

# Stratégie du CERN pour une recherche respectueuse de l'environnement

Luisa Ulrici – Adjointe au chef du groupe Environnement du CERN

French Language Teacher Programme

24 Octobre 2022

# Sommaire

- Vision globale
  - Le CERN, sa mission et les objectifs de développement durable de l'ONU
  - La stratégie actuelle pour une recherche respectueuse de l'environnement
- Les objectifs environnementaux et les projets en cours
  - Les gaz à effet de serre
  - L'impact de l'Organisation sur l'environnement
  - L'utilisation et la récupération d'énergie
- Communication et sensibilisation
  - Identification et développement des technologies CERN pour limiter l'impact environnemental
  - Les études sur les collisionneurs futurs
- Défis et opportunités

# La mission du CERN

La mission du CERN repose sur quatre piliers



La recherche



La coopération internationale



La technologie et l'innovation



L'éducation et la formation



La mission principale du CERN contribue déjà à :



# CERN & United Nations SDGs

- 2017 => 5 Objectifs identifiés en priorité
  - 2021 : mise à jour => 2 Objectifs ajoutés
- => Afin de s'aligner aux objectifs de la Direction

## SDG 3 - SANTÉ

Le CERN contribue au développement de technologies qui contribuent à de meilleurs soins de santé pour tous, telles que l'imagerie médicale et l'hadronthérapie.



### THÉRAPIE

Les accélérateurs fournissent des faisceaux de particules pour un traitement plus ciblé du cancer.

## SDG 4 - EDUCATION

L'éducation est une des missions principales du CERN. Nous proposons des programmes de haute qualité qui inspirent chaque année des milliers d'étudiants, d'enseignants et de jeunes chercheurs.



### 'BEAMLINER FOR SCHOOLS'

Les étudiants des deux équipes gagnantes passent une semaine au CERN pour réaliser leur expérience à l'aide d'un accélérateur du CERN.

## SDG 5 - GENRE

La diversité est une valeur fondamentale du CERN. Notre politique de diversité vise à tirer parti de la valeur ajoutée résultant du rapprochement de personnes de nationalités, de sexes, de professions et d'âges différents.

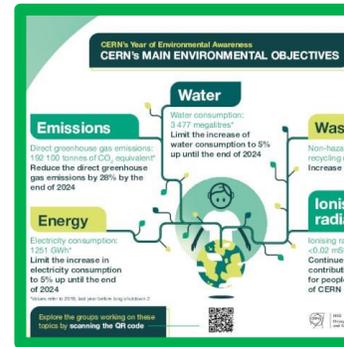


### L'INITIATIVE '25 BY 25'

Toute première stratégie basée sur des objectifs visant à renforcer la diversité de nationalité et de genre au sein de la population du personnel et des boursiers.

## SDG 7 - ENERGIE

Le CERN développe des stratégies pour minimiser l'augmentation de la consommation d'énergie des installations, pour augmenter l'efficacité énergétique et met en œuvre la récupération d'énergie.



### CHAUFFER UN QUARTIER

La chaleur récupérée des systèmes de refroidissement des accélérateurs du CERN est utilisée pour chauffer une nouvelle zone résidentielle de la ville de Ferney-Voltaire, bénéficiant jusqu'à 8 000 personnes.

## SDG 9 - INNOVATION

Les inventions du CERN sont introduites dans l'industrie par le transfert de connaissances, afin d'avoir un impact positif sur la société et l'innovation.



### UN AIMANT DU LHC

L'exploration de l'univers nécessite de nouvelles technologies et une ingénierie ingénieuse pour construire les machines qui explorent la physique à une nouvelle frontière.



## SDG 16 & 17 – COOPERATION INTERNATIONALE

Le CERN est un modèle réussi de collaboration internationale. Le CERN rassemble des chercheurs du monde entier qui contribuent à la connaissance humaine et à la paix.



### SESAME

Cette nouvelle source de lumière synchrotron en Jordanie est entrée en service en 2017. Il s'agit d'une collaboration unique entre huit membres du Moyen-Orient, calquée sur la structure de gouvernance du CERN.

# Stratégie actuelle pour une recherche respectueuse de l'environnement

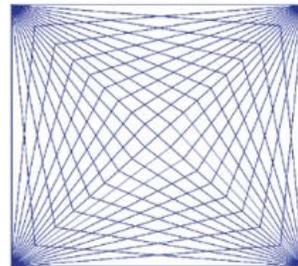
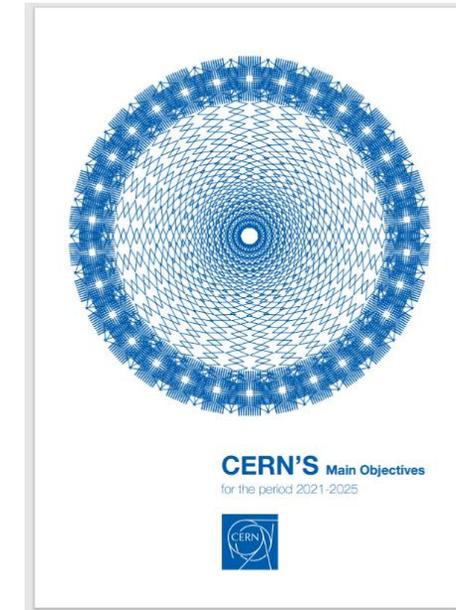
## Une stratégie basée sur 3 lignes d'action :

- ❑ Minimiser l'impact des activités du laboratoire sur l'environnement – **Enjeux majeurs liés à la réduction des émissions de gaz fluorés utilisés dans les grandes expériences du LHC**
- ❑ Dans le domaine de l'énergie, poursuivre les actions et le développement de technologies afin de consommer moins, d'améliorer l'efficacité et recupérer plus – **Enjeux majeurs liés à l'opération des infrastructures des accélérateurs et expériences, à la rénovation des installations tertiaires du CERN ainsi que le développement des sites à l'horizon 2040**
- ❑ Identifier et développer les technologies CERN qui contribueraient à **atténuer l'impact de la société sur l'environnement**



«Je suis convaincue que le CERN doit être un modèle de laboratoire de recherche scientifique soucieux de l'environnement»

- Fabiola Gianotti, Directrice Générale du CERN, Février 2016

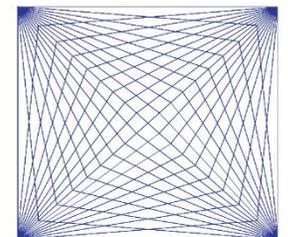
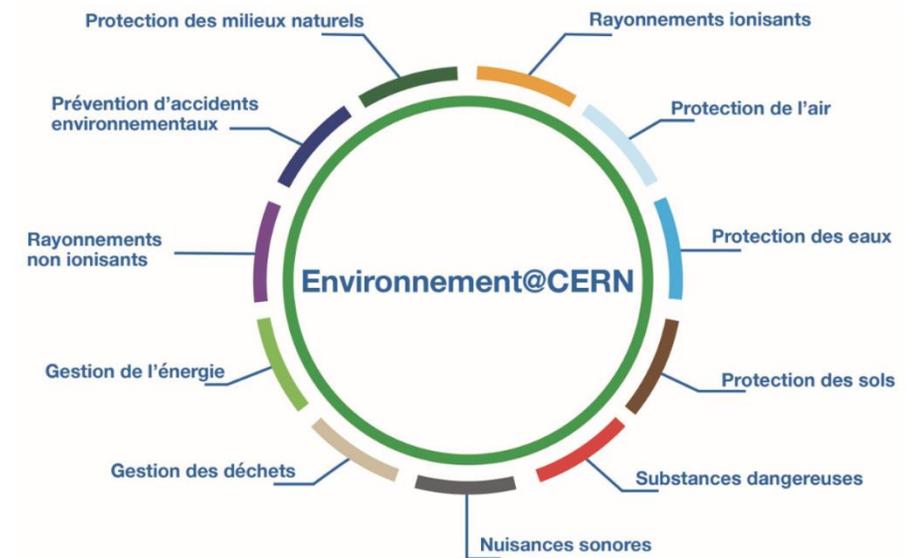


