes scientifiques, les citoyens affinent leur esprit critique et leur compréhension du monde. Une aventure collective où la science devient plus ouverte, vivante et accessible à tous.

Analyse de météorites, recherche de vers exotiques invasifs, décryptage d'annotations, reconnaissance et baguage des oiseaux, signalement de séismes : quel serait votre terrain d'exploration ? Et plutôt dans les coulisses d'un musée, dans un labo avec du matériel de pointe, dans votre jardin, ou sur votre smartphone ?

Gestion des crises : en 1925, les scientifiques écoutaient déjà les citoyens

Bien que le terme 'sciences participatives' soit aujourd'hui en vogue, le fait de mobiliser le public pour la recherche scientifique n'est pas une nouveauté. Par exemple l'Observatoire royal de Belgique (ORB) fait appel à la population depuis 1925 pour recenser l'impact des séismes. Au siècle dernier, un questionnaire était envoyé par la poste aux bourgmestres ! Aujourd'hui, l'Observatoire utilise un questionnaire en ligne pour inviter les citoyens à communiquer s'ils ont 'ressenti' un tremblement de terre. Cette démarche, qui a permis d'identifier 119 séismes en Belgique et dans ses environs, renforce la recherche et améliore la gestion des crises grâce à l'implication citoyenne.

2025 : quand la technologie transforme les citoyens en explorateurs

L'avènement des nouvelles technologies facilite les sciences participatives. Internet, appareils photo digitaux, smartphones, géolocalisation, il est désormais beaucoup plus facile d'observer, de partager, de consulter. La recherche sort des labos et les réseaux sociaux offrent un accès direct à une expertise collective, réunissant chercheurs et passionnés du monde entier. 'Pour des chercheurs travaillant sur des insectes tropicaux, la connaissance d'un groupe nécessite du travail de terrain, qui prend du temps,' explique Jérôme Constant, entomologiste à l'Institut des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB) spécialisé dans les fulgores, des insectes s'apparentant aux cigales. Aujourd'hui, les scientifiques peuvent compléter le travail de terrain et l'étude des collections existantes grâce aux réseaux sociaux : 'une photo partagée sur Facebook dans des groupes spécialisés peut, dans certains cas, aboutir à une identification en quelques heures. J'ai ainsi pu identifier certains fulgores au Cambodge, là où, auparavant, une mission de terrain aurait été indispensable'. L'expert rappelle toutefois que le recours aux 'citoyens scientifiques', que ce soit dans les laboratoires ou en ligne, requiert un encadrement adapté, du temps et des compétences scientifiques spécifiques.

Les principes fondamentaux des sciences participatives

Les sciences participatives reposent sur des principes clés garantissant la rigueur scientifique, l'engagement du public et l'impact sociétal des projets. Sur son site internet, l'ECSA propose dix principes qui encouragent :

1. **Une participation active** : les citoyens contribuent directement à la recherche scientifique et à la production de nouvelles connaissances.
2. **Un impact concret** : chaque projet aboutit à des résultats scientifiques exploitables.
3. **Un bénéfice mutuel** : les chercheurs et les citoyens en tirent un enrichissement réciproque.
4. **Une implication à plusieurs niveaux** : les citoyens peuvent intervenir à différentes étapes du processus scientifique.
5. **Un retour d'information essentiel** : les participants reçoivent des retours sur l'avancement et les résultats des projets.
6. **Une démarche rigoureuse** : les sciences participatives sont une approche de recherche à part entière, avec des standards de qualité et des contrôles pour minimiser les erreurs.
7. **Un accès ouvert aux données** : les informations collectées sont mises à disposition du public et, dans la mesure du possible, publiées en accès libre.
8. **Une reconnaissance valorisante** : les contributions des citoyens sont prises en compte dans les publications et résultats des projets.
9. **Une évaluation continue** : chaque projet est analysé en fonction de sa production scientifique, de la qualité des données, de l'expérience des participants et de son impact sur la société et les politiques publiques.
10. **Un cadre éthique et légal respecté** : les projets intègrent les aspects liés aux droits d'auteur, à la propriété intellectuelle, à la confidentialité et aux impacts environnementaux.

Le projet CRESCO numérise les données de chaque oiseau (Musée royal de l'Afrique centrale)

Une meilleure gestion des crises grâce à des observateurs de terrain

L'Institut royal météorologique (IRM) sollicite depuis de nombreuses années un large réseau de près de 200 observateurs de passionnés de météorologie. Avec le projet HARVEST, les citoyens transmettent des données (brouillard, tonnerre, éclairs, grêle, neige) via une application sur leur smartphone. Comme dans le cas des séismes, cette contribution collective améliore la surveillance et la réponse aux situations de crise.

Récolter des données et numériser pour préserver

Les sciences participatives permettent aux chercheurs d'accéder à des données qui seraient autrement inaccessibles par les méthodes traditionnelles. Des observations sont par exemple faites par des particuliers sur des terrains privés, ou fortuitement, lors d'une promenade. D'autres fois, la matière de travail est déjà présente mais le travail d'identification est si conséquent que les scientifiques n'auraient pu le gérer seuls. Le projet 'Citizen Rescuers for Collections' (CRESCO) du MRAC a permis, en seulement trois mois, de numériser et de publier en accès libre plus de 6300 spécimens d'oiseaux et 1900 échantillons de bois grâce à des méthodes de numérisation innovantes.

Scientifiques, citoyens et IA - toutes les intelligences au service de la science

Pour tirer le meilleur profit des données, il faut des outils performants et des données fiables. Au MRAC, Michèle et Frank (bénévoles) encadrés par Ruben De Blaere (doctorant) repensent l'identification des essences de bois en développant SmartWoodID. Cette base de données, enrichie de scans optiques haute résolution et de descriptions anatomiques, s'appuie sur la collection de bois de Tervuren pour créer des outils interactifs et des modèles d'intelligence artificielle. Un projet qui illustre la puissance de la collaboration entre scientifiques, citoyens et technologies pour faire avancer la recherche.

Xylarium - collection de specimen de bois (Musée royal de l'Afrique centrale)

Ruben De Blaere, doctorant (SmartwoodID, Musée royal de l'Afrique centrale)

Des citoyens gardiens de la santé et la biodiversité

Qu'il s'agisse du suivi des thérapies ou de risques environnementaux, de l'analyse des maladies transmissibles, ou encore de la réutilisation des données de santé, Sciensano aussi mise sur la participation active du public pour enrichir la recherche et affiner les stratégies de prévention. Par exemple, le projet MEMO+ assure grâce aux citoyens la surveillance de l'expansion du moustique tigre, un enjeu majeur de santé publique. Vous avez été piqué par une tique ? Signalez-le alors sur la plateforme TekenNet de Sciensano.

Pour le recensement des vers à tête plate, une espèce exotique envahissante, chaque observation compte aussi. Bien que discrets, ces vers ont un impact direct sur l'équilibre des sols, notamment en perturbant les populations de vers de terre et d'autres invertébrés essentiels à la santé des écosystèmes.

Ouvrez-les yeux en forêt, dans votre jardin, votre serre ou votre terrarium, vous aurez peut-être quelque chose à signaler sur la page Flatwormwatch.

S'accomplir à travers l'entraide et la découverte

La participation des citoyens revêt également une importante dimension sociale. Par exemple, des citoyens de la République Démocratique du Congo, d'Ouganda et du Tchad participent au suivi des maladies tropicales et à la gestion des catastrophes naturelles (projets ATRAP et HARISSA). Rose témoigne : 'Le projet ATRAP m'a véritablement ouvert les yeux, car il m'a amenée à réfléchir de plus en plus à la bilharziose. À partir de là, j'ai commencé à informer la communauté sur la maladie.'

Myriam, bénévole dans le cadre de DoeDat, la plateforme de sciences participatives du Jardin botanique de Meise**,** met également l'accent sur ce que sa participation lui apporte au niveau personnel : 'On peut dire que je fais ce bénévolat surtout pour faciliter mon travail habituel. (...) Cela m'empêche de rester enfermée dans un mode de pensée figé et me permet de trouver plus rapidement de nouvelles solutions face aux problèmes.'

De volontaire passionné à expert confirmé

Els Baeten a eu un coup de cœur pour le projet Radio Meteor Zoo (RMZ) de l'Institut d'Aéronomie spatiale de Belgique (IASB), qui vise à analyser les essaims de météores, affiner les algorithmes de détection automatique et favoriser l'engagement du public dans la recherche scientifique. Els était déjà active sur Galaxy Zoo, un projet de classification des galaxies sur Zooniverse, une plateforme internationale comptant près de 2,7 millions d'utilisateurs. Son expertise lui a valu de devenir modératrice d'un forum, où elle guide les autres participants. 'Le projet belge RMZ m'a énormément appris sur les météores. Aujourd'hui, la science génère une quantité de données phénoménale : les citoyens scientifiques jouent un rôle clé en aidant les chercheurs à les exploiter'. Avec curiosité et engagement, un amateur peut devenir un expert, 'voire, même si c'est plus rare, faire carrière dans ce domaine ensuite,' explique Jérôme Constant.

Manon, étudiante (Musée royal de l'Afrique centrale)

La science, une aventure qui ne s'arrête jamais

De la période étudiante, à la vie professionnelle et au-delà, l'apprentissage n'a pas d'âge et la curiosité est un moteur sans fin.

Explorer de nouvelles thématiques de recherche tout en développant des compétences essentielles pour ses études et le début de sa carrière, c'était le pari de Manon, étudiante en sciences humaines. Entre expérience pratique, analyse de données et échanges avec des chercheurs, avec le projet PROCHE (provenance des objets) et le projet BE-MUSIC, une plateforme sur le patrimoine musical, elle a pu acquérir une expertise différente de celle des bancs de l'université.

Thierry Backeljau, ancien Directeur Opérationnel en Taxonomie et Phylogénie et responsable de recherche au Département des Invertébrés de l'IRSNB, a pris sa retraite cette année, mais reste un scientifique passionné et engagé. Toujours actif, il se consacre bénévolement à plusieurs projets de l'IRSNB, dont le projet MUTER sur les changements épigénétiques de l'ADN, un consortium retraçant l'histoire de la collection Dautzenberg (mollusques) et une collaboration avec des chercheurs égyptiens sur l'inventaire des escargots terrestres et d'eau douce. Désormais libéré des contraintes administratives, il profite pleinement du laboratoire et du terrain. Avec amusement, il confie avoir été payé pendant des années pour exercer son hobby et continue d'apprendre, notamment sur les avancées en analyse ADN.

Annita et Raymonde, bénévoles au Musée royal de l'Afrique centrale

Le plaisir d'apprendre est aussi un élément clé pour Annita et Raymonde qui s'investissent énormément dans la numérisation des collections ornithologiques du MRAC. Annita, ornithologue amateur retraitée, et Raymonde, ancienne directrice d'école, photographient minutieusement chaque spécimen (étiquette comprise !), pour enrichir les bases de données scientifiques et préserver des collections qui pourraient se détériorer avec le temps.

Annita se sent privilégiée : 'je n'aurais pas pu observer ces espèces rares autrement, ou alors en voyageant très loin peut-être… J'observe, je m'interroge, j'apprends… tout cela dans un cadre exceptionnel, un centre de documentation mais aussi un écrin de verdure.' Raymonde, elle, a découvert, grâce à cette expérience, l'incroyable richesse des ESF, trop méconnue du grand public selon elle. L'ancienne directrice d'école, témoigne : 'Ce serait formidable de partager cela avec les écoles, de montrer aux jeunes les liens avec les matières qu'ils apprennent, l'importance de la rigueur et de la méthodologie, la variété des carrières dans la recherche.' Si Annita et Raymonde se sentent bien au MRAC, c'est aussi grâce à Luiza Mitrache, coordinatrice des sciences participatives, qui accompagne un grand nombre de bénévoles.

Garin Cael, gestionnaire de la collection d'herpétologie (Musée royal de l'Afrique centrale)

Luiza Mitrache, coordinatrice 'Sciences participatives' (Musée royal de l'Afrique centrale)

Dans les coulisses de la recherche

Au centre de recherche du MRAC, la collaboration avec les citoyens ne se limite pas à la digitalisation. Un exemple concret : quatre bénévoles collaborent avec Garin Cael, gestionnaire de la collection de reptiles, pour gérer les solutions alcoolisées servant à la conservation des spécimens. Une occasion unique de découvrir le travail scientifique de l'intérieur et d'avoir des discussions privilégiées avec les scientifiques.

Non professionnels mais passionnés, comme Mendel

A l'IRSNB la collaboration avec les citoyens est une tradition bien ancrée : bénévoles, scientifiques et citoyens aident à collecter des données, mais aussi à analyser et publier des résultats, comme le fait Thierry. Cette collaboration étroite brouille la frontière entre amateurs et professionnels. Depuis longtemps, l'IRSNB travaille avec des passionnés qui utilisent son infrastructure pour étudier leurs collections personnelles, menant à la découverte de nouvelles espèces. Comme l'a souligné Thierry, cette approche collaborative s'inscrit dans une longue histoire où de nombreux biologistes et taxonomistes, n'étaient pas des professionnels, mais des passionnés qui faisaient avancer la science dans leur temps libre : Gregor Mendel, par exemple, cultivait des petits pois dans son monastère, observait, prenait des notes… et il a fini par marquer l'histoire de la génétique !

De spectateur à acteur : s'approprier la science

Face aux fake news et à la méfiance croissante, il est urgent de réconcilier la science et le grand public, les chercheurs et les citoyens. Longtemps perçue comme une affaire d'experts en blouse blanche, la science s'ouvre aujourd'hui à tous. Mais informer ne suffit pas : il faut impliquer, faire vivre l'expérience scientifique, enthousiasmer. En rejoignant un projet de science citoyenne, chacun peut observer, expérimenter, questionner, contribuer aux découvertes et à la production de savoir et acquérir des outils nécessaires pour mieux comprendre le monde qui l'entoure.

Membres des Etablissements scientifiques et de Belspo, Citizen Science Inspiration Day à l'IRM

En Belgique

Les sciences participatives en Belgique se structurent autour d'acteurs engagés, qui visent à développer le potentiel des collaborations entre citoyens et chercheurs afin de dynamiser la recherche scientifique et promouvoir les sciences.

Belspo ouvre les portes de la science à tous

Au cœur de sa stratégie, Belspo reconnaît le rôle des citoyens comme partenaires essentiels de la recherche scientifique. Les ESF, soutenus par Belspo accueillent des visiteurs curieux de découvrir le patrimoine scientifique et culturel belge et nombre d'entre eux proposent des initiatives participatives. Belspo mène également des campagnes visant à favoriser l'accès aux métiers 'STEAM' (science, technologie, ingénierie, arts et mathématiques), renforçant ainsi la participation du public à la production et à la diffusion des savoirs.

Sciences participatives en Belgique : où en sommes-nous ?

En Flandre, Scivil, centre de connaissances dédié aux sciences participatives, joue un rôle central en collectant et diffusant des informations, et en facilitant les collaborations entre chercheurs et citoyens. Quelques éléments dévoilés par Scivil sur le paysage belge des sciences participatives :

- Secteur en pleine expansion depuis 2011, mais le financement reste un défi majeur.
- Thématiques variées : biodiversité et biologie (35 %), patrimoine et archéologie (25 %), climat et environnement (22 %), comportement humain et bien-être (18 %).
- Projets majoritairement portés par des organismes publics (38 %), des associations (32 %) et des universités ou hautes écoles (22 %), avec deux tiers des projets initiés par des instituts de recherche.
- Collaboration intersectorielle courante : dans la moitié des projets, au moins deux types de partenaires sont impliqués (recherche, secteur public, ONG…).

