

## MADMAX ET L'AIMANT MORPUGO DU CERN

**MADMAX, une nouvelle collaboration, va utiliser un aimant du CERN, appelé Morpugo, pour tester son prototype de détecteur de matière noire**



L'aimant Morpugo, situé dans la zone Nord, sur le site de Prévessin, fournira un champ magnétique de 1,6 tesla pour le prototype MADMAX (Image : CERN)

MADMAX se prépare à faire escale au CERN à partir de 2022. Si Mel Gibson, sa machine et sa soif de revanche ne seront pas de la partie, une poignée de physiciens armés d'un ancien aimant recherchent de la matière noire dans la zone Nord du CERN (qui n'est pas un terrain vague postapocalyptique).

La collaboration MADMAX (*MAgnitized Disks and Mirror Axion eXperiment*), extérieure au CERN, cherche modestement à déterminer la nature de la matière noire et à résoudre l'éénigme de l'absence de vio-

lution de la symétrie CP dans le secteur fort en détectant une particule qui, depuis des décennies, échappe aux physiciens : l'axion.

Pour ce faire, la collaboration a développé un tout nouveau concept qui utilise un booster composé de disques diélectriques et de miroirs. Le booster agit comme un résonateur afin d'amplifier le flux de photons que les hypothétiques axions produiraient dans un champ magnétique.

(Suite en page 2)

## Dans ce numéro

<b>Actualités</b>	<b>1</b>
MADMAX et l'aimant Morpugo du CERN	1
Nouvelles du LS2 : HIE-ISOLDE mis à niveau reçoit son premier faisceau	2
Le programme SCOAP3 de publication en libre accès prolongé jusqu'en 2024	3
Lorsque la recherche rayonne au-delà du laboratoire	4
A transportable antiproton trap to unlock the secrets of antimatter	5
Le câblage des détecteurs du LHC passe à la vitesse supérieure grâce à l'automatisation des tests	6
ATLAS établit de nouvelles limites pour des particules exotiques à longue durée de vie	7
Sécurité informatique : visioconférence – prenez garde aux tentatives de piratage	7
<b>annonces</b>	<b>8</b>
<b>Hommages</b>	<b>11</b>
<b>Le coin de l'Ombud</b>	<b>12</b>



Published by:

CERN-1211 Geneva 23, Switzerland writing-team@cern.ch

Printed by: CERN Printshop

©2020 CERN-ISSN: Printed version: 2011-950X

Electronic Version: 2077-9518

# MADMAX ET L'AIMANT MORPUGO DU CERN

Afin de valider ce concept, le prototype doit être testé dans un champ magnétique spécifique avant le démarrage de l'expérience, qui sera située à DESY en Allemagne.

Obtenir ce champ magnétique est difficile, mais la collaboration peut compter sur l'aide du CERN. Le 16 septembre, la Commission de la recherche du CERN a accepté que le prototype MADMAX se serve d'un ancien aimant utilisé dans le passé par l'expérience ATLAS. L'aimant « Morpugo » se trouve dans la zone Nord du CERN et génère un champ allant jusqu'à 1,6 tesla. Arrivé au CERN en 1979, il est toujours utilisé pour tester les sous-détecteurs d'ATLAS. Les physiciens de MADMAX profiteront de la période hors faisceau de l'expérience ATLAS pour monter et tester leur prototype. C'est une solution qui convient à tout le monde : d'une part, MADMAX pourra utiliser gratuitement un aimant qui répond aux critères appropriés pour le test du prototype, et,

d'autre part, l'expérience ATLAS profitera d'une réorganisation et d'une optimisation de l'espace autour de l'aimant, rendues nécessaires pour la mise en place du dispositif testé.

Dans un souci de pragmatisme et de développement durable, le recyclage et la valorisation des équipements sont monnaie courante au CERN. Grâce aux générations successives d'équipements, des accélérateurs à la pointe du progrès deviendront des injecteurs pour leurs successeurs et de vieux aimants seront réutilisés pour de nouvelles expériences. Par exemple, l'expérience CAST utilise un vieux dipôle prototype du LHC pour chercher, justement, des axions.

Toutefois, permettre à des scientifiques extérieurs au CERN, comme ceux de la collaboration MADMAX, d'utiliser un équipement du Laboratoire, est loin d'être anodin. Selon Pascal Pralavorio, le contact

CERN pour MADMAX, ces échanges permettent de développer de nouvelles idées : « *Aujourd'hui, les physiciens des particules recherchent une nouvelle physique dans de nombreuses directions, ce qui aboutit naturellement à des expériences fondées sur des concepts innovants. Pour valider ces concepts, nous devons exploiter au mieux les équipements qui sont déjà disponibles, et c'est ce que MADMAX et le CERN font avec l'aimant Morpugo.* »

Les efforts déployés de longue date par le CERN pour appuyer la science dans le monde entier se manifestent par des collaborations, par la réalisation de prototypes et par le don d'équipements, entre autres, et se poursuivront dans le futur. Nous souhaitons beaucoup de succès aux scientifiques de MADMAX dans leur quête des insaisissables axions.

Thomas Hortalà

## NOUVELLES DU LS2 : HIE-ISOLDE MIS À NIVEAU REÇOIT SON PREMIER FAISCEAU

**Les améliorations et les réparations apportées à HIE-ISOLDE permettront aux expériences d'étudier plus en profondeur la physique des isotopes radioactifs**



L'un des quatre cryomodules du linac de HIE-ISOLDE avec ses cinq cavités radiofréquence (Image : CERN)

Seul 0,1 % de tous les protons accélérés au CERN parviennent au LHC. Cependant, jusqu'à 60 % des protons percutent les cibles de l'installation ISOLDE, produisant des isotopes radioactifs pour les nombreuses expériences qu'elle abrite. Pour optimiser le potentiel de cette pléthore de protons, les scientifiques et les ingénieurs d'ISOLDE ont réparé et amélioré la pièce maîtresse de l'accélérateur linéaire

compact pour isotopes lourds HIE-ISOLDE (*High Energy and Intensity Isotope mass Separator On-Line*).

