

NOUVELLES DU LS2 : UN BOND POUR L'ACCÉLÉRATION DU SPS

Le système d'accélération radiofréquence du SPS est renforcé avec une nouvelle technologie d'amplificateurs à transistors



Le nouveau système d'amplificateurs à transistors développé par le CERN avec l'entreprise Thales Gércac comprend 32 tours dans lesquelles 2560 modules RF contenant chacun quatre transistors seront installés. (Image : Maximilien Brice/CERN)

Les grandes manœuvres ont également commencé dans le Supersynchrotron à protons (SPS). Une opération majeure porte sur l'amélioration du système d'accélération de l'accélérateur. « Les faisceaux du LHC à haute luminosité auront une intensité deux fois plus élevée, ce qui nécessite une puissance radiofréquence accrue », explique Erk Jensen, le chef du groupe Radiofréquence (BE-RF). L'un des volets du projet d'amélioration des injecteurs du LHC (LIU) est donc la remise à niveau du système d'accélération du SPS.

Erk Jensen mène la visite dans l'immense bâtiment 870, juste derrière le Centre de contrôle du CERN sur le site de Préessin, où règne une incroyable effervescence. Partout, des équipes retirent des câbles, dévissent des composants, extraient des modules électroniques. Au cours de cette première phase du long arrêt technique, le démontage est en effet l'une des principales activités.

(Suite en page 2)

LE MOT DE FRÉDÉRICK BORDRY

PLACE AU PROJET
D'AMÉLIORATION DES
INJECTEURS DU LHC

En parcourant les différents sites du CERN, vous serez peut-être surpris de voir la quantité de matériel jonchant le sol, comme si le CERN était en train de déménager! Il s'agit en fait d'une partie des équipements délogés des tunnels de l'accélérateur et des divers bâtiments, en vue de leur remplacement ou rénovation dans le cadre des travaux prévus pour le LS2, qui vient tout juste de commencer.

(Suite en page 2)

Dans ce numéro

Actualités	1
Nouvelles du LS2 : un bond pour l'accélération du SPS	1
Le mot de Frédéric Bordry	2
Des développeurs ressuscitent le premier navigateur web lors d'un hackathon	3
Que réservent les deux prochaines années pour CMS ?	4
Les roues tournent : le menu à venir pour ATLAS	6
Plus de 3000 élèves célèbrent les femmes et filles de science !	7
Les ressources humaines du CERN récompensées par la Commission européenne	7
Sécurité informatique : dépendance à hauts risques	8
Communications officielles	9
Hommages	10
Le coin de l'Ombud	11

LE MOT DE FRÉDÉRICK BORDRY

PLACE AU PROJET D'AMÉLIORATION DES INJECTEURS DU LHC

Le LS2 est un arrêt principalement consacré au projet d'amélioration des injecteurs du LHC (LIU), qui consiste à préparer l'ensemble de la chaîne d'injection pour la fourniture de faisceaux haute brillance dans l'optique du LHC à haute luminosité (HL-LHC), dont le lancement est prévu en 2026. Les quelque 2 000 personnes qui travailleront sur les accélérateurs au cours du LS2 ont en ligne de mire le redémarrage progressif de la physique dans les halls d'expérience du Laboratoire dès le début de 2021.

Le projet LIU a été lancé en 2015, et beaucoup a déjà été accompli. Construction d'un accélérateur linéaire entièrement nouveau – le Linac 4 –, installation d'un système radiofréquence d'amplification de puissance à semi-conducteurs inédit et d'un nouveau système de décharge de faisceau pour le SPS, livraison d'un transformateur de grande puissance (200 MVA) à Prévessin : le CERN s'est progressivement doté de nouvelles installations, prêtes à entrer en fonction durant le LS2. Rien ne restera en l'état. Du vénérable Synchrotron à protons (PS) et son Booster au Supersynchrotron à protons (SPS), toutes les machines en amont du LHC seront transformées au cours des deux prochaines années.

Les dernières touches ont été apportées au processus de planification mé-

ticuleux du projet LIU, lors d'un atelier très productif qui a eu lieu mi-février, à Montreux, et qui a préparé la voie à la reprise de la physique, prévue pour 2021. Mais les travaux du LS2 n'ont pas attendu cette étape pour démarrer. Au Booster du PS, les équipes ont commencé à préparer la machine à recevoir des faisceaux de 160 MeV, au lieu de 50 MeV actuellement, et à les accélérer jusqu'à 2 GeV, au lieu de 1,4 GeV. Au PS lui-même, le retrait de 43 aimants de courbure de la machine, sur les 100 dont elle est dotée, a commencé, alors qu'au SPS, le remplacement de quelque 400 kilomètres de câblage a débuté, et des éléments du système d'accélération ont été remontés en surface en vue d'être rénovés. Tous ces travaux sont des réalisations majeures à part entière ; ils donnent une idée de l'ampleur et de la complexité de la tâche à accomplir. À mesure de l'avancement du LS2, des articles spécifiques du *Bulletin* vous tiendront au courant des dernières opérations ; l'article de cette semaine décrit les amplificateurs de puissance à semi-conducteurs révolutionnaires qui alimenteront les cavités radiofréquence du SPS.

Si l'objectif prioritaire du LS2 est le projet LIU, bien d'autres activités sont prévues. L'année prochaine, par exemple, le premier jeu de deux aimants dipolaires de 11 teslas utilisant du câble à base de niobium-étain (Nb₃Sn) sera installé au point 7 du LHC. Cette tech-

nologie fait depuis longtemps l'objet d'études au CERN. Elle avait été envisagée au tout début du projet LHC, mais n'était pas à un stade suffisamment avancé à l'époque. La technologie ayant à présent évolué, ces aimants seront les premiers de ce type à être installés dans un accélérateur de particules. Lors du démarrage du HL-LHC, les aimants de focalisation finaux destinés à ATLAS et CMS utiliseront du câble en niobium-étain, de même que les quatre dipôles qui seront installés au point 7. La technologie du niobium-étain supporte une densité de courant plus élevée, permettant la production de champs plus importants et, ainsi, une meilleure focalisation dans les expériences, de même qu'une plus grande puissance de courbure pour les quatre dipôles, qui doivent produire la même puissance de courbure sur 11 mètres de longueur que les dipôles standard du LHC de 15 mètres, cela afin de libérer de l'espace pour de nouveaux collimateurs. Au cours du LS2, la consolidation des diodes de dérivation des principaux dipôles du LHC sera également réalisée, et une vingtaine d'aimants supraconducteurs seront remplacés.