CERN MASTERPLAN 2040  
Stratégie générale



# Structure Managériale - Objectifs

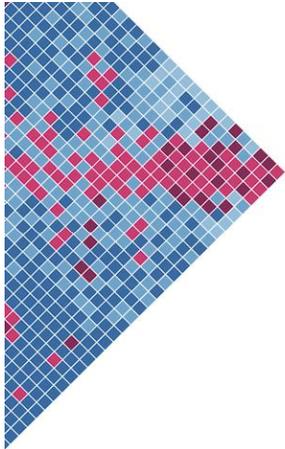
- ❑ Définition des thèmes environnementaux majeurs
- ❑ Publication du MASTERPLAN 2040 en décembre 2021 pour le développement des sites du CERN, intégrant des objectifs cadres pour la protection de l'environnement
- ❑ Début 2022, engagement du CERN dans un processus de certification ISO 50 001 pour le management de l'énergie
- ❑ Organes pour la gestion de l'environnement
  - ❑ CEPS : Le Comité directeur pour la protection de l'environnement du CERN (2017)
  - ❑ EMP: Comité technique pour la gestion de l'énergie (2015)
  - ❑ ENEMP: Comité stratégique pour la gestion de l'énergie (2022)
- ❑ La Politique Environnementale occupe une place centrale dans la Politique de Sécurité du CERN



CERN MASTERPLAN 2040  
Stratégie générale



# L'environnement dans la politique de sécurité



## LA POLITIQUE DE SÉCURITÉ DU CERN

Le CERN, organisation intergouvernementale de recherche fondamentale en physique des particules, définit et met en œuvre une Politique de Sécurité. La Sécurité recouvre la santé et la sécurité au travail, la radioprotection, la protection de l'environnement et la sûreté de fonctionnement des Installations du CERN, y compris la sûreté radiologique.

*Le CERN vise l'excellence en matière de Sécurité.*

### INTRODUCTION DE LA DIRECTRICE GÉNÉRALE

Le CERN vise l'excellence, qu'il s'agisse de la science, de l'innovation, ou plus généralement, de ses activités. La Sécurité est au cœur de notre travail. L'objectif de la Politique de Sécurité du CERN est de faire en sorte que le niveau d'excellence de la Sécurité soit égal à celui des activités scientifiques et techniques de l'Organisation. Dans ce but, le CERN promeut une recherche respectueuse de l'environnement, ainsi que de bonnes pratiques en matière de Sécurité, et s'attache à protéger de façon optimale la santé et la sécurité de toutes les personnes qui participent à ses activités.

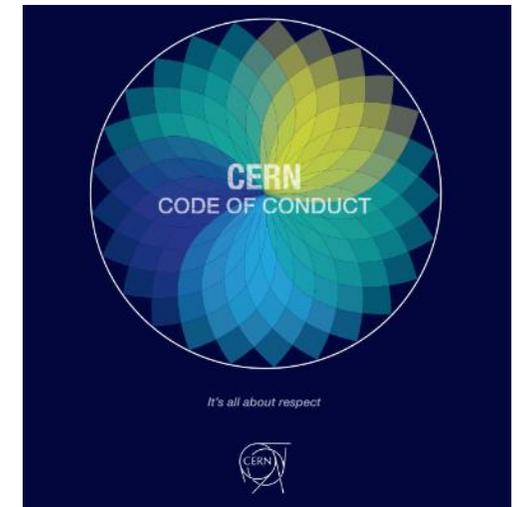
L'efficacité du CERN en matière de Sécurité dépend de chacun d'entre nous. Je vous invite à prendre connaissance de la Politique de Sécurité et des règles de Sécurité du CERN ; je suis convaincue que vous contribuerez activement à l'excellence du CERN en matière de Sécurité, par une conduite exemplaire et l'adoption de bonnes pratiques de Sécurité dans le cadre de vos activités au CERN.

Fabiola Gianotti  
Directrice générale  
8 juillet 2016

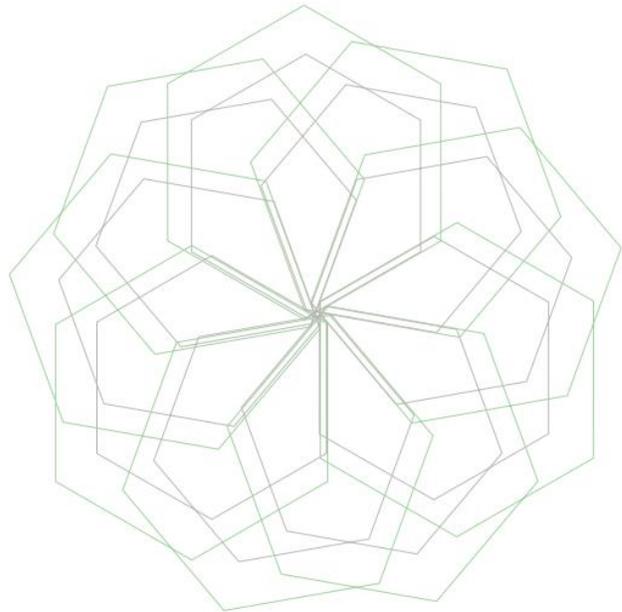
*Fabiola Gianotti*



“... le CERN  
promeut une  
recherche  
respectueuse de  
l'environnement  
...”