Le linac HIE-ISOLDE est une véritable prouesse d'ingénierie. Les ingénieurs d'ISOLDE ont en effet réussi à insérer dans l'espace restreint situé entre les lignes de faisceaux, qui transportent les noyaux radioactifs vers les expériences ISOLDE, un accélérateur composé de 20 cavités radiofréquence supraconductrices, regroupées en quatre cryomodules, chacun refroidi à 4,9 kelvins. Cet accélérateur porte les isotopes radioactifs à une vitesse pouvant atteindre 10 % de celle de la lumière. À cette énergie, les noyaux peuvent fusionner ou échanger des nucléons (protons et neutrons) avec les atomes des cibles expérimentales sur lesquelles ils s'écrasent après leur course à l'intérieur du linac. L'énergie élevée des faisceaux réaccélérés d'ISOLDE, qui ont atteint leur énergie maximale en 2018, s'est traduite par d'intéressantes découvertes, notamment

celle de noyaux de radium en forme de poire, faite à l'installation HIE-ISOLDE. L'implantation de ces isotopes radioactifs dans des molécules pourrait contribuer à jeter une lumière nouvelle sur la physique au-delà du Modèle standard.

Ces résultats ont été rendus possibles grâce à la machine HIE-ISOLDE, malgré quelques problèmes techniques rencontrés pendant la pause hivernale 2017-2018, après l'installation du dernier cryomodule. L'une des 20 cavités radiofréquence s'était en effet révélée défectueuse après avoir été installée. Les faisceaux ont donc été accélérés, jusqu'à présent, « seulement » par les 19 cavités restantes. De plus, l'accélérateur n'a pas pu fonctionner à plein régime en raison de pertes de faisceau inexpliquées. Le deuxième long arrêt (LS2) a permis de régler ces problèmes, et d'améliorer le canon à électrons du système de surionisation de REX-ISOLDE, qui arrache quelques électrons des isotopes avant de les injecter

dans le linac pour une meilleure accélération.

Certains d'entre vous se souviennent peut-être des routes fermées à la circulation en janvier 2020 pour laisser passer un camion roulant à une vitesse moyenne de 0,5 km/h. Ce camion rapportait à ISOLDE le cryomodule avec la cavité défectueuse, qui venait d'être réparée avec le plus grand soin à l'installation SM18. « *Un cryomodule est comparable à un vaisseau spatial : tous deux sont constitués de quelque 10 000 pièces, assemblées dans une salle propre utilisée à cet effet dans le hall d'assemblage de SM18. Sachant que le moindre grain de poussière ou la moindre aspérité sur la route au retour pourrait détruire la supraconductivité ou al-*

*terer l'alignement des cavités à l'intérieur du cryomodule, il nous faut être extrêmement prudents lorsque nous installons ces éléments dans la machine. Un fois mis en place, il est difficile de revenir en arrière* », explique Erwin Siesling, coordinateur technique de HIE-ISOLDE.

En dépit de ces difficultés, et après un trajet extrêmement lent, le cryomodule est finalement parvenu à l'accélérateur HIE-ISOLDE, tout comme les nouveaux boîtiers de diagnostic, qui ont été installés le long du linac résistif (REX-ISOLDE), servant de préinjecteur au linac HIE-ISOLDE. Grâce à ces nouveaux boîtiers de diagnostic, les équipes ont pu commencer à percer le mystère des pertes de faisceau.

Avant que les protons produits par le Booster du Synchrotron à protons (PS) ne recommencent à affluer dans l'installation ISOLDE, un faisceau de néon stable, provenant d'une source indépendante, a été injecté dans les machines mises à niveau de manière à régler les cavités ; pour l'instant, tout fonctionne à merveille. Avec l'énergie supplémentaire fournie par la cavité réparée et un faisceau d'une plus grande intensité grâce au tout nouveau canon à électrons, HIE-ISOLDE est prêt à accélérer des éléments plus lourds à des énergies plus élevées afin de repousser les frontières de la physique nucléaire.

Thomas Hortala

## LE PROGRAMME SCOAP3 DE PUBLICATION EN LIBRE ACCÈS PROLONGÉ JUSQU'EN 2024

**Chercheurs et scientifiques pourront bénéficier d'un libre accès aux publications de physique des hautes énergies via SCOAP3 pour deux années supplémentaires**



Le conseil dirigeant de la collaboration SCOAP3 s'est rassemblé virtuellement pour décider la prolongation du programme (Image : CERN)

Le conseil dirigeant de la collaboration SCOAP<sup>3</sup>a voté à l'unanimité la prolongation du programme pour deux années supplémentaires. Ce programme mondial, hébergé par le CERN, a permis de mettre en libre accès 90 % des publications dans le domaine de la physique des hautes énergies. La reconduction du programme est le fruit d'un effort collectif du partenariat mondial visant à permettre aux chercheurs du CERN ainsi qu'à des auteurs du monde entier de continuer à publier en libre accès dans les grandes revues de la discipline jusqu'à la fin 2024.

Le Groupement pour la libre diffusion des résultats de physique des particules (SCOAP<sup>3</sup>) est un partenariat regroupant 3 000 bibliothèques, organismes de financement et instituts de recherche, dans 42 pays, ainsi que trois organisations intergouvernementales. En collaboration avec des éditeurs scientifiques et des sociétés savantes renommés, SCOAP<sup>3</sup>soutient depuis 2014 le passage au libre accès de grandes revues dans le domaine de la physique des hautes énergies, et a servi de modèle pour plusieurs autres projets de libre accès dans le monde entier. Depuis le lancement de l'initiative, il y a près de sept ans, plus de 20 000 scientifiques de 120 pays ont eu la possibilité de publier gratuitement plus de 38 000 articles pouvant être consultés en libre accès.

Lors de sa 10<sup>e</sup>réunion annuelle, tenue les 21 et 22 octobre (la première à avoir lieu entièrement en ligne), le conseil dirigeant de SCOAP<sup>3</sup>a examiné la recommandation du Groupe de travail STWG (SCOAP<sup>3</sup>Tender Working Group) concernant la stratégie future à adopter pour le programme au-delà de sa phase actuelle, laquelle s'achève fin 2022. Le Groupe

de travail STWG – composé de divers experts de la collaboration – a recommandé une prolongation de deux ans du programme dans sa structure actuelle. Les instituts et éditeurs du partenariat SCOAP<sup>3</sup>bénéficiaient ainsi d'une certaine stabilité en cette période d'incertitude financière causée par la pandémie de COVID-19. De l'avis général, le programme SCOAP<sup>3</sup>offre un excellent retour sur investissement, comparé à d'autres projets de libre accès, et doit bénéficier en priorité d'un soutien dans le contexte économique actuel. Aussi le conseil dirigeant de SCOAP<sup>3</sup>a-t-il décidé à l'unanimité de soutenir la proposition de prolongation.