Comme le LS1, le LS2 suivra un ambitieux programme de travail. Et le mot d'ordre sera le même : « sécurité, qualité, calendrier ». Nous avons beaucoup à faire, mais nous sommes bien préparés et nous réussirons, et nous le ferons en toute sécurité.

Frédéric Bordry
Directeur des accélérateurs et de la technologie

NOUVELLES DU LS2 : UN BOND POUR L'ACCÉLÉRATION DU SPS

Pas moins de 400 km de câbles sont par exemple à retirer aux points 3 et 5 du SPS.

Dans les grands halls, on découvre les imposantes installations de convertisseurs

et d'amplificateurs de puissance qui alimentent les cavités accélératrices radiofréquence (RF) du SPS. Les amplificateurs utilisent une technologie de tubes électroniques datant des années 70 et 80, le SPS ayant été mis en service en 1976, avant

d'être transformé en collisionneur proton-antiproton en 1981. Deux systèmes de tubes cohabitent, chacun produisant une puissance de 2 mégawatts.

Pour fournir la puissance nécessaire au LHC à haute luminosité, une équipe du groupe RF, dirigée par Eric Montesinos, a développé avec l'entreprise Thales G rac un nouveau système faisant appel à des amplificateurs à transistors, similaires à ceux développés récemment pour les synchrotrons SOLEIL et ESRF. Les transistors sont assemblés par quatre sur des modules qui fournissent 2 kilowatts, une puissance bien moins élevée que celle produite par les tubes électroniques (entre 35 et 135 kilowatts). Mais au total, 2 560 modules, soit 10 240 transistors, seront répartis dans 32 tours. Les puissances de 16 tours seront combinées via un combineur de puissance RF. L'ensemble pourra fournir une puissance RF de deux fois 1,6 mégawatts aux cavités.

« Ce système offre une plus grande flexibilité car la puissance est distribuée sur des milliers de transistors, observe Eric Montesinos. Si quelques transistors cessent de fonctionner, la RF ne sera pas stoppée, tandis que lorsqu'un tube tombe en panne, il faut intervenir rapidement. » Par ailleurs, il est plus simple de changer un module. D'autant que les tubes électroniques de cette gamme de fréquence appartiennent à une espèce en voie de disparition : le domaine des accélérateurs est parmi les derniers à les utiliser.

Le développement du système d'amplificateurs à transistors a démarré en 2016. Une équipe du groupe RF a travaillé en collaboration avec des scientifiques de Thales G rac et de nombreux essais et aménagements ont d  être réalisés. L'électronique de puissance est en effet soumise à des effets thermomécaniques

importants. La technique d'assemblage des transistors sur la plaque du module s'est avérée par exemple très ardue à mettre au point. Après plusieurs dizaines de prototypes complexes, les travaux ont finalement abouti l'an passé : la première tour abritant 80 modules à transistors a fonctionné pendant 1000 heures, passant les tests de validation en août. Un beau succès qui a permis de lancer la production de série, tandis que les essais se poursuivaient.

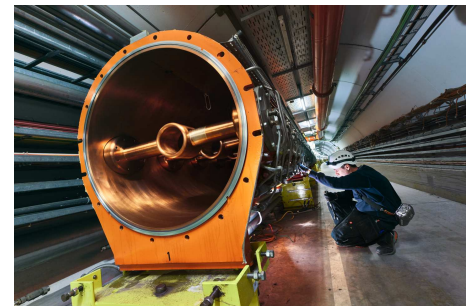
Les structures, c'est-à-dire les 32 tours, ont déjà été installées dans une nouvelle salle, lui donnant une allure de décor de science-fiction. Une seule d'entre elles est pour l'instant équipée de ses modules de puissance RF, laissant augurer l'aspect encore plus futuriste que prendra la salle dans quelques mois. Les modules seront livrés à partir de mai et jusqu'à la fin de l'année ; tous seront testés sur un banc spécialement conçu à cet effet avant de rejoindre leur tour. Un travail de fourmi attend les équipes qui installeront tous les modules.

Parallèlement, les cavités ont été extraites du tunnel. Le SPS compte quatre cavités à 200 MHz, dont deux formées de quatre sections, et deux de cinq sections, chaque section mesurant quatre mètres. « Pour accélérer des faisceaux plus intenses, il faut réduire la longueur des cavités afin de conserver un champ électromagnétique suffisamment élevé sur toute la longueur », explique Erk Jensen. Les équipes vont par conséquent r assembler les sections de façon à former six cavités : deux de quatre sections et quatre de trois sections.

Le système de contrôle des faisceaux est également en cours de remplacement. La cage de Faraday, qui abrite les racks électroniques de contrôle des faisceaux, a été entièrement vid e pour être équipée d'une électronique dernier cri et d'une nouvelle infrastructure (refroidissement et ventilation, éclairage, entre autres). Enfin, un système plus performant pour amortir les résonances parasites sera installé ; testé au cours de la dernière exploitation, il est basé sur des coupleurs HOM (*higher order modes*).

Les équipes doivent tenir un calendrier serré, avec tous les démantèlements et le début des installations en 2019, et de nombreux tests et mises en service en 2020.