Karolien Lefever (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Citizen Science Inspiration Day à l'IRM

Au niveau européen

Une plateforme européenne pour les sciences participatives

European Citizen Science Association (ECSA) : coordonne et soutient des initiatives scientifiques citoyennes à l'échelle européenne. Parmi ses actions clés, la plateforme EU-Citizen.Science joue un rôle central dans le partage de connaissances, d'outils et de formations destinées à encourager la participation du grand public à la recherche. Le projet est financé par Horizon 2020 (programme 'Science with and for Society').

Koen van Noten, sismologue (Observatoire royal de Belgique), Citizen Science Inspiration Day à l'IRM

Un soutien actif via le programme Horizon Europe

Dans le 9e programme-cadre de recherche de l'Union européenne, les sciences participatives sont intégrées comme un pilier de la politique de 'open science', avec des financements et des prix récompensant les initiatives innovantes. En particulier, le projet IMPETUS facilite l'accès à des ressources et soutient les nouvelles formes de collaboration entre citoyens et chercheurs. Un prix européen des sciences participatives récompense les contributions les plus remarquables.

L'espace européen de la recherche

L'Union européenne, travaille à la création d'un marché unifié pour la recherche, l'innovation et la technologie. En facilitant la circulation des chercheurs et des connaissances, l'ERA harmonise les politiques scientifiques à l'échelle européenne. L'Action 14 - 'La science au plus près des citoyens' met l'accent sur la participation du public et l'importance des sciences participatives pour relever les défis sociétaux de demain.

Pour en savoir plus ou découvrir les projets en cours :

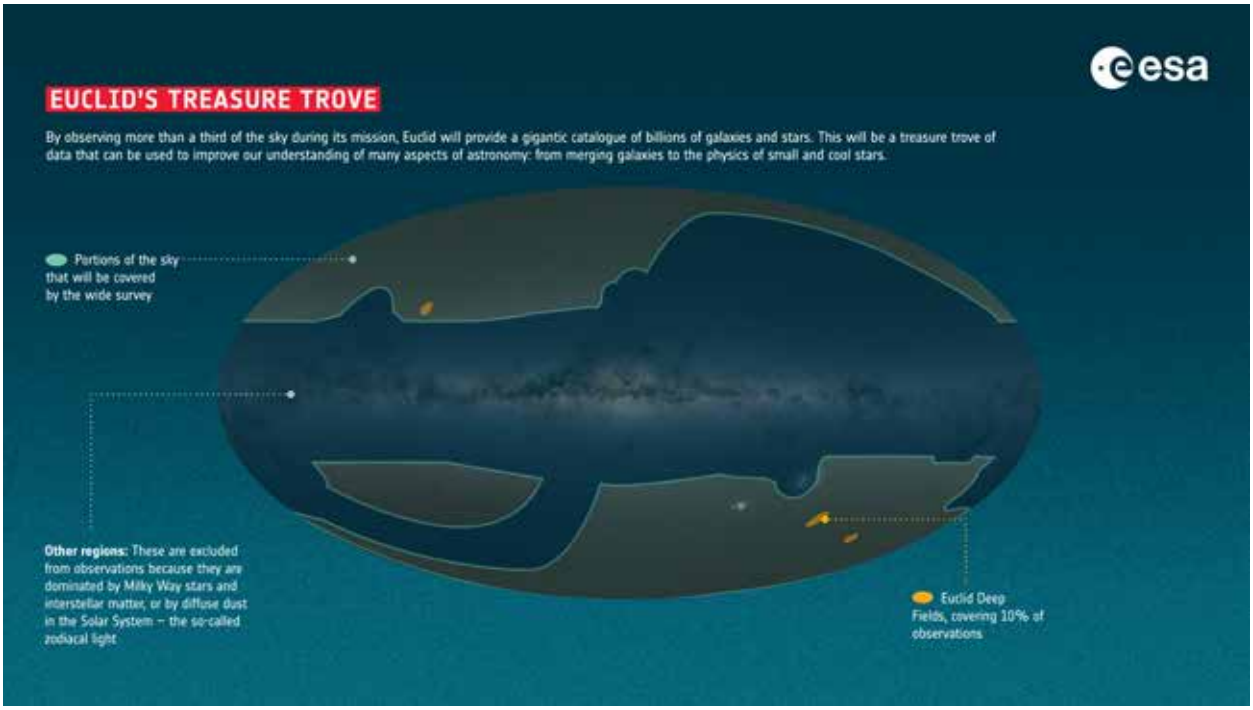
- Sur le site web de Belspo, la page 'Citizen Science' offre un point d'entrée unique vers les initiatives de sciences participatives des Etablissements scientifiques fédéraux et une liste de ressources documentaires (www.belspo.be/CitizenScience).
- N'hésitez pas à consulter aussi régulièrement les sites web des ESF pour découvrir des initiatives passionnantes et des projets participatifs
- Autres plateformes dédiées aux sciences participatives :
  - www.doedat.be
  - www.iedereenwetenschapper.be
  - www.scivil.be
  - www.ewi-vlaanderen.be/oproep-citizen-science
- L'Institut Rathenau des Pays-Bas a publié *Vele handen maken meer dan licht werk* ('Travailler ensemble, c'est bien plus que se répartir les tâches'), un rapport analysant le rôle des financeurs, institutions dans le domaine des sciences participatives (www.rathenau.nl)

Euclid révèle un trésor de données

ET OFFRE UN APERÇU DES CHAMPS PROFONDS

Le 19 mars 2025, la mission Euclid de l'Agence spatiale européenne a publié son premier lot de données, dont un aperçu de ses champs profonds. Ici, des centaines de milliers de galaxies de formes et de tailles diverses occupent une place centrale et donnent un aperçu de leur organisation à grande échelle dans la toile cosmique.

© ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, image processing by J.-C. Cuillandre, E. Bertin, G. Anselmi



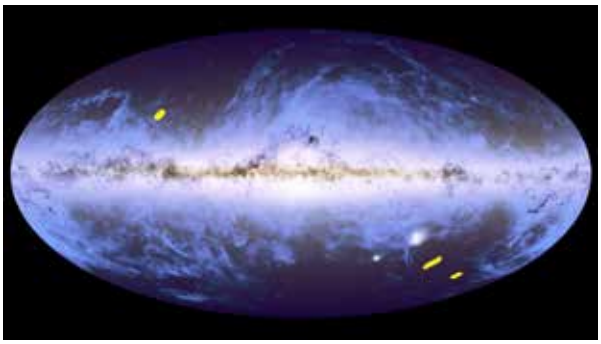
© ESA (acknowledgement: work performed by ATG under contract to ESA)

Couvrant une immense zone du ciel en trois mosaïques, les images contiennent également de nombreux amas de galaxies, des noyaux galactiques actifs et des phénomènes transitoires, ainsi que le premier relevé de classification de plus de 380 000 galaxies et 500 lentilles gravitationnelles candidates, compilé grâce aux efforts combinés de l'intelligence artificielle et de la science citoyenne. Tout cela ouvre la voie à un large éventail de sujets qu'Euclid, le détective de l'Univers sombre, est prêt à aborder avec son riche ensemble de données.

'Euclid se révèle à nouveau comme la machine de découverte ultime, qui observe les galaxies à la plus grande échelle, nous permettant d'explorer notre histoire cosmique et les forces invisibles qui façonnent notre Univers,' déclare la directrice scientifique de l'ESA, Professeur Carole Mundell. 'Avec la publication des premières données du relevé d'Euclid, nous découvrons un trésor d'informations permettant aux scientifiques de se plonger dans certaines des questions les plus intrigantes de la science moderne et de s'y attaquer. Avec cela, l'ESA tient son engagement de permettre le progrès scientifique pour les générations à venir.'

Euclid a scruté les trois zones du ciel où il fournira, à terme, les observations les plus profondes de sa mission. En seulement une semaine d'observations, avec un seul balayage de chaque région, Euclid a déjà découvert 26 millions de galaxies. Les plus éloignées d'entre elles se trouvent jusqu'à 10,5 milliards d'années-lumière. Les champs contiennent également une petite population de quasars lumineux qui peuvent être observés beaucoup plus loin. Au cours des prochaines années, Euclid passera au-dessus de ces trois régions des dizaines de fois, capturant bien plus de galaxies lointaines, ce qui rendra ces champs réellement 'profonds' d'ici la fin de la mission nominale en 2030.

Mais le premier aperçu de 63 degrés carrés du ciel, soit la superficie équivalente à plus de 300 fois la pleine Lune, donne déjà un aperçu impressionnant de l'ampleur du grand atlas cosmique d'Euclid à la fin de sa mission. Cet atlas couvrira le tiers du ciel tout entier - 14 000 degrés carrés - en haute qualité.



Emplacement des champs profonds d'Euclid sur la carte du ciel de Gaia et de Planck.
© ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA; ESA/Gaia/DPAC; ESA/Planck Collaboration

Tracer la toile cosmique dans les champs profonds d'Euclid

'Il est impressionnant de constater qu'une observation des zones de champ profond nous a déjà permis d'obtenir une foule de données qui peuvent être utilisées à diverses fins en astronomie : de la morphologie des galaxies aux lentilles gravitationnelles fortes, en passant par les amas de galaxies et la formation d'étoiles, entre autres,' explique Valeria Pettorino, responsable scientifique du projet Euclid à l'ESA. 'Nous observerons chaque champ profond entre 30 et 52 fois au cours de la mission de six ans d'Euclid, améliorant chaque fois la résolution de ces zones et le nombre d'objets que nous parvenons à observer. Pensez aux découvertes qui nous attendent !'

Euclid Deep Field South, 16x zoom. © ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, image processing by J.-C. Cuillandre, E. Bertin, G. Anselmi

Pour répondre aux mystères qu'il cherche à résoudre, Euclid mesure l'énorme variété de formes et la distribution de milliards de galaxies très précisément avec ses instruments d'imagerie visible (VIS) et proche infrarouge (NISP) qui est essentiel pour comprendre les distances et les masses des galaxies. Les nouvelles images montrent déjà cette capacité pour des centaines de milliers de galaxies, et commencent à suggérer l'organisation à grande échelle de ces galaxies dans la toile cosmique. Ces filaments de matière ordinaire et de matière noire se tissent à travers le cosmos, et à partir de ceux-ci, des galaxies se sont formées et ont évolué. Il s'agit d'une pièce essentielle dans le puzzle pour comprendre la nature mystérieuse de la matière noire et de l'énergie noire, qui ensemble semblent constituer 95 % de l'Univers.

'Le plein potentiel d'Euclid pour en savoir plus sur la matière noire et l'énergie noire provenant de la structure à grande échelle de la toile cosmique ne sera atteint qu'une fois qu'il aura terminé son relevé complet. Pourtant, le volume de cette première publication de données nous offre déjà un premier regard unique sur l'organisation à grande échelle des galaxies, que nous pouvons utiliser pour en savoir plus sur la formation des galaxies au fil du temps,' explique Clotilde Laigle, scientifique du consortium Euclid et experte en traitement des données basée à l'Institut d'Astrophysique de Paris.

La nébuleuse de l'Œil de Chat vue par Euclid. © ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, image processing by J.-C. Cuillandre, E. Bertin, G. Anselmi

Humains et IA classent plus de 380 000 galaxies

Euclid devrait capturer des images de plus de 1,5 milliard de galaxies sur six ans, renvoyant environ 100 GB de données chaque jour. Un ensemble de données aussi impressionnant crée d'incroyables possibilités de découvertes, mais d'énormes défis lorsqu'il s'agit de rechercher, d'analyser et de cataloguer des galaxies. L'avancée des algorithmes d'intelligence artificielle (IA), combinée à des milliers de volontaires et d'experts en science citoyenne, joue un rôle important.

'Nous sommes à un moment charnière en ce qui concerne la manière dont nous abordons les relevés à grande échelle en astronomie. L'IA est un élément fondamental et nécessaire de notre processus afin d'exploiter pleinement le vaste ensemble de données d'Euclid,' explique Mike Walmsley, scientifique du consortium Euclid basé à l'Université de Toronto, au Canada, qui s'est fortement impliqué dans les algorithmes d'apprentissage profond astronomique au cours de la dernière décennie. 'Nous construisons les outils et fournissons les mesures. De cette manière, nous pouvons livrer une science de pointe en quelques semaines, par rapport au processus d'analyse de plusieurs années de grands relevés comme ceux-ci nécessaires par le passé,' ajoute-t-il.

Un jalon majeur dans cet effort est le premier catalogue détaillé de plus de 380 000 galaxies, qui ont été classées selon des caractéristiques telles que les bras spiraux, les barres centrales et les queues de marée qui montrent les galaxies en coalescence. Le catalogue est créé par l'algorithme d'IA 'Zoobot.' Au cours d'une campagne intensive d'un mois sur le Galaxy Zoo l'an dernier, 9976 volontaires ont travaillé ensemble pour apprendre à Zoobot à reconnaître les caractéristiques des galaxies en classant les images d'Euclid.

Galaxies de différentes formes observées par Euclid. © ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, image processing by M. Walmsley, M. Huertas-Company, J.-C. Cuillandre

Ce premier catalogue publié aujourd'hui ne représente que 0,4 % du nombre total de galaxies de résolution similaire qui devraient être observées au cours de la vie d'Euclid. Le catalogue final présentera la morphologie détaillée d'au moins dix fois plus de galaxies qu'auparavant, aidant les scientifiques à répondre à des questions telles que la formation des bras spiraux et la croissance des trous noirs supermassifs.

'Nous regardons les galaxies de l'intérieur vers l'extérieur, la manière dont leurs structures internes régissent leur évolution, et la façon dont l'environnement extérieur façonne leur transformation au fil du temps,' ajoute Clotilde. 'Euclid est une mine d'or de données et son impact sera considérable, de l'évolution des galaxies aux objectifs de cosmologie plus généraux de la mission.'

Le moteur de découverte de lentille gravitationnelle

La lumière voyageant vers nous depuis les galaxies lointaines est courbée et déformée par la matière normale et sombre qu'elle traverse. Cet effet est appelé lentille gravitationnelle et c'est l'un des outils qu'utilise Euclid pour révéler comment la matière noire est distribuée à travers l'Univers. Lorsque les distorsions sont très apparentes, il est connu sous le nom de 'lentille forte,' ce qui peut entraîner des caractéristiques telles que des anneaux d'Einstein, des arcs et de multiples lentilles observées.

A l'aide d'une première analyse par des modèles d'IA, suivi d'une inspection scientifique citoyenne, d'un contrôle d'experts et de modélisations, un premier catalogue de 500 possibles lentilles fortes galaxies-galaxies est publié aujourd'hui, dont la quasi-totalité était jusqu'alors inconnues. Ce type de lentille a lieu lorsqu'une galaxie d'avant-plan et son halo de matière noire agissent comme une lentille, déformant l'image d'une galaxie d'arrière-plan le long de la ligne de visée vers Euclid.

Avec l'aide de ces modèles, Euclid capturera quelque 7000 candidats dans le grand relevé de données de cosmologie prévu fin 2026, et de l'ordre de 100 000 lentilles fortes galaxies-galaxies d'ici la fin de la mission, soit environ 100 fois plus que ce que l'on connaît actuellement.