Le CERN entamera à présent des négociations avec les éditeurs afin d'obtenir les prolongations de contrats, et, dans l'attente de l'approbation du Comité des finances, une annonce formelle de la prolongation de deux ans du programme SCOAP<sup>3</sup>est prévue pour la mi-2021. Les utilisateurs de SCOAP<sup>3</sup>ne devraient donc pas s'attendre dans les années qui viennent à des changements dans leur accès aux publications de physique des hautes énergies.

# LORSQUE LA RECHERCHE RAYONNE AU-DELÀ DU LABORATOIRE

Dans ce nouvel article de notre série sur le transfert de connaissances, nous partons à la rencontre de Marco Silari, du groupe Radioprotection, qui nous parle de traitement du cancer et de lutte contre le COVID-19



Marco Silari, chef de section pour les projets spéciaux au sein du groupe Radioprotection (Image : CERN)

« Ma discipline, c'est la physique appliquée ; j'aime voir la recherche déboucher sur des applications dans le monde réel ». Marco Silari, chef de section pour les projets spéciaux au sein du groupe Radioprotection (HSE-RP), connaît bien le processus de transfert de connaissances.

Avant d'arriver au CERN, en 1996, il a travaillé 12 ans pour le Conseil national de la recherche en Italie, au sein duquel il a dirigé, de 1991 à 1995, une étude de faisabilité menée par la Fondation TERA, axée sur la création d'un centre clinique pour le traitement des tumeurs avec des ions et des protons. C'est ainsi qu'est né le Centre national d'hadrorthérapie oncologique (CNAO), le premier centre en Italie utilisant deux types d'ions pour le traitement du cancer. « J'avais quitté le Conseil national de la recherche depuis plusieurs années déjà lorsque le CNAO a été fondé, mais le centre repose en effet sur de nombreux éléments de cette étude », explique Marco.

Aujourd'hui, il dirige la section des projets spéciaux du groupe HSE-RP du CERN. Les deux tiers environ des activités de la section sont liés à la recherche et au développement sur les détecteurs, et un tiers

à des projets de décontamination radiologique.

Le B-RAD, une technologie de détecteur pour la sûreté radiologique dans les champs magnétiques forts, a été son premier projet financé par le Fonds pour le transfert de connaissances (KT). Le prototype original a été mis au point en collaboration avec le *Polytechnico di Milano* pour être utilisé au CERN, avec pour objectif de réaliser une version préindustrielle de l'appareil pouvant également être utilisée dans d'autres domaines, tels que les mesures des rayonnements TEP-IRM (tomographie par émission de positons-imagerie par résonance magnétique). Marco explique que sa participation dans ce projet lui a fait comprendre que le pas à franchir entre le laboratoire et la mise sur le marché était énorme. En effet, l'appareil a connu de nombreuses modifications avant d'être enfin prêt à être commercialisé.

Ces efforts ont porté leurs fruits : en 2015, la société italienne ELSE NUCLEAR a obtenu la licence d'exploitation du B-RAD, lequel peut désormais être utilisé pour des mesures de débit de dose gamma et de spectrométrie gamma, et fait l'objet de développements en vue de mesurer la contamination des surfaces et le débit de dose neutronique. « Le B-RAD est allé beaucoup plus loin que ce qui était prévu à l'origine », souligne Marco.

Marco a également travaillé sur plusieurs autres projets financés par le Fonds pour le transfert de connaissances et le budget du CERN destiné aux applications médicales, notamment le GEMPix, un détecteur associant le multiplicateur d'électrons dans du gaz (GEM) et Timepix (un circuit intégré à application spécifique – ASIC), ou encore RaDoM, une technologie de détection du

gaz radon, dont la licence a été octroyée à la start-up suisse BAQ.

Plus récemment, Marco a participé au Groupe d'action « *CERN against COVID-19* », pour déterminer si les rayonnements ionisants peuvent être utilisés pour la stérilisation des équipements médicaux, une façon de plus pour le CERN de contribuer à la lutte contre la pandémie de COVID-19.

Il encourage d'autres scientifiques à imaginer le potentiel de leurs travaux en dehors de la physique des hautes énergies, tout en soulignant qu'il n'est pas nécessaire d'inventer quelque chose de révolutionnaire pour le rendre commercialisable : « Souvent, il suffit d'améliorer un objet pour le transformer en invention. Les innovations ne sont pas toujours le fruit d'idées radicalement nouvelles ». Marco attire également l'attention sur le soutien apporté par le groupe KT, qui sait dire notamment à quelle porte frapper et qui contacter. « Je recommande à toute personne qui souhaite voir le fruit de ses travaux transposé dans le monde réel, de collaborer avec le groupe KT. Il est très difficile d'y arriver par soi-même. »

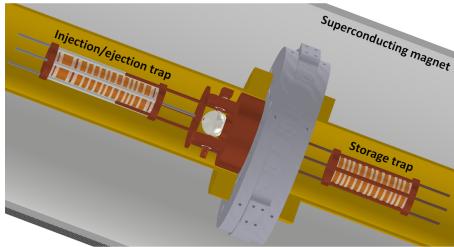
Pour en savoir plus sur les activités de transfert de connaissances du CERN cliquez ici (<http://kt.cern/>) .

An advertisement for the Knowledge Transfer Group (KT) at CERN. The top half shows two researchers in a laboratory, one wearing a mask and glasses, looking at a computer screen. The text above them reads "Accelerate your Funding". Below that, it says "The Knowledge Transfer Group can help you find resources to develop projects with a positive impact on society". At the bottom, there's a logo for "Knowledge Transfer Accelerating Innovation" and the text "kt.cern #CERNPeopleDoKT".

Amy Bilton

# A TRANSPORTABLE ANTIPOTON TRAP TO UNLOCK THE SECRETS OF ANTIMATTER

The BASE collaboration is developing a transportable antiproton trap to make higher-precision measurements of the properties of antimatter



The layout of the transportable antiproton trap that BASE is developing. The device features a first trap for injection and ejection of the antiprotons produced at CERN's Antiproton Decelerator, and a second trap for storing the antiprotons. (Image : Christian Smorra)

*La version française de cet article n'est pas disponible pour le moment. Nous faisons tout notre possible pour la mettre en ligne dans les plus brefs délais. Merci de votre compréhension.*

The BASE collaboration at CERN has bagged more than one first in antimatter research. For example, it made the first ever more precise measurement for antimatter than for matter, it kept antimatter stored for a record time of more than a year, and it conducted the first laboratory-based search for an interaction between antimatter and a candidate particle for dark matter called the axion. Now, the BASE team is developing a device that could take antimatter research to new heights – a transportable antiproton trap to carry antimatter produced at CERN's Antiproton Decelerator (AD) to another facility at CERN or elsewhere, for higher-precision antimatter measurements. These measurements could uncover differences between matter and antimatter.