Voir plus de photos sur CDS (<https://cds.cern.ch/record/2658182>)



Les cavités accélératrices du SPS sont extraites du tunnel de l'accélérateur. Elles seront améliorées en surface avant d'être réassemblées et remises en place l'an prochain. (Image : Maximilien Brice/CERN)

Corinne Pralavorio

DES DÉVELOPPEURS RESSUSCITENT LE PREMIER NAVIGATEUR WEB LORS D'UN HACKATHON

  l'occasion du 30e anniversaire du web, une équipe internationale s'est réunie au CERN pour recrer le navigateur WorldWideWeb



L'équipe qui travaille à la résurrection du premier navigateur web (Image : Jean-François Groff)

Un vieil ordinateur NeXT du début des années 90, prêté par un groupe de passionnés d'informatique de Lausanne, occupe un coin de la pièce, son écran affichant une invite de commande en noir et blanc sur le vieux système d'exploitation NeXTstep. Des programmeurs et des développeurs venus des quatre coins du monde sont réunis autour d'une table oblongue avec leurs ordinateurs, et parlent avec anima-

tion de sujets tels que les « polices anti-alias es » et les « fichiers binaires ». Juste à côté se trouve l'immense salle qui accueille les serveurs du Centre de calcul du CERN, dans laquelle sont réalisés tous les calculs du Laboratoire et où sont stockées les données des expériences du Grand collisionneur de ha-

drons. Cette salle avait également abrité la première connexion internet du CERN, en 1989, et elle abrite à présent le point d'échange internet du CERN (CIXP). Ces développeurs sont ici pour recréer le premier serveur web, qui avait été construit au CERN en 1990 par Sir Tim Berners-Lee afin de naviguer sur des pages web, lesquelles relèvent elles aussi de son invention.

Vous lisez sans doute cet article via un navigateur web, qui affiche des contenus en langage HTML (*HyperText Markup Language*) sur un système d'exploitation fonctionnant sur un ordinateur fixe ou portable. Le navigateur initial de Tim Berners-Lee, appelé à l'origine « WorldWideWeb » puis renommé plus tard « Nexus », pouvait fonctionner uniquement sur l'ordinateur NeXT sur lequel Tim Berners-Lee avait écrit son code. Mais l'équipe de développeurs cherche à présent à faire fonctionner le navigateur WorldWideWeb sur des systèmes d'exploitation actuels, en s'appuyant pour cela sur les possibilités offertes par le web lui-même. Pour ce faire, ils imitent le navigateur original à l'intérieur d'un navigateur moderne, en utilisant le langage de programmation très répandu JavaScript ; vous pourrez ainsi profiter de faire l'expérience du web primitif sans devoir mettre la main sur un vieil ordinateur NeXT.

L'équipe s'était déjà rassemblée en 2013 afin de recréer le « navigateur en ligne de commande », initialement créé en 1991 par Nicola Pellow. Maintenant, pour leur deuxième passage ici, à moins d'un mois du 30^e anniversaire du web, ils s'attaquent

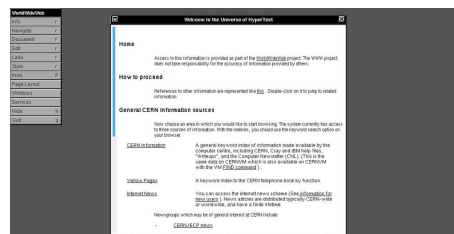
à un nouveau défi. « *Nous avons récupéré le code du navigateur WorldWideWeb* », expliquait le développeur Remy Sharp *lundi, le premier des cinq jours que durera ce défi*. Mais nous n'avons pas encore réussi à l'installer sur la machine NeXT. En effet, il n'est pas facile de travailler en interface avec du matériel qui a plusieurs dizaines d'années.

L'équipe avait besoin de faire fonctionner le logiciel sur la machine pour laquelle il était conçu afin de répliquer l'aspect et l'impression exacts sur un système moderne. Il s'agissait par exemple de faire en sorte que les caractères de l'imitation du navigateur WorldWideWeb aient le même rendu que les caractères « trapus » du système d'exploitation NeXTstep, au lieu de l'aspect plus harmonieux apparaissant actuellement sur les écrans. Finalement, la programmeuse Kimberly Blessing est parvenue à installer le navigateur WorldWideWeb sur l'ordinateur emprunté.

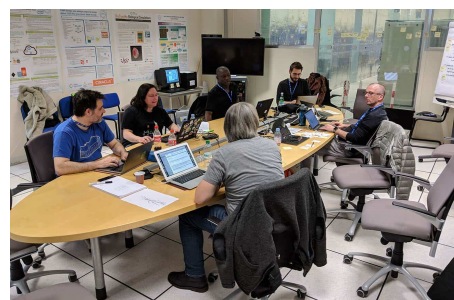
Le mardi à midi, les participants ont partagé un repas avec le pionnier du web Robert Cailliau. Cela a été l'occasion de parler des mécanismes des premiers navigateurs web, et entre autres du fait que le navigateur WorldWideWeb offrait la possibilité non seulement de lire une page web, mais aussi de l'éditer en temps réel.

Quelques heures avant la fin de cette course contre la montre, qui est soutenue par la Mission des États-Unis à Genève à travers la Fondation CERN & Société, les développeurs continuaient de travailler sans relâche pour que le résultat de leur

travail puisse être mis à disposition du public. Les notes sur leur projet et les liens vers le navigateur WorldWideWeb ressuscité sont disponibles sur le lien cern.ch/worldwideweb. Pour en savoir plus sur le projet visant à préserver certains des biens numériques associés à la naissance du web, rendez-vous sur la page cern.ch/first-website.



Capture d'écran de l'imitation du navigateur WorldWideWeb fonctionnant à l'intérieur d'un navigateur web moderne



L'équipe à la recherche d'une solution (Image : Remy Sharp)

Achintya Rao

QUE RÉSERVENT LES DEUX PROCHAINES ANNÉES POUR CMS ?

Maintenant que l'arrêt technique du LHC, qui durera deux ans, a commencé, CMS fait l'objet de travaux de maintenance et d'amélioration conséquents



Retrait du tube de faisceau de CMS (Image : Maximilien Brice, Julien Ordan/CERN)

L'expérience CMS, bijou de physique des particules, est un détecteur de 14 000 tonnes qui a pour mission de résoudre une longue liste de questions sur les mystères entourant le boson de Higgs et la matière noire. Maintenant que le Grand collisionneur de hadrons (LHC) a entamé un arrêt technique de deux ans, appelé deuxième long arrêt (LS2), CMS se prépare pour d'importants travaux de maintenance et d'amélioration.

Toutes les expériences LHC du CERN souhaitent tirer le maximum de bénéfices du LHC à haute luminosité (HL-LHC), amélioration majeure du LHC, prévu pour démarrer en 2026. Le HL-LHC produira entre cinq et dix fois plus de collisions que le LHC, ce qui permettra de réaliser davantage de mesures de précision sur des phénomènes rares prédits par le Modèle standard, et peut-être même de détecter de nouvelles particules qui n'ont encore jamais été ob-

servées. Pour exploiter pleinement ce potentiel, certains des composants de CMS doivent être remplacés.