Euclid pourra également mesurer les lentilles 'faibles', lorsque les distorsions des sources d'arrière-plan sont beaucoup plus faibles. De telles distorsions subtiles ne peuvent être détectées qu'en analysant un grand nombre de galaxies de manière statistique. Au cours des prochaines années, Euclid mesurera les déformations de milliards de galaxies sur 10 milliards d'années d'histoire cosmique, fournissant ainsi une vue en trois dimensions de la distribution de matière noire dans notre Univers.

'Euclid couvre très rapidement de plus en plus de zones du ciel grâce à ses capacités d'observation sans précédent,' déclare Pierre Ferruit, responsable de la mission Euclid à l'ESA, basé au Centre européen d'astronomie spatiale (ESAC) de l'ESA en Espagne, où se trouvent les archives scientifiques d'astronomie où les données d'Euclid seront mises à disposition du public.

'Ces données soulignent l'incroyable potentiel que nous avons en combinant les forces d'Euclid, de l'IA, de la science citoyenne et des experts en un seul moteur de découverte qui sera essentiel pour s'attaquer au vaste volume de données envoyées par Euclid.'

À propos d'Euclid

Euclid a été lancé en juillet 2023 et a commencé ses observations scientifiques de routine le 14 février 2024. En novembre 2023 et mai 2024, le monde a eu ses premiers aperçus de la qualité des images d'Euclid, et en octobre 2024 le premier morceau de sa grande carte de l'Univers a été publié.

Euclid est une mission européenne, construite et opérée par l'ESA, avec la contribution de ses États membres et de la NASA. Le consortium Euclid, composé de plus de 2000 scientifiques de 300 instituts répartis dans 15 pays européens, aux États-Unis, au Canada et au Japon, est chargé de fournir les instruments scientifiques et l'analyse des données scientifiques. L'ESA a sélectionné Thales Alenia Space comme maître d'œuvre de la construction du satellite et de son module de service, Airbus Defence and Space ayant été choisi pour développer le module de charge utile, y compris le télescope. La NASA a fourni les détecteurs du spectromètre et du photomètre dans le proche infrarouge, NISP. Euclid est une mission de classe moyenne du Programme Cosmic Vision de l'ESA.

(Source : ESA)

Lentilles gravitationnelles fortes observées par Euclid. © ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, image processing by M. Walmsley, M. Huertas-Company, J.-C. Cuillandre

Garder le cap juridique dans un univers en expansion

Jean-François Mayence, le premier 'juriste de l'Espace' de l'Administration publique belge

Marianne Rosolen

Comment réguler un territoire où les frontières n'existent pas ? Quand l'Espace devient le terrain de jeu des Nations, qui décide des règles de cette conquête interstellaire ? À l'aube de la ruée vers les ressources de la Lune, comment éviter que l'Espace devienne un Far West et reste le patrimoine de l'Humanité ? Comment la Belgique se fait-elle entendre au milieu des superpuissances spatiales ? Comment s'assurer que chacun des nombreux engins spatiaux lancés sous pavillon belge soit correctement immatriculé et respecte les normes mondiales ?

Voilà quelques-unes des questions autour desquelles gravite Jean-François Mayence, premier 'juriste spatial' de l'administration belge. En tant que responsable des affaires juridiques internationales au sein de la Politique scientifique fédérale (Belspo), il joue un rôle clé dans la régulation des activités spatiales, un secteur qui a bien évolué depuis l'élaboration de la loi spatiale belge de 2005 dont il est l'auteur. Découvrons le parcours et les défis de cet expert qui navigue entre droit, science, technologie, géopolitique.

Lorsque Jean-François Mayence a rejoint Belspo en 1999, il était chargé des aspects juridiques de la participation belge à l'ESA. Variées, ses tâches pouvaient aller de la gestion du système de pensions du personnel de l'agence à la gestion de la propriété intellectuelle d'un moteur de fusée. Ses responsabilités se sont rapidement élargies pour englober l'intégralité de la politique scientifique fédérale, avec un accent particulier sur la coordination internationale. 'Je suis donc passé de l'Espace à l'Antarctique, puis à la haute mer, accompagnant les collaborations entre Belspo, les établissements scientifiques belges et les institutions étrangères et internationales,' explique Jean-François Mayence. 'Une trajectoire qui a permis d'aborder des problématiques juridiques dans des domaines variés, tout en renforçant la coopération internationale dans des secteurs cruciaux pour la Belgique et ses partenaires.'

En quoi consiste ce soutien juridique dans le domaine de l'Espace ?

- Fournir des avis juridiques sur des projets de conventions et des questions liées au fonctionnement d'organes comme le Secrétariat polaire.
- Représenter la Belgique lors de discussions internationales, notamment au Comité des Nations Unies pour l'Espace (UNCOPUOS), et défendre ses intérêts dans les négociations mondiales sur la régulation des activités spatiales.
- Assurer la mise à jour législative en tant qu'auteur des textes régissant l'Espace, en garantissant leur conformité avec les normes internationales et les évolutions technologiques.
- Gérer les demandes d'autorisations et d'immatriculations d'objets spatiaux pour assurer leur conformité avec la réglementation en vigueur.
- Participer aux négociations de traités internationaux et s'assurer de leur transposition dans la législation belge, tout en intervenant devant le Parlement pour fournir des informations techniques et juridiques.
- Superviser la transposition des directives européennes relatives aux sciences et à la recherche spatiale, en veillant à ce que la législation belge respecte les normes européennes.
- Présider le jury scientifique du 'Pôle Espace', en charge du recrutement et de la promotion du personnel scientifique à l'Institut Royal Météorologique, l'Institut Royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique et l'Observatoire Royal de Belgique.

Jean-François Mayence (photo Maxime Dechamps)

De la science-fiction à la législation

Devenir astronaute, cela n'a jamais été pour lui un rêve d'enfance. Toutefois, dès son jeune âge, Jean-François est passionné de science-fiction. 'Le film *Alien : le Huitième Passager*, de Ridley Scott, m'a marqué,' explique-t 'il. 'Ce n'était pas le monstre qui m'a fasciné, mais l'idée de ce spatio-cargo qui transporte des minerais d'une planète inconnue vers la Terre.'

Lors de sa deuxième année universitaire, il a un véritable coup de cœur pour le terme Droit de l'Espace. Intrigué, il achète le syllabus. C'est un domaine qu'il ne finira jamais d'approfondir, y compris pendant ses études de Droit maritime et aérien, qui l'ont aussi amené à s'intéresser aux concepts juridiques de *Responsabilité des États* et de *Patrimoine commun de l'humanité*. Son diplôme en poche, il envoie son curriculum à Belspo, est reçu par la Directrice du Spatial de l'époque, Monique Wagner, et devient le tout premier juriste de l'Espace de l'Administration belge.

De PROBA-1 aux satellites à la chaine, l'essor du Droit de l'Espace en Belgique

En 2005, la discipline semblait presque une fiction futuriste : 'Le Droit de l'Espace était une discipline peu développée. Certains me demandaient même si mon travail consistait à gérer des accidents entre navettes spatiales,' se souvient-il avec humour... 'On m'avait même laisser entendre que le Droit de l'Espace, ce serait plutôt pendant mon temps libre…'. Il est vrai qu'à l'époque, la Belgique était un acteur modeste dans le domaine spatial et il n'y avait pas vraiment de cadre légal pour régir ces activités. Par exemple, la Belgique était alors un contributeur important à la mission PROBA-1. 'D'un point de vue juridique, il s'agissait d'une mission ESA et elle ne tombait pas dans le champ de compétence de Belspo,' précise Jean-François Mayence. C'est donc dans un contexte plutôt hypothétique que le juriste élabore la loi spatiale belge de 2005. 'À l'époque, l'objectif principal était de se préparer aux défis à venir en anticipant les cas d'application possible.'

La situation a bien changé en 25 ans. 'Depuis 2014, la Belgique a octroyé 11 autorisations et immatriculé 43 satellites, cela donne une idée de l'expansion de ce domaine d'activités, même pour un pays qui n'a pas de site de lancement ou de station de télémétrie !' Aujourd'hui, le pays prend un tournant majeur, avec des projets visant à construire un grand nombre de satellites, un signe de l'importance croissante de l'industrie spatiale en Belgique. Une somme d'enjeux juridiques, techniques, économiques, politiques qui doivent être rigoureusement encadrés.

Défis professionnels : cinq Traités seulement mais des régulations à adapter à la vitesse de la lumière

'De plus en plus de jeunes s'intéressent à ce domaine, qu'ils soient juristes, politologues, économistes, … ' constate-t-il. 'Cette diversité est une bonne nouvelle pour l'avenir de la discipline, qui est aujourd'hui reconnue et respectée par les plus grandes universités et cabinets d'avocats.' Le juriste met toutefois en garde contre l'idée de considérer le droit spatial comme une spécialité à part entière : 'Le Droit de l'Espace est un domaine fascinant, mais il ne s'agit pas de le considérer comme une spécialisation en soi. Avant tout, il faut maîtriser les bases du Droit.' Selon lui, le droit spatial reste relativement simple par rapport à d'autres domaines juridiques complexes. 'Il repose principalement sur cinq grands traités internationaux et il existe, pour le moment, peu de jurisprudence spécifique,' explique-t-il. 'Le vrai défi réside plutôt dans l'adaptation des textes juridiques aux avancées technologiques rapides du secteur spatial.'

En Europe, il n'existe cependant pas encore de métiers exclusivement dédiés au droit des activités spatiales. 'Les juristes actifs dans ce domaine viennent souvent de formations plus larges,' précise-t-il. Ces experts peuvent exercer dans des cabinets d'avocats ou au sein d'organismes internationaux. L'industrie spatiale est en pleine évolution, avec de nombreuses perspectives à explorer, 'les jeunes juristes auront un rôle crucial à jouer dans l'évolution de ce secteur,' conclut-il avec optimisme.

Une source d'inspiration réciproque

Signe évident de l'intérêt croissant pour cette discipline, au cours des trois premiers mois de 2025 l'expert a déjà été invité à intervenir dans presque toutes les grandes universités belges : de la KU Leuven à l'UCLouvain, en passant par l'UNamur, l'ULiège et l'UGent. Ce qui touche particulièrement le juriste, c'est l'enthousiasme des jeunes pour Espace et leur désir de comprendre les défis juridiques liés à l'exploitation spatiale. 'De plus en plus d'étudiants me sollicitent pour des thèses ou des projets de recherche,' précise-t-il. 'Ces jeunes juristes expriment une volonté claire de s'impliquer dans les enjeux mondiaux liés à l'exploration spatiale. Un phénomène qui témoigne de la reconnaissance grandissante de l'Espace en tant que *Patrimoine commun de l'humanité*,' explique le juriste, enthousiaste. 'Leur passion, leur curiosité et leur détermination sont impressionnantes et inspirantes,' souligne-t-il. 'Ils sont la prochaine génération qui devra relever les défis de l'Espace. C'est un privilège de pouvoir échanger avec eux et d'assister à l'émergence de nouvelles perspectives sur des questions aussi cruciales.' À travers ces échanges, une chose est sûre : l'avenir du droit spatial est entre de bonnes mains.

Une nouvelle façon d'observer l'Univers

à l'Observatoire royal de Belgique

Bruno Bertrand, Jef Heynen et Justin Janquart

Au début du 20e siècle, Albert Einstein met en place une nouvelle théorie décrivant la gravité : la Relativité Générale. De celle-ci découle un nouveau type de messager cosmique : les ondes gravitationnelles. Bien qu'elles ne soient pas visibles au sens habituel du terme, elles peuvent être détectées et permettent d'observer certains des objets les plus denses de l'Univers tels que les trous noirs. Depuis peu, l'Observatoire royal de Belgique s'intéresse aussi à l'observation de l'Univers par ce biais.

Que sont les ondes gravitationnelles et comment peut-on les observer ?

La Relativité Générale prédit une relation entre masse et espace-temps. En quelque sorte, la gravité est une conséquence de la déformation de cette 'toile' due aux objets massifs présents, ce qui provoque le mouvement tel que les orbites des planètes. Un peu comme dans le cas d'une étendue d'eau, un mouvement brusque provoque l'émission d'ondes observables au bord de celle-ci. Dans le cas de l'espace-temps, cela correspond aux ondes gravitationnelles. Néanmoins, ce dernier est assez 'rigide' et seuls des phénomènes extrêmement violents produisent une vibration détectable. Cette constatation avait d'ailleurs poussé Einstein lui-même à dire que cet effet ne serait jamais observé. Toutefois, ses prédictions étaient faites sur base des objets connus à cette époque : des étoiles. Dans les décennies suivantes, l'existence d'objets nettement plus denses (trous noirs et étoiles à neutrons, par exemple) fut prouvée, ravivant l'espoir de détecter des ondes gravitationnelles. De plus, en 1974, on observe la première manifestation d'ondes gravitationnelles : le système binaire de pulsars de Hulse-Taylor dont l'évolution orbitale ne peut être expliquée que par l'émission d'ondes gravitationnelles.

Description de certains objets observés via les ondes gravitationnelles

- Une *étoile à neutrons* est moins dense qu'un trou noir et se forme à la suite de l'explosion d'une étoile massive en supernova. La densité y est telle que les atomes s'effondrent et forment des neutrons et qu'une cuillère à café d'un tel objet pèserait plusieurs tonnes.
- Un *trou noir* se forme généralement à la suite de l'effondrement d'une étoile très massive et correspond à un objet tellement dense que même la lumière ne peut s'en échapper.

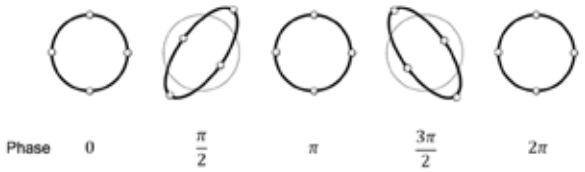


Figure 1 : Représentation de l'effet du passage d'une onde gravitationnelle sur un cercle de particules libres. L'onde produit une élongation et une contraction périodiques des directions orthogonales.

C'est dans ce contexte que se développe l'idée de détecter cet autre 'messager' de l'Univers de manière directe. Le principe de détection est basé sur l'effet produit par le passage d'une onde gravitationnelle sur la matière. C'est illustré dans la Fig. 1, où l'on voit que les ondes produisent une déformation périodique avec une élongation dans un sens et une compression dans le sens perpendiculaire. Une demie période plus tard, la compression et l'élongation sont inversées et cette oscillation se répète tout au long du passage de l'onde. A partir de ce processus, on peut entrevoir une façon de détecter les ondes gravitationnelles : mesurer la distance entre des points et regarder sa variation temporelle. Cependant, deux problèmes se posent : (1) le changement de distance engendré est très faible, et (2) si on utilise une règle graduée pour mesurer la distance, celle-ci va simplement aussi s'allonger et on ne pourra donc rien mesurer. Afin de remédier à ces problèmes, les détecteurs sont des interféromètres mesurant le temps nécessaire à la lumière pour couvrir une certaine distance dans une cavité cylindrique appelée 'bras'. Comme la vitesse de la lumière est une constante universelle, le temps de voyage sera plus long quand l'espace est allongé et plus court s'il est contracté. En pratique, ce que l'on va mesurer est la variation de la différence de longueur relative entre deux bras distincts lors du passage d'une onde gravitationnelle, c'est-à-dire le rapport entre cette différence en longueur des deux bras et leur longueur au repos. Comme on considère des longueurs relatives, des effets plus faibles sont détectés avec des bras

plus longs. C'est sur ce principe qu'ont été construits les détecteurs d'ondes gravitationnelles LIGO (Laser Interferometer Gravitational Observatory, deux détecteurs aux Etats-Unis) et Virgo (un détecteur en Italie), à l'origine des premières observations ayant confirmé l'existence des ondes gravitationnelles (voir Fig. 2, panneau de droite).