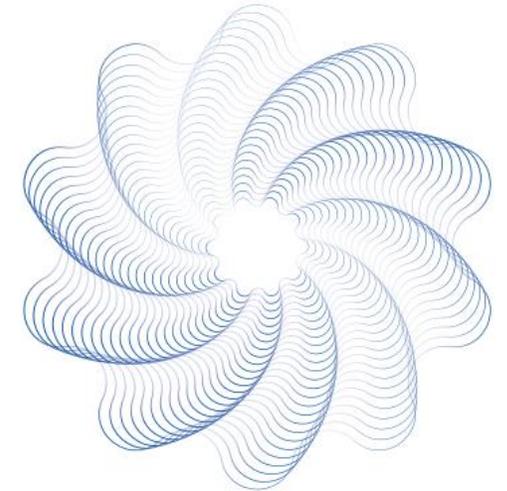
# L'environnement au CERN



Environment  
Report  
2017 - 2018



- Le CERN : partie intégrante de son environnement
- Prise en compte des considérations environnementales
- Reporting sur plusieurs indicateurs environnementaux de manière ouverte et transparente
- Définition d'objectifs ambitieux mais réalistes
- Premier rapport : 2017-2018
- Deuxième rapport : 2019-2020
- Troisième rapport : 2021-2023 (en cours de publication)



Environment  
Report  
2019 - 2020



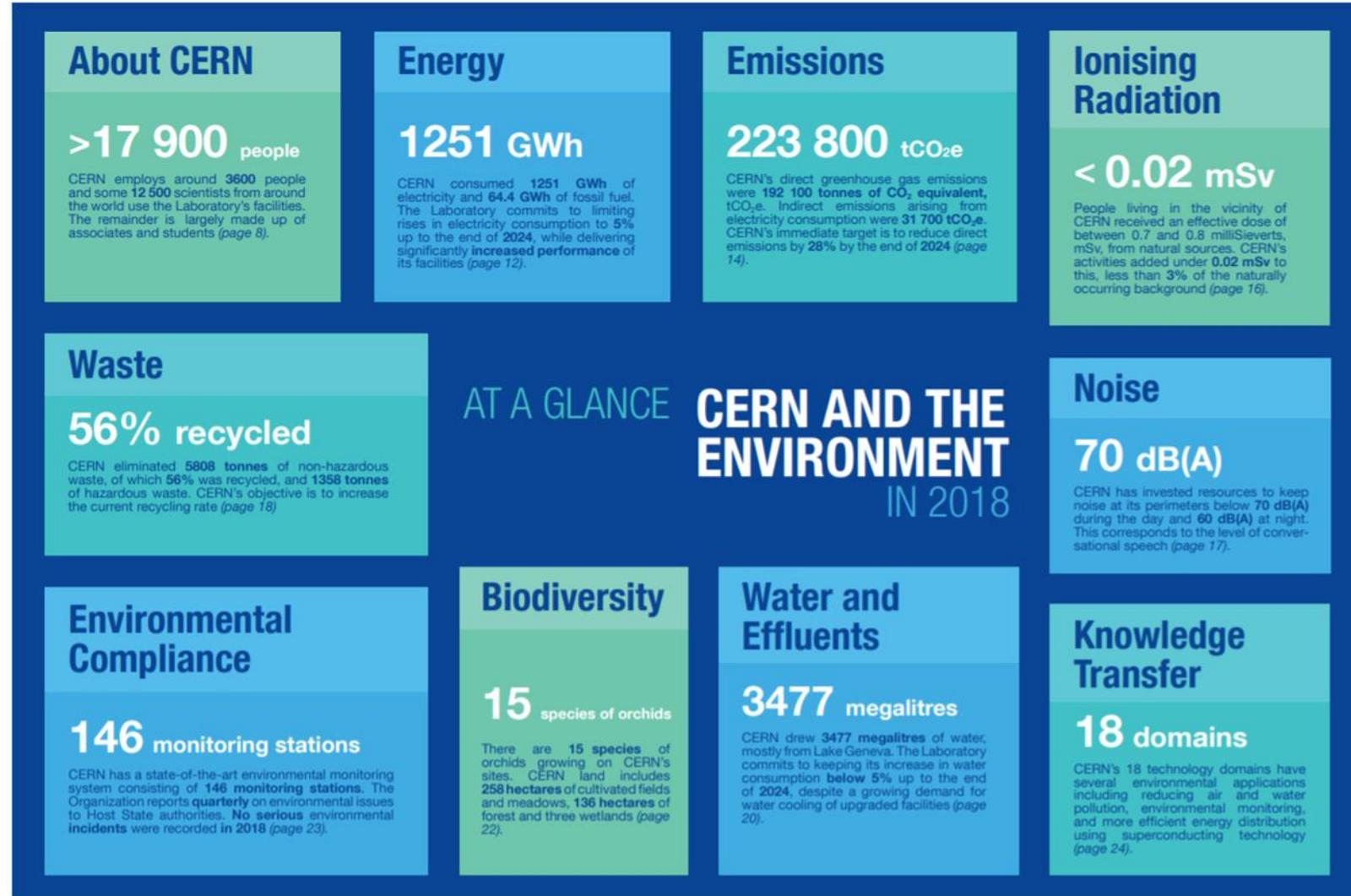
<https://hse.web.cern.ch/environment-report>

# Quels sont nos objectifs environnementaux?

La plus haute priorité est mise sur :

- ❑ Réduction des émissions de gaz fluorés par les Grandes Expériences du LHC
- ❑ Limitation de la consommation électrique
- ❑ Limitation de la consommation d'eau
- ❑ Réduction de l'impact de nos rejets dans les cours d'eau

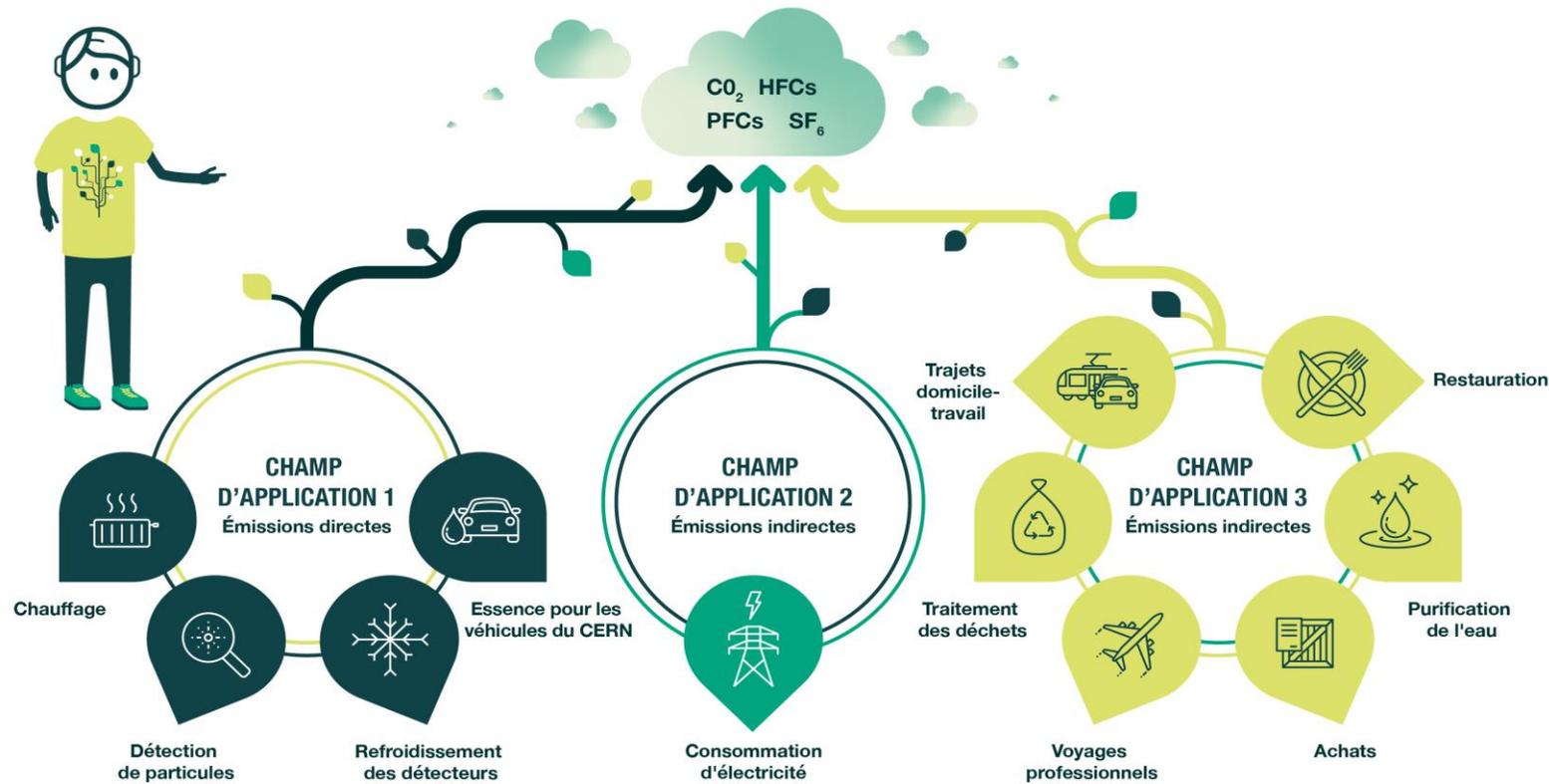
Ces objectifs ont été définis et approuvés début 2020 par la Direction, en prenant en compte le calendrier des accélérateurs du CERN (Runs & Shutdowns)



