

Energie :

De l'hydrogène naturel en Belgique ? p.20

Sciences naturelles

Des dinosaures à épines ! p.44

Planète Belgique : épisode 2 p.14

Saul Steinberg

*« The Americans » aux Musées royaux
des Beaux-Arts p.46*

Politique scientifique fédérale



belspo

www.belspo.be



Archives générales du Royaume
Archives de l'État dans les provinces
www.arch.be

KBR Protégeons
le temps

Bibliothèque royale de Belgique
www.kbr.be



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

A&H

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



Institut royal du Patrimoine artistique
www.kikirpa.be



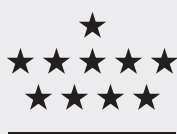
Institut royal des Sciences naturelles de
Belgique / Muséum des Sciences naturelles
www.sciencesnaturelles.be

AFRICA
museum

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

Belnet

www.belnet.be



Observatoire royal de Belgique
www.astro.oma.be



Institut royal météorologique de Belgique
www.meteo.be



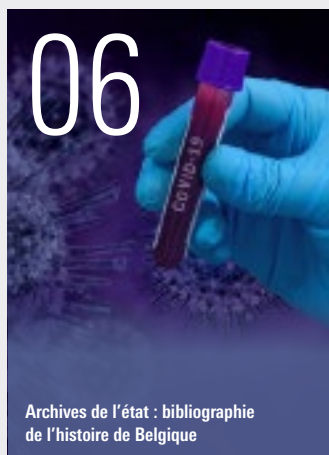
Institut royal d'Aéronomie spatiale
de Belgique
www.aeronomie.be



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

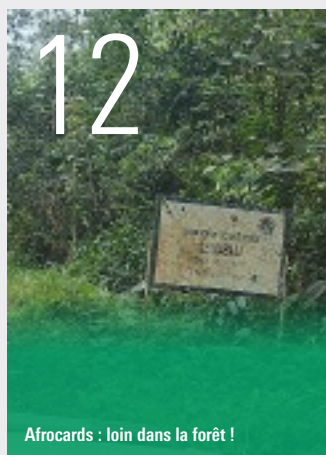
Sommaire

06



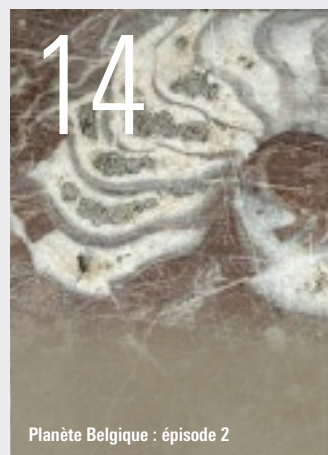
Archives de l'état : bibliographie de l'histoire de Belgique

12



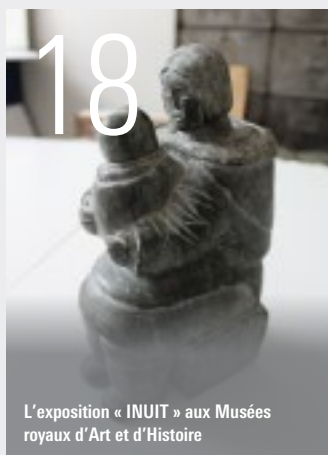
Afrocards : loin dans la forêt !

14



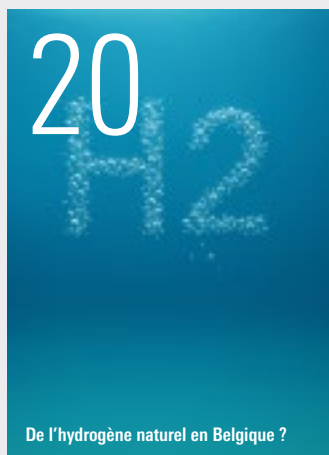
Planète Belgique : épisode 2

18



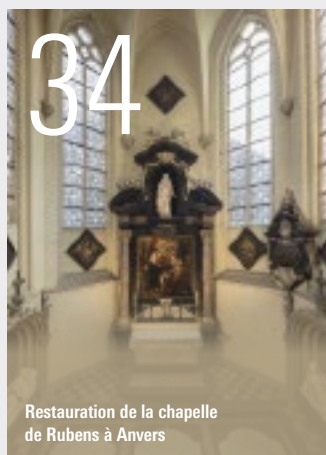
L'exposition « INUIT » aux Musées royaux d'Art et d'Histoire

20



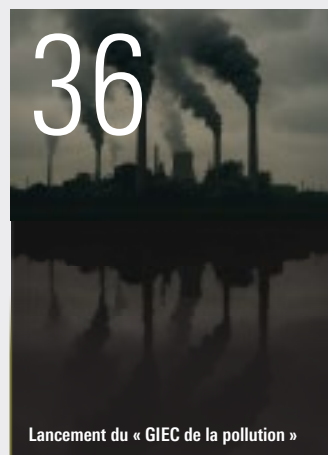
De l'hydrogène naturel en Belgique ?

34



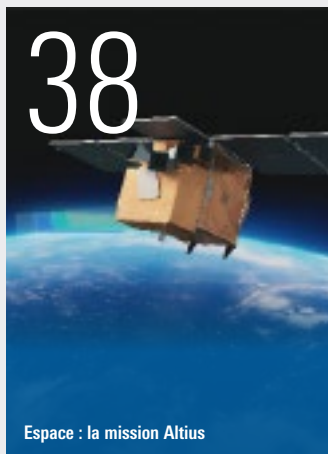
Restauration de la chapelle de Rubens à Anvers

36



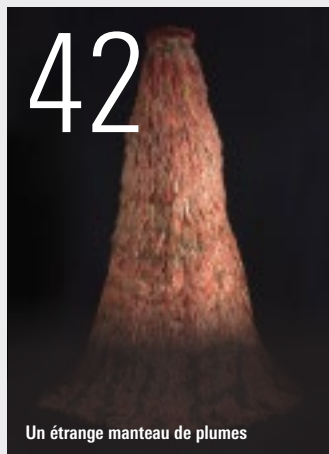
Lancement du « GIEC de la pollution »

38



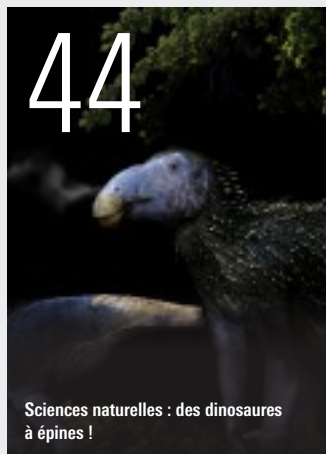
Espace : la mission Altius

42



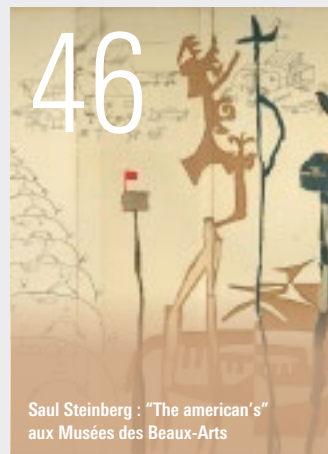
Un étrange manteau de plumes

44



Sciences naturelles : des dinosaures à épines !

46



Saul Steinberg : "The american's" aux Musées des Beaux-Arts

48



Expo 2026 au Palais royal

50



Agenda

Editorial

Cela a fait le « buzz » dans la presse à la fin du mois de mars, et vous en avez peut-être entendu parler, mais un budget vient d'être débloqué pour évaluer la présence d'une réserve d'hydrogène naturel dans le sous-sol belge. Ceci fait suite à un forage mené dans le nord-est de la France et qui a mis au jour la présence d'hydrogène sous forme gazeuse dans une nappe souterraine qui pourrait s'étendre entre la France, l'Allemagne, le Luxembourg, et... la Belgique ! Même s'il faut évidemment se montrer très prudent à ce stade, on ne peut s'empêcher de penser aux impacts qu'aurait une telle découverte chez nous. Une équipe de scientifiques de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique a donc été chargée d'évaluer cette présence potentielle d'hydrogène « blanc » sous nos pieds. Il va sans dire que dans un contexte économique et politique compliqué, les bonnes nouvelles sont toujours bonnes à prendre.

Une conférence de presse a été organisée à Pontpierre, dans la région Grand Est en France, par le cabinet du ministre Jean-Luc Crucke à la fin du mois de mai. Belspo et l'IRSNB étaient évidemment sur place.

Vous trouverez un dossier complet sur la filière de l'hydrogène dans ce numéro.

Naturellement, bien d'autres articles sont à découvrir et vous donneront un aperçu de la diversité des activités au sein de nos Etablissements scientifiques fédéraux.

Je vous souhaite bonne lecture de ce numéro 76.



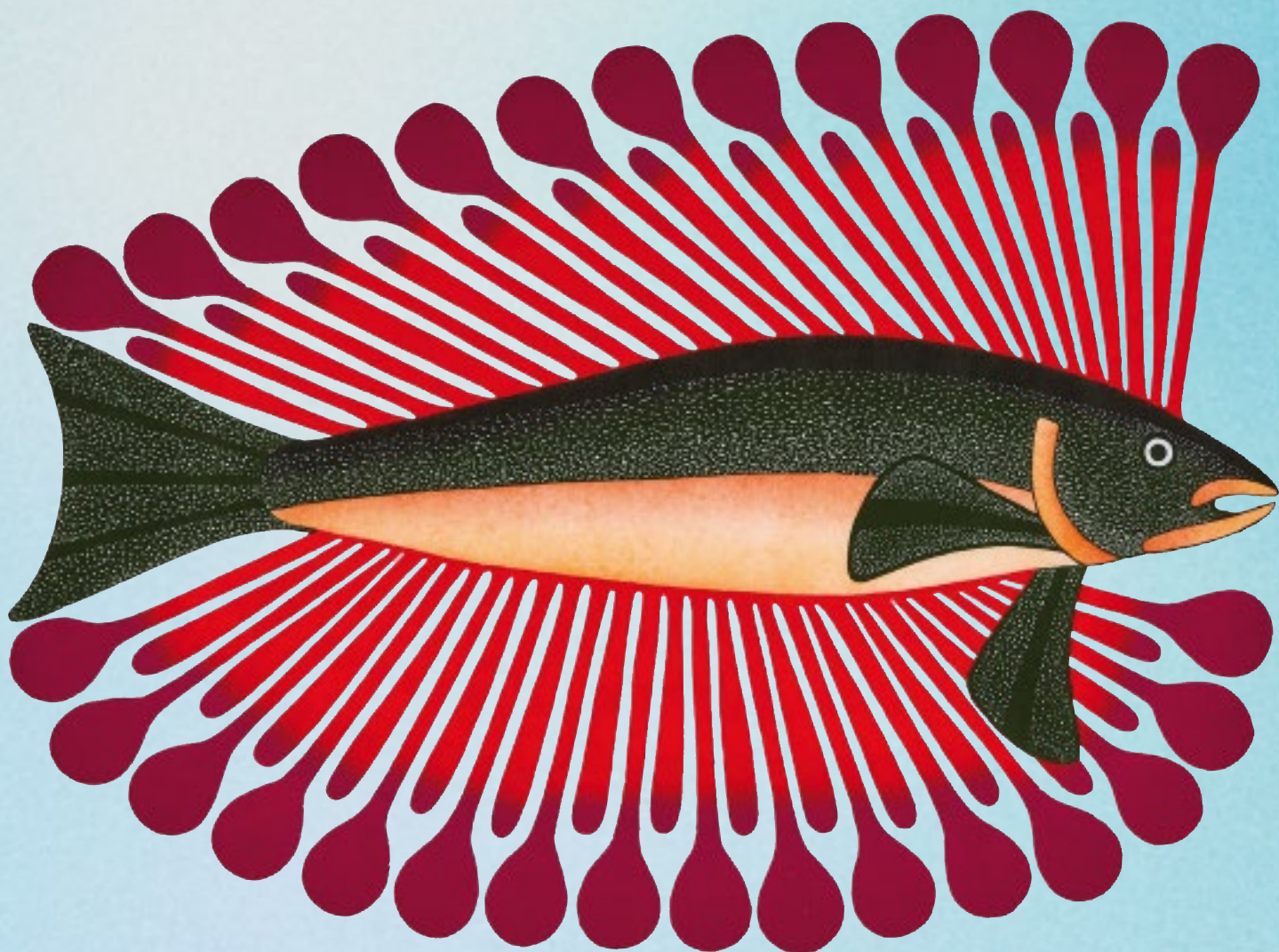
Arnaud VAJDA

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



INuit

IMPRESSIONS
DU GRAND NORD
CANADIEN



16.10
2026

18.04
2027

MUSÉE  ART & HISTOIRE
BRUXELLES PARC DU
CINQUANTENAIRE



6 Loterie
Nationale
Loterij

Canada

Québec
Délegation générale
Paradis

AIR CANADA

visit.brussels

La 1ère





Fig. 1 - Le coronavirus.
© Illustration libre de droits, Pixabay.

Publier sur l'histoire de la Belgique après le COVID-19

Quelques observations basées sur la *Bibliographie de l'Histoire de Belgique*



Sofie Onghena

La pandémie de coronavirus marque-t-elle un avant et un après dans l'historiographie belge ? Le tournant numérique s'est-il réellement accéléré ? Nous examinons ici, à titre d'échantillon, quelques observations basées sur la *Bibliographie de l'Histoire de Belgique*.

Répertoire bibliographique

La *Bibliographie* est un ouvrage de référence bilingue portant sur l'histoire de la

Belgique. Ce répertoire bibliographique, qui présente une liste systématique de descriptions de titres, a été réalisé à l'Université de Gand à partir de 1952. Depuis 2012, sa

compilation est assurée par la Commission royale d'Histoire (CRH) dans le cadre d'un accord entre les Archives générales du Royaume et la Société pour le Progrès des



Recherche avancée

[> Recherche simple](#)

Rechercher	Index
	Tous les champs
ET	Tous les champs
ET	Tous les champs

Restreindre par année

Recherche

Nouvelle recherche

Fig. 2 - Base de données Bibliographie de l'Histoire de Belgique.

© AGR.

Études philologiques et historiques (éditrice de la *Revue belge de Philologie et d'Histoire* – RBPH). Il s'agit de répertorier pour chaque année les références bibliographiques, classées par ordre chronologique et par thème, comprenant aussi chaque fois des compléments pour les années précédentes. Des fichiers PDF sont disponibles sur les sites web de la CRH et de la RBPH ; ils peuvent être consultés par mot-clé, auteur, titre, lieu... grâce à la reconnaissance optique de caractères (OCR). Par ailleurs, une base de données est librement consultable sur le portail des Archives générales du Royaume.

La *Bibliographie* recense les publications portant sur tous les aspects de l'histoire de la Belgique, de la préhistoire à nos jours. Elle intègre également les sciences auxiliaires de l'histoire (archivistique, bibliothéconomie, cartographie, linguistique, folklore...) et d'autres disciplines connexes (histoire de l'art, histoire de la littérature, archéologie, sciences politiques, sociologie...). Le critère général de sélection est l'ancrage dans le contexte historique et le lien avec la Belgique ou ses anciens territoires. Les mémoires d'étudiants, les thèses de doctorat inédites, les articles de presse, les nécrologies ou les interviews ne sont pas retenus ; en revanche, les éditions traduites ou

révisées de même que les préfaces le sont. Chaque année, une base fixe de publications, comprenant des revues et des éditeurs récurrents, fait d'abord l'objet de dépouillements, servant de fil rouge afin que chaque volume présente un contenu similaire. Les auteurs sont très divers : des historiens amateurs aux universitaires, tant nationaux qu'étrangers. L'approche est donc à la fois locale, nationale et internationale.

L'historiographie à l'époque du coronavirus

Il est significatif de constater que la *Bibliographie* suit toujours de près l'actualité : anniversaires (de traités diplomatiques, d'expositions universelles, de peintres, de héros de bandes dessinées...), commémorations (de catastrophes ou de guerres), événements politiques (élections, formations de gouvernement), jubilés ou expositions donnent lieu à des études approfondies ou à de nombreuses publications de circonstances. En outre, des sujets brûlants (tels les phénomènes migratoires, l'environnement et le climat) influencent l'historiographie de la Belgique.

Ce n'est donc pas un hasard si le déclenchement de la pandémie a donné lieu à

de nouvelles publications sur les maladies et les pandémies, d'hier et d'aujourd'hui, qu'il y ait ou non une comparaison directe avec la crise sanitaire du moment. Ce chiffre s'élevait à 4 % pour l'année 2020. Outre le coronavirus, des articles ont été consacrés à des crises sanitaires similaires (et parfois qualifiées d'« oubliées ») dans une ville ou une commune en particulier, ainsi qu'à des maladies contagieuses telles que la peste, la lèpre, le choléra et la grippe espagnole dans nos régions, au traitement des malades, à la mortalité et à la mort. Toutes les périodes étaient concernées : le Moyen Âge, les Temps modernes, l'époque contemporaine. Mais l'intérêt ne s'est pas inscrit dans la durée. En 2021, 3,3 % de publications portaient sur la crise du coronavirus et des questions connexes. En 2022, la part n'était plus que de 0,8 % (cette année-là la guerre en Ukraine avec des publications sur l'accueil des réfugiés ukrainiens a fait son entrée dans la *Bibliographie*).

Certes, l'année 2020 a connu des glissements en termes de contenu, mais le nombre de publications sélectionnées est resté inchangé. En 2019, on comptait 9550 publications, en 2020, ce nombre était de 9100. Les rédactions, qu'il s'agisse de revues scientifiques, professionnelles ou d'histoire locale, ont tout mis en œuvre



Fig. 3 - Les travaux de recherche menés par les étudiants et les chercheurs, que l'on voit ici à l'œuvre dans la salle de lecture des Archives générales du Royaume, ont été entravés en 2020 par la fermeture des archives et des bibliothèques.

© AGR, Photo: Bart Boon.

pour que tous les numéros de leurs revues paraissent en 2020. Alors que pour l'année 2020, des manuscrits et des textes étaient prêts à être publiés, c'était moins vrai en 2021. La fermeture des salles de lecture des archives et des bibliothèques à la suite des confinements de 2020 a perturbé le travail des chercheurs (étudiants, doctorants, scientifiques, amateurs), ce qui s'est reflété dans la production historiographique de l'année suivante (8100 publications recensées), du fait de la non-parution de revues ou des retards de parution de numéros et/ou de numéros thématiques.

Accélération numérique

D'autre part, dès le début de la crise du Covid-19, les archives – dont les Archives de l'État¹ – et les bibliothèques (universitaires et publiques) se sont presque immédiatement tournées vers les services en ligne et l'élargissement de l'offre de contenus numériques et numérisés. Les enquêtes menées en 2020 auprès des bibliothèques, des archives et du secteur du patrimoine culturel en Belgique ont révélé que la mise en œuvre accélérée de la stratégie numérique était devenue la devise : « Le numérique est la nouvelle norme »¹¹.

Il convient également de noter, à cet égard, l'élargissement de l'accès aux collections électroniques. Pendant le premier confinement, des éditeurs scientifiques, tels que Brill à Leyde, ont rendu accessible à tous, à titre temporaire, leur catalogue de revues payantes. En effet, les éditeurs nationaux et étrangers, qui proposent une offre croissante de livres et de revues électroniques ont des motivations commerciales et n'offrent l'accès aux articles que moyennant paiement ou via des plateformes payantes. À l'opposé, on trouve l'*Open Access*, un accès libre et permanent aux publications scientifiques - justifié notamment par le fait qu'il s'agit de recherche financée par des fonds publics -, ainsi que le mouvement vers l'*Open Science* au sens large.

Le dilemme entre le papier et le numérique relève-t-il d'un fossé générationnel ? Cette question revient en effet souvent sur le tapis lors des changements de génération au sein des comités de rédaction, tant pour les revues scientifiques que pour les revues d'histoire locale. Une solution intermédiaire consiste souvent en une forme hybride, à la fois papier et numérique, avec ou sans numérisation des années précédentes et/ou une barrière temporelle à la disponibilité électronique des derniers numéros, afin que les versions papier

puissent d'abord circuler avant d'être consultables en ligne.

Alors que dans les premières années qui ont suivi la pandémie, les revues scientifiques continuaient souvent (également) à paraître sous forme imprimée, un revirement s'amorce peu à peu : les rédactions de revues, les associations et les institutions scientifiques ne sont plus en mesure de supporter les coûts de l'impression et/ou les dépenses liées à l'existence d'une imprimerie propre. Le choix entre une version imprimée et une version électronique s'avère donc également une question de pragmatisme et de considérations financières.

De plus, la transition vers le numérique est souvent un choix délibéré et de principe, car l'offre en ligne génère une visibilité et une accessibilité nettement accrues au-delà des frontières. C'est un véritable coup de pouce pour la recherche. « Au début du 21^e siècle, la recherche scientifique est impensable sans l'existence de vastes bases de données numériques, grâce aux nombreux avantages qu'elles offrent tels que la mise à jour continue des données et les facilités de consultation inédites », tel est le plaidoyer de la Commission royale d'Histoire dans son rapport annuel de l'année 2020, marquée par la pandémie de Covid-19.¹²

Évolution de la méthodologie

Toutes ces tendances se reflètent également dans la *Bibliographie*. Le nombre de titres ne peut en réalité que croître grâce aux possibilités de recherche accrues offertes par de nombreuses bases de données scientifiques (inter)nationales et catalogues. Cela conduit-il à une globalisation de l'historiographie belge, avec une contribution accrue d'auteurs étrangers ? À une influence plus marquée des pratiques anglo-saxonnes ? Ou encore : à un autre type d'historiographie peut-être, car le romantisme des volumineuses monographies de synthèse – rédigées (ou non) de mémoire, telle *L'Histoire de l'Europe* écrite par le célèbre historien belge Henri Pirenne (1862-1935) durant sa captivité en Allemagne pendant la Première Guerre mondiale – ne doit-il pas céder la place à des articles concis et ciblés, publiés dans la multitude croissante de revues de plus en plus spécialisées, dotées d'index de citations, axées sur l'efficacité, le rendement et le ranking dans le contexte d'une pression académique croissante ?

La méthodologie utilisée pour réaliser la *Bibliographie* évolue. La transition actuelle de l'imprimé vers le numérique implique que le support de publication ne fait plus partie des critères. En raison de la tendance à l'*Open Science*, il n'y a plus de légitimité à considérer que les publications parues exclusivement sous forme numérique seraient de moindre valeur parce qu'elles connaîtraient une existence instable en raison de la fluidité d'Internet. Il est cependant important d'identifier dans la *Bibliographie* les articles et les livres répertoriés de la manière la plus précise possible, en indiquant le DOI, éventuellement en combinaison avec l'URL. Pour être éligibles à la sélection, les articles de revues doivent avoir fait l'objet d'une évaluation ou contrôle, sous quelque forme que ce soit.

Les cercles d'histoire locale : une préférence pour le papier à l'ère du numérique ?

Les publications des cercles d'histoire locale constituent, à contre-courant, un monde où la numérisation a mis plus de temps à s'imposer. Ces cercles ont généralement une longue histoire et sont souvent gérés par des bénévoles. La publication d'une revue ou d'un annuaire, qu'elle soit ou non financée par des recettes ou soutenue par des subventions, constitue souvent la colonne vertébrale d'une telle association. Ce qui caractérise la *Bibliographie*, c'est l'attention particulière qu'elle porte à ce type de publications.

De manière générale, ces cercles d'histoire locale restent plus volontiers attachés aux publications physiques, du fait du profil de leurs membres et d'un lectorat majoritairement plus âgé,



Fig. 4 + 5 + 6 - Quel est l'avenir du livre imprimé dans l'historiographie belge ? Image d'ambiance prise dans les Bibliothèques des Archives de l'État en Belgique.

© AGR, Photo : Bart Boon.

qui affichent une préférence incontestée pour le format papier. De plus, l'orientation résolument locale d'une telle publication et son caractère intrinsèquement fédérateur jouent également un rôle. Au cours des années de la pandémie, cela a d'ailleurs été explicitement souligné dans de nombreuses préfaces ; la revue était considérée comme un pilier en ces temps de distanciation sociale.

En 2020, la suspension des activités publiques et des réunions de la rédaction en présentiel a certes entraîné des conséquences

considérables pour les cercles d'histoire locale à travers le pays. Des membres (de la rédaction) appartenant souvent à des groupes à risque, sont décédés. Les cercles ont été confrontés à des contacts difficiles avec les auteurs et l'imprimeur, ainsi qu'à une baisse du nombre d'abonnés. Mais cela s'est également traduit, malgré une certaine réticence, par une évolution de leur mode de fonctionnement, avec le passage à une communication numérique, l'utilisation d'outils numériques, un site web remanié, une lettre d'information électronique... D'autres cercles ont procédé à l'indexation de leur revue, ont mis des articles en ligne, accessibles dans leur intégralité pour les membres et de manière plus restreinte - uniquement les anciens numéros - pour les autres visiteurs du site.

Et demain ?

Tout ce qui concerne l'histoire de Belgique ne paraît pas sous forme numérique. Le support papier continue - pour l'instant - d'exister dans une production historiographique extrêmement variée, presque kaléidoscopique. Le livre imprimé reste très prisé, comme en témoignent les best-sellers à caractère historique de Bart Van Loo.

Le livre imprimé est-il de plus en plus un choix délibéré ? La version imprimée est en tout cas privilégiée pour les ouvrages commémoratifs, les éditions de circonstance ou les études publiées à compte d'auteur. Ces dernières publications ont presque toujours une valeur sentimentale pour les auteurs, comme la publication de journaux intimes (de guerre) ou de lettres de proches ou de compatriotes, des histoires familiales, l'histoire des quartiers (disparus), de moulins, de chapelles... Par ailleurs, les catalogues d'exposition, souvent publiés par des maisons d'édition spécialisées, sont encore - et avant tout - publiés sous forme physique. Souvent richement illustrés et magnifiquement édités avec une couverture rigide et du papier de qualité, il s'agit de ce qu'on appelle des livres de salon, achetés à la fois pour s'informer et comme souvenir.

Les publications physiques consacrées à l'histoire de Belgique ont-elles encore un avenir ? Y a-t-il un point final en vue ? Tout sera-t-il désormais publié sous forme numérique, via des portails en libre accès ou des plateformes payantes ? Cela aura-t-il des répercussions sur les thèmes abordés ou sur les changements de paradigmes ? Y a-t-il un risque que certains sujets soient occultés par la numérisation généralisée ? L'historiographie belge va-t-elle devenir de

plus en plus internationale et académique, ou subsistera-t-il un mouvement important venant d'en bas ? Les publications des cercles d'histoire locale parviendront-elles à se maintenir ?

Pour l'instant, la *Bibliographie* reflète une production historiographique qui s'efforce de trouver un équilibre entre les nouvelles exigences de la publication scientifique, électronique et propice à la recherche d'une part, et la valeur émotionnelle des éditions imprimées d'autre part. En tant que répertoire, la *Bibliographie* souligne l'importance de la connaissance, mais aussi des sentiments et de la notion de commémoration.

Peut-être que cette période difficile marquée par la pandémie de Covid-19 nous aura, outre l'accélération du numérique, également fait prendre conscience de ces dimensions ? 

L'auteure

Sofie Onghena est collaboratrice scientifique en charge du projet « Bibliographie de l'Histoire de Belgique » aux Archives générales du Royaume.

Plus

Retrouvez la *Bibliographie* via : <https://biblio.arch.be/airwebopac/www.main.cls?url=bhbbgb>

- Site internet des Archives de l'État : www.arch.be
- Site internet de la RBPH : https://www.rbph-btfg.be/fr_biblio.html
- Site internet de la Commission royale d'Histoire : <http://commissionroyalehistoire.be>

Notes

- I Rapport annuel des Archives de l'État 2020 : https://www.arch.be/docs/archives-de-l-Etat_Faits-et-chiffres_2020.pdf, p. 4.
- II La transformation numérique et son accélération au cours de la première année de la pandémie de Covid-19 constituent le fil conducteur du numéro thématique suivant : Cahiers de la Documentation = Bladen voor Documentatie, 74, 2020 (décembre), 3-4 (CoViD-19 + I&D = ?). Citation : p. 45.
- III Rapport annuel de la Commission royale d'Histoire 2020 : <https://commissionroyalehistoire.be/wp-content/uploads/2023/06/rapportannuel2020.pdf>, p. 162.

Expo Music, Sound & Imagination

03.07.2026 > 16.08.2026

Wetenschap en Cultuur
in het Koninklijk Paleis te Brussel

Science et Culture
au Palais royal de Bruxelles

Wissenschaft und Kultur
im Königspalast in Brüssel

Science and Culture
at the Royal Palace of Brussels

www.monarchie.be - www.belspo.be - chancellerie.belgium.be



Suivi de la régénération forestière dans le bassin du Congo



Figure 1 - Arrivée à la réserve de MABALI

L'Afrique centrale abrite la deuxième plus grande forêt tropicale humide de la planète, un vaste écosystème qui joue un rôle crucial dans la conservation de la biodiversité et la régulation du climat mondial.

Pourtant, en comparaison de celles de l'Amazonie, les forêts du bassin du Congo restent largement méconnues. Cela crée une lacune importante dans notre compréhension du cycle mondial du carbone et de la manière dont les forêts tropicales réagissent aux perturbations humaines.

Pour aider à combler cette lacune, des chercheurs belges du projet AFROCARDS financé par BELSPO se sont associés à des partenaires congolais pour étudier comment les écosystèmes forestiers se rétablissent après une perturbation et comment l'utilisation passée des terres continue de façonner la structure forestière actuelle.

Deux questions fondamentales

Les chercheurs du projet se sont fixés pour objectif de répondre à deux questions clés :

- Comment les stocks de carbone forestier et la biodiversité évoluent-ils au fil des gradients de succession forestière ?
- Comment les perturbations humaines passées continuent-elles d'influencer la structure forestière aujourd'hui ?

En combinant les mesures de terrain, la télédétection et la modélisation de la surface terrestre, le projet rassemble des décennies d'expérience en matière de recherche dans le bassin du Congo au sein d'un effort scientifique unique et intégré.

Une campagne de terrain de trois mois à Mabali

Pour répondre à ces questions, l'équipe a mené une campagne de terrain de trois mois dans la réserve de biosphère de Mabali, près du lac Tumba, en République démocratique du Congo.

Située dans une mosaïque de forêts sur terrain sec, de forêts inondées saisonnièrement et de zones de régénération, Mabali constitue un laboratoire naturel idéal pour étudier la succession et la régénération forestières. La campagne a été organisée par le Centre de recherche

en écologie forestière (CREF), dont le personnel a fourni un soutien scientifique et logistique essentiel.



Figure 2 - Localisation de la réserve de Mabali en bordure du lac Tumba

Mesurer la succession forestière sur le terrain

L'objectif principal de la mission était d'évaluer comment la structure de la canopée forestière évolue le long d'un gradient de succession, depuis les jeunes peuplements précédemment perturbés jusqu'aux forêts matures et intactes.

Pour ce faire, l'équipe a établi 20 parcelles de surveillance permanentes d'un hectare. Dans chaque parcelle, chaque arbre a été :

- Mesuré
- Cartographié
- Marqué
- Identifié



Figure 3 - En route pour la mise en place de 20 parcelles de surveillance permanentes

A long terme, ces parcelles sont essentielles pour :

1. estimer l'évolution de la biomasse et des stocks de carbone
2. comprendre la répartition des espèces à travers les différentes étapes de régénération
3. suivre la régénération forestière au fil du temps

En outre, ces parcelles servent également de données critiques d'étalonnage et de validation in situ pour les modèles LIDAR et satellitaires. En reliant les mesures détaillées sur le terrain aux données de télédétection, les observations locales peuvent être extrapolées à des évaluations forestières régionales.

Cartographie de la forêt en 3D grâce au LIDAR

Les mesures sur le terrain ont été complétées par des relevés LIDAR aériens montés sur drones et couvrant une superficie de 1 500 hectares.

Contrairement à l'imagerie satellite classique, qui capte principalement les signaux provenant de la couche supérieure de la canopée, les impulsions LIDAR pénètrent dans la forêt, révélant ainsi toute sa structure verticale, de la canopée au sous-bois.

Cette perspective tridimensionnelle permet aux chercheurs :

- De quantifier la complexité structurelle



de la forêt;

- De modéliser l'évolution structurelle à travers les différentes étapes de succession;
- D'améliorer les estimations de la biomasse et des stocks de carbone.

Ces améliorations sont essentielles pour renforcer les modèles climatiques qui dépendent de données précises sur le carbone des forêts tropicales.

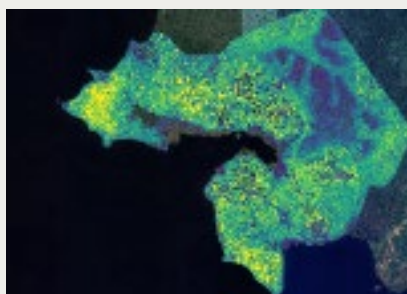


Figure 4 - Aperçu d'un modèle numérique de surface construit depuis les données LIDAR

Établir des partenariats scientifiques à long terme

La campagne a nécessité la formation d'équipes locales sur le terrain et le déploiement de systèmes de drones sophistiqués dans des conditions tropicales difficiles.

Le projet a grandement bénéficié de l'expertise et de l'expérience du personnel du CREF. Au-delà de ses contributions scientifiques, la mission a renforcé la coopération entre les institutions belges et congolaises et a jeté les bases d'une collaboration durable et à long terme en matière de recherche dans le bassin du Congo.

Dans l'une des régions forestières les moins connues mais les plus critiques pour le climat sur Terre, ce travail représente une étape importante vers la réduction d'une lacune majeure dans les connaissances sur la science mondiale du carbone.



Figure 5 - L'équipe derrière la campagne de terrain

Le travail de terrain a été réalisé par :

- Ikali MONKENG-MO-MPENG (Centre de Recherche en Ecologie Forestière CREF)
- Cicéron Mbuoli (Etudiant, Université of Bandundu)
- Laurent Nsenga Ndjike Kelema (WWF)
- Thibault COLLET (Doctorant, Gembloux Agro Bio Tech - ULiège)
- Trésor Mbavumoya (Doctorant, Gembloux Agro Bio Tech - ULiège)
- Arthur Vanderlinden (Doctorant, Gembloux Agro Bio Tech - ULiège)
- Jean-François Bastin (Professeur, Gembloux Agro Bio Tech - ULiège)

Partenaires du projet

- UGent: Hans VERBEECK - Félicien MEUNIER - Marijn BAUTERS
- ULiège: Jean-François BASTIN
- UCLouvain: Pierre DEFOURNY
- ERAIFT: Baudouin MICHEL
- NASA: Sassan SAATCHI

Pour plus d'information

- Fiche du projet STEREO IV AFROCARDS disponible sur notre site web
- site web du projet AFROCARDS 



Planète Belgique :

aux origines du marbre belge



Auteur : Reinout Verbeke

Il y a 400 millions d'années, la Belgique se trouvait juste en dessous de l'équateur. Après une période violente de collisions et de formation de montagnes, une période plus calme commence. Notre pays s'érode (et ce n'est pas la dernière fois) en un plat pays et disparaît en grande partie sous une mer tropicale aux immenses récifs coralliens. Ils se pétrifieront en marbre belge, célèbre dans le monde entier. Nouveauté de cette période : la vie s'aventure sur le rivage, avec les premières plantes, et dans leur sillage les premiers insectes et nos lointains ancêtres, les tétrapodes.

En marchant sur le sol de marbre rouge du Palais des Beaux-Arts (Bozar) à Bruxelles, ou sur celui de la Boekentoren de Gand ou du bâtiment de la gare de Louvain, on marche sur des récifs coralliens. Les récifs se sont formés dans nos régions il y a entre 390 et 325 millions d'années (Dévonien tardif, Carbonifère précoce). La Belgique se trouvait alors juste en dessous de l'équateur, mais nous venions d'encre plus loin dans le sud. La tectonique des plaques nous a fait voyager depuis le pôle Sud jusqu'à l'hémisphère Nord. À mi-chemin de ce parcours, le Limbourg et la Wallonie ne formaient qu'un seul et même récif. Pensez à la **Grande Barrière de Corail** en Australie : un récif corallien allongé à une certaine distance de la côte, avec des lagons près du continent et des

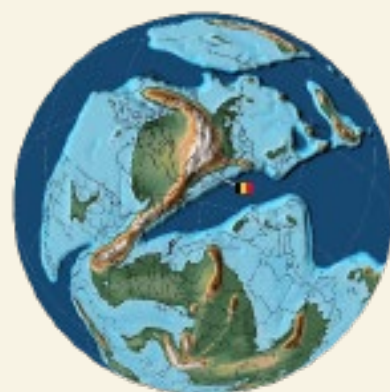
îles ressemblant à des atolls plus profondément dans la mer. La surface de la mer pouvait être à plus de 30 degrés Celsius, comme sous les tropiques aujourd'hui... Une eau bleue si agréable et si claire, qui ne voudrait pas y plonger ?

Mais que verriez-vous lors d'une plongée ? Tout d'abord, des **stromatopores**, un groupe éteint de grandes éponges qui forment la base du récif. Le motif dans lequel elles poussent rappelle le symbole wifi de votre téléphone portable. De nombreuses espèces de **coraux** se sont nichées sur et parmi les éponges. Les coraux se présentent souvent en colonies et ont parfois une forme de nid d'abeille. Mais on trouve aussi des coraux solitaires, avec des calicules coniques. Chaque jour, les espèces actuelles produisent une couche de calcaire et chaque année une bande plus épaisse en raison des changements saisonniers de la température de l'eau. Un paléontologue a eu l'intelligence de compter les lignes de croissance du calcaire dans les coraux existants et fossiles, et a découvert qu'une année au Dévonien moyen comptait environ 400 jours, 70 millions d'années plus tard encore 390, et aujourd'hui 365. La terre tourne donc de plus en plus lentement sur son axe.

Dans la mer belge du Dévonien, on voit des **lys de mer** partout. Ils ressemblent à des fleurs, mais ce sont des créatures



La Belgique, il y a 406 millions d'années, sur le continent tout juste formé de Laurussia (ou Euramérique), né de la collision de Laurentia (l'actuelle Amérique du Nord et le Groenland), de Baltica (l'Europe du Nord) et de l'Avalonia (l'Europe du Nord-Ouest). Ces collisions ont entraîné l'élévation de la chaîne calédonienne



La Belgique il y a 380 millions d'années, dans des eaux calmes. Mais le supercontinent Gondwana, dont nous nous étions détachés en tant qu'Avalonia, nous rattrape lentement mais sûrement depuis le sud. (C.R. Scotese et GPlates)

marines filtrantes. Nous pouvons citer parmi d'autres animaux filtrants les **brachiopodes**, se fixant avec leur pédoncule sur une surface pierreuse et souvent rassemblés en groupes. Il y a aussi beaucoup de mouvement dans toute cette faune



Escalier en marbre rouge de l'Institut des sciences naturelles.
(Photo : Danny Ghys)



Magnifique céphalopode (apparenté aux ammonites) dans le marbre rouge belge de l'Institut des sciences naturelles.
(Photo : Siska Van Parys)

immobile. Il y a des **trilobites** qui rampent, des arthropodes marins qui s'apparentent aux insectes, araignées et crabes d'aujourd'hui. On peut aussi y voir des **céphalopodes**. Certains ont une coquille droite ou quelque peu incurvée - ils sont apparus il y a environ 490 millions d'années - mais au Dévonien, on en trouve de plus en plus avec une belle coquille enroulée.

« Il s'agit d'une faune que l'on peut reconnaître dans les sols en marbre, les escaliers, les rebords de fenêtres et les encadrements, du moins si l'on a l'œil », explique la géologue Marleen De Ceukelaire. Penchés sur l'escalier de marbre rouge de l'Institut des Sciences naturelles, nous scrutons les marches à l'aide des lampes de nos smartphones à la recherche de vie marine préservée depuis 380 millions d'années. Nous les voyons se dessiner marche après marche : contours

de brachiopodes, coupes transversales de coraux, morceaux de lys de mer, et près de l'ascenseur, une coquille de céphalopode en spirale est immortalisée. Il s'agirait d'un *Manticoceras*, apparenté aux ammonites ultérieures.



Marleen De Ceukelaire, conservatrice des collections géologiques de l'Institut des sciences naturelles.
(Photo : Danny Ghys)

Marleen conserve nos collections géologiques nationales et a coécrit un ouvrage de référence sur le marbre belge. « Vous avez des marbres belges dans toutes les nuances de rouge, de rose, de gris et de noir, et ils sont souvent entrecoupés de lignes ou de taches blanches dentelées. Celles-ci sont constituées de calcite. Le minéral a rempli les espaces vides créés dans le calcaire par des processus tectoniques ou parce que des organismes mous tels que les éponges laissent après leur mort une cavité dans le sédiment. Ces veines de calcite d'un blanc éclatant donnent au marbre son caractère. »

Le marbre belge a longtemps été une activité florissante. Entre 1850 et 1915, 175 (!) communes possédaient des carrières de marbre (souvent plusieurs). Lors de l'Exposition universelle de 1897 à Bruxelles, on pouvait se rendre dans un palais entièrement dédié à l'industrie du marbre belge dans le parc du Cinquantenaire. Les variantes rouges, qui portent des noms tels que Griotte (rouge cerise), Rouge Royal (rouge) et Byzantin (rouge-noir), ont beaucoup été extraites pour la construction de bâtiments monumentaux dans le pays et à l'étranger. L'extraction dans nos régions remonte toutefois à plusieurs siècles : le Roi Soleil a fait intégrer du marbre rouge belge dans la Galerie des Glaces de son Château de Versailles, entre autres, et les Romains ajoutaient déjà



La carrière de marbre rouge à Beauchâteau (Senzeille, province de Namur), où la variété de marbre 'Rouge royal' était extraite. On voit bien la forme en dôme : il s'agissait d'une colline de boue calcaire dans les eaux profondes de la mer wallonne du Dévonien tardif.
(Photo : Reinout Verbeke)

des morceaux de marbre rouge, noir et gris dans leurs mosaïques. *Ex omnibus Belgae pulcherrimum marmor habent.*

Le marbre rouge, rose et gris est formé dans **des monticules sous-marins, ou des mud mounds**, un peu plus profonds dans la mer. « En raison de l'irrégularité du fond marin, une montagne de boue s'est formée au fil des ans », explique Marleen. « Une grande variété de faune et de flore marines s'y est nichée. Nous avons pu identifier des centaines de ces monticules sous-marins dans le sud de la Belgique. » Il y a peu de lumière à l'endroit où s'est formé le monticule, au fond de la mer. C'est là que des ferrobactéries qui n'aiment pas la lumière ont pu se développer. « Elles transforment le fer en oxyde de fer, c'est-à-dire en rouille. C'est ce qui donne à notre célèbre marbre sa couleur rouge foncé. Le marbre rose se forme un peu plus haut dans la colonne d'eau - moins de ferrobactéries sont présentes à cet en-



Carrière souterraine de marbre noir à Mazy (province de Namur).
(Photo : Reinout Verbeke)

droit car il y a plus de lumière du soleil. Au sommet du monticule sous-marin, près de la surface, où il y a encore plus de lumière, on retrouve la variante grise. »

Notre marbre rouge est légendaire, mais **le marbre noir** est vraiment unique. Le marbre noir n'a pas été formé sur ces monticules sous-marins, mais dans des la-

gues proches du continent, entre autres. La matière organique s'y écoulait dans l'eau de mer peu profonde. Il suffisait de quelques pour cent de carbone organique pour que le calcaire devienne noir. Comme il s'agissait d'endroits pauvres en oxygène, peu de vie s'y est développée et il n'y a pas de fossiles dans les roches. « **Le marbre noir belge est le plus noir du**



L'une des carrières de pierre bleue à Soignies, dans le Hainaut.
(Photo : Reinout Verbeke)

monde. Certains pays arabes et les États-Unis en sont friands pour leurs palais et capitales. »

Une seule carrière de marbre noir est encore en activité aujourd'hui, à Mazy (province de Namur). Il s'agit de la seule carrière de marbre encore active en Belgique. Ce qui est rare est cher. Le marbre noir belge a été et est souvent posé en damier avec du marbre blanc de Carrare (nord de l'Italie). D'un point de vue géologique, ce marbre blanc mérite plus d'être qualifié de « marbre ». Le marbre, par définition, est une roche métamorphique. Cela signifie que sa structure cristalline s'est modifiée sous l'effet d'une forte pression et d'une chaleur extrême : les mouvements tectoniques poussent la roche en profondeur dans la croûte terrestre. Le marbre belge n'a pas connu les conditions extrêmes de Carrare lors de la formation des Apennins et des Alpes. Notre marbre est donc un calcaire sédimentaire ordinaire. « On ne peut cependant tout de même pas qualifier notre beau patrimoine de "calcaire belge" », s'amuse Marleen. « Le terme marbre vient du grec marmaros, "pierre brillante" ; dans ce sens, c'est donc correct, car il est poli pour être une pierre brillante ».

Une autre pierre calcaire, que presque tout le monde a chez soi, est **la pierre bleue belge**, le petit granit. Si vous observez vos briques de parement, vos dalles de sol ou vos appuis de fenêtre en pierre bleue, vous verrez rarement un coquillage fossile ou un morceau de corail, mais certainement d'innombrables taches blanches. Il s'agit de restes de lys de mer, qui se tenaient il y a 350 millions d'années dans les fonds avec leur tige de calcaire, filtrant les particules alimentaires de l'eau. Ils étaient regroupés en « prairies », mouraient et formaient à la longue d'épais paquets de calcaire, qui se pétrifiaient ensuite. Si l'on casse un tel morceau de pierre bleue en deux, il dégage pendant un instant une odeur d'œuf pourri : c'est l'odeur du sulfure d'hydrogène (H_2S), le gaz qui subsiste après que les bactéries aient décomposé le lys de mer.

La pierre bleue belge est concurrencée par une pierre calcaire grise similaire provenant de Chine, mais notre pierre originale possède une riche histoire dans le domaine de l'architecture et fait partie des 55 Heritage Stones reconnues au niveau international, au même titre que le marbre noir belge et la pierre de Lede. Il existe



Si les blocs bruts sont encore gris, une fois polis ils deviennent uniformément noirs.
(Photo : Reinout Verbeke)

encore quatre grandes carrières de pierre bleue près de Soignies, dans le Hainaut.

Extrait du deuxième épisode de la captivante série Planète Belgique : lisez l'article complet et découvrez les magnifiques affiches :

www.naturalsciences.be/fr/decouvrir-participer/decouvrir/planete-belgique



Inuit. Impressions du Grand Nord canadien

exposition au Musée Art & Histoire,
du 15 octobre 2026 au 18 avril 2027

Près de 250 oeuvres seront exposées : estampes, gravures, dessins mais aussi sculptures et créations des artistes reconnus mondialement



**Auteurs : Les commissaires Serge Lemaitre,
Florence Cosme et Anne-Françoise Martin**

Présentation du projet

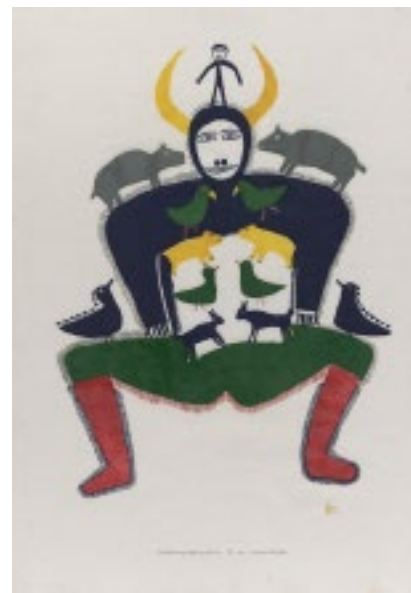
L'exposition présentera la production contemporaine du Territoire du Nunavut et de la région culturelle du Nunavik, le premier situé à l'ouest et au nord de la Baie d'Hudson, la seconde à l'est de cette énorme mer intérieure. Si la sculpture commence à être mieux connue, l'art graphique (estampes, gravures, dessins...) reste un art plutôt marginal en Europe alors que le Canada le célèbre régulièrement et a même choisi une œuvre de l'artiste Kenojuak Ashevak, pour son billet de 10 dollars. Après 70 ans de création intense dans le *Nunavut* et le *Nunavik*, il est temps de présenter ces artistes hors du commun. Leur imaginaire et l'expressivité de leurs créations feront merveille auprès des visiteurs de cette exposition.

Dès la mi-octobre 2026, le Musée Art & Histoire présentera une exposition temporaire consacrée aux artistes de l'Arctique canadien. Pas moins de 250 œuvres (estampes, sculptures et objets ethnographiques) illustrent les traditions, la faune arctique, le chamanisme et les enjeux contemporains, dont le changement climatique.

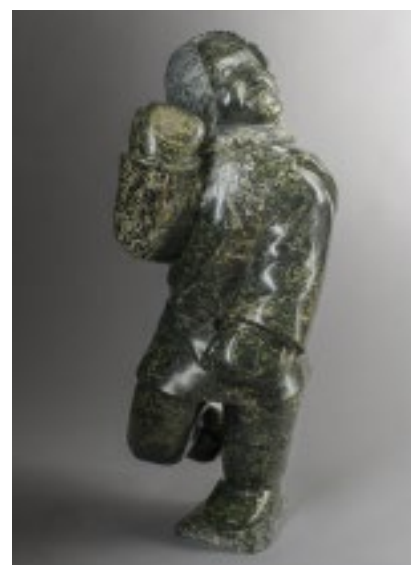
L'art de la gravure

C'est l'artiste canadien James A. Houston qui a introduit la gravure en 1957 à Cape Dorset, au Nunavut. Son objectif était de développer une source de revenu complémentaire pour les communautés. Contrairement à la sculpture, qui utilise des matériaux locaux comme la pierre et l'os, la gravure a nécessité l'introduction du papier et d'outils spécialisés. Les artistes Inuit ont fait preuve de grand talent et ont utilisé ce médium pour documenter leur vie quotidienne et spirituelle, ainsi que la faune et les mythes de l'Arctique.

Pour soutenir cette activité, des coopératives ont été créées, inspirées des ateliers traditionnels. Les artistes dessinaient chez eux, puis soumettaient leurs œuvres aux coopératives où des graveurs expérimentés prenaient le relais pour la production des estampes. Cette collaboration était la norme, bien que certains artistes plus expérimentés aient fini par maîtriser l'ensemble du processus. Les œuvres étaient traditionnellement signées ou



Jessie Oonark, *The Shaman's helping Spirits*, 1971



Axangaguq Shaa, *Drummer*, 1990



Pitseolak Padluq, *Merman*, 1981



Ningiukulu Teevee, *No turning back*, 2021



Shuvina Ashoona, *Handstand*, 2010

scellées avec des combinaisons d'écriture et le symbole de la coopérative, attestant de leur authenticité.

En montrant près de 120 estampes, l'exposition retrace 70 ans de création graphique. Les œuvres sont regroupées par thèmes : le chamanisme et les relations avec les esprits, le monde marin et le monde terrestre, la chasse et la pêche, les femmes, le tatouage, la nuit... Le parcours se veut ludique et est complété par de courtes vidéos qui permettent l'immersion. De nombreuses techniques sont illustrées tels la taille de pierre, le pochoir, le chine collé, la roulette, la sérigraphie et la lithographie.

L'atelier de Kinngait (Cape Dorset)

est le plus ancien et le plus réputé pour sa qualité technique et artistique. Des artistes emblématiques comme Kenojuak Ashevak, Lucy Qinnuayuak, Pitseolak Ashoona et Kananginak Pootoogook ont

marqué ce mouvement, chacun avec un style unique, allant des hiboux décoratifs de Kenojuak aux scènes narratives de la vie nomade de Pitseolak.

L'exposition présente également plusieurs artistes d'autres communautés comme Simon Tookoome qui travaillait à Baker Lake ou Kanayuk Tukulak de Povungnituk.

Elle montre comment la gravure est devenue un art important pour les Inuits, sur le plan économique et culturel. L'art de l'estampe leur offre un moyen de partager leur vision du monde, tout en s'adaptant aux exigences du marché de l'art international.

La sculpture

La sculpture inuit est un art millénaire qui utilise des matériaux naturels comme la pierre (stéatite), l'os (baleine, caribou) et l'ivoire (morse, narval), représentant souvent des animaux et des aspects de la culture inuit. Les œuvres peuvent être utilitaires (outils, lampes) ou expressives, explorant les thèmes de la relation entre l'homme et l'animal, de la communauté et de la spiritualité.

La pierre est directement extraite de gisements proches puis elle est dégrossie à la hachette avant de passer à l'utilisation de limes et de râpes, suivie d'un polissage au papier de verre et d'émeri. Enfin, la finition consiste à passer de la graisse animale afin

de donner un aspect brillant. La pierre la plus usitée est la stéatite, mais il y a aussi la serpentine, la péridotite, et l'on peut noter que se développe ces derniers temps la sculpture sur le marbre, l'albâtre et certains métaux.

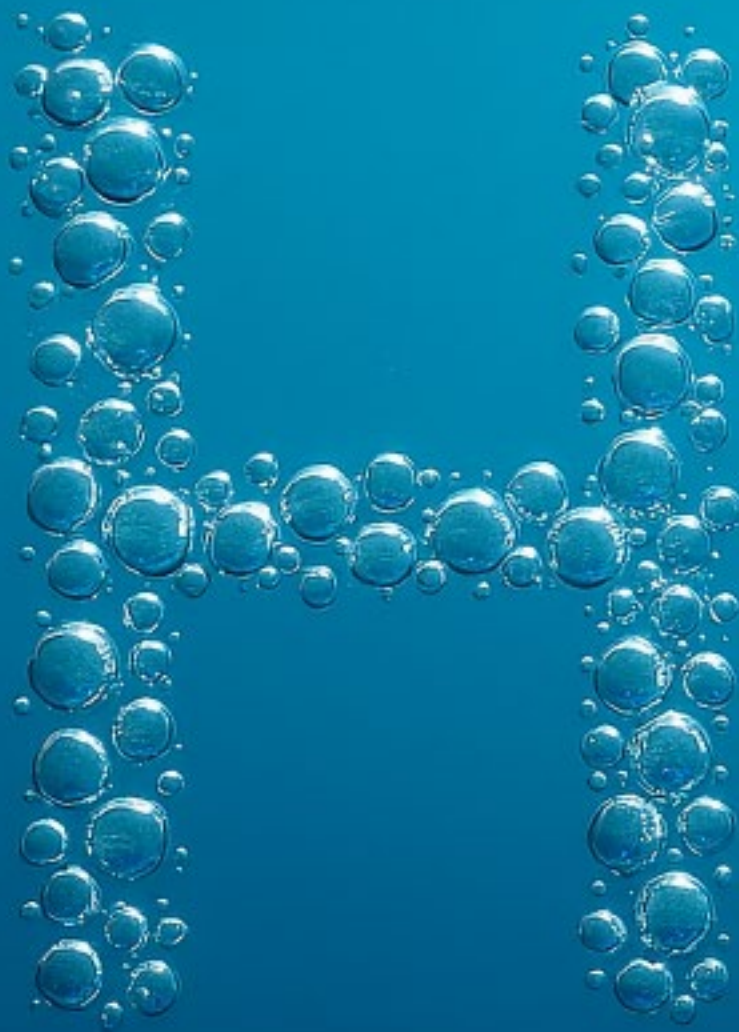
Prêteurs

Le noyau de cette exposition sera la collection privée d'œuvres graphiques appartenant au poète et écrivain Carl Norac qui fera don de sa collection au musée de Bruxelles. Elle sera enrichie par des prêts des collections des musées fédéraux belges, à savoir les collections ethnographiques du Musée Art & Histoire et de l'Africa Museum et les collections d'animaux de l'Institut des Sciences naturelles de Belgique. Des musées européens apporteront eux aussi leur concours en mettant des objets à la disposition du projet : le Musée des Confluences à Lyon, le Musée-château de Boulogne-sur-Mer et le Wereldmuseum de Leiden.

Infos : www.artandhistory.museum



Carl Norac, accompagné de Florence Cosme et Serge Lemaitre, devant une estampe de Kananginak Pootoogook, *Great Big Whale*, 2003



Les enjeux « Hydrogène »



**de la filière
en Belgique**

Les enjeux de la filière « Hydrogène » en Belgique

Introduction



Auteur : Olivier Delacuvellerie

L'hydrogène, le plus petit atome du tableau de Mendeleev, est aussi un des plus abondants dans l'univers. Toutefois, sur terre, on le retrouve la plupart du temps associé à d'autres éléments chimiques, et plus rarement à l'état pur sous la forme de gaz « dihydrogène » (H_2).

De nos jours, ce gaz est produit industriellement en grande quantité car chaque année, l'industrie mondiale en consomme plus de 75 millions de tonnes dont 45 % sont utilisées pour le raffinage et la désulfuration du pétrole. L'autre moitié sert principalement à produire de l'ammoniac, lequel est utilisé comme matière de base dans le secteur de la chimie, notamment pour la production d'engrais. Mais l'hydrogène est aussi employé dans bien d'autres secteurs tels que l'industrie alimentaire, l'électronique, la métallurgie, l'industrie du tabac et l'industrie spatiale où il entre dans la composition du carburant des fusées. En marge, l'hydrogène est également utilisé dans l'énergie et les transports.

L'intérêt de ce gaz H_2 est qu'il brûle « proprement » en ne dégageant que de l'eau, et que ce processus est réversible. Par exemple, en faisant passer un courant électrique dans l'eau (hydrolyse), on peut séparer à nouveau l'hydrogène et l'oxygène. Une fois séparés, on peut à nouveau les refaire brûler etc.

Chimiquement, $2 H_2 + O_2$ donne 2 molécules d'eau (H_2O) et de l'énergie.

Le principe est donc d'exploiter l'énergie « stockée » dans le dihydrogène, mais le problème de l'exploitation de cette énergie est double.

Premièrement, son rendement : « Pour donner un ordre de grandeur, nous dit Francesco Contino (professeur à l'UCLouvain et spécialiste de la transition énergétique) on peut parler d'un rendement de 70%. Il faut donc 100 unités d'énergie électrique pour produire 70% d'énergie « hydrogène. » Cela a un impact important quand on cherche à connaître la rentabilité du tout.

Deuxièmement, son origine : l'énergie électrique que l'on va dépenser pour produire cet hydrogène doit venir de quelque part, et que c'est précisément ce qui va rendre le processus plus ou moins intéressant à long terme. On comprend aisément que si l'énergie utilisée est d'origine fossile (99% de l'hydrogène produit actuellement), cette solution n'a pas vraiment d'intérêt d'un point de vue purement environnemental.

Il y a donc lieu de différencier l'origine de cet hydrogène en lui attribuant une « couleur » différente. (Voir article : « Quelles sont les couleurs de l'hydrogène ? » p.24)

L'hydrogène : solution d'avenir ?

L'hydrogène comme source d'énergie, ou comme système de stockage d'énergie pourrait se révéler séduisant, mais « derrière les discours, les limites technologiques, les enjeux politiques

et les contraintes écologiques s'accroissent ». Plombée par des contraintes techniques, des problèmes de rentabilité et des intérêts partisans, l'alternative « H₂ » peine à se développer. Elle reste marginale, et même si toute l'énergie renouvelable produite mondialement était affectée à la production d'hydrogène, celle-ci ne suffirait pas, comme nous le confirme Jan Rosenow, professeur en politique énergétique et climatique à l'université d'Oxford.

En attendant que les sources d'énergie renouvelables permettent peut-être un jour la production à grande échelle d'hydrogène vert (et conjointement à la nécessité de travailler à plus de sobriété dans notre consommation totale d'énergie), la piste de l'exploitation d'une source d'hydrogène « blanc » pourrait sembler être de nature à combler le fossé.

Alors qu'une poche d'hydrogène « blanc » venait d'être révélée en Lorraine, le journal *Le Monde* titrait le 30 mars que le gouvernement belge venait de débloquer des moyens financiers pour prospecter et évaluer la présence de l'« or blanc » dans le sous-sol belge. En effet, dans son interview du 27 mars, Jean-Luc Crucke, ministre du climat et de la transition environnementale (*Les engagés*), s'était montré très

enthousiaste face à la découverte de cette nappe d'hydrogène qui pourrait être la plus grande du monde et qui pourrait s'étendre entre la France, l'Allemagne, le Luxembourg et... la Belgique.

« Il y a dix mois, on me parlait de l'hydrogène blanc comme d'une chimère. Aujourd'hui il s'agit d'une opportunité stratégique » a-t-il déclaré.

Même si l'enthousiasme est compréhensible au vu de l'impact potentiel sur l'industrie et le transport, l'utilisation de cette ressource restera à évaluer (une fois avérée et cartographiée) comme le souligne Grégoire Léonard, professeur de science appliquée à l'ULiège : « C'est bien beau d'extraire de l'hydrogène, mais c'est une molécule assez difficile à transporter, et assez difficile à stocker (...) ».

Beaucoup d'éléments sont donc à prendre en compte, et notamment les aspects juridiques, comme le constate Allan Monix (UCLouvain) : « Bien que l'hydrogène occupe une place croissante dans les stratégies énergétiques, l'hydrogène « blanc » reste juridiquement inexistant en Belgique (...) ». Il pointe un vide normatif, des obstacles institutionnels, et un manque de coordination interfédérale.

Le chantier est donc vaste et dépasse les questions purement scientifiques et technologiques. Et les retombées potentielles ne seront pas pour demain, dans un contexte économique et politique tendu, où les financements de la recherche passent régulièrement au second plan. Saurons-nous nous montrer à la hauteur des enjeux ? 🇧🇪

Note

1. Article d'Arnaud Ruysen, *La Première*, RTBF, 7 juillet 2023
2. « L'hydrogène pour sauver la planète : une fausse bonne idée ? », Doc-Shot, La Une, RTBF, novembre 2025
3. *Ibidem*
4. Jean-Pierre Stroobants, *Le monde*, 30 mars 2026
5. Michael Menten, David Muller, RTL, 27 mars 2026
6. Allan MONIX, *Mémoire*, Faculté de droit et de criminologie, UCLouvain, 2025.



Image : Copilot



Quelles sont les couleurs de l'hydrogène ?

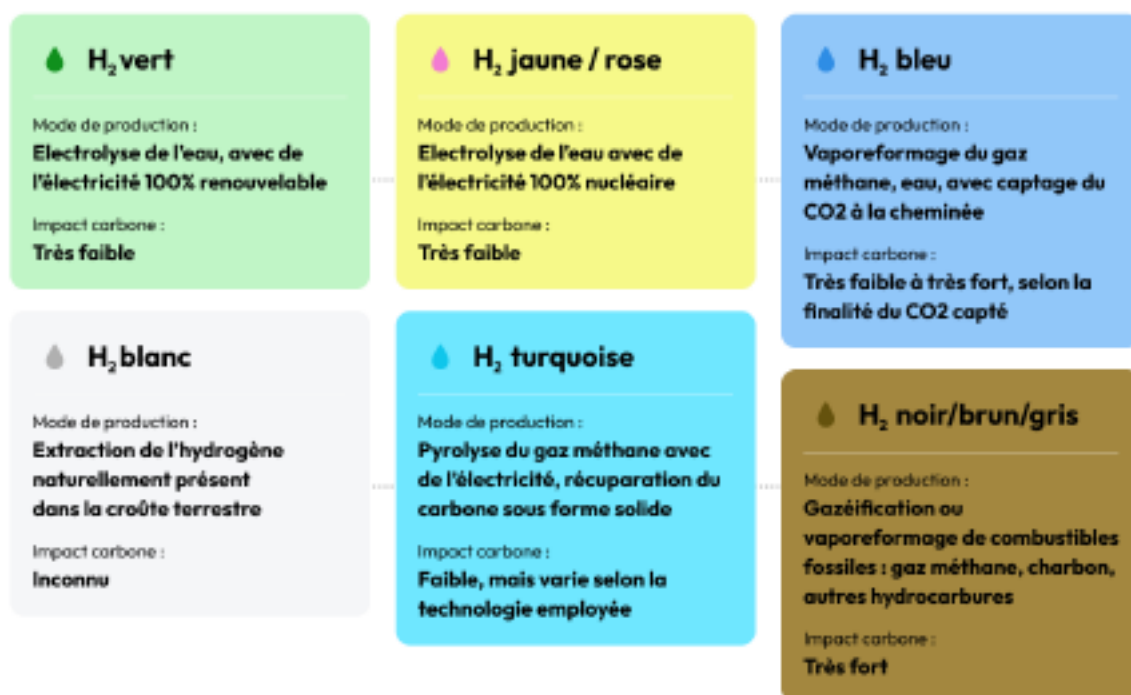
Révolution Énergétique,
à partir du même
« daily struggle »
de Jake Clark.

Partout sur Terre, l'hydrogène est plébiscité pour réussir la transition énergétique. Les industriels et gouvernements évoquent régulièrement l'utilisation d'hydrogène vert, certains parlent d'hydrogène blanc ou naturel, quand d'autres veulent exploiter l'hydrogène jaune, bleu ou turquoise. Mais, de nos jours, l'hydrogène est majoritairement gris, marron ou noir. Qu'est-ce que cela signifie ?

Voici les secrets de cet étrange code couleur.



Auteur : Hugo LARA / Révolution énergétique

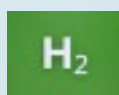


révolution
énergétique

Tableau des différentes couleurs de l'hydrogène

Les différentes « couleurs » de l'hydrogène selon son mode de production / Infographie : Révolution Énergétique.

L'hydrogène vert



Lorsque l'hydrogène est présenté comme solution d'avenir par certaines entreprises et médias, ce n'est heureusement pas de l'hydrogène gris (voir plus bas) dont il s'agit, mais plus généralement d'hydrogène « décarboné » ou encore d'hydrogène « vert ». La couleur « écolo » est porteuse d'espoir dans l'imaginaire collectif et les objectifs de transition énergétique ou de mobilité durable. Mais quelle est la réalité ?

L'hydrogène vert est produit par électrolyse de l'eau. Il s'agit du procédé qui consiste à décomposer l'eau (H₂O),

élément naturel par excellence, en dioxygène (O₂) et dihydrogène (H₂) grâce à un courant électrique. L'installation qui permet cette opération s'appelle un électrolyseur. Si l'électricité utilisée est exclusivement d'origine renouvelable (produite, par exemple, par des installations solaires, éoliennes ou hydroélectriques), cet hydrogène bas-carbone est qualifié de « vert ».

L'hydrogène jaune ou rose

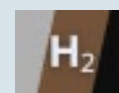


S'il est produit par une proportion importante d'électricité d'origine nucléaire (comme en France, par exemple), l'hydrogène se verra plutôt attribuer la couleur jaune ou parfois rose. Cet hydrogène est particulièrement bas-carbone, l'électricité nucléaire étant quasiment exempte de rejets de CO₂

dans l'atmosphère, au même titre que l'éolien, le solaire et l'hydroélectricité.

Problème : l'hydrogène jaune, comme l'hydrogène vert, est beaucoup plus cher que l'hydrogène gris fabriqué par vaporeformage des ressources fossiles. Son coût est aujourd'hui de 5 à 6 € par kg, soit environ 4 fois plus que l'hydrogène gris. Raison pour laquelle sa production mondiale est très marginale (moins de 5 % aujourd'hui).

L'hydrogène brun, gris ou noir



Aujourd'hui, plus de 95 % de l'hydrogène consommé dans le monde sont extraits des combustibles fossiles, principalement du gaz naturel, sous l'action de la vapeur d'eau surchauffée. Des catalyseurs métalliques sont utilisés

(nickel, fer, chrome, cuivre) pour faciliter les réactions. Cette technique appelée vaporeformage nécessite de porter le mélange gaz – vapeur à très haute température : entre 700 et 1 000 °C. Elle est donc énergivore et s'accompagne d'une importante émission de dioxyde de carbone (CO₂) : pour chaque tonne d'hydrogène, 10 à 11 tonnes de CO₂ sont produites et en général émises dans l'atmosphère. Dès lors, la production mondiale d'hydrogène est responsable de l'émission d'environ un milliard de tonnes de CO₂ chaque année, soit l'équivalent des rejets de l'Indonésie et du Royaume-Uni combinées, selon l'IRENA (l'Agence internationale des énergies renouvelables).

L'hydrogène peut aussi être fabriqué par gazéification du charbon, mais cette méthode, également très grande émettrice de CO₂, reste heureusement relativement minoritaire dans le monde. Le vaporeformage est le procédé actuellement le plus économique pour produire l'hydrogène. Son coût évalué à 1,5 €/kg est cependant 3 fois plus élevé que celui du gaz naturel. Mais si sa production est soumise à la taxe carbone comme en Europe, la facture est encore plus lourde.

L'hydrogène bleu

Pour caractériser l'hydrogène produit à partir des énergies fossiles avec de fortes émissions de gaz à effet de serre, il s'est vu attribuer la couleur grise, brune ou noire comme nous l'avons vu plus haut. Toutefois, pour le « décarboner », une possibilité consiste à capter le dioxyde de carbone émis lors du vaporeformage. Ce CO₂ peut alors être utilisé sous forme solide comme matière première dans certaines industries (pour la production de mousses par

exemple), mais il peut tout de même finir sa vie dans l'atmosphère s'il est utilisé comme gaz (pour les boissons par exemple).

La solution la plus fréquemment envisagée est celle du stockage géologique, dans d'anciennes poches de gaz ou de pétrole vides, une technique appelée CSC (Capture et séquestration du carbone, ou en anglais CCS pour Carbon capture and storage). L'hydrogène ainsi décarboné est alors devenu « bleu ». Inutile de dire que l'opération supplémentaire est coûteuse, tant en euros ou en dollars qu'en énergie, et qu'aujourd'hui, il n'existe presque pas d'hydrogène bleu sur le marché. Seuls quelques projets pilotes ont été lancés dans le monde.

L'hydrogène turquoise

L'hydrogène turquoise est en quelque sorte une variante de l'hydrogène bleu. Il s'agit d'hydrogène fabriqué par pyrolyse du gaz méthane, obtenu avec de l'électricité, et dont le carbone issu de la réaction est capté et solidifié. Le carbone solide de haute pureté peut ensuite trouver d'innombrables applications dans l'industrie, comme les pneus. Plusieurs techniques permettent de créer de l'hydrogène turquoise, comme la pyrolyse par plasma, la pyrolyse catalytique ou la pyrolyse thermique.

Les émissions de gaz à effet de serre de l'hydrogène turquoise diffèrent selon la technologie retenue. Par exemple, les pyrolyseurs peuvent utiliser de l'électricité plus ou moins bas-carbone pour séparer la molécule de méthane (CH₄) en carbone (C) et hydrogène (H). Si du gaz méthane d'origine renouvelable est

utilisé, le bilan carbone peut même être négatif, puisque le carbone contenu dans le biogaz était auparavant présent sous forme de CO₂ dans l'atmosphère.

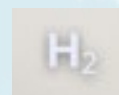
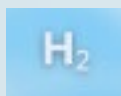
Un kilo de gaz méthane pyrolysé permettrait d'obtenir 250 g d'hydrogène et 750 g de carbone purs. Malgré les températures élevées nécessaires (de 650 à 2 000 °C selon le pyrolyseur utilisé), cette technique consommerait 7 fois moins d'électricité que l'électrolyse de l'eau à quantité d'hydrogène égale.

L'hydrogène naturel ou blanc

Bien qu'il soit l'élément le plus abondant de l'univers, l'hydrogène n'est pas aussi facile à extraire de son milieu naturel que le pétrole. Des puits d'hydrogène naturel ont été découverts « par hasard » à proximité de Boura-kébougou, au Mali. Ils alimentent, depuis plusieurs années, ce village en électricité. Deux scientifiques français, Eric Deville et Alain Prinzhofer sont partis à sa recherche et en ont trouvé des traces à plusieurs endroits de la planète. Leurs découvertes font l'objet d'un livre : « Hydrogène naturel : la prochaine révolution énergétique » publié chez Belin. Entretemps, plusieurs startups se sont lancées dans le filon de l'extraction d'hydrogène naturel de par le monde, mais sa faisabilité technique et économique n'est toujours pas parfaitement cernée. Un gisement potentiel a notamment été identifié en France.

Source : <https://www.revolution-energetique.com/fiches-pedagogiques/>

Reproduit avec leur aimable autorisation



Les deux résumés qui suivent sont tirés de rapports qui donnent un éclairage important sur les filières hydrogène en Europe.

« *L'hydrogène aujourd'hui et demain* » rapport de l'Académie française des sciences, avril 2024. (Marc Fontecave, Sébastien Candé, Thierry Poinot)

En résumé :

Le rapport analyse de manière critique la place que peut raisonnablement occuper l'hydrogène dans la transition énergétique, en distinguant clairement les promesses réalistes des discours excessifs. Il rappelle d'abord que l'hydrogène n'est pas, dans l'état actuel des connaissances, une source d'énergie primaire mais essentiellement un vecteur énergétique, aujourd'hui produit à plus de 99 % à partir de ressources fossiles (hydrogène « gris ») pour des usages industriels (raffinage, ammoniac, chimie), au prix d'émissions importantes de CO₂.

La priorité affichée est donc la **décarbonation de la production d'hydrogène**, principalement via l'électrolyse de l'eau, à condition impérative que l'électricité utilisée soit elle-même bas carbone. Sur ce point, le rapport souligne un paradoxe majeur : dans la plupart des pays européens, produire de l'hydrogène par électrolyse avec le mix électrique actuel émettrait davantage de CO₂ que l'hydrogène fossile. La France dispose en revanche d'un atout décisif grâce à son électricité largement décarbonée, ce qui lui permettrait de produire un hydrogène réellement bas carbone.

Cependant, les limites sont fortes. La **production d'hydrogène vert est très énergivore et peu efficiente** : produire 1 Mt d'hydrogène nécessite environ 55

TWh d'électricité, soit l'équivalent de la production annuelle de cinq réacteurs EPR. À l'horizon 2050, viser 4 Mt d'hydrogène impliquerait plus de 200 TWh supplémentaires, un objectif jugé peu réaliste au regard des besoins croissants d'électrification de l'économie. Le rapport estime ainsi qu'un volume de 1 à 2 Mt d'hydrogène décarboné constitue un ordre de grandeur crédible pour la France.

Sur le plan économique, l'hydrogène vert reste **nettement plus coûteux** que l'hydrogène fossile (4 à 8 €/kg contre 1,5 à 2 €/kg). Même avec des progrès technologiques, il est peu probable que son coût descende en dessous de 2 à 3 €/kg d'ici 2050, ce qui limite fortement certains usages.

Les usages pertinents doivent donc être **strictement hiérarchisés**. Le rapport recommande de réserver l'hydrogène décarboné en priorité à l'industrie (remplacement de l'hydrogène gris, production d'acier et de ciment décarbonés) et aux transports les plus difficiles à électrifier (maritime et aérien, via les carburants de synthèse). En revanche, il juge peu pertinents les usages comme le chauffage des bâtiments, la voiture individuelle à hydrogène ou le stockage massif d'électricité sous forme d'hydrogène, en raison de rendements très faibles et de coûts élevés.

Le rapport aborde également les **défis du transport, du stockage et de la**



Le rapport de l'Académie des Sciences d'avril 2024

sécurité, l'hydrogène étant très diffusif, inflammable et nécessitant des infrastructures spécifiques et coûteuses. Enfin, il examine l'hydrogène naturel (« blanc »), potentiellement prometteur mais encore très incertain : les ressources exploitables restent inconnues et nécessitent d'importants efforts d'exploration avant toute conclusion industrielle.

En conclusion, l'Académie des sciences appelle à une approche pragmatique : soutenir la recherche, développer une production d'hydrogène décarboné compatible avec les capacités électriques réelles, éviter une nouvelle dépendance aux importations, et concentrer les usages là où l'hydrogène est réellement irremplaçable pour la décarbonation.

« Hydrogène naturel – État des connaissances scientifiques... et potentiel en France » (Coordinateurs ; Livio Ruffine, Nicolas Ferrando, Yannick Peysson) (IFP Energies nouvelles, janvier 2025)

En résumé :

Ce rapport dresse un état des connaissances scientifiques, techniques, juridiques et sociétales sur l'hydrogène naturel (ou natif), ainsi qu'un inventaire mondial des zones d'intérêt et une analyse détaillée du potentiel français. Il montre que l'existence d'hydrogène produit naturellement dans le sous-sol est désormais bien établie, même si les volumes exploitables restent très incertains.

La génération d'hydrogène naturel repose sur plusieurs processus géochimiques : l'altération hydrothermale de minéraux riches en fer (notamment la serpentinisation), la radiolyse de l'eau en présence d'éléments radioactifs (U, Th, K), la maturation thermique de la matière organique à grande profondeur et, plus marginalement, le dégazage volcanique. Ces mécanismes peuvent être actifs sur de longues durées, mais leurs cinétiques, leurs rendements et leur variabilité spatiale restent mal quantifiés. La compréhension de la migration de l'hydrogène, de sa réactivité géochimique et microbiologique et de ses modes d'accumulation constitue ainsi un verrou scientifique majeur.

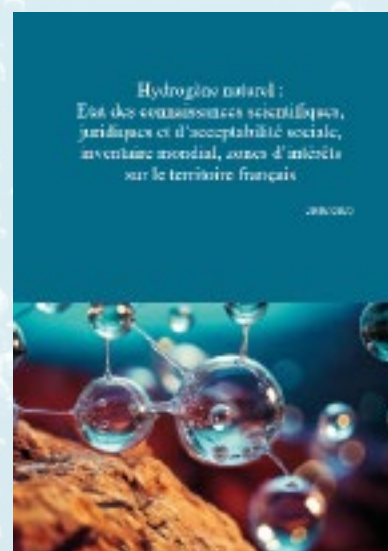
À l'échelle mondiale, l'exploration est en forte croissance. Le Mali reste le seul pays disposant d'un site de production opérationnel d'hydrogène naturel depuis plus de dix ans. Des campagnes de forage dédiées sont

en cours aux États-Unis, en Australie, en Chine, en Afrique et en Europe.

Les estimations globales évoquent des ressources potentiellement très abondantes, mais la conversion de ces ressources hypothétiques en réserves exploitables dépendra de résultats locaux, obtenus par l'exploration.

En France, plusieurs zones présentent un intérêt géologique : le Bassin aquitain, le piémont pyrénéen, le bassin houiller lorrain, certains domaines de socle ancien ainsi que les territoires d'Outremer. La Lorraine se distingue par la mise en évidence d'hydrogène dissous dans des aquifères profonds, avec une première estimation de ressource contingentée de plusieurs dizaines de millions de tonnes, sous réserve de confirmation. En Nouvelle-Calédonie, les massifs ophiolitiques montrent des émanations significatives, tandis que la Guadeloupe et la Réunion offrent des perspectives de covalorisation avec la géothermie.

Le rapport souligne que l'hydrogène naturel peut se présenter soit sous forme de gaz piégé dans des réservoirs géologiques (analogues aux hydrocarbures), soit dissous dans des aquifères profonds, impliquant des technologies d'extraction très différentes. Les méthodes d'exploration s'inspirent largement de l'industrie pétrolière et gazière, mais nécessitent des adaptations et des innovations, notamment pour la mesure et l'extraction des gaz dissous.



Sur le plan juridique, l'hydrogène natif est désormais reconnu comme substance de mines dans le Code minier français, mais le cadre réglementaire reste perfectible, en particulier concernant la gestion et la valorisation des coproduits (hélium, CO₂, méthane). Enfin, l'acceptabilité sociale constitue un enjeu central : si l'hydrogène est globalement perçu comme une ressource d'avenir pour la transition énergétique, les préoccupations liées à la sécurité, à l'environnement et à l'information du public sont déterminantes pour le développement de la filière.

En conclusion, l'hydrogène naturel présente un potentiel prometteur mais encore très incertain ; son développement suppose des efforts soutenus de recherche, d'exploration ciblée, d'adaptation réglementaire et de dialogue avec la société. 🌈

Qu'a-t-on trouvé en Lorraine ?

C'est l'effervescence dans le petit village français de Pontpierre en Lorraine. Les chercheurs viennent d'y trouver de l'hydrogène « blanc » à l'occasion d'un forage à 2600 mètres de profondeur. Le but est de poursuivre les explorations jusqu'à 4000 mètres, mais les estimations les plus folles courent déjà quant au potentiel du gisement mis au jour. Comment en sont-ils arrivés là ?



Auteur : Olivier Delacuvellerie

Tout part des ressources minières et gazières de la Lorraine.

Inexploité depuis la fermeture de la mine de Houve en 2004, le sous-sol lorrain est pourtant encore riche, et contient notamment des réserves importantes en gaz naturel comme le gaz de charbon (principalement composé de méthane).

Sachant cela, une première étude, *GazHouille*, fut menée entre 2013 et 2015 par une équipe pluridisciplinaire de chercheurs de 10 laboratoires universitaires français et québécois. Ce projet a permis une première estimation de l'exploitabilité du gaz de charbon en Lorraine. Les résultats de cette première étude sur les impacts globaux a été publiée. C'est sur cette base qu'a été lancée une deuxième étude : *Regalor*.

Avec *Regalor*, c'était la première fois que des scientifiques étaient associés à des industriels afin de formuler des recommandations préalables au démarrage d'une exploitation de gaz de charbon à faible impact carbone en Lorraine.

Financé par l'Union Européenne (FEDER) et par la Région Grand-Est, *Regalor* regroupait des équipes du laboratoire universitaire GeoResources (Université de Lorraine – CNRS), de la Française de l'Énergie (FDE) ainsi que des chercheurs de 4 laboratoires de l'université. C'est dans ce cadre que de l'hydrogène « blanc » a été découvert.

Dans la continuité de *Regalor* (2018-2023), FDE lance alors un nouveau programme de recherche intitulé *Regalor 2* (2025-2028) qui doit se concentrer exclusivement sur les aspects relatifs à l'hydrogène « blanc », à sa genèse, aux réserves disponibles et à leurs modalités d'exploitation.

Ce projet s'inscrit dans la trajectoire identifiée en 2023 comme une priorité nationale en France car il sert la mise en place d'une politique d'indépendance énergétique européenne décarbonée.

Comme le souligne Philippe De Donato, directeur de recherche au CNRS : « C'est vraiment une promesse [...] pour l'instant, tous les feux clignotent au vert en termes de décarbonation »,



Image Copilot

de « source d'énergie » et « d'indépendance énergétique », s'enthousiasme-t-il en se félicitant de l'avance française en matière de recherche sur l'exploitation de cet hydrogène dissous dans des nappes très profondes.

Mais cet enthousiasme sera peut-être tempéré par la réalité industrielle d'une telle exploitation, et par les associations locales qui appellent déjà à la vigilance quant aux impacts potentiels. 🇫🇷

Note

i Source RTBF/AFP

La Belgique lance un programme national de recherche sur l'hydrogène naturel

Le Conseil des ministres a approuvé le financement du programme national scientifique d'exploration de l'hydrogène naturel. Doté d'un budget total de 3,5 millions d'euros, ce programme sera soutenu via les recettes du système européen de quotas carbone (recettes ETS) et vise à détecter la présence potentielle d'hydrogène dans le sous-sol belge. L'hydrogène naturel présente un grand potentiel pour décarboner des processus industriels énergivores ou chimiques.



Auteur : Florent Mages

Le Service géologique de Belgique (Institut des Sciences naturelles) et BELSPO ont développé, dans une collaboration étroite et complémentaire, un programme national d'exploration géoscientifique pour l'hydrogène naturel qui positionne la Belgique parmi les premiers pays européens à lancer une exploration scientifique structurée de cette ressource. Grâce au soutien des ministres de la Politique scientifique et du Climat, le Conseil des ministres a approuvé le financement de ce programme scientifique national, via les recettes ETS issues du système européen de quotas carbone.

« La politique scientifique belge soutient des recherches menées de l'espace jusqu'à notre sous-sol, en passant par les milieux marins. Ce programme consacré à l'hydrogène naturel est le fruit de plusieurs mois de préparation

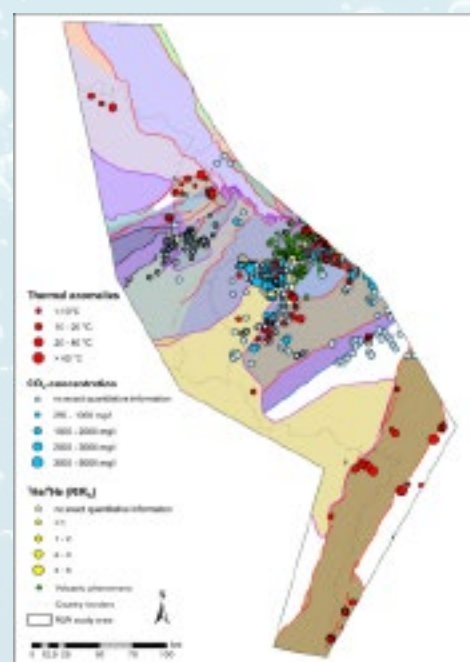
par l'Institut des Sciences naturelles. Dans un contexte géopolitique incertain, qui nous pousse à renforcer notre autonomie en matière d'approvisionnement énergétique, l'importance sociétale de telles recherches apparaît d'autant plus évidente. Mieux connaître notre sous-sol nous permettra d'évaluer le potentiel de futures exploitations. »

Vanessa Matz -

Ministre de la Politique scientifique

Le programme national d'exploration géoscientifique de l'hydrogène naturel

Ce programme pluriannuel va cartographier le potentiel réel d'hydrogène naturel sur l'ensemble du territoire belge. Le sous-sol belge présente en effet une



diversité géologique exceptionnelle, avec plusieurs mécanismes potentiels de génération d'hydrogène (dégazage profond, bassins houillers, réactions d'oxydation, radiolyse dans les granites profonds). Toutefois, la présence de cet hydrogène dans des quantités exploitables reste à démontrer.

Ce programme scientifique national vise à combler ce manque de connaissances et à réduire les incertitudes, afin de porter le niveau de compréhension à un seuil permettant, à terme, une exploration ciblée et maîtrisée. Il se compose de deux axes de travail parallèles exécutés simultanément :

• **La modélisation géologique —**
« Où l'H₂ est-il attendu ? »

Développer un modèle géologique intégrant les mécanismes de formation et de migration de l'hydrogène. Pour cela, les données géologiques existantes seront utilisées, ainsi que les nouvelles données acquises dans le cadre des recherches sur le terrain (voir ci-dessous). Le modèle s'étendra à des profondeurs plus importantes que celles couvertes par les modèles géologiques actuels pour la Belgique.



• **Détection sur le terrain —**
« Où l'H₂ est-il détecté ? »

Se concentrer sur le développement et la mise en œuvre de capacités analytiques pour la détection de

l'hydrogène, ainsi que sur la collecte de nouvelles données sur le terrain destinées à valider les modèles géologiques développés dans le programme.

« L'enjeu scientifique est clair : il s'agit de déterminer, sur des bases objectives, si les conditions de formation, de migration et d'accumulation de l'hydrogène naturel existent dans le sous-sol belge. Avec ce plan national, la Belgique se donne les moyens de l'évaluer de manière rigoureuse, progressive et à l'échelle appropriée. »

**Estelle Petitclerc et
 Kris Welkenhuysen,**

chercheurs principaux du programme

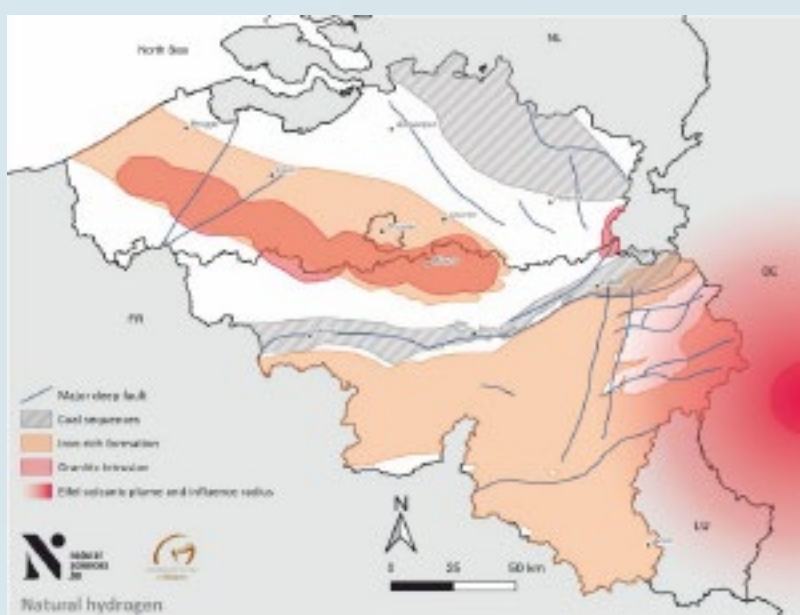
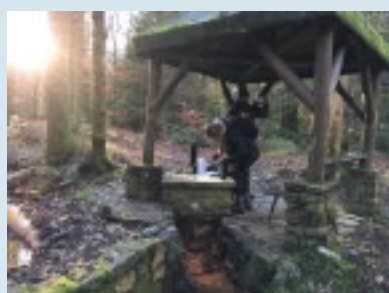
Le Service géologique de Belgique a identifié dans un premier temps des structures souterraines profondes en Belgique susceptibles de receler de l'hydrogène naturel. Plusieurs zones d'intérêt réparties sur l'ensemble du territoire feront l'objet d'études dans le cadre du programme de recherche.

**Pourquoi chercher de
 l'hydrogène naturel ?**

La recherche scientifique sur la présence d'hydrogène naturel représente une opportunité stratégique majeure. Si des volumes exploitables étaient identifiés sur le territoire belge et si des techniques d'exploitation adaptées sont développées, cette source nationale d'hydrogène propre pourrait être utilisée pour :

- des applications industrielles;
- le transport lourd;
- équilibrer production et demande, en assistance du stockage saisonnier.

Dans un contexte où la production ou de l'import d'hydrogène reste coûteux et dépendant de chaînes d'approvisionnement internationales, disposer de ressources énergétiques nationales propres et bas carbone constituerait un atout stratégique important. Avec ce programme scientifique, la Belgique se donne les moyens d'évaluer une ressource énergétique propre et potentiellement stratégique pour son avenir. 🇧🇪



Carte des structures géologiques en Belgique pertinentes pour la recherche d'hydrogène naturel.

(Source : Institut des Sciences naturelles)

Pontpierre en ébullition



Photo : Maxime Dechamps



Michel Van Camp Directeur général de l'Institut des Sciences naturelles.



Photo: Estelle Petitclerc

Le Service géologique de Belgique (GSB): Kris Welkenhuyzen, Estelle Petitclerc, Vanessa Heyvaert, avec Jean-Luc Crucke, et Michel Van Camp.



Jean-Luc Crucke, Ministre de la Mobilité, du Climat et de la Transition environnementale, face à la presse

Le mardi 26 mai 2026, le ministre Jean-Luc Crucke et des représentants du Service géologique de Belgique (GSB), qui fait partie de l'Institut des Sciences naturelles, ont visité le site de Pontpierre en Lorraine (France), où le fameux hydrogène « blanc » a été détecté.

Cette visite de travail s'inscrivait dans le cadre du développement du programme national belge **BE.Hydrogen**, dédié à l'exploration géoscientifique de l'hydrogène naturel. Elle a permis de comparer les expériences de terrain et les connaissances scientifiques avec

l'approche et les ambitions belges en matière d'exploration de cette ressource.

Les premières mesures in situ de l'hydrogène dissous dans le réservoir seront prochainement réalisées à l'aide de la sonde SysMoG. Ces analyses viseront à confirmer la présence d'hydrogène, et à mieux comprendre les mécanismes géologiques à l'origine de sa formation.

Avec ce programme **BE.Hydrogen**, la Belgique entend jouer un rôle de pionnier en Europe dans l'exploration de

l'hydrogène naturel, même si les estimations ambitieuses qui circulent quant au potentiel de cette découverte nécessitent encore des études complémentaires pour en évaluer l'ampleur réelle.

Structures géologiques étudiées

Le Service géologique de Belgique a identifié plusieurs structures profondes pouvant être favorables à la présence d'hydrogène, telles que :

- Les bassins houillers (décomposition thermique de matière organique) ;



Maaïke Vancauwenberghe (Belspo)



Estelle Petitclerc (GSB)



Jean-Luc Crucke



- Les intrusions granitiques et « hot shales » ;
- La radiolyse de l'eau par radioactivité naturelle ;
- Les roches riches en fer (réactions de réduction) ;
- Le volcanisme de l'Eifel (dégazage du magma) ;
- Les systèmes de failles profondes (migration de l'hydrogène).

Comme nous le confirment les responsables scientifiques, Estelle Petitclerc et Kris Welkenhuysen : « L'enjeu scientifique est clair : déterminer objectivement si les conditions de formation, de

migration et d'accumulation de l'hydrogène naturel sont réunies dans le sous-sol belge. Ce plan national donne à la Belgique les moyens d'évaluer cela de manière rigoureuse, progressive et à l'échelle appropriée. »

Comme nous l'avons vu dans les précédents articles, l'éventuelle exploitation dans l'avenir d'une telle ressource à des profondeurs aussi importantes constitue par ailleurs un défi technologique important.

Ce programme soutenu par le SPP Politique scientifique fédérale

(Belspo), intégrera diverses disciplines (géologie, géophysique, géochimie, hydrogéologie) et bénéficiera d'un budget de 1,5 million d'euros, provenant des recettes du marché du carbone, pour la mise en place de la première phase du programme. Les premiers résultats sont attendus dans deux ans, après l'acquisition des données objectives nécessaires.

(Sur base du communiqué de presse de l'Institut des Sciences naturelles du 26/05/2026. Toutes les photos sont de Maxime Dechamps sauf mention contraire.) 🇧🇪



La restauration de l'intérieur de la chapelle de Rubens (2022-2026)

Un emblématique projet de recherche et de conservation-restauration réalisé grâce au soutien d'amoureux du patrimoine

L'achèvement de la restauration de l'intérieur de la chapelle de Rubens, située dans l'église Saint-Jacques à Anvers, marque l'apothéose d'un projet de plusieurs années qui fait figure de référence dans le domaine de la préservation du patrimoine aujourd'hui. Depuis 2021, l'Institut royal du Patrimoine artistique (IRPA) a œuvré à la réalisation d'un projet intégré rassemblant recherches documentaires, expertise scientifique, traitement de conservation-restauration et large participation citoyenne.



La chapelle de Rubens, dernière demeure de Peter Paul Rubens (1577-1640), abrite un ensemble de chefs-d'œuvre exceptionnel :

- l'autel baroque, conçu par Cornelis van Mildert et surmonté d'une statue en marbre de la *Mater Dolorosa* (Notre-Dame des Douleurs), attribuée à Lucas Faydherbe (1617-1697) ;
- l'épithaphe (plaque funéraire sculptée) pour Albert (1614-1657), le fils aîné de Rubens ;
- deux monuments funéraires romantiques du XIX^e siècle, réalisés par Willem Geefs et situés de part et d'autre de l'autel ;
- le tableau central de la *Vierge à l'Enfant entourée de saints* (v. 1630), peint de la main de Rubens lui-même.

Le Challenge Patrimoine : un levier d'action

Le projet de rendre ses lettres de noblesse à cet intérieur monumental a débuté en 2021

avec la victoire de la chapelle de Rubens lors de la première édition du Challenge Patrimoine. Cette initiative de l'IRPA et de la Loterie Nationale consiste à restaurer des trésors du patrimoine belge grâce à l'implication d'un large public. Près de 12 000 Belges ont ainsi participé à une vaste campagne de votes en ligne, à l'issue de laquelle l'intérieur de la chapelle s'est imposé comme grand favori. Cette belle reconnaissance a servi de levier d'action pour entreprendre la réalisation du projet. L'IRPA et la fabrique de l'église Saint-Jacques le Majeur se sont alors engagés ensemble à lever les fonds nécessaires à la réalisation du projet.

Large soutien et collecte de fonds

La vaste campagne de récolte de fonds a débuté par une série de séances de yoga organisées en juillet et en août 2022 dans l'église Saint-Jacques d'Anvers. En 2023 et 2024, s'en est suivie la non moins



© KIK-IRPA, Bruxelles

remarquable Action des Étoiles, qui consistait à permettre aux donateurs d'adopter symboliquement des étoiles historiques fixées au plafond de la voûte de l'église et de dédicacer personnellement leurs étoiles avant que celles-ci soient raccrochées au plafond. En outre, le Fonds Bernard, Gonda et Emily Vergnes, géré par la Fondation Roi Baudouin, et le groupe Duvel Moortgat ont largement contribué au projet. Le point d'orgue de cette campagne de collecte de fonds était le gala de bienfaisance qui a réuni, en décembre 2024, une centaine d'invités dans l'église Saint-Jacques.

Outre les dons ponctuels ou mensuels des donateurs de l'IRPA, c'est donc au total plus de 450 000 euros qui ont été récoltés en faveur de la préservation des trésors de la chapelle de Rubens; une somme qui provient exclusivement des dons de particuliers et d'un financement privé.

La recherche scientifique comme fondement

Des experts de diverses disciplines de l'IRPA ont étudié la chapelle et ses chefs-d'œuvre à l'aide de techniques d'imagerie scientifique, d'analyses des matériaux et des techniques et de recherches en histoire (de l'art). Les études préliminaires et les phases de documentation ont permis de mettre en lumière l'histoire complexe de l'ensemble, d'évaluer avec précision l'état de conservation de chaque élément et de déterminer les causes des dommages et de dégradation.

Les recherches ont révélé que le tableau a été « restauré » au moins à quatre reprises entre 1778 et 1970 et que certaines de ces interventions ont influencé la lisibilité et la stabilité de l'œuvre. Parallèlement, les experts ont effectué des analyses de laboratoire sur la pierre, le marbre et les couches de finition des monuments en pierre. L'ensemble des résultats des recherches a servi de fondement à l'élaboration de projets de restauration scientifiquement fondés, dans lesquels chaque intervention a été envisagée dans le respect de l'authenticité et du contexte historique de l'œuvre.

Restauration du tableau et des monuments

Le tableau de la *Vierge à l'Enfant entourée de saints* de Rubens a été transporté et confié à l'IRPA en septembre 2022 pour y être restauré. Cette manœuvre délicate, qui nécessitait une préparation minutieuse, a été réalisée avec succès. Le traitement de conservation-restauration consistait principalement à enlever les ajouts ultérieurs, qui nuisaient à la lisibilité de l'œuvre, et à rétablir la cohérence visuelle de celle-ci. Au terme du traitement de restauration, achevé en mai 2026, l'œuvre a retrouvé son écrin originel dans l'église Saint-Jacques à Anvers.

La restauration des monuments en pierre, réalisée sur place, a débuté en 2024, une fois les travaux de restauration architecturale de la chapelle achevés. Les experts ont ainsi procédé au nettoyage des statues, à la stabilisation des éléments fragiles et à la fixation des couches de peinture encore présentes.

Un projet de référence pour la préservation du patrimoine

Grâce à la finalisation de la restauration en mai 2026, les visiteurs peuvent à nouveau admirer dans toute sa splendeur l'intérieur de la chapelle de Rubens. Ce

projet a non seulement permis de préserver un monument exceptionnel mais aussi d'acquérir de nouvelles connaissances sur les matériaux, les techniques et les procédés de restauration. L'approche multidisciplinaire de l'IRPA a permis d'appréhender l'ensemble dans sa globalité et de respecter sa valeur matérielle et historique. Toutes les données de recherche et les images sont disponibles sur BALaT (balat.kikirpa.be), la base de données en ligne en libre accès de l'IRPA.

Cette restauration est un exemple édifiant de la démarche actuelle de la préservation du patrimoine : la synergie entre l'expertise scientifique, un savoir-faire unique et l'engagement social. Ce projet exceptionnel n'aurait, en effet, jamais vu le jour sans l'implication de l'Institut royal du Patrimoine artistique et de la fabrique d'église, le soutien de la Loterie Nationale et, surtout, les contributions de partenaires et de passionnés du patrimoine.

Célébrer ensemble un succès commun

Aussi, l'IRPA a le plaisir de proposer, grâce au soutien de la Loterie Nationale, une série d'événements destinés aux généreux donateurs et amateurs du patrimoine qui ont porté le projet avec ferveur. Outre la participation au week-end d'inauguration organisé par l'église Saint-Jacques en mai, l'IRPA aura donné une présentation sur la chapelle de Rubens le 23 juin ainsi qu'une session en anglais à suivre en ligne le 29 septembre. Une visite dans la chapelle de Rubens même, prévue le 15 octobre, est réservée exclusivement aux membres d'Artis, le Cercle des Ami-e-s de l'IRPA.

Pour toute information complémentaire, merci de contacter :

Floortje Clerix (Service Communication & Développement, IRPA)
via floortje.clerix@kikirpa.be 

Lancement du « GIEC de la pollution »

La première session d'un nouveau panel d'experts en charge de l'étude des problèmes liés à la pollution chimique s'est dernièrement tenue à Genève. Ils seront également chargés de proposer des pistes d'action au monde politique. Explication en cinq points.

La première session du groupe surnommé le « GIEC de la pollution » s'est tenue récemment à Genève. Que faut-il attendre de ce nouveau panel intergouvernemental de scientifiques chargé d'examiner les enjeux liés aux produits chimiques, aux déchets et à la pollution ? Récemment nommé vice-président du bureau de ce nouveau groupe, le belge Bart Rymen, attaché au SPF Politique scientifique fédérale (Belspo) répond à nos questions.

1. Pourquoi créer un nouveau panel scientifique ?

L'objectif est de combler une lacune importante. La pollution constitue le troisième pilier de la crise environnementale actuelle, aux côtés du changement climatique et de l'érosion de la biodiversité, mais elle a longtemps été reléguée au second plan. Le GIEC, chargé d'évaluer de manière objective les connaissances sur le climat et de conseiller les responsables politiques, existe depuis 1988, tandis que son équivalent pour la biodiversité (IPBES) a été créé en 2012. Il a fallu attendre juin 2025 pour que la communauté internationale s'accorde sur la mise en place d'un organe similaire consacré spécifiquement à la pollution chimique.

Ce retard peut surprendre au vu de l'ampleur des conséquences de la pollution sur l'environnement et la santé. Comme le

souligne Bart Rymen, une étude publiée en 2022 a établi qu'un décès sur six dans le monde était lié à la pollution. Malgré cette crise majeure, aucun panel scientifique n'était jusqu'ici chargé de fournir aux décideurs des informations actualisées sur

les preuves scientifiques et les solutions possibles. Or, ces instances ont démontré leur efficacité pour sensibiliser et influencer la conclusion d'accords internationaux.

2. Comment ce groupe d'experts va-t-il fonctionner ?

Ce panel ne mènera pas de recherches originales : il aura pour mission de rassembler, d'évaluer et d'analyser les études scientifiques existantes à l'échelle mondiale afin d'éclairer les décideurs politiques. Il présentera différentes options d'action en détaillant leurs avantages et leurs inconvénients.

Afin de faciliter l'appropriation des recommandations, les États seront associés à plusieurs étapes de l'élaboration des rapports et pourront formuler des observations. Un organe décisionnel composé d'une trentaine de scientifiques



Photo : IISD/ENB | Mike Muzurakis

issus de diverses régions du monde sera chargé de définir le programme de travail. Pour chaque thématique prioritaire (types de polluants, par exemple), des groupes d'experts spécifiques seront constitués. Selon Bart Rymen, le programme devrait être fixé pour 2027 et un premier rapport publié en 2030.

3. Qui composera ce panel ?

La procédure de sélection des experts n'a pas encore commencé. Toutefois, il est déjà prévu qu'aux côtés des spécialistes des sciences dites « dures » participent également des experts en sciences sociales, tels que des économistes ou des sociologues.

Cette approche s'inspire des enseignements tirés du GIEC et de l'IPBES. Comme l'explique Bart Rymen, il est essentiel d'intégrer ces disciplines dès le départ

afin de proposer aux décideurs des recommandations en phase avec les réalités économiques et sociales, et compatibles avec une transition juste.

4. Quelles en sont les ambitions ?

Bart Rymen identifie trois ambitions principales. La première consiste à élaborer une stratégie mondiale de lutte contre la pollution. Aujourd'hui, des entités comme l'Union européenne réglementent les produits chimiques à leur propre échelle, alors que la pollution est un phénomène global. Cette situation engendre des distorsions de concurrence, comme l'illustre la controverse autour du traité Mercosur, certains pesticides interdits en Europe restant autorisés en Amérique du Sud. Un cadre international harmonisé permettrait d'instaurer des règles communes. Cet enjeu est particulièrement important pour la Belgique, importante productrice et exportatrice de produits chimiques. Il existe bien des conventions internationales, comme celles de Stockholm (polluants organiques persistants) ou de Minamata (mercure), mais elles ne couvrent qu'une part limitée des substances concernées.

La deuxième ambition est d'identifier plus rapidement les risques émergents afin d'agir en amont. Aujourd'hui, les réactions interviennent souvent tardivement, comme ce fut le cas pour les PFAS, ce qui complique fortement la gestion de la situation.

Enfin, le panel vise à aborder de manière cohérente la triple crise environnementale. Certaines solutions envisagées pour le climat, bien que séduisantes isolément, peuvent avoir des effets négatifs sur la biodiversité ou la pollution. Une approche intégrée est donc nécessaire.



Image: Copilot/Olivier Delacuvellerie

5. Les États-Unis participeront-ils ?

Début janvier, Donald Trump a annoncé le retrait des États-Unis du GIEC et de l'IPBES, ce qui laissait penser qu'ils ne rejoindraient pas ce nouveau panel. Pourtant, contre toute attente, les États-Unis ont récemment exprimé leur souhait d'y adhérer. Selon Bart Rymen, cette position a surpris, mais les représentants américains se sont montrés très constructifs lors de la session.

De manière générale, il se félicite du fort intérêt suscité par cette initiative, dans un contexte où le multilatéralisme est fragilisé. À ce jour, 130 pays ont rejoint ce projet porté par les Nations unies.

Article écrit sur base de l'article de Jean-François Munster/ Le Soir, 9 février 2026.

<https://www.lesoir.be/727764/article/2026-02-09/le-giec-de-la-pollution-est-sur-les-rails-queles-sont-ses-ambitions>

Mission Altius

La surveillance de l'évolution de la couche d'ozone, ainsi d'ailleurs que d'autres gaz atmosphériques, est cruciale. Malgré les mesures prises depuis plus de 35 ans pour la protéger, il faudra encore quelques dizaines d'années avant que le trou d'ozone au niveau de l'Antarctique ne se reconstitue. La mission ALTIUS, initiée par la Belgique, assurera dès cette année la continuité de ces observations essentielles.

Une reconstitution très lente

Les plus âgés se souviendront aisément du battage médiatique qui a suivi la découverte, dans les années '80, d'un trou dans la couche d'ozone. Les scientifiques tiraient la sonnette d'alarme : nos activités humaines, en l'occurrence l'émission dans l'atmosphère de gaz utilisés dans les systèmes réfrigérants et les aérosols depuis les années '30, provoquaient la destruction du bouclier protecteur de la vie sur Terre.

Cette découverte a ouvert les yeux du monde sur les effets globaux de l'activité humaine sur l'atmosphère. En réaction,

la communauté internationale a rapidement décidé d'arrêter progressivement la production des produits chimiques incriminés, les chlorofluorocarbones (CFC) et d'autres substances comme les halons, en adoptant dès 1987 le protocole de Montréal.

Malgré les mesures d'interdiction, le trou d'ozone est toujours bien présent, même si l'attention des médias s'est aujourd'hui déplacée vers d'autres effets des activités humaines. Le processus de reconstitution s'est en effet révélé très lent, ce qui s'explique notamment par le fait que les CFC et les halons peuvent persister dans l'atmosphère pendant plusieurs dizaines d'années. Ainsi, les experts estiment que le trou au-dessus de l'Antarctique ne devrait se refermer qu'entre 2050 et 2060.

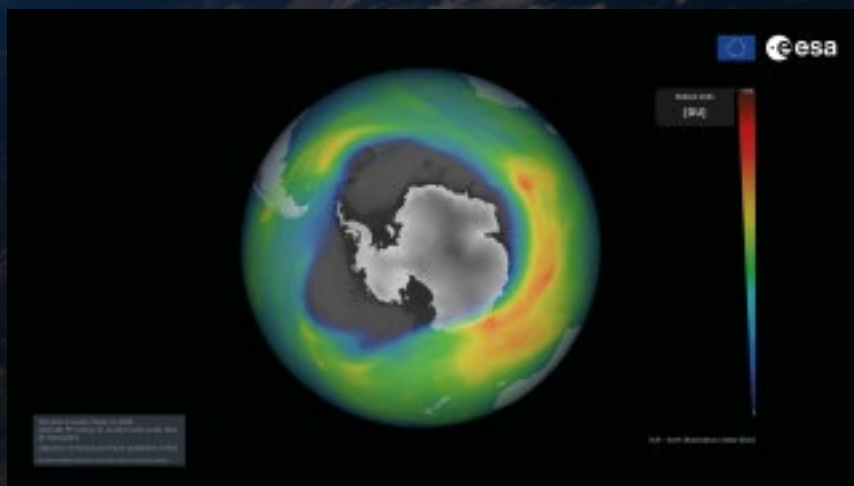
Assurer la continuité des observations

La destruction de la couche d'ozone a été observée pour la première fois par un instrument au sol basé en Antarctique, au début des années '80, puis confirmée par des observations satellitaires, grâce à

l'instrument TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer).

Depuis plus de 40 ans, plusieurs instruments satellitaires ont permis l'observation de la distribution spatiale des composants atmosphériques. C'est le cas notamment de l'instrument TROPOMI, un spectromètre imageur couvrant les bandes de longueur d'onde entre l'ultraviolet et les ondes courtes et embarqué à bord du satellite Sentinel-5P développé par l'Agence spatiale européenne (ESA) pour la Commission européenne.

Ces instruments jouent un rôle crucial car ils constituent un moyen indépendant et constant de surveiller l'évolution de la couche d'ozone, alors que les mesures in situ sur un continent comme l'Antarctique sont vraiment compliquées et coûteuses.



Trou dans la couche d'ozone en 2020 – Données Sentinel 5P

© contains modified Copernicus Sentinel data (2017), processed by DLR/ESA.



Qu'est-ce que le trou dans la couche d'ozone ?

Environ 90% de l'ozone (O_3) atmosphérique total se situe dans la stratosphère, c'est-à-dire la couche atmosphérique qui s'étend entre environ 10 km et 50 km d'altitude. Cet ozone stratosphérique est communément appelé « couche d'ozone » et constitue un véritable écran entre la Terre et le Soleil. En absorbant la plus grande partie du rayonnement ultraviolet (UV) du Soleil, elle protège toute vie sur Terre des effets néfastes (effets mutagènes pour les végétaux et animaux par altération de l'ADN) d'une exposition excessive à ces rayonnements de courtes longueurs d'onde.

Le « trou d'ozone » n'est bien sûr pas un véritable « trou » dans l'atmosphère. Il désigne une zone de la taille d'un continent située au-dessus de l'Antarctique, où la couche d'ozone s'amincit considérablement à chaque printemps austral. En cause, des substances comme les CFC, qui sont pour la plupart inertes dans la basse atmosphère, mais qui, à plus haute altitude, sont décomposés sous l'effet des UV en halogènes (chlore et brome) très réactifs qui catalysent la destruction de l'ozone. Au pôle Sud, les températures très basses atteintes dans la nuit polaire créent les conditions nécessaires à la formation de nuages à haute altitude, où la conversion des CFC est encore plus efficace. Le phénomène est également renforcé par ce que l'on appelle le vortex polaire qui isole la zone et empêche le remplacement de l'ozone détruit par de l'ozone provenant du nord de l'Antarctique.

Compte tenu de la taille du trou d'ozone, les satellites présentent également le grand avantage de couvrir quotidiennement de vastes zones de la Terre, alors que les mesures in situ ne sont que ponctuelles. Ils permettent également la

surveillance à différentes altitudes des variations de l'ozone et d'autres gaz dans l'atmosphère.

Cependant, la plupart de ces instruments satellitaires sont en fin de vie

ou ne tirent pas parti des dernières évolutions technologiques. Dans un avenir proche, on risque bien d'être confrontés à une pénurie d'instruments qui mettrait à mal la continuité des observations.



La mission ALTIUS, belge et innovante

Conscient du fait qu'il est essentiel d'assurer cette continuité, le groupe "Limb Sounding" de l'Institut Royal Belge d'Aéronomie Spatiale (BIRA-IASB) a initié le

développement scientifique d'un instrument appelé ALTIUS (Atmospheric Limb Tracker for the Investigation of the Upcoming Stratosphere). Après plusieurs années de préparation et de discussions avec l'ESA, l'équipe a convaincu BELSPO d'en soutenir le développement.



En 2016, la Belgique et l'ESA ont décidé de lancer la construction du satellite en tant que mission « Earth-Watch », ce qui signifie que les données opérationnelles sur l'ozone fournies par l'instrument seront rendues accessibles à la communauté des utilisateurs dans les 3 heures suivant les mesures.

ALTIUS est financé à 94 % par la Belgique, avec des contributions du Canada, du Luxembourg et de la Roumanie. Les différentes composantes de la mission sont actuellement en cours de développement et les partenaires belges jouent un rôle crucial. Le satellite est conçu et construit par un consortium d'entreprises sous la direction de Redwire Space (Anvers). OIP Sensor Systems (Oudenaarde) est le maître d'œuvre de l'instrument. Le segment sol pour le traitement des données est développé par un consortium sous la direction de Spacebel (Liège et Hoeilaart).

Le lancement d'ALTIUS est prévu pour cette année ; nous ne manquerons évidemment pas de vous tenir au courant lorsque le satellite sera opérationnel.

Une attention royale

L'équipe ALTIUS du BIRA-IASB est également très occupée par le développement d'algorithmes et de chaînes de traitement capables de traduire les informations transmises par le satellite

Pourquoi ALTIUS est innovant?

- ALTIUS est le seul instrument qui effectuera des mesures nocturnes du limbe au moment de son lancement ;
- ALTIUS utilise de nouvelles technologies de filtrage, de sorte que ses mesures sont de véritables images spectrales de l'atmosphère ;
- L'échantillonnage vertical d'ALTIUS est 10 fois supérieur à celui de tous les sondeurs de limbe précédents.

au centre de traitement en données utiles pour les utilisateurs finaux. C'est l'essentiel de l'exploitation scientifique de la mission qui relève de la responsabilité du BIRA-IASB. Emmanuel Dekemper, aujourd'hui à la tête de l'équipe ALTIUS, a récemment eu la chance de présenter la mission ALTIUS à Sa Majesté le Roi Philippe de Belgique qui visitait les installations du BIRA-IASB. 🇧🇪



Emmanuel Dekemper, scientifique de l'IASB, explique au Roi l'importance de la mission spatiale ALTIUS pour la surveillance de la couche d'ozone. Crédit: Pierre Gerard (BIRA-IASB)



L'Histoire du manteau de plumes tupinambá



Réouverture de la salle présentant les textiles et les parures de plumes en présence de l'ambassadeur du Brésil, son Excellence **Silvio Albuquerque**

Le 2 avril 2026, un nouveau guide du visiteur consacré à l'histoire du manteau de plumes tupinambá conservé aux Musées royaux d'Art et d'Histoire a été édité par la maison d'édition gantoise Mer. La sortie du livre coïncidait avec le réaménagement de la salle consacrée aux textiles andins et aux plumes d'Amazonie.

Synthétiser l'histoire des manteaux de plumes tupinambá n'est pas une tâche aisée. Ces manteaux ont traversé l'Atlantique et sont passés de mains en mains avant d'arriver dans les collections de plusieurs musées européens. La publication explore les différents aspects, récits et enjeux liés à la connaissance et à la conservation de ces manteaux.

Les Musées Royaux d'Art et d'Histoire de Bruxelles possèdent dans leur collection le plus grand des onze exemplaires connus aujourd'hui. Composé de trois parties, deux manteaux cousus ensemble et une couronne de plumules au sommet, ce manteau de plumes rouge écarlate est une pièce phare du cinquantenaire. Probablement ramené par les européens au XVI^e siècle, sa mention la plus ancienne est retrouvée dans l'inventaire de 1780 des collections royales de l'Arsenal. Il fait ensuite partie des collections de la chambre héraldique jusqu'en 1794 pour après se retrouver au Musée des armes et armures à la Porte de Hal avant de finir sa trajectoire aux Musées Royaux d'Art et d'Histoire. Erronément attribué à l'empereur Aztèque Moctezuma, il est aujourd'hui confirmé que le manteau a bien été fabriqué par les Tupinambá de la côte atlantique brésilienne.



Le guide, très richement illustré, permet au visiteur de replacer le manteau dans le contexte de son institution ensuite le lecteur fait connaissance des autres exemplaires connus. Ils sont conservés au Musée du Quai Branly de Paris (France), au Musée des Cultures de Bâle (Suisse), à la Biblioteca Ambrosiana de Milan (Italie), au Museu Nacional de Rio

de Janeiro (Brasil), au Musée National du Danemark à Copenhague (Danemark) et au Museo Etnografico de Florence (Italie). De tailles et formes différentes, ils sont tous fabriqués, comme

celui de Bruxelles, à partir de la même technique qui consiste à fixer des plumes rouges et noires d'ibis dans les nœuds d'un filet et de les stabiliser avec un second fil placé à l'horizontal.

Il est indispensable de relier ces manteaux éclatants à la communauté qui les a fabriqués. En contact avec les européens depuis les prémices de la colonisation, les Tupinambá figurent dans plusieurs récits, notamment celui de Hans Staden, où il décrit les différentes étapes du rituel anthropophage, une des situations où était porté le manteau de plumes. De Hans Staden à la fête cannibale de Rouen en 1550, à la conversion des Tupinambá ramenés par Claude d'Abbeville en 1613, le livre raconte comment cet imaginaire autour du « sauvage emplumé » s'est répandu dans toutes les cours européennes. Il en pointe aussi les répercussions sur les individus. Il démontre aussi que cette convoitise des objets de plumes par la noblesse européenne a entraîné la mise en place d'un réseau d'échange et de commerce entre le Brésil et l'Europe.



Aquarelle appartenant à la Klassik Stiftung de Weimar montrant un personnage habillé d'un manteau de plumes rouges

Mais le plus remarquable sans doute est que ces manteaux sont aujourd'hui au centre d'un renouveau artistique avec les installations et peintures d'artistes brésiliens. Ils sont également repris par Glicéria Tupinambá, artiste et représentante de la communauté Tupinambá de la Serra do Padeiro, qui, à partir du savoir de ses aïeux et de ses observations des manteaux conservés en Europe, fabrique à son tour des manteaux de plumes. C'est la première fois depuis au moins le XVII^e siècle qu'un manteau de plumes tupinambá est à nouveau fabriqué.

La salle des textiles et des plumes a rouvert ses portes avec une nouvelle présentation, un nouvel éclairage et des cartels augmentés.

Anne-Françoise Martin,
Américaniste et Collaboratrice scientifique
af.martin@mrah.be

Après 125 millions d'années, le « dragon épineux » révèle les secrets cachés de la peau des dinosaures

Un fossile exceptionnellement bien préservé et découvert en Chine révèle l'apparence réelle - et d'éventuelles stratégies de défense - des dinosaures iguanodontiens. *Haolong dongi* présente une peau préservée au niveau cellulaire et d'étranges piquants jamais observés auparavant chez les dinosaures.

Alors que le genre *Iguanodon* a fêté son 200ième anniversaire en 2025 et reste l'un des dinosaures les mieux documentés au monde, le groupe plus large des Iguanodontia réserve encore des surprises. Dans une nouvelle étude, une équipe internationale décrit *Haolong dongi*, une nouvelle espèce d'iguanodontien du nord-est de la Chine, dont la peau est si bien fossilisée que sa structure cellulaire est encore visible après 125 millions d'années.

Cette découverte trouve par ailleurs écho plus près de chez nous : *Haolong dongi* appartient à la même grande famille que les Iguanodons de Bernissart - les vedettes

de l'Institut des Sciences naturelles - et offre des indications exceptionnelles de ce à quoi la peau de leurs proches parents pouvait ressembler de leur vivant.

Une peau préservée jusqu'au noyau des cellules

Ce jeune dinosaure, surnommé le « dragon à piquants », était protégé par de grandes écailles superposées le long de sa queue. Son corps était également couvert de piquants de tailles différentes, des structures jamais vues auparavant chez les dinosaures. Des techniques d'imagerie



Représentation artistique de la nouvelle espèce *Haolong dongi* épineux.
(Image : Fabio Manucci)

avancées et des analyses histologiques ont montré que ces piquants étaient cornifiés et exceptionnellement conservés jusqu'au niveau des noyaux individuels des kératinocytes. Ces appendices représentent une innovation évolutive unique, encore jamais observée chez les dinosaures.

« Trouver de la peau préservée au niveau cellulaire chez un dinosaure est extraordinaire », explique Pascal Godefroit, auteur principal et paléontologue à l'Institut des Sciences naturelles. « Cela nous ouvre une fenêtre sur la biologie de ces animaux à un niveau que nous n'aurions jamais cru possible. »

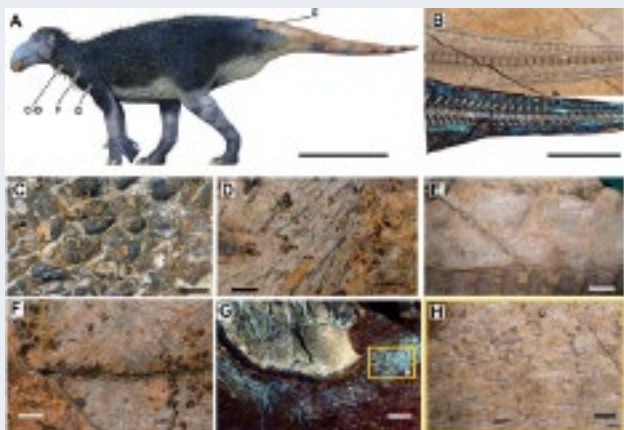
Quel rôle attribuer aux piquants ?

Les piquants permettaient probablement de dissuader les prédateurs, rendant *Ha-*

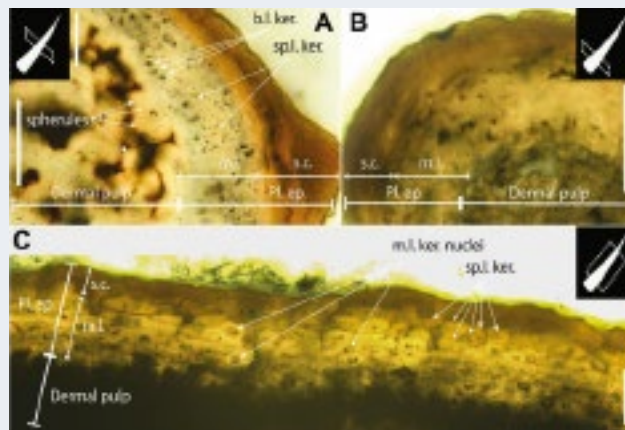


Le squelette exceptionnellement bien conservé d'*Haolong dongi* au Anhui Geological Museum, Hefei (Chine).

(Photo : Thierry Hubin, Institut royal des Sciences naturelles)



Structures visibles sur la peau d'*Haolong* : petites écailles tuberculeuses non chevauchantes le long du cou (C), petits piquants le long du cou (D), grandes écailles scutiformes non chevauchantes sur la queue (E), petites écailles tuberculeuses et piquants le long du sternum (F), les éléments bleu clair représentent de petites écailles tuberculeuses et de petites piquants (G). Photo en gros plan de G, avec de petites piquants bien conservés (H). Barre d'échelle : 50 cm (A), 25 cm (B), 1 mm (C,D,F,H), 2 cm (E), 1 cm (G).



Coupe transversale des épines au microscope optique. Même les noyaux cellulaires des kératinocytes (cellules productrices de kératine) sont encore visibles. Barres d'échelle, 50 μ m (a-c).

long dongi plus difficile à avaler pour les nombreux petits théropodes qui parcouraient le même écosystème. Ils pourraient aussi avoir joué un rôle dans la thermorégulation ou la perception sensorielle.

« Cette découverte montre que même des groupes bien étudiés comme les dinosaures iguanodontiens peuvent encore nous surprendre », ajoute Huang Jiandong, directeur du département de recherche de l'Anhui Geological Museum et premier auteur de l'article. « La complexité de la peau des dinosaures est bien plus grande que nous l'imaginions. »

Un nouveau nom dans une lignée emblématique

Nommé en l'honneur de feu Dong Zhiming, pionnier de la recherche sur les dinosaures en Chine, *Haolong dongi* occupe une position basale dans la lignée menant aux hadrosaures, les célèbres dinosaures « à bec de canard ». Ses structures cutanées uniques illustrent la créativité évolutive des dinosaures et soulignent l'importance de poursuivre l'exploration.

« Deux siècles après la description du genre *Iguanodon*, nous réécrivons



Une partie de l'équipe de recherche, avec Pascal Godefroit (t-shirt bleu), auprès du squelette exceptionnellement bien conservé. (Photo : Thierry Hubin, Institut des Sciences naturelles)

encore l'histoire de ces herbivores emblématiques », déclare Wu Wenhao, co-auteur de l'Université de Jilin, qui a le premier observé la présence de ces structures étranges chez *Haolong dongi*. « Ce fossile nous rappelle que les expériences de la nature laissent souvent derrière elles des traces spectaculaires. »

L'étude est publiée dans la revue scientifique *Nature Ecology & Evolution*.



Saul Steinberg

À l'occasion d'un accrochage exceptionnel, les Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique présentent une nouvelle sélection de panneaux issus de *The Americans*, une œuvre monumentale de Saul Steinberg réalisée pour l'Exposition universelle de 1958 à Bruxelles. Après une première présentation, c'est désormais la deuxième série de panneaux, elle aussi restaurée, qui est à découvrir !

Biographie d'un artiste exceptionnel

Né en 1914 dans une famille juive, **Saul Steinberg** débute des études de lettres à Bucarest avant d'émigrer en Italie en 1933, poussé par l'antisémitisme grandissant.

Il s'inscrit à l'École polytechnique de Milan, où il décroche un diplôme d'architecture en 1940. Durant ce séjour milanais, il publie des dessins satiriques dans la revue *Bertoldo* qui ne passent pas inaperçus. Ceux-ci révèlent un regard et un esprit incisif qui est vite remarqué par d'autres revues comme *Life* et *Harper's Bazaar*.

L'arrivée des lois antisémites en Italie (il sera brièvement incarcéré entre avril et juin 1941 d'abord à la prison San Vittore de Milan, puis à Teramo) vont finalement le pousser à tenter sa chance aux États-Unis en 1941, où il sera d'abord refoulé. Il devra attendre plusieurs mois en République Dominicaine avant d'être enfin admis sur le sol américain.

De la reconnaissance au succès

Dès 1941 il publie dans le *New Yorker*, et leur collaboration durera près de 60 ans. Steinberg produira pour eux 90 couvertures et 635 schémas. Le célèbre magazine publiera en tout près de 1200 de ses œuvres.



En 1943 a lieu sa première exposition personnelle qui se tient à la galerie *Wakefield* à New York. Trois ans plus tard, il figure parmi les *Quatorze Américains* à être exposés au MoMA de New York avec des artistes comme Arshile Gorky, Isamu Noguchi, ou Robert Motherwell.

Il va devenir un véritable ambassadeur de l'art américain dans le monde, et va s'engager dans une longue série d'expositions en galerie, et dans les musées du monde entier. Son travail fera l'objet de nombreuses expositions à la galerie Maeght, à Paris.

Il partagera avec Millôr Fernandes le premier prix de l'exposition internationale de caricatures de Buenos Aires de 1956.

Il réalise « *The Americans* » pour l'Exposition Universelle de 1958 à Bruxelles.

Saul Steinberg décèdera à New York, en 1999.

Un style unique

Steinberg utilise un large éventail de techniques : collage, peinture à l'huile, aquarelle, gouache, fusain, crayon, crayon de couleur... Il invente une calligraphie personnelle, où l'écrit devient dessin, et où son art se teinte volontiers de poésie et d'une tendre ironie, et toujours avec une virtuosité maîtrisée.

L'idée du déguisement étant un point central de son œuvre, Steinberg a souvent réalisé



des masques puisque, pour lui, chacun porte un masque, réel ou métaphorique.

« The Americans » (*)

Saul Steinberg a montré un exemple exceptionnel de ses talents artistiques pour le pavillon américain de l'Exposition universelle de 1958 à Bruxelles. Pour l'occasion, l'artiste avait réalisé sur place une fresque de plus de 70 mètres de long devant laquelle le magazine Vogue organisa des défilés quotidiens. Dans ce collage géant inspiré de l'«*American way of life*», il avait pu donner libre cours à sa créativité.

The Americans se compose en fait de huit séries de panneaux thématiques et est considéré comme le point culminant de l'œuvre de Steinberg.

Une fois l'exposition universelle fermée, *The Americans* a été acquis par l'Etat belge et conservé aux Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique (MRBAB). Cette œuvre gigantesque sur papier a rarement été exposée en raison de son volume et de sa grande fragilité, alors qu'elle était à l'origine une commande créée sur mesure pour le Pavillon américain et avait été conçue pour être admirée par des milliers de visiteurs. Pendant l'expo 58, cette fresque formait le décor luxueux des défilés de mode quotidiens orchestrés par le magazine *Vogue* au cœur d'un impressionnant espace ouvert.

Au printemps 2025, trois séries de panneaux ont constitué le décor d'une



présentation à la presse de la Maison Delvaux, marque belge de maroquinerie, lors de la Fashion Week de Paris. La Maison Delvaux, qui est membre du Corporate Club du musée, avait contribué à la restauration des panneaux et avait donc reçu les œuvres en prêt à titre exceptionnel.

Cette œuvre a actuellement retrouvé toute sa splendeur et est à découvrir absolument aux MRBAB jusqu'au 27 septembre 2026 !

Crédit général: Saul Steinberg, *The Americans* (1958)

© The Saul Steinberg Foundation / SABAM Belgium, Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles / photo Jelle Van Seghbroeck

(*) Texte sur « The Americans », source MRBAB. 

Expo Music, Sound & Imagination au Palais royal de Bruxelles

Cet été, le Service public de Programmation (SPP) Politique Scientifique Fédérale, BELSPO, a l'honneur, pour la dix-septième fois, de présenter l'exposition Science et Culture au Palais royal. En collaboration avec les dix Établissements Scientifiques Fédéraux (ESF) et trois partenaires fortement liés au thème de l'exposition, en particulier het *Koninklijk Conservatorium van Brussel*, le Conservatoire royal de Bruxelles et la Chapelle Musicale Reine Elisabeth, cette édition est mise en musique.

Sous les peintures allégoriques de l'aube au crépuscule de Charles-Léon Cardon (1850-1950) la musique anime l'espace du matin au soir. Animaux, étoiles, univers, œuvres d'art, documents et modèles dialoguent avec des partitions, des fragments sonores et des instruments de musique.

L'exposition s'articulera en trois actes :

I Musique & Famille royale



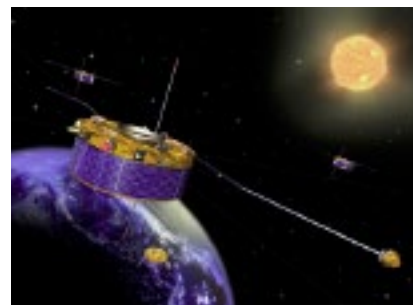
© MSK | Martin Corlazzoli

II Musique & Science



© Music Chapel | All rights reserved

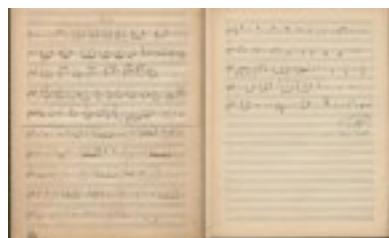
III Musique & Espace



© ESA | Atelier Guarniero

Un petit aperçu par acte...

En 2026, le Concours Reine Elisabeth célèbre son 75e anniversaire et est aussi le 150e anniversaire de la reine Elisabeth de Belgique. La Reine et la compétition ont une influence durable sur la musique belge. En hommage à cela, de nombreuses festivités ont lieu.



© KBR

Bpost publie un timbre avec le portrait de la reine Elisabeth au violon, avec en arrière-plan un fragment de la partition manuscrite de *la Sonate pour deux violons d'Eugène*

Ysaÿe, une œuvre qui lui a été dédiée.

La Sonate est hébergée dans la collection Eugène Ysaÿe de la Division Musique de la Bibliothèque Royale de Belgique (KBR) et on peut la voir lors de l'exposition.

Le retable L'Agneau mystique (1432), exposé à la cathédrale Saint-Bavon de Gand, a une histoire mouvementée avec



© MSK | Martin Corlazzoli

des vols, des incendies, des iconoclasmes, des saisies et des ventes. Depuis 2012, les équipes de l'Institut royal du Patrimoine artistique (IRPA) mènent une étude et un traitement de restauration de l'ensemble de l'œuvre. Celle-ci se déroule directement au sein du Musée des Beaux-Arts de Gand où le public peut observer ce magnifique travail. Sur le site Closer to Van Eyck, on trouve l'ensemble de la documentation photographique et scientifique. Lors de l'exposition au Palais royal, vous pouvez jeter un regard différent sur le célèbre retable, en mettant l'accent sur 2 des 12 panneaux, en particulier Les anges musiciens et *Les anges chanteurs des Frères Van Eyck*.

En 2000, la mission Cluster de l'Agence spatiale européenne (ESA) a été lancée. Quatre satellites volent en formation autour de la Terre afin d'étudier la

magnétosphère, l'environnement magnétique de la Terre. La fin de la mission a commencé en septembre 2024 avec le retour du premier satellite, suivi d'un deuxième retour en 2025. Les deux derniers satellites sont attendus fin août 2026. L'Institut royal d'aéronomie spatiale de Belgique (IASB) développe des instruments pour mesurer les ondes spatiales et analyse les données. La scientifique de l'espace et musicienne Lucile Turc crée une ***Ballade pour un quatuor cosmique***, une chanson pour quatre voix, pour quatre satellites. Comment cela sonne-t-il? Vous pouvez l'écouter dans l'exposition.



© Lucile Turc



© Belspo | All rights reserved

Cette sonorité vous intrigue ?
Après tout, la magie, l'émerveillement et la science sont les trois piliers de l'esprit inventif...

Venez découvrir cet univers inédit !

Informations pratiques :

3/7-16/8/2026

Fermé les lundis, les 15, 16, 20, 21 et 22 juillet

10 :30 - 17 :00

Entrée payante

(10 € à partir de 13 ans)

et uniquement avec réservation

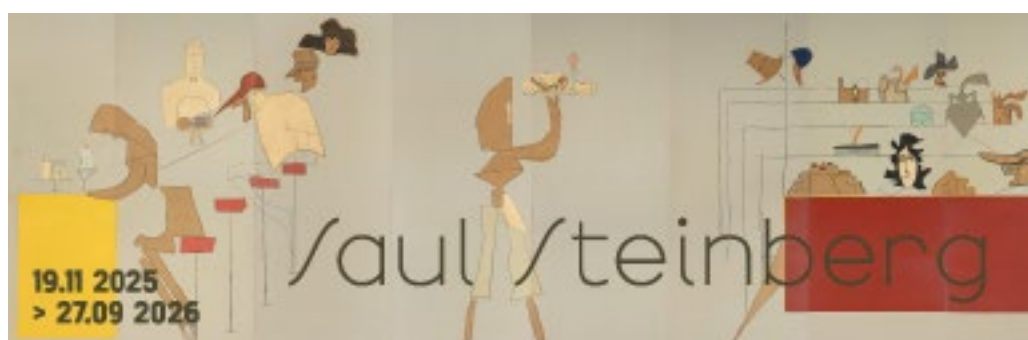
Palais royal, Bruxelles 🇧🇪



royal.belspo.be



Musées royaux des Beaux-Arts de Belgique



Bibliothèque royale **KBR**



Scan the QR code and
download the walk via
the free VRT Podwelko app.

In the footsteps of Bart Van Loo and the Burgundians at the KBR museum

In the footsteps of Bart Van Loo and the Burgundians

Museum trail and podwalk through Brussels

Et encore bien d'autres d'idées d'activités:



SCIENCE

Connection

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

Editeur responsable :

Arnaud Vajda
WTC III
Boulevard Simon Bolivar, 30 - boîte 7
B-1000 Bruxelles

Coordination :

Olivier Delacuvellerie
scienceconnection@belspo.be
www.scienceconnection.be

Ont collaboré à ce numéro :

Joëlle BERTRAND (Belspo), Laurence BURNOTTE (Belspo), Floortje CLERIX (IRPA), Florence COSME (Musée Arts & Histoire), Olivier DELACUVELLERIE (Belspo), Stéphanie FRATTA (Aéronomie), Anne GOFFART (Musée Arts & Histoire), Joshi JANSSEN (Belspo), Hugo LARA (Révolution Énergétique), Hélène LEBAILLY (Musée des Beaux-Arts), Roxane LEEMANS (IRPA), Serge LEMAITRE (Musée Arts & Histoire), Florent MAGES (Sciences naturelles), Anne-Françoise MARTIN (Musée Art & Histoire), Sofie ONGHERA (Archives de l'Etat), Estelle PETITCLERC (Sciences naturelles), Kris PIESENS (Sciences naturelles), Isabelle PONTEVILLE (Archives de l'Etat), Olivier RIDOLE (Belspo), Pieter ROTTIERS (Belspo), Bart RYMEN (Belspo), Sandra VAN ROY (Belspo), Reinout VERBEKE (Sciences naturelles), Kris WELKENHUYSEN (Sciences naturelles)

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

Image de couverture: Copilot

Tirage :

11.000 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 :

Drukkerij Van der Poorten, Kessel-Lo



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 2026

Reproduction autorisée moyennant citation de la source.

Interdit à la vente.





Observatoire
Météorologie
Aéronomie

Sterrenwacht
Meteorologie
Aeronomie

PORTES OUVERTES AU PÔLE ESPACE

CÉLÉBRONS LES 200 ANS DE L'OBSERVATOIRE

OPENDEURDAGEN VAN DE POOL RUIMTE

VIER 200 JAAR STERRENWACHT MET ONS

26&27/09/2026
10:00-18:00

ENTRÉE GRATUITE / GRATIS TOEGANG
Avenue Circulaire / Ringlaan 3, 1180 Brussels