Tenant compte des effets expliqués précédemment, le principe de fonctionnement de ces détecteurs en forme de L est le suivant (Fig. 2, panneau de gauche) : un faisceau laser est envoyé sur un miroir qui le sépare en deux parties, chacune transmise dans un des bras (de 4 km de long pour LIGO et 3 km pour Virgo). Celui-ci est ensuite réfléchi par un miroir à l'extrémité du bras et renvoyé vers un photodétecteur. Lorsque les bras ont la même longueur, les deux faisceaux laser sont recombinés de manière destructive et aucune lumière n'est perçue. En revanche, lorsqu'ils ont une longueur différente, l'intensité des faisceaux recombinés au photodétecteur est non nulle et un signal est observé. Grâce à de nombreuses améliorations et astuces (tels que l'allongement artificiel des bras à plusieurs centaines de kilomètres grâce à de multiples réflexions dans les bras, un vide extrême dans ces derniers, et une exceptionnelle isolation sismique, par exemple), ces détecteurs sont capables de mesurer des différences de longueurs relatives entre leurs bras d'une longueur inférieures à 10^{-21} , correspondant à une précision dans la mesure des déplacements de l'ordre de la taille d'un proton. Pour atteindre ces capacités extraordinaires, la conception théorique de ces détecteurs a commencé dans la fin des années soixante, alors que leur construction ne fut entamée que dans les années nonante. Au début des années 2000, une première série d'observations fut menée, sans succès. Après de nouvelles mises à jour augmentant la sensibilité des détecteurs, la première détection devint une réalité le 14 septembre 2015.

La première détection d'une onde gravitationnelle

En comparant l'onde observée dans les deux détecteurs LIGO le 14 septembre 2015 (notée GW150914 selon le format GWAAMMJJ avec AA, MM, JJ, l'année, le mois et le jour de la détection, respectivement) avec des prédictions précises fournies en résolvant les équations de la Relativité Générale, on peut dire que le signal observé correspond à la collision de deux trous noirs ayant chacun une masse approximative de 30 masses solaires et s'étant produite à environ 1300 millions d'années-lumière de la Terre. Bien que les trous noirs aient une orbite l'un autour de l'autre pendant des milliards d'années, le signal observé provient de la dernière fraction de seconde de l'évolution, correspondant aux dernières orbites et la collision entre les deux objets. Cette détection correspond à la première observation directe d'un messager provenant d'objets invisibles dans le spectre électromagnétique en utilisant leur empreinte dans l'espace-temps. L'observation d'un tel signal nous apprend déjà énormément ; premièrement, les ondes gravitationnelles existent et peuvent être détectées. De plus, des trous noirs assez massifs peuvent exister suffisamment longtemps pour former des systèmes binaires et évoluer jusqu'à ce qu'ils se rencontrent. Ensuite, comme il s'agit de la fusion des objets les plus denses de l'Univers, on est dans un régime extrême de la Relativité Générale qui a donc pu être testée dans des conditions impossibles à reproduire sur Terre, ne montrant aucun signe d'invalidité.

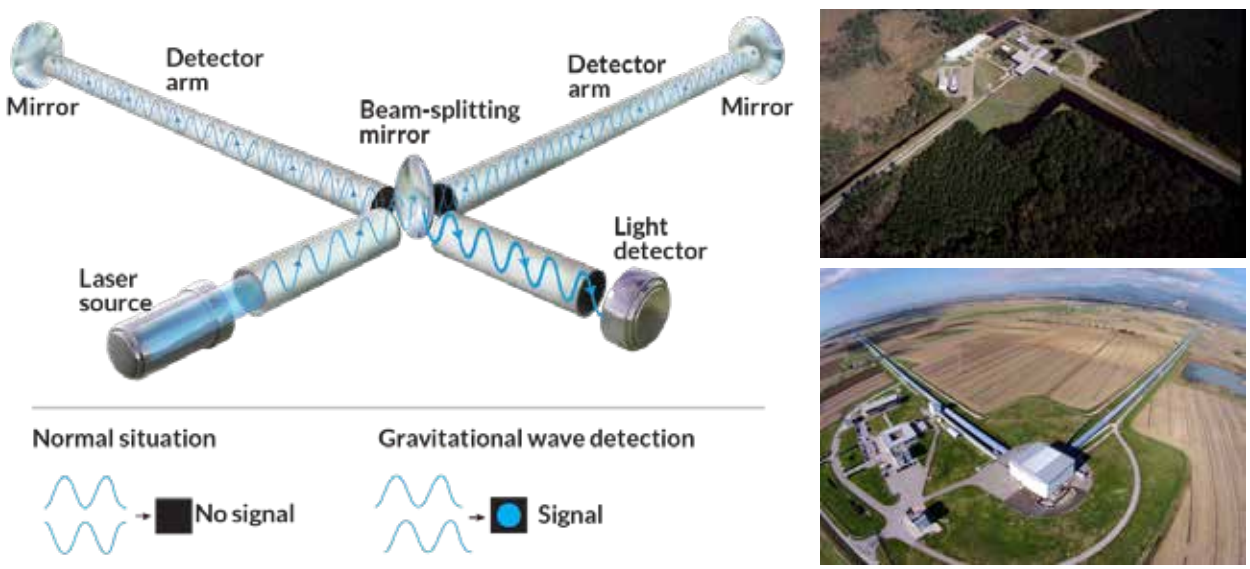


Figure 2 : Gauche : Représentation basique d'un détecteur d'ondes gravitationnelles et du principe de détection © Nicolle Rager Fuller. Droite : Photos aériennes des détecteurs LIGO à Livingston (haut) et Virgo à Cascina (bas) © Caltech & EGO.

Et après cette première observation ?

De nombreuses collisions de trous noirs furent observées dans les mois qui suivirent GW150914 (7 en date du 15 août 2017, incluant GW170814, la première triple observation incluant le détecteur Virgo). Le 17 août 2017, une nouvelle découverte secoua le monde des ondes gravitationnelles : l'observation d'une collision de deux étoiles à neutrons via les ondes gravitationnelles en coïncidence avec son rayonnement électromagnétique (couvrant une large partie du spectre) : GW170817. Cette détection jointe fut une confirmation supplémentaire du succès de l'observation de notre Univers par ce nouveau messager. Entre autres, cette détection a permis de faire de nouveaux tests de Relativité Générale en comparant les rayonnements électromagnétiques et gravifiques, de mieux comprendre l'état de la matière dans ces conditions extrêmes, et les mécanismes de formation d'éléments lourds dans notre Univers. Cette détection jointe marque aussi le début de *l'astronomie multi-messagère* dans laquelle des phénomènes sont observés en combinant plusieurs sources d'information (électromagnétiques, ondes gravitationnelles, et/ou neutrinos) et qui est un domaine de recherche important depuis, bien qu'il n'y ait plus eu d'observation jointe depuis GW170817. Après cette observation, deux collisions de trous noirs furent encore observées pendant le mois d'août.

Les observations décrites ci-dessus forment ce que l'on appelle maintenant GWTC-1 (Gravitational Wave Transient Catalog 1), correspondant au premier catalogue contenant les observations d'ondes gravitationnelles transientes. Après cette série d'observations, les détecteurs furent améliorés afin d'être plus sensibles, avant de commencer une nouvelle période d'observation. Ceci est fait régulièrement, de telle sorte à avoir des détecteurs de plus en plus sensibles. La dernière parution correspond à GWTC-3 dans lequel 90 signaux sont reportés (à noter que ces catalogues sont cumulatifs), majoritairement des collisions de trous noirs, mais aussi deux collisions entre deux étoiles à neutrons et deux collisions entre un trou noir et une étoile à neutrons. Une représentation de ces observations est donnée dans la Fig. 3. Ces observations nous ont permis de mieux comprendre la population ces objets compacts dans l'Univers, de faire de nouveaux tests liés à l'expansion de l'Univers et de tester le Relativité Générale dans des régimes jamais atteints avant, amenant des avancées extraordinaires dans notre compréhension de l'Univers. Afin de continuer ces progrès, la quatrième campagne d'observation fut lancée le 24 mai 2023, avant de faire une interruption du 16 janvier au 10 avril 2024 pour mettre à jour les détecteurs et puis de continuer. Après plus de dix mois dans la deuxième partie de ce round d'observation, plus de 190 nouveaux phénomènes ont déjà été observés (voir https://gracedb.ligo.org/superevents/public/O4/), continuant à faire croître notre connaissance de l'Univers et ce qui le compose par l'observation d'ondes gravitationnelles.

En plus de collision d'objets compacts, d'autres sources d'ondes gravitationnelles sont attendues, bien que pas encore observées. En premier, il devrait exister un fond *stochastique* d'ondes gravitationnelles résultant des premières phases de l'Univers ou de la superposition de nombreuses sources non-résolvables individuellement. Une autre possibilité est l'explosion d'étoiles en fin de vie, *les supernovas*, qui devrait aussi émettre des ondes gravitationnelles relativement intenses. Les détecteurs actuels cherchent aussi à observer des ondes gravitationnelles de tels objets mais leur sensibilité limitée et la plus faible amplitude de ces signaux fait qu'il est peu probable que l'on observe ceux-ci sous peu.

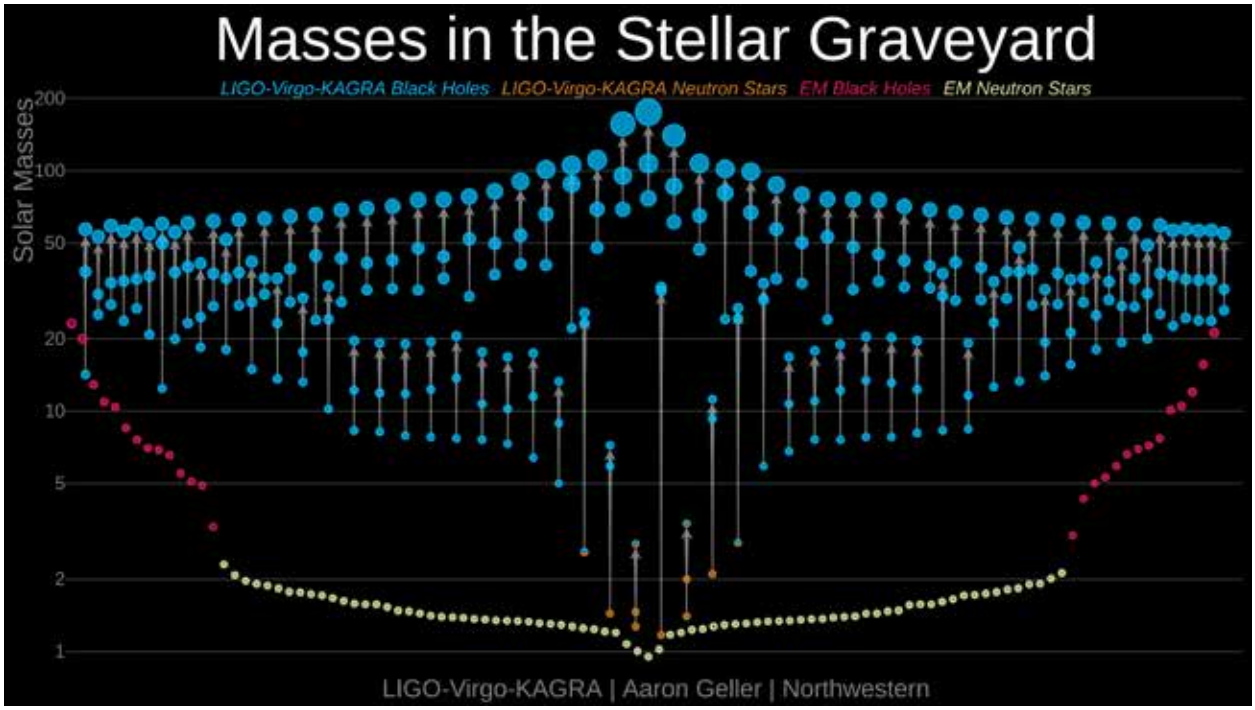


Figure 3 : Représentation des masses des trous noirs et étoiles à neutrons observés par LIGO et Virgo depuis leur première détection et comparées avec celles d'objets similaires observés via leur émission électromagnétique.

De nouveaux instruments pour de nouvelles observations

L'observation et l'étude des sources mentionnées ci-dessus permettraient aussi des avancements majeurs dans notre compréhension de divers phénomènes. Par conséquent, les détecteurs actuels ont ouvert une nouvelle voie observationnelle mais n'offrent pas une vision complète des sources attendues. Dès lors, la planification pour de nouveaux détecteurs a déjà débuté. C'est notamment le cas pour Einstein Telescope en Europe, accepté comme projet européen. Bien que ce soit encore en discussion, le design actuel est un interféromètre triangulaire avec des bras souterrains de 10 km de long et une composante cryogénique. Un tel instrument nécessite de nombreux développements technologiques. Une représentation artistique du détecteur est donnée à la Fig. 4. Pour le moment, deux sites principaux sont proposés : la Sardaigne et l'Eurorégion Meuse-Rhin à la frontière entre les Pays-Bas, l'Allemagne et la Belgique, et un troisième site s'est récemment porté candidat : la Lusace. Il est donc possible qu'un tel observatoire vienne en Belgique, ce qui constituerait une opportunité majeure pour le monde scientifique belge, étant donné l'ampleur du projet et les capacités extraordinaires attendues. Entre autres, Einstein Telescope devrait pouvoir observer des trous noirs avec des masses plus importantes, observer des collisions de trous noirs à des temps très reculés, ce qui pourrait confirmer l'existence de trous noirs primordiaux (formés dans les régions denses de l'univers primordial), observer des supernovas, le fond stochastique gravitationnel. Il promet donc des avancées majeures dans de nombreux domaines.

Bien que le détecteur ne soit pas encore construit, le monde scientifique est déjà en effervescence autour de ce projet. Les études de sites comprenant la caractérisation de l'activité sismologique, l'étude de la faisabilité de la construction et de l'impact sociétal et économique sont déjà en cours, y compris en Belgique. De plus, la quantité de données et d'observations fournies par ce nouvel instrument va aussi nécessiter des changements majeurs dans notre façon d'extraire les informations sur les systèmes à l'origine des ondes gravitationnelles enregistrées.

Par conséquent, de nombreux travaux sont aussi nécessaires et en cours sur ce sujet, afin de guider le design de l'instrument et d'être prêt lorsque le détecteur sera fonctionnel, ce qui est prévu vers 2035.