The Big Bang should have created equal amounts of matter and antimatter, yet the present-day universe is made almost entirely of matter, so something must have

happened to create the imbalance. The Standard Model of particle physics predicts a certain difference between matter and antimatter, but this difference is insufficient to explain the imbalance, prompting researchers to look for other, as-yet-unseen differences between the two forms of matter. This is exactly what the teams behind BASE and other experiments located at CERN's AD hall are trying to do.

BASE, in particular, investigates the properties of antiprotons, the antiparticles of protons. It first takes antiprotons produced at the AD – the only place in the world where antiprotons are created daily – and then stores them in a device called a Penning trap, which holds the particles in place with a combination of electric and magnetic fields. Next, BASE feeds the antiprotons one by one into a multi-Penning-trap set-up to measure two frequencies, from which the properties of antiprotons such as their magnetic moment can be deduced and then compared with that of protons. These frequencies are the cyclotron frequency, which describes a charged particle's oscillation in a magnetic field, and the Larmor frequency, which describes the so-called precessional motion in the trap of the intrinsic spin of the particle.

The BASE team has been making ever more precise measurements of these frequencies, but the precision is ultimately limited by external disturbances to the set-up's magnetic field. « The AD hall is not the calmest of the magnetic environments, » says BASE spokesperson Stefan Ulmer. « To get an idea, my office at CERN is 200 times calmer than the AD hall » he says, smiling.

Hence the BASE team's proposal of making a transportable antiproton trap to take antiprotons produced at the AD to a mea-

surement laboratory with a calmer magnetic environment. The device, called BASE-STEP and led by BASE deputy spokesperson Christian Smorra, will consist of a Penning-trap system inside the bore of a superconducting magnet that can withstand transport-related forces. In addition, it will have a liquid-helium cooling system, which allows it to be transported for several hours without the need of electrical power to keep it cool. The Penning-trap system will feature a first trap to receive and release the antiprotons produced at the AD, and a second trap to store the antiprotons.

The overall device will be 1.9 metres long, 0.8 metres wide, 1.6 metres high and at most 1000 kg in weight. « These compact dimensions and weight mean that we could in principle load the trap into a small truck or van and transport it from the AD hall to another facility located at CERN or elsewhere, to further our understanding of antimatter, » says Smorra, who received a European Research Council Starting Grant to conduct the project.

The BASE team has started to develop the device's first components and expects to complete it in 2022, pending decisions and approvals. Stay tuned for more developments.

*Read more about BASE-STEP in this Experimental Physics newsletter article (<https://ep-news.web.cern.ch/node/3200>).*

*See also this story (<https://home.cern/news/news/physics/making-antimatter-transportable>) on making antimatter transportable for nuclear-physics research.*

Ana Lopes

# LE CÂBLAGE DES DÉTECTEURS DU LHC PASSE À LA VITESSE SUPÉRIEURE GRÂCE À L'AUTOMATISATION DES TESTS

La concrétisation du projet « HiPotCT » imaginé par la « Cabling Team » a considérablement accéléré la cadence des activités de câblage au sein des détecteurs du LHC



L'équipe de développement du HiPotCT (de gauche à droite, Maria Papamichali, Stian Juberg, Hubert Reymond et Gianluca Canale) avec le boîtier HiPotCT dans le détecteur d'ALICE (Image : CERN)

Les câbles sont omniprésents dans les quatre grands détecteurs du LHC : dans le cadre du deuxième long arrêt technique (LS2), la « Cabling Team » dirigée par Gianluca Canale (EN-EA-AS) a installé 3700 câbles (soit 81km en longueur cumulée) et 6000 connecteurs dans le détecteur ALICE. Du côté d'ATLAS ce sont plus de 800 connecteurs qui ont été installés et qui permettront d'alimenter en haute tension les petites roues du détecteur. Un accomplissement qui donne de l'élan au LS2, grâce à l'efficacité de l'équipe de câblage « Cabling Team » des zones expérimentales (EN-EA-AS), chargée de l'installation et des tests de ces câbles – une efficacité catalysée par le développement, en collaboration avec le groupe Topométrie, mécanique et mesures (EN-SMM-MTA), d'un système de test de câbles automatisé.

Tester les câbles est crucial dans ce domaine où la moindre erreur peut prendre des proportions inattendues. Gianluca Canale indique que, qu'il s'agisse d'un détecteur ou d'un avion, les câbles sont ha-

bituellement remplacés en dernière instance après une panne, tant le processus de remplacement est fastidieux. Pas le droit à l'erreur donc, lors des tests opérés avant leur installation. Or, jusqu'à récemment, les tests étaient réalisés manuellement, en mesurant les courants de fuite entre les multiples fils d'un même câble soumis à une tension pouvant atteindre 5000 volts. Un test de câble requérirait alors une manipulation longue, fastidieuse et sous tension pour deux techniciens pendant deux heures, soit 80% de plus que le temps requis par le test automatisé du « HiPotCT ». Pour les campagnes de câblage d'ALICE et ATLAS, cela se traduit par une diminution du temps de test de 350 heures représentant une économie de 16 kCHF.

Le « HiPotCT » est un boîtier compact et donc transportable jusqu'au cœur même des détecteurs. Il analyse avec une très grande précision les caractéristiques électriques internes des câbles comme par exemple leur courant de fuite. Le logiciel développé par Stian Juberg, alors étudiant technique au sein d'EN-SMM-MTA, permet de programmer le test de tous les fils du câble grâce à un automate embarqué couplé à un ordinateur portable. Le processus ne nécessite que le branchement du câble et le lancement du logiciel : après quelques dizaines de minutes de rumbissement, l'appareil rend son diagnostic à Maria Papamichali, cheffe du projet « HiPotCT ». En sa qualité de VIA (volontariat international en administration) puis de boursière de la « Cabling Team », Maria a été l'architecte de la spécification du système et s'est notamment occupée de toute la partie électronique et de l'intégration finale sous forme d'un système mobile.