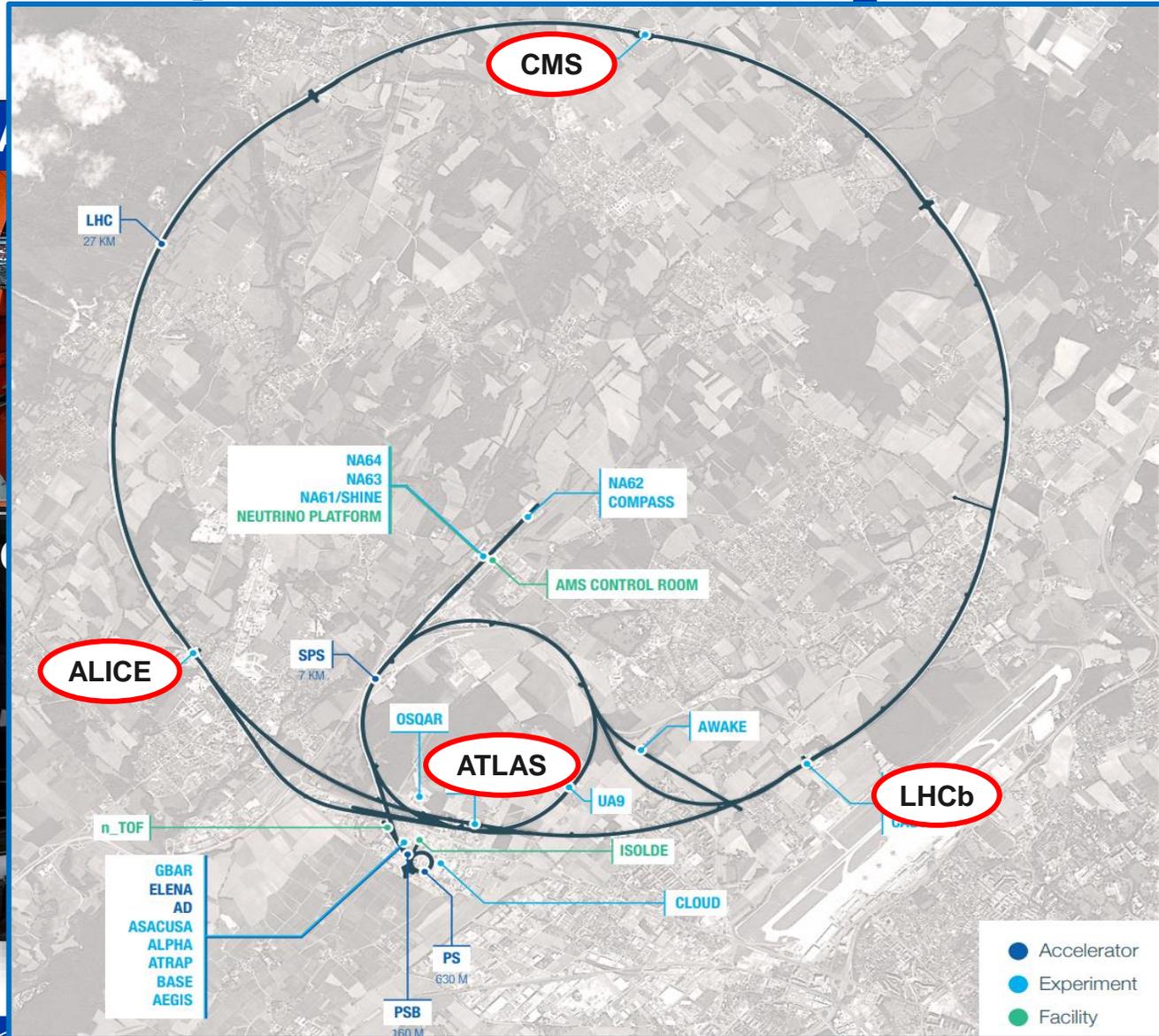
# On commence par les émissions de GES....

- Les émissions de gaz à effet de serre sont reportées selon le Greenhouse Gas Protocol qui répartit les émissions en 3 champs d'application (« Scope » en anglais).

<https://ghgprotocol.org/>



# Champ 1: Emissions CO<sub>2</sub> directes - Les gaz fluorés



Les gaz fluorés sont utilisés dans :

- **Les 4 expériences du LHC**

- HFC-134a (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>)
- PFC-14 (CF<sub>4</sub>)
- R-7146 (SF<sub>6</sub>)
- ...

- **Et d'autres expériences**

But de leur utilisation :

- Détection des particules
- Refroidissement des détecteurs

- **Les installations et composants spécifiques industriels du :**

- Complexe des accélérateurs (compresseurs, condensateurs, guide d'onde radiofréquence, etc.)
- Campus CERN (climatisation, pompes à chaleur etc.)

# Champ 1 : Minimiser l'impact du laboratoire

## ☐ Réduction des émissions directes de CO<sub>2</sub> liées à l'utilisation des gaz fluorés

Objectif fixé à - 28% des émissions de 2018 en fin de RUN3

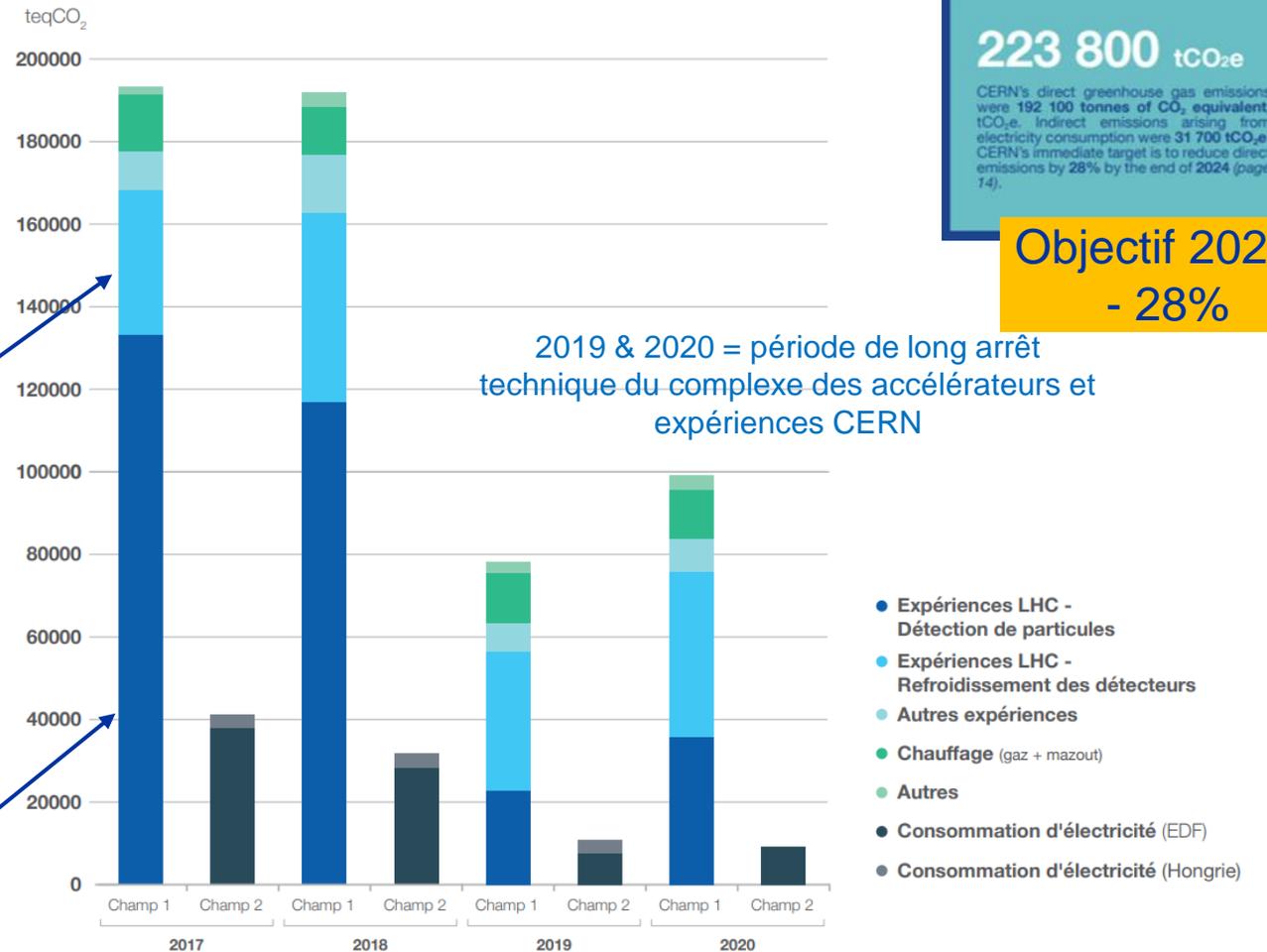
### Refroidissement des détecteurs LHC

Les systèmes utilisant des gaz fluorés seront arrêtés en fin de RUN3 et seront remplacés par du CO<sub>2</sub> pour le RUN4

Réduction ~ 40'000 teq CO<sub>2</sub>/an

### Circulation de gaz fluorés pour la détection de particules dans les détecteurs LHC

Réduction ~ 13'000 teq CO<sub>2</sub>/an



**Emissions**

**223 800 tCO<sub>2</sub>e**

CERN's direct greenhouse gas emissions were 192 100 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent, tCO<sub>2</sub>e. Indirect emissions arising from electricity consumption were 31 700 tCO<sub>2</sub>e. CERN's immediate target is to reduce direct emissions by 28% by the end of 2024 (page 74).

**Objectif 2026 : - 28%**

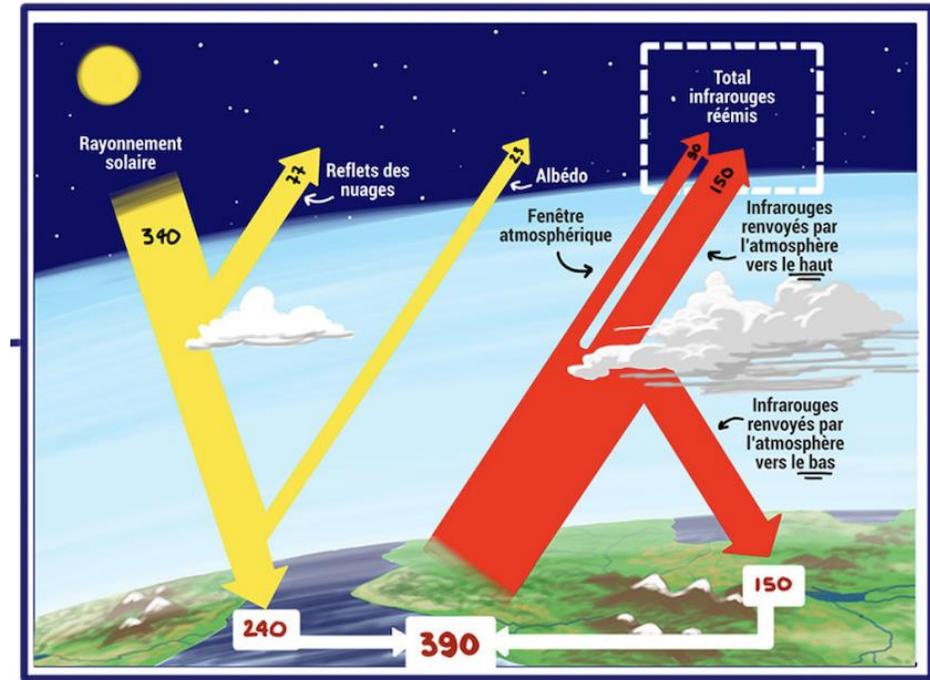
ÉMISSIONS DE CHAMPS 1 ET 2 DU CERN CLASSÉES PAR CATÉGORIE POUR 2017-2020.

La catégorie « Autres » englobe la climatisation, l'isolation électrique, les générateurs de secours et la consommation d'essence pour les véhicules du CERN. Facteurs d'émission pour l'électricité : Bilans EDF des émissions de GES de 2002 à 2020 pour EDF et Bilan Carbone® V8 pour la Hongrie.

# Rappel : les gaz fluorés

- Les gaz fluorés sont des GES qui absorbent le rayonnement infrarouge et contribuent à l'effet de serre.
- Les principaux gaz fluorés anthropogéniques sont :
  - Hydrofluorocarbones (**HFCs**)
  - Perfluorocarbones (**PFCs**)
  - Hexafluorure de soufre (**SF<sub>6</sub>**)
- Leur limitation/réduction est couverte par le **Protocole de Kyoto** (signé en 1997 – application en 2005).

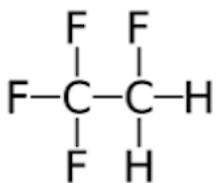
Bilan radiatif des gaz à effet de serre



Les valeurs sont données en W/m<sup>2</sup>. Pour un bilan global, on considère un rayonnement solaire incident moyen, essentiellement dans le visible, d'une puissance de 340 W/m<sup>2</sup>, arrivant au sommet de l'atmosphère.

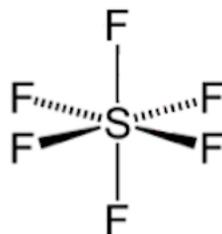
Source: <https://planet-terre.ens-lyon.fr>

## GES utilisés dans les expériences LHC et leur contribution relative aux émissions



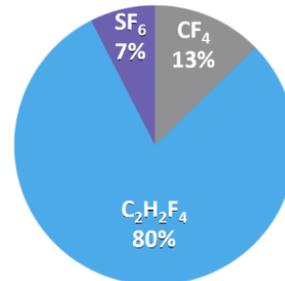
R134a  
(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>)

**GWP 1430**



SF<sub>6</sub>

**GWP 23900**



Gas	GWP - 100 y
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (R 134a)	1430
CF <sub>4</sub>	6500
SF <sub>6</sub>	23900

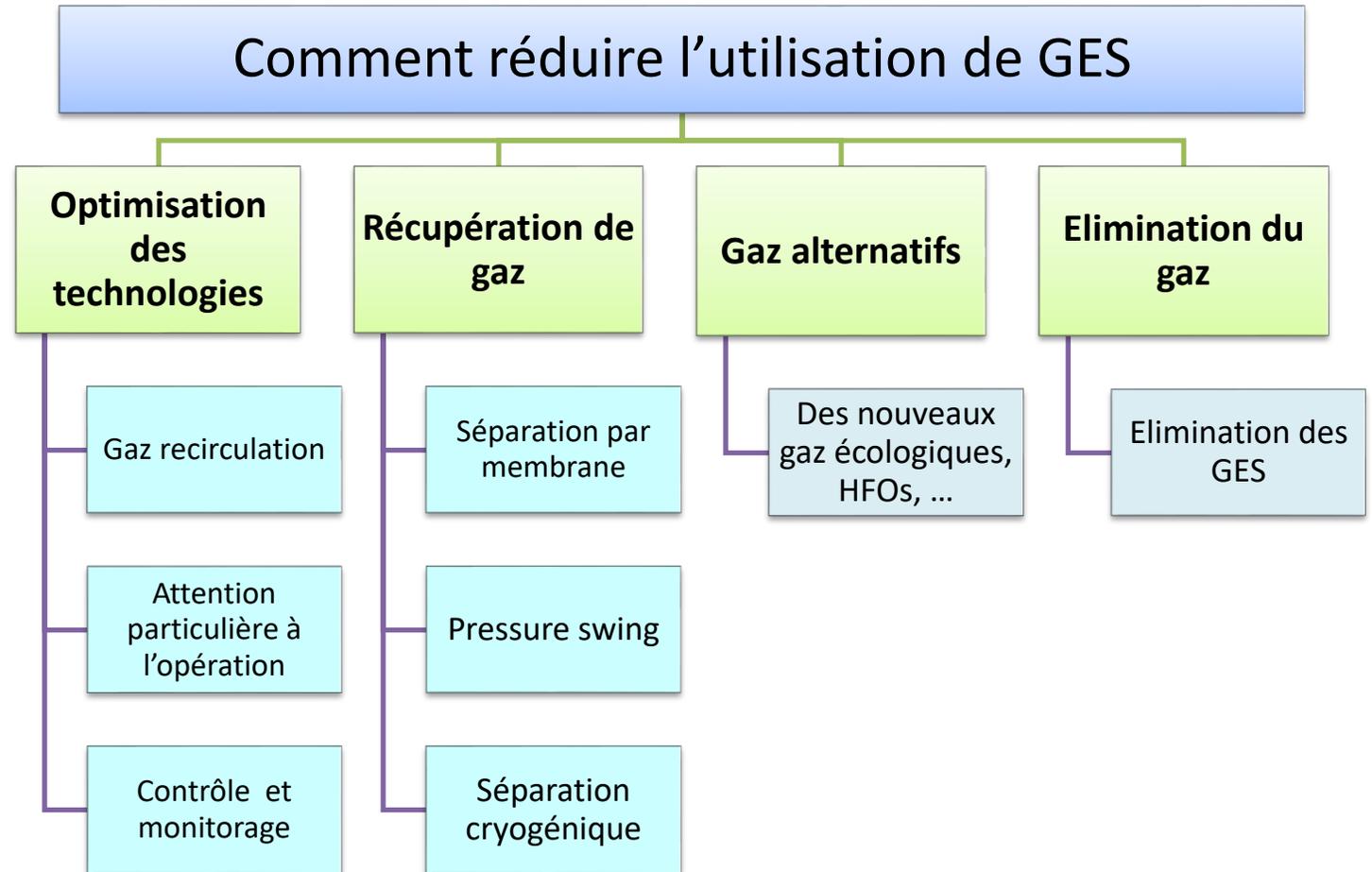
# Optimisation des GES au CERN

**Global Warming Potential (GWP)**  
(Potentiel de réchauffement Global, PRG) désigne le potentiel de réchauffement global d'un gaz émis dans l'atmosphère.

Il permet de **comparer l'influence** de différents gaz à effet de serre sur le système climatique.

**GWP du gaz = tonne d'équivalent CO<sub>2</sub> / tonne du gaz**

(sur une durée de temps, normalement de 100 ans)

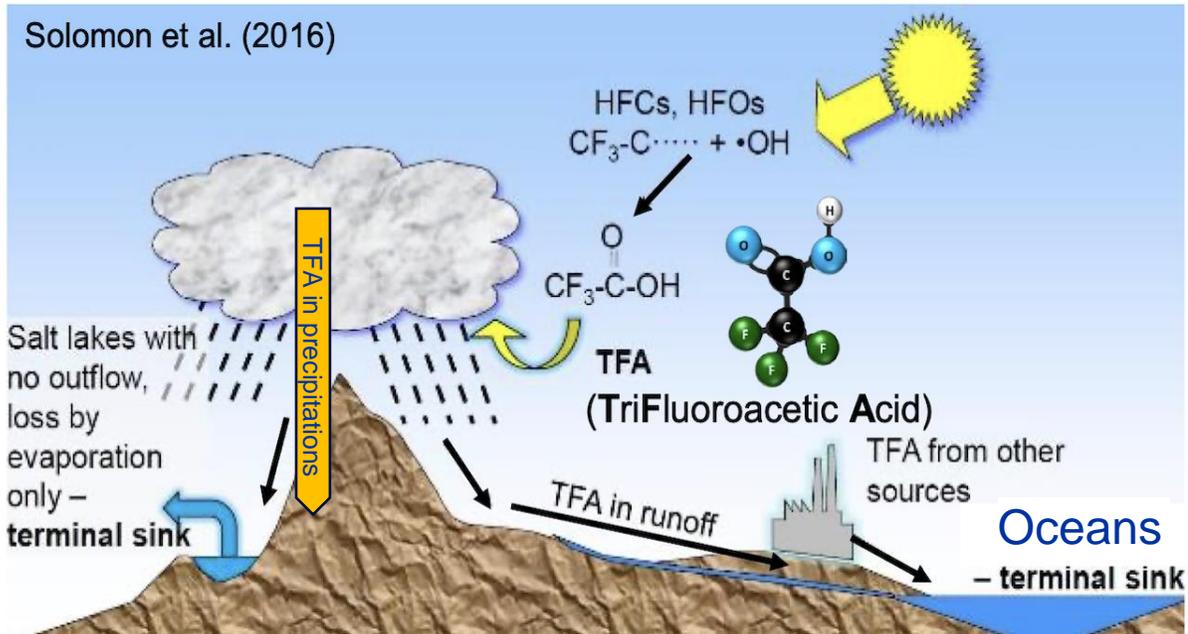
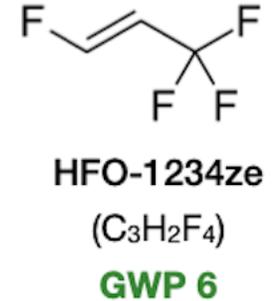


# Focus sur les HFOs

## Signification de HFO:

Les HFO sont définis **HydroFluoroOlefines** sur le marché. C'est un nom commercial pour les u- HFCs et u-HCFCs "non-saturatés"

Ces substances ont un **ODP nul** et un **GWP bas** en général. Et alors?



2 effets à considérer dans leur cycle de vie :

- Ils se dégradent en peu de temps (quelques jours) dans l'atmosphère et produisent des TFAs comme produit de décomposition (R1234yf)
- Leur processus de production est énergivore et probablement lié à une production de HFCs avec un haut GWP (R23 qui est un produit secondaire du R1234ze)

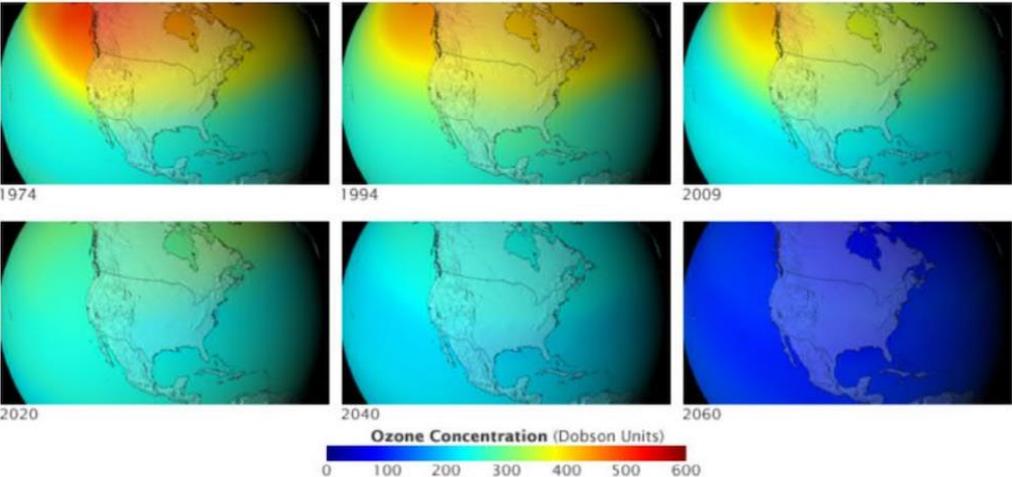
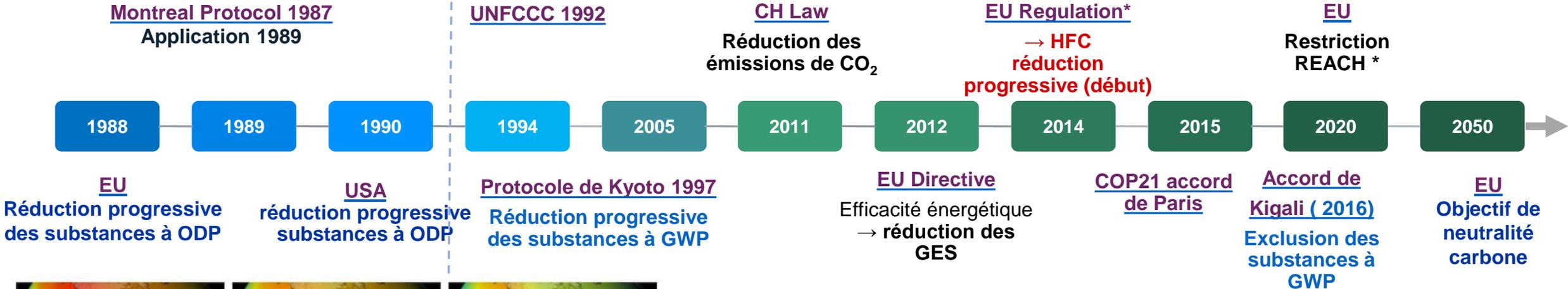
<https://atmosphere.cool/hfo-tfa-report>

# Contexte global : le climat et la législation des GES

→ **Couche d'ozone**

→ **Réchauffement atmosphérique**

→ **Impact sur la santé**



Substances à ODP: CFC, Halons, HCFC,....  
Substances à GWP: CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFC, SF<sub>6</sub>...

(\*) réglementation pour laquelle une révision est en cours ou prévue

source: earthobservatory.nasa.org

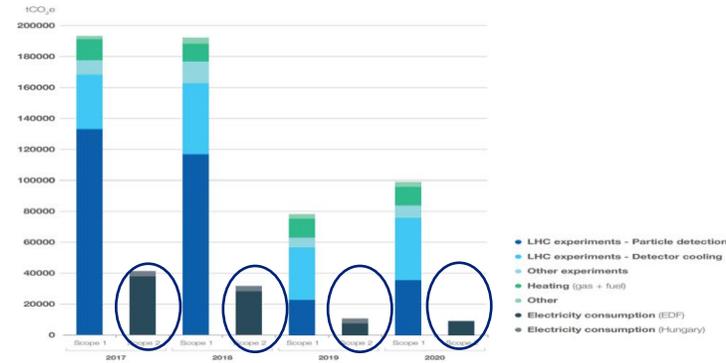


# Champ 2 : approvisionnement en électricité

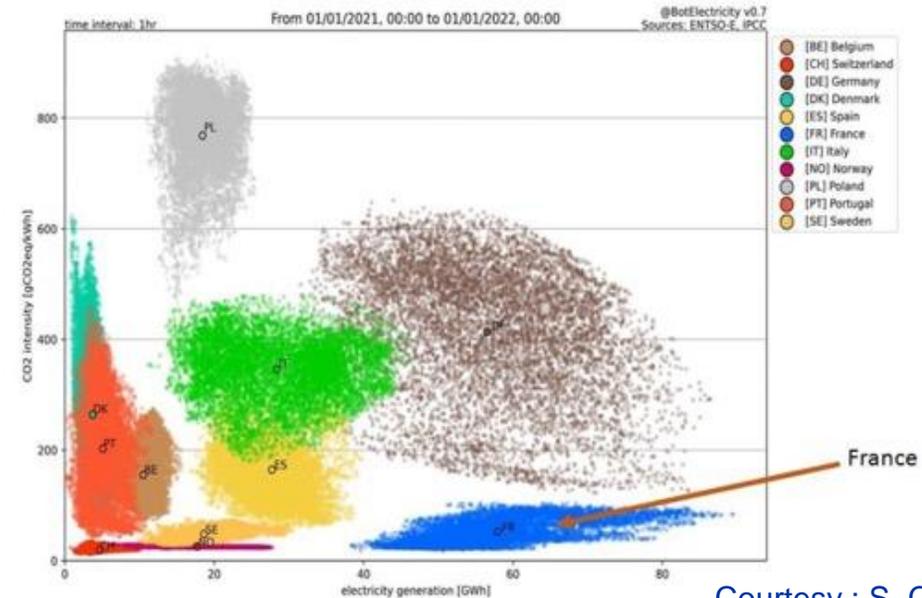
- 80 % de l'électricité utilisée au CERN provient du nucléaire français, le reste est acheté sur le marché via EDF et reflète le mix énergétique standard français.
- L'UE met en place une nouvelle politique qui vise à encourager l'investissement dans les énergies renouvelables, en visant à la fois la stabilité pour le producteur et pour le client à travers 2 mécanismes :

**Contrats d'achat d'électricité (Power purchase agreements)** : entre producteurs et grands consommateurs, contrats longs (> 15 ans) à prix fixe ou indexé avec mécanismes de limitation

**Contrats de différence bidirectionnels** : entre prestataires et entités publiques, utilisés pour stabiliser le prix à la fois pour les consommateurs et les prestataires, limitant les pertes pour les prestataires mais aussi les gains injustifiés.



CERN SCOPE 1 AND SCOPE 2 EMISSIONS FOR 2017-2020 BY CATEGORY.  
Other includes air conditioning, electrical insulation, emergency generators and CERN vehicle fleet fuel consumption. Emission factors for electricity: EDF Bilan des émissions de GES 2002-2020 for EDF and Bilan Carbone® V8 for Hungary.



Courtesy : S. Claudet

# Energie: sources renouvelables

- Des panneaux photovoltaïques sont installés au CERN sur les nouveaux bâtiments (Cantine, Jardin d'enfants, Portail de la Science...)
- L'objectif du CERN est de sécuriser dans un premier temps environ 120 GWh par an de notre consommation électrique avec des Power Purchase agreements» (PPAs) photovoltaïques à l'horizon 2027

**Env. 10% de la consommation annuelle pendant l'opération des accélérateurs, 25% pendant les "Long Shut-Down"**



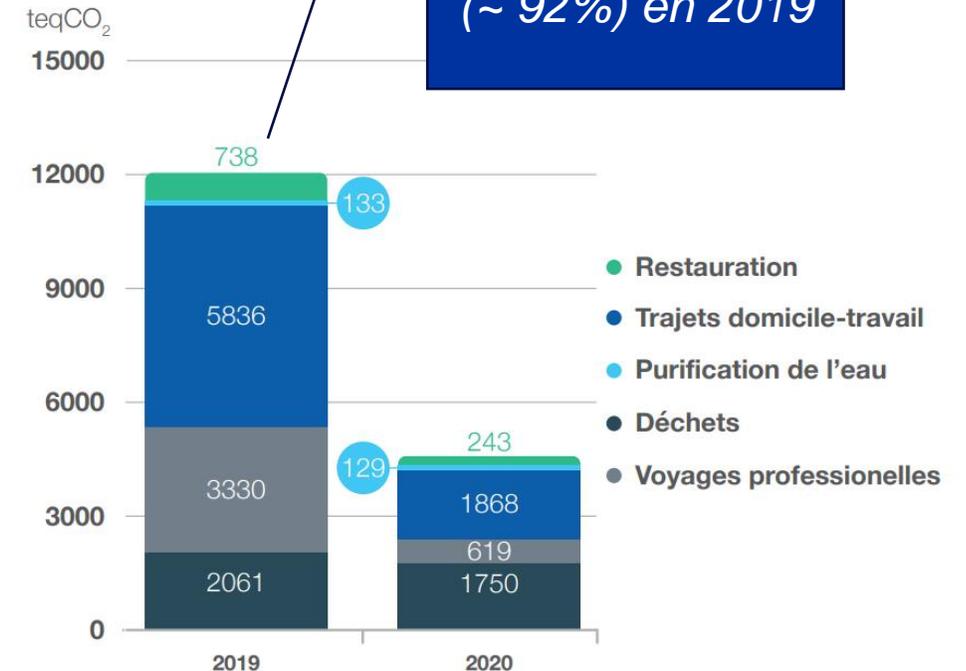
# Champ 3 - *Emissions indirectes*

## ☐ Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> :

Projet en cours visant à définir une politique concernant les voyages professionnels

Projet en cours visant à intégrer une politique d'achat respectueuse de l'environnement (*évaluation préliminaire des émissions en 2019 à ~ 178'000 tCO<sub>2</sub>e*)

Trajets domicile-travail et autres aspects de mobilité traités dans le cadre du MASTERPLAN 2040



**ÉMISSIONS DE CHAMP 3 DU CERN EN 2019-2020.** La catégorie « Déchets » comprend les déchets envoyés dans différentes filières d'élimination, ainsi que l'eau envoyée dans les stations de traitement des eaux usées. Concernant les voyages professionnels et les trajets domicile-travail, seuls les membres du personnel rémunérés par le CERN sont inclus et le chiffre indiqué pour les trajets domicile-travail en 2020 est une estimation. Les émissions liées aux achats sont exclues.

# Champ 3 - Achats responsables

CERN Environmental Responsible Procurement Policy Project (2021)

Courtesy E. Cennini

Questionner les besoins !

## Pourquoi Acheter ?

Pays /personnes  
Obligation de vigilance

Retour d'investissement sur les Pays  
Certifications / Labels  
Achat local / Diversité

## Où nous achetons ?



## Comment nous achetons ?

Mise en compétition  
Délais de paiement

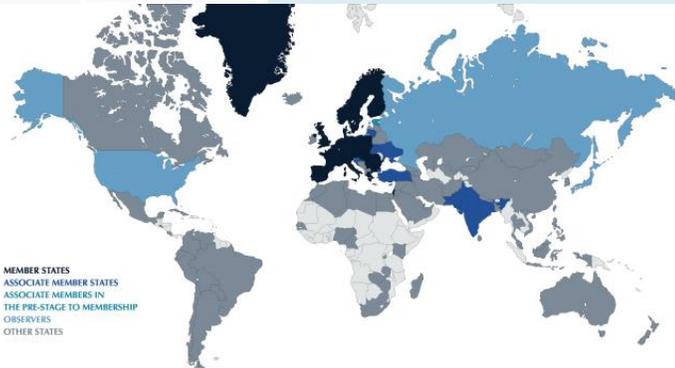
## Quoi acheter ?

Matériels polluants ?  
Empreinte carbone ?  
Impact social ?

Eco-design / Analyse du cycle de vie  
Optimisation des ressources (eau / énergie)  
Coût total de possession (TCO)



Poorly Balanced	Well Balanced
Belgium	Austria
Croatia*	Czech Republic
Cyprus*	France
Finland	Hungary
Germany	Italy
Greece	Slovak Republic
Lithuania*	Switzerland
Netherlands	
Pakistan*	Very Poorly Balanced
Poland	Bulgaria
Portugal	Denmark
Romania	Estonia*
Slovenia*	India*
Spain	Israel
Sweden	Latvia*
Turkey*	Norway
Ukraine*	Serbia
	United Kingdom