Notons aussi que des projets de détecteurs terrestres de nouvelle génération sont aussi planifiés aux Etats-Unis, avec Cosmic Explorer qui devrait observer les mêmes types de source qu'Einstein Telescope. De plus, la mission LISA, un détecteur spatial, est aussi en cours d'élaboration et devrait être actif vers 2035. Celui-ci serait constitué de trois satellites en constellation triangulaires avec des bras de 2,5 millions de kilomètres et suivrait la Terre dans son orbite. A cause de la longueur de ses bras, cet instrument observerait des ondes gravitationnelles d'objets encore plus massifs, tels que des collisions de trous noirs supermassifs (dix-mille à dix millions de fois plus massifs que le soleil) ou l'évolution de l'orbite d'un trou noir de masse stellaire autour d'un trou noir supermassif. La combinaison des méthodes d'observation actuelles et futures permet de couvrir un large spectre et de nombreuses sources.

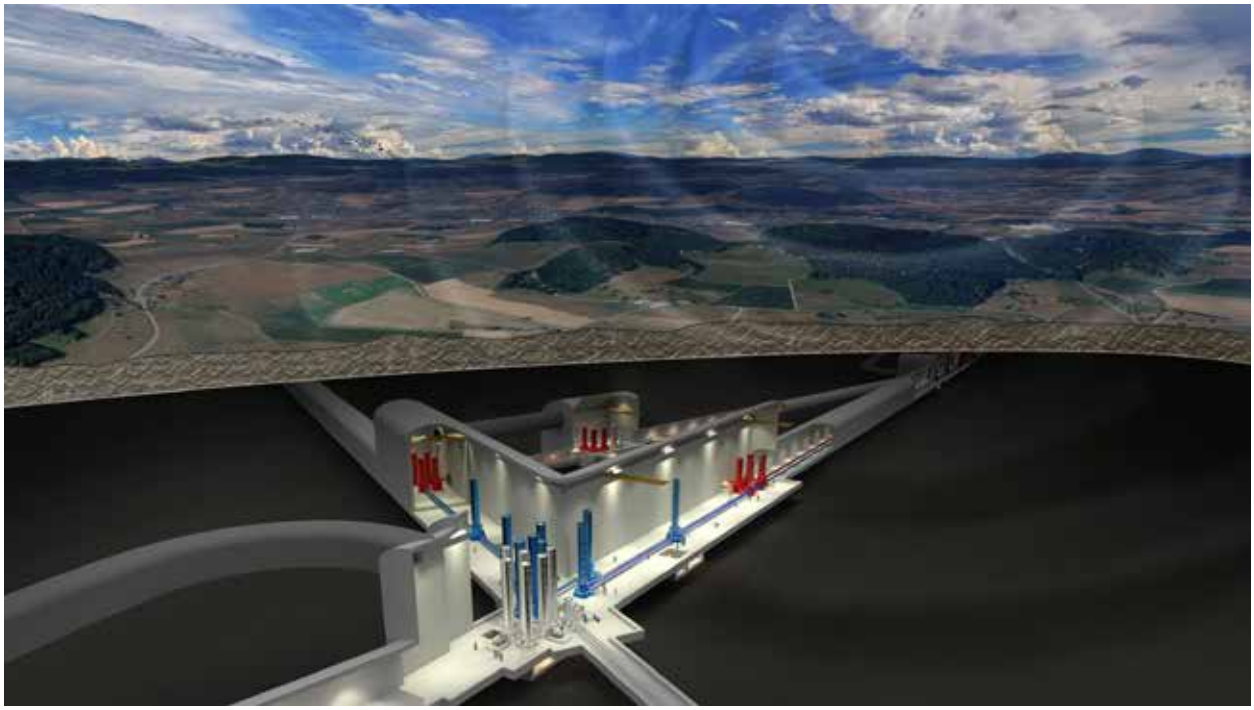


Figure 4 : Représentation artistique d'Einstein Telescope. © Nikhef

L'implication de l'Observatoire royal de Belgique dans cette nouvelle méthode d'observation de l'univers

L'Observatoire royal de Belgique participe, depuis de nombreuses années, à diverses missions et études sur l'observation de l'environnement dans lequel nous vivons, allant de la planète Terre à des objets astrophysiques distants. Par conséquent, il est naturel d'ajouter l'observation de l'Univers via les ondes gravitationnelles dans les domaines explorés, particulièrement lorsque l'on tient compte de l'intérêt dans et pour le pays d'une éventuelle implantation du Einstein Telescope. De plus, des domaines d'expertise déjà présents à l'Observatoire, tels que l'astrophysique, les techniques de mesure précise du temps et la sismologie, sont importants dans la préparation et l'aboutissement d'un tel projet en Belgique. Outre le développement de ce sujet de recherche, l'objectif est aussi l'inclusion de l'Observatoire dans l'écosystème des ondes gravitationnelles, en particulier dans la Collaboration Einstein Telescope où de nombreuses compétences présentes sur place sont importantes pour l'aboutissement du projet.

Utiliser les activités de l'Observatoire pour chercher des ondes gravitationnelles d'une nouvelle manière

En plus de l'inclusion de l'Observatoire dans l'écosystème des ondes gravitationnelles, il y a aussi un intérêt pour l'application de projets existants à des recherches liées à ces ondes cosmiques. C'est le cas, par exemple, de l'utilisation des satellites de géo-positionnement dans la recherche d'un fond stochastique d'ondes gravitationnelles.

Le système GPS est entré dans la vie courante comme un système de positionnement précis. En réalité, lorsqu'on parle de *GPS*, on fait référence à la constellation de satellites américains. Mais d'autres ont ensuite emboîté le pas : Russie (Glonass), Chine (Beidou) et Europe (Galileo). Ces systèmes étant interopérables, n'importe quel smartphone peut capter l'ensemble de ces satellites, appelées GNSS (Global Navigation Satellite System). C'est un fait peu connu mais le positionnement par satellite est en réalité la mesure du temps de trajet d'un signal électromagnétique entre le satellite et le récepteur GPS. Le signal se propageant à la vitesse de la lumière, une précision de 30 cm requiert une mesure de temps au milliardième de seconde. En conséquence, les satellites GNSS ont à leur bord des horloges atomiques et chaque constellation a un temps de référence avec une précision au milliardième de seconde. A ce titre, l'Observatoire joue un rôle actif dans le développement et les opérations du système de temps Galileo.

Par ailleurs, les orbites des satellites doivent être connues avec une grande précision. Le signal envoyé par le satellite contient notamment sa position. Une erreur de position du satellite a donc un impact direct sur la mesure de la position de l'observateur. Aussi, pour des applications sensibles, des données d'orbites précises et corrigées sont disponibles a posteriori. A titre d'exemple, l'altitude des satellites Galileo est de 23 000 km pour une précision orbitale d'environ 2,5 cm.

Dans l'art de détourner une application de son objet initial, on pourrait donc imaginer que les satellites GNSS puissent être considérés comme un gigantesque détecteur d'ondes gravitationnelles. En effet, le principe même des constellations GNSS étant une mesure de distance, la modification de longueur relative induite par le passage d'une onde gravitationnelle impacterait la distance entre le satellite et le récepteur. Malheureusement, la précision actuelle sur les orbites ne suffit pas pour observer des ondes gravitationnelles de manière analogue aux détecteurs terrestres.

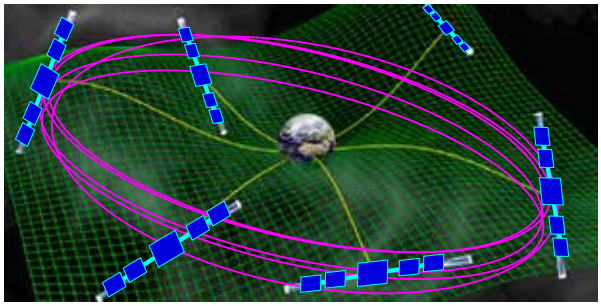


Figure 5 : Représentation artistique de l'effet des ondes gravitationnelles sur les orbites de satellites GNSS. © David Champion, modifications : Bruno Bertrand

Cependant, pour les ondes gravitationnelles dont la fréquence est un multiple de l'inverse de la période orbitale, leur impact sur les orbites s'additionne en un effet net à chaque révolution du satellite, un effet donc à une fréquence précise qui est appelé 'résonance'. Ainsi, l'interaction continue entre les ondes gravitationnelles et les orbites quasiment circulaires des satellites GNSS finissent par légèrement déformer celles-ci. Au fur et à mesure des mois, les orbites prennent une forme plus elliptique et voient d'autres paramètres évoluer, comme par exemple la période de rotation ou l'inclinaison. C'est cet effet de résonance potentiellement détectable que les chercheurs de l'Observatoire tentent de mettre en évidence. Toute la difficulté réside dans la distinction du subtil effet des ondes gravitationnelles d'autres effets déjà connus, comme ceux de la radiation solaire, pour lesquels une expertise existe déjà à l'Observatoire. En fin de compte, les fréquences des ondes gravitationnelles détectées par les constellations GNSS seraient non atteignables pour les détecteurs actuels. Il s'agirait donc d'une première d'autant plus remarquable que le coût matériel serait nul car près de 30 ans de données d'horloges et d'orbites sont déjà disponibles en libre accès, et ne demandent qu'à être analysées.

MÉTÉORITES D'ANTARCTIQUE

Une équipe dirigée par la Belgique rapporte une impressionnante récolte de météorites

Camp de base avec le Mont Verhaegen dans le fond. © ULTIMO 2024-2025

Une équipe internationale dirigée par des scientifiques belges a récupéré 115 météorites antarctiques pesant plus de 2 kg au cours de l'expédition en cours (2024-2025) de la BELgian Antarctic Research Expedition (BELARE).

Alors que les précédentes missions réussies de récupération de météorites en 2009-2010, 2010-2011, 2012-2013, 2018-2019 et 2022-2023 se concentraient sur des zones de glace bleue plus proches de la station antarctique belge zéro émission Princess Elisabeth, où les équipes de recherche belges s'orientent et s'entraînent habituellement avant de se rendre sur le terrain, la campagne 2024-2025 s'est déroulée dans les montagnes Belgica, à plus de 300 km au sud-est de la station de recherche. De plus, l'équipe a également récupéré plusieurs milliers de micrométéorites, des particules de poussière cosmique de moins de 2 mm de diamètre, ainsi que de nombreux échantillons de glace et de roches. Cette recherche a été rendue possible grâce au financement de la Politique scientifique fédérale belge (Belspo) et a nécessité un soutien logistique important de la Fondation polaire internationale (IPF), mandatée par le Secrétariat polaire belge pour gérer la station de recherche Princess Elisabeth.

Apparence typique d'une météorite dans une moraine près du Mont Notre-Dame-de-Lorette: des roches sombres, denses et morphologiquement distinctes, parfois recouvertes d'une croûte de fusion résultant de leur passage dans l'atmosphère. Les météorites se trouvent concentrées dans les zones de glace bleue, où l'écoulement de la glace est entravé par des nunataks ou des chaînes de montagnes, et où les vents catabatiques érodent la glace, faisant remonter à la surface des échantillons enfouis. © ULTIMO 2024-2025

L'équipe de recherche, composée de trois scientifiques d'universités belges - le Prof. Dr Steven Goderis de la Vrije Universiteit Brussel ainsi que la Prof. Dr Vinciane Debaille et le Dr Gabriel Pinto de l'Université libre de Bruxelles (ULB) - et du Dr Hamed Pourkhorsandi, chercheur à l'Institut de Recherche pour le Développement en France - accompagnés de deux guides de terrain de l'IPF Martin Leitl et Paul-Philippe Dudas, a fait une première halte dans la région des Montagnes Balchen à la recherche de météorites avant de se rendre dans les montagnes Belgica le 15 décembre. Les montagnes Belgica, situées dans la région de la Terre de la Reine-Maud en Antarctique oriental, ont été découvertes par une équipe d'expédition belge lors de l'Année géophysique internationale en 1958, au cours d'une mission de reconnaissance aérienne. Cette reconnaissance a dû être interrompue après le crash de l'avion sur la glace bleue. Les montagnes ont été visitées à nouveau par des scientifiques belges dans les années 1960, mais aucune équipe scientifique belge n'y était retournée depuis lors.

Micrométéorites récupérées dans les montagnes Belgica, échelle visible en haut de l'image. Les micrométéorites, mesurant entre 50 micromètres et 2 mm de diamètre, sont essentielles pour comprendre l'origine et l'évolution du système solaire. Elles contiennent des informations différentes de celles fournies par les météorites plus grandes et peuvent provenir d'astéroïdes encore inconnus. © ULTIMO 2024-2025

Les météorites peuvent être trouvées sur des champs de glace bleue où des chaînes de montagnes enfouies soulèvent les glaciers, et où la glace est érodée par les vents catabatiques puissants. Des programmes de récupération systématique sont en cours depuis les années 1970, car chaque météorite contient des informations précieuses sur la formation et l'évolution du système solaire et des corps célestes, y compris la Terre, la Lune et Mars, ainsi que sur l'arrivée de l'eau, de composés volatils et de matière organique sur Terre, entre autres.

Les plans initiaux de déplacement par convoi de conteneurs ont dû être abandonnés au profit du transport aérien en raison du terrain difficile. Les conditions au camp de base (essentiellement des tentes) étaient rudes, même pour l'été antarctique, avec des températures descendant jusqu'à -31 °C avec le refroidissement éolien dû aux vents forts. Chaque jour, les chercheurs partaient à la recherche de météorites en motoneige, formant une formation en V pour couvrir de vastes zones plus efficacement.

Plus impressionnants que le nombre, les types de météorites récupérées sont également remarquables. Parmi elles, au moins deux achondrites (météorites rocheuses représentant des manteaux planétaires) et plusieurs chondrites carbonées, les météorites les plus primitives, similaires en composition au matériau originel de la nébuleuse solaire, ce gigantesque nuage de gaz et de poussière qui a formé notre système solaire il y a environ 4,6 milliards d'années.

Restes de l'avion belge qui s'est écrasé sur le champ de glace entourant le Mont Notre-Dame-de-Lorette en 1958. Plusieurs météorites ont été trouvées à proximité de l'épave de l'avion. © ULTIMO 2024-2025

Lorsqu'une météorite est trouvée sur le terrain, sa position GPS et un numéro provisoire sont notés, après quoi la roche est placée dans un sac en plastique. Les météorites sont conservées congelées pendant leur transport vers l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, puis décongelées avec précaution pour éviter toute altération des échantillons. © ULTIMO 2024-2025

'Chaque nouvelle (micro)météorite fournit une pièce essentielle du puzzle que nous essayons de résoudre,' a déclaré le Prof. Goderis au sujet de l'importance des échantillons trouvés par son équipe. 'À partir de certains fragments de météorites, nous pouvons en apprendre davantage sur la différenciation planétaire et les collisions qui ont eu lieu dans le jeune système solaire, et dans d'autres fragments, nous trouvons des molécules prébiotiques nécessaires à l'évolution de la vie,' a ajouté la Prof. Debaille.

Les météorites seront envoyées à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles pour être décongelées, conservées et classifiées en détail, après quoi elles seront mises à disposition des équipes de recherche concernées ainsi que de la communauté scientifique internationale. Les plus belles pièces seront exposées au public.

International Polar Foundation (IPF)

L'IPF est une fondation d'utilité publique créée en 2002 par Alain Hubert avec des personnalités scientifiques du monde académique. Elle a comme mission le soutien de la recherche scientifique polaire internationale. Elle est également à l'initiative de la station antarctique Princess Elisabeth, première station 'zéro émission', en vue de préserver la présence antarctique belge et d'en poursuivre l'ambition au service des citoyens confrontés aux défis climatiques et environnementaux.

(Source : VUB/ULB)

Gros plan d'une chondrite carbonée provenant des montagnes Belgica, contenant certaines des phases les plus anciennes de notre système solaire (inclusions blanches). © ULTIMO 2024-2025

La recherche de météorites se fait en motoneige sur les champs de glace bleue, souvent recouverts de neige et de dunes de neige appelées sastrugi. © ULTIMO 2024-2025

Archives locales de Wallonie

Un renfort essentiel aux administrations locales wallonnes

Marc Focant

Les Archives de l'État proposent, via le projet 'Archives locales de Wallonie', une aide aux administrations locales dans le traitement des archives. Des documents servant à l'histoire locale sont ainsi conservés dans des conditions optimales et mis à disposition du public.

Concept et objectifs

Conseiller, inspecter, autoriser les éliminations, parfois appliquer des sanctions sont les missions de bases des Archives de l'État dans les administrations locales, mais les pouvoirs locaux se retrouvent souvent très seuls face à la masse de documents délaissés depuis la fusion des communes en 1977. Dépendant d'un budget serré, ils n'arrivent parfois pas à faire face. Le projet Archives locales de Wallonie propose la mise à disposition d'un archiviste itinérant comme solution pour aider au désengorgement des locaux.

Malheureusement, le constat lors des interventions est presque toujours identique : le manque de budget, d'intérêt et de volonté des cinquante dernières années a mené à un appauvrissement des archives historiques locales. De plus, les transferts d'archives opérés à la fusion des communes ont parfois conduit à des pertes. L'objectif principal du projet est de sauver les archives par un inventoriage et une conservation aux Archives de l'État qui permettent une mise à disposition gratuite de ces documents pour le public. Il apporte ensuite

une aide aux administrations dans la gestion de leur documentation courante. Des centaines de mètres linéaires ont ainsi été classés par l'équipe du projet sur l'ensemble du territoire wallon, et tout autant de tonnes d'archives ont été éliminées depuis la naissance du projet.

Dégâts aux archives. © Archives locales de Wallonie

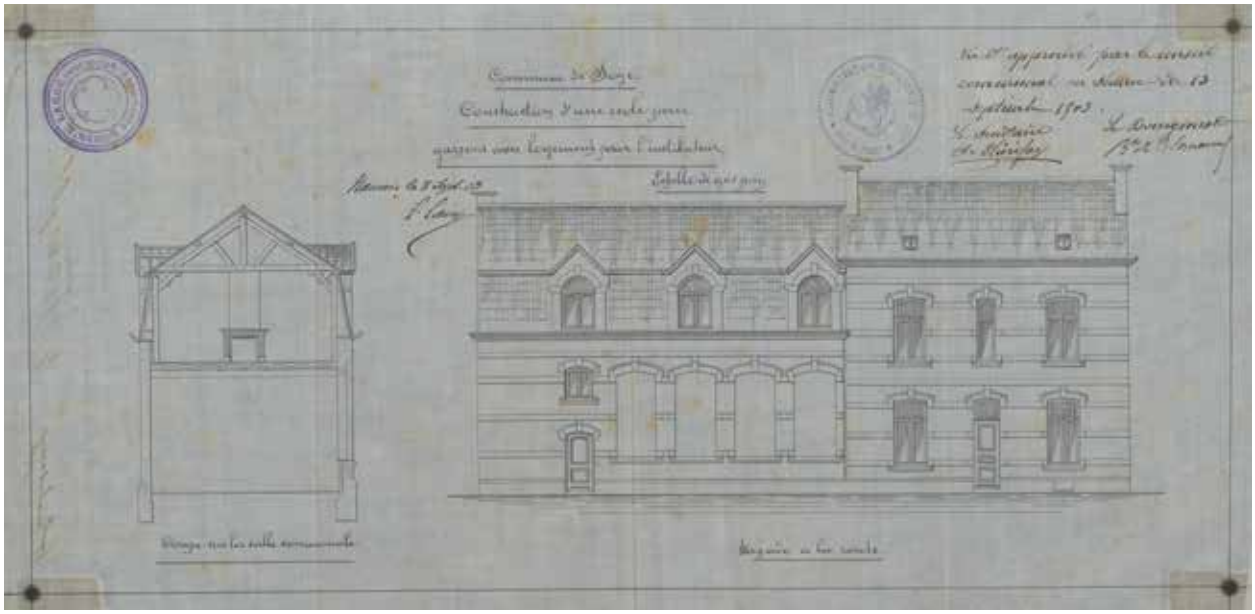
Initié en 2010, dans la province de Luxembourg, le projet a franchi les frontières namuroises en 2013, hennuyères et liégeoises en 2014, brabançonnes en 2017 et du Tournaisis en 2022. L'équipe compte actuellement 7,5 équivalents temps plein et 165 administrations locales ont été ou sont partenaires du projet.

Phases de sélections et d'éliminations

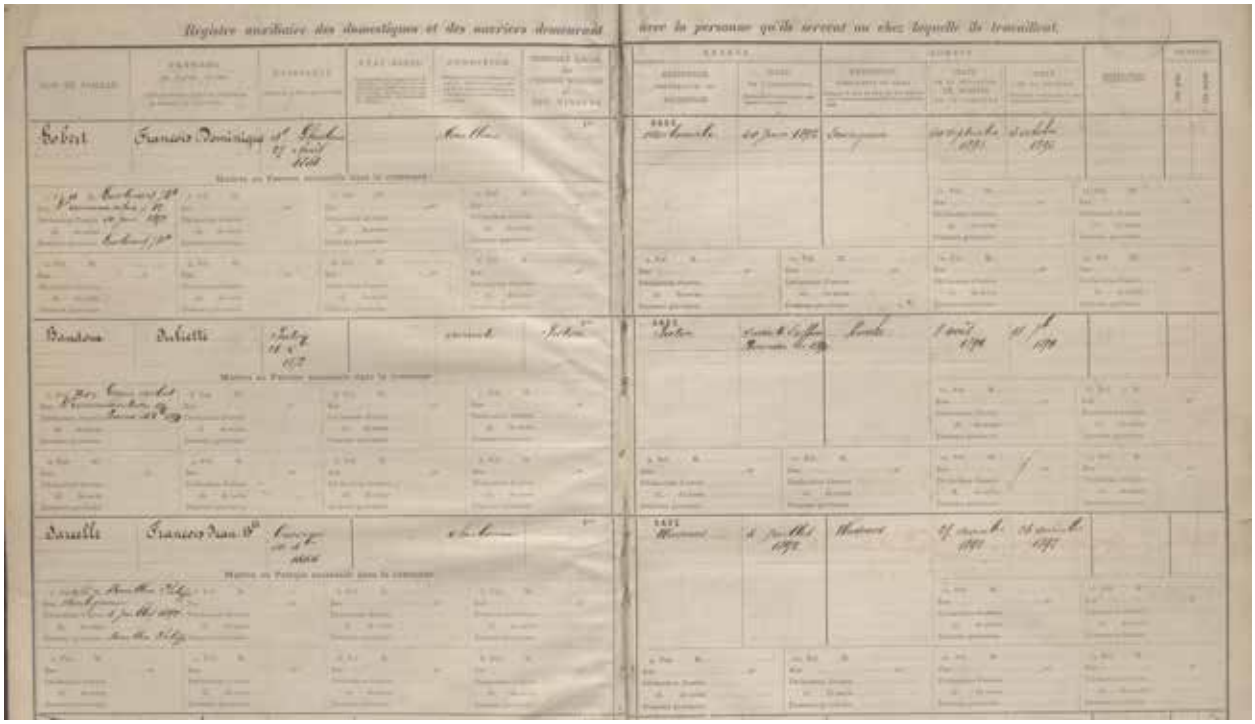
Contrairement aux autres administrations publiques, les administrations locales ne sont pas tenues par la loi sur les archives de 1955 de transférer leurs archives aux Archives de l'État. L'intervention du projet se fait donc sur demande et contre une rémunération permettant la mise à disposition d'archivistes itinérants.

La plus grande opération de fusion des communes depuis la sortie de la Seconde Guerre mondiale est opérée le 1er janvier 1977. Cette date a été retenue par les Archives de l'État pour faire la distinction entre archives historiques et intermédiaires dans les administrations locales. Dans un premier temps, l'équipe du projet se charge d'identifier les archives antérieures à la fusion des communes. Dans la plupart des cas, ces archives ont été classées en préparation de la fusion des communes et sont, depuis, stockées en greniers ou en caves sans réelle ouverture à la recherche. Souvent déplacées à la hâte, ces archives ont été entreposées hors boîtes, sans classement, et dans bien des cas à même le sol. Le temps et l'oubli ont amené poussières, indésirables et détériorations. Malheureusement, il est également arrivé que le feu et l'eau - en juillet 2021 notamment - s'invitent dans ces locaux non adaptés, au détriment des documents. Les responsables des archives au niveau communal, souvent désignés volontaires et sans formation archivistique, sont habituellement démunis face à ces situations. Une fois transférées, identifiées, et éventuellement aspirées ou restaurées, ces archives font l'objet d'un inventaire et sont reconditionnées par le personnel du projet. Conservées dans les différents dépôts provinciaux des Archives de l'État, elles restent toutefois la propriété de l'administration et font l'objet d'un contrat de dépôt.

Sur base des tableaux de tri et dans le respect de la législation, l'équipe organise ensuite un tri des archives intermédiaires et courantes. Comme pour les documents historiques, ces archives sont, habituellement, simplement stockées dans les locaux et occupent l'espace nécessaire à la bonne conservation des documents ayant une utilité administrative, juridique ou un intérêt historique. L'équipe propose donc des éliminations nécessaires et accompagne les services dans la réorganisation des locaux communaux. Ces propositions sont validées par le Collège communal pour une administration communale, ou par le Conseil de l'Action sociale pour un CPAS, et par le délégué de l'Archiviste général du Royaume. L'optimisation des espaces et la sensibilisation des producteurs permettent de mieux conserver les archives au sein des locaux, mais également de faciliter le travail de recherche des services.



Plan de construction d'une école pour garçons avec logement pour l'instituteur, 1903. © Archives de l'État à Namur, archives de la commune de Soye, n° 1158.



Registre auxiliaire des domestiques et ouvriers, 1894. © Archives de l'État à Mons, archives de la commune de Forchies-la-Marche, en traitement.

Sensibilisation et formation des producteurs

Sensibiliser le producteur d'archives est une des missions originelles des Archives de l'État, et conscientiser les directions générales et les services à la valeur des archives locales est un travail important. A cet effet, l'institution a publié, de concert avec le projet Archives locales de Wallonie, des brochures à destination des administrations communales, des CPAS et des Fabriques d'église, mais également des tableaux de tri pour les communes, CPAS et zones de police. Les responsables des dépôts en province conseillent les administrations et répondent à leurs questions. Par ses interventions, le projet Archives locales de Wallonie tente de sensibiliser les services à une bonne gestion des archives, et organise des formations pour mieux conserver et classer les documents.

L'article 100 de la loi communale, et plus récemment, l'article L1123-28 du Code de la démocratie locale et de la décentralisation prévoient que la responsabilité de la garde des archives incombe au Collège communal. L'article 45 de la loi organique des CPAS confie la même responsabilité au directeur général, sous l'autorité du président du Conseil de l'Action sociale. Aucune pièce ne doit être vendue ou distraite du dépôt, et ces documents doivent être conservés dans de bonnes conditions et être accessibles au public. En pratique, la situation s'avère plus complexe. Ces dispositions demeurent méconnues des directions générales, le domaine des archives étant souvent relégué au second plan en raison des contraintes budgétaires locales. En outre, de nombreuses administrations n'accordent pas assez d'importance à leurs productions documentaires. Pourtant, garder des traces reste capital pour le bon fonctionnement de l'administration tant pour la continuité administrative que pour le suivi juridique.

Il arrive parfois que des administrations voient arriver dans leurs rangs des historiens ou des personnes sensibles à l'aspect patrimonial des documents, faisant de leurs nouvelles responsabilités un véritable cheval de bataille. Toutefois, ces derniers ne sont pas nombreux et, dans la majorité des cas, les demandes d'interventions adressées au projet ou la mise en place d'actions positives et innovantes par l'administration ne se font que par nécessité. Les manières de prendre contact se répètent… Suite à un rapport de prévention incendie, le risque incendiaire est jugé trop important…Que faire ? Pour réduire les coûts, il faut réaménager les locaux, mais les archives sont là… Que faire ? Centraliser pour offrir plus de facilités au citoyen, mais les déménagements impliquent de penser aux archives… Que faire ? Le projet Archives locales de Wallonie répond présent à chaque fois pour conseiller, sensibiliser, améliorer et ouvrir à la recherche la richesse des fonds d'archives locales.

Tableau de la population, 1823. © Archives de l'État à Namur, archives de la commune d'Aublain, en traitement.

Documents extraits du dossier relatif aux effectifs réquisitionnés par l'Armée allemande pour la garde du fort de Marchovelette, 1940-1943. © Archives de l'État à Namur, archives de la commune de Marchovelette, n° 242.

Conservation et ouverture à la recherche

Les transferts d'archives opérés vers les Archives de l'Etat permettent une meilleure conservation des documents et la mise à disposition de ces derniers au public, mais ils permettent également de compléter des fonds précédemment versés par les anciennes administrations, et de mettre en parallèle des données présentes dans les fonds d'archives des tutelles.

La diversité et les spécificités locales font de ces fonds d'archives des sources d'une grande richesse du point vue culturel, social, ou même économique. Les fonds communaux aux Archives de l'État englobent, sauf exception, la période 1800-1976. 1800 est l'année de la création des communes par la loi du 28 pluviôse an VIII (17 février 1800), et 1976, la dernière avant la fusion dont nous avons parlé ci-dessus. Les prérogatives communales sont très larges puisque, comme le prévoit la notion d'autonomie communale, de manière théorique les communes sont libres de prendre des initiatives tant que la matière n'est pas exclue de leurs compétences. Certaines compétences ont disparu ou ont été drastiquement allégées, mais, à peu de choses près, l'administration locale n'a pas changé depuis sa création. Le caractère local des archives permet au plus grand nombre de comprendre ce qui se dit et de rédiger des recherches. Les possibilités d'études globales ou particulières sont nombreuses, voire presqu'infinies.

À côté des nombreuses opportunités de recherche en matière de généalogie, d'histoire politique locale, d'affaires militaires, de fiscalité ou d'aménagement du territoire, il est possible d'explorer des thématiques moins courantes grâce à des documents plus rarement consultés. Par exemple, la gestion communale en matière de santé et de salubrité publique peut être étudiée au travers des dossiers relatifs à la vaccination, au contrôle des établissements dangereux ou au contrôle des animaux.

L'analyse de la gestion de l'ordre public est rendue possible par le biais des ordonnances et règlementations locales mettant en lumière le rôle de la police locale et le quotidien du garde champêtre, ou via les activités de la police judiciaire, documentées grâce aux bulletins de condamnation. La sécurité publique peut aussi être approfondie dans la thématique de la lutte contre les incendies par les dossiers de gestion des services d'incendie conservés dans les grandes administrations.
La gestion des affaires sociales bien qu'en partie dévolue aux prédécesseurs des CPAS, englobe des aspects variés tels que l'aide aux indigents, aux personnes en situation de handicap ou aux chômeurs, le suivi apporté à des catastrophes naturelles, la prise en charge des règlementations en matière de travail des femmes et enfants. Avant la communautarisation, l'enseignement avait une place très importante dans les administrations locales, comme en témoignent les listes d'inscriptions d'élèves, les dossiers d'organisation scolaire, les demandes de subventions, les dossiers d'aide financière des élèves, les projets d'aménagement des classes.