« Travailler en collaboration étroite avec Stian sur le processus de développement nous a permis d'aboutir à ce que l'industrie ne proposait pas en ciblant les besoins précis du HiPotCT sans exclure une possible adaptation de l'appareil à d'autres câbles et connecteurs dans le futur », relève Maria. Le projet, financé par le LETEM (LHC Experiments Technical and Engineering Meeting), a pu bénéficier de l'interaction entre l'expertise de l'équipe MTA gagnée dans le cadre de projets d'automatisation de mesures à voltage élevé – notamment des tests d'aimants du LHC au SM18 – et de l'expertise de la « Cabling Team », fruit d'une volonté de créer un pôle d'excellence en ingénierie des câbles et connectique au CERN.

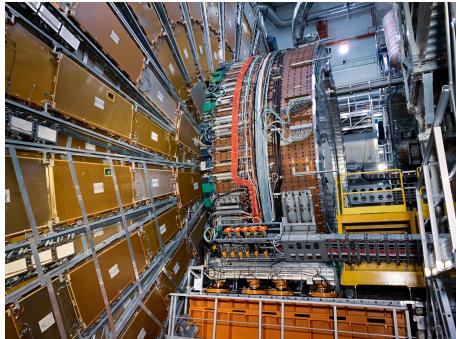
Grâce au « HiPotCT », les campagnes de câblage sont plus rapides, et les risques de pannes pendant les phases d'exploitation atténués. Mais au-delà de l'aspect technique, Gianluca met en avant l'engagement de son équipe, clé du succès qu'ont été les grandes campagnes de câblage du LS2 : une équipe professionnelle et motivée composée de boursiers et de membres du programme VIA, à qui l'on a donné l'opportunité d'assumer des responsabilités et d'innover. Résultat : côté câblage des détecteurs, le LS2, c'est presque fini.

N'hésitez pas à contacter la « Cabling Team » pour vos besoins en câblage dans les zones expérimentales à l'adresse suivante : [en-ea-cabling-team@cern.ch](mailto:en-ea-cabling-team@cern.ch)

Thomas Hortala

# ATLAS ÉTABLIT DE NOUVELLES LIMITES POUR DES PARTICULES EXOTIQUES À LONGUE DURÉE DE VIE

Ce résultat améliore les meilleures limites établies auprès du LEP, prédecesseur du LHC



Pour identifier les collisions au cours desquelles les particules à longue durée de vie pourraient se désintégrer loin du point de collision du LHC, la collaboration ATLAS s'est concentrée sur les signaux du calorimètre et du spectromètre à muons (visibles ici). (Image : S. Goldfarb/ATLAS collaboration)

Les scientifiques du CERN au LHC s'emploient à trouver de nouvelles manières de rechercher de nouvelles particules. Ainsi, certaines particules à longue durée de vie, difficiles à repérer, pourraient se désintégrer loin du point de collision du LHC et laisser une signature inhabituelle dans un détecteur. La collaboration ATLAS a élargi son vaste programme de recherche pour analyser de tels événements atypiques, ce qui a permis d'améliorer considérablement les limites concernant des particules massives à longue durée de vie qui se désintégraient en leptons (un type de particules).

Le Modèle standard inclut bien des particules à longue durée de vie, mais il s'agit de particules de masse relativement faible. Des particules massives à longue durée de vie apparaissent dans certaines théories décrivant une nouvelle physique, au-delà du Modèle standard. L'une des théories in-

cluant, dans certaines de ses formulations, de nouvelles particules à longue durée de vie est la supersymétrie (SUSY), pour laquelle chacune des particules du Modèle standard est associée à une « superpartenaire », qui se distingue d'elle par son spin (une propriété quantique des particules). Dans sa nouvelle étude, l'équipe d'ATLAS a recherché la présence des superpartenaires des leptons (les « sleptons »), qui incluent les superpartenaires des électrons (les « sélectrons »), des muons (les « smuons ») et des taus (les « staus »).

En général, la recherche d'une nouvelle physique au moyen des données de l'expérience ATLAS passe par l'observation de nouvelles particules qui se désintégreraient instantanément, comme le font les particules lourdes du Modèle standard et comme devraient le faire la plupart des nouvelles particules. Pour cette étude, les physiciens de l'expérience ATLAS ont dû développer de nouvelles méthodes d'identification des particules afin d'améliorer la possibilité de découvrir des particules à longue durée de vie.

Comme les particules créées à la suite de désintégrations de ce type de particules apparaîtraient loin du point de collision, le bruit de fond peut être atypique : des photons peuvent être confondus avec des électrons, d'apparentes traces de muons peuvent en fait venir d'autres particules, ou des muons cosmiques peuvent être mal pris en compte. Les muons cosmiques viennent de particules de haute énergie qui entrent en collision avec l'atmosphère terrestre ; ils franchissent sans encombre les quelques 90 m de roche sous lesquels se

trouve l'expérience ATLAS pour aller traverser le détecteur. Comme ils ne sont pas nécessairement captés par le détecteur à proximité du point de collision, ils peuvent apparaître comme venant d'une désintégration d'une particule à longue durée de vie. Les physiciens d'ATLAS ont mis au point des techniques, non seulement pour réduire les sources de bruit de fond inhabituelles, mais également pour estimer les effets de ces sources.

Dans sa recherche, la collaboration ATLAS n'a pas trouvé de preuve de l'existence de particules à longue durée de vie, mais a pu définir les limites de masse et de durée de vie pour des sleptons à longue durée de vie qui se désintégreraient en leptons du Modèle standard à l'intérieur du détecteur. Pour ce qui concerne la durée de vie ciblée particulièrement par cette étude, à savoir environ 0,1 nanoseconde, soit une distance de vol d'environ 30 cm, les chercheurs ont exclu les sélectrons et les smuons d'une masse inférieure à 700 GeV, et les staus d'une masse inférieure à 250 GeV. Les précédentes meilleures limites sur ces particules à longue durée de vie s'établissaient à une valeur de 90 GeV et avaient été définies, il y a plus de vingt ans, dans les expériences auprès du Grand collisionneur électron-positon (LEP), le prédecesseur du LHC. Le nouveau résultat a permis, non seulement de retrouver, mais de dépasser celui du LEP.

---

Pour en savoir plus, rendez-vous sur le site web de l'expérience ATLAS.

## SÉCURITÉ INFORMATIQUE : VISIOCONFÉRENCE – PRENEZ GARDE AUX TENTATIVES DE PIRATAGE

À l'heure du télétravail généralisé, une nouvelle possibilité de piratage s'est ouverte : celle des fausses invitations à des visioconférences

Le principal vecteur d'attaque visant à compromettre votre ordinateur, à dérober votre mot de passe, à accéder à vos données

et à prendre le contrôle de votre vie numérique est l'ingénierie sociale, une pratique de manipulation dont le but est de

vous convaincre de cliquer sur un lien malveillant en abusant de votre confiance au moyen d'un mail, d'une adresse URL ou

d'une pièce jointe. Un seul petit clic et la partie est terminée !

Dans les précédents numéros du *Bulletin*, nous avons déjà abordé les risques posés par la navigation sur le web (rappelez-vous : S'ARRÉTER - RÉFLÉCHIR - NE PAS CLIQUER), les logiciels malveillants, les téléchargements à la dérobée et l'hameçonnage. Dans de nombreux cas, le principal vecteur d'attaque se résume à vous convaincre de cliquer sur un lien malveillant (ou d'ouvrir une pièce jointe infectée). À l'heure du télétravail généralisé, une nouvelle possibilité de piratage s'est ouverte : celle des fausses invitations à des visioconférences.

Travailler avec ses collègues à distance exige l'utilisation d'un ou de plusieurs outils de visioconférence, tels que Skype, WebEx, Teams, Vidyo ou Zoom, pour n'en citer que quelques-uns. Pour participer à une réunion, on reçoit généralement une invitation par courriel, qui s'affiche ensuite dans son calendrier, comme celle figurant sur la capture d'écran ci-dessous. Cela vous est familier, n'est-ce pas ?

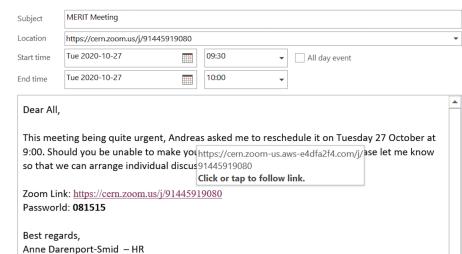
Comme pour tout courriel, la véracité de cette invitation dépend de nombreux facteurs : le nom et l'adresse électronique de l'expéditeur, la présence d'une signature électronique, le corps du message, la présence de fautes, la langue utilisée, une certaine attention portée à la victime pour

mieux la piéger, le degré de familiarité, etc. Si rien dans le courriel ne vous paraît suspect, vous ne vous poserez pas de questions et donnerez suite à l'invitation. Mais le courriel peut aussi être suffisamment bien pensé pour sembler authentique alors qu'il n'en est rien. Vous cliquerez sur le lien malveillant et tomberez dans le piège. Arrêtons-nous sur la capture d'écran ci-dessus. En y regardant de plus près, le lien est bel et bien frauduleux. En effet, celui-ci ne renvoie pas à une réunion sur l'instance Zoom par défaut du CERN (à savoir cern.zoom.us), mais vers cern.zoom.us.aws-e4dfa2f4.com, un site qui n'a rien à voir avec Zoom ou avec le CERN et qui n'héberge peut-être même pas un logiciel de visioconférence ! Son seul et unique objectif est d'infecter et de compromettre votre appareil. En un seul petit clic, la partie est terminée !

Prenez donc votre temps. Vérifiez scrupuleusement le courriel ou l'invitation. Est-ce que vous attendiez ce courriel ? Est-ce que cela vous concerne ? Connaissez-vous l'expéditeur ? Est-ce que le contenu est rédigé dans une langue que vous comprenez ? Positionnez votre souris sur le lien. Est-ce que l'infobulle, ce message qui apparaît en surimpression, correspond au lien présenté dans le courriel ? Est-ce qu'elle vous renvoie vers une instance cern.zoom.us (<http://cern.zoom.us/j/NNN>), vers une instance Zoom externe que vous connaissez, vers une instance Vidyo du CERN

(<https://vidyoportal.cern.ch/join/XXXX>), ou vers toute autre plateforme valide de visioconférence (je vous l'accorde, ce n'est pas forcément évident !) ? Si la réponse à ces questions est non, alors prudence ! Il faut s'arrêter - réfléchir - ne pas cliquer. Prenez contact avec l'organisateur de la réunion, (en évitant idéalement de le faire par mail), pour vérifier l'information, ou adressez-vous à Computer.Security@cern.ch. Nous sommes là pour vous aider.

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

## Annonces

### OUVERTURE DE LA BIBLIOTHÈQUE

**A partir du 9 novembre, la Bibliothèque (52/1-052) et ses services continuent d'être accessibles avec quelques arrangements**

Le personnel de la Bibliothèque est disponible dans leur bureau si nécessaire. Une affiche à l'entrée indiquera le nom et le bureau de la personne de service. Nos bureaux sont dans le couloir juste à côté de la Bibliothèque dans le bâtiment 3. Nous sommes disponibles de 8h30 à 17h.

Vous pouvez retourner les livres dans la boîte rouge à l'entrée de la Bibliothèque. Vous pouvez toujours emprunter des livres : envoyez-nous un email à library.desk@cern.ch avec le code-barres (à l'intérieur du livre) pour faire enregistrer votre prêt.

Nous vous remercions de votre compréhension et restons à votre disposition en cas de questions.

*Bibliothèque du CERN*

# ACCÈS À DISTANCE AUX RESSOURCES ÉLECTRONIQUES DE LA BIBLIOTHÈQUE

Continuez à lire nos journaux et ebooks pendant que vous travaillez à distance

Les instructions sont disponibles ici (<https://scientific-info.cern/practical-information/remote-access-e-resources>).

Pour toute question, n'hésitez pas à nous contacter : [library.desk@cern.ch](mailto:library.desk@cern.ch)

Bibliothèque du CERN

## LA SÉRIE « PARTICLE PHYSICS REFERENCE LIBRARY » EST DÉSORMAIS DISPONIBLE EN VERSION NUMÉRIQUE

Le 24 novembre, une présentation à distance aura lieu avec les éditeurs et les auteurs pour célébrer la publication en ligne de l'intégralité de la série

Comme annoncé l'été dernier (voir l'article « *Des eBooks pour tous !* »), tous les volumes de la série *Particle Physics Reference Library*, éditée par Herwig Schopper, Chris Fabjan et Steve Myers, sont à présent publiés. Cet ouvrage est le fruit d'une collaboration entre le CERN et les éditions Springer. Il comprend des articles révisés et mis à jour et repose sur un contenu déjà publié dans la fameuse série *Landolt-Bornstein* consacrée à la physique des particules, aux détecteurs et aux accélérateurs (volumes 21A, B1, B2 et C). Le fait que la série *Particle Physics Reference Library* soit disponible en libre

accès est un aspect essentiel de cette nouvelle initiative.

Des lecteurs du monde entier ont saisi l'occasion d'utiliser librement son contenu. Au cours des premières semaines, 50 000 téléchargements ont été enregistrés pour l'ensemble des volumes de la série.

- Volume 1 : *Theory and Experiments*
- Volume 2 : *Detectors for Particles and Radiation*
- Volume 3 : *Accelerators and Colliders*

Jetez-y un coup d'œil en attendant d'assister à la **présentation à distance, qui aura lieu le 24 novembre 2020 à 16 h**, durant laquelle vous pourrez échanger et discuter avec les éditeurs et les auteurs des chapitres. Cette fois, par contre, vous devrez apporter vos propres café et gâteau !

Pour en savoir plus sur l'événement, consultez le site Indico (<https://indico.cern.ch/event/970244/>).

Bibliothèque du CERN

## COURS SUR LES ACCÉLÉRATEURS DE PARTICULES ET L'INSTRUMENTATION EN PHYSIQUE DES PARTICULES DE JANVIER À MARS 2021

Les candidatures sont ouvertes jusqu'au 27 novembre pour deux cours portant sur des sujets de recherche et d'ingénierie : la « European School of Instrumentation in particle and astroparticle Physics » (École européenne d'instrumentation en physique des particules et des astroparticules, ESIPAP) et la « Joint Universities Accelerator School » (JUAS). Veuillez noter que les deux cours seront organisés sous forme d'enseignement à distance et sont dispensés en anglais.

Toutes les informations utiles, y compris le contenu des cours et les détails des can-

didatures, sont disponibles sur les affiches ci-dessous.



# FERMETURE DE LA ROUTE WEISSKOPF À PARTIR DU 9 NOVEMBRE



(Image : CERN)

En raison de travaux, la route Weisskopf sera fermée à la circulation devant le bâtiment 18 à partir du 9 novembre et pour une durée estimée de 5 semaines.

Voir plan ci-dessus.

Le circuit n°1 des navettes sera impacté : l'arrêt devant le bâtiment 101 ne sera pas desservi.

Merci pour votre compréhension.

*Le département SMB*

## COURS EN LIGNE D'INTRODUCTION À L'INFORMATIQUE QUANTIQUE

Aucune connaissance préalable en physique quantique n'est nécessaire pour suivre ces cours, ouverts à tous et gratuits, consacrés à l'informatique quantique



(Image : CERN)

Une série de cours hebdomadaires consacrés aux principes fondamentaux de l'informatique quantique sera diffusée par webcast à partir du 6 novembre 2020, à 10 h 30 (CET). Un nouveau cours sera diffusé chaque vendredi, et ce pendant sept semaines. Organisés par CERN openlab et le programme de technologie quantique du CERN, les cours se concentreront sur les aspects pratiques de l'informatique quantique. Ils seront animés par Elias Fernandez-Combarro Alvarez, professeur associé au département d'informatique de l'Université d'Oviedo en Espagne depuis 2009 et attaché de coopération au CERN depuis le début de cette année.

L'informatique quantique est l'une des tendances les plus prometteuses dans le

domaine du traitement de l'information. Ce cours présentera les principes fondamentaux du modèle de circuit quantique (les qubits, les portes et les mesures) et des algorithmes et protocoles quantiques primordiaux, y compris ceux qui peuvent être implémentés au moyen d'un petit nombre de qubits (BB84, téléportation quantique, codage super-dense, etc.) et ceux qui nécessitent des systèmes multi-qubits (Deutsch-Jozsa, Grover, Shor, etc.). Certaines des plus récentes applications d'informatique quantique dans les domaines de l'optimisation et de la simulation seront abordées (en particulier l'utilisation du recuit quantique, de l'algorithme QAOA - *Quantum Approximate Optimization Algorithm* - et de l'algorithme VQE - *Variational Quantum Eigensolver* -, ainsi que l'apprentissage automatique quantique au moyen, par exemple, de machines à vecteurs de support quantiques ou de classificateurs variationnels quantiques). Des exemples d'application de ces techniques dans des simulations chimiques et des problèmes de physique des hautes énergies seront également présentés.

Outre les aspects pratiques de l'informatique quantique, les cours aborderont également l'implémentation

d'algorithmes dans des simulateurs quantiques et dans de véritables ordinateurs quantiques (tels que ceux disponibles sur *IBM Quantum Experience* et sur *D-Wave Leap*). Aucune connaissance préalable en physique quantique n'est requise, mais une bonne maîtrise de l'algèbre linéaire de base est nécessaire. De plus, il est utile d'avoir des connaissances générales sur le langage de programmation Python, mais cela n'est pas indispensable.

Voici les liens pour chaque cours dispensé :

- Cours 1/7, vendredi 6 novembre : <https://indico.cern.ch/event/970903/> (L'enregistrement vidéo de ce premier cours est disponible ici (<https://cds.cern.ch/record/2743724>))
- Cours 2/7, vendredi 13 novembre : <https://indico.cern.ch/event/970904/>
- Cours 3/7, vendredi 20 novembre : <https://indico.cern.ch/event/970905/>
- Cours 4/7, vendredi 27 novembre : <https://indico.cern.ch/event/970906/>
- Cours 5/7, Vendredi 4 décembre : <https://indico.cern.ch/event/970907/>
- Cours 6/7, vendredi 11 décembre : <https://indico.cern.ch/event/970908/>
- Cours 7/7, vendredi 18 décembre : <https://indico.cern.ch/event/970909/>

# Hommages

## STEPHEN REUCROFT (1943 – 2020)

C'est avec une grande tristesse que nous vous informons du décès de notre ami et collègue Stephen (Steve) Reucroft, des suites d'un long combat contre le cancer.

Steve a grandi à Morley, dans le Yorkshire. Il a obtenu son bachelor en physique en 1965 et son doctorat en physique des particules en 1969, à l'Université de Liverpool. Les débuts de sa carrière de chercheur au CERN, à l'Institut de physique Max Planck et à l'Université Vanderbilt, sont consacrés à des mesures de précision au moyen des chambres à bulles à cyclage rapide à haute résolution HYBUC et LEBS au PS et au SPS du CERN. Ses recherches portaient entre autres sur les propriétés de résonance, les moments magnétiques de l'hypéron et la production et la désintégration des particules charmées. Il fut chef du groupe EP pour les expériences de la zone Nord NA13, NA16 et NA27, puis, porte-parole de l'expérience E743, qui a permis à la chambre à bulles LEBC du Fermilab de résoudre la controverse concernant la dépendance à l'énergie de la section efficace de production de particules charmées.

En 1986, Steve est nommé professeur de physique à l'Université Northeastern, à Boston, et travaille auprès des collisionneurs de la plus haute énergie (le LEP et le LHC au CERN, le Tevatron au Fermilab et le SSC), ainsi qu'à l'Observatoire Pierre Auger, en Argentine. Il a mis au point des détecteurs novateurs à fibres scintillantes, qui ont été utilisés avec succès dans l'expérience L3 et qui ont été pro-

posés pour le SSC. Il a fondé et dirigé un grand groupe de recherche auprès des expériences L3 et D0, qui travailla sur les mesures électrofaibles et de QCD de précision, et contribua à la découverte et l'étude du quark top et à la confirmation qu'il n'existe que trois générations de neutrinos légers. Steve collabora très tôt à l'expérience CMS au LHC, où il dirigea un consortium de huit groupes universitaires, financé par la Fondation nationale pour la science, qui s'attela à la construction du détecteur. Steve et son groupe ont réalisé d'importantes contributions au calorimètre électromagnétique, notamment de nouveaux capteurs, les photodiodes à avalanche, les systèmes logiciels et informatiques et l'analyse de physique. Steve a reçu le titre honorifique de *Matthews Distinguished Professor* et a été membre de la Société américaine de physique.

Steve a activement encouragé le transfert de technologies du monde universitaire vers l'industrie. Il cofonda à Boston une entreprise de transfert de technologies à but non lucratif, qui fut la première entreprise à commercialiser des photomultiplicateurs au silicium, à lancer un service d'informatique en nuage pour protéger les personnes âgées et vulnérables et un financement participatif pour promouvoir la prochaine génération de technologies d'énergie nucléaire.

Steve a largement soutenu les jeunes scientifiques : il a ainsi conseillé plus de 45 doctorants et postdoctorants et s'est

beaucoup impliqué dans la communication scientifique grand public. Il a cofondé le programme d'expériences de recherche pour les étudiants de premier cycle (*Research Experience for Undergraduates, REU*) au CERN, a été un membre du jury du concours *Intel (International Science and Engineering Fair)*, aujourd'hui appelé *Regeneron* et a corédigé une rubrique scientifique pour le *Boston Globe*. On lui doit de nombreux écrits universitaires, articles et livres grand public, et il fut membre de l'Association nationale des écrivains scientifiques (*National Association of Science Writers*).

La porte de Steve était toujours grande ouverte, que ce soit pour discuter de physique ou de la vie en général. Il était chaleureux, toujours enthousiaste et avait un sens de l'humour unique. Il était un véritable ami qui nous manquera énormément, à la fois pour son éternel refrain à la pause-café - « *Des nouvelles excitantes à raconter ?* », pour les repas partagés « *avec beaucoup de l'ail* » ou tout simplement pour le bonheur de boire ensemble une bonne pinte devant un match de football. Comme le remarque l'un de ses proches amis, « *Steve me faisait tout simplement toujours rire et c'est l'une des meilleures choses qui soient. Il me manquera terriblement* ».

*Lucas Taylor, au nom des nombreux amis et collègues de Steve*

# Le coin de l'Ombud

## LE TEMPS DU CHANGEMENT

Début octobre, la Directrice générale, Fabiola Gianotti, nous a présenté la nouvelle structure de la Direction du CERN. Ces changements au sommet de l'Organisation seront suivis par une restructuration de certaines unités organiques à divers niveaux de la hiérarchie du CERN. Qui dit réorganisation, dit incertitudes et inquiétudes, notamment pour ceux et celles qui, travaillant sur le terrain, ont parfois le sentiment de subir les changements au lieu d'y prendre part.

Ainsi, Alberto\* s'inquiète : « Beaucoup de rumeurs ont précédé la réorganisation de notre unité. Personne n'a demandé mon avis sur les activités que je gère. Je vois apparaître de nouvelles personnes sans que cela nous ait été communiqué à l'avance. Quel sera leur rôle ? Comment mon travail sera-t-il affecté ? Aurai-je toujours les mêmes responsabilités ? Quel est le but de ces changements ? »

L'incertitude ainsi créée peut conduire à un sentiment d'insécurité, surtout pour ceux et celles qui sont plus éloignés de la prise de décision. Ces personnes ne se sentent pas

toujours consultées et peuvent souffrir du manque d'information, ce qui entraîne un sentiment de déconsidération. Le but et la nécessité du changement leur échappent peut-être. Ces facteurs participent à développer une résistance au changement, parfois même inconsciente.

En tant que responsable d'équipe, que pouvez-vous faire pour anticiper les effets d'une réorganisation ?

Vous connaissez bien les membres de votre équipe : chacun a des attentes et développe des réponses différentes au changement. Qu'allez-vous faire pour anticiper leurs réactions ? Comment allez-vous assurer la transparence : comment les informer de vos intentions et de vos motifs, afin de couper court aux rumeurs ? Les membres de votre équipe sont experts dans leur domaine : comment allez-vous recueillir leur avis ? Alors que la décision finale de la nouvelle structure vous appartient, comment allez-vous impliquer l'équipe dans la mise en œuvre ? Comment rassurer celles et ceux qui auront plus de difficultés à s'y s'adapter : que prévoyez-

vous pour eux ? Êtes-vous suffisamment flexible pour adapter des décisions au cas où certaines modifications ne réussiraient pas ?

Ce qui peut être évident pour vous, en tant que responsable d'unité, ne l'est pas nécessairement pour tout le monde dans l'équipe. Il existe des approches respectueuses pour diminuer, voire vaincre les résistances, et augmenter l'acceptation de la transition. En restant à l'écoute de tous, en impliquant les membres de votre équipe un maximum dans le processus, vous pourrez faciliter la transition et maintenir l'adhésion de votre équipe au nouvel ensemble que vous souhaitez mettre en place.

\* Nom d'emprunt

*Pierre Gildemyn*

Si vous souhaitez réagir à mes articles, n'hésitez pas à m'envoyer un message à [Ombuds@cern.ch](mailto: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.