Au cœur de CMS Dissimulé sous plusieurs couches de sous-détecteurs, le détecteur à pixels entourant le tube de faisceau constitue le cœur de l'expérience, car c'est l'élément le plus proche du point de collision. Pendant le LS2, la couche la plus interne du détecteur à pixels actuel va être remplacée. Les nouveaux éléments seront composés de matériaux supportant mieux le rayonnement pour l'exploitation à haute luminosité. Le tube de faisceau sera également remplacé pendant le LS2 par un tube avec lequel les extrémités du futur détecteur à pixels pourront être encore plus proches du point d'interaction. Ce détecteur à pixels de troisième génération sera installé pendant le troisième long arrêt (LS3), qui aura lieu en 2024–2026.

Pour ne pas perdre une miette Les membres de la collaboration CMS prévoient également, en plus des activités touchant le cœur de l'expérience, des travaux sur les parties les plus externes du détecteur, à savoir celles qui détectent et mesurent les muons, des particules qui ressemblent aux électrons mais sont beaucoup plus lourdes. Ils se préparent également à installer quarante chambres à multiplicateur d'électrons à gaz multiples (GEM) afin de détecter les muons qui s'échappent à un angle d'environ 10° , l'un des angles les plus difficiles à couvrir pour le détecteur. Inventées en 1997 par Fabio Sauli, les chambres GEM sont déjà utilisées dans d'autres expériences du CERN, telles que COMPASS, TOTEM et LHCb, mais l'échelle est bien plus grande pour CMS. Les chambres GEM sont composées d'une fine feuille de polymère métallisée, percée chimiquement de millions de trous, généralement 50 à 100 par millimètre, qui est immergée dans du gaz. Lorsque les muons traversent ces chambres, les électrons libérés par le gaz dérivent vers les trous, se multiplient dans un très fort champ électrique, et arrivent dans une zone où ils sont recueillis.

Le futur en ligne de mire Dans leur état actuel, quelques détecteurs ne seraient pas en mesure de fonctionner suffisamment bien pendant la phase HL-LHC ; en effet, le nombre de collisions proton-proton qui doivent être produites dans le HL-LHC sera dix fois plus élevé que celui prévu initialement pour l'expérience CMS. Par conséquent, un calorimètre à haute granularité (HGCAL) sera installé pendant le LS3, entre 2024 et 2026, pour remplacer les calorimètres électromagnétique et hadronique actuels des bouchons. Le nouveau détecteur comprendra plus de 1000 m^2 de capteurs hexagonaux au silicium et de carreaux de scintillateurs plastiques, répartis sur plus de 100 couches (50 pour chaque bouchon), qui fourniront des informations sans précédent sur les électrons, les photons et les hadrons. L'exploitation de ce détecteur constituera un grand défi en matière de logiciels et d'analyse, et les physiciens comme les experts en informatique travaillent déjà sur des techniques de pointe, telles que l'apprentissage automatique.

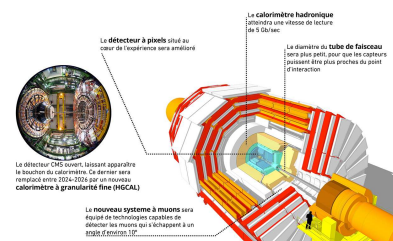
Construire encore et encore

L'expérience CMS a également été concernée par les travaux de génie civil réalisés en vue du HL-LHC, qui ont débuté en juin 2018 et se poursuivent à l'heure actuelle. Le projet comprend cinq nouveaux bâtiments en surface à Cessy (France), ainsi que des modifications sur les cavernes et les galeries souterraines.

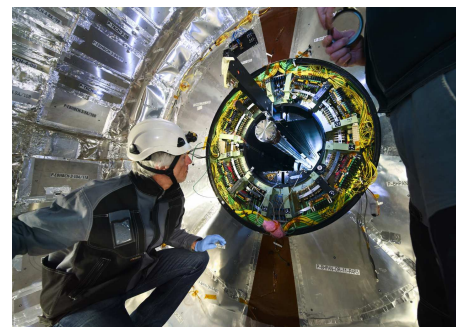
L'ambitieux projet de la collaboration CMS, pour le futur à court et à plus long terme, est de préparer le détecteur à de nouvelles aventures palpitantes. Affaire à suivre !

Pour en savoir plus, lisez l'article « *CMS has high luminosity in sight* » dans le dernier numéro du *CERN Courier* (en anglais), ainsi que les nouvelles d'ALICE, ATLAS et LHCb relatives au LS2.

Plus de photos disponibles sur CDS (<http://cds.cern.ch/record/2654504>) :



Cette représentation du détecteur CMS montre certaines des activités de maintenance et d'amélioration prévues pour les deux années à venir.



Retrait du cœur de CMS pendant le deuxième long arrêt (LS2) (Image : Maximilien Brice/Julien Ordan/CERN)

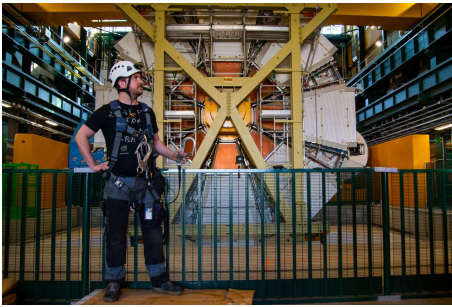


Les tests en cours sur les modules du calorimètre à haute granularité. Des travaux intensifs de R&D sont prévus pendant le LS2, afin que le nouveau détecteur soit prêt à être installé pendant le LS3. (Image : Maximilien Brice/CERN)

Letizia Diamante

LES ROUES TOURNENT : LE MENU À VENIR POUR ATLAS

Les capacités de détection d'ATLAS vont être améliorées d'ici au redémarrage du LHC



L'une des petites roues actuelles a été remontée à la surface (Image : Jacques Herve Fichet, Maximilien Brice/CERN)

Comment le détecteur ATLAS se prépare-t-il pour l'avenir ? Lorsque le complexe d'accélérateurs du CERN a été arrêté, en décembre 2018, les scientifiques et techniciens d'ATLAS se sont rapidement mis au travail pour ouvrir le puits qui mène du niveau du sol à la caverne d'ATLAS, ainsi que pour ouvrir le détecteur lui-même. Ils procéderont à des travaux de maintenance et d'amélioration du détecteur pendant les deux années à venir, laps de temps prévu par le CERN pour un arrêt technique appelé deuxième long arrêt (LS2). Certaines de ces améliorations sont réalisées dans le cadre du projet LHC à haute luminosité (HL-LHC), l'amélioration du Grand collisionneur de hadrons (LHC) qui doit fonctionner à partir de 2026. Avec ce projet, le rythme des collisions de particules augmentera drastiquement, ce qui entraînera des rythmes de lecture plus élevés et créera davantage d'occasions pour des découvertes en physique.

ATLAS est la plus grande des expériences du LHC. Installée entre 2003 et 2008, elle a, comme l'expérience CMS, la mission de comprendre les propriétés du boson de Higgs et de chercher une nouvelle physique.

De nouvelles roues pas si petites

L'une des améliorations majeures de l'expérience sera l'installation de deux nouveaux détecteurs en forme de roues, qui serviront à traquer les particules appelées muons. Les muons peuvent être représentés comme des cousins plus lourds des électrons ; ils traversent les parties internes du détecteur en ne subissant que peu de perturbations. Pour mieux se représenter les choses, on peut imaginer le détecteur comme un oignon, dont le spectromètre à muon constituerait la membrane externe.

Les muons qui s'échappent à des angles de moins de 40 degrés par rapport à la trajectoire du faisceau sont mesurés par une série de trois couches de sous-détecteurs, et la couche située le plus à l'intérieur est appelée la petite roue car elle mesure « seulement » 9,3 mètres de diamètre.

Les nouvelles roues amélioreront les capacités de déclenchement d'ATLAS, et elles seront en mesure de supporter le nombre de muons plus élevé qui est attendu avec le HL-LHC. Chaque roue est composée de 16 coins, ou secteurs, couverts de plusieurs couches de chambres de détection, appelées chambres Micromégas (MM) et chambres à petites bandes et à intervalles fins (STGC). Les chambres MM et STGS ont toutes deux d'excellentes capacités en matière de trajectographie de précision, du niveau de 100 micromètres, et un très bon temps de réponse, élément nécessaire pour déterminer précisément le moment de chacune des collisions.

Les éléments sont actuellement assemblés en surface, et les roues seront ensuite transportées puis descendues à travers le puits, jusqu'au détecteur ATLAS. L'une des petites roues actuelles a été remontée à la surface la semaine dernière, et il est prévu que la première des nouvelles petites roues entre dans la caverne d'ATLAS au printemps 2020.

Un remodelage d'ATLAS à tous les niveaux

L'amélioration du système de détection des muons sera accompagnée de l'ajout de 16 nouvelles stations, qui doivent améliorer les capacités d'ATLAS à détecter les muons dans la région située entre le tonneau et les bouchons. Ces stations contiennent de petits tubes à dérive à correction (SMDT) remplis de gaz et des chambres à plaques résistives (RPC). Les physiciens peuvent ainsi suivre les muons en enregistrant la trace des particules électriquement chargées créées par leur passage à travers le gaz. La reconstitution des trajectoires des muons sera améliorée par le recours à des tubes à dérive à correction ayant des diamètres plus petits ainsi qu'à des chambres à plaques résistives de nouvelle génération ayant une plus petite épaisseur d'électrodes.

L'une des autres grandes améliorations prévues pendant le LS2 est le rem-

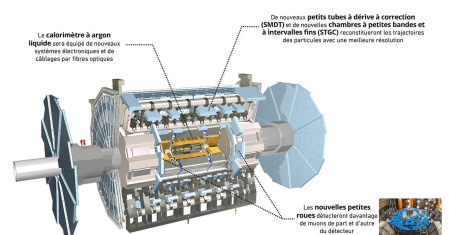
placement de certains composants de l'électronique frontale du calorimètre à argon liquide (LAR). Cela améliorera la capacité d'ATLAS à conserver les signaux importants issus d'électrons et de photons. L'amélioration des systèmes de déclenchement et d'acquisition de données est également prévue ; elle préparera l'expérience en vue du HL-LHC.

En parallèle aux travaux menés sur le détecteur, les travaux de construction se poursuivent eux aussi à un rythme soutenu autour d'ATLAS, à la fois en surface et sous terre, en prévision du HL-LHC. L'excavation d'un puits de 62 mètres de profondeur vient d'être achevée et les ingénieurs en génie civil s'occupent à présent de l'excavation d'une caverne de service et de galeries, qui abriteront de nouveaux équipements.

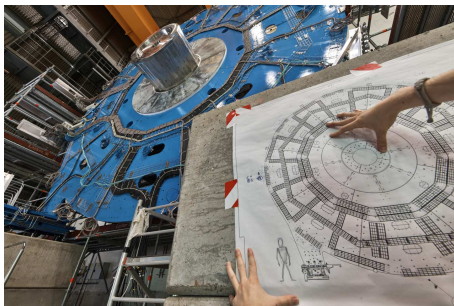
Si un grand nombre des améliorations et installations concernant ATLAS auront lieu seulement pendant le troisième long arrêt (LS3), qui doit commencer en 2024, les activités qui seront menées pendant les deux années à venir feront déjà d'ATLAS un détecteur plus performant, prêt à enregistrer des données lorsque le LHC redémarrera, en 2021.

Pour en savoir plus, lisez l'article « *ATLAS upgrades in LS2* » dans le dernier numéro du CERN Courier (en anglais), la page ATLAS News (en anglais), et les nouvelles d'ALICE, CMS et LHCb.

Plus de photos disponibles sur CDS (<http://cds.cern.ch/record/2658165>)



Cette représentation du détecteur ATLAS montre certaines des activités de maintenance et d'amélioration prévues pour les deux années à venir.



Une des nouvelles petites roues d'ATLAS, qui mesure près de 10 mètres de diamètre. (Image : Julien Marius Ordan/CERN)

PLUS DE 3000 ÉLÈVES CÉLÈBRENT LES FEMMES ET FILLES DE SCIENCE !

À l'occasion de la Journée internationale des femmes et des filles de science, le CERN organise des visites de femmes scientifiques et ingénieures dans des écoles locales



Marta Felcini décrit un détecteur de particules à l'École Bellavista (Image : CERN)

trois ans déjà, des visites de femmes scientifiques et ingénieures dans des écoles locales. Cette année, un nouveau partenariat avec le Service de promotion des sciences de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et le ScienScope de l'Université de Genève (UNIGE) a permis à ce projet de prendre une nouvelle ampleur.

Du 11 au 15 février, 150 présentations ont ainsi été données par 57 volontaires du CERN, de l'UNIGE et de l'EPFL, touchant plus de 3100 enfants !

cherché à faire évoluer l'image des métiers scientifiques et d'ingénierie, en se présentant comme des rôles-modèles féminins. Elles ont ainsi participé à transformer les stéréotypes sexistes, en permettant notamment aux jeunes filles de s'imaginer comme des chercheuses, exploratrices, innovatrices, ingénieures ou inventrices.

À l'occasion de la Journée internationale des femmes et des filles de science, qui a lieu le 11 février, le CERN organise, depuis

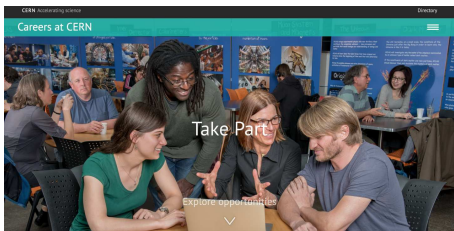
Racontant leurs parcours, dévoilant des mystères de la science, et menant parfois de petites expériences, les volontaires ont

Vous souhaitez participer à une prochaine édition ? Contactez l'équipe de la Communication locale.

Marie Bouvier

LES RESSOURCES HUMAINES DU CERN RÉCOMPENSÉES PAR LA COMMISSION EUROPÉENNE

La distinction « HR Excellence in Research » a été attribuée au CERN en reconnaissance des efforts déployés par l'Organisation pour mettre en œuvre la Charte européenne du chercheur et le Code de conduite pour le recrutement des chercheurs



Capture d'écran de la page d'accueil du site « Careers at CERN » (Image : CERN)

En 2005, la Commission européenne adopta la Charte européenne du chercheur et le Code de conduite pour le recrutement des chercheurs. À ce jour, 1 119 organisations ont adhéré à la Charte et au Code (C&C) et 455 autres figurent sur la liste des « institutions reconnues », que le CERN a rejointe en décembre 2018. C'est

également à cette date que le Laboratoire a reçu la distinction « HR Excellence in Research » dans le cadre de la stratégie HR4SR (*Human Resources Strategy for Researchers*). Cette distinction a été remise après plusieurs mois de travail intense en vue de préparer le dossier de candidature à présenter à la Commission

européenne, un processus qui a mobilisé de nombreux acteurs et parties prenantes dans l'ensemble de l'Organisation. Ce travail commença par le lancement en interne d'une enquête visant à évaluer dans quelle mesure le CERN met en œuvre chacun des 40 principes de la Charte et du Code. Sur cette base, le groupe d'étude C&C du CERN a réalisé une analyse complète des écarts eu égard à la Charte et au Code, portant sur plusieurs questions essentielles du domaine des ressources humaines. Les points clés sur lesquels le CERN s'est engagé à assurer un suivi ont été regroupés dans un plan d'action clair, soumis dans le cadre du dossier de candidature, sur la base duquel l'Organisation

sera régulièrement évaluée afin de garantir sa conformité avec le Code.

Pour James Purvis, chef du département des Ressources humaines du CERN, il s'agit là d'un important pas en avant pour l'Organisation : « *Nous sommes extrêmement fiers d'avoir obtenu cette distinction. C'est une étape essentielle – non seulement elle récompense les pratiques du CERN en matière de ressources humaines, mais elle peut s'avérer aussi cruciale pour l'avenir, lorsque le CERN soumettra des propositions de projets à la Commission européenne.* »

Le CERN est profondément attaché aux principes et à l'esprit de la Charte eu-

ropéenne du chercheur et du Code de conduite pour le recrutement des chercheurs, dont l'intégration naturelle dans les processus de gestion et de ressources humaines du Laboratoire contribue déjà grandement à promouvoir le CERN en tant qu'employeur attractif en Europe.

Pour en savoir plus sur le contenu du dossier de candidature du CERN pour l'obtention du label HR Excellence in Research et sur l'intérêt de cette distinction pour l'Organisation, consultez la page : <https://hr-dep.web.cern.ch/content/cern-and-eu-charter-and-code>

SÉCURITÉ INFORMATIQUE : DÉPENDANCE À HAUTS RISQUES

Vous êtes hacker, programmeur, développeur de logiciels ou codeur ? Beaucoup d'entre nous font partie de l'une de ces catégories. Et, en tant qu'êtres humains intelligents, nous avons tendance à nous concentrer sur ce qui n'existe pas encore

Vous êtes hacker, programmeur, développeur de logiciels ou codeur ? Beaucoup d'entre nous font partie de l'une de ces catégories. Et, en tant qu'êtres humains intelligents, nous avons tendance à nous concentrer sur ce qui n'existe pas encore et non pas à réinventer ce qui a déjà été fait ailleurs. Cela nous laisse davantage de temps pour produire des éléments nouveaux, adaptés à nos besoins, et pour les fonctions de base nous profitons d'utiliser des éléments de logiciels déjà produits ailleurs. Plusieurs plateformes, basées sur le travail de hackers, programmeurs, développeurs et codeurs du monde entier, telles que Gitlab au CERN, Github dans le monde et Stack Overflow, pour n'en citer que trois, fournissent une grande variété de bibliothèques et de séquences de code pour des fonctionnalités déjà existantes. Pour les utiliser, il suffit de les télécharger ou de faire un copier coller. Mais que se passe-t-il si ces hackers, programmeurs, développeurs et codeurs passent du côté obscur ?

Les codes *open source* constituent une ressource précieuse, mais non dénuée de risques. Puisque tout un chacun peut écrire et partager des codes, il va de soi que certains codes présentent des vulnérabilités flagrantes en matière de sécurité. Celles-ci ne sont pas nécessairement introduites avec de mauvaises intentions, et le caractère ouvert du code source permet à

n'importe qui de vérifier l'intégrité du code et de le corriger si nécessaire. Pourtant, il arrive que même la communauté *open source* ne parvienne pas à identifier des failles importantes, comme cela a été le cas pour « Heartbleed ». Cela signifie qu'utiliser ces bibliothèques de codes publics peut comporter un risque. Et ce risque devient encore plus important si des tiers mal intentionnés trafiquent les librairies de logiciels, puis attendent simplement que des développeurs passent par là, téléchargent des éléments contaminés et intègrent ces codes dans leur logiciel. Le code est exécuté... et c'est la catastrophe ! Des entreprises ont déjà été mises en péril à cause de bibliothèques infectées ou de variantes de cette situation. Par exemple, une faille a été découverte dans le module de Python appelé « ssh-decorator », qui est distribué via « PyPi », un dépôt de logiciel pour le langage de programmation Python. Tous les identifiants de connexion du canal SSH ont été transmis à un tiers mal intentionné. Ou alors, certaines bibliothèques créées par des personnes mal intentionnées ont été nommées de façon à ce que leur nom puisse être confondu avec celui d'une bibliothèque véritable et largement utilisée, comme par exemple « cross-env ». La version fautive (« cross-env ») extorquait des variables d'environnement locales et peut-être aussi des identifiants. Pas moins de 39 autres bibliothèques jouant sur de telles similarités orthogra-

phiques ont été identifiées, puis détruites de « NCM », un gestionnaire de logiciels largement utilisé pour le langage de programmation JavaScript. Et il y a aussi les bibliothèques anciennes qui ne sont plus maintenues par personne mais continuent d'être utilisées. Dans cet exemple, les droits ont naïvement été transmis à un pirate, lequel a ensuite introduit des éléments de code infectés dans une bibliothèque qui jusque-là était propre...

L'intégration automatique d'éléments provenant de bibliothèques de logiciels externes, par exemple PyPi ou NCM, n'est donc pas sans risque ! Tout comme quand vous surfez sur le web, rappelez-vous : s'arrêter – réfléchir – ne pas cliquer (ou, dans le cas présent, ne pas importer). N'installez que des bibliothèques de logiciels ou des éléments issus de ces bibliothèques émanant de sources sûres. Et même alors, inspectez le code, soit manuellement (même si c'est laborieux), soit au moins avec un outil d'analyse statique de code. L'équipe de la sécurité informatique du CERN fournit plusieurs outils d'analyse statique de code prévus à cette fin. Envisagez également d'utiliser un gestionnaire de dépôts de logiciels centralisé tel que Sonatype Nexus ou Apache Maven. Le premier est mis à disposition par le département IT du CERN et utilisé pour le développement des systèmes de contrôle-

commande des accélérateurs et pour les expériences ATLAS et CMS.

Pour en savoir plus sur les incidents et les problèmes en matière de sécurité informatique au CERN, lisez notre rapport mensuel (en anglais). Si vous dési-

rez avoir plus d'informations, poser des questions ou obtenir de l'aide, visitez notre site ou contactez-nous à l'adresse Computer.Security@cern.ch.

L'équipe de la sécurité informatique

Communications officielles

COMPOSITION DE LA COMMISSION PARITAIRE CONSULTATIVE DES RECOURS (CPCR / JAAB)

Exercice 2019

Membres	Nommés par la Directrice générale	Nommés par l'Association du personnel
1 ^{ers} suppléants	Nicole POLIVKA / FAP	Rosario PRINCIPE / TE
2 ^{èmes} suppléants	Raymond VENESS / BE	Nicolas SALOMON / PF
	Ramon FOLCH / EN	Almudena SOLERO / FAP

Mme Polivka et M. Principe ont établi comme suit la liste des dix membres du personnel titulaires parmi lesquels sera choisi le Président de la Commission à chaque fois qu'un cas se présentera :

- François BRIARD / IR
- François BUTIN / EN

- Etienne CARLIER / TE
- Joel CLOSIER / EP
- Dorothée DURET / FAP
- Alexandra HAHNEL-BORGEAUD / IPT
- Arash KHODABANDEH / IT
- Isabelle LAUGIER / BE
- Pedro MARTEL / BE
- Jens VIGEN / RCS

Ces dix personnes pourront également être choisies comme médiateurs [voir Circulaire administrative N°6 (Rev. 1) intitulée « La procédure de réexamen »].

Département HR

COMPOSITION DE LA COMMISSION PARITAIRE CONSULTATIVE DE DISCIPLINE (CPCD / JADB)

Exercice 2019

Membres	Nommés par la Directrice générale	Nommés par l'Association du personnel
1 ^{ers} suppléants	John PYM / DG	Sigrid KNOOPS / TE
2 ^{èmes} suppléants	Gianluigi ARDUINI / BE	Lynda MEICHTRY / DGU
	Dante GREGORIO / FAP	Nick ZIOGAS / IPT

M. Pym. et Mme Knoops ont établi comme suit la liste des membres du personnel titulaires parmi lesquels sera choisi le Président de la Commission chaque fois qu'un cas se présentera :

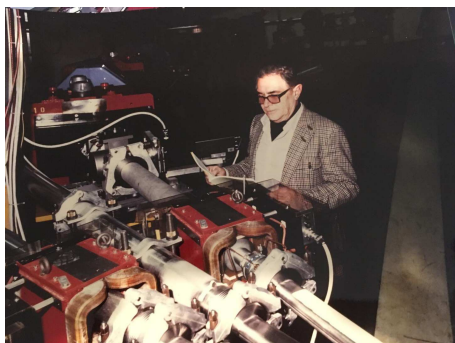
- Ronny BILLEN / BE
- Johan BREMER / TE
- Laure ESTEVENY / IR
- Katy FORAZ / EN
- Malika MEDDAHI / TE
- Kandy MITCHELL / PF

- Alberto PACE / IT
- Stephan PETIT / EN
- Laurent TAVIAN / ATS
- Gabriele THIEDE / FAP

Département HR

Hommages

BRUNO NICOLAI 1930–2018



(Image : CERN)

Bruno Nicolai, ancien coordinateur des installations pour les LIL (linacs injecteurs du LEP) et l'EPA (accumulateur électrons-positons) nous a quittés le 11 novembre 2018. Quelques heures plus tard, sa femme, Annamaria Vecchiatti, s'éteignait à son tour. Bruno et Annina (Bruno appelait sa femme par ce diminutif affectueux) s'étaient mariés en 1954. Toute leur vie est une histoire d'amour, jusqu'à ce dernier jour ensemble.

Bruno est né à Ficarolo (Rovigo), en Italie, en 1930. Outre sa femme et ses deux filles, Bruno avait un autre grand amour : le CERN. Ingénieur en mécanique, Bruno était arrivé au CERN en 1958 et était devenu membre du personnel titulaire en 1959, avant d'obtenir un contrat de durée indéterminée en 1963.

À l'époque de son arrivée, le Laboratoire est en train de se lancer dans de grandes aventures humaines. Bruno adorait inter-agir avec les physiciens, créer de nou-

velles expériences, trouver des solutions techniques inédites, et donner les moyens aux scientifiques de mener à bien leurs expériences. Fin 1958, Bruno a participé à l'expérience g-2, dont le but était de mesurer le moment magnétique anomal du muon.

Puis Bruno a intégré, dans un premier temps, dans la division SC (Synchrocyclotron), et, dans un deuxième temps, la division MPS, devenant un expert reconnu des aimants et, en particulier, des systèmes d'injection et d'éjection. Au cours de ces années, il a pu utiliser ses connaissances très variées, travaillant tout aussi bien sur des équipements haute tension, sur l'hydraulique, sur le vide poussé, ou encore sur les systèmes de contrôle-commande que sur des projets de génie civil. En 1967, il a rejoint l'équipe d'éjection du PS, devenant responsable pour le système de déflexion rapide dit « Straight Flush ». En 1974, il devient chef de la section KM (Maintenance des kickers) du groupe Accélération et éjection, sous l'autorité de D. Bloess, de la division PS. Au cours des années 80, il intègre le groupe LPI (pré-injecteurs du LEP) et devient responsable de la coordination de toutes les installations alimentant les bâtiments des linacs injecteurs du LEP (LIL) et de l'accumulateur électron-positon (EPA).

Bruno a été également un membre actif de la Commission paritaire consultative de reclassement et d'invalidité (CPCRI). Il s'est acquitté de cette tâche délicate avec, comme toujours, professionnalisme et conviction.

Parti en retraite en 1990, Bruno a trouvé une autre façon de manifester sa passion pour le Laboratoire, en devenant guide officiel du CERN. À l'heure où sa santé devenait chancelante, il ne cessait de recevoir des lettres de remerciements envoyées par des écoles et des groupes de visiteurs.

Si Bruno a pu avoir une grande carrière au CERN, c'est aussi parce que sa femme Annina l'a toujours soutenu à travers toutes les difficultés : les nuits passées au CERN, les déplacements fréquents... Elle l'a aussi aidé à traverser les épreuves successives liées à des pathologies graves les derniers temps de sa vie.

Bruno restera dans notre affection à tous : ses amis, ses collègues, toutes les personnes qui ont eu la chance de le rencontrer. Malgré les épreuves difficiles que la vie lui a réservées, il n'a jamais perdu son sourire ; non pas un sourire de façade, mais un vrai sourire venu du cœur. Il plaisantait souvent sur son âge, feignant d'intervertir les chiffres pour se rajeunir (transformant ainsi 75 ans en 57 ans...). Il était de fait encore très jeune lorsqu'il s'est éteint à l'âge de 88 ans (il ne manquait pas de faire remarquer que, en l'occurrence, il ne servait à rien d'intervertir les chiffres.) Annina et Bruno nous manqueront cruellement et resteront à jamais unis dans notre souvenir. Un exemple d'amour et de passion, qui nous rappelle ce qui rend la vie digne d'être vécue.

Ses collègues et amis

Le coin de l'Ombud

INTELLIGENCE COLLECTIVE

Dans un conte oriental, six aveugles érudits désirent rencontrer un éléphant afin de compléter leur savoir. Le premier se glisse contre son flanc et constate : « *Cet éléphant est comme un mur inébranlable !* ». Son voisin tâte une défense et s'exclame : « *Comme c'est lisse et effilé, cet animal est sûrement une arme redoutable !* ». Un à un, les quatre autres aveugles découvrent d'autres parties de l'animal, l'oreille, la trompe..., et appréhendent chacun une réalité différente : éventail, serpent... Les six compagnons se perdent alors dans une interminable dispute, incapables de se mettre d'accord sur l'animal qu'ils ont devant eux. Intervient à ce moment-là un savant qui passait par là : « *Sachez que vous avez tous raison, vous détenez tous une part de vérité. Mais au lieu de vous quereller, écoutez-vous les uns les autres et essayez de trouver ce qui lie toutes vos vérités individuelles.* »

N'avez-vous jamais assisté à des réunions où les participants essaient d'avancer leurs arguments à tout prix, sans écouter les autres ? Chaque personne défend son fragment de vérité en restant aveugle à la réalité globale.

Debbie et Peter* participent à la réunion de coordination pour l'extension de leur atelier. En tant que DSO, Debbie insiste avec fermeté sur le respect des normes de sécurité. Peter, le chef de projet, n'a d'intérêt que pour les contraintes budgétaires et opérationnelles très strictes qu'il doit respecter. Les autres participants assistent à un dialogue de sourds jusqu'à ce qu'Eric*, le DPO, rappelle l'objectif commun et parvienne à mettre toutes les parties d'accord.*

Dès lors que chacun partage « sa réalité » et accepte qu'il y en ait d'autres, tout aussi valables, la discussion devient productive et peut déboucher sur des solutions communes, satisfaisantes pour tous. La vérité est rarement détenue par une seule personne ; elle se fait jour le plus souvent après une réflexion collective.

* Nom d'emprunt

Pierre Gildemyn

Si vous souhaitez réagir à mes articles, n'hésitez pas à m'envoyer un message à Ombuds@cern.ch. De même, si vous avez des suggestions de sujets que je pourrais traiter, n'hésitez pas non plus à m'en proposer.