État des locaux d'archives, 2023. © Archives locales de Wallonie

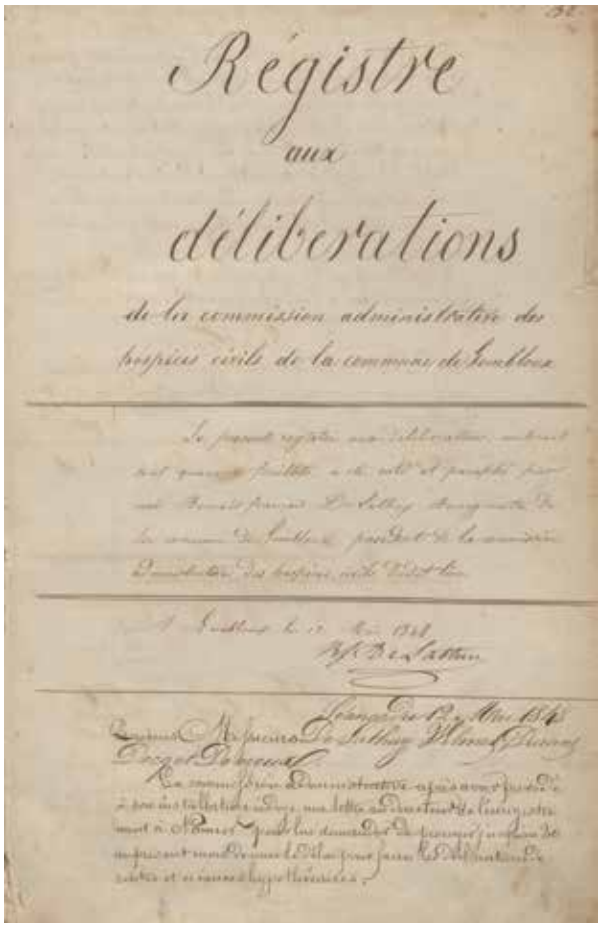
Phase d'élimination, 2024. © Archives locales de Wallonie

Une approche plus globale et comparative entre plusieurs administrations d'un même arrondissement ou d'une même région permettrait d'examiner les décisions locales en relation avec les prescriptions des gouvernements de tutelle. Récemment, des étudiants ont axé leurs recherches sur les réponses apportées par des administrations à la crise de la grippe espagnole en associant les registres aux délibérations, et dossiers communaux de santé publique, aux documents de suivi des gouvernements provinciaux.

Pour un CPAS et pour ses prédécesseurs en droit que sont les Bureaux de bienfaisance et Commissions d'assistance publique, les études possibles sont plus compliquées. La difficulté est due, d'une part, à la masse documentaire plus réduite que celle des archives communales, et d'autre part, au fonctionnement des services, caractérisé par une gestion standardisée des dossiers. Il faudra opter de préférence pour des analyses statistiques des aides sociales, l'étude des réponses données suite à des événements particuliers (par exemple grâce aux dossiers de secours civils), des recherches relatives à l'organisation générale du CPAS en fonction des politiques en place, des analyses de la gestion des structures d'accueil.

Pour une Fabrique d'église, les recherches sont également limitées par la quantité d'archives disponibles et par les compétences de l'institution. Il faut prendre en compte ici qu'il ne s'agit pas d'archives paroissiales, mais bien de documents produits par l'organe responsable de l'entretien des lieux de culte et de l'administration des biens et des fonds affectés à l'exercice du culte. Dans cette optique, il faut préférer les études ciblées sur la gestion du patrimoine foncier et financier, ainsi que sur l'organisation interne, en s'appuyant notamment sur des documents comme les registres aux délibérations.

Pour peu que les délais de communicabilité aient été dépassés, il devient également possible de s'intéresser aux individus qui, à un moment donné, ont été les chevilles ouvrières de l'administration. Cela ouvre la voie à des recherches centrées sur le rôle des secrétaires, des receveurs, des instituteurs, des gardes champêtres, et bien d'autres acteurs locaux. Des recherches tant précises que globales peuvent porter sur le suivi des carrières ou sur des comparaisons avec d'autres administrations voisines.


Registre
aux
délibérations
de la commission administrative des
hospices civils de la commune de Gembloux

Registre aux délibérations de la Commission administrative des hospices civils de la commune de Gembloux, 1848-1907. © Archives de l'État à Namur, archives de la commission d'assistance publique de Gembloux, en traitement.

Liste des enfants de Chapelle-lez-Herlaimont morts au champ d'honneur, 1919. © Archives de l'État à Mons, archives de la commune de Chapelle-lez-Herlaimont, en traitement.

En conclusion

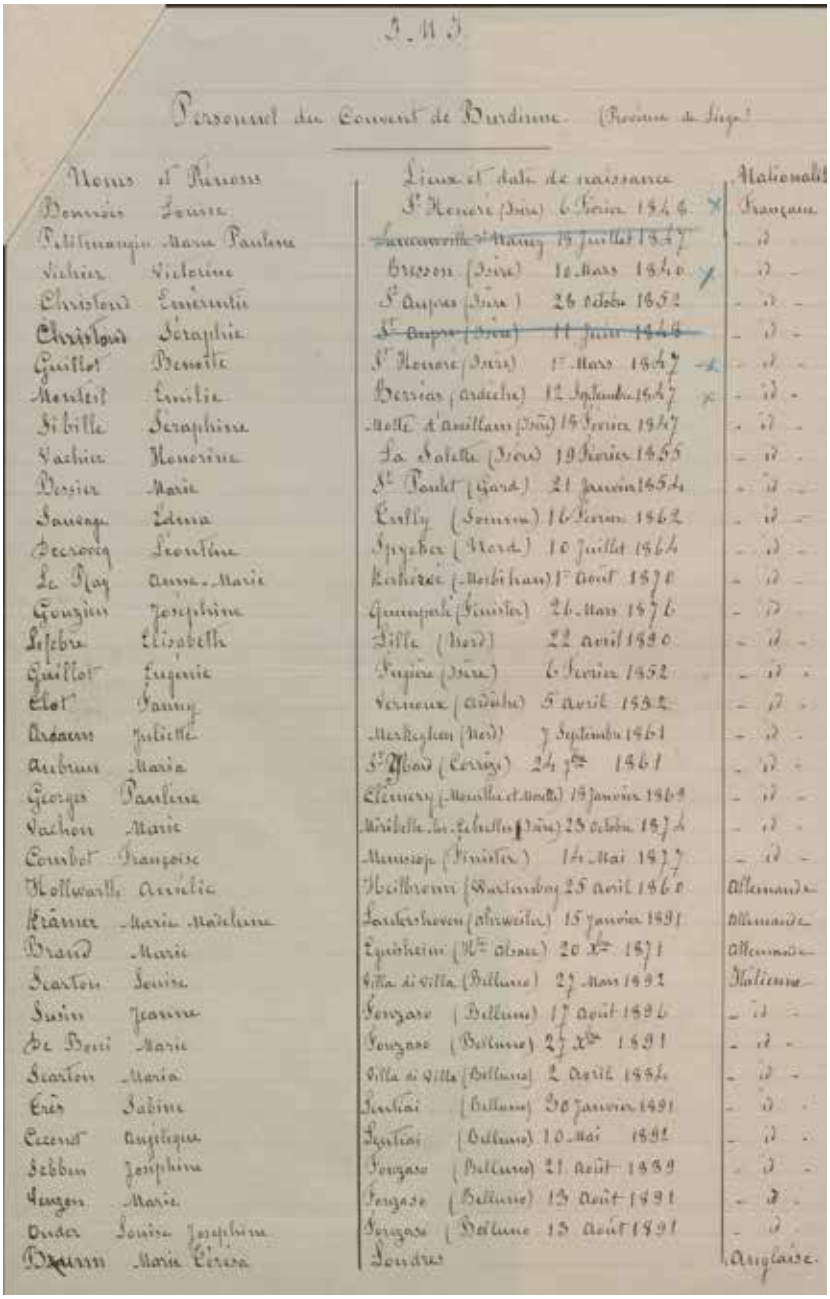
Le travail accompli dans les administrations partenaires constitue une étape essentielle pour anticiper les recherches futures. Donner accès aux documents historiques était une des premières bases du projet Archives locales de Wallonie. Toutefois, les compétences évoluent, et la production documentaire ne faiblit pas. Ainsi, par le travail de sensibilisation aux documents et de réorganisation des archives, bien des aspects inconnus dans les archives historiques apporteront de nouvelles perspectives d'analyse aux chercheurs et amateurs d'histoire locale.

Plus

Pour davantage d'informations sur le projet 'Archives locales de Wallonie', vous pouvez consulter la page https://www.arch.be/index.php?l=fr&m=nos-projets&r=projets-de-recherche&pr=archives-locales-de-wallonie-sauvegarde-et-valorisation-du-patrimoine-archivistique-local

L'auteur

Marc Focant est titulaire d'un master en Histoire de l'Université catholique de Louvain. En 2018, il rejoint le projet 'Archives locales de Wallonie' en tant qu'attaché scientifique, dont il devient responsable en 2023. Il est l'auteur d'un peu plus de 80 inventaires d'archives locales.



J. M. J.

Personnel du Couvent de Burdinne. (Province de Liège)

Noms et Prénoms	Lieux et date de naissance	Nationalité
Bonnin Louise	St Henoré (Suisse) 6 Février 1846	Française
Pettinaroja Marie Pauline	~~Lancenville (Marne) 15 Juillet 1847~~	~~"~~
Vichier Victorine	Bresson (Isère) 12 Mars 1840	"
Christard Emérentie	St Aupre (Isère) 26 Octobre 1852	"
~~Christard Séraphie~~	~~St Aupre (Isère) 11 Juin 1848~~	~~"~~
Guillot Benoîte	St Henoré (Isère) 1er Mars 1847	"
Monteil Emilie	Berrias (Ardèche) 12 Septembre 1847	"
Sibille Séraphine	Motte d'Aveillans (Isère) 19 Février 1847	"
Vachin Henorine	La Salette (Isère) 19 Février 1855	"
Vezier Marie	St Paulet (Gard) 21 Janvier 1854	"
Sauvage Edma	Cully (Suisse) 16 Février 1862	"
Decroicq Léontine	Spycker (Nord) 10 Juillet 1864	"
Le Roy Anne-Marie	Kerhuréo (Morbihan) 1er Août 1870	"
Gouzien Joséphine	Quimperlé (Finistère) 26 Mars 1876	"
Lefebre Elisabeth	Lille (Nord) 22 Avril 1880	"
Guillot Eugénie	Fugière (Isère) 6 Février 1852	"
Clot Fanny	Verneux (Ardèche) 5 Avril 1852	"
Arsaum Juliette	Merckeghem (Nord) 7 Septembre 1861	"
Aubrun Maria	St Yrieix (Corrèze) 24 7bre 1861	"
Georges Pauline	Clermont (Meurthe et Moselle) 19 Janvier 1869	"
Vachon Marie	Mirabelle (Isère) 25 Octobre 1854	"
Combot Françoise	Municop (Finistère) 14 Mai 1877	"
Hollwarth Amélie	Heilbronn (Wurtemberg) 25 Avril 1860	Allemande
Krämer Marie-Madeleine	Lauterbourg (Alsace) 15 Janvier 1891	Allemande
Brand Marie	Equisheim (Ht Rhin) 20 Xbre 1871	Allemande
Scarton Louise	Villa di Villa (Belluno) 27 Mars 1892	Italienne
Susin Jeanne	Fonzaso (Belluno) 17 Août 1896	"
De Beni Marie	Fonzaso (Belluno) 27 Xbre 1891	"
Scarton Maria	Villa di Villa (Belluno) 2 Avril 1884	"
Erès Sabine	Feltrai (Belluno) 30 Janvier 1891	"
Cecconi Angélique	Feltrai (Belluno) 10 Mai 1891	"
Sebben Joséphine	Fonzaso (Belluno) 21 Août 1889	"
Fenzon Marie	Fonzaso (Belluno) 13 Août 1891	"
Onder Louise Joséphine	Fonzaso (Belluno) 13 Août 1891	"
Dixon Marie Teresa	Londres	Anglaise

Liste du personnel du couvent des Chartreuses de Burdinne, 1916. © Archives de l'État à Liège, archives de la commune de Burdinne, n° 297.

UNE MISSION sur des terrains glissants

Alors que la télédétection par satellite permet des mesures à l'échelle régionale, les informations locales et la validation sur le terrain restent cruciales pour comprendre avec précision les processus en jeu et le contexte environnemental. C'est ce qu'ont souligné une fois de plus les chercheur·euses du projet STEREO-IV LACTOSE du Musée royal de l'Afrique centrale lors d'une récente campagne de terrain de deux semaines au Burundi et en République démocratique du Congo.

Des données et des partenariats

Le projet LACTOSE (Slow-moving LAndslides in Changing TrOpical landscapes: dynamics and hillslope connectivity from SpacE) est l'un des 16 projets actuellement financés par le programme STEREO IV. Son objectif est de comprendre comment les conditions environnementales naturelles et anthropiques influencent les glissements de terrain à évolution lente (SML pour Slow-Moving Landslides) et à déterminer leur contribution sédimentaire aux systèmes fluviaux dans des paysages tropicaux en mutation.

L'équipe du projet a effectué des missions de terrain dans deux villes d'Afrique centrale en pleine expansion : Bujumbura (Burundi) et Bukavu (République démocratique du Congo). Ces deux villes sont confrontées à des défis différents mais sont fortement façonnées et affectées par des processus intenses de glissement de terrain et d'érosion. Durant deux semaines, l'équipe a visité plusieurs grands sites SML, recueillant des ensembles de données à haute résolution pour mieux cerner et comprendre les mécanismes de glissement de terrain et leurs interactions avec les systèmes fluviaux.

Ces visites ont également été l'occasion de renforcer les partenariats établis de longue date avec les chercheurs locaux de l'Université de Bujumbura et de l'Université Officielle de Bukavu, en partageant connaissances et expériences et en lançant des idées pour de futurs partenariats. La mission a également permis d'organiser un atelier de deux jours sur les drones et la photogrammétrie, axé sur la théorie avancée de la photogrammétrie et les techniques pratiques d'acquisition de données.

Mieux comprendre pour évaluer les risques

Parmi les sites visités, certains ont été le théâtre de glissements de terrain majeurs qui ont eu un impact important sur les communautés locales. C'est notamment le cas d'un des SML actifs les plus densément peuplés au monde (voir l'article 'Acceleration of a large deep-seated tropical landslide due to urbanization feedbacks' publié dans *Nature Geoscience* - https://georiska.africamuseum.be/en/section_publications/pub_view?pubid=6385), un glissement de terrain qui a temporairement bloqué la rivière reliant le lac Kivu et le lac Tanganyika au début de l'année 2024, et d'un autre qui a détruit un grand complexe scolaire au nord-ouest de Bukavu en 2023. Ces événements, qui sont des réactivations d'anciens glissements de terrain, soulignent le besoin urgent de comprendre les mécanismes de contrôle, les facteurs de déclenchement et l'évolution de ces risques.

Le projet LACTOSE répond à cette demande en tentant d'améliorer notre compréhension des glissements de terrain dans les paysages tropicaux en évolution rapide. Il s'agit d'une étape essentielle pour aboutir à une meilleure évaluation des risques et pour comprendre l'impact plus large des changements environnementaux, qu'ils soient d'origine humaine ou naturelle, sur la dynamique des sédiments.

Plus

- Programme belge de recherche en observation de la Terre STEREO : https://eo.belspo.be/fr
- Projet STEREO LACTOSE (Slow-moving LAndslides in Changing TrOpical landscapes: dynamics and hillslope connectivity from SpacE) : https://eo.belspo.be/lactose
- Article 'Les glissements de terrain lents, une menace grandissante mais ignorée' sur le site de l'AfricaMuseum : (https://www.africamuseum.be/fr/research/news/slow_moving_landslides)

L'auteur

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

SAUVAGE ?

Un voyage émotionnel à la rencontre des bêtes et de soi-même

Que vous évoque la 'nature sauvage' ?

Confrontez-vous à différentes perceptions du sauvage : exotique ? lointain ? dangereux ? intouché ? Explorez la frontière - quelle frontière ? - qui sépare l'animal sauvage de l'humain. Regardez, émerveillez-vous et laissez le doute s'installer, les sciences naturelles flirtent avec la philosophie, l'anthropologie et la poésie. L'exposition *SAUVAGE ?* réveille votre curiosité et stimule votre esprit critique.

Des films, des éléments interactifs et des pièces de collections scientifiques ouvrent une nouvelle perspective sur la domestication, les safaris, les parcs animaliers (dont l'ancien zoo de Bruxelles !) et le comportement animal. Découvrez l'histoire de la domestication du loup et de huit autres animaux. Laissez-vous surprendre par la faune belge : sanglier, castor, renard, tétras ou lynx. Faites une pause devant d'intrigantes séquences captées par des caméras d'observation.

Tous sauvages ? Qui est 'sauvage' ?

Quelle est la place de l'être humain ? Est-il vraiment différent du sauvage ? De nombreux périls menacent la nature sauvage. L'humain, par ses actions, anéantit lui-même une grande partie du vivant. *Homo sapiens* serait-il menacé ou menaçant ? Laisser de la place aux autres espèces animales et réapprendre à vivre ensemble : c'est un défi de taille qui nous attend, mais notre survie en dépend. Êtes-vous prêts à y contribuer ?

SAUVAGE ? est une exposition adaptée par l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB) à partir de celle conçue et réalisée par le Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel (Suisse). A travers 750 m^2 de films, d'installations multimédia, de jeux et d'éléments interactifs, l'exposition invite le visiteur à se questionner sur sa relation avec le monde qui l'entoure.

L'exposition met aussi en avant la faune belge et la richesse des collections de l'Institut : nos spécimens exposés racontent l'histoire de différents animaux de nos régions et renforcent ainsi le lien entre les visiteurs et la nature en Belgique. La projection de séquences de caméras d'observation avec des images de faune belge contribue à cet effort. On peut y deviner la lente reconquête de la nature sauvage en Belgique et ailleurs.

© KBIN

© KBIN

Grâce à l'expertise scientifique de nos chercheurs, nous racontons la domestication du loup et de huit autres animaux sauvages. Un court métrage illustré par nos pièces d'archives raconte la brève histoire du zoo de Bruxelles qui ouvrit ses portes en 1851 dans le parc Léopold, tout près de notre musée. Il s'agissait d'un lieu de promenade mondaine, exhibant des animaux et plantes exotiques pour divertir et susciter l'intérêt scientifique. Moins de 30 ans plus tard, le zoo a fait faillite en raison d'une mauvaise gestion.

La vidéo inédite du metteur en scène et acteur flamand Herwig Ilegems renverse les relations entre l'homme et l'animal. *Head to Head* est un film rempli d'émotion et de poésie où l'homme vit un véritable tête-à tête avec les animaux. Cet acteur les aborde sans s'imposer et efface toute inégalité. Il établit le contact visuel, suit leur regard et imite leur comportement comme pour demander leur permission. Lorsqu'il sent que l'animal est suffisamment à l'aise, il pose délicatement son front sur le bec, le nez ou le front de l'animal.

Offre éducative

Pour tous : parcours éducatif
Et si la visite de l'exposition prenait la forme d'un jeu avec une énigme à résoudre ? C'est ce que vous propose le parcours *SAUVAGE ?* Cherchez dans l'exposition les réponses aux 7 énigmes proposées. Vous avez trouvé le mot mystère ? Rendez-vous au MuseumShop pour recevoir une carte mashup et prolongez la visite en faisant de chouettes photos de toi, tes amis, ta famille… ! Le parcours est téléchargeable en pdf (imprimable en format A3 ou A4) et disponible gratuitement à côté des vestiaires (jusqu'à épuisement des stocks).

Pour les groupes (scolaires)
Partez à la découverte de l'exposition *SAUVAGE ?* et des nombreuses questions qu'elle soulève guidés par un animateur dont les connaissances enrichiront vos doutes et réflexions. Pas à pas, il vous emmènera à la rencontre des 'bêtes' et de vous-même. Une visite qui stimulera votre esprit critique et ne vous laissera pas indifférents : soyez prêts !

- Groupes scolaires : P3-SUPP / autres groupes : 9 ans +
- 75 min, 15 participants / guide
- 45 euros par guide (+ 5 euros pp pour l'entrée au musée)
- Renseignements et réservation au 02/627.42.34 ou reservations@naturalsciences.be

Parcours de l'exposition

A travers l'exposition *SAUVAGE ?*, le visiteur explore la frontière qui sépare l'animal sauvage de l'humain. Mais cette frontière existe-t-elle vraiment ? D'une zone à l'autre, le visiteur est confronté à différentes perceptions du sauvage jusqu'à laisser petit à petit le doute s'installer. Chaque zone incarne, à travers ses formes et ses couleurs, une ambiance propre et joue avec les sens et les émotions du visiteur pour éveiller sa curiosité et son esprit critique. Une exposition où les sciences naturelles flirtent avec la philosophie, l'anthropologie et la poésie.

Tous sauvages ?

Emmené au cœur de la nature, le visiteur se faufile entre des mots associés au sauvage. Que vous évoque la nature sauvage ? Comment définir le sauvage ? Liberté, beauté, intouchée, lointaine, exotique, paisible, dangereuse, sont les mots les plus souvent utilisés pour décrire la nature sauvage. 'Sauvage' désigne, au sens strict, les animaux qui vivent dans un espace naturel comme la forêt ou le désert, loin des humains. 'Sauvage' désigne aussi les animaux non-domestiqués. Pour finir, 'sauvage' désigne un endroit inhabité ou non cultivé.

La voix des bêtes

Pénétrez au sein de 'la bête'. Cette grande silhouette sombre et velue qui se dessine dans le noir nous évoque les créatures étranges des contes de notre enfance. Dans ses entrailles, entendez, touchez, devinez le sauvage… Cette expérience auditive illustre la nature sauvage qui ne se voit pas forcément mais dont on ressent la présence. La bête trouble. Elle interroge sur les représentations et la perception de la notion de 'sauvage', de ce qui n'est pas nous. Elle invite chacun à s'interroger sur la frontière - quelle frontière ? - qui sépare le 'sauvage' et cette 'nature' de l'humain.

© KBIN

© KBIN

Dans cet espace, écoutez le bruit des animaux. Leurs gazouillis, aboiements, grincements et hululements remplissent l'espace et disparaissent aussitôt. Ces sons viennent d'un instinct de survie : les animaux les utilisent pour séduire, défendre leur territoire ou prévenir d'un danger. C'est leur moyen de communication, bien plus subtil qu'on pourrait se l'imaginer. Cela fait partie de leur culture ! Essayez de reconnaître quel animal émet chaque bruit… Saviez-vous que tous les animaux qu'on entend ici sont des espèces européennes ?

L'envers du décor

La nature évoque depuis toujours exotisme, authenticité, mystère et fascination. Ce décor immaculé et plein d'actions appelle à l'exploration et à la chasse : la chasse au trophée, la chasse au cliché parfait… Les longues expéditions du 19e siècle pour atteindre un endroit reculé de la nature ont fait place aux safaris de touristes en 4X4, à l'affût des 'big five' : le lion, le léopard, le rhinocéros, l'éléphant et le buffle.

Une autre perspective

Cette image authentique et intouchée que nous avons de la nature est tout autre lorsque nous changeons de perspective : que voient les animaux lorsqu'une équipe de tournage filme un documentaire animalier ?

Trophées de chasse

Les trophées sont pour le chasseur un souvenir, mais aussi une pièce de prestige qui a de la valeur et pour lequel il existe un réel marché. Le commerce de trophées de chasse est aujourd'hui hautement controversé.

La nature mise en scène

À la fin du 18e siècle, les ménageries et musées d'histoire naturelle ont vu le jour. Les dioramas, ces mises en scène de la nature mêlant taxidermie, peinture et théâtre, montraient aux visiteurs à quoi ressemblaient les habitats naturels sauvages. Les parcs animaliers ont aussi connu leur essor à la fin du 18e et au début du 19e siècle. On y exposait des animaux exotiques, mais aussi des humains. Aujourd'hui, les parcs animaliers ont une mission de conservation, mais cela justifie-t-il l'élevage d'animaux en captivité ?

Les peluches : premières représentations du sauvage pour les plus jeunes

Ces jouets tout doux ont le plus souvent la forme de lions, de léopards, de girafes et de tigres. Ils sont notre première introduction aux animaux sauvages en tant qu'enfants.

La domestication

Il y a plus de 20 000 ans, une relation spéciale s'est formée entre le loup - ancêtre du chien - et les humains. Lorsque les humains ont commencé à cultiver des céréales, il y a 10 000 ans, ils ont petit à petit domestiqué d'autres animaux. C'est le premier exemple d'élevage. Aujourd'hui, les animaux sont devenus nos compagnons domestiques. La domestication a eu lieu sur des générations et des générations, à travers un processus constant d'élevage et de sélection pour voir naître des spécimens toujours plus adaptés à servir les humains. Ce processus de sélection selon la force ou l'apparence de l'animal a parfois des conséquences néfastes sur la santé de celui-ci.

Qui est sauvage ?

Tous les animaux sont le produit d'une longue et lente évolution. C'est grâce à cette évolution que les fourmis sont d'excellentes fermières et les corbeaux des bricoleurs hors pair. Les humains prétendent se différencier des animaux par la culture, la conscience de leur propre mortalité, la recherche du plaisir

© KBIN

et l'agriculture. Il faut pourtant se rendre à l'évidence : ces caractéristiques ne sont pas propres à l'être humain, qui est issu de la même évolution que tous les autres animaux sur terre. L'utilisation du mot 'nature' sous-entend que l'on se considère comme une entité à part, n'en faisant pas partie. Certaines sociétés humaines n'ont pas de mot pour désigner 'la nature'. Elle n'a pour eux pas lieu d'être puisqu'ils se considèrent comme faisant partie de la nature, à l'égal des autres êtres vivants.

Les collections d'histoire naturelle

L'Homo sapiens est le seul animal qui décrit son environnement

Depuis le 19e siècle, des explorateurs ont accumulé des collections zoologiques et étudié, identifié et classifié les spécimens qu'elles contiennent. Chaque spécimen prouve l'existence d'une espèce à un endroit et à un moment donné : c'est un morceau d'histoire et un symbole de la précieuse biodiversité.

Des collections belges

Les collections de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique ont commencé avec l'acquisition du cabinet de curiosités de Charles de Lorraine en 1846. Avec 38 millions de spécimens issus de différents pays, elle est aujourd'hui une des plus grandes collections d'Europe et contient des insectes, des mollusques, des éponges, des coraux, des oiseaux, des mammifères, des poissons, des reptiles, des amphibiens, des minéraux, et plus encore. Découvrez l'histoire très particulière d'animaux de nos régions à travers nos propres pièces de collections exposées : le phoque, le cerf, le renard, le hibou grand-duc, l'ours brun, le chevreuil, le lynx, la loutre, le sanglier, le tétras, le castor, le chat sauvage, le lièvre, le loup, le fou de Bassan, la tortue caouane, le milan royal, le brochet, beaucoup d'insectes, et même *l'Homo Sapiens* !

De quoi vous donner le vertige !

- Les animaux sauvages comptent pour 5 % des vertébrés terrestres.
- Les vertébrés terrestres comptent pour 7 % de tous les animaux.
- Les animaux comptent pour 0,4 % des êtres vivants sur la planète.
- On estime que 30 à 100 millions d'espèces vivent actuellement sur terre.
- 2 à 7 % de ces espèces sont connues de la science.

Sauve qui peut !

La fin du parcours de visite se colore de rouge : quels périls menacent le sauvage pendant que l'humain, autoproclamé civilisé, anéantit une partie majeure du vivant ? Il faut se rendre à l'évidence : une proportion terrifiante de vie sauvage est perdue à jamais et le déclin des espèces d'insectes, de la diversité végétale et la fragmentation des habitats en sont des signes indéniables. Le doute laisse place à l'inquiétude : *Homo sapiens* serait-il menaçant, ou également menacé ?

(Source : IRSNB)

Plus

SAUVAGE ? - Exposition temporaire à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique jusqu'au 31 août 2025.
www.naturalsciences.be

© KBIN

© KBIN

SCIENCE connection

SCIENCE CONNECTION EST LE MAGAZINE GRATUIT DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE FEDERALE (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 :
Bruno Bertrand (Observatoire royal de Belgique), Joëlle Bertrand (Politique scientifique fédérale), Hannelise Boerjan (Politique scientifique fédérale), Laurence Burnotte (Politique scientifique fédérale), Fabien Darrouzet (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Maxime Dechamps (Politique scientifique fédérale), Johan De Keyser (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Antoine Dille (Musée royal de l'Afrique centrale), Marc Focant (Archives générales du Royaume), Stéphanie Fratta (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Jef Heynen (Observatoire royal de Belgique), Justin Janquart (Observatoire royal de Belgique), Karolien Lefever (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Dirk Leyder (Archives générales du Royaume), Romain Maggiolo (Institut royal d'Aéronomie spatiale de Belgique), Jean-François Mayence (Politique scientifique fédérale), Lê Binh San Pham (Observatoire royal de Belgique), Isabelle Ponteville (Archives générales du Royaume), Patrick Ribouville (Politique scientifique fédérale), Chloë Rogiers (Politique scientifique fédérale), Marianne Rosolen (Politique scientifique fédérale), Pieter Rottiers (Politique scientifique fédérale) et Martine Stélandre (Politique scientifique fédérale).

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

Photo de couverture : Annita Vignoli, bénévole au Musée royal de l'Afrique centrale (Photo Marianne Rosolen)

Tirage :
12.000 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 :
Excelle Print&Fly

MIXTE
Papier | Pour une gestion forestière responsable
FSC® C014767

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

La mission de la Politique scientifique fédérale (Belspo) est la maximalisation 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 2025
Reproduction autorisée moyennant citation de la source.

Interdit à la vente.

belspo

SAUVAGE ?

EXPOSITION

18.10.24 → 31.08.25

Rue Vautier 29
1000 Bruxelles

natural
sciences
.be

D'après
l'exposition
conçue par
MUSÉUM
D'HISTOIRE NATURELLE
NEUCHATEL

belspo

.be