

Higgs10: Quand le printemps 2012 augure d'un été flamboyant

Cela n'a duré que quelques semaines en 2012, mais cela fut extrêmement intense. À l'approche du 4 juillet, les expériences ATLAS et CMS sentaient que l'heure de vérité arrivait.



Fabiola Gianotti, Rolf Heuer et Joe Incandela dans un auditorium du CERN bondé le jour de l'annonce de la découverte du boson de Higgs. (Image: AFP / Denis Balibouse)

Au séminaire sur la recherche du boson de Higgs tenu le 13 décembre 2011, les choses s'annonçaient bien. Les données nous avaient permis de fixer des limites concernant la masse du boson de Higgs, à savoir un intervalle allant approximativement de 115 à 130 GeV, et ATLAS comme CMS avaient trouvé des indices prometteurs d'une nouvelle particule vers 125 GeV. Avec une signification locale comprise entre 2,6 et 3,6 sigmas, ces indices n'étaient pas assez concluants pour qu'il soit possible de revendiquer une découverte, mais cela suffisait pour que tous les regards soient rivés sur le CERN au

moment de la reprise de l'acquisition de données au printemps 2012, à une énergie dans le centre de masse plus élevée : 8 TeV, contre 7 TeV en 2011. La grande conférence de physique des hautes énergies, l'ICHEP, devait se tenir à Melbourne, en Australie, à partir du 6 juillet 2012. Nous avions tous les deux notre billet d'avion en poche ; un point sur la recherche du boson de Higgs était à l'ordre d ...

>>>

Fabiola Gianotti, Joe Incandela

Contents / Sommaire

News / Actualités

Le boson de Higgs : dix ans après

La troisième période d'exploitation du LHC, à une énergie record, démarre demain

ATLAS et CMS publient les résultats d'études de grande envergure sur les propriétés du boson de Higgs

Home.cern, Courrier du CERN: de nouvelles ressources en ligne sur le boson de Higgs

Lancement de la troisième période d'exploitation : suivez-le en direct sur les écrans du CERN ou sur les réseaux sociaux !

Sécurité informatique

Sécurité informatique : bienvenue aux étudiants d'été !

Communications officielles

Nouvelle plateforme « MyFiles » pour le stockage des documents financiers

Annonces

À vos agendas ! Rendez-vous les 12 et 13 octobre 2022 pour l'atelier « Le CERN et l'environnement »

Le programme des étudiants d'été de CERN openlab fait la part belle aux technologies informatiques de pointe- suivez les conférences en ligne

Préparatifs en vue de la migration des messageries électroniques

Les restaurants offrent une réduction aux étudiants durant l'été

Le service d'autopartage à nouveau disponible

De nouveaux panneaux pour améliorer la sécurité routière

Retrouvez les scientifiques du CERN pour la Nuit de la science

Édition 2022 du Webfest du CERN : participez à la lutte contre le changement climatique

Suivez le lancement du premier satellite réalisé dans le cadre d'un projet piloté par le CERN

Le coin de l'Ombud

The 4W repair kit for work relationships

Higgs10: Quand le printemps 2012 augure d'un été flamboyant

Cela n'a duré que quelques semaines en 2012, mais cela fut extrêmement intense. À l'approche du 4 juillet, les expériences ATLAS et CMS sentaient que l'heure de vérité arrivait.



Fabiola Gianotti, Rolf Heuer et Joe Incandela dans un auditorium du CERN bondé le jour de l'annonce de la découverte du boson de Higgs. (Image: AFP / Denis Balibouse)

Au séminaire sur la recherche du boson de Higgs tenu le 13 décembre 2011, les choses s'annonçaient bien. Les données nous avaient permis de fixer des limites concernant la masse du boson de Higgs, à savoir un intervalle allant approximativement de 115 à 130 GeV, et ATLAS comme CMS avaient trouvé des indices prometteurs d'une nouvelle particule vers 125 GeV. Avec une signification locale comprise entre 2,6 et 3,6 sigmas, ces indices n'étaient pas assez concluants pour qu'il soit possible de revendiquer une découverte, mais cela suffisait pour que tous les regards soient rivés sur le CERN au moment de la reprise de l'acquisition de données au printemps 2012, à une énergie dans le centre de masse plus élevée : 8 TeV, contre 7 TeV en 2011.

La grande conférence de physique des hautes énergies, l'ICHEP, devait se tenir à Melbourne, en Australie, à partir du 6 juillet 2012. Nous avions tous les deux notre billet d'avion en poche ; un point sur la recherche du boson de Higgs était à l'ordre du jour de la conférence. Une liaison en duplex avait été organisée pour permettre la retransmission en direct dans l'amphithéâtre principal du CERN des séances consacrées au boson de Higgs à Melbourne. En attendant, les deux expériences poursuivaient l'acquisition et l'analyse de données.

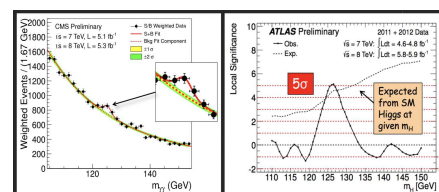
C'est vers la mi-juin que les choses se sont précipitées. À cette date, ATLAS avait observé un excédent d'événements dans le canal à deux photons, à la même masse que l'excédent annoncé fin 2011 sur un échantillon de données distinct, mais n'avait rien vu dans les canaux plus rares à quatre leptons. Pour nous deux, il était clair qu'avant d'aller parler au Directeur général, Rolf Heuer, il fallait voir un signal dans les canaux gamma-gamma et leptons. À la mi-juin, CMS a levé l'insu sur son analyse pour trouver un signal à quatre sigmas dans le canal à deux photons, et à trois sigmas pour les leptons. Au même moment, ATLAS trouvait ses premiers événements candidats à une désintégration du boson de Higgs en quatre leptons. Nous sommes allés voir Rolf.

Les semaines qui ont suivi furent extrêmement intenses. Il était impératif pour les expériences de préserver la confidentialité des résultats, et cet impératif a été remarquablement bien respecté, non seulement vis-à-vis de l'extérieur, mais même à l'intérieur du CERN. ATLAS ne savait pas exactement ce qu'avait trouvé CMS, et vice versa. Entre porte-parole, nous échangeons des informations presque quotidiennement, mais nous ne communiquons pas les résultats de l'autre expérience aux équipes de notre propre collaboration. Avec Rolf Heuer, nous étions les seules personnes à avoir une vision d'ensemble de la situation. Cette configuration était essentielle pour que la confidentialité soit préservée, mais aussi pour éviter que les expériences ATLAS et CMS s'influencent mutuellement, et que le travail en cours soit perturbé par des émotions. La pression était maximale ; tout le monde travaillait d'arrachepied pour faire des millions de vérifications et de contre-vérifications, et il fallait rester calme et concentré. Le reste de la population du CERN, et toutes les personnes s'intéressant à la physique des particules, ont dû sentir cette énergie qui émanait de notre communauté, car le sentiment d'expectative était palpable.

Le Conseil du CERN, réuni pendant la semaine du 18 juin, décida que les annonces d'ATLAS et de CMS concernant la recherche du boson de Higgs, quels que soient les résultats, devaient être faites au CERN. Nous avons rapidement réorganisé nos déplacements, et le CERN a annoncé la tenue d'un séminaire sur la recherche du boson de Higgs le 4 juillet – ce qui nous laissait encore le temps d'arriver à Melbourne pour les séances plénières de l'ICHEP. La liaison en duplex avec Melbourne fonctionnerait donc dans l'autre sens : les personnes présentes le 4 juillet pourraient suivre à distance le séminaire qui aurait lieu au CERN. La décision du Conseil fut interprétée comme un signe que nous avions une annonce à faire, mais, à ce stade, c'était encore confidentiel. Néanmoins, d'éminents théoriciens tels que Carl Hagen et Gerry Guralnik ont décidé de venir assister au séminaire, et nous avons également invité tous les autres théoriciens qui avaient participé à l'élaboration de la théorie dans les années 1960. Et donc, François Englert et Peter Higgs sont venus eux aussi. Deux ans avant, ces quatre théoriciens avaient partagé le prix Sakurai de l'APS, conjointement avec Robert Brout et Tom Kibble, malheureusement décédés depuis, pour leurs travaux sur la brisure spontanée de symétrie dans les théories de jauge.

Jusqu'au dernier moment, nous sommes restés tenus en haleine. Les équipes faisaient encore des vérifications quelques jours avant le séminaire, et nous étions encore en train d'apporter des modifications à nos exposés quelques minutes avant le début du séminaire. En entrant dans l'amphithéâtre, en voyant ces gens qui roulaient leur sac de couchage, parce qu'ils avaient campé là toute la nuit pour avoir une place, nous avons ressenti une pression

énorme, ainsi qu'une grande fierté pour tout ce que notre communauté avait réussi à accomplir au fil des décennies. Et puis, dès que la séance a commencé, il a semblé qu'un énorme poids était levé. Nous avions devant nous un vaste public, où l'on distinguait aussi bien des gens qui avaient consacré leur vie professionnelle à la construction du LHC et des expériences ATLAS et CMS, que des scientifiques dont la carrière commençait à peine. Le public était avec nous, et les résultats étaient si éclatants qu'aucun de nous deux n'a eu besoin de ses diapositives de réserve pour expliquer les détails.



(<https://cds.cern.ch/images/CERN-HOMEWEB-PHO-2022-133-1>)

Les graphiques présentés par Joe Incandela pour CMS et Fabiola Gianotti pour ATLAS montrent un signal clair à cinq sigmas. (Image: CERN)

Ce fut un moment extraordinaire, suivi en direct par un demi-million de spectateurs à travers le monde, et dont ont eu connaissance, à travers les médias, plus d'un milliard de personnes. Les médias se sont concentrés sur nous, les porte-parole, mais bien sûr, nous n'étions que des messagers. Ce succès était le couronnement d'un effort multigénérationnel engagé pendant des décennies. La capacité de la communauté de la physique des particules à se dépasser ne pouvait que susciter l'enthousiasme. Ce minuscule signal que nous avions arraché à un fort bruit de fond témoignait hautement de la qualité du travail fourni par toute une communauté : théorie initiale, phénoménologie, conception et construction de l'accélérateur, des détecteurs et de l'infrastructure de calcul. C'était le triomphe de tous ceux qui avait pris part à cet effort pour réaliser ce qu'on croyait impossible, en apportant leurs compétences dans toutes les branches de la discipline.

Ce jour-là, Peter Higgs a été traité comme une rock star. Sa réaction donne une certaine idée de notre discipline : pressé de toutes parts par les médias, il a déclaré qu'en cette journée les expériences devaient être à l'honneur, et qu'il serait bien temps de parler aux théoriciens un autre jour. Un peu plus d'un an plus tard, le prix Nobel de physique était attribué conjointement à François Englert et à Peter Higgs « pour la découverte théorique d'un mécanisme contribuant à notre compréhension de l'origine de la masse des particules subatomiques, récemment confirmée par la découverte, par les expériences ATLAS et CMS auprès du LHC du CERN, de la particule fondamentale prédite par cette théorie. ».

Fabiola Gianotti et Joe Incandela, respectivement porte-parole des expériences

Le boson de Higgs : dix ans après

La découverte du boson de Higgs et les avancées réalisées depuis lors, ont permis aux physiciens de progresser dans la compréhension de l'Univers



Logo des 10 ans de la découverte du boson de Higgs
(Image: CERN)

Genève, le 4 juillet 2022. Il y a dix ans, le 4 juillet 2012, les collaborations ATLAS et CMS auprès du Grand collisionneur de hadrons (<https://home.web.cern.ch/fr/news/news/accelerators/large-hadron-collider-restarts>) (LHC) annonçaient la découverte d'une nouvelle particule présentant des caractéristiques compatibles avec celles du boson de Higgs prédit par le Modèle standard de la physique des particules. Cette découverte marquait un tournant dans l'histoire de la science et elle a retenu l'attention du monde entier. Elle devait valoir à François Englert et à Peter Higgs, un an plus tard, le prix Nobel de physique pour des prédictions faites des décennies auparavant, conjointement avec Robert Brout, malheureusement décédé avant la découverte, concernant un nouveau champ fondamental, appelé champ de Higgs. Ce champ, présent dans tout l'Univers et se manifestant sous la forme du boson de Higgs, est ce qui donne une masse aux particules élémentaires.

« La découverte du boson de Higgs a été une étape marquante pour la physique des particules. C'était la fin d'une aventure d'exploration qui avait duré plusieurs décennies, et c'était en même temps le début d'une nouvelle ère d'étude de cette particule très spéciale », explique Fabiola Gianotti, directrice générale du CERN et porte-parole (c'est-à-dire responsable du projet) de l'expérience ATLAS au moment de la découverte. « Je me souviens avec émotion du jour de l'annonce. C'était une joie immense pour la communauté de la physique des particules dans le monde et pour toutes les personnes qui ont travaillé sans relâche pendant des décennies pour rendre possible cette découverte. »

En quelques années à peine, les physiciens ont accompli des pas de géant sur le chemin de la connaissance de l'Univers. Il a été confirmé, très vite, que la particule découverte en 2012 était bien le boson de Higgs. Dès lors, les chercheurs ont pu commencer à bâtir un modèle expliquant comment un champ de Higgs omniprésent dans l'Univers a pu s'établir

un dixième d'un milliardième de seconde après le Big Bang.

Le début d'une nouvelle aventure

La nouvelle particule découverte en 2012 par les collaborations internationales ATLAS et CMS ressemblait beaucoup au boson de Higgs prédit par le Modèle standard. Mais était-ce vraiment cette particule recherchée depuis si longtemps ? Dès la découverte annoncée, ATLAS et CMS entreprennent d'étudier en détail les propriétés de la particule découverte afin de vérifier que ses propriétés correspondent bien à celles que prédit le Modèle standard. En utilisant des données issues de la désintégration de la nouvelle particule en deux photons (le photon étant le porteur de la force électromagnétique), les expériences démontrent alors que la nouvelle particule n'a pas de moment cinétique intrinsèque, c'est-à-dire de spin – exactement comme le boson de Higgs prédit par le Modèle standard. À l'inverse, toutes les autres particules élémentaires connues ont un spin, qu'il s'agisse des particules de matière, telles que les quarks « up » et « down » qui constituent les protons et les neutrons, ou des particules porteuses de force, telles que les bosons W et Z.

En observant que les paires de bosons W ou Z peuvent produire par désintégration un boson de Higgs et que, inversement, ils peuvent être le résultat de la désintégration de celui-ci, ATLAS et CMS ont confirmé que les bosons W et Z acquièrent leur masse par leurs interactions avec le champ de Higgs, comme le prédit le Modèle standard. L'intensité de ces interactions explique la faible portée de l'interaction faible, c'est-à-dire de la force qui est responsable d'une forme de radioactivité et qui est à l'origine de la réaction de fusion nucléaire qui se produit dans le Soleil.

Les expériences ont également démontré que le quark top, le quark bottom et le lepton tau, qui constituent les fermions les plus lourds, acquièrent leur masse par leurs interactions avec le champ de Higgs, ce qui là aussi confirme les prédictions du Modèle standard. Pour cela, elles ont observé, dans le cas du quark top, la production du boson de Higgs avec des paires de quarks top, et dans le cas du quark bottom et du lepton tau, la désintégration du boson de Higgs respectivement en paires de bottom et de tau. Ces observations ont confirmé l'existence d'une interaction, ou force, appelée interaction de Yukawa, qui fait partie du Modèle standard mais ne ressemble pas aux autres forces du Modèle standard : elle est portée par le boson de Higgs et son intensité ne procède pas par quantums, c'est-à-dire qu'elle n'est pas égale à des multiples d'une certaine valeur.

ATLAS et CMS ont mesuré la masse du boson de Higgs, estimée à 125 milliards d'électronvolts (125 GeV), avec une précision impressionnante de près d'un millième. La masse du boson de Higgs est une constante fondamentale de la nature qui n'est pas prédite par le Modèle standard. De plus, associée à la masse de la particule élémentaire la plus lourde connue, à savoir le quark top, et à d'autres paramètres, la masse du boson de Higgs pourrait déterminer la stabilité du vide de l'Univers.

Ce ne sont là que quelques-uns des résultats concrets de dix ans de recherches sur le boson de Higgs auprès du collisionneur le plus grand et le plus puissant du monde, qui est le seul lieu où cette particule très spéciale peut être produite et étudiée en détail.

« Grâce aux grandes quantités de données fournies par le LHC, à la performance exceptionnelle des détecteurs ATLAS et CMS, et à de nouvelles techniques d'analyse, les deux collaborations ont pu élargir la sensibilité de leurs mesures du boson de Higgs au-delà de ce qui semblait possible au moment où les expériences ont été conçues », souligne Andreas Hoecker, porte-parole d'ATLAS.

De plus, depuis que le LHC a commencé à produire des collisions de protons à des énergies record en 2010, et grâce à une sensibilité et à une précision inédites dans les quatre principales expériences, les collaborations LHC ont découvert plus de 60 particules composites prédites par le Modèle standard, dont les exotiques « tétraquarks » et « pentaquarks ». Les expériences ont en outre révélé une série d'indices intéressants d'écarts par rapport au Modèle standard, qu'il faudra regarder de plus près. Elles ont par ailleurs étudié de façon plus détaillée que jamais le plasma quarks-gluons (état de la matière qui remplissait l'Univers primordial). Elles ont également observé de nombreux processus rares, réalisé des mesures de plus en plus précises de phénomènes relevant du Modèle standard, et exploré de nouvelles voies dans la recherche de nouvelles particules hors Modèle standard, y compris des particules qui pourraient constituer la matière noire – cette mystérieuse substance qui représente l'essentiel de la masse de l'Univers.

Les résultats de ces recherches apportent des éléments importants à notre compréhension de la physique fondamentale. « Quand on parle de découverte en physique des particules, il ne s'agit pas nécessairement de nouvelles particules, précise Joachim Mnich, directeur de la recherche et de l'informatique au CERN. Les résultats du LHC, obtenus sur plus de dix ans d'exploitation de la machine, nous ont permis

de fortement diversifier nos recherches, en fixant des limites très solides sur les possibles extensions du Modèle standard, et d'élaborer de nouvelles techniques de recherche et d'analyse de données. »

Il est à souligner que tous les résultats du LHC obtenus à ce jour se fondent sur 5 % seulement de la quantité totale de données qu'aura produit le collisionneur pendant sa durée de vie. « Avec cet échantillon "réduit", si l'on peut dire, le LHC a permis des avancées considérables dans notre compréhension des particules élémentaires et de leurs interactions, souligne Michelangelo Mangano, théoricien au CERN. Même si tous les résultats obtenus à ce jour concordent avec le Modèle standard, il reste beaucoup de possibilités pour de nouveaux phénomènes au-delà de ce que prédit la théorie. »

« Le boson de Higgs lui-même pourrait nous révéler des phénomènes nouveaux, y compris des phénomènes susceptibles d'expliquer la matière noire de l'Univers, ajoute Luca Malgeri, porte-parole de CMS. ATLAS et CMS réalisent de nombreuses études pour explorer des processus inattendus auquel participerait le boson de Higgs. »

L'aventure n'est pas terminée

Que nous reste-t-il à apprendre, dix ans plus tard, concernant le champ de Higgs et le boson de Higgs ? Beaucoup de choses. Le champ de Higgs donne-t-il également une masse aux fermions plus légers, ou bien un autre mécanisme est-il à l'œuvre ? Le boson de Higgs est-il une particule élémentaire ou une particule composite ? Peut-il interagir avec la

matière noire et pourrait-il nous révéler la nature de cette mystérieuse forme de matière ? Qu'est-ce qui produit la masse du boson de Higgs et son auto-interaction ? Le boson de Higgs a-t-il des frères, ou des cousins ?

Trouver la réponse à ces questions, et à d'autres questions intéressantes, nous permettra, non seulement d'améliorer notre compréhension de l'Univers aux plus petites échelles, mais aussi de sonder certains des grands mystères de l'Univers à l'échelle cosmique, par exemple, la question de savoir comment l'Univers a pris sa forme actuelle, et quel sera son sort ultime. L'interaction du boson de Higgs avec lui-même, en particulier, pourrait être cruciale pour notre compréhension du déséquilibre entre matière et antimatière et de la stabilité du vide dans l'Univers.

Certes, il est possible que des réponses soient apportées à ces questions grâce aux données que fournira la troisième période d'exploitation du LHC, qui commencera bientôt, ou bien aux données que produira le LHC à haute luminosité à partir de 2029. Cependant, les scientifiques pensent que la réponse à d'autres questions irrésolues restera hors de portée du LHC, ce qui rend nécessaire la construction d'une « usine à Higgs ». C'est pourquoi le CERN et ses partenaires internationaux sont en train d'étudier la faisabilité technique et financière d'une machine beaucoup plus grande et bien plus puissante, le Futur collisionneur circulaire, conformément à une recommandation figurant dans la mise à jour la plus récente de la stratégie européenne pour la physique des particules.

« Les collisionneurs de haute énergie restent le plus puissant des microscopes à notre disposition pour explorer la nature aux échelles les plus petites, afin de découvrir les lois fondamentales qui régissent l'Univers, déclare Gian Giudice, chef du département Théorie du CERN. Et, ne l'oublions pas, ces machines ont également des retombées extrêmement bénéfiques pour la société. »

Par le passé, les technologies utilisées pour les accélérateurs, les détecteurs et l'informatique associée ont déjà eu un impact positif et profond sur la société : invention du World Wide Web, développement de technologies de détecteur qui ont permis de mettre au point la tomographie par émission de positons (scanners PET), ou encore conception d'accélérateurs pour l'hadronthérapie servant au traitement du cancer. De plus, la conception, la construction et l'exploitation des collisionneurs et des expériences ont été l'occasion de former les nouvelles générations de scientifiques et d'experts dans différentes disciplines, selon un modèle unique en son genre de collaboration internationale.

Informations complémentaires

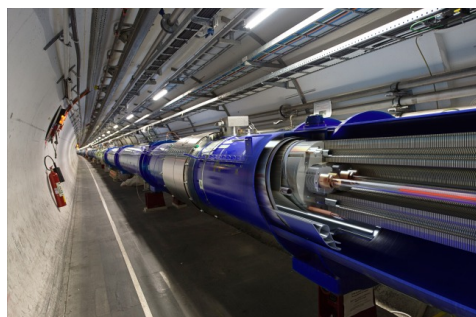
Communiqué de presse
video: <https://videos.cern.ch/record/2296228> (<https://videos.cern.ch/record/2296228>)

Les photos du 4 juillet 2022 seront disponibles ici. (<https://cernbox.cern.ch/index.php/s/jnNBmpl7fCnA31P>)

Des informations complémentaires sur le boson de Higgs sont disponibles ici (<https://home.cern/fr/science/physics/higgs-boson>).

La troisième période d'exploitation du LHC, à une énergie record, démarre demain

Le Grand collisionneur de hadrons est prêt à recommencer à produire des collisions de protons pour les expériences, à une énergie inédite de 13,6 TeV : c'est le démarrage de la troisième période d'exploitation pour la physique pour cet...



(Image: CERN)

Une nouvelle période d'acquisition de données commence le mardi 5 juillet pour les expériences auprès de l'accélérateur de particules le plus puissant du monde, le Grand collisionneur de hadrons (LHC), après plus de trois ans de travaux d'amélioration et de maintenance. Des faisceaux circulent déjà

dans le complexe d'accélérateurs du CERN (<https://fr/news/news/accelerators/large-hadron-collider-restarts>) depuis le mois d'avril (<https://fr/news/news/accelerators/large-hadron-collider-restarts>), la machine et ses injecteurs étant à nouveau mis en service pour un fonctionnement avec des faisceaux d'intensité plus élevée et à plus haute énergie. Les équipes du LHC sont désormais prêtes à annoncer que la machine produit des faisceaux stables, condition nécessaire pour que les expériences puissent mettre en marche tous leurs sous-systèmes et commencer à recueillir les données qui seront utilisées pour les analyses de physique. Le LHC fonctionnera en continu pendant près de quatre ans à l'énergie de collision record de 13,6 milliers de milliards d'électronvolts (TeV), apportant aux expériences une précision inédite et un potentiel de découverte incomparable.

« Nous allons concentrer les faisceaux de protons aux points d'interaction pour ramener la dimension du faisceau à 10 microns, afin d'accroître le taux de collisions. Par rapport à la première période d'exploitation, où le boson de Higgs a été découvert avec 12 femtobarns inverses, on atteindra 280 femtobarns inverses avec la troisième période d'exploitation¹. C'est là un accroissement significatif, qui ouvre la voie à de nouvelles découvertes », souligne Mike Lamont, directeur des accélérateurs et de la technologie.

Les quatre grandes expériences du LHC ont apporté d'importantes améliorations à leurs systèmes de lecture et de sélection des données, avec l'intégration de nouveaux systèmes de détecteurs et d'une nouvelle infrastructure informatique. Par rapport aux périodes d'exploitation précédentes, ces modifications leur permettront de collecter des échantillons de données beaucoup plus

grands, avec des données de meilleure qualité. Les détecteurs ATLAS (<https://fr/science/experiments/atlas>) et CMS (<https://fr/science/experiments/cms>) s'attendent à enregistrer plus de collisions pendant la troisième période d'exploitation du LHC que lors des deux périodes précédentes réunies. L'expérience LHCb (<https://fr/science/experiments/lhcb>) a été entièrement remise à niveau et prévoit de multiplier par dix son débit d'acquisition de données, tandis qu'ALICE (<https://fr/science/experiments/alice>) a pour objectif de multiplier par cinquante le nombre de collisions enregistrées - une hausse considérable.

Grâce à des échantillons de données plus volumineux et à une énergie de collision plus élevée, la troisième période d'exploitation permettra d'étendre encore le programme de physique déjà très diversifié du LHC. Dans les expériences, les équipes étudieront la nature du boson de Higgs avec une précision sans précédent, et dans de nouveaux canaux. Elles pourront observer des processus qui étaient jusqu'à présent inaccessibles, et aussi améliorer la précision des mesures de nombreux processus connus en rapport avec des questions fondamentales, telles que l'origine de l'asymétrie matière-antimatière dans l'Univers. Les scientifiques étudieront les propriétés de la matière à des températures et des densités extrêmes. Ils chercheront également des candidats pour la matière noire et pour d'autres phénomènes nouveaux, soit par des recherches directes, soit de façon indirecte par des mesures précises des propriétés de particules connues.

« Nous attendons avec intérêt des mesures de la désintégration du boson de Higgs en particules de deuxième génération telles que les muons. Ce serait là un résultat entièrement nouveau dans la saga du boson de Higgs. Ce serait la première confirmation que des particules de deuxième génération acquièrent également leur masse par le mécanisme de Higgs », explique Michelangelo Mangano, théoricien au CERN.

« Nous mesurerons l'intensité des interactions du boson de Higgs avec les particules de matière et les particules porteuses de force avec une précision inédite, et nous poursuivrons notre recherche de désintégrations des bosons de Higgs en particules de matière noire ainsi que les recherches de bosons de Higgs supplémentaires, déclare Andreas Hoecker, porte-parole de la collaboration ATLAS. On ne sait pas si le mécanisme de Higgs présent

dans la nature est le scénario minimal ne comportant qu'une seule particule de Higgs. »

Un aspect en particulier retiendra l'attention : les études d'une catégorie de processus rares dans lesquels une différence inattendue (asymétrie de saveur leptonique) entre des électrons et des particules apparentées, les muons, a été étudiée par l'expérience LHCb dans les données recueillies dans le cadre des précédentes périodes d'exploitation. « Les données acquises pendant la troisième période d'exploitation avec notre détecteur tout neuf nous permettront d'améliorer la précision d'un facteur deux et de confirmer ou d'exclure d'éventuels écarts par rapport à l'universalité de la saveur leptonique », indique Chris Parkes, porte-parole de la collaboration LHCb. Les théories expliquant les anomalies observées par LHCb prédisent généralement aussi de nouveaux effets dans différents processus. Ceux-ci feront l'objet d'études spécifiques réalisées par ATLAS et CMS. « Cette approche complémentaire est essentielle ; si nous arrivons à confirmer de nouveaux effets de cette façon, cela constituera une découverte majeure pour la physique des particules », souligne Luca Malgeri, porte-parole de la collaboration CMS.

Le prochain programme de collisions d'ions lourds permettra d'étudier avec une précision inégalée le plasma de quarks et de gluons (PQG), l'état de la matière qui prévalait dans les dix premières microsecondes après le Big Bang. « Nous allons passer à une nouvelle phase : précédemment, nous avions observé de nombreuses propriétés intéressantes du plasma de quarks et de gluons ; maintenant, nous allons quantifier précisément ces propriétés et les relier à la dynamique des éléments constitutifs de cet état », explique Luciano Musa, porte-parole de la collaboration ALICE. Outre une campagne principale de collisions plomb-plomb, une brève campagne de collisions avec des ions d'oxygène est prévue, pour la première fois ; il s'agit d'observer l'apparition d'effets de type plasma de quarks et de gluons dans des systèmes de collision de plus petite dimension.

Les plus petites expériences auprès du LHC - TOTEM (<https://fr/science/experiments/totem>), (<https://fr/science/experiments/lhcf>) LHCf (<https://fr/science/experiments/lhcf>) et (<https://fr/science/experiments/moedal>) MoEDAL (<https://fr/science/experiments/moedal>), avec son tout nouveau sous-détecteur, MAPP, et les plus récentes, (<https://fr/science/experiments/faser>) FASER (<https://fr/science/experiments/faser>) et (<https://snd-lhc.web.cern.ch/>) SND@LHC (<https://snd-lhc.web.cern.ch/>) - se préparent à explorer des phénomènes relevant du Modèle standard ou hors Modèle standard, comme par exemple les monopôles magnétiques, ou les neutrinos et les rayons cosmiques.

Une nouvelle « saison » de physique s'annonce, avec un programme scientifique d'envergure et très prometteur. Le lancement de la troisième période d'exploitation du LHC sera retransmis en direct sur les réseaux sociaux du CERN, et via une liaison satellite Eurovision haute qualité (<https://newsdirect.ebu.ch/nodes/uuid:b212196f-4d36-4527-83be-73f0c2b97a9f/details>), le 5 juillet, à partir de 16 heures. L'événement sera commenté en direct depuis le Centre de contrôle du CERN, dans cinq langues (allemand (<https://www.youtube.com/watch?v=6m72FngbN4I>), anglais (<https://www.youtube.com/watch?v=06kFq1QF5-s>), espagnol (<https://www.youtube.com/watch?v=nm-awslJMxc>), français (<https://www.youtube.com/watch?v=MHIWrDCiSul>) et italien (<https://www.youtube.com/watch?v=sNu1jMp3Zcg>)) pour faire découvrir aux spectateurs les différentes étapes de fonctionnement de la machine, depuis l'injection des faisceaux de protons dans le LHC jusqu'aux points de collision où sont situés les détecteurs des expériences. Une session de questions-réponses en direct avec des spécialistes des accélérateurs et des expériences viendra clôturer la retransmission.

Informations complémentaires

Pour suivre l'événement en direct via EBU, vous devrez vous créer un compte. Vous pourrez ensuite accéder à la liaison satellite ici (<https://newsdirect.ebu.ch/nodes/uuid:b212196f-4d36-4527-83be-73f0c2b97a9f/details>).

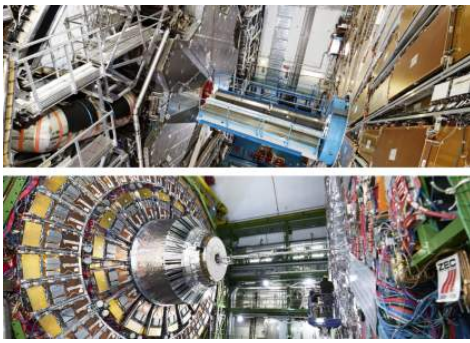
Les photos de la journée seront téléchargeables ici (<https://cernbox.cern.ch/index.php/s/EacPckkCMFcJ8ya>).

Des informations complémentaires sur la troisième période d'exploitation du LHC sont disponibles ici. (<https://fr/press/2022/run-3>)

¹ Le femtobarn inverse est l'unité de mesure de la luminosité, qui correspond au nombre de collisions, ou encore à la quantité de données recueillie. Un femtobarn inverse correspond, au LHC, à environ 100 000 milliards (10^{14}) de collisions proton-proton.

ATLAS et CMS publient les résultats d'études de grande envergure sur les propriétés du boson de Higgs

Les collaborations ont utilisé des échantillons de données d'une ampleur inédite afin d'étudier cette particule très spéciale avec un niveau de détail sans précédent



De haut en bas, photos des détecteurs ATLAS et CMS (Image: CERN)

Aujourd'hui, dix ans exactement après l'annonce de la découverte du boson de Higgs, les collaborations internationales ATLAS (<https://fr/science/experiments/atlas>) et CMS (<https://fr/science/cms>) auprès du Grand collisionneur de hadrons (<https://fr/science/accelerators/large-hadron-collider>) (LHC) communiquent les résultats de leurs travaux de recherche, les plus complets jamais réalisés sur les propriétés de cette particule unique en son genre. Décrites dans deux articles publiés aujourd'hui dans la revue *Nature*, ces deux études indépendantes montrent que les propriétés de la particule présentent une très bonne concordance avec les prédictions du Modèle standard (<https://tags/standard-model>) de la physique des particules. Elles montrent également que la particule devient progressivement un outil puissant pour rechercher des phénomènes inconnus, lesquels, pour autant qu'on arrive à les découvrir, pourraient contribuer à percer certains parmi les plus grands mystères de la physique, tels que la nature de la mystérieuse matière noire (<https://fr/science/physics/dark-matter>), présente dans tout l'Univers.

Le boson de Higgs est la manifestation, sous la forme d'une particule, d'un champ quantique omniprésent, appelé « champ de Higgs », qui est un élément essentiel dans la description de l'Univers tel que nous le connaissons. Sans ce champ, des particules élémentaires telles que les quarks, qui constituent les protons et les neutrons du noyau atomique, ainsi que les électrons qui l'entourent, n'auraient aucune

masse, tout comme les particules lourdes (bosons W), porteuses de l'interaction faible chargée qui déclenche les réactions nucléaires alimentant le Soleil.

Afin d'explorer tout le potentiel des données du LHC pour l'étude du boson de Higgs, et notamment de ses interactions avec d'autres particules, ATLAS et CMS combinent les analyses de nombreux processus complémentaires dans lesquels sont produits des bosons de Higgs qui se désintègrent en d'autres particules.

C'est ce qu'ont fait les collaborations dans leurs nouvelles études menées indépendamment l'une de l'autre, en utilisant l'intégralité de leurs données de la deuxième période d'exploitation du LHC, chaque ensemble de données comprenant plus de 10 000 millions de collisions proton-proton et environ 8 millions de bosons de Higgs, soit 30 fois plus qu'à l'époque de la découverte de la particule. Chacune de ces nouvelles études combine un nombre et une variété sans précédent de processus de production et de désintégration de bosons de Higgs afin d'obtenir un ensemble de mesures d'un niveau de détail et de précision inédit à ce jour de leurs taux, ainsi que de l'intensité des interactions du boson de Higgs avec d'autres particules.

Toutes ces mesures présentent une très bonne concordance avec le Modèle standard dans une gamme d'incertitudes qui dépend de la fréquence d'un processus donné. S'agissant de l'intensité de l'interaction du boson de Higgs avec les particules porteuses de l'interaction faible, on atteint une incertitude de 6 %. À titre de comparaison, dans des analyses similaires réalisées avec la totalité des données de la première période d'exploitation, on avait pour cette même force d'interaction une incertitude de 15 %.

« Dix ans à peine après la découverte du boson de Higgs au LHC, les expériences ATLAS et CMS ont fourni une carte détaillée de ses interactions avec les particules porteuses de force et avec les particules de matière », se réjouit le porte-parole d'ATLAS, Andreas Hoecker. Le secteur du Higgs est en rapport direct avec des questions fondamentales

portant sur l'évolution de l'Univers primordial et sa stabilité, ainsi qu'avec l'étonnante structure des masses pour les particules de matière. La découverte du boson de Higgs a contribué à lancer des travaux de recherche passionnants et de grande portée qui se poursuivront tout au long du programme du LHC. »

« Dresser un tel portrait du boson de Higgs si rapidement était impensable avant la mise en route du LHC », souligne le porte-parole de CMS, Luca Malgeri. Les raisons de cette réussite sont multiples, il y a la performance exceptionnelle du LHC et des détecteurs ATLAS et CMS, et aussi les techniques ingénieuses utilisées pour analyser les données. »

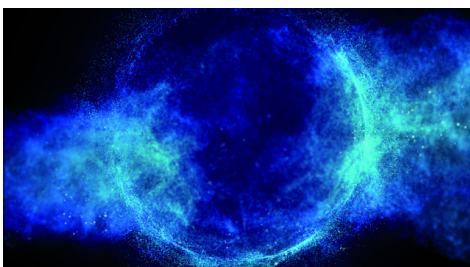
Les nouvelles analyses combinées fournissent, entre autres résultats nouveaux, des limites strictes concernant l'interaction du boson de Higgs avec lui-même, ainsi que des limites sur des phénomènes inconnus se situant au-delà du Modèle standard, tels que la désintégration du boson de Higgs en des particules invisibles qui pourraient constituer la matière noire.

Les collaborations ATLAS et CMS continueront d'étudier la nature du boson de Higgs grâce aux données obtenues lors de la troisième période d'exploitation du LHC, qui commence demain à une nouvelle frontière des hautes énergies, puis, à partir de 2029, du LHC amélioré – le LHC à haute luminosité (HL-LHC). Sachant qu'on prévoit la production de 18 millions de bosons de Higgs dans chaque expérience durant la troisième période d'exploitation du LHC, et de quelque 180 millions lors de l'exploitation du HL-LHC, les collaborations espèrent réduire sensiblement les incertitudes des mesures des interactions du boson de Higgs, mais aussi observer certaines des interactions de ce dernier avec des particules de matière plus légères afin d'obtenir les premiers indices significatifs de l'interaction du boson avec lui-même.

Pour en savoir plus, voir les articles *Nature* d'ATLAS (<https://www.nature.com/articles/s41586-022-04893-w>) et CMS (<https://www.nature.com/articles/s41586-022-04892-x>).

Home.cern, Courrier du CERN: de nouvelles ressources en ligne sur le boson de Higgs

En quoi le boson de Higgs est-il spécial ? Pourquoi devrais-je m'en soucier ? Quelle est la prochaine étape ? Si ces questions vous tracassent, consultez sans plus attendre le site web home.cern.



Une vue artistique du champ de Brout-Englert-Higgs (Image: CERN)

Il va sans dire que travailler au CERN n'a pas fait de nous tous des experts en physique des particules. Alors, si vous angoissez à l'idée de devoir expliquer ce qu'est une brisure spontanée de symétrie dans le Modèle standard de la physique des particules lors de la célébration de l'anniversaire de la découverte du boson de Higgs, rassurez-vous :

l'équipe chargée de la communication au sein du groupe IR-ECO (Éducation, communication et activité grand public) a élaboré une formidable page web consacrée au boson de Higgs, recensant les questions les plus fréquentes sur sa nature et sur les recherches menées pour percer ses secrets. Que vous ayez besoin de brefs récapitulatifs sur divers aspects du boson de Higgs ou d'explications plus approfondies, vous trouverez tout ce dont

vous avez besoin sur cette page web (<https://home.cern/fr/science/physics/higgs-boson>).

En parallèle, les articles de la série « Higgs10 » du *Bulletin du CERN* (regroupés ici (<https://home.cern/fr/news/series/higgs10/higgs10-boson-born>)) retracent les dernières décennies de la recherche du boson de Higgs et vous permettront de réviser vos connaissances en physique des particules et sur l'histoire du CERN. Deux autres articles, sur les recherches sur le Higgs réalisées après

la découverte de 2012, clôtureront cette série dans les prochaines éditions du *Bulletin du CERN*.

Enfin, le numéro juillet/août du *Courrier du CERN*, consacré à l'anniversaire de la découverte, jette un regard d'expert sur la recherche portant sur le boson de Higgs. Tous les nouveaux articles seront disponibles en ligne sur le site web du *Courrier* (<https://cerncourier.com>).

- Page "Boson de Higgs" sur [home.cern](https://home.cern/fr/science/physics/higgs-boson) (<https://home.cern/fr/science/physics/higgs-boson>)
- Articles Bulletin "Higgs10" (<https://home.cern/fr/news/series/higgs10>)
- *Courrier du CERN* (<https://cerncourier.com>)

Thomas Hortalà

Lancement de la troisième période d'exploitation : suivez-le en direct sur les écrans du CERN ou sur les réseaux sociaux !

Après plus de trois années de long arrêt, le 5 juillet marquera le lancement de la saison de physique au LHC avec un nouveau record mondial d'énergie



Il est attendu que le LHC batte un nouveau record mondial de niveau d'énergie le 5 juillet (Image: CERN)

Au lendemain des célébrations organisées au CERN pour fêter le 10^e anniversaire de la découverte du boson de Higgs, le LHC s'apprête à réaliser la promesse d'un brillant avenir pour les recherches sur la physique des particules. Pour ses premières collisions avec des faisceaux stables, une énergie de $13,6 \times 10^{12}$ électronvolts (13,6 Tev) est attendue, soit un nouveau record mondial. Ces collisions marqueront le début de la collecte de

données pour la nouvelle saison de physique, dite troisième période d'exploitation.

Le lancement de la troisième période d'exploitation du LHC sera **retransmis en direct sur les réseaux sociaux du CERN**, et via une liaison satellite Eurovision haute qualité, le 5 juillet, à 16 h 00. Suivez les explications qui seront données en direct dans cinq langues (allemand, anglais, espagnol, français et italien) depuis le Centre de contrôle du CERN tout au long des différentes étapes qui emmèneront les faisceaux de protons jusqu'aux points de collision dans le LHC. Une session de questions-réponses en direct avec des spécialistes des accélérateurs et des expériences viendra clôturer la retransmission.

Le direct sera également retransmis sur les écrans internes des trois principaux restaurants du CERN, sous-titré en anglais. Si vous avez besoin d'une pause café dans l'après-midi, pensez à la faire à 16 h !

Équipé pour pouvoir accueillir un faisceau plus intense, le LHC permettra aux scientifiques de collecter davantage de données pendant la

troisième période d'exploitation (qui se prolongera jusqu'à la fin 2025) que pendant les deux périodes d'exploitation précédentes réunies. La saison de physique qui va s'ouvrir se concentrera sur l'étude des propriétés du boson de Higgs et la recherche d'une physique au-delà du Modèle standard de la physique des particules.

Rejoignez-nous pour cet événement historique en vous connectant à Facebook (<https://www.facebook.com/cern/>), YouTube (<https://www.youtube.com/channel/UCrHXK2A9JtiexqwHuWGeSMg>), Instagram (<https://www.instagram.com/cern/?hl=en>) ou LinkedIn (<https://www.linkedin.com/company/cern/mycompany/verification/>).

(Video: CERN)

Consultez cette page (<https://home.cern/news/news/cern/join-cern-historic-week-particle-physics>) pour une liste des événements autour du lancement de la troisième phase d'exploitation et de l'anniversaire de la découverte du boson de Higgs.

Sécurité informatique

Sécurité informatique : bienvenue aux étudiants d'été !

Pour le bien de votre vie numérique, voici quelques conseils utiles

Nous souhaitons la bienvenue aux étudiants d'été 2022, que nous sommes heureux d'accueillir en dépit de cette période difficile. Le programme des deux prochains mois va être bien rempli : conférences passionnantes et projets intéressants à mener en équipe. Vous aurez également le temps de vous imprégner de la liberté intellectuelle, de l'esprit et de la créativité qui règnent au CERN ! Pour

le bien de votre vie numérique, voici toutefois quelques conseils utiles.

À votre arrivée au CERN, un compte informatique CERN vous est attribué. Faites attention à votre mot de passe (<https://home.cern/fr/news/news/computing/computer-security-easy-way-lose-passwords>) : une personne mal intentionnée pourrait l'utiliser pour envoyer des

pourriels depuis votre compte, abuser des ressources informatiques du CERN en votre nom, télécharger de grandes quantités de revues depuis la bibliothèque numérique du CERN, ou simplement compromettre votre PC CERN et récupérer vos photos, documents ou données personnelles, ou encore vous espionner avec le micro ou la webcam de votre ordinateur. Dans le pire scénario,

l'Organisation tout entière est en danger (<https://home.cern/fr/news/news/computing/computer-security-blackmailing-enterprises-you-are-pati-ent-zero>) ! Faites également attention à vos ordinateurs portables, tablettes et téléphones portables, qu'il s'agisse de ceux du CERN ou des vôtres ; pensez à les mettre à jour pour pouvoir bénéficier des mesures de protection les plus récentes (<https://home.cern/fr/news/news/computing/computer-security-what-do-apartments-and-computers-have-common>). La fonction « mise à jour automatique » est votre alliée ; pensez donc à l'activer si elle ne l'est pas déjà par défaut.

On peut facilement se faire subtiliser son mot de passe, au CERN ou chez soi, par « hameçonnage », en répondant à un courriel dans lequel on vous demande votre mot de passe. Personne au CERN, que ce soit l'équipe de sécurité informatique, le Service Desk ou votre superviseur, ne vous enverrait un tel courriel. Si vous recevez ce type de courriel, il ne peut provenir que d'une personne mal intentionnée. Restez sur vos gardes et ne saisissez pas votre mot de passe sur des pages web douteuses. Ne cliquez pas sur des liens contenus dans des courriels qui, de toute évidence, ne vous concernent pas (<https://home.cern/fr/news/news/computing/computer-security-click-and-infect>), par exemple des courriels qui ne vous sont pas destinés, qui ne sont pas rédigés dans l'une de vos langues maternelles, ou qui n'ont aucun rapport avec vous. En cas de doute, écrivez à Computer.Security@cern.ch. De même, ne cliquez pas au hasard sur des hyperliens, réfléchissez avant de cliquer. Vous risquez sinon d'infecter votre ordinateur (<https://home.cern/fr/news/news/computing/computer-security-malware-ransomware-doxware-and>) en un rien de temps et la seule solution sera de tout réinstaller (ce qui sera plus facile si vous avez des sauvegardes !).

Le CERN est connecté au monde entier. Mais dans un but professionnel. Si une utilisation à des fins personnelles des ressources

informatiques de l'Organisation est tolérée, n'en abusez pas. Faites en sorte que votre bande passante reste basse. Abstenez-vous en particulier de télécharger des films ou des logiciels. Les droits d'auteur, ça vous dit quelque chose ? Ils s'appliquent également au CERN. Toute violation du droit d'auteur portée à la connaissance du CERN fera l'objet d'un suivi (<https://home.cern/fr/news/news/computing/computer-security-music-videos-and-risk-cern>) et les coûts éventuels seront à la charge de l'auteur de l'infraction. Il en va de même pour le piratage de logiciels. Si des clés de licences piratées sont stockées sur votre appareil, il est temps de les supprimer. Les entreprises veillent à ce que leurs logiciels ne soient pas utilisés de manière abusive. Les pénalités financières (<https://home.cern/fr/news/news/computing/computer-security-when-free-not-free>) peuvent être très lourdes. Attention, si vous avez besoin d'un logiciel précis, regardez s'il n'est pas disponible dans la logithèque du CERN (<https://information-technology.web.cern.ch/services>).

Pendant votre séjour au CERN, il se pourrait que vous deviez travailler sur un projet nécessitant des ressources numériques – comme créer une page web, écrire des codes, développer des matériels. Ne réinventez pas la roue si vous avez besoin d'une base de données, d'un serveur web, ou de logiciels. Le département IT du CERN fournit toute une série de services (<https://home.cern/fr/news/news/computing/computer-security-go-clever-go-central>) gérés de manière sûre et centralisée, qui vous faciliteront la vie. Utilisez-les comme base. Demandez aux services IT du CERN les outils dont vous avez besoin. Vous gagnerez en temps et en créativité. Avant de quitter le CERN, pensez également à remettre à votre superviseur tous vos travaux de développement, logiciels, dessins techniques et autre documentation. Vous laisserez ainsi une trace de votre passage au CERN. Si vous les conservez, ils seront purgés et détruits, et personne au CERN ne se souviendra de ce que vous avez fait.

Enfin, comme dans toute entreprise, il y a des règles à respecter. L'utilisation des installations informatiques du CERN est encadrée par les règles informatiques du CERN (<https://security.web.cern.ch/rules/fr/index.shtml>). Faites donc preuve de bon sens, évitez toute activité qui pourrait être considérée comme immorale, illégale ou abusive. De même, l'utilisation à titre personnel des installations informatiques du CERN est tolérée, mais dans les limites mentionnées ci-dessus. Il est par exemple interdit de consulter des sites pornographiques, sauf raison professionnelle valable (il pourrait en effet être gênant de recevoir un courriel de mise en demeure de notre part). De même, il est formellement interdit de miner des crypto-monnaies (<https://home.cern/fr/news/news/computing/computer-security-computing-power-professionals-only>) à partir des ressources informatiques du CERN.

Veillez donc à respecter ces quelques règles de base : maintenez votre système à jour – protégez votre mot de passe – réfléchissez avant de cliquer – respectez les droits d'auteur – protégez votre travail – suivez les règles informatiques du CERN. Nous vous souhaitons un excellent séjour au CERN, amusez-vous et profitez !

Pour en savoir plus sur les incidents et les problèmes en matière de sécurité informatique au CERN, lisez notre rapport mensuel (https://cern.ch/security/reports/en/monthly_reports.shtml) (en anglais). Si vous désirez avoir plus d'informations, poser des questions ou obtenir de l'aide, visitez notre site (<https://cern.ch/Computer.Security>) ou contactez-nous à l'adresse Computer.Security@cern.ch.

Cet article est une republication d'un texte initialement paru en juin 2021.

Équipe de la sécurité informatique

Communications officielles

Nouvelle plateforme « MyFiles » pour le stockage des documents financiers

Le département FAP a développé une plateforme appelée « MyFiles » (<https://myfiles.cern.ch/>) en remplacement de l'application AIS media dans laquelle sont stockés actuellement les décomptes de paie, les certificats d'imposition interne et les relevés individuels annuels.

À partir du mois de juillet 2022, la notification de décompte de paie envoyée aux membres du personnel renverra vers cette nouvelle plateforme, où les membres du personnel pourront accéder à leur décompte mensuel ainsi qu'à l'historique complet de leurs documents financiers depuis janvier 2001,

date de la mise en place des décomptes de paie électroniques.

Les décomptes individuels de droits à pension, établis annuellement par le Service des prestations de la Caisse de pensions du CERN, seront également accessibles dans MyFiles à partir de cet été. Le décompte 2022 sera quant à lui disponible en août.

Annonces

À vos agendas ! Rendez-vous les 12 et 13 octobre 2022 pour l'atelier « Le CERN et l'environnement »

Le CERN s'efforce d'être un exemple en matière de recherche transparente et respectueuse de l'environnement. Sa stratégie repose sur trois piliers : diminuer l'impact du Laboratoire sur l'environnement ; réduire la consommation d'énergie et accroître la réutilisation de l'énergie ; et développer des technologies aidant la société à préserver la planète.

Le Comité directeur pour la protection de l'environnement du CERN (CEPS) et de nombreux départements travaillent sur divers projets s'inscrivant dans cette perspective. Ainsi, ces derniers mois, vous avez peut-être pris connaissance, par l'intermédiaire du *Bulletin*, des nombreuses initiatives menées en la matière par le Laboratoire, comme par exemple le programme Innovation en matière d'applications environnementales du CERN (<https://kt.cern/environment/CIPEA>) (CIPEA), le Plan directeur du CERN (<https://cds.cern.ch/rec>

[ord/2792532?ln=en](https://cds.cern.ch/rec/ord/2792532?ln=en)) (« *CERN Masterplan* »), les rapports publics du CERN sur l'environnement (<https://hse.cern/fr/rapport-environnement>) et la série « L'année du CERN pour la sensibilisation à l'environnement » (https://home.cern/news?title=environmental+awareness&topic=All&type=All&audience=24&tid_3=&date_from=&date_to=). En plus de tout cela, il faut mentionner une multitude d'autres projets dont vous n'avez peut-être pas entendu parler.

Comme vous le voyez, les questions environnementales occupent plus que jamais le devant de la scène. Aussi avons-nous le plaisir de vous annoncer la tenue de l'atelier « le CERN et l'environnement » les 12 et 13 octobre dans la Salle du Conseil.

Lors de cet atelier, nous ferons un point sur les nombreuses initiatives en faveur de l'environnement réalisées ou en cours de

réalisation au CERN, afin d'offrir une vision d'ensemble et une meilleure compréhension des actions menées. Ensemble, nous explorerons tout un éventail de thèmes et d'idées ; nous avons hâte de pouvoir bénéficier des retours de la communauté du CERN sur des sujets qui touchent chacun de nous, et d'ouvrir de nouvelles discussions sur nos objectifs futurs.

D'autres informations vous seront communiquées à la fin de l'été.

Nous espérons vous voir nombreux à cette occasion. D'ici là, nous vous souhaitons un agréable été !

Benoît Delille, Mar Capeans Garrido, Manfred Krammer, Chris Hartley, Sonja Kleiner, Roberto Losito et Serge Claudet.

Le programme des étudiants d'été de CERN openlab fait la part belle aux technologies informatiques de pointe- suivez les conférences en ligne

Vous souhaitez en savoir plus sur les technologies informatiques innovantes qui contribuent aux recherches révolutionnaires du CERN dans le domaine de la physique ? Participez au programme de conférences des étudiants d'été CERN openlab (<https://openlab.cern/>). Les conférences, gratuites et ouvertes à tous, quel que soit le pays où vous vous trouvez, seront données par des spécialistes du CERN ; elles couvriront des sujets allant de l'informatique quantique à l'apprentissage automatique, en passant par l'informatique distribuée et les données ouvertes. Ces

conférences seront retransmises en direct via le site web des webcasts du CERN (<https://webcast.web.cern.ch/>) et la chaîne YouTube des conférences du CERN (<https://www.youtube.com/c/CERNLectures/featured>). Voir la liste complète des conférences ici (<https://indico.cern.ch/category/15588>).

Les conférences sont organisées dans le cadre du programme annuel des étudiants d'été CERN openlab. Pour la première fois depuis 2019, les étudiants d'été sont de retour au CERN. Les étudiants d'été CERN openlab

travailleront pendant neuf semaines avec certaines des technologies matérielles et logicielles les plus avancées et découvriront comment sont utilisées des solutions informatiques de pointe en physique des hautes énergies. Cette année, 1 770 étudiants ont présenté leur candidature pour participer au programme. À l'issue de l'examen des dossiers, 32 étudiants, de 18 nationalités différentes, ont été sélectionnés.

CERN openlab

Préparatifs en vue de la migration des messageries électroniques

Dans les mois à venir, les messageries électroniques du CERN vont migrer de la plateforme locale Microsoft Exchange au service Microsoft Exchange Online (<https://mail.services.docs.cern.ch/ExchangeOnline/>). Les utilisateurs bénéficieront ainsi des fonctionnalités les plus récentes et d'une sécurité accrue.

La migration des messageries électroniques se fera par vagues à compter de septembre et se poursuivra jusqu'au milieu de l'année 2023.

L'opération se déroulera de façon fluide et sera chapeautée par l'équipe du département IT chargée du service de messagerie électronique. Les messageries, calendriers, contacts et tâches des utilisateurs resteront disponibles durant la migration. Les utilisateurs seront informés par avance de la migration.

Les personnes utilisant Microsoft Outlook sur un poste géré de manière centralisée au moyen de l'outil CMF (*Computer Management Framework*) n'ont aucune action à réaliser.

Pour les personnes utilisant d'autres clients de messagerie, il sera peut-être nécessaire de procéder à une reconfiguration suite à la migration. Cependant, des instructions simples et claires (<https://mailservices.docs.cern.ch/ExchangeOnline/Migration/Overview/>) seront fournies concernant les principaux clients de messagerie.

Des informations supplémentaires sur le sujet seront communiquées par courriel durant les mois à venir. Les équipes techniques chargées

Les restaurants offrent une réduction aux étudiants durant l'été



(Image: CERN)

Pendant la période estivale (du 15 juin au 15 septembre), tous les étudiants nés à partir de 1997 et au bénéfice d'un contrat d'au moins un mois peuvent bénéficier d'une réduction de 10 % sur les repas achetés aux restaurants n° 1 et 2 du CERN.

Cette initiative, portée et financée par Novae, vise à élargir l'accès à l'ensemble de l'offre de Novae sur le site de Meyrin pour les étudiants. La réduction concerne les repas de midi et du soir, et les plateaux avec plat chaud, salade ou sandwich.

Pour bénéficier de cette réduction, chaque étudiant devra contacter son secrétariat et retirer un badge à présenter avec sa carte d'accès CERN. La réduction sera appliquée à

la caisse pour autant que les conditions suivantes soient remplies :

- Consommations pendant le service du midi ou du soir, soit de 11 h 30 à 14 h 15 ou de 18 h 00 à 20 h 30.
- Deux badges obligatoires (carte d'accès du CERN + badge étudiant CERN fourni par le secrétariat) avec le même nom sur les deux badges.
- Plateau avec plat chaud, salade ou sandwich. Un seul plat pour un même plateau (la réduction ne s'applique pas aux plateaux comportant plusieurs plats ou seulement des boissons ou pâtisseries).

Département SCE

Le service d'autopartage à nouveau disponible



(Image: CERN)

Après une longue période de fermeture liée à la pandémie, le service d'autopartage (<https://sce-dep.web.cern.ch/mobility/car-sharing>) est de nouveau disponible depuis le 14 juin 2022.

Ce service, proposé à l'ensemble de la communauté du CERN via le Centre (<https://sce-dep.web.cern.ch/campus-life/mobility>) de mobilité, met à disposition 35 véhicules de différents formats, réservables en ligne.

Un projet pilote lancé en 2021 a permis la mise en service d'un nouveau système de réservation de la flotte de véhicules depuis l'application Glide (<https://app.glide.io/>) ou via le site internet glide.io (<https://app.glide.io/>). La

marche à suivre est expliquée de manière détaillée dans une procédure (<https://sce-dep.web.cern.ch/sites/default/files/User%20path%20guide%20GLIDE.pdf>) très complète.

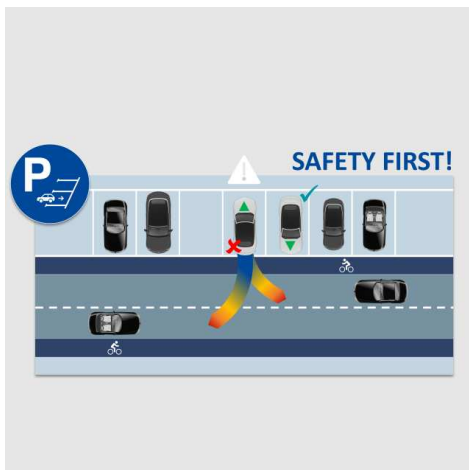
Grace à ce système de réservation, il est désormais possible d'emprunter un véhicule en différents points du CERN, de choisir la durée d'utilisation, ainsi que de modifier ou d'annuler la réservation à tout moment.

L'équipe du Centre de mobilité se réjouit de ce lancement !

Département SCE

De nouveaux panneaux pour améliorer la sécurité routière

(Image: CERN)



Depuis le 1^{er} juin, de nouveaux panneaux de signalisation routière sont en cours d'installation sur des points stratégiques du CERN. Ces panneaux signalent une obligation de stationnement en marche arrière.

Cette mesure vise à réduire les risques d'accidents et à assurer une circulation fluide et sécurisée. Quitter une place de stationnement en marche arrière peut en effet s'avérer dangereux, notamment lorsque la place débouche sur une route à fort trafic ou sur une piste cyclable.

En cas d'évacuation du site, les véhicules doivent quitter rapidement le site. Il est donc vivement recommandé de se garer en marche arrière dans la mesure du possible afin de faciliter une évacuation en toute sécurité si cela est nécessaire.

Département SCE

Retrouvez les scientifiques du CERN pour la Nuit de la science

Cet été, le CERN vous donne rendez-vous sur son stand d'activités pour la 13^e édition de la Nuit de la science



(Image: CERN)

Les 9 et 10 juillet 2022, dans le cadre magnifique du Parc de la Perle du Lac à Genève, le Musée d'histoire des sciences organisera la 13^e édition de la *Nuit de la science* sur le thème « *Et pourtant...* ». Cette manifestation permettra à tous et toutes d'appréhender l'activité scientifique dans un contexte convivial et festif.

À cette occasion, le CERN sera présent et vous attend sur son stand intitulé « *Rencontre avec l'invisible* ».

Comment fonctionne un détecteur ? Quel mécanisme explique l'origine de la masse ? Venez à la rencontre des scientifiques du CERN et découvrez les principes fondamentaux de la physique. Au programme, des activités ludiques à l'intention des petits et des grands : dessin, ateliers, réalité virtuelle, etc. et une démonstration inédite pour célébrer le 10^e anniversaire de la découverte du boson de Higgs.

Plus d'informations sur www.lanuitdelascience.ch

Édition 2022 du Webfest du CERN : participez à la lutte contre le changement climatique

Le Webfest, le hackathon annuel du CERN consacré aux technologies ouvertes du web, célèbrera cette année son dixième anniversaire.



(Image: CERN)

Le *Webfest*, le hackathon annuel du CERN consacré aux technologies ouvertes du web, célèbrera cette année son dixième anniversaire. Le CERN marque cette étape par une édition spéciale : au lieu de se tenir sur un seul week-end, le *Webfest* se déroulera en

ligne sur les mois de juillet et d'août. Ainsi, les participants auront plus de temps pour mûrir leurs idées et leurs projets.

En raison de la pandémie de COVID-19, le *Webfest* a eu lieu en ligne ces deux dernières années et l'édition 2021 a rassemblé plus de 300 personnes provenant de 63 pays différents. Cette année, le *Webfest* maintient son format en ligne, offrant aux étudiants du monde entier une nouvelle occasion d'y participer. Lors des deux dernières éditions, des étudiants de tous les continents ont montré qu'ils étaient capables de travailler ensemble et de proposer des innovations ayant un impact positif sur la société.

Le *Webfest* se tient chaque année depuis 2012 et a pour objectif d'encourager la collaboration entre jeunes talents. Durant l'événement, les

participants collaborent sur des projets innovants et conçoivent des applications pouvant être bénéfiques pour la société. Les années précédentes, les participants ont travaillé sur un large éventail de projets ingénieux. Le thème de l'édition 2021, inspiré des objectifs de développement durable (ODD) définis par l'Organisation des Nations Unies, a fait émerger de nombreuses idées traitant de l'impact sur l'environnement, dans le cadre de l'ODD 13, portant sur la lutte contre les changements climatiques. Les projets ont essentiellement porté sur des thèmes comme l'énergie nucléaire, les systèmes d'alerte de feux de forêt ou la connaissance du changement climatique, pour ne citer que quelques exemples.

À l'occasion de l'année du CERN pour la sensibilisation à l'environnement, le thème du

prochain *Webfest* sera la lutte contre le changement climatique et la durabilité. Les étudiants qui y participent se verront attribuer un défi en rapport avec la lutte contre le changement climatique. Ces défis seront en lien avec un projet auquel le CERN est associé. Le travail sera effectué collectivement dans de petites équipes et les étudiants devront proposer des solutions au défi qui leur a été assigné.

Une séance de présentation aura lieu le vendredi 8 juillet et les vainqueurs seront

annoncés lors de la session de clôture, le mercredi 31 août. Entre ces deux dates auront lieu des sessions lors desquelles les étudiants auront des retours sur leurs travaux, mais aussi des ateliers et des sessions de réseautage.

Le World Wide Web est né au CERN ; aidez-nous à faire vivre cet héritage en nous rejoignant en ligne pour lutter contre le changement climatique et apporter votre pierre à l'édifice. Ensemble, nous pouvons mettre des technologies comme le web, l'apprentissage automatique, les techniques de visualisation

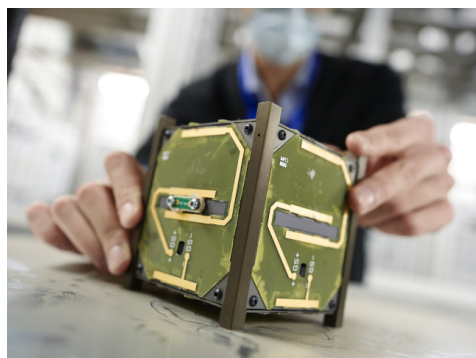
des données, et bien d'autres encore, au service de la lutte contre le changement climatique.

Pour en savoir plus sur le *Webfest* et sur les modalités d'inscription, cliquez sur ce lien (<https://indico.cern.ch/event/1174981/>). Les inscriptions seront closes le mardi 5 juillet.

Alexia Yiannouli

Suivez le lancement du premier satellite réalisé dans le cadre d'un projet piloté par le CERN

Le 13 juillet, une mission spatiale inédite sera lancée depuis le Port spatial de l'Europe dans le cadre d'un projet piloté par le CERN



Le satellite CELESTA a subi des tests dans l'installation CHARM (Image: CERN)

Le 13 juillet, CELESTA sera lancé dans l'espace : ce microsatellite a été développé par le CERN en collaboration avec l'Université de

Montpellier et l'Agence spatiale européenne (ESA).

Le communauté du CERN est invitée à suivre le lancement de CELESTA (<https://kt.cern/aerospace/celesta>) le 13 juillet, à 12 h 15 CET. Les conditions météorologiques devront être particulièrement bonnes pour que le lancement puisse avoir lieu. Il est donc possible qu'il soit repoussé de quelques jours. L'horaire restera toutefois inchangé. L'événement pourra être suivi en direct depuis les restaurants du CERN, sur les réseaux sociaux du CERN, sur la TV en ligne (https://www.esa.int/ESA_Multimedia/ESA_Web_TV) de l'ESA et sur la chaîne YouTube (<https://www.youtube.com/channel/UCRn9F2D9j-t4A-HgudM7aLQ>) d'Arianespace.

Space RadMon (<https://kt.cern/aerospace/spaceradmon>) constitue la charge utile du satellite. Il s'agit d'un instrument qui permet de surveiller

les effets des rayonnements sur l'électronique. Il a été entièrement réalisé à partir de composants du commerce et étalonné dans les installations d'irradiation du CERN. Le satellite proprement dit a été testé sur le plan système auprès de l'installation CHARM (<https://kt.cern/aerospace/facilities>) du CERN, qui offre un large éventail de types de rayonnements, et qui illustre le potentiel de cette approche innovante pour les futures missions spatiales.

Avec CELESTA, le CERN veut démontrer l'impact de ces technologies et installations sur la société, en particulier dans le domaine de l'aérospatiale. Pour en savoir plus sur les applications aérospatiales des technologies du CERN : <https://kt.cern/aerospace> (<https://kt.cern/aerospace>)

Antoine Le Gall

Le coin de l'Ombud

The 4W repair kit for work relationships

How can we support members of our Laboratory in addressing conflict early on, before it reaches the Ombud's Office?

La traduction de cet article est en cours, une version française sera disponible prochainement.

At the International Ombuds Association's international conference, which I attended back in April, one of the speakers[1], Dr Patricia Robinson, shared a simple model that front-line managers can use to have productive conversations to help their people move towards better working relationships and belonging. The model helps them find out what

is important to disputants, calm emotional heat in their teams, and get to the source of conflict.

The first step to catch conflict early is to make disputants **feel truly listened to**, by listening for **WHAT, WHO, HOW** and **WHY**.

Following the speaker's invitation to spread the model, and because it makes total sense given what I observe in the Ombud's Office, I'm pleased to share it with you and to illustrate how it works with a practical example.

Listen for	Your goal as listener	Ways to achieve that goal
WHAT is important about what happened?	<ul style="list-style-type: none"> Convey that you understand what's important about what happened 	<ul style="list-style-type: none"> ASK: "What's on your mind? What's going on for you?" REPHRASE from fact to opinion and CHECK: "Let me see if I understand you correctly ..." REFLECT: "You thought/felt/believed ..." CHECK again: "Is that right?"
WHO are the disputants in this issue and what is their relationship with each other?	<ul style="list-style-type: none"> Convey that you see them as three-dimensional people Humanise disputants to each other as multi-dimensional people Get context on their behaviour 	<ul style="list-style-type: none"> ASK people questions: "Tell me about yourself/your relationship/etc." SUMMARISE & CHECK your reflection, then ASK an open-ended question SUMMARISE, CHECK, ASK about what they said or REPEAT back the last few words with a question inflection
HOW has this issue impacted each disputant?	<ul style="list-style-type: none"> Convey that you understand the emotional impact of the conflict on each disputant and how they feel 	<ul style="list-style-type: none"> ASK: "How did it impact you/make you feel?" LABEL impact/feelings & CHECK REFLECT: "So it sounds like you feel sad/angry etc.. because of ..." CHECK: "Is that right?" It is OK to be wrong; if you are they'll correct you
WHY are the disputants impacted? What are the underlying needs, wants or values?	<ul style="list-style-type: none"> Convey that you understand why they were impacted the way they were, or why they acted the way they did (needs/wants/values) 	<ul style="list-style-type: none"> ASK: "What was important or upsetting about that to you? What made you feel or do that? Don't use why." REFRAME from complaint to underlying need/want/value and CHECK REFLECT: "So it sounds like you really want/need/value (e.g. appreciation, respect, acknowledgement, being heard etc.)" CHECK: "Is that right?" It is OK to be wrong; if you are, they'll correct you

(<https://cds.cern.ch/images/CERN-HOMEW EB-PHO-2022-138-1>)

Here is this useful model transposed to a real-life situation*:

Maria shares an office with Anne. Their desks face each other. Despite Maria's efforts to cultivate a pleasant work relationship with Anne, Anne does not want to discuss anything with Maria that is not strictly work related. No small talk about kids or holidays. No smile, no coffee, no sharing of jokes. Maria, who is a joyful and very sociable person, is struggling with the situation and opens up about it to her manager, Andrew.

This is how Andrew could make Maria feel that he has really listened to her concerns and that he understands the situation, from her perspective.

Maria: "It can't go on like this, with Anne opposite me, it feels like I'm facing a wall. No smile, no chatting, although she behaves perfectly normally with other colleagues."

Andrew: "I see that something is really affecting you. Let me hear more about what the matter is in relation to Anne. What does a typical day in the office look like?"

Maria, prompted – with empathy – to give specific examples, explains.

Andrew: "Let me see if I understood you correctly. Anne stays absorbed in her tasks and doesn't answer when you say good morning,

ask how she is or invite her to go for coffee. You also have the impression that she behaves differently with other people. Is that correct, did I understand you well?"

Maria confirms, feeling she has her manager's full attention.

Andrew: "Anne has been working here for 10 years and she's highly appreciated by the team, although, indeed, she's not a very talkative person. But she is very professional in her work. You joined the team only recently and we all appreciate your friendly, sociable nature. Both you and Anne are working mothers with packed schedules, and you both have a heavy workload, but you are both doing a great job. Do you feel that the relationship is always difficult, or is this happening more at specific times, like the beginning of the week or day?"

Maria – now reminded of the points she has in common with Anne – explains further.

Andrew: "How does this make you feel? Do you take this problem home with you? Does it impact your relationship with the other team members as well? How do you think it may impact Anne?"

Maria – encouraged to share her feelings – thinks for a minute and explains that she feels disappointed, sad and angry at the same time. She feels relieved to express these feelings.

Andrew: "OK, I see. If I understand you well, you're sad and angry because Anne doesn't seem to be interested in having a friendly relationship with you as a colleague and you feel rejected, is that right?"

Maria confirm and feels that her feelings have been understood.

Andrew: "What is it that makes you feel rejected and sad? Could it be that a lack of a smile or a sad face is somehow contagious and goes against your nature? What was it like in your previous job? Is it also possible that you're concerned that Anne may have negative things to say when the extension of your contract is discussed?"

Maria confirms that, indeed, she had a very good working relationship with a colleague in her former job and misses that atmosphere.

She's disappointed that she hasn't been able to recreate the ambience she was used to in her new job. She's also worried that the difficult relationship with Anne may have an impact on her contract length and she feels that this would be unfair.

Andrew: "I understand that you need acceptance and belonging from your team and that companionship with your direct colleagues and warmth in the office are essential to you. Am I right? Thank you for sharing this with me. Let me think about how best to proceed."

As you can see, the 4W kit has not solved the conflict between Maria and Anne, but Andrew has made Maria **feel listened to and understood**, and he has also received important information about **the root cause of the conflict**.

The combination of these two things opens the path to informal dispute resolution. The next step for Andrew is to have the same conversation with Anne.

When supervisees turn to you to share conflictual situations, the first step to a successful resolution is making sure that they feel really listened to. Keep this 4W repair kit in mind, as it will help you take this first step.

* Real names have not been used.

Laure Esteveny

I want to hear from you – feel free to email ombud@cern.ch with any feedback or suggestions for topics you'd like me to address.

NB: If you would like to be notified about posts, news and other communications from the CERN Ombud, please register to receive the CERN Ombud news (<https://e-groups.cern.ch/e-groups/EgroupsSubscription.do?egroupName=cern-ombud-news>).

[1] Patricia Robinson, Ph.D., Hitotsubashi University, Tokyo, Japan

Laure Esteveny