

Rapport sur l'Environnement

2021 – 2022



SOMMAIRE



Préambule	4
En bref	7
À propos du CERN	9
Approche managériale	12
Énergie	15
Émissions	18
Rayonnements ionisants	24
Biodiversité, utilisation des sols et modification du paysage	26
Eau et effluents	28
Déchets	31
Bruit	34
Conformité environnementale et gestion des substances dangereuses	36
Connaissances et technologies pour l'environnement	38
Glossaire	40
Index du contenu GRI	42

PRÉAMBULE



Message de la Directrice générale

Le CERN a été créé en 1954 afin de servir de pôle de référence pour la recherche en physique fondamentale en Europe, de mettre à disposition des installations que les pays ne pourraient posséder individuellement, et de favoriser la coopération entre États européens grâce à la science. Aujourd'hui, le Laboratoire dispose d'un ensemble remarquable d'infrastructures de recherche destinées à une communauté scientifique internationale, ce qui en fait un modèle de collaboration mondiale. Le CERN aspire en outre à devenir un modèle de recherche durable et respectueuse de l'environnement et à faire en sorte que ses technologies aident la société à préserver la planète.

Ces dernières années, la sensibilisation aux questions climatiques et environnementales s'est considérablement accrue. Si le CERN a toujours pris au sérieux sa mission en matière de protection de l'environnement, il multiplie aujourd'hui les efforts pour parvenir à ses objectifs en réduisant le plus possible son impact environnemental et en apportant une contribution maximale à la société. Cette approche s'applique aussi bien aux installations existantes qu'aux installations futures.

En 2020, la communauté européenne de la physique des particules a publié une mise à jour de la stratégie européenne pour la physique des particules et recommandé que le CERN réalise une étude sur la faisabilité d'un futur collisionneur circulaire (FCC). Elle a également recommandé qu'un « plan détaillé visant à limiter le plus possible l'impact environnemental et à économiser et réutiliser l'énergie [fasse] partie du processus d'approbation de tout projet important ». En d'autres termes, la durabilité sous-tendra tous les projets futurs au CERN.

Ainsi, l'équipe chargée de l'étude de faisabilité du FCC examine de près l'impact environnemental de ce collisionneur, en étudiant des aspects allant de la protection de la biodiversité à l'utilisation des matériaux excavés, en passant par la mise au point de technologies plus économes en énergie et le déploiement de solutions reposant sur les énergies renouvelables. Les développements dans ce domaine seront abordés dans les futurs rapports.

À l'heure actuelle, le changement climatique et la protection de l'environnement font partie des plus grands défis auxquels l'humanité est confrontée. Il est de notre responsabilité à tous de limiter l'impact de l'activité humaine. Nous ne pouvons continuer de vivre comme avant, et le CERN cherche activement à repousser les frontières de la connaissance tout en limitant le plus possible l'empreinte environnementale de ses installations et en contribuant à l'élaboration de solutions.

Fabiola Gianotti, Directrice générale



Message du chef de l'unité Santé et sécurité au travail et protection de l'environnement

Le troisième rapport du CERN sur l'environnement porte sur les années 2021 et 2022, marquées par la poursuite de la pandémie de COVID-19 et l'éclatement de la guerre en Europe, suite à l'invasion de l'Ukraine par la Fédération de Russie. Ces deux situations ont eu une incidence sur les informations contenues dans ce rapport. La pandémie a poussé le CERN à changer son mode de fonctionnement. Bien que le Laboratoire ait retrouvé l'ambiance qui le caractérisait, avec le retour de son personnel sur place, beaucoup de personnes profitent des nouvelles modalités de télétravail et les trajets quotidiens ont sensiblement diminué. Ce changement est clairement visible dans nos statistiques relatives aux déplacements et dans les données environnementales qui s'y rapportent. L'invasion russe, quant à elle, a contribué à la volatilité des marchés de l'énergie. Sur ce plan, le CERN a mis en œuvre des mesures d'économie d'énergie supplémentaires en signe de responsabilité sociale.

Pendant une grande partie de la période concernée par ce rapport, le complexe d'accélérateurs du CERN était à l'arrêt pour permettre des travaux de maintenance et d'amélioration. L'empreinte environnementale du CERN pendant un long arrêt est bien différente de son empreinte en période d'exploitation des accélérateurs. Par exemple, notre consommation d'énergie et d'eau est plus basse, mais notre activité de traitement des déchets est accrue, car nous remplaçons les équipements usés ou obsolètes.

Malgré les difficultés liées à la pandémie, les objectifs du long arrêt ont tous été atteints, et les accélérateurs ont progressivement été remis en fonctionnement en 2021 et 2022, jusqu'au redémarrage du Grand collisionneur de hadrons (LHC), en juillet 2022. Les travaux menés pendant le long arrêt visaient à améliorer la performance des accélérateurs et des détecteurs, ainsi que leurs caractéristiques environnementales. Le complexe d'accélérateurs est aujourd'hui plus efficace et produit plus de données par unité d'énergie consommée. Les expériences ont consacré d'importants moyens à la réparation des fuites dans leurs systèmes de gaz et travaillé au remplacement des gaz actuels par d'autres, plus respectueux de l'environnement.

Le présent rapport aborde également le programme Innovation en matière d'applications environnementales du CERN (CIPEA), lancé en mars 2022, qui finance ses huit premiers projets. Par ailleurs, nous incluons pour la première fois des données sur les émissions de gaz à effet de serre de champ 3 liées aux achats. Depuis notre premier rapport sur l'environnement, nous avons beaucoup appris sur notre empreinte écologique, mis en œuvre des mécanismes pour mieux la comprendre et la maîtriser, et intensifié nos efforts pour identifier et mettre au point des technologies découlant de nos recherches susceptibles d'être bénéfiques pour l'environnement. S'il reste encore beaucoup à faire, nous avons accompli des progrès considérables que je vous invite à découvrir dans ce rapport.

Benoît Delille, chef de l'unité Santé et sécurité au travail et protection de l'environnement

ÉNERGIE

1 215 GWh

Le CERN s'engage à limiter à 5 % la hausse de sa consommation d'électricité d'ici la fin de la troisième période d'exploitation par rapport à l'année de référence 2018, ce qui correspond à un objectif maximal de 1 314 GWh, tout en augmentant notablement la performance de ses installations. Il s'engage également à réutiliser davantage l'énergie.

En 2021 et 2022, le CERN a consommé respectivement 991 GWh et 1 215 GWh d'électricité.

En outre, il a consommé respectivement 67 GWh (240 TJ) et 51 GWh (184 TJ) d'énergie générée à partir de combustibles fossiles.

ÉMISSIONS

184 173 teqCO₂

L'objectif du CERN est de réduire ses émissions directes de 28 % d'ici la fin de la troisième période d'exploitation par rapport à l'année de référence 2018, ce qui correspond à un objectif maximal de 138 300 tonnes d'équivalent CO₂.

En 2021 et 2022 :

- les émissions de champ 1 s'élevaient respectivement à 123 174 et 184 173 tonnes d'équivalent CO₂ (teqCO₂) ;

- les émissions de champ 2 liées à la consommation électrique s'élevaient respectivement à 56 382 et 63 161 teqCO₂ ;

- les émissions de champ 3 liées aux voyages professionnels, aux déplacements domicile-travail, à la restauration, au traitement des déchets et à la purification de l'eau s'élevaient respectivement à 7 813 et 8 956 teqCO₂ ;

- les émissions de champ 3 liées aux achats, incluses pour la première fois dans ce rapport, s'élevaient respectivement à 98 030 et 104 974 teqCO₂.

EAU ET EFFLUENTS

3 234 ML

Le Laboratoire entend limiter à moins de 5 % la hausse de sa consommation d'eau d'ici la fin de la troisième période d'exploitation par rapport à l'année de référence 2018, ce qui correspond à un objectif maximal de 3 651 mégalitres malgré les besoins croissants en refroidissement de ses installations.

En 2021 et 2022, le CERN a consommé respectivement 2 661 et 3 234 mégalitres d'eau.

RAYONNEMENTS IONISANTS

< 0,01 mSv

L'Union européenne a fixé la dose annuelle maximale d'exposition du public à des sources artificielles à 1 millisievert (mSv). Pour sa part, le CERN s'engage à ne pas dépasser 0,3 mSv par an.

Pendant la période concernée par ce rapport, la dose effective reçue par toute personne vivant à proximité du Laboratoire était inférieure à 0,01 mSv, ce qui est plus de 100 fois inférieur à la dose annuelle moyenne par personne en Suisse du fait d'exams médicaux.

EN BREF

2021–2022

La période concernée par ce rapport a été marquée par la fin du deuxième long arrêt et le redémarrage du complexe d'accélérateurs (troisième période d'exploitation), avec l'objectif d'atteindre une énergie de collision de 13,6 TeV au Grand collisionneur de hadrons (LHC). Dans certains domaines, les indicateurs environnementaux peuvent différer fortement selon que le complexe est en exploitation ou à l'arrêt ; c'est pourquoi, dans certains cas, sont donnés les indicateurs des deux années. Les indicateurs de 2022 sont mis en évidence pour les domaines où des objectifs prioritaires ont été définis (énergie, émissions, eau et effluents).

DÉCHETS

recyclés à 69 %

Le CERN s'efforce d'améliorer son taux de recyclage des déchets non dangereux. En 2022, ce taux était de 69 %, contre 56 % en 2018.

En 2021 et 2022, le CERN a éliminé respectivement 5 111 et 8 812 tonnes de déchets non dangereux et 1 544 et 1 295 tonnes de déchets dangereux (dont 307 et 519 tonnes de déchets radioactifs).

BRUIT

45 dBA la nuit

Le CERN s'engage à limiter le bruit à ses abords à 70 dBA la journée et 60 dBA la nuit.

Pendant la période concernée par ce rapport, il a amélioré sa gestion du bruit, notamment en installant un système de surveillance du bruit en temps réel au point 2 du LHC et au point 4 du SPS. Les niveaux sonores moyens mesurés aux abords du CERN sont typiquement d'environ 50 dBA la journée et 45 dBA la nuit.

BIODIVERSITÉ

18 espèces d'orchidées

Un inventaire de la flore et de la faune a été mené en 2022. Deux nouvelles espèces d'orchidées ont été identifiées, portant le total sur le domaine à 18 ; 62 espèces de Lepidoptera et 32 espèces d'Orthoptera sont également présentes.

TRANSFERT DE CONNAISSANCES

8 projets environnementaux

En 2022, le CERN a lancé le programme Innovation en matière d'applications environnementales (CIPEA), qui englobe quatre domaines dans lesquels son savoir-faire peut être utile : énergies renouvelables et à faible émission de carbone ; transports non polluants et mobilité du futur ; changement climatique et contrôle de la pollution ; durabilité et science verte.

Huit projets ont été sélectionnés afin d'être mis en œuvre avec le soutien financier de partenaires extérieurs ou du Fonds pour le transfert de connaissances du CERN.

À PROPOS DU CERN

Fondée en 1954, l'Organisation européenne pour la Recherche nucléaire (CERN) est le plus éminent laboratoire de recherche en physique des particules du monde. Il se consacre à la physique fondamentale, cherchant à comprendre les constituants et les lois de l'Univers.

UN LABORATOIRE POUR LE MONDE

Le CERN est une organisation intergouvernementale dont le siège est situé à Meyrin, dans le canton de Genève (Suisse). Il a deux sites principaux : celui de Meyrin, à la frontière franco-suisse, et celui de Prévessin, en France. D'autres sites, plus petits, jalonnent l'anneau du Grand collisionneur de hadrons (LHC) et celui du Supersynchrotron à protons (SPS).

La coopération entre nations, universités et scientifiques joue un rôle moteur dans la recherche au Laboratoire. Plus de 16 000 personnes du monde entier y travaillent ensemble pour repousser les frontières de la science et de la technologie. Parmi elles, un peu plus de 3 500 membres du personnel employés participent à la conception, la construction et l'exploitation des infrastructures de recherche. Ils contribuent aussi à la préparation et à l'exploitation des expériences ainsi qu'à l'analyse des données recueillies pour une communauté de plus de 12 000 scientifiques provenant d'instituts de plus de 82 pays.

LES MACHINES À DÉCOUVERTES

Le CERN dispose d'un complexe unique d'accélérateurs de particules permettant de mener des recherches de pointe. Le LHC, le plus grand et le plus puissant accélérateur de particules du monde, fait entrer en collision des faisceaux de protons ou d'ions lourds ; les résultats de ces collisions sont enregistrés par plusieurs détecteurs de particules. Il connaîtra son aboutissement avec le LHC à haute luminosité (HL-LHC), qui sera exploité de 2029 à 2041.

En physique des particules, les délais de réalisation de nouvelles installations sont longs, et bien qu'il soit prévu que le LHC soit exploité jusqu'en 2041, le Laboratoire a déjà commencé à préparer la suite. Le grand favori pour succéder au LHC est une machine circulaire d'environ 91 km de circonférence, le Futur collisionneur circulaire (FCC), qui fait actuellement l'objet d'une étude de faisabilité, à la suite d'une demande du Conseil du CERN. L'équipe chargée de cette étude remettra son rapport sur la faisabilité financière, environnementale, géologique et technologique du FCC en 2025 (voir Pour aller plus loin).

En parallèle, des travaux de R&D sont menés sur d'autres installations potentielles qui permettraient au CERN de mener des recherches jusqu'à la fin du XXI^e siècle. Pour mettre au point de nouveaux outils de recherche, le CERN repousse les limites de la technologie, notamment dans les domaines de la supraconductivité, du vide, du calcul et de l'électronique. À long terme, ces innovations pourraient bénéficier à la société tout entière (voir Connaissances et technologies pour l'environnement).

FORMER ET SENSIBILISER

La découverte des sciences et technologies qui sous-tendent les recherches du CERN peut non seulement susciter des vocations, mais aussi amener un large public à s'intéresser à la science et à son impact sur notre vie quotidienne. Le Laboratoire reste un lieu très apprécié, les visites guidées attirant chaque année environ 150 000 visiteurs de 95 pays (chiffres de 2019).

L'éducation est l'un des piliers de la mission du CERN. Le Portail de la science, qui ouvrira en 2023, sera un centre emblématique pour l'éducation et la communication grand public. Parmi les diverses initiatives organisées pour les élèves de tous âges figure le programme d'été pour les étudiants de premier cycle, le concours *Ligne de faisceau pour les écoles*, destiné aux élèves du secondaire, et le projet *Dans la peau de scientifiques*, destiné aux élèves du primaire. L'Organisation propose également des programmes pour les enseignants du secondaire.

ÉTHIQUE ET INTÉGRITÉ

Le CERN s'est engagé à poursuivre sa mission de recherche, d'innovation, de formation et de collaboration en respectant les normes éthiques les plus strictes. Il s'appuie pour cela sur ses Statut et Règlement du personnel, définissant les rôles et responsabilités de l'Organisation et de son personnel. En outre, l'Organisation dispose d'un ombud et d'un programme Diversité et Inclusion. Le Code de conduite du CERN repose sur les valeurs d'intégrité, d'engagement, de professionnalisme, de créativité et de diversité. Il sert de guide à toutes les personnes présentes au CERN (membres du personnel ou visiteurs) en les aidant à comprendre comment elles doivent se comporter, traiter les autres et ce qu'elles sont en droit d'attendre des autres. En parallèle, divers organes et structures ont été créés pour garantir le bien-être de l'ensemble du personnel et lui apporter tout le soutien dont il a besoin. Ces dispositifs s'inscrivent dans un cadre global couvrant les droits en matière d'emploi, la sécurité au CERN et le devoir de diligence de l'Organisation.

AGIR POUR UNE RECHERCHE RESPONSABLE

Le CERN s'efforce d'être un exemple en matière de recherche respectueuse de l'environnement. Une campagne de sensibilisation et d'information destinée au personnel, lancée en juin 2021, a abouti, en septembre 2022, à une réunion publique, qui a permis à chaque personne travaillant au CERN de se familiariser avec les objectifs environnementaux de l'Organisation et de savoir comment contribuer à leur réalisation. En octobre 2022, le Comité directeur pour la protection de l'environnement du CERN (CEPS) a organisé un atelier de deux jours sur le CERN et l'environnement. Les différents thèmes ont été abordés en profondeur, à travers des sessions sur l'énergie, l'état de la recherche sur les gaz pour détecteurs et les réfrigérants écologiques, l'environnement local, la mobilité, les voyages, l'alimentation et les achats.

Les recherches menées au CERN contribuent à de nombreux objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies. Cinq d'entre eux sont particulièrement pertinents pour le Laboratoire : bonne santé et bien-être (objectif n°3), éducation de qualité (n°4), industrie, innovation et infrastructure (n°9), paix, justice et institutions efficaces (n°16) et partenariats pour la réalisation des objectifs (n°17). L'Organisation s'efforce de contribuer activement à leur réalisation. En outre, l'objectif du CERN consistant à limiter son impact sur l'environnement cadre bien avec d'autres ODD (voir Index du contenu GRI).

Le CERN est membre de l'EIROforum, qui réunit huit des plus grands laboratoires de recherche européens. En octobre 2021, aux côtés des principaux responsables et chercheurs des grands laboratoires scientifiques des États-Unis et d'Europe, y compris des autres membres de l'EIROforum, le CERN a pris part à une visioconférence en amont de la Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (COP26). Partageant les mêmes valeurs et étant convaincus que la collaboration est le moteur du progrès, les instituts participants ont publié un communiqué de presse conjoint affirmant leur engagement commun pour une science unifiée, propice à une société et à une économie mondiales durables et résilientes.

En parallèle, le groupe de travail de l'EIROforum sur la durabilité environnementale, créé en 2020 et présidé par le CERN, s'est réuni deux fois en 2021 et en 2022 afin d'examiner les activités menées par chaque membre et d'identifier de potentielles sources de synergies. Lors de la réunion tenue à l'automne 2022, les organisations ont présenté leurs solutions face à la crise de l'énergie. Faire en sorte que les connaissances et les technologies de l'Organisation bénéficient à la société est inscrit dans sa Convention constitutive, qui stipule que « les résultats des travaux expérimentaux et théoriques du CERN sont publiés ou de toute autre façon rendus généralement accessibles ».

En 2020, le Haut-Commissariat aux droits de l'homme (HCR), l'UNESCO, l'OMS et le CERN ont publié un appel conjoint à une science ouverte, dans lequel il était souligné qu'il s'agit d'un élément fondamental des droits de l'homme jouant un rôle important pour la réalisation des ODD.

GOVERNANCE

Fin 2022, le CERN comptait 23 États membres, dix États membres associés et six observateurs. Le statut d'observateur de la Fédération de Russie et de l'Institut unifié de recherche nucléaire (JINR) de Doubna (Russie) a été suspendu par une résolution du Conseil du CERN en mars 2022. Le Conseil du CERN, autorité suprême de l'Organisation, définit ses activités scientifiques, techniques et administratives. Il est assisté dans sa tâche par cinq organes subsidiaires, à savoir le Comité des directives scientifiques, le Comité des finances, le Comité d'audit, le Forum tripartite sur les conditions d'emploi et le Conseil d'administration de la Caisse de pensions. Les États membres désignent leurs propres délégués et chaque État dispose d'une seule voix, la plupart des décisions se prenant à la majorité simple.

Nommé par le Conseil, généralement pour cinq ans, le directeur général du CERN gère l'Organisation et rend directement compte au Conseil. Il est assisté par le Directoire, dont les membres sont proposés par le directeur général et approuvés par le Conseil. En outre, le CERN dispose d'un Directoire élargi, réunissant tous les directeurs et chefs de département.

Le CERN s'engage à entretenir un dialogue avec son personnel, qu'il s'agisse de membres du personnel employés par l'Organisation ou de personnes venant au Laboratoire pour mener leurs recherches. À cette fin, plusieurs mécanismes de dialogue, d'évaluation, de soutien et de réconciliation existent, notamment l'Association du personnel, l'ombud, le Département des ressources humaines et le Bureau des utilisateurs, ainsi que des organes spécialisés dans certaines problématiques.

UNE COLLABORATION MONDIALE

Le CERN, qui coopère avec nombre d'institutions et d'organisations scientifiques nationales et internationales, est représenté dans plusieurs comités scientifiques, tels que le Comité européen sur les futurs accélérateurs (ECFA) et le Comité international pour les futurs accélérateurs (ICFA). Il a en outre le statut d'observateur auprès de l'Assemblée générale des Nations Unies.

POUR ALLER PLUS LOIN

Luisa Ulrici est responsable adjointe du groupe Environnement du CERN et était la personne de contact pour le concours « Mining the Future ».

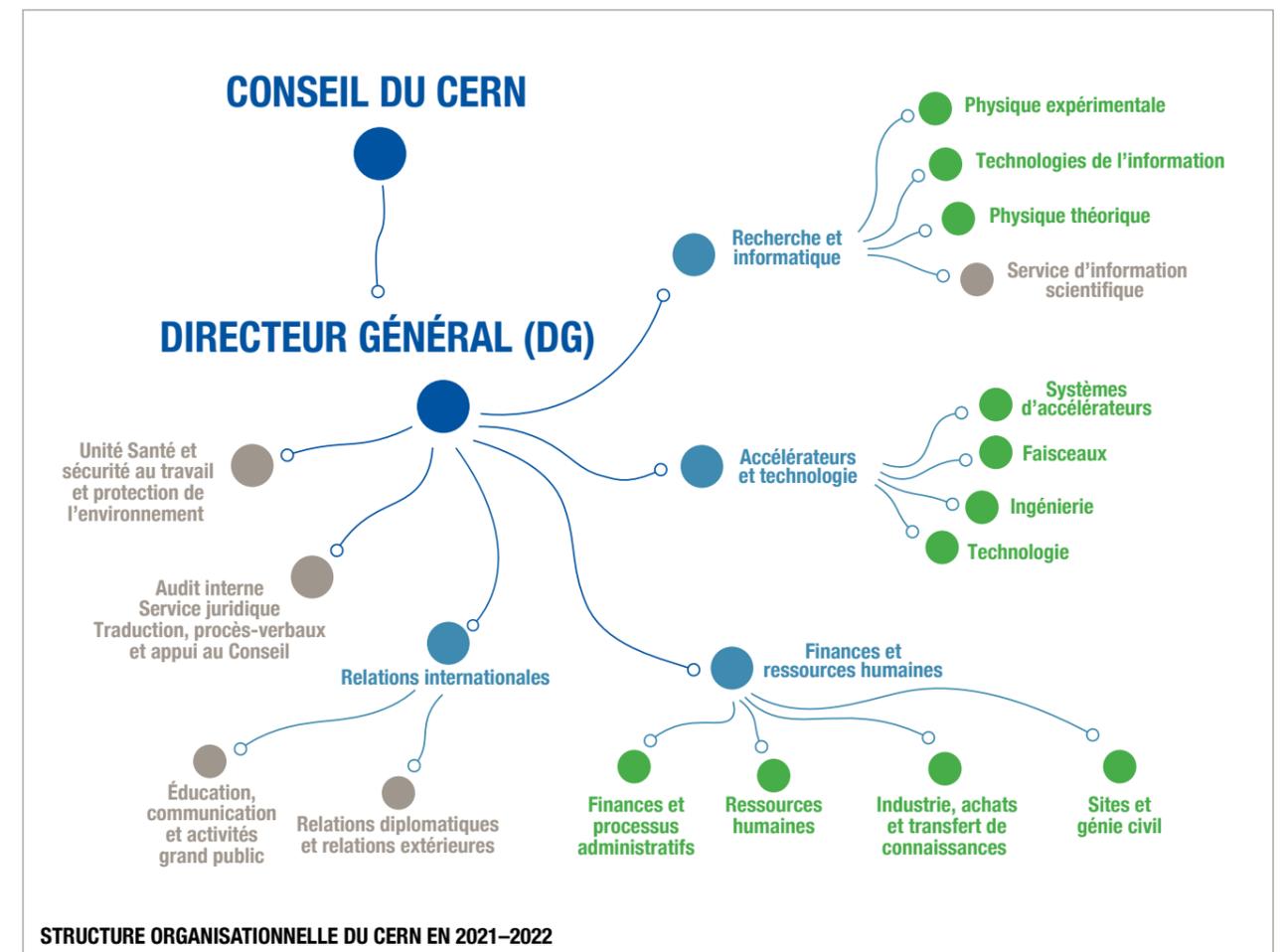
— Dans quel contexte ce concours a-t-il été organisé ?

LU : L'étude de faisabilité du FCC vise à établir la viabilité environnementale de la future installation de recherche phare du CERN, dans le respect des recommandations de la mise à jour 2020 de la stratégie européenne pour la physique des particules. Construire une infrastructure souterraine de 91 km, promettant des résultats de physique passionnants jusqu'à la fin du XXI^e siècle, nécessitera l'excavation de quantités considérables de matériaux, principalement de la molasse. Or aucune filière de réutilisation à l'échelle industrielle n'existe pour ce matériau, une roche sédimentaire hétérogène très présente dans la région. C'est pour cela que la collaboration FCC, le CERN et l'Université de Leoben (Autriche) ont lancé le concours « Mining the Future », avec le soutien du projet FCCIS (FCC Innovation Study), financé par l'Union européenne au titre du programme Horizon 2020. Ce concours international a pour objectif de repérer des technologies et processus qui pourraient être mis sur le marché d'ici à la construction de la nouvelle infrastructure.

— Les résultats du concours ont été annoncés lors d'une cérémonie le 27 septembre 2022. Qui l'a emporté ?

LU : Nous avons reçu 12 propositions très intéressantes et quatre ont été retenues. La proposition gagnante a été choisie sur la base de quatre critères : la faisabilité technique, la viabilité économique, la valeur pour la société et la pertinence du projet.

C'est l'équipe de BG Ingénieurs Conseils qui l'a emporté, avec sa proposition intitulée « Molasse is the new ore », une manière innovante d'employer une analyse géotechnique, déjà utilisée dans les cimenteries, pour trier les matériaux d'excavation à traiter sur place. L'équipe a reçu un prix pour financer la poursuite de ses activités de R&D, afin de porter cette technologie à maturité.



APPROCHE MANAGÉRIALE

STRATÉGIE POUR L'ENVIRONNEMENT

Parmi les objectifs de la Direction figure en bonne place la gestion rigoureuse de l'environnement, qui s'applique à toutes les activités du CERN. La stratégie européenne pour la physique des particules, mise à jour en 2020, définit une approche cohérente et coordonnée de l'évolution de la discipline en Europe et au CERN. Elle précise également que l'impact environnemental des activités de physique des particules doit être surveillé de près et, autant que possible, limité.

La stratégie environnementale du Laboratoire s'articule autour de trois axes : limiter le plus possible son impact sur l'environnement ; réduire sa consommation d'énergie et accroître la réutilisation de l'énergie ; et développer des technologies pour contribuer à préserver la planète. L'unité Santé et sécurité au travail et protection de l'environnement (HSE), centre de compétence du CERN pour les questions environnementales, est le moteur de la Politique de Sécurité de l'Organisation. Celle-ci englobe toutes les questions relatives à la santé, à la sécurité et à la protection de l'environnement, et prévoit explicitement la limitation de l'impact des activités de l'Organisation sur l'environnement. Outre cette politique, le CERN a adopté une stratégie de protection de l'environnement définissant des priorités.

Le CERN applique le principe de précaution à tous les aspects de sa gestion de l'environnement, en agissant en amont de la survenue d'événements susceptibles d'avoir des conséquences environnementales graves. Systématiquement, si les données scientifiques ne permettent pas une évaluation complète des risques, des mesures de précaution sont déployées.

UN CADRE GÉNÉRAL

En 2017, le CERN a créé le Comité directeur pour la protection de l'environnement (CEPS). Celui-ci recense les questions environnementales à traiter et définit leur priorité, en cohérence avec la stratégie de protection de l'environnement, et propose des plans d'action dans les 11 domaines environnementaux prioritaires. Ces objectifs sont approuvés par le Directoire élargi, composé de l'ensemble des directeurs et chefs de département du CERN. Une fois le plan d'action et l'allocation des ressources approuvés par le Directoire, le CEPS assure le suivi de la mise en œuvre du plan. Il pilote le plan d'action en tenant compte des priorités fixées en 2017, lesquelles sont périodiquement réexaminées en fonction des nouveaux domaines d'intérêt. Par ailleurs, le Comité pour la gestion de l'énergie (EMP), créé en 2015, a pour mission de surveiller

la consommation d'énergie du Laboratoire, de définir des mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique et d'encourager la réutilisation de l'énergie. La crise de l'énergie qui a éclaté en 2021-2022 a renforcé la nécessité de gérer l'énergie de manière responsable (voir Énergie).

Plusieurs outils, parmi lesquels le système de surveillance des rayonnements pour l'environnement et la sécurité (RAMSES, voir Rayonnements ionisants) et le registre des produits chimiques du CERN pour l'environnement, la santé et la sécurité (CERES, voir Conformité aux normes environnementales et gestion des substances dangereuses), viennent compléter ce cadre.

COLLABORATION AVEC LES ÉTATS HÔTES

En matière d'environnement, le CERN coopère étroitement avec ses deux États hôtes, la France et la Suisse. Situé à cheval sur les deux pays, il définit ses propres règles en s'appuyant sur celles en vigueur dans ces derniers. Lorsqu'il n'existe pas de réglementation propre au CERN, ce sont les lois et règlements des États hôtes qui s'appliquent sur le territoire concerné.

En 2007, en collaboration avec le canton de Genève (Suisse) et la préfecture de l'Ain (France), le CERN a créé le Comité tripartite sur l'environnement (CTE) dans le cadre d'un memorandum de coopération relatif aux aspects non liés à la radioprotection. Ce comité se réunit régulièrement lors de sessions techniques et deux fois par an en séance plénière.

En 2010, le CERN, le Conseil fédéral suisse, représenté par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) de Suisse, et le gouvernement français, représenté par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) de France, ont signé un accord tripartite relatif à la protection contre les rayonnements ionisants et à la sûreté des installations. Cet accord, qui remplace les précédents, établit un cadre juridique pour l'examen des questions liées à la radioprotection. Il prévoit des réunions techniques régulières, ainsi que des réunions plénières de haut niveau, présidées par le directeur des accélérateurs et de la technologie du CERN. En outre, l'Organisation présente formellement des rapports de radioprotection à l'OFSP et à l'ASN.

MÉCANISMES DE FINANCEMENT

Le CEPS met régulièrement à jour les recommandations de la stratégie environnementale. Des ressources sur le budget du CERN (environ 48 MCHF sur la période 2019-2023) financent les activités concernées, parmi lesquelles la R&D sur des gaz plus respectueux de l'environnement et la construction de bassins de rétention d'eau.

Afin de renforcer l'impact du Laboratoire sur la société, le Fonds pour le transfert de connaissances (Fonds KT) du CERN alloue des ressources à des projets environnementaux proposés par le personnel. Ce mécanisme contribue à porter des projets innovants du Laboratoire à la société, créant ainsi un pont entre la recherche et le grand public. Le Fonds KT est alimenté par les recettes tirées des accords commerciaux. En 2021 et 2022, il a alloué au total 950 kCHF à dix projets, dont huit portaient sur des applications environnementales (voir Connaissances et technologies pour l'environnement).

Un nouveau dispositif de financement, le Fonds pour l'impact des technologies du CERN, a été lancé en 2021 avec le soutien du groupe Transfert de connaissances et de la Fondation CERN & Société. Il vise à soutenir les technologies du CERN ayant un fort potentiel pour répondre aux problèmes sociétaux à l'échelle mondiale, associés aux objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies.

CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT

Les achats constituent un élément important de la stratégie du CERN en matière de gestion de l'environnement. Du fait de son statut d'organisation intergouvernementale, le CERN a des processus et règles d'achat propres, qui prévoient une mise en concurrence et l'adjudication de contrats au moins-disant ou au mieux-disant. L'Organisation s'efforce de garantir à ses États membres et États membres associés un retour industriel proportionnel à leur apport financier. Une politique relative à des achats écologiquement responsables est en cours d'élaboration. Celle-ci prévoit l'établissement d'un dialogue avec les fournisseurs sur les questions de comportement commercial responsable (voir Émissions).

CHAMP D'APPLICATION ET PÉRIMÈTRES DES ENJEUX

Le CERN est une organisation intergouvernementale qui fonctionne comme un laboratoire ouvert aux utilisateurs, accueillant des personnes venant d'instituts et d'universités du monde entier. Sauf mention contraire, les données présentées dans ce rapport concernent uniquement l'impact des installations du CERN dans la région genevoise. La production d'équipements de recherche relevant de la responsabilité des instituts des collaborations n'est pas prise en compte.

Le CERN produit principalement des données que les scientifiques transforment en connaissances grâce à la Grille de calcul mondiale pour le LHC (WLCG) (voir Énergie). Ce réseau distribué est pris en considération dans le présent rapport uniquement lorsque les installations concernées se trouvent sur le domaine du CERN.

ACTUALISATION DU CALENDRIER DES ACCÉLÉRATEURS DU CERN

Les principaux objectifs environnementaux du Laboratoire ont été fixés par le CEPS en 2017, à un horizon s'étirant jusqu'à fin 2024, date initialement prévue pour le début du troisième long arrêt du complexe d'accélérateurs. Depuis le dernier rapport, le calendrier des accélérateurs a été actualisé : la troisième période d'exploitation se prolongera jusqu'à fin 2025 et le troisième long arrêt ne débutera qu'en 2026. Les objectifs communiqués dans les rapports précédents ont été adaptés en conséquence.

MATÉRIALITÉ

Le CERN a effectué sa première analyse de matérialité en 2019 ; les éléments d'information et les enjeux qui en ont découlé ont été abordés dans les deux premiers rapports sur l'environnement. Cette analyse a été mise à jour en 2022, à la suite d'entretiens menés avec des parties prenantes sur des enjeux tirés des normes GRI (*Global Reporting Initiative*), ainsi que sur des enjeux propres au CERN non couverts par les normes GRI, mais considérés comme pertinents pour le CERN.

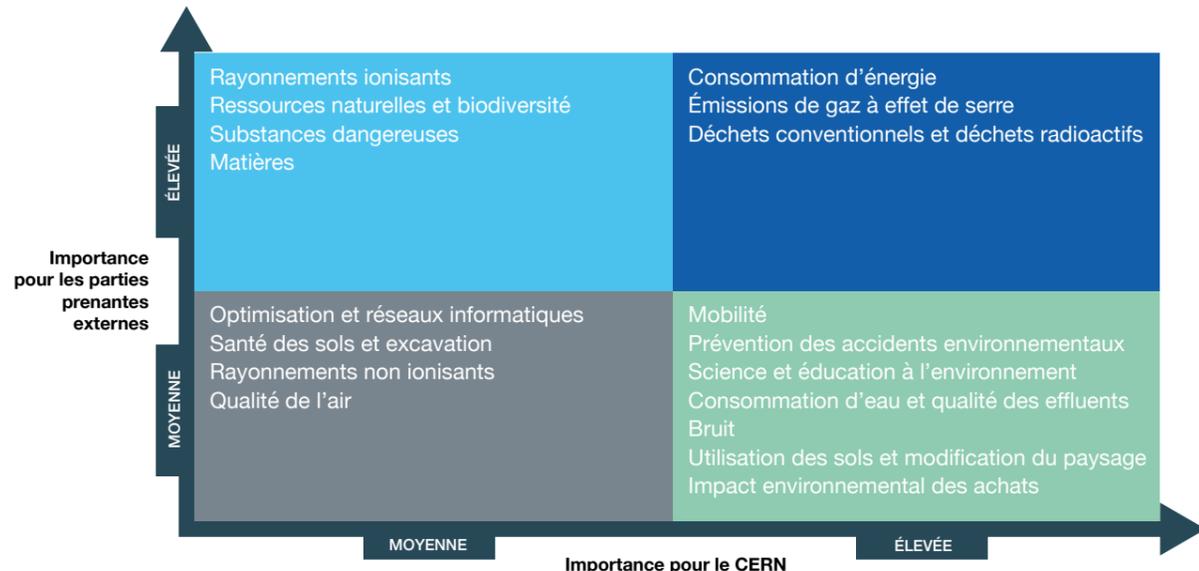
Ce processus, mené en collaboration avec un consultant externe, a nécessité la création d'un groupe de réflexion composé de parties prenantes internes et externes représentant la diversité des points de vue au CERN, dans le but de définir des priorités.

Les entretiens ont permis d'établir l'importance pour les parties prenantes des différents enjeux, lesquels ont ensuite été classés par ordre de priorité en fonction de leur niveau de gravité et de probabilité. La matrice de matérialité qui en a résulté a été approuvée par le Directoire élargi en octobre 2022.

Les enjeux jugés de haute importance pour le développement durable sont au cœur du présent rapport. La santé du sol et l'excavation, les rayonnements non ionisants, la qualité de l'air, l'optimisation de l'installation informatique et le transfert de données sont des enjeux à prendre en compte, mais ils ne sont pas jugés hautement importants par toutes les parties prenantes. Ils ne sont donc pas traités en détail dans ce rapport, mais ont été recensés en vue d'un examen futur. Bien qu'un niveau de priorité plus faible ait été accordé à la qualité des effluents par rapport à la précédente analyse de matérialité, il a été décidé de conserver cet enjeu dans un souci de continuité et de transparence. Enfin, certaines parties prenantes externes ont considéré que les matières étaient un enjeu de haute importance. Il s'agit notamment d'optimiser l'utilisation de matières essentielles (métaux, hélium, etc.) et de favoriser le recours aux ressources recyclées ou secondaires pour limiter les impacts liés à l'environnement et aux droits de l'homme. Compte tenu de la complexité du traçage des matières sur l'intégralité de leur cycle de vie, une analyse détaillée sera réalisée afin de définir une manière fiable de communiquer sur ce sujet.

Parties prenantes internes	Parties prenantes externes
<ul style="list-style-type: none"> - Directeurs - Chefs de département - Le président du Conseil du CERN et délégués au Conseil (représentants des États membres) - Représentants de la communauté des utilisateurs et de l'Association du personnel - Responsables de projets relatifs à de futures infrastructures de recherche potentielles au CERN - Personnel responsable de la communication et d'autres aspects des relations extérieures 	<ul style="list-style-type: none"> - Représentants des États hôtes aux réunions tenues dans le cadre de l'accord tripartite relatif à la protection contre les rayonnements ionisants et à la sûreté des installations - Représentants des États hôtes aux réunions du Comité tripartite sur l'environnement (CTE) - Représentants de communes locales dans lesquelles le CERN a une forte présence - Représentants des associations locales de défense de l'environnement - Représentants de médias des États hôtes

PARTIES PRENANTES INTERROGÉES POUR LA MISE À JOUR DE L'ANALYSE DE MATÉRIALITÉ



MATRICE DE MATÉRIALITÉ DU CERN 2022

Les enjeux considérés comme moins importants par l'ensemble des parties prenantes ne sont pas traités de manière détaillée dans ce rapport, mais font l'objet d'une surveillance par le CERN.

ÉNERGIE

En période d'exploitation, les accélérateurs représentent plus de 90 % de la consommation d'énergie du CERN. Ces puissants instruments de recherche, au service d'une communauté scientifique mondiale, rendent possible un programme scientifique incomparable. Le Laboratoire met tout en œuvre pour les faire fonctionner avec le moins d'énergie possible, son principal objectif immédiat étant de limiter à 5 % par rapport à 2018 l'augmentation de la consommation d'énergie d'ici à la fin de la troisième période d'exploitation, malgré une énergie et une intensité de faisceau plus élevées. La date initialement fixée pour atteindre cet objectif (2024) a dû être reportée, conformément au nouveau calendrier des accélérateurs, prévoyant la fin de la troisième période d'exploitation en 2025.

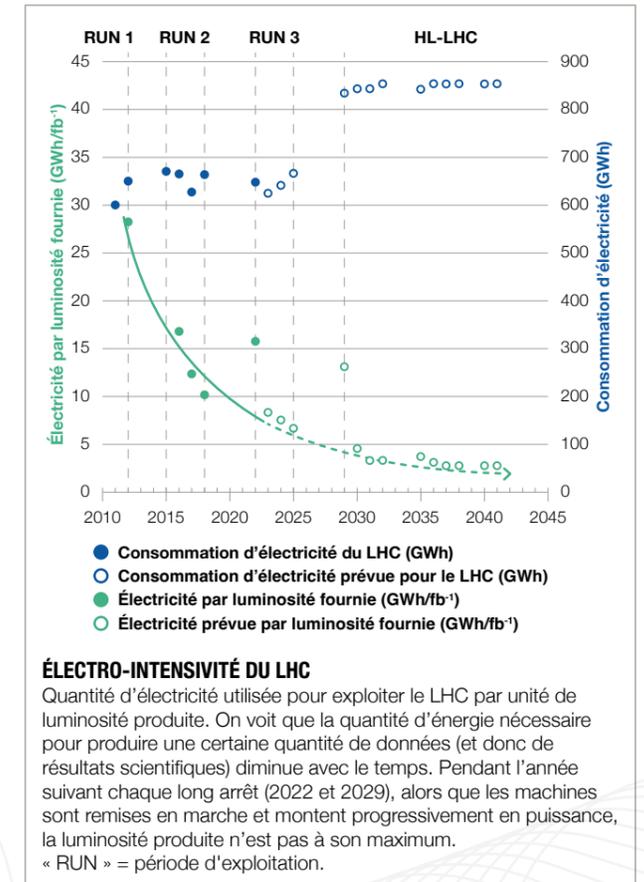
MONTÉE EN PUISSANCE POUR LA TROISIÈME PÉRIODE D'EXPLOITATION

Pour alimenter ses accélérateurs, détecteurs et infrastructures d'exception, le CERN a principalement besoin d'électricité, qui représente environ 95 % de sa consommation d'énergie. Normalement, l'électricité est achetée entièrement à la France, où le bouquet énergétique est à 90 % à faible émission de carbone (2022). Les besoins en énergie du CERN dépendent des cycles d'exploitation des accélérateurs ; la consommation peut atteindre 1 250 GWh/an pendant l'exploitation avec faisceau, le Grand collisionneur de hadrons (LHC) représentant 55 % de la consommation totale. À la suite de son deuxième long arrêt, le LHC a redémarré progressivement en 2021, et la troisième période d'exploitation a été officiellement lancée en juillet 2022. En 2021 et 2022, le CERN a consommé respectivement 995 GWh et 1 215 GWh d'électricité.

Le CERN consomme aussi du gaz naturel pour le chauffage, du carburant pour ses véhicules et du diesel pour ses générateurs de secours. Il utilise également de l'azote liquide industriel pour le refroidissement ainsi que de l'énergie photovoltaïque produite sur site. En 2021 et 2022, le CERN a consommé respectivement 67 GWh (2 407 TJ) et 51 GWh (184 TJ) de combustibles fossiles. L'achat d'énergie représente environ 5 % du budget annuel du CERN en période d'exploitation, et un chiffre inférieur pendant les longs arrêts. Ce pourcentage devrait augmenter sensiblement à compter de 2023, en raison de la hausse générale des coûts de l'énergie.

Le CERN s'efforce de fournir un maximum de données aux expériences. Dans un collisionneur, la quantité de données produites est en rapport avec un paramètre appelé luminosité. Une luminosité plus élevée signifie plus de données et des possibilités accrues de nouvelles découvertes, mais peut aussi s'accompagner d'une plus grande consommation d'électricité.

C'est pourquoi le CERN veut améliorer l'efficacité énergétique de ses installations du point de vue de la luminosité fournie par unité d'énergie consommée. Ainsi, l'efficacité du LHC a augmenté d'un facteur trois entre le début de la première période d'exploitation et la fin de la deuxième, et devrait être multipliée par quatre à l'ère du LHC à haute luminosité (HL-LHC).



STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE DU CERN

Les trois principes fondamentaux de la stratégie énergétique du CERN, adoptée par le Comité pour la gestion de l'énergie (EMP), créé en 2015, sont les suivants : consommer moins, améliorer l'efficacité, et récupérer l'énergie fatale.

L'EMP a engagé d'importants efforts pour réduire la consommation d'électricité, par l'optimisation et par des actions ciblées, ce qui a permis d'économiser près de 100 GWh/an depuis 2010. Le processus consistant à définir et fixer les objectifs à long terme se poursuit, et ceux-ci seront exposés dans de futurs rapports.

En 2022, le CERN a lancé le processus de certification ISO 50001 pour la gestion de l'énergie (voir Pour aller plus loin). Dans ce contexte, en octobre 2022, l'Organisation a publié une politique énergétique visant à une amélioration continue de sa performance énergétique ; il s'agit de limiter le plus possible l'énergie nécessaire à ses activités, d'améliorer l'efficacité énergétique et de récupérer l'énergie fatale. La Direction a mené des actions pour renforcer les

cadres existants en matière de gouvernance de l'énergie, conformément aux exigences de la norme ISO 50001. Un coordonnateur énergie a été nommé à temps plein, et l'EMP a été élargi afin d'englober toutes les activités du CERN au-delà du complexe d'accélérateurs.

DIVERSIFICATION DE L'ÉNERGIE ET RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR

Le CERN s'efforce de diversifier son bouquet énergétique et, à cette fin, d'intégrer davantage de sources d'énergie renouvelables. Plusieurs solutions sont examinées, notamment des contrats d'achat d'électricité (PPA), accords contractuels entre fournisseurs et acheteurs d'énergie. Des études et négociations avec des fournisseurs potentiels ont été entamées afin d'examiner différentes solutions aux besoins à long terme de l'Organisation, notamment dans le domaine de l'énergie photovoltaïque. Localement, des panneaux solaires installés sur le nouveau bâtiment du Portail de la science, qui doit ouvrir ses portes en 2023, injecteront l'énergie photovoltaïque non utilisée dans le réseau électrique du CERN.

Conformément à l'objectif de récupération de l'énergie fatale, les équipements installés au point 8 du LHC pour collecter la chaleur des installations du CERN afin de chauffer une zone résidentielle à Ferney-Voltaire sont prêts à être raccordés au réseau. Deux autres projets approuvés pendant la période couverte par ce rapport visent à récupérer la chaleur résiduelle d'activités essentielles du CERN, telles que le traitement de données, le refroidissement et l'exploitation du LHC, afin de la réutiliser sur les sites de Meyrin et de Prévessin. Les travaux nécessaires devraient s'achever en 2026–2027.

CALCUL ET INFRASTRUCTURE INFORMATIQUE

Le CERN produit principalement des données, issues de collisions de faisceaux de particules, qui sont enregistrées par les expériences LHC. Ces données sont ensuite analysées sur la WLCG, une des plus grandes infrastructures de calcul du monde, gérée et exploitée par une collaboration internationale regroupant le CERN, les expériences LHC et les centres de calcul participants. Les statistiques relatives à la consommation d'énergie de la WLCG incluses dans ce rapport concernent les installations détenues ou exploitées par le CERN.

D'ici au démarrage du HL-LHC, en 2029, la capacité de calcul totale requise par les expériences devrait avoir augmenté d'un facteur dix. Pour répondre à ces besoins accrus, un nouveau centre de données, dont la construction a débuté en avril 2022 à Prévessin, fournira des ressources informatiques à hauteur d'une puissance électrique maximale totale de 12 mégawatts, en trois phases. L'objectif est de faire en sorte que l'indicateur d'efficacité énergétique, ou PUE, utilisé pour mesurer l'efficacité énergétique d'un

centre de données, soit d'environ 1,1. À titre comparatif, le PUE moyen des grands centres de données est d'environ 1,5, les centres de données récents atteignant généralement un PUE compris entre 1,2 et 1,4 (1,0 étant la valeur idéale). Le PUE du centre de données de Meyrin est d'environ 1,5. L'efficacité énergétique est un aspect essentiel de ce projet, qui prévoit un système de récupération de la chaleur pour chauffer l'ensemble des 73 bâtiments du site de Prévessin.

En outre, dans le but d'économiser des ressources et de l'énergie à l'ère du HL-LHC, des efforts sont déployés pour moderniser le code, afin de le faire fonctionner plus efficacement sur le matériel le plus récent, et pour améliorer la gestion des données. Adopter des approches innovantes pour les tâches informatiques-clés, en s'appuyant sur l'apprentissage automatique et d'autres technologies connexes, contribue également à réduire la quantité de ressources informatiques nécessaires et joue un rôle essentiel pour limiter l'augmentation de la consommation d'énergie.

COLLABORATION AVEC LES ÉTATS HÔTES

Afin d'optimiser son approche de la gestion de l'énergie, le CERN collabore étroitement avec ses partenaires, notamment Électricité de France (EDF), son principal fournisseur d'électricité, et ses États hôtes, dans le cadre du Comité tripartite pour l'environnement (CTE), créé en 2017. En 2022, le CERN a entretenu un dialogue avec EDF, les autorités locales et les États membres et a réduit sa consommation d'énergie au titre de sa responsabilité sociale. Des mesures concrètes ont été mises en œuvre pour réaliser des économies d'énergie et de coûts, notamment en faisant commencer l'arrêt technique hivernal 2022 deux semaines plus tôt, ce qui a permis d'économiser environ 35 GWh. En 2023, l'exploitation des accélérateurs sera réduite de 20 %, et l'arrêt technique hivernal sera prolongé, passant à 19 semaines, ce qui permettra d'économiser environ 70 GWh.

ALIMENTER LES SITES EN ÉNERGIE

L'énergie dont l'Organisation a besoin pour alimenter ses bâtiments et son infrastructure générale représente environ 5 % de sa consommation totale. Bien qu'il ne s'agisse que d'une petite part de la consommation globale, les efforts mis en œuvre pour économiser de l'énergie à l'échelle du domaine peuvent faire une grande différence. Cela passe par le déploiement de diverses mesures, dont un programme global de renforcement des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, qui est actualisé chaque année et couvre une période de cinq ans. En 2022, le CERN a lancé une stratégie visant à économiser l'énergie sur ses différents sites. Celle-ci a consisté à retarder la mise en route du chauffage dans les bâtiments, à réduire la température des chaudières, à remplacer les lampes halogènes par des LED et à éteindre les éclairages extérieurs entre 23 h et 5 h du matin.

POUR ALLER PLUS LOIN

Nicolas Bellegarde est le coordonnateur Énergie du CERN. Il est responsable de la demande de certification ISO 50001 déposée par l'Organisation.

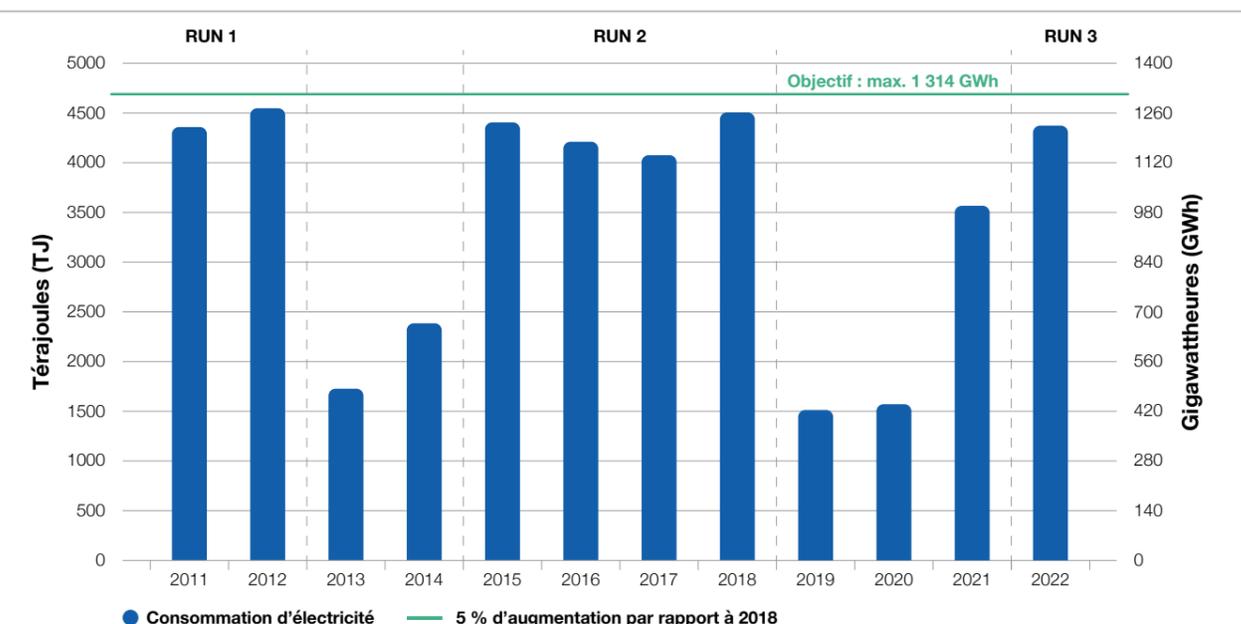
a été réalisé fin 2022 par l'Association française de normalisation (AFNOR).

— En quoi consiste cette certification ?

NB : Cette norme internationale de référence définit comment améliorer sa performance énergétique et permet aux organisations d'intégrer la gestion de l'énergie dans leur plan d'action pour une meilleure gestion de l'environnement. En 2022, le CERN a lancé le processus de certification ISO 50001 pour l'ensemble de ses sites, activités et profils énergétiques. En juin 2022, dans le cadre du processus d'amélioration continue mis en œuvre, l'Organisation a présenté aux autorités françaises son plan de performance énergétique pour 2022–2026 et élaboré un système complet de gestion de l'énergie. L'audit préalable à la certification ISO 50001

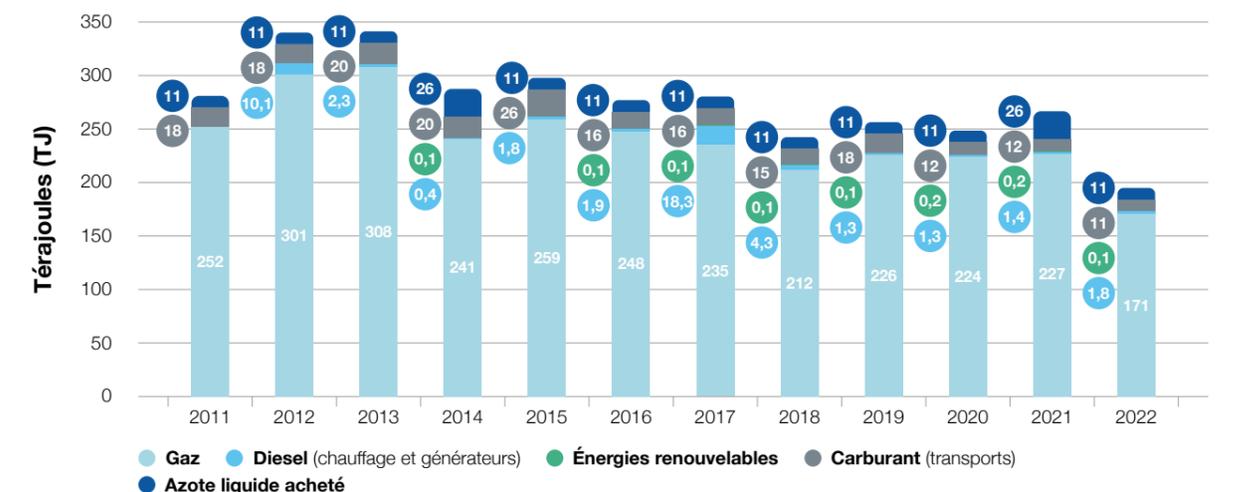
— Quelles sont les prochaines étapes ?

NB : Une fois la certification obtenue, des audits ont lieu chaque année pour vérifier la conformité et l'amélioration continue de la performance énergétique grâce à la définition, à la surveillance et à la mise à jour des orientations, des objectifs et des indicateurs sur la base d'un scénario de référence et de mesures concrètes pour atteindre ces objectifs. Ce fonctionnement repose sur un système de gestion de l'énergie conforme à la norme ISO 50001. Il suppose également la formation et la sensibilisation des membres de la communauté du CERN ainsi qu'un suivi des tendances, de l'évolution réglementaire et des bonnes pratiques en matière de performance énergétique.



CONSUMPTION D'ÉLECTRICITÉ DU CERN 2011–2022

Les périodes d'exploitation sont les années pendant lesquelles les accélérateurs sont en fonctionnement, et peuvent inclure des arrêts techniques ponctuels si nécessaire. Entre ces périodes, le complexe d'accélérateurs connaît des « longs arrêts » qui permettent des travaux de maintenance et de consolidation. « RUN » = période d'exploitation.

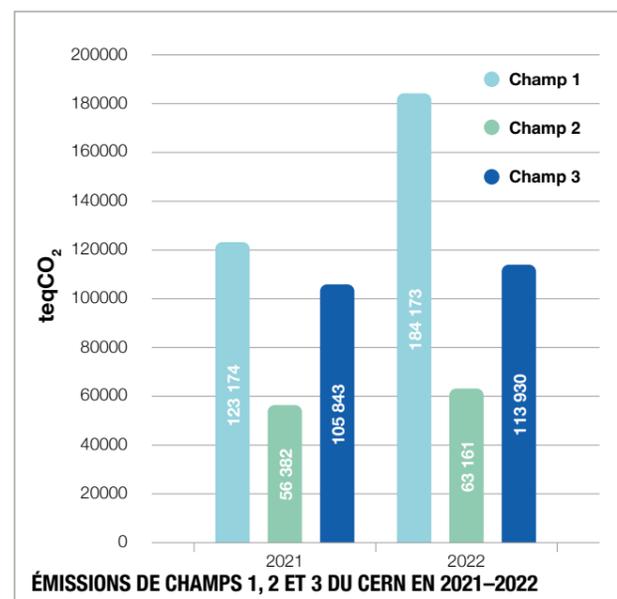


CONSUMPTION D'ÉNERGIE DU CERN – AUTRES CATÉGORIES D'ÉNERGIE 2011–2022

De petites anomalies ont été constatées concernant la consommation de diesel en 2017, 2018 et 2019. Elles ont été corrigées dans ce rapport.

ÉMISSIONS

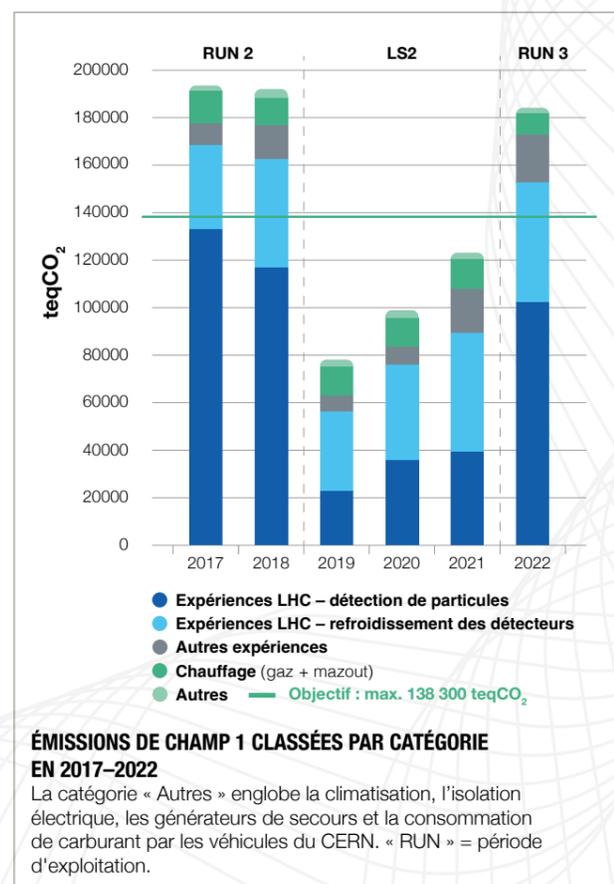
Le CERN rend compte de l'ensemble des émissions sur lesquelles il exerce un contrôle opérationnel. Ses émissions de gaz à effet de serre (GES) sont estimées grâce à la méthode internationalement reconnue du *Greenhouse Gas Protocol*, qui les classe en trois « champs ». Le champ 1 regroupe les émissions directes provenant des installations et véhicules d'une organisation. Le champ 2 englobe les émissions indirectes liées à la production de l'électricité, de la vapeur, du chauffage ou du froid achetés par une organisation pour son usage interne. Enfin, le champ 3 comprend toutes les autres émissions indirectes produites en amont et en aval des activités d'une organisation (voyages professionnels, trajets domicile-travail, restauration et achats).



ÉMISSIONS DIRECTES – CHAMP 1

Les émissions directes de GES du CERN (champ 1) sont liées au fonctionnement de ses infrastructures industrielles, ainsi qu'aux activités menées sur son domaine. Environ 90 % des émissions de champ 1 du CERN proviennent des expériences. Celles-ci ont recours à une large gamme de mélanges de gaz pour la détection de particules et le refroidissement des détecteurs, notamment des gaz fluorés, qui ont un potentiel de réchauffement climatique élevé et représentent environ 78 % des émissions directes de l'Organisation. Le travail de réduction des émissions de GES du CERN se concentre donc sur les grandes expériences. Les principaux gaz utilisés sont des HFC, des PFC et le SF₆ pour la détection de particules, des PFC et des HFC pour le refroidissement des détecteurs et des HFO/HFC pour les systèmes de climatisation classiques. Le SF₆ sert aussi à l'isolation des systèmes d'alimentation électrique. Suite au redémarrage progressif du complexe

d'accélérateurs en 2021, les émissions totales de GES de champ 1 ont été respectivement de 123 174 et de 184 173 tonnes d'équivalent CO₂ (teqCO₂) en 2021 et 2022, soit des quantités plus élevées que pendant la période 2019-2020, où les accélérateurs étaient à l'arrêt. Le CERN améliore continuellement la gestion, la traçabilité et la surveillance des gaz fluorés, notamment grâce au travail de sensibilisation mené par le groupe de travail sur les gaz fluorés, qui a achevé sa mission en 2021. Pendant la période concernée par ce rapport, les grandes expériences ont amélioré leur approche de la réduction des émissions (voir section ci-après). Les installations d'essai et d'autres expériences plus petites ont également amélioré le traçage de leurs émissions, lesquelles sont incluses dans le calcul des émissions de 2021 et 2022, ce qui permet de compléter le tableau des émissions de champ 1.



RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CHAMP 1

L'échéance pour la réalisation des objectifs fixés dans le premier rapport sur l'environnement ayant été repoussée à 2025, conformément au nouveau calendrier des accélérateurs, l'Organisation doit, d'ici à la fin de la troisième

période d'exploitation, réduire de 28 % (par rapport à 2018) ses émissions de champ 1. La stratégie actuelle d'optimisation de l'utilisation des gaz dans les expériences repose sur trois piliers : la recirculation, la récupération et la recherche d'alternatives plus respectueuses de l'environnement. Pendant la deuxième période d'exploitation du LHC, le CERN a testé sur un véritable détecteur un prototype de centrale de récupération de HFC-134a. À ce jour, les résultats indiquent un taux de récupération proche de 80 %. Un prototype mis à jour est opérationnel au sein de l'expérience CMS depuis mars 2023.

Une nouvelle station de récupération du CF₄ pour le détecteur RICH2 de l'expérience LHCb a été conçue, construite et mise en route.

D'intenses activités de R&D sont en cours pour trouver de possibles alternatives aux GES actuellement utilisés pour la détection de particules. De nouveaux gaz au potentiel de réchauffement climatique plus faible, ainsi que le remplacement partiel du HFC-134a par du CO₂, sont à l'étude.

Les émissions de gaz fluorés du CERN proviennent en majorité de petites fuites dans les détecteurs, liées à leur construction nécessairement légère. Ces fuites étant fréquentes, des campagnes de réparation sont régulièrement organisées pour les contenir et les limiter. La campagne lancée par les expériences ATLAS et CMS durant le deuxième long arrêt (LS2) a bien progressé pendant la période concernée par ce rapport. Elle se poursuivra lors du prochain arrêt, lorsque l'accès sera de nouveau possible. Les deux expériences ont continué d'investir dans la R&D pour réduire les fuites sur les détecteurs et se préparer au remplacement des PFC par du CO₂ pour le refroidissement.

GROUPE	GAZ	teqCO ₂ 2021	teqCO ₂ 2022
Perfluorocarbures (PFC)	CF ₄ , C ₂ F ₆ , C ₃ F ₈ , C ₄ F ₁₀ , C ₆ F ₁₄	55 921	68 989
Hydrochlorofluorocarbures (HCFC)	HFC-23 (CHF ₃) HFC-32 (CH ₂ F ₂) HFC-134a (C ₂ H ₂ F ₄) HFC-404a HFC-407c HFC-410a HFC-507	36 557	86 211
Autres gaz fluorés	SF ₆ , NF ₃	16 838	18 355
Hydrofluoroléfinés (HFO)/HCFC	R-449 R1234ze NOVEC 649	86	199
	CO ₂	13 771	10 419
Total champ 1		123 174	184 173

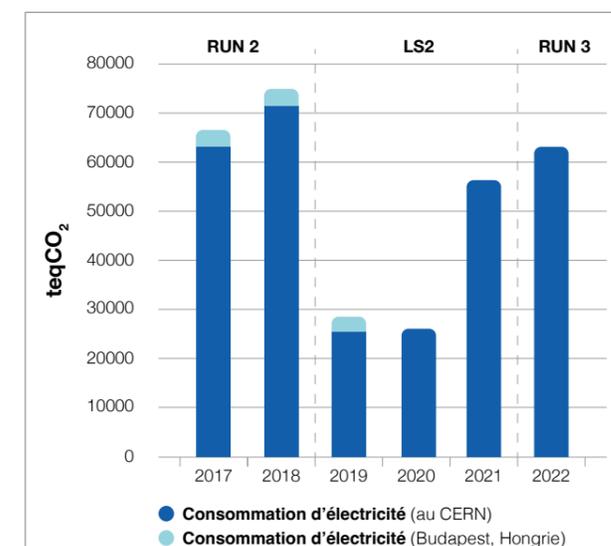
RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE CHAMP 1 PAR TYPE DE GAZ EN 2021-2022

Les valeurs de teqCO₂ ont été calculées sur la base de la consommation réelle des différents gaz, pondérée selon leur potentiel de réchauffement climatique. Les données concernant le potentiel de réchauffement climatique sont basées sur le 4^e rapport d'évaluation du GIEC de 2007 (AR4), et correspondent à celles référencées dans le Règlement européen n° 517/2014 relatif aux GES fluorés.

ÉMISSIONS INDIRECTES – CHAMP 2

En 2021 et 2022, les émissions indirectes (champ 2) liées à la consommation électrique du CERN étaient respectivement de 56 382 et 63 161 teqCO₂. EDF, principal fournisseur d'électricité du CERN, produit de l'électricité à faible émission de carbone, principalement d'origine nucléaire, ce qui contribue à maintenir les émissions énergétiques à un niveau relativement bas. Dans ce rapport, le CERN a passé en revue les facteurs d'émission de CO₂ appliqués afin de s'assurer de la précision des chiffres indiqués. Pour ses besoins internes, il utilise à la fois la méthodologie du Protocole des GES axée sur le marché et celle axée sur l'emplacement géographique.

La première prend en compte les sources réelles d'énergie achetée ; la deuxième s'appuie sur une moyenne des émissions provenant de toutes les sources situées dans une zone géographique donnée, pendant une période donnée. Dans ce rapport, ce sont les résultats de la méthodologie axée sur l'emplacement géographique qui sont présentés, avec des calculs s'appuyant sur la moyenne annuelle des facteurs d'émission tirée de la Base Empreinte® de l'ADEME. Toutes les émissions annuelles de la période 2017-2022 ont été recalculées avec cette méthode (voir graphique).



ÉMISSIONS DE CHAMP 2 DU CERN POUR 2017-2022

Le calcul des émissions liées à l'électricité suit la méthodologie axée sur l'emplacement géographique, avec une moyenne annuelle des facteurs d'émission tirée de la Base Empreinte® de l'ADEME. De 2017 à 2019, le CERN a exploité un centre de données au Centre Wigner, à Budapest (Hongrie), dont les émissions sont également indiquées. Les facteurs d'émission utilisés pour la Hongrie ont été repris de la base Bilan Carbone® V8.4. « RUN » = période d'exploitation.

AUTRES ÉMISSIONS INDIRECTES – CHAMP 3

Les émissions liées aux voyages professionnels, aux trajets domicile-travail, à la restauration, au traitement des déchets et à la purification de l'eau ont été évaluées au moyen d'une approche axée sur le contrôle opérationnel. Le CERN a appliqué les facteurs d'émission Ecoinvent aux données basées sur les activités et a utilisé les valeurs du potentiel de réchauffement climatique de 2021 établies par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui incluent tous les gaz mentionnés dans le sixième rapport d'évaluation du GIEC (2021) : les bases scientifiques physiques. Les données de 2019 et 2020 ont été recalculées à l'aide de la même méthode et des facteurs d'émission mis à jour, ce qui a conduit à une modification des données citées dans le précédent rapport. Conformément aux exigences des normes GRI et du Protocole des GES, les émissions biogéniques ont été calculées à l'aide de la méthode 2021 du GIEC et sont également indiquées dans ce chapitre, aux côtés des émissions fossiles. Les émissions biogéniques incluent les émissions liées à la biodégradation ou à la combustion de la biomasse. Le CERN ne participe à aucun programme de compensation.

En 2021 et 2022, les émissions de champ 3 non liées aux achats s'élevaient respectivement à 7 813 et 8 956 teqCO₂ (832 et 1 209 teqCO₂ d'émissions biogéniques). Ces émissions représentent moins de 10 % du total des émissions de champ 3 de l'Organisation.

TRAITEMENT DES DÉCHETS ET PURIFICATION DE L'EAU

La catégorie « Déchets » comprend les déchets envoyés dans les différentes filières d'élimination, ainsi que l'eau envoyée dans les stations publiques de traitement des eaux usées. En 2021 et 2022, les émissions indirectes liées au traitement des déchets s'élevaient respectivement à 1 718 et 1 875 teqCO₂ (636 et 980 teqCO₂ d'émissions biogéniques), et les émissions de champ 3 liées à la purification de l'eau à 151 et 176 teqCO₂ (137 et 146 teqCO₂ d'émissions biogéniques).

VOYAGES PROFESSIONNELS

Le calcul des émissions liées aux voyages professionnels et aux trajets domicile-travail tient compte uniquement des déplacements du personnel rémunéré par le CERN, soit environ 5 000 personnes (voir Approche managériale). Les voyages professionnels des utilisateurs du Laboratoire

étant généralement pris en charge et gérés par leur institut d'origine, le CERN a peu de visibilité sur ce point, mais, du fait de l'ampleur de cette communauté, les émissions liées à leurs déplacements professionnels sont probablement beaucoup plus importantes.

En 2021 et 2022, les émissions liées aux voyages professionnels s'élevaient respectivement à 151 et 827 teqCO₂ (0,4 et 2 teqCO₂ d'émissions biogéniques). La plupart de ces émissions sont liées aux voyages en avion, principalement aux vols long-courriers. Le volume des déplacements se ressent encore de la pandémie de COVID-19.

Un groupe de travail sur les voyages professionnels, créé en avril 2022, était chargé d'élaborer des recommandations dans le but de réduire les émissions liées à ce type de déplacements (voir Pour aller plus loin). Après avoir comparé la pratique dans d'autres organisations, le groupe a communiqué ses recommandations au Comité directeur pour la protection de l'environnement du CERN (CEPS). Celles-ci seront affinées et mises en œuvre en 2023.

TRAJETS DOMICILE-TRAVAIL

En 2021 et 2022, les émissions liées aux trajets domicile-travail s'élevaient respectivement à 5 443 et 5 507 teqCO₂ (24 teqCO₂ d'émissions biogéniques pour les deux années). Comme pour les voyages professionnels, les émissions liées aux trajets domicile-travail ont été calculées pour les membres du personnel rémunérés par le CERN. Les émissions liées aux 11 000 utilisateurs qui se rendent régulièrement au CERN pour des périodes de durée variable ne sont pas prises en compte.

Le CERN s'est fixé comme objectif pour 2025 de maintenir constant le nombre de trajets domicile-travail effectués par véhicule motorisé individuel et d'encourager les modes de transport alternatifs, tels que les transports publics, le vélo et le covoiturage. Fin 2022, une étude a été réalisée sur les habitudes de mobilité du personnel. Celle-ci a montré que 61 % des membres du personnel utilisent un véhicule motorisé individuel pour effectuer leurs trajets domicile-travail, soit 7 % de moins qu'en 2018. Pour les 70 % des membres du personnel qui viennent chaque jour de France pour travailler, ce choix est dû en partie à une offre de transports publics inadaptée. Dans l'ensemble, la part des trajets qui se font à pied ou à vélo a augmenté et représente aujourd'hui 24 % des trajets domicile-travail (contre 17 % en 2018). Les résultats de cette étude serviront à orienter les nouvelles actions internes et externes et les nouveaux objectifs à fixer, ainsi qu'à actualiser le plan de mobilité du CERN.

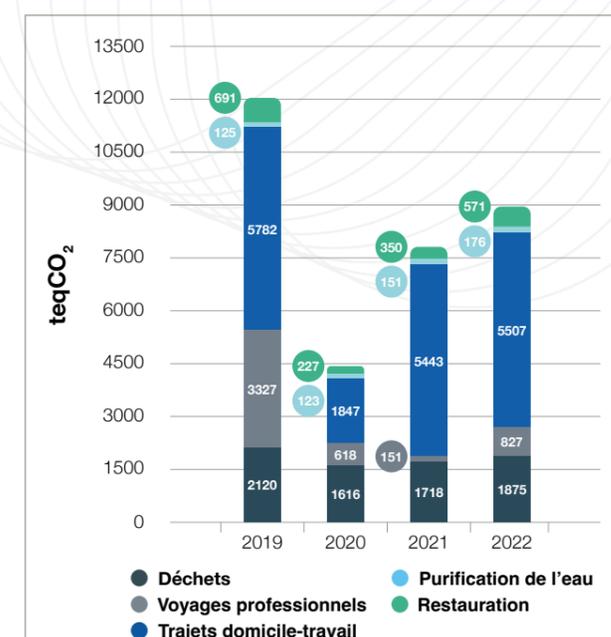
Le CERN met gratuitement à la disposition de son personnel une flotte de 550 vélos, la plus grande flotte de ce type en Suisse. Il exploite aussi une flotte de voitures de location et un service de navettes pour la mobilité inter et intrasites. Un groupe de travail sur la mobilité se réunit régulièrement pour étudier tous les aspects de la mobilité, notamment la sécurité, le stationnement, la mobilité verte, les transports publics et l'accès au domaine, conformément aux objectifs généraux fixés dans le plan directeur (*Masterplan*) 2040 et le plan de mobilité du CERN.

En 2021 et 2022, le CERN a mis en place plusieurs mesures en matière de mobilité douce, notamment des projets-pilotes de location de vélos et scooters électriques qui, au vu de leur succès, ont été élargis à l'ensemble du CERN. L'approche générale consiste à réduire plutôt qu'à augmenter le nombre de places de stationnement. Par exemple, le Portail de la science est construit sur un ancien parking ; dans cette zone, le nombre de places de stationnement est donc passé de 400 à 240. Les itinéraires des navettes sur le domaine ont été optimisés et des stations de recharge pour voitures électriques sont en cours d'installation. Il est également prévu d'introduire progressivement des véhicules électriques dans la flotte du CERN. L'approche générale consiste à réduire plutôt qu'à augmenter le nombre de places de stationnement. Par exemple, le Portail de la science est construit sur un ancien parking ; dans cette zone, le nombre de places de stationnement est donc passé de 400 à 240. Les itinéraires des navettes sur le domaine ont été optimisés et des stations de recharge pour voitures électriques sont en cours d'installation. Il est également prévu d'introduire progressivement des véhicules électriques dans la flotte du CERN. Enfin, le CERN entretient un dialogue constant avec les autorités locales pour promouvoir l'utilisation des transports publics ; deux nouveaux arrêts de bus construits en 2022 à l'entrée du site de Prévessin seront mis en service début 2023.

RESTAURATION

Sur ses sites, le CERN compte plusieurs restaurants, cafétérias et distributeurs automatiques, tous gérés par des entreprises extérieures. Le principal prestataire, NOVAE, exploite trois restaurants, cinq cafétérias et la majorité des distributeurs automatiques. En 2022, les restaurants exploités par NOVAE ont servi en moyenne 2 000 repas par jour, un chiffre en baisse qui s'explique par les nouvelles habitudes prises par les membres du personnel suite à la pandémie de COVID-19. Les émissions liées à la nourriture et aux boissons proviennent des produits alimentaires achetés en amont de la préparation et du service ; celles liées à l'énergie utilisée dans les cuisines pour la réfrigération et la préparation relèvent des émissions de champ 2 du CERN. En 2021 et 2022, les émissions du CERN liées à la restauration étaient respectivement de 350 et 571 teqCO₂ (dont 35 et 57 teqCO₂ d'émissions biogéniques). La viande rouge et les produits laitiers représentent la majorité de ces émissions.

NOVAE dispose d'une feuille de route bien définie en matière de durabilité, qui privilégie les produits frais, de saison et locaux et prévoit des efforts constants pour optimiser son empreinte carbone. L'entreprise a pour objectif de former l'ensemble de son personnel aux problématiques environnementales et de proposer 40 % de plats végétariens à compter de 2025. Le projet « ReCIRCLE », qui consiste à servir les plats dans des emballages réutilisables, a été mis en œuvre au CERN pendant la période concernée par ce rapport ; en parallèle, la démarche de réduction des emballages en plastique à usage unique s'est poursuivie, bien qu'elle ait été fortement compromise par la pandémie.



ÉMISSIONS DE CHAMP 3 DU CERN EN 2019-2022 (ACHATS NON COMPRIS)

La catégorie « Déchets » comprend les déchets envoyés dans différentes filières d'élimination, ainsi que l'eau envoyée dans les stations de traitement des eaux usées. Concernant les émissions liées aux voyages professionnels et les trajets domicile-travail, seuls les membres du personnel rémunérés par le CERN sont pris en compte. La méthode de calcul utilisée correspond à celle du Protocole des GES ; les facteurs d'émission ont été repris de la base de données Ecoinvent, et la méthode utilisée pour calculer l'impact est celle employée par le GIEC dans la version V1.01 de son rapport de 2021 sur le PRG à 100 ans. Toutes les données portant sur les années couvertes par les précédents rapports ont été recalculées. Les émissions liées aux achats ne sont pas prises en compte ici. Elles sont présentées séparément.

ACHATS

Les achats représentent la majorité des émissions de champ 3 du CERN ; c'est également le type d'émission le plus difficile à quantifier. L'Organisation a besoin d'une grande diversité de fournitures et de services pour ses activités, et, dans sa stratégie et sa politique d'achats, s'attache à équilibrer les retours industriels sur l'ensemble des États membres et États membres associés. En 2021, une méthode d'évaluation des émissions de champ 3 liées aux achats a été mise en œuvre, ainsi qu'un projet visant à déterminer la manière d'améliorer l'impact écologique des achats au CERN.

ÉMISSIONS DE CHAMP 3 LIÉES AUX ACHATS

Les émissions de champ 3 liées aux achats sont présentées pour la première fois dans ce rapport. En 2021 et 2022, le CERN a dépensé respectivement 471 MCHF et 462 MCHF pour ses achats (biens, services et fournitures), et les émissions liées aux biens et services et aux biens d'équipement achetés s'élevaient respectivement à 98 030 et 104 974 teqCO₂.

Ces émissions ont été calculées par la méthode axée sur les dépenses du Protocole des GES en s'appuyant sur les facteurs d'intensité des émissions repris de la base de données EXIOBASE 3 de 2021, d'après le modèle de calcul « Procurement Endpoint » de Climatq, compte tenu d'un ajustement pour l'inflation. La base de données EXIOBASE 3 est un tableau de type entrées/sorties multirégionales avec extensions environnementales (EE MRIO), qui contient des données décrivant le réseau complexe des relations économiques internationales et leurs conséquences environnementales. Bien que cette méthode de calcul ait ses limites et comporte des incertitudes, elle permet de comprendre la quantité relative des émissions liées aux achats par rapport aux autres émissions directes et indirectes. Les émissions liées aux achats représentent environ 92 % des émissions de champ 3 du CERN, et environ 32 % de ses émissions totales.

Cette méthode aide le CERN à déterminer les familles d'achats pour lesquelles il est possible de réduire et d'optimiser les émissions de CO₂, et ainsi à mieux hiérarchiser ses efforts de décarbonation. En 2021-2022, 267 fournisseurs étaient responsables de 80 % des émissions liées aux achats. Les fournisseurs du secteur de la construction et des machines étaient responsables de la majorité de ces émissions.

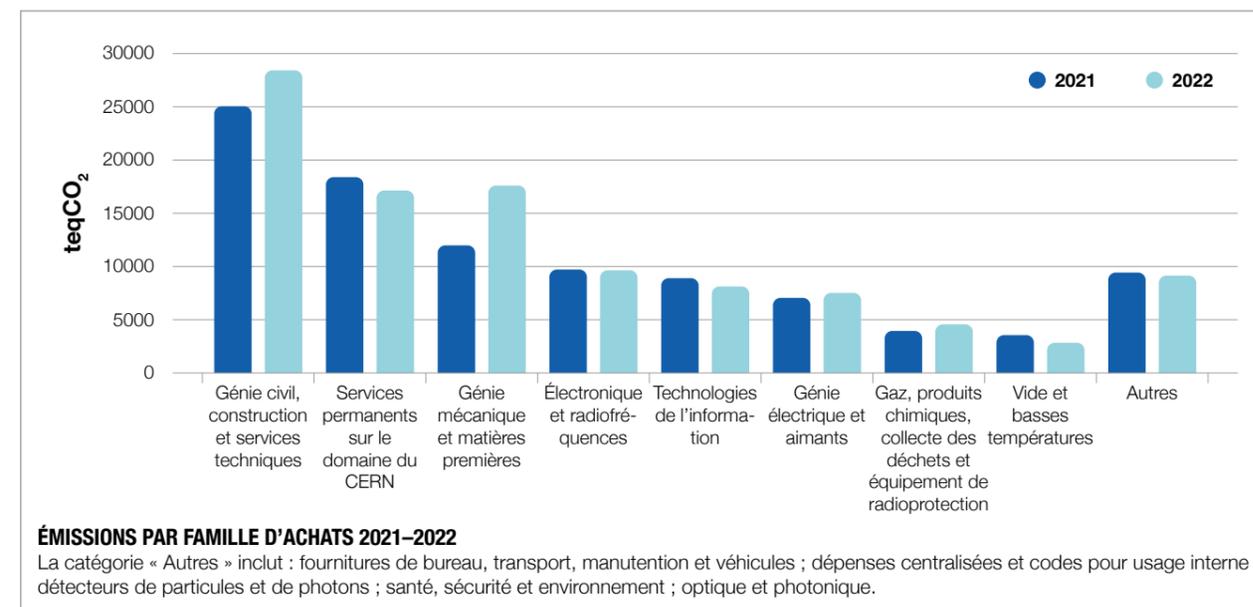
Le CERN est conscient des limites de la méthode axée sur les dépenses et s'attachera à améliorer la granularité du calcul des émissions liées aux achats en travaillant avec ses fournisseurs pour obtenir des données basées sur les activités. Ainsi, l'Organisation appréhendera mieux les défis à relever et les priorités à fixer, tout en tenant compte de la complexité de son infrastructure et de ses mécanismes de gouvernance.

LANCEMENT DU PROJET CERP3

Le projet Politique d'achat du CERN respectueuse de l'environnement (CERP3) a été lancé en septembre 2021. Il vise à améliorer progressivement la démarche du CERN en matière d'achats pour la rapprocher de la norme ISO 20400 « Achats responsables — Lignes directrices ».

Un premier texte a été présenté à la Direction pour examen en novembre 2022 ; il intègre des facteurs et objectifs de responsabilité environnementale dans le processus d'achats du CERN en s'appuyant sur les principes d'exemplarité, d'intégrité environnementale, d'équité et de gouvernance. Le CERN s'est ensuite attaché à mettre en place une communication claire et une surveillance de l'ensemble des catégories d'achat. Les responsables techniques et les responsables des achats participent activement à la définition des objectifs et des engagements communs. Le but est de mieux comprendre quelles sont les familles d'achats qui émettent le plus de CO₂ afin d'élaborer et de hiérarchiser des plans d'action. Une proposition à ce sujet sera soumise en 2023, et un programme de mobilisation s'adressant aux fournisseurs représentant 80 % des émissions du CERN sera lancé. Il s'agira notamment de mesurer les émissions, de fixer des objectifs de réduction et d'accélérer le parcours de décarbonation des fournisseurs. Des indicateurs-clés de performance pour les achats écologiquement responsables et un module de formation s'adressant aux responsables des achats et aux responsables techniques du CERN seront également élaborés.

Grâce à ces activités, le CERN a beaucoup progressé dans la compréhension des émissions liées à ses achats et a pu déterminer des actions à mettre en œuvre, tout en poursuivant ses efforts en vue de retours équilibrés pour ses États membres et États membres associés. L'avancement de ces mesures sera abordé dans de futurs rapports.



POUR ALLER PLUS LOIN

Valerie Domcke est physicienne au sein du département Théorie du CERN et a coprésidé le Groupe de travail sur les émissions de gaz à effet de serre liées aux voyages professionnels, créé en 2022.

— Pouvez-vous nous parler de la création de ce groupe de travail ?

VD : Les voyages font partie intégrante de la vie des théoriciens, en raison des collaborations scientifiques internationales auxquelles ils participent. Ces collaborations nécessitent des échanges internationaux et le partage d'idées, afin de nourrir l'inspiration scientifique qui est au cœur de notre mission. Les échanges internationaux sont particulièrement importants pour les chercheurs en début de carrière, comme pour ceux des régions géographiques sous-représentées dans certaines disciplines. Cela étant, nous avons pris conscience de l'impact environnemental de nos déplacements professionnels, en particulier des voyages en avion, et nous considérons qu'il est urgent de réduire nos émissions de GES. Après des discussions avec le président du CEPS, la création d'un groupe de travail a été proposée afin d'approfondir cette question et de réfléchir à des mesures concrètes susceptibles de bénéficier au CERN dans son ensemble et de réduire les émissions liées aux voyages professionnels.

— En quoi le travail du groupe a-t-il consisté ?

VD : Le groupe de travail a commencé par regarder ce qui se faisait dans d'autres instituts universitaires et organisations internationales afin de s'en inspirer et de repérer les bonnes pratiques en la matière. Il a ensuite fallu élaborer des recommandations adaptées au CERN en tant qu'organisation, puis proposer des mesures pragmatiques et efficaces pour réduire les émissions liées aux voyages professionnels et accélérer les changements de comportement. Bien que ces émissions ne représentent qu'une petite partie du total des émissions du CERN, il est important de les réduire, car chaque geste compte.

— Quelles sont les prochaines étapes ?

VD : Les recommandations du groupe de travail ont été présentées au CEPS fin 2022 ; celui-ci a donné des avis importants qui contribueront à faire progresser le travail. Les prochaines étapes consisteront à affiner les mesures proposées afin de les mettre en œuvre progressivement dans le cadre des déplacements professionnels des membres du personnel rémunérés par le CERN. À plus long terme, l'analyse sera élargie à la communauté du CERN dans son ensemble.

RAYONNEMENTS IONISANTS

Au CERN, les rayonnements ionisants sont dus aux collisions des faisceaux de particules avec la matière. Pour limiter le plus possible l'exposition du personnel, de la population et de l'environnement, le CERN a recours à des méthodes innovantes et reconnues.

LIMITER L'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS

En Europe, la dose annuelle maximale d'exposition du public à des sources de rayonnements artificielles (hors exposition médicale) a été fixée à 1 millisievert (mSv). Pour sa part, le CERN s'est engagé à ne pas dépasser 0,3 mSv/an. En 2022, la dose effective reçue par les personnes vivant à proximité du Laboratoire était inférieure à 0,01 mSv, ce qui est plus de 100 fois inférieur à la dose annuelle moyenne reçue par une personne dans le cadre médical en Suisse.

Alors que la majorité des travailleurs exposés aux rayonnements se voient appliquer une limite réglementaire de 6 mSv/an, une limite de 3 mSv/an est appliquée au CERN. Pendant la période concernée par ce rapport, aucun des travailleurs exposés à des rayonnements n'a reçu de dose supérieure à 1,3 mSv, et 91 % de ces personnes ont reçu une dose nulle (0 mSv). À titre de comparaison, l'exposition annuelle moyenne à des sources naturelles et artificielles en Suisse est de 6 mSv/personne/an.

INFORMATION RESPONSABLE

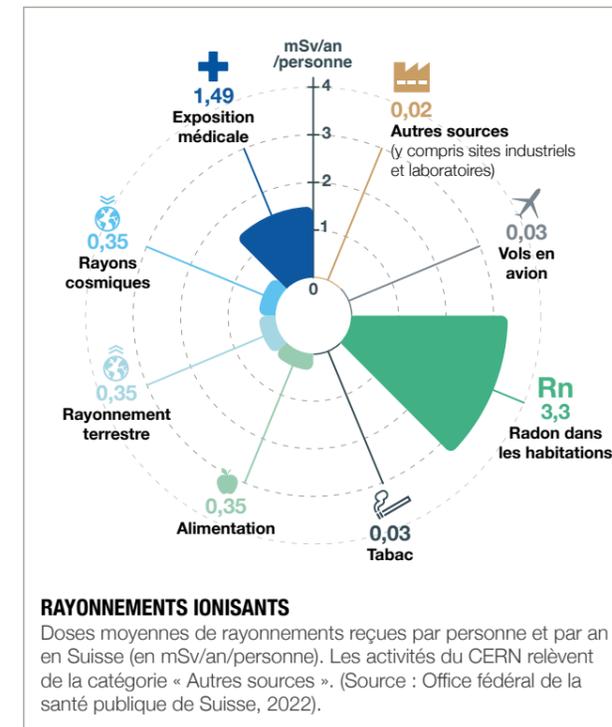
Le CERN adhère et contribue à des systèmes de sûreté et de radioprotection mondialement reconnus. Appliquant le principe de précaution, il optimise constamment ses installations et ses pratiques afin de limiter le plus possible son impact radiologique. Un accord tripartite, signé en 2010 avec les États hôtes, garantit la transparence et le respect de bonnes pratiques en matière de sûreté et de radioprotection. Dans le cadre de cet accord, le CERN présente aux autorités suisses et françaises des rapports trimestriels sur la surveillance radiologique au niveau local. L'Organisation s'efforce d'appliquer les normes applicables les plus récentes et de s'adapter à l'évolution de la législation des États hôtes.

UNE SURVEILLANCE DE POINTE

Les rayonnements ionisants sont surveillés en permanence, à l'intérieur comme à l'extérieur du CERN. Le Laboratoire exploite un vaste réseau de détecteurs de rayonnements et de systèmes d'échantillonnage en ligne. En 2022, le programme de surveillance environnementale du CERN comptait 130 stations de mesure regroupant 640 dispositifs de contrôle, dont 494 destinés à la surveillance radiologique. Cette solide infrastructure de surveillance des rayonnements repose sur l'outil REMUS (*Radiation and Environment Monitoring Unified Supervision*), mis au point par le CERN. Ce système innovant de surveillance, de contrôle et de collecte de données, couvrant l'ensemble des stations du Laboratoire, est en permanence amélioré pour répondre aux besoins de l'Organisation.

Les méthodes employées pour évaluer les doses susceptibles d'être reçues par la population locale s'appuient sur des modèles et normes largement reconnus et tiennent compte de la nature spécifique des installations du CERN. Ces modèles ont été révisés en 2022, avec l'accord des autorités des États hôtes. Dorénavant, ils seront utilisés pour toutes les futures évaluations de l'impact radiologique du CERN sur l'environnement.

Le CERN coopère avec ses États hôtes en permettant à leurs services de surveiller les rayonnements diffusés et la radioactivité naturelle à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre du Laboratoire. Le réseau de dosimètres thermoluminescents servant à mesurer les rayonnements ionisants sur le domaine est complété par un échantillonneur d'aérosols de grand volume pour des analyses sensibles en laboratoire. Un dispositif de surveillance situé sur le site de Meyrin envoie des données en temps réel à l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) de Suisse. En outre, l'OFSP effectue chaque année des mesures sur le terrain.



POUR ALLER PLUS LOIN

Heinz Vincke est le chef adjoint du groupe Radioprotection du CERN.

— Quelles sont les conséquences de la montée en intensité des accélérateurs sur la radioprotection ?

HV : Une intensité plus élevée signifie inévitablement plus de rayonnements. Pour atténuer cet effet, nous disposons d'une méthode formalisée pour optimiser la conception de toutes les installations et coordonner le travail, les procédures et la manipulation des outils.

— Quels sont les approches et les outils utilisés pour une gestion optimisée de la radioprotection ?

HV : Pendant la phase de conception, nous devons choisir les matériaux, le blindage et l'emplacement appropriés pour limiter au maximum la quantité de rayonnements. Nous utilisons principalement des outils de simulation afin de réduire le plus possible la dose reçue par le personnel et l'environnement. Par ailleurs, nous utilisons le logiciel ActiWiz, développé par le groupe Radioprotection du CERN. Ce programme, basé sur un modèle personnalisé d'évaluation des risques, nous permet de choisir des matériaux à faible risque d'activation. Le CERN a également élaboré d'autres outils qui nous permettent de respecter une

réglementation plus stricte, tels qu'OPEDOSI, pour la surveillance des doses opérationnelles reçues par le personnel travaillant dans des zones réglementées, TREC, pour l'enregistrement et le suivi du matériel radioactif, et RAISIN, une base de données couvrant toutes les zones réglementées du CERN. L'outil IMPACT (*Intervention Management Planning and Activity Coordination Tool*) facilite l'évaluation du risque, y compris du risque d'irradiation, et assure un processus d'approbation formalisé avant toute intervention dans une zone réglementée. Les outils de surveillance des rayonnements REMUS et ERGO (l'équivalent de REMUS pour la visualisation) sont d'autres exemples d'outils dont nous disposons.

— Qu'en est-il de la réparation des équipements ?

HV : La réparation des équipements présente certains défis, en particulier lorsque nous devons travailler dans des zones hautement radioactives. Pour certaines installations, nous pouvons manipuler les équipements et effectuer des réparations à distance, avec des robots. Lorsque ce n'est pas possible, nous optimisons la méthode de travail et les outils, par exemple en utilisant des maquettes, afin que le temps passé dans la zone concernée soit réduit au minimum. Grâce à cette approche, au cours des dix dernières années, le CERN a réussi à réduire sans cesse les doses auxquelles son personnel et l'environnement sont exposés.

BIODIVERSITÉ, UTILISATION DES SOLS ET MODIFICATION DU PAYSAGE

Les sites du CERN s'étendent sur 625 hectares. Outre les sols utilisés pour les bâtiments et l'infrastructure, cette surface comprend 409 hectares de champs cultivés, d'espaces de loisir et de prairies, 104 hectares de forêts et trois zones humides. Ces terres regorgent d'espèces animales et végétales, dont certaines rares. Afin de mieux préserver les sols et la biodiversité, le CERN a mis en place un programme qui lui permet de comprendre et de valoriser son environnement, pour continuer d'évoluer tout en limitant l'impact de ses activités.

PRÉSERVER LE PAYSAGE

En 2015, le CERN a publié son premier plan directeur, qui exposait la vision de l'Organisation concernant les besoins de développement du Laboratoire pour ses deux sites principaux (Meyrin et Prévessin) jusqu'en 2030. Cet outil important, actualisé fin 2021 pour englober la vision de l'Organisation jusqu'en 2040, permet au CERN de comprendre les conséquences concrètes de son développement et de le gérer de manière responsable. Prévoyant des mesures allant de la préservation de la biodiversité à l'optimisation des solutions de mobilité, en passant par la bonne gestion et consolidation des bâtiments et l'intégration des installations dans le paysage, le plan directeur tient compte des besoins actuels et futurs du Laboratoire (y compris un possible développement en dehors de sa zone clôturée actuelle), ainsi que de ceux de ses voisins. L'objectif est de permettre au CERN, en collaboration étroite avec ses États hôtes (la France et la Suisse), de se développer et de garantir le fonctionnement de ses installations tout en préservant et en valorisant les zones rurales et forestières voisines.

En 2021 et 2022, des travaux pour le LHC à haute luminosité (HL-LHC) ont été menés aux points 1 et 5 de l'anneau du LHC. Au point 1, cela s'est traduit par 0,9 hectare de nouvelles constructions sur d'anciennes terres agricoles, alors qu'au point 5, il a été possible de procéder aux travaux sur le site existant. La construction du Portail de la science du CERN, nouveau centre d'éducation et de communication grand public devant ouvrir ses portes en 2023, suit son cours. Ses bâtiments sont construits sur un ancien parking.

PROTÉGER LA BIODIVERSITÉ

En 2020, l'Organisation a créé un groupe de travail sur la biodiversité, dont la mission s'articule autour d'objectifs-clés allant de la conservation et de la protection des espaces naturels au développement de la biodiversité sur le domaine, en passant par la définition d'indicateurs pour un suivi amélioré. Le groupe a proposé un plan d'action pour 2021-2025 prévoyant plusieurs mesures, dont deux ont déjà été financées et lancées. Une troisième mesure, incluant une étude préliminaire des îlots de chaleur, a commencé à être mise en œuvre en 2022.

La première de ces mesures a consisté à élaborer des lignes directrices pour la prise en compte de la biodiversité dans les projets de nouvelles constructions au CERN. Au total, onze lignes directrices ont été émises, inspirées par la réglementation des États hôtes et les bonnes pratiques en matière de biodiversité. Elles traitent de divers sujets, tels que la gestion des espèces invasives, les toits végétalisés et la plantation de nouveaux arbres en tant que mesure de compensation. Dans cette optique, 100 arbres ont été plantés sur le site de Meyrin pour compenser l'abattage de ceux qui étaient trop vieux ou situés sur une zone de chantier. En outre, fin novembre 2022, le CERN a commencé à planter plus de 400 arbres de onze essences différentes autour du futur Portail de la science. Des mesures spécifiques ont été élaborées pour préserver le patrimoine naturel du CERN, mais aussi pour renforcer la biodiversité sur les terres exploitées par le Laboratoire. Ces mesures s'inscrivent dans une approche axée sur un entretien minimaliste, consistant à peu arroser et à utiliser le moins d'engrais et de produits chimiques possible.



Phanéroptère commun (*Phaneroptera falcata*)

ÉTUDIER LA FLORE ET LA FAUNE DU CERN

La seconde mesure mise en œuvre a consisté à établir des inventaires des diverses espèces qui composent la faune et la flore du domaine du CERN. Réalisés en 2022, ils ont permis d'identifier des zones prioritaires à protéger lorsque des projets ou travaux sont prévus. Ces zones sont ensuite intégrées au système d'information géographique de l'Organisation.

Les inventaires sont essentiels à la surveillance des populations d'espèces, au repérage des zones d'intérêt biologique et à l'évaluation de leur importance, en vue de la mise en place de mesures de protection. Sur la base des recommandations des experts, les inventaires se sont concentrés sur la flore, les amphibiens, les insectes et les oiseaux. L'inventaire des amphibiens a révélé la présence de deux espèces protégées de grenouilles et deux autres de tritons. Ceux portant sur les insectes se sont concentrés sur les *Lepidoptera* (papillons) et les *Orthoptera* (locustes, sauterelles et grillons), ces groupes reflétant la qualité des milieux et l'efficacité des mesures de stabilisation mises en œuvre. Les relevés ont permis de recenser 62 espèces de *Lepidoptera* et 32 espèces d'*Orthoptera* sur les sites. L'inventaire de la flore, quant à lui, a permis d'identifier 13 espèces végétales menacées et deux nouvelles espèces d'orchidées, portant ainsi à 18 (dont deux sous-espèces) le nombre total d'espèces d'orchidées présentes sur le domaine du CERN.



Cuivré des marais (*Lycaena dispar*)

POUR ALLER PLUS LOIN

Alison Lacroix est botaniste et ingénieure chez « Atelier Nature Paysage », la société de conseil qui a coordonné les inventaires de la flore et de la faune au CERN en 2022.

— Pourquoi est-il important de procéder à des inventaires de la flore ?

AL : Les inventaires de la flore sont importants dans la mesure où ils permettent de caractériser les environnements naturels et de repérer ceux qui ont un intérêt particulier, par exemple s'ils abritent une flore (et une faune) qui se développe uniquement dans certaines conditions. Ils peuvent également révéler des espèces rares, menacées ou protégées.

Réaliser des inventaires permet aussi de surveiller les effets des changements apportés aux pratiques de gestion et de stabilisation des populations, en comparant les données recueillies avant le changement avec celles obtenues cinq ans après, par exemple.

— Quelles sont vos observations concernant l'inventaire de 2022 ?

AL : La richesse des sites de Meyrin et de Prévessin sur le plan des orchidées était déjà connue. Cependant, l'inventaire de 2022 a mis en lumière la grande diversité des milieux, dont certains sont intéressants du fait de leurs caractéristiques ou parce qu'ils abritent des plantes rares, telles que *Lathyrus tuberosus* (gesse tubéreuse) et *Ophioglossum vulgatum* (Langue de serpent). Il a également permis d'identifier trois zones d'intérêt pour les orchidées sur le domaine clôturé du CERN. Personnellement, je n'avais jamais observé une telle densité d'*Ophioglossaceae* (bien qu'elles semblent avoir souffert de la sécheresse), ou de *Himantoglossum hircinum* (orchis bouc).

EAU ET EFFLUENTS

L'eau est essentielle aux systèmes de refroidissement des installations scientifiques du CERN ; assurer une gestion responsable de l'eau est primordial pour le Laboratoire.

PRÉLÈVEMENT ET CONSOMMATION D'EAU

Le CERN s'attache à réduire le plus possible sa consommation d'eau par une consolidation et une amélioration continues de ses infrastructures de refroidissement et d'usage sanitaire. Entre 2000 et 2022, il a réduit sa consommation d'eau annuelle d'environ 80 %, passant de 15 000 mégalitres à 3 234 mégalitres, notamment après le remplacement, durant le deuxième long arrêt (LS2), des circuits d'eau ouverts dans ses tours de refroidissement par des circuits semi-ouverts ou fermés.

Toute l'eau fournie au CERN est potable et utilisée telle quelle ou déminéralisée. La majeure partie de l'eau du CERN, provenant du lac Léman, est fournie par les Services industriels de Genève (SIG). Environ 1 %, issue principalement des nappes phréatiques, est fournie par la Régie des Eaux Gessiennes dans le Pays de Gex (France), zone en situation de stress hydrique. Les fournisseurs envoient au CERN des rapports de consommation mensuels ou annuels.

Environ 80 % de l'eau du CERN sert aux activités industrielles, notamment au refroidissement du complexe d'accélérateurs, des détecteurs et des installations de calcul ; les 20 % restants sont utilisés à des fins sanitaires. Depuis 2021, en particulier depuis le redémarrage des activités de physique après le LS2, la quantité d'eau nécessaire au refroidissement des installations de recherche augmente régulièrement. Néanmoins, la consommation globale du CERN en 2021 et 2022 (respectivement 2 661 et 3 234 mégalitres) a été plus faible qu'en 2018, dernière année d'exploitation (3 477 mégalitres), en raison de la reprise progressive de l'exploitation des accélérateurs et des détecteurs après le LS2.

REJET D'EAU ET SURVEILLANCE

L'Organisation rejette les eaux de pluie, d'infiltration et de refroidissement dans les cours d'eau environnants, dont certains, de petite taille, sont sensibles à la qualité des effluents reçus. Le CERN prélève régulièrement des échantillons dans ces cours d'eau afin d'évaluer son impact, et rend compte chaque trimestre de son programme de surveillance aux autorités des États hôtes. La qualité des effluents est contrôlée en permanence selon des critères établis par le CERN et conformes à la réglementation des

États hôtes. Des plans d'intervention en cas d'incident sont prévus dans le cadre de la préparation du CERN aux situations d'urgence. Le Laboratoire applique des procédures de limitation des conséquences et d'alerte des autorités des États hôtes et des services d'urgence compétents. Pendant la période couverte par ce rapport, le CERN n'a connu aucun incident dommageable pour l'environnement passible d'une sanction, financière ou autre (voir Conformité aux normes environnementales et gestion des substances dangereuses).

QUALITÉ DES EFFLUENTS

Une partie de l'eau des tours de refroidissement est évaporée pour refroidir les accélérateurs. Une autre partie est évacuée sous forme d'effluents contenant des résidus de produits utilisés pour éviter l'entartrage, la corrosion et la propagation de bactéries, notamment les légionelles. Afin de réduire la quantité des effluents et d'améliorer leur qualité, l'Organisation a modifié ses tours de refroidissement (ajout d'eau déminéralisée, installation d'un système de recyclage de l'eau des purges). Ces mesures ont permis de réduire les rejets dans les cours d'eau. 70 % des circuits ont été modifiés pendant le LS2 ; le reste sera adapté pendant le LS3, qui débutera en 2026.

Conséquence de l'augmentation de l'activité dans la zone Nord du site de Prévessin et de l'accroissement du débit d'eau qui en résulte, une nouvelle station de surveillance de l'eau a été installée en janvier 2022 pour contrôler la qualité des effluents rejetés dans le Lion voisin.

Le nouveau bassin de rétention du CERN situé en aval du site de Prévessin, qui possède un séparateur d'hydrocarbures pour le traitement des pollutions accidentelles, s'est avéré efficace pour réguler le débit et assurer la qualité des rejets d'eau du site. Un autre bassin sera aménagé en 2023 sur le site de Prévessin pour la collecte des eaux de ruissellement.

À Meyrin, le CERN envisage la construction d'un nouveau bassin de rétention des eaux pluviales en réutilisant une installation existante située sous l'un des bâtiments des foyers. Depuis quelques années, tous les nouveaux projets concernant le bassin versant du site de Meyrin comprennent des bassins de rétention (sur les toits, enterrés ou à l'air libre).

La Charte du Nant d'Avril prévoit également la construction de nouveaux bassins de rétention, ainsi que l'amélioration de la qualité des effluents provenant des tours de refroidissement. Dans le cadre du Comité tripartite sur l'environnement, le CERN a des échanges avec les autorités des États hôtes sur la qualité de ses effluents.

RÉSEAUX D'EAU DU CERN

En 2021, le Laboratoire a entamé un programme de consolidation des galeries techniques, sur dix ans, consistant à rénover les 80 galeries et infrastructures connexes. Ce projet concerne la rénovation des circuits d'eau, tels que ceux qui fournissent l'eau potable et l'eau utilisée par le Service de Secours et du Feu (voir Pour aller plus loin), mais aussi les réseaux d'assainissement, touchés par des problèmes de perméabilité des canalisations, et la mise en œuvre d'une procédure de contrôle des infiltrations d'eau dans les tunnels des accélérateurs. Une campagne d'inspection visant à actualiser la cartographie du réseau dans son ensemble a débuté en 2022.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Comme pour les autres objectifs fixés dans le premier rapport sur l'environnement, la date visée (initialement 2024) a été décalée afin de tenir compte du nouveau calendrier des accélérateurs. Le CERN s'engage ainsi à limiter à 5 % la hausse de sa consommation d'eau d'ici la fin de la troisième période d'exploitation, en 2025 (année de référence : 2018).

En prévision de la phase à haute luminosité du LHC (HL-LHC), le CERN a approuvé la construction d'une installation de recyclage des eaux de refroidissement au point 1 de l'anneau du LHC. Il s'agira de collecter et de traiter l'eau des circuits de refroidissement du LHC et du SPS afin de la recycler et de la réinjecter au point 1. Après traitement, les effluents résiduels seront rejetés dans le réseau d'assainissement, ce qui permettra de réduire l'impact sur le Nant d'Avril. La construction de cette installation de recyclage contribuera également à limiter la consommation d'eau future, lorsque les besoins en refroidissement augmenteront avec le HL-LHC et les améliorations des expériences LHC.

Compte tenu de l'augmentation de la capacité de calcul nécessaire, un nouveau centre de données, prévu pour fin 2023, est en cours de construction à Prévessin. Son refroidissement s'appuiera sur les technologies les plus récentes, pour une efficacité énergétique optimale. Un refroidissement adiabatique sera assuré par des aéroréfrigérants pendant les périodes chaudes, ce qui permettra des économies d'eau. Par ailleurs, les aéroréfrigérants seront complétés par un système de recirculation afin de réduire encore la quantité d'eau utilisée. Enfin, la chaleur produite par le nouveau centre de données sera récupérée pour chauffer les 73 bâtiments du site de Prévessin (voir Énergie).

POUR ALLER PLUS LOIN

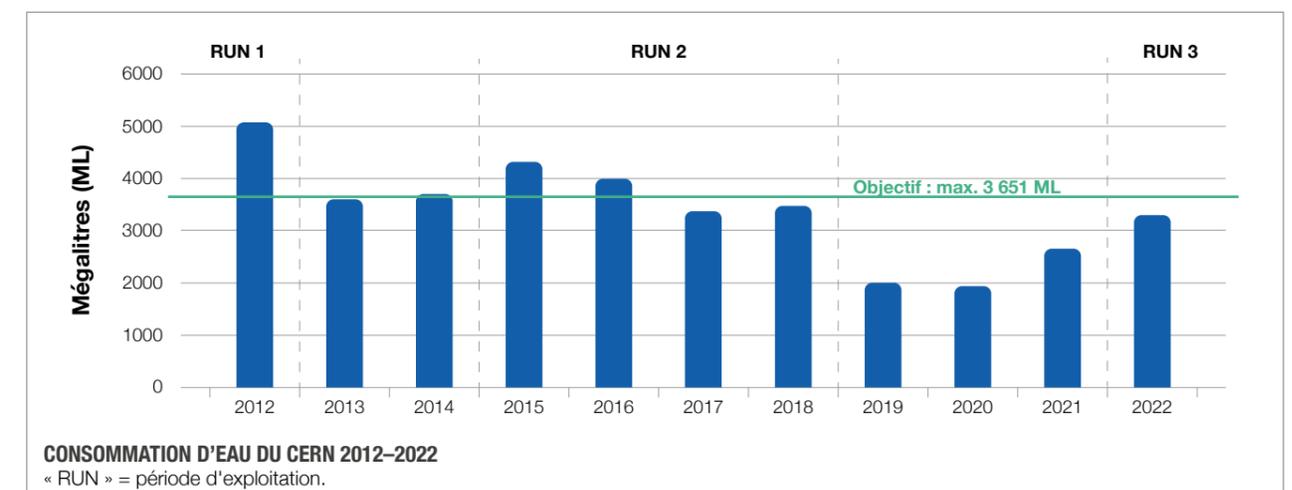
Esther Amarilla est responsable du lot de travaux « Refroidissement et ventilation » dans le cadre du programme de consolidation des galeries techniques.

— Comment ce projet a-t-il vu le jour ?

EA : Certains éléments du réseau ont plus de 60 ans et ont grand besoin d'être rénovés ou remplacés. En 2021, nous avons examiné l'état de l'ensemble des réseaux d'eau, en étroite collaboration avec les SIG, qui connaissent les faiblesses classiques de ce type de réseaux. Nous commencerons par la zone Ouest du site de Meyrin, où l'impact sur les activités scientifiques du CERN sera moindre ; nous travaillerons par étapes sur une période de dix ans afin de remplacer l'ensemble du réseau, sur les sites de Meyrin et de Prévessin.

— Quels sont les principaux objectifs du remplacement des réseaux d'eau potable ?

EA : Il s'agit d'accroître la fiabilité des différents réseaux (eau potable, refroidissement et assainissement) et d'améliorer la qualité de leur eau. Remplacer les réseaux vieillissants limitera le risque de fuites. Grâce à des canalisations plus compactes, le risque d'eau stagnante sera réduit. Il s'agit d'un programme très ambitieux, peu visible, mais qui aura un impact énorme.



DÉCHETS

La stratégie du CERN consiste à faire en sorte que les déchets soient traités d'une manière sûre pour l'homme et l'environnement.

En outre, une filière de récupération, de reconditionnement et de vente d'équipements en bon état (notamment meubles, matériel informatique et équipements électroniques) a été créée.

GESTION DES DÉCHETS CONVENTIONNELS

La plupart des déchets du CERN proviennent de ses activités scientifiques. Les déchets conventionnels du Laboratoire sont de trois types : déchets du campus, déchets industriels et déchets de chantier. Ces déchets sont eux-mêmes classés en déchets non dangereux (métaux, verre, PET, papier et carton, capsules de café, déchets biodégradables, déchets ménagers et équipements électriques ou électroniques — ces derniers étant soumis à contrôle selon la réglementation suisse OMoD) et en déchets dangereux (produits chimiques et leurs contenants, batteries, cartouches d'encre, ampoules et tout équipement ou matériau contaminé par des substances dangereuses). En 2021 et 2022, le CERN a éliminé respectivement 5 111 et 8 812 tonnes de déchets non dangereux et 1 544 et 1 295 tonnes de déchets dangereux (conventionnels ou radioactifs).

Le projet-pilote de tri sélectif centralisé lancé en 2019 pour les déchets du campus a été élargi à d'autres bâtiments et ateliers, et à différents types de métaux. Aujourd'hui, il facilite le tri des déchets sur le lieu de travail. Si la quantité totale de déchets générés reste la même, le recyclage du papier et du PET s'est nettement amélioré.

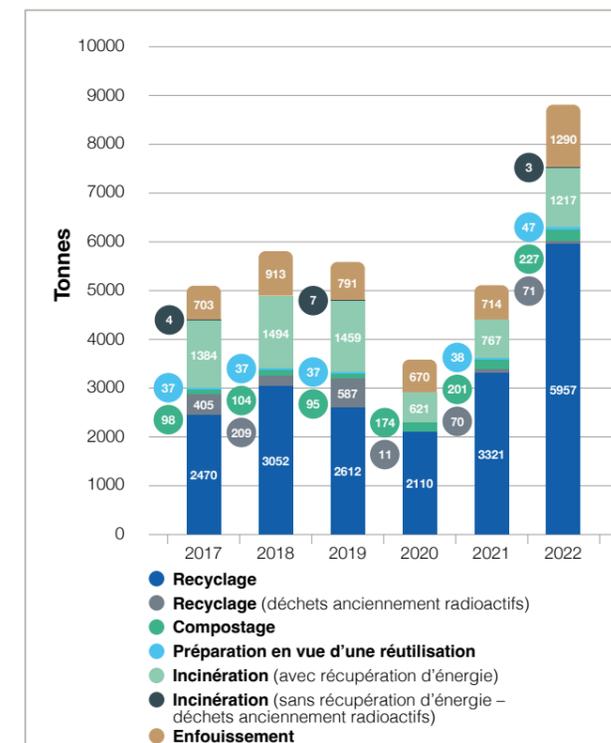
Au CERN, la gestion des déchets est fondée sur le principe « réduire, réutiliser et recycler ». Dans ce domaine, l'Organisation a pour ambition de devenir un campus éco-exemplaire, en continuant à respecter pleinement les réglementations française et suisse applicables en matière de gestion et d'élimination des déchets. Une feuille de route consacrée à la gestion des déchets a été publiée en août 2022, ouvrant la voie à d'autres objectifs plus ciblés qui seront abordés dans de futurs rapports.

Le CERN dispose d'un système centralisé permettant de gérer la collecte et le transport des déchets du campus et des déchets industriels. Un inventaire des déchets quittant le CERN est également assuré, garantissant la traçabilité des filières d'élimination. Les déchets dangereux sont temporairement stockés dans une zone tampon, où ils sont collectés chaque semaine.

Le Laboratoire travaille avec des prestataires de services agréés pour l'élimination des déchets conventionnels autres que métalliques et électroniques, ces deux derniers types de déchets étant triés et vendus à des fins de recyclage. Le présent rapport ne tient pas compte des équipements en fin de vie repris, ou renvoyés au fournisseur, ni des déchets de chantier générés par les entreprises contractantes, qui gèrent elles-mêmes leur élimination conformément à la réglementation des États hôtes. Le CERN s'efforce d'améliorer constamment la traçabilité des déchets éliminés par ses entreprises contractantes.

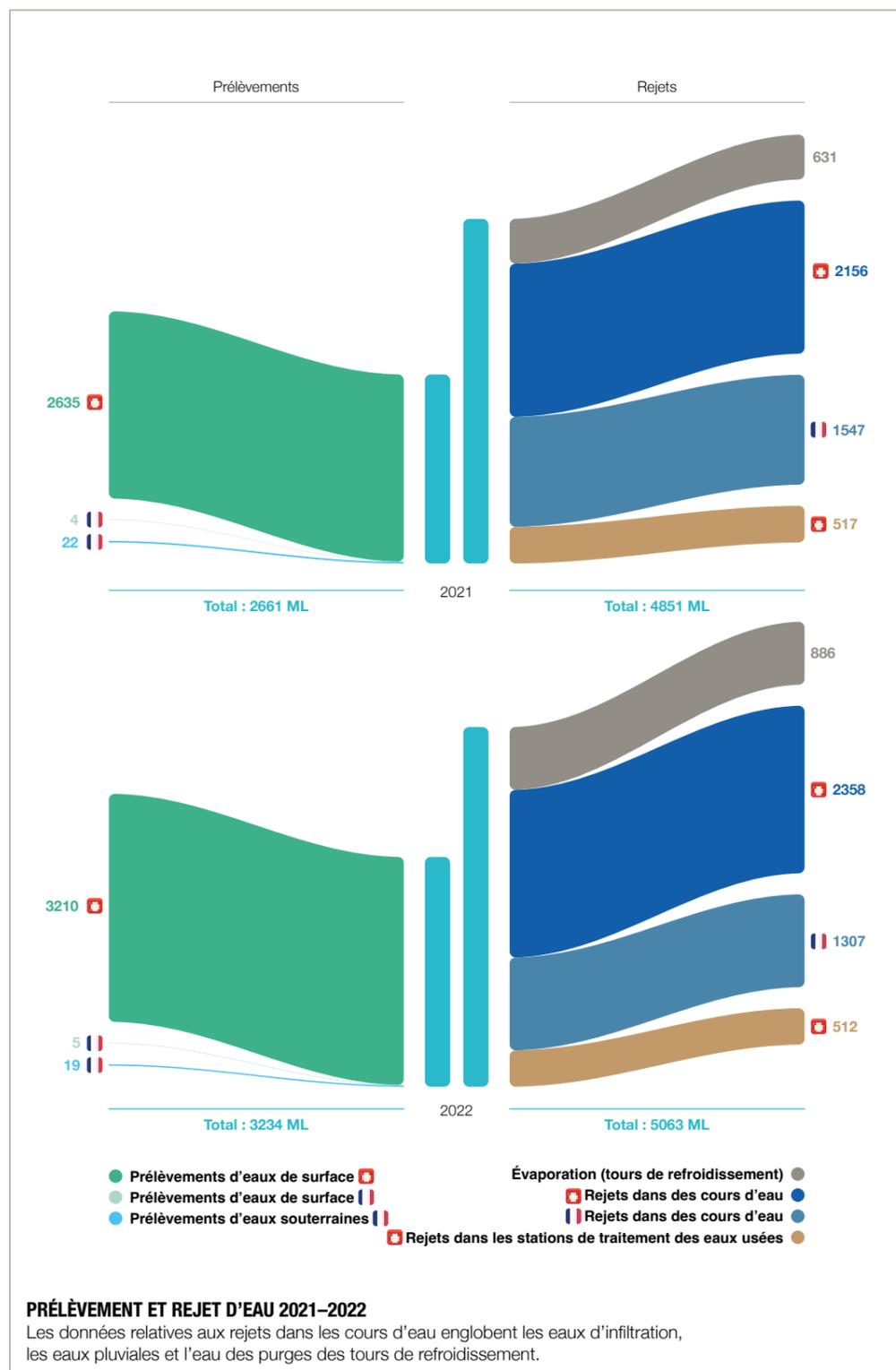
RÉUTILISER ET RECYCLER

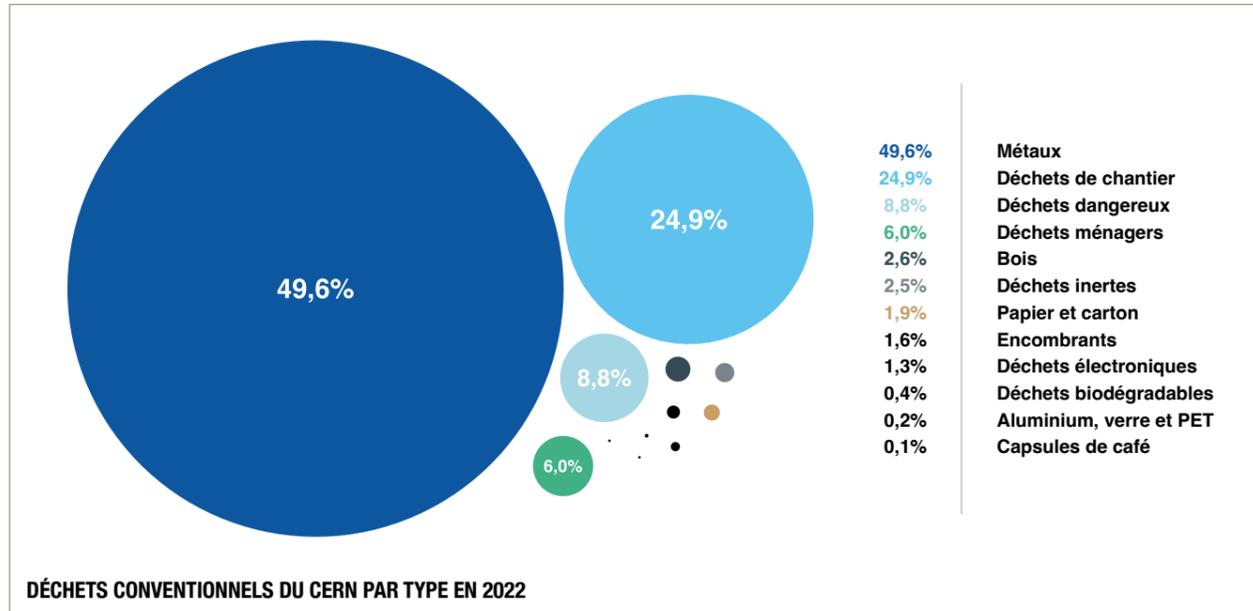
En 2021 et 2022, le CERN s'est attaché à améliorer son taux de recyclage des déchets non dangereux, qui représentent plus de 70 % des déchets générés. En 2022, ce taux était de 69 %, contre 56 % en 2018. Cette nette augmentation en 2022 est en partie liée à l'importante quantité de déchets métalliques recyclés à la suite du deuxième long arrêt (LS2).



DÉCHETS NON DANGEREUX PAR FILIÈRE D'ÉLIMINATION 2017-2022

L'amélioration continue de la catégorisation et de la quantification des déchets, ainsi que les outils de traçage des déchets radioactifs, tels que décrits dans la légende du graphique sur les déchets dangereux, ont donné lieu à une nouvelle répartition des quantités des rubriques « Recyclage » et « Recyclage (déchets anciennement radioactifs) », par rapport au précédent rapport, pour les années 2017, 2018 et 2019.



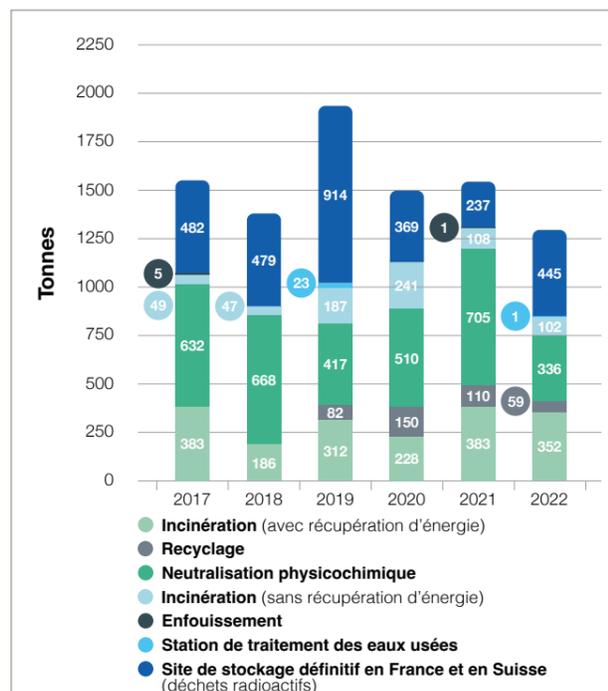


GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Les activités scientifiques du CERN génèrent des déchets radioactifs, classés comme déchets dangereux, de faible et moyenne activité, produits par l'interaction entre les faisceaux de particules et les équipements présents à l'intérieur du complexe d'accélérateurs et des détecteurs. Les équipements activés par ce processus, tels que les absorbeurs de faisceaux (voir Pour aller plus loin) sont traités à la fin de leur cycle de vie comme des déchets radioactifs. Il s'agit, par exemple, d'éléments en métal, de câbles et de filtres de ventilation, ainsi que d'éléments potentiellement contaminés pendant des travaux de maintenance et d'amélioration (gants, combinaisons, etc.). En 2021 et 2022, le CERN a éliminé respectivement 307 et 519 tonnes de déchets radioactifs.

L'Organisation limite le plus possible la quantité de déchets radioactifs lors de la conception, de l'exploitation et de la mise hors service des accélérateurs, expériences et autres équipements, en réutilisant ou en recyclant les matériaux activés, tels que les éléments de blindage. En 2021, 2 077 tonnes d'acier, de fonte et de béton ont été réutilisées. En 2022, ce chiffre était de 906 tonnes. En outre, en 2021 et 2022, respectivement 259 et 135 tonnes de déchets radioactifs traités ont été réutilisés dans les installations du CERN.

L'équipe chargée de la radioprotection au CERN est chargée de contrôler et de catégoriser les déchets radioactifs. Ceux-ci sont traités dans une installation spéciale où ils sont triés, compressés et emballés conformément aux normes de traitement et d'élimination applicables. Avant d'être éliminés, les déchets radioactifs sont stockés temporairement dans une zone spéciale.



DÉCHETS DANGEREUX PAR FILIÈRE D'ÉLIMINATION 2017-2022

Ce graphique présente des données mises à jour sur les déchets radioactifs pour la période 2017-2020, tenant compte de l'amélioration continue de la catégorisation et de la quantification des déchets, ainsi que des outils de traçage des déchets radioactifs. Le fait que les chiffres figurant dans ce rapport pour les années 2017-2020 soient plus élevés que ceux du précédent rapport est dû à un changement du mode de quantification de la masse passant d'une quantification de la masse nette à une quantification de la masse brute (lorsque le conteneur est enfoui avec les déchets), conformément à l'approche de quantification requise par les sites de stockage des États hôtes.

COLLABORATION AVEC LES ÉTATS HÔTES

La gestion des déchets radioactifs a toujours été une priorité pour le CERN. Elle est régie par l'accord tripartite relatif à la protection contre les rayonnements ionisants et la sûreté des installations du CERN, signé avec les autorités des États hôtes (voir Approche managériale).

Les déchets radioactifs du CERN sont éliminés via les filières agréées suisse et française. En Suisse, le CERN a recours à la procédure de libération, qui consiste à traiter comme des déchets conventionnels traçables les déchets dont il est démontré qu'ils ne relèvent plus de la catégorie « radioactifs » selon l'ordonnance suisse sur la radioprotection (ORaP).

PARTAGE ÉQUITABLE

Si la France et la Suisse ont des approches différentes de la gestion et de l'élimination des déchets radioactifs, l'accord tripartite requiert que le CERN optimise l'élimination de ses déchets radioactifs en choisissant la solution la plus appropriée pour chaque catégorie de déchets. Il prévoit également que les solutions retenues garantissent une répartition équitable des déchets entre les deux pays, principe dit de « partage équitable ». La mise en œuvre de ce principe a été revue en 2022 afin de tenir compte des enseignements de ces dix dernières années. La nouvelle procédure décrit dans quel pays et selon quelle filière devront être traités les différents types de déchets. Elle permet également de mesurer plus facilement la part assumée par chacun des deux États. Cette répartition est contrôlée grâce à trois indicateurs : le volume de déchets éliminés, leur radiotoxicité et les coûts de l'élimination. Ces indicateurs seront examinés lors des réunions annuelles plénières tripartites tenues avec les autorités des États hôtes.

POUR ALLER PLUS LOIN

Angelo Infantino est ingénieur nucléaire au sein du groupe Radioprotection du CERN.

— Le groupe Radioprotection a eu l'occasion d'intervenir dans les travaux de maintenance et d'amélioration du LS2. Pouvez-vous nous en dire plus sur le projet d'autopsie du cœur d'un absorbeur du LHC ?

AI : Un absorbeur de faisceau est un dispositif conçu pour absorber l'énergie des particules une fois qu'elles ne sont plus utiles pour la recherche scientifique. Avec le temps, l'absorbeur devient radioactif. Le projet d'autopsie du cœur d'un absorbeur du LHC, entrepris pendant le LS2, a nécessité une opération inédite : le démontage des deux absorbeurs de faisceau du LHC, situés au point 6, pour les rénover en vue de la troisième période d'exploitation. Cette intervention longue et complexe a permis aux équipes de collecter des informations cruciales, nécessaires pour l'utilisation de cet équipement pendant la troisième période d'exploitation et pour la conception de la future génération d'absorbeurs de faisceau pour le LHC à haute luminosité.

— Quelles ont été les principales difficultés de cette opération ?

AI : Les deux principales difficultés du projet ont été de retirer les absorbeurs de l'accélérateur et de les préparer en vue de leur élimination en tant que déchets radioactifs.

L'absorbeur de faisceau retenu pour l'autopsie a été découpé en morceaux, ce qui nous a permis d'inspecter l'état des disques de graphite qu'il contenait. Les absorbeurs de faisceau font aussi partie des premiers éléments de la catégorie « déchets radioactifs de faible et moyenne activité », qui contiennent des nucléides à demi-vie courte (FMA-VC). Cette catégorie donnera lieu à de nouvelles filières d'élimination spécialisées, pour lesquelles des discussions sont en cours entre le CERN et les autorités françaises. L'ANDRA, l'agence française de gestion des déchets radioactifs, a visité le chantier du CERN afin de s'informer et de mieux comprendre les propriétés de ce type de déchets et le traitement qui en est fait.

— Pourquoi ce projet était-il important ?

AI : Ce projet comportait deux volets : le volet autopsie, qui a permis d'obtenir des informations cruciales pour la conception des futurs absorbeurs de faisceau, et le volet traitement des déchets. Il a permis de réaliser des économies considérables en termes de temps, de ressources et de doses. Ce projet a été une grande réussite, les équipes du CERN ayant été à la hauteur du défi.

BRUIT

Depuis le redémarrage du complexe d'accélérateur en 2022, le niveau de bruit reste dans les limites des niveaux de référence de 2018 grâce à une approche de modélisation du bruit robuste et efficace et à des systèmes locaux de contrôle permanent.

GÉRER L'EMPREINTE SONORE DU CERN

La région d'accueil du CERN ne cesse d'évoluer, avec la construction d'habitations de plus en plus près de ses installations. Le Laboratoire surveille le bruit à ses abords et sur ses différents sites, et agit pour le réduire lorsque ses accélérateurs sont en exploitation, notamment grâce à des barrières antibruit et des silencieux.

La plupart des installations de surface du CERN se trouvent en France. En 2019, en accord avec les autorités des États hôtes, le Laboratoire a établi une politique de réduction du bruit assortie d'une stratégie de mise en œuvre, qui s'est avérée efficace et est réexaminée régulièrement.

Le CERN s'engage à ce que, à ses abords, son empreinte sonore ne dépasse pas de plus de 3 dBA les niveaux de référence, établis sur la base des mesures effectuées en 2018 lorsque tous ses accélérateurs étaient en exploitation (année d'exploitation de référence). Il effectue chaque année des mesures en 70 points, de jour comme de nuit, afin de vérifier que les niveaux de bruit respectent les limites fixées. Les niveaux sonores moyens mesurés aux abords du CERN sont typiquement de l'ordre de 50 dBA le jour et de 45 dBA la nuit.

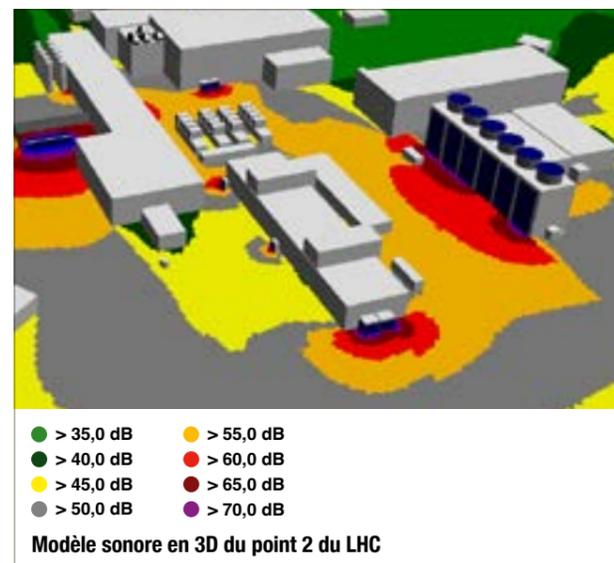
Le redémarrage du complexe d'accélérateurs en 2022 a engendré une augmentation des niveaux sonores, liée notamment aux systèmes de ventilation et de refroidissement et aux transformateurs électriques, qui étaient à l'arrêt pendant le LS2. Pendant la période concernée par ce rapport, trois réclamations ont été reçues et rapidement traitées avec les parties concernées.

Le CERN coopère avec ses communes d'implantation en leur fournissant les résultats des campagnes annuelles de contrôle du bruit menées à ses abords. Il est également en lien avec les autorités locales pour ce qui est des projets de nouvelles zones résidentielles, et leur rend compte du traitement des réclamations liées au bruit. En outre, pour tout nouveau projet d'ampleur, le CERN procède systématiquement à une évaluation de l'impact sonore afin de compléter la demande de permis de construire déposée auprès des autorités locales (voir Pour aller plus loin).

CARACTÉRISATION, MODÉLISATION ET SURVEILLANCE DU BRUIT

Fin 2021, le CERN a mis en œuvre un système de surveillance en temps réel du bruit au point 2 du LHC et au point 4 du SPS. Associé aux outils de visualisation des données d'exploitation du CERN qui superposent des données acoustiques à des graphiques d'activité, ce système aide à déterminer les principales sources de bruit. Par exemple, il a permis de repérer rapidement un compresseur défectueux sur une unité de refroidissement. Les données sont contrôlées chaque jour et des alarmes sont configurées pour déclencher une intervention rapide en cas de bruit excessif.

En 2022, les sources sonores de 130 équipements existants aux points 2 et 4 du LHC ont été caractérisées, ce qui a permis la création de modèles sonores en 3D. Ces modèles permettront de déterminer plus facilement la contribution de chaque source sonore et pourront conduire à d'autres mesures de contrôle du bruit pour les sources les plus importantes.



POUR ALLER PLUS LOIN

Roberto Bozzi est ingénieur et responsable de la section Projets du groupe Refroidissement et ventilation.

— Pouvez-vous présenter le projet SF58 et expliquer pourquoi la gestion du bruit a été un facteur déterminant dans ce contexte ?

RB : À l'ère du HL-LHC et au-delà, les besoins en traitement de données de l'expérience CMS vont augmenter et nécessiter un centre de données plus performant. L'objectif du projet SF58 est de construire de nouvelles tours de refroidissement pour ce futur centre de données. En 2021, avec l'aide des experts acousticiens du CERN, nous avons réalisé une analyse complète de l'impact sonore du projet. Pour cela, nous avons utilisé un modèle 3D du site, ainsi que des rapports d'études acoustiques menées depuis 2016. Les données recueillies nous ont permis de choisir les tours

de refroidissement ayant la meilleure performance acoustique et d'inclure cette information dans notre demande de permis de construire. Les résultats de notre analyse ont ensuite été confirmés par un consultant qui a mené une étude acoustique indépendante.

— Pourquoi s'agit-il d'une étape importante en matière de gestion du bruit ?

RB : L'étude acoustique a joué un rôle essentiel, car elle a permis de confirmer que nous avons fait le bon choix pour respecter la politique de gestion du bruit du CERN. Elle nous a également aidés à élaborer une liste de points-clés à prendre en compte pour optimiser la gestion du bruit dans nos installations et a créé un précédent concernant la prise en compte de la gestion du bruit dans les futurs projets.



Contrôle du bruit généré par les tours de refroidissement au point 2 du LHC

CONFORMITÉ AUX NORMES ENVIRONNEMENTALES ET GESTION DES SUBSTANCES DANGEREUSES

En tant qu'organisation intergouvernementale, le CERN bénéficie des privilèges et immunités nécessaires à son fonctionnement, notamment le droit d'établir sa propre réglementation. Celle-ci s'applique sur son domaine et se substitue aux normes nationales. Le CERN s'attache toutefois à respecter en permanence le cadre juridique de ses États hôtes. Pour limiter le plus possible l'impact environnemental de ses activités existantes et futures, l'unité Santé et sécurité au travail et protection de l'environnement applique un programme de surveillance de l'environnement incluant des paramètres radiologiques et physicochimiques.

PRÉVENTION DES ACCIDENTS ENVIRONNEMENTAUX CONVENTIONNELS

Le CERN a mis en place des procédures et une surveillance pour éviter le rejet accidentel de substances chimiques. Conformément à la Politique de Sécurité de l'Organisation, les départements du CERN sont responsables de la mise en place de mesures adéquates pour la prévention des accidents environnementaux, ainsi que du suivi de tous les événements environnementaux et accidents évités de justesse, et des actions correctives correspondantes.

Le CERN a défini un cadre clair pour la classification des événements en fonction de leur impact potentiel. Il a également mis en place une solide procédure de communication et de suivi avec les autorités locales.

Pendant la période concernée par ce rapport, aucun incident de pollution conventionnel passible d'une sanction, financière ou autre, ne s'est produit.

PRÉVENTION DES ACCIDENTS ENVIRONNEMENTAUX D'ORDRE RADIOLOGIQUE

Le CERN a mis en place des règles strictes en matière de radioprotection et de sûreté radiologique (voir Rayonnements ionisants). Aucun accident environnemental d'ordre radiologique ne s'est jamais produit sur les sites du CERN.

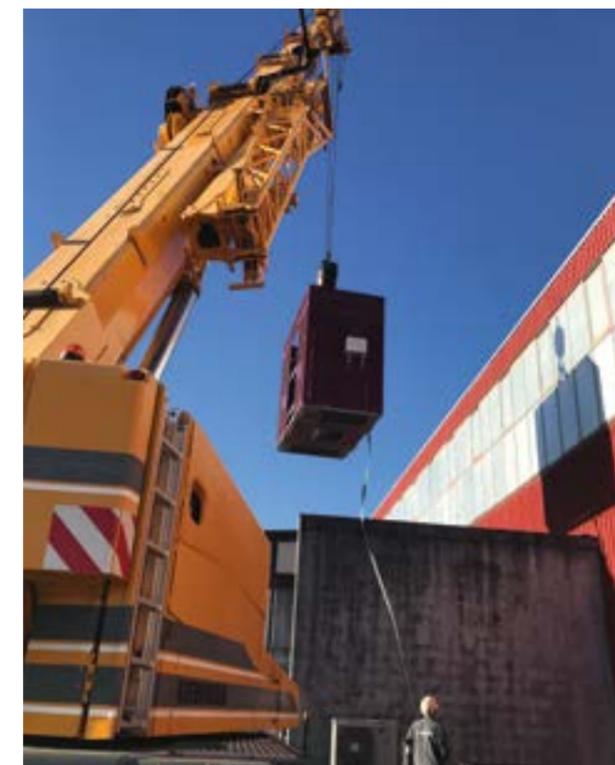
GESTION DES SUBSTANCES DANGEREUSES

Le CERN dispose d'un cadre réglementaire régissant l'utilisation des substances dangereuses susceptibles de polluer le sol et l'eau. Ce cadre tient compte en permanence de l'évolution de la réglementation des États hôtes. Les substances dangereuses font l'objet d'une surveillance et de rapports réguliers ; leur transport interne et à l'extérieur est notamment soumis à une réglementation et à un contrôle stricts. Le transport de matières dangereuses sur la voie publique doit se conformer aux prescriptions de l'ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route).

Des outils de surveillance ont été mis au point en interne afin de répondre aux besoins particuliers du Laboratoire. En 2020 a été créé l'outil CERES (registre des produits chimiques du CERN pour l'environnement, la santé et la sécurité), qui répertorie les produits chimiques liquides, solides et gazeux présents sur ses sites. Les utilisateurs de substances dangereuses mettent constamment à jour le registre, qui fait la distinction entre les produits chimiques classiques et ceux qui remplissent des critères prédéfinis correspondant à un « risque élevé » pour l'environnement. Fin 2022, le registre CERES comptait plus de 4 000 produits, dont un quart étaient considérés comme « à risque élevé ». Cet inventaire est la base sur laquelle s'appuient les départements pour effectuer leur examen périodique et mettre à jour les mesures d'atténuation à mettre en œuvre. Depuis 2022, dans un souci de transfert de connaissances et de technologies, le CERN met à disposition CERES sous la forme d'un outil *open source*.

En 2018, le Groupe de travail du CERN sur la prévention de la pollution liée aux agents chimiques liquides (PoLiChem) avait défini comme prioritaire le remplacement des transformateurs à huile par des transformateurs secs. Ce projet, lancé en 2021, cible plus de 100 unités sur une période de dix ans. Pendant la période concernée par ce rapport, 10 % des transformateurs ont été remplacés (voir Pour aller plus loin).

Les matières radioactives sont une catégorie distincte de substances dangereuses. Leur utilisation et leur transport sont soumis à des règles spécifiques. Toutes les matières radioactives présentes au CERN font l'objet d'un contrôle et d'un traçage sur l'ensemble de leur cycle de vie, et une évaluation de leurs risques radiologiques est réalisée avant toute manipulation. Un programme complet de formation à la radioprotection permet aux utilisateurs d'évaluer les risques radiologiques et d'appliquer les règles et procédures correspondantes.



Installation d'un transformateur sec

POUR ALLER PLUS LOIN

Vincent Chareyre dirige la section Maintenance du réseau électrique au sein du groupe Ingénierie électrique du département Ingénierie (EN-EL) et Valérie Montabonnet est responsable du groupe Convertisseurs de puissance électrique au sein du département Système d'accélérateurs (SY-EPC). Tous deux participent au programme de remplacement des transformateurs à huile.

— Quelles sont les actions concrètes qui ont été menées ?

VC : Ce projet se divise en deux parties : l'une, supervisée par le groupe EN-EL, porte sur les transformateurs de distribution, et l'autre, supervisée par le groupe SY-EPC, sur les transformateurs de puissance pour les convertisseurs. Pour le groupe EN-EL, le travail a commencé début 2021 avec 134 transformateurs à huile, qu'il fallait soit remplacer, soit éliminer, dans le cadre du projet d'optimisation et de consolidation du réseau électrique. Sur ces 134 transformateurs, 103 sont aujourd'hui en service. Les autres sont des unités de rechange utilisées en cas de panne importante. Fin 2022, nous avons remplacé dix unités et en avons éliminé deux, ce qui nous a aussi permis d'éliminer 13,6 tonnes d'huile minérale.

— Quels sont les défis liés à ce projet ?

VC : Chaque transformateur et son installation sont uniques et sont, par conséquent, traités comme un projet à part entière, avec ses processus très spécifiques. Il faut de plus assurer la coordination pour limiter l'impact sur les utilisateurs finaux lors du processus de déconnexion et de reconnexion des équipements situés en aval des nouveaux transformateurs.

— Valérie, quelles actions ont été menées par le groupe SY-EPC ?

VM : Les transformateurs dont est chargé notre groupe ont des contraintes différentes de ceux dont est chargé le groupe EN-EL ; les défis sont plus complexes et nécessitent une phase de conception minutieuse pour que chaque transformateur respecte le cahier des charges. Les études techniques ont débuté, de même que la recherche de fuites d'huile et de non-conformités au niveau des fosses de rétention des huiles. Les transformateurs à huile qui ne sont plus utilisés ont été éliminés ou recyclés. Nous avons éliminé 42 tonnes d'huiles minérales en 2022 et nous poursuivons le programme de remplacement et de consolidation lors des prochains arrêts techniques et longs arrêts.

CONNAISSANCES ET TECHNOLOGIES POUR L'ENVIRONNEMENT

Le CERN s'attache à repérer et à développer des technologies susceptibles de contribuer à la protection de l'environnement.

ACCÉLÉRER L'INNOVATION

Pour mener ses recherches de pointe en physique fondamentale, le CERN repousse les frontières de la technologie. Il repère aussi les technologies susceptibles d'avoir un impact sur un vaste éventail d'applications utiles à la société, notamment dans le domaine de l'environnement.

APPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES : UNE APPROCHE PROACTIVE

Le Laboratoire a élaboré une stratégie préliminaire de haut niveau pour la transformation de ses technologies en applications environnementales (voir Pour aller plus loin). En 2022, le programme Innovation en matière d'applications environnementales du CERN (CIPEA) a reçu l'aval de la Direction, marquant le lancement d'une feuille de route pour promouvoir le développement des technologies du CERN susceptibles de contribuer à protéger l'environnement. Dans le cadre de ce programme, la communauté du CERN a été invitée à proposer des idées d'applications environnementales reposant sur les technologies, le savoir-faire et les installations du Laboratoire, dans quatre domaines : énergies renouvelables et à faible émission de carbone ; transports non polluants et mobilité du futur ; changement climatique et contrôle de la pollution ; durabilité et science verte.

Plus de 30 idées ont été étudiées, 15 soumises à examen et huit sélectionnées afin d'être mises en œuvre avec l'aide financière de partenaires extérieurs ou du Fonds pour le transfert de connaissances du CERN. Les projets retenus portent sur des systèmes d'accélérateur intégrant des technologies propres et réduisant la pollution, des technologies du vide pour une diffusion à grande échelle des énergies renouvelables, des algorithmes d'apprentissage automatique pour modéliser le climat, ou encore des systèmes innovants pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

PARTENARIAT CERN-AIRBUS

En 2022, le CERN a signé un accord de collaboration avec UpNext, filiale d'Airbus, afin d'étudier l'utilisation potentielle des technologies supraconductrices du CERN dans les futurs avions à faibles émissions. La supraconductivité pourrait permettre de réduire sensiblement le poids des systèmes de distribution électrique et de faire des avions hybrides une réalité. Le partenariat porte sur le développement d'un démonstrateur appelé SCALE (*Super-Conductors for Aviation with Low Emissions*). Si les objectifs de performance et de fiabilité sont atteints, les technologies supraconductrices du CERN pourraient contribuer à faire voler, d'ici dix ans, un prototype entièrement intégré.

PROJET MOTORSENSE

En 2021, le CERN a lancé une collaboration avec ABB Motion, spécialiste des solutions d'entraînement à assistance numérique pour une industrie, des infrastructures et des transports à faibles émissions de CO₂, dans le but de réduire la consommation d'énergie des infrastructures de refroidissement et de ventilation du Laboratoire. La plateforme de contrôle mise en place en 2022 collectera auprès des infrastructures du CERN des données permettant de simuler et tester des scénarios de réduction de la consommation d'énergie. Les résultats et bonnes pratiques issus de cette collaboration seront rendus publics et pourraient encourager d'autres grandes installations à suivre la même voie.

COLLABORATION CERN-ESA

L'observation de la Terre est un des principaux outils de surveillance de la santé de notre planète. Les technologies quantiques ont le potentiel de révolutionner la manière dont nous traitons les données satellites en apportant des réponses à des problèmes autrefois insolubles. À cet égard, le CERN a choisi de renforcer son partenariat avec l'Agence spatiale européenne (ESA) pour des applications liées à la technologie quantique et à l'intelligence artificielle au service de l'observation de la Terre (projet QUA4EO), faisant

appel à des modèles génératifs et à une analyse des séries temporelles. Cette collaboration va dans le sens de l'initiative Technologie quantique (QTI) du CERN et du programme Φ -lab de l'ESA pour l'observation de la Terre.

dans les cuves à hydrogène. Un cryostat basé sur un modèle du CERN, qui sera construit par Applus+ dans ses locaux, permettra de proposer des services de test aux fabricants de solutions compactes de stockage de l'hydrogène liquide.

CRYOGÉNIE ET TRANSPORTS DÉCARBONÉS

L'hydrogène est un candidat prometteur pour la décarbonation des transports, mais assurer la sécurité de son stockage haute densité à l'état liquide, à des températures cryogéniques (20 K, -253 °C), reste un défi. Pour tenter de résoudre ce problème, le CERN s'est associé en 2022 à l'entreprise espagnole Applus+ afin de l'aider à développer de nouvelles capacités de test pour la caractérisation mécanique de matériaux composites utilisés

SENSIBILISER LES GÉNÉRATIONS FUTURES

Le projet I.FAST (*Innovation Fostering in Accelerator Science and Technology*), financé par l'UE, est un défi étudiant annuel encourageant le développement de solutions innovantes. Son édition 2022 était consacrée aux applications environnementales de la technologie des accélérateurs. Le projet lauréat vise à empêcher la prolifération d'algues vertes dans les lacs à l'aide d'un accélérateur à faisceau d'électrons compact qui limite l'accumulation des nutriments dans l'eau.

POUR ALLER PLUS LOIN

Enrico Chesta, coordonnateur des applications environnementales et aérospatiales au sein du groupe Transfert de connaissances.

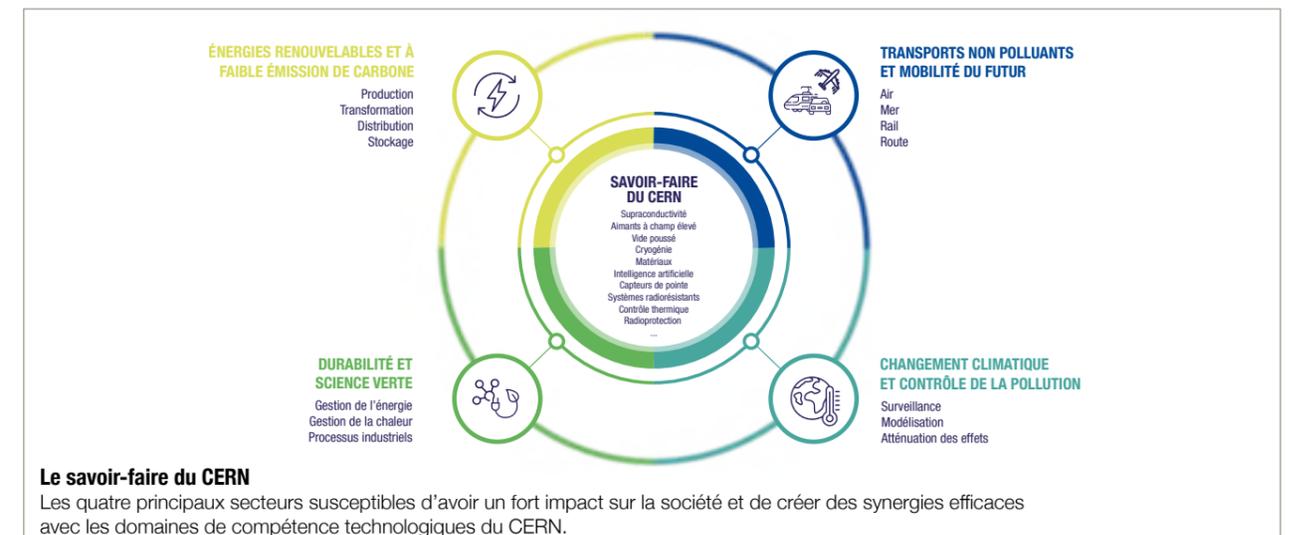
— Comment les technologies et le savoir-faire du CERN contribuent-ils à la santé de notre planète ?

EC : L'appel à suggestions lancé par le CIPEA en 2022 a montré comment les compétences de la communauté du CERN peuvent contribuer à lutter contre le réchauffement climatique. En parallèle, nous avons été sollicités par des partenaires externes activement engagés dans les technologies propres et souhaitant bénéficier de notre savoir-faire pour accélérer l'innovation. Ainsi, nous avons commencé à élaborer une feuille de route préliminaire pour les applications environnementales et à définir des pôles de compétences regroupant les ressources du CERN, dans le but de parvenir à des résultats à fort impact.

— Pouvez-vous nous donner des exemples de pôles de compétences prometteurs ?

EC : Le savoir-faire du CERN pourrait contribuer à la mise au point de réacteurs compacts pour la fusion basés sur le confinement

magnétique ou de systèmes pilotés par accélérateur pour la transmutation des déchets nucléaires. Les lignes de transmission supraconductrices pourraient permettre de distribuer l'électricité sans pertes pour les applications de grille et embarquées. Le savoir-faire relatif aux matériaux, au vide et à la cryogénie est crucial pour l'élaboration de systèmes de stockage de l'hydrogène liquide. Les détecteurs et installations d'irradiation du CERN peuvent aider à améliorer la performance des instruments pour la surveillance environnementale sur place et à distance, notamment grâce au développement d'équipements compacts radiorésistants pour les satellites d'observation de la Terre. Les plateformes d'intelligence artificielle du CERN pourraient appuyer les modèles climatiques mondiaux. Enfin, de nombreux systèmes d'ingénierie pilotés par le CERN et optimisés pour émettre moins de gaz à effet de serre, tels que les systèmes de refroidissement intégrés ou les circulateurs à guide d'ondes sans gaz fluorés, pourraient être utilisés par d'autres centres de recherche confrontés aux mêmes défis. Il en va de même des systèmes à haute efficacité énergétique du CERN, tels que les klystrons ou les magnétrons verrouillés par injection.



GLOSSAIRE

L'Accord tripartite relatif à la protection contre les rayonnements ionisants et à la sûreté des installations est un accord entre le CERN, l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) de Suisse et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) de France. L'accord définit un cadre de discussion pour les questions liées à la radioprotection, notamment la protection du personnel du CERN et du public vis-à-vis des rayonnements ionisants sur le domaine de l'Organisation et aux alentours.

L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) de France est chargée de trouver et de mettre en œuvre des solutions sûres de gestion des déchets radioactifs, afin de protéger les générations actuelles et futures contre les risques liés à ces substances.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est l'autorité administrative indépendante française chargée d'assurer le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement.

Le Centre de recherche Wigner pour la physique est un centre de recherche situé près de Budapest (Hongrie). Jusqu'en 2020, la capacité de calcul de ce centre était gérée à distance depuis le CERN, ce qui permettait d'élargir considérablement les capacités des activités de niveau 0 de la Grille de calcul mondiale pour le LHC (WLCG).

Le Comité directeur pour la protection de l'environnement du CERN (CEPS) a été créé en 2017. Il a pour mandat de recenser les questions environnementales à traiter, de définir des priorités, de proposer des programmes d'action et, une fois approuvés par la Direction, de suivre leur mise en œuvre.

Le Comité pour la gestion de l'énergie (EMP) du CERN surveille la consommation d'énergie du Laboratoire et définit des mesures visant à accroître l'efficacité énergétique de l'Organisation et à encourager une réutilisation de l'énergie.

Le Comité tripartite sur l'environnement (CTE) est un comité tripartite rassemblant des représentants du CERN, des autorités environnementales du canton de Genève (Suisse) et de la préfecture de l'Ain (France). Il traite des questions environnementales relatives au domaine du CERN, à l'exclusion des questions relatives aux rayonnements ionisants.

Les émissions de gaz à effet de serre relevant du champ d'application 1 correspondent aux émissions de sources détenues ou contrôlées par une organisation.

Les émissions de gaz à effet de serre relevant du champ d'application 2 correspondent aux émissions indirectes liées à la production de l'électricité, de la vapeur, du chauffage ou du froid achetés et consommés par une organisation.

Les émissions de gaz à effet de serre relevant du champ d'application 3 correspondent aux émissions indirectes produites à l'extérieur d'une organisation, en amont comme en aval, et qui ne sont pas incluses dans les émissions indirectes liées à la production d'énergie (champ d'application 2).

L'étude de faisabilité du Futur collisionneur circulaire (FCC) découle de la mise à jour 2020 de la stratégie européenne pour la physique des particules. Elle comporte plusieurs volets (scientifique, technique, administratif et financier) et suppose d'importantes études sur le plan de la faisabilité territoriale (géologie, impact sur l'environnement, infrastructures et génie civil).

Le Forum des organisations de recherche intergouvernementales européennes (EIROforum) est un groupement formé par huit des plus grandes organisations intergouvernementales de recherche en Europe, dont la mission est de promouvoir et de soutenir la recherche européenne par la création de synergies.

La Global Reporting Initiative (GRI) est une organisation internationale indépendante qui aide les organismes privés et publics à comprendre leur impact environnemental et à communiquer à ce sujet en mettant à leur disposition un cadre de présentation d'informations, reposant sur des lignes directrices particulières, en matière de durabilité.

Le Grand collisionneur de hadrons (LHC) est l'accélérateur de particules le plus grand et le plus puissant du monde. Entré en service en 2009, cet anneau de 27 kilomètres est formé d'aimants supraconducteurs et de structures accélératrices qui augmentent l'énergie des particules qui y circulent.

La Grille de calcul mondiale pour le LHC (Worldwide LHC Computing Grid – WLCG) est l'infrastructure de stockage et d'analyse de données conçue et exploitée pour toute la communauté de la physique des hautes énergies utilisant le LHC.

Le Groupe de travail PoLiChem (Pollution by Liquid CHEMical agents) a été créé dans le but d'actualiser en continu l'inventaire des quantités et des types d'agents chimiques liquides présents au CERN ; il procède notamment à des évaluations des risques et établit les indices de gravité correspondants.

Le LHC à haute luminosité (HL-LHC) est un projet d'optimisation du LHC. L'objectif est d'atteindre une luminosité instantanée cinq fois supérieure à la valeur nominale du LHC, et de permettre ainsi aux expériences d'augmenter d'un ordre de grandeur la quantité de données accumulées.

Le terme « matérialité » est utilisé en référence à l'établissement de rapports relatifs au développement durable. Dans le présent rapport, les enjeux pertinents (*material topics*) concernent l'impact environnemental du CERN sur les parties prenantes internes et externes.

Les objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies répondent aux grands défis auxquels le monde doit faire face, notamment ceux liés à la pauvreté, aux inégalités, aux changements climatiques, à la dégradation de l'environnement, à la paix et à la justice.

L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) est l'office fédéral suisse compétent en matière de santé publique. Sont de son ressort toutes les questions de santé publique en Suisse, y compris celles relatives à la radioprotection.

L'Ordonnance sur les mouvements des déchets (OMoD) régit le transport des déchets soumis à un contrôle en Suisse, le déplacement transfrontalier de tous les types de déchets et le transport de déchets spéciaux entre les pays tiers, lorsqu'une entreprise suisse organise l'opération ou y participe.

L'Ordonnance sur la radioprotection (ORaP) est la réglementation suisse sur la protection des êtres humains et de l'environnement contre les rayonnements ionisants.

La Politique de Sécurité du CERN est le document de référence de l'Organisation pour les questions de santé, de sécurité et de protection de l'environnement. Au nombre de ses objectifs figure explicitement la limitation de l'impact des activités de l'Organisation sur l'environnement.

Le Portail de la science est le nouveau centre phare du CERN pour l'éducation et la communication scientifiques. Il élargira considérablement l'offre d'activités éducatives du CERN et servira de pôle de référence pour encourager les jeunes à faire carrière dans le domaine des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STIM).

Le potentiel de réchauffement climatique est une valeur mesurant le forçage radiatif d'une unité d'un gaz à effet de serre rapporté à une unité de CO₂ pour une période donnée. Les émissions de gaz à effet de serre autres que le CO₂ sont converties en équivalent CO₂.

Le Supersynchrotron à protons (SPS) est la plus grande machine du complexe d'accélérateurs du CERN après le LHC. Il alimente en faisceaux les expériences du CERN, et prépare également ceux du HL-LHC.

L'Unité Santé et sécurité au travail et protection de l'environnement est responsable de toutes les questions relatives à la santé, à la sécurité et à la protection de l'environnement au CERN.



SITES DU CERN

Le Grand collisionneur de hadrons (LHC) est l'accélérateur de particules le plus grand du monde. Son anneau de 27 kilomètres est enterré à une profondeur de 100 mètres sous les territoires français et suisse, et est accessible à différents points, appelés « sites », jalonnant son périmètre.

Index du contenu GRI



Concernant l'index du contenu – Service Thèmes essentiels, les Services GRI ont vérifié que le présent index était clairement présenté, de manière cohérente avec les normes, et que les références aux éléments d'information 2-1 à 2-5, 3-1 et 3-2 correspondaient aux chapitres concernés dans le corps du rapport.

Concernant l'outil complémentaire de cartographie des ODD, les Services GRI ont vérifié que les éléments d'information inclus dans le présent index correspondaient aux ODD. Ce service a été réalisé sur la base de la version anglaise du rapport.

Déclaration d'utilisation : le CERN a rempli le tableau ci-dessous conformément aux normes GRI pour la période allant du 01/01/2021 au 31/12/2022

Normes et éléments d'information	Titre	Chapitres/pages/information	Motifs d'omission	Objectifs de développement durable des Nations Unies
GRI 1 : FONDATION 2021				
GRI 2 : ÉLÉMENTS GÉNÉRAUX D'INFORMATION 2021				
L'Organisation et ses pratiques de communication de l'information				
2-1	Détails sur l'organisation	À propos du CERN (p. 9)		
2-2	Entités incluses dans le reporting de développement durable de l'organisation	Approche managériale (p. 13)		
2-3	Période, fréquence et point de contact du reporting	Le CERN publie un rapport public sur l'environnement tous les deux ans. Le présent rapport couvre la période 2021-2022 et a été publié le 4 décembre 2023. Toute question peut être envoyée à l'adresse : environment.report@cern.ch .		
2-4	Réaffirmations d'informations	Approche managériale (p. 13)		
2-5	Vérification externe	Aucune vérification externe n'a été demandée pour le présent rapport. Néanmoins, les autorités des États hôtes réalisent des mesures indépendantes concernant les rejets d'eau, les rayonnements ionisants et les émissions sonores provenant du CERN.		
Activités et travailleurs				
2-6	Activités, chaîne de valeur et autres relations d'affaires	À propos du CERN (p. 9), Approche managériale (p. 12)		
2-7	Employés	Cette information est publiée dans les statistiques annuelles du personnel du CERN. Les statistiques 2021 sont consultables à l'adresse : https://cds.cern.ch/record/2809746 , et celles de 2022 à l'adresse : https://cds.cern.ch/record/2858688 .		ODD 8, ODD 10
2-8	Travailleurs qui ne sont pas des employés	Voir ci-dessus (2-7).		ODD 8
Gouvernance				
2-9	Structure de la gouvernance et composition	À propos du CERN (p. 10-11)		ODD 5, ODD 16
2-10	Nomination et sélection des membres de l'organe de gouvernance le plus élevé	Chaque État membre nomme ses propres délégués, dont les pouvoirs doivent être remis au secrétaire du Conseil, comme le prévoit le Règlement intérieur du Conseil du CERN : https://cds.cern.ch/record/2692901/files/French.pdf .		ODD 5, ODD 16
2-11	Présidence de l'organe de gouvernance le plus élevé	À propos du CERN (p. 10)		ODD 16
2-12	Rôle de l'organe de gouvernance le plus élevé dans la supervision de la gestion des impacts	Approche managériale (p. 12) Un échantillon représentatif des délégués au Conseil du CERN, organe de gouvernance le plus élevé du CERN, figure parmi les parties prenantes interrogées dans le cadre du processus de vérification de la matérialité pour l'identification des impacts environnementaux. Le rôle des membres du Conseil est défini dans la Convention pour l'établissement d'une Organisation européenne pour la Recherche nucléaire, consultable à l'adresse : https://council.web.cern.ch/fr/content/convention-pour-l%C3%A9tablissement-dune-organisation-europ%C3%A9enne-pour-la-recherche-nucl%C3%A9aire .		ODD 16
2-13	Délégation de la responsabilité de la gestion des impacts	Approche managériale (p. 12)		
2-14	Rôle de l'organe de gouvernance le plus élevé dans le reporting de développement durable	Voir ci-dessus (2-12).		
2-15	Conflits d'intérêts	La politique du CERN relative aux conflits d'intérêts est consultable à l'adresse : https://cds.cern.ch/record/2007473/files/IntegrityCERN.pdf .		ODD 16
2-16	Communication des préoccupations majeures	Approche managériale (p. 12)		
2-17	Connaissance partagée de l'organe de gouvernance le plus élevé	Bien qu'il n'existe aucun programme officiel de formation au développement durable pour les délégués au Conseil, les rapports biennaux du CERN sur l'environnement sont formellement présentés au Conseil et aux organes subsidiaires compétents afin de sensibiliser les personnes, d'encourager la discussion et de recueillir des avis. Par ailleurs, un échantillon représentatif des délégués au Conseil figure parmi les parties prenantes interrogées dans le cadre de la vérification de la matérialité.		
2-18	Évaluation de la performance de l'organe de gouvernance le plus élevé	Cette question est régie par la Convention pour l'établissement d'une Organisation européenne pour la Recherche nucléaire, consultable à l'adresse : https://council.web.cern.ch/fr/content/convention-pour-l%C3%A9tablissement-dune-organisation-europ%C3%A9enne-pour-la-recherche-nucl%C3%A9aire .		

Index du contenu GRI

Normes et éléments d'information	Titre	Chapitres/pages/information	Motifs d'omission	Objectifs de développement durable des Nations Unies
2-19	Politiques de rémunération	La politique de rémunération du CERN est détaillée au Chapitre V des Statut et Règlement du personnel (p. 41) : https://cds.cern.ch/record/1993099/ (non accessible au public).		
2-20	Procédure de détermination de la rémunération	Voir ci-dessus (2-19).		
2-21	Ratio de rémunération totale annuelle	La personne ayant la rémunération la plus élevée de l'Organisation est le directeur général. - Ratio entre la rémunération annuelle la plus élevée de l'Organisation et la rémunération annuelle totale médiane des employés (« membres du personnel » du CERN, à l'exclusion de la personne ayant la rémunération la plus élevée) = 2,8. - Ratio entre le pourcentage d'augmentation de la rémunération annuelle totale la plus élevée et le pourcentage médian d'augmentation de la rémunération annuelle totale des employés (« membres du personnel » du CERN, à l'exclusion de la personne ayant la rémunération la plus élevée) = 0,2. Remarque 1 : la rémunération totale (moyenne 2021-2022) inclut le salaire de base, la prime de responsabilité et le paiement de performance. Les paiements pour travail par roulement et pour les heures supplémentaires ne sont pas pris en compte. Remarque 2 : les membres du personnel employés (MPE) incluent les titulaires et les nouveaux diplômés. L'écart entre les traitements du grade 1 des membres du personnel employés du CERN (nouveaux diplômés) et ceux du grade le plus élevé selon le barème des traitements du CERN (traitement de base) est d'un facteur d'environ 6.		
Stratégie, politiques et pratiques				
2-22	Déclaration sur la stratégie de développement durable	Préambule (p. 4), Approche managériale (p. 12)		
2-23	Engagements politiques	Pour plus d'informations, voir : https://hse.cern.fr/rapport-environnement-2021-2022/engagements-politiques .		ODD 16
2-24	Intégration des engagements politiques	À propos du CERN (p. 10)		
2-25	Processus de réparation des impacts négatifs	À propos du CERN (p. 9), Eau et effluents (p. 28), Bruit (p. 34), Conformité aux normes environnementales et gestion des substances dangereuses (p. 36)		
2-26	Mécanismes permettant de demander conseil et de soulever des préoccupations	Voir ci-dessus (2-23).		ODD 16
2-27	Conformité aux normes et réglementations	Conformité aux normes environnementales et gestion des substances dangereuses (p. 36)		
2-28	Adhésions à des associations	À propos du CERN (p. 10) Pour plus d'informations, voir : https://international-relations.web.cern.ch/stakeholder-relations/international-organizations .		
Implication des parties prenantes				
2-29	Approche de l'implication des parties prenantes	Approche managériale (p. 14)		
2-30	Accords de négociation collective	L'Association du personnel est le seul organe statutaire représentatif du personnel. Son existence est entérinée par le Chapitre VII des Statut et Règlement du personnel : « <i>Indépendamment du système hiérarchique, les relations entre le directeur général et le personnel s'établissent soit à titre individuel, soit à titre collectif par l'intermédiaire de l'Association du personnel.</i> » L'Association du personnel du CERN représente l'ensemble du personnel auprès du Forum tripartite sur les conditions d'emploi (TREF). Outre des représentants de l'Association du personnel, le TREF est composé de représentants des États membres et de la Direction. Il examine les aspects de la rémunération et des conditions d'emploi au CERN. Si elles sont adoptées par le Conseil, ses recommandations s'appliquent à l'ensemble du personnel. Pour plus d'informations concernant la mission et le mandat de l'Association du personnel, voir : https://staff-association.web.cern.ch/fr/association/mission-and-mandate .		ODD 8
GRI 3 : ENJEUX PERTINENTS 2021				
3-1	Processus pour déterminer les enjeux pertinents	Approche managériale (p. 14)		
3-2	Liste des enjeux pertinents	Approche managériale (p. 14)		

Index du contenu GRI

Normes et éléments d'information	Titre	Chapitres/pages/information	Motifs d'omission	Objectifs de développement durable des Nations Unies
MATIÈRES				
GRI 301 : MATIÈRES 2016				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	s. o.	Informations indisponibles / incomplètes. Voir Approche managériale (p. 14). Compte tenu de la complexité du traçage des matières sur l'intégralité de leur cycle de vie, une analyse détaillée sera réalisée pour définir une manière fiable de communiquer sur ce sujet.	ODD 8
301-1	Matières utilisées par poids ou par volume	s. o.	Informations indisponibles / incomplètes. Voir Approche managériale (p. 14). Données relatives au poids / volume indisponibles pour la période concernée.	ODD 8
CONSUMMATION D'ÉNERGIE				
GRI 302 : ÉNERGIE 2016				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Énergie (p. 15)		
302-1	Consommation énergétique au sein de l'organisation	Énergie (p. 15, 17)		ODD 7, ODD 12, ODD 13
302-3	Intensité énergétique	Énergie (p. 15)		ODD 7, ODD 12, ODD 13
302-4	Réduction de la consommation énergétique	Énergie (p. 15, 17)		ODD 7, ODD 8, ODD 12, ODD 13
CONSUMMATION D'EAU ET QUALITÉ DES EFFLUENTS				
GRI 303 : EAU ET EFFLUENTS 2018				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Eau et effluents (p. 28)		
303-1	Interactions avec l'eau en tant que ressource partagée	Eau et effluents (p. 28)		ODD 6, ODD 12
303-2	Gestion des impacts liés au rejet d'eau	Eau et effluents (p. 28)		ODD 6
303-3	Prélèvement d'eau	Eau et effluents (p. 28, 30)		ODD 6
303-4	Rejet d'eau	Eau et effluents (p. 28, 30)		ODD 6
303-5	Consommation d'eau	Eau et effluents (p. 28)		ODD 6
RESSOURCES NATURELLES ET BIODIVERSITÉ				
GRI 304 : BIODIVERSITÉ 2016				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Biodiversité, utilisation des sols et modification du paysage (p. 26)		
304-2	Impacts significatifs des activités, produits et services sur la biodiversité	Biodiversité, utilisation des sols et modification du paysage (p. 26)		ODD 6, ODD 14, ODD 15
ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE				
GRI 305 : ÉMISSIONS 2016				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Émissions (p. 18)		
305-1	Émissions directes de GES (champ d'application 1)	Émissions (p. 18)		ODD 3, ODD 12, ODD 13, ODD 14, ODD 15
305-2	Émissions indirectes de GES (champ d'application 2)	Émissions (p. 19)		ODD 3, ODD 12, ODD 13, ODD 14, ODD 15
305-3	Autres émissions indirectes de GES (champ d'application 3)	Émissions (p. 20)		ODD 3, ODD 12, ODD 13, ODD 14, ODD 15

Normes et éléments d'information	Titre	Chapitres/pages/information	Motifs d'omission	Objectifs de développement durable des Nations Unies
DÉCHETS CONVENTIONNELS ET RADIOACTIFS				
GRI 306 : DÉCHETS 2020				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Déchets (p. 31)		
306-1	Génération de déchets et impacts significatifs liés aux déchets	Déchets (p. 31)		ODD 3, ODD 6, ODD 11, ODD 12
306-2	Gestion des impacts significatifs liés aux déchets	Déchets (p. 31)		ODD 3, ODD 6, ODD 8, ODD 11, ODD 12
306-4	Déchets non destinés à l'élimination	Déchets (p. 31)		ODD 3, ODD 11, ODD 12
306-5	Déchets destinés à l'élimination	Déchets (p. 31)		ODD 3, ODD 11, ODD 12
IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES ACHATS				
GRI 308 : ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES FOURNISSEURS 2016				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Émissions (p. 22)		
308-2	Impacts environnementaux négatifs dans la chaîne d'approvisionnement et mesures prises	Émissions (p. 22)		
SPÉCIFICITÉS CERN				
SUBSTANCES DANGEREUSES				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Conformité aux normes environnementales et gestion des substances dangereuses (p. 36)		
RAYONNEMENTS IONISANTS				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Rayonnements ionisants (p. 24)		
SCIENCE ET ÉDUCATION POUR L'ENVIRONNEMENT				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Connaissances et technologies pour l'environnement (p. 38)		
UTILISATION DES SOLS ET MODIFICATION DU PAYSAGE				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Biodiversité, utilisation des sols et modification du paysage (p. 26)		
MOBILITÉ				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Émissions (p. 20)		
BRUIT				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Bruit (p. 34)		
PRÉVENTION DES ACCIDENTS ENVIRONNEMENTAUX				
GRI 3 : Enjeux pertinents	3-3 Gestion des enjeux pertinents	Conformité aux normes environnementales et gestion des substances dangereuses (p. 36)		

CERN

Esplanade des particules 1
1211 Genève 23, Suisse
<http://home.cern>

Images :

Quel est cet animal ? : p. 26
Erik Karits : p. 27
CERN : toutes les autres images

ISBN : 978-92-9083-634-6 (version imprimée)
ISBN : 978-92-9083-635-3 (version électronique)

Réalisation éditoriale et graphique

Rapport de l'unité Santé et sécurité au travail et protection de l'environnement et du groupe Éducation, communication et activités grand public du CERN. Rapport élaboré en consultation avec le service de conseil dss*.

DOI : 10.25325/CERN-Environment-2023-003
<https://doi.org/10.25325/CERN-Environment-2023-003>

© Copyright 2023, CERN

Le CERN publie le présent rapport en libre accès sous la licence Creative Commons Attribution 4.0 International <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>, afin de permettre une diffusion et une utilisation larges, à l'exception des images, protégées par le droit d'auteur.

Traduction et relecture :

Groupe Traduction, procès-verbaux et appui au Conseil du CERN et Griselda Jung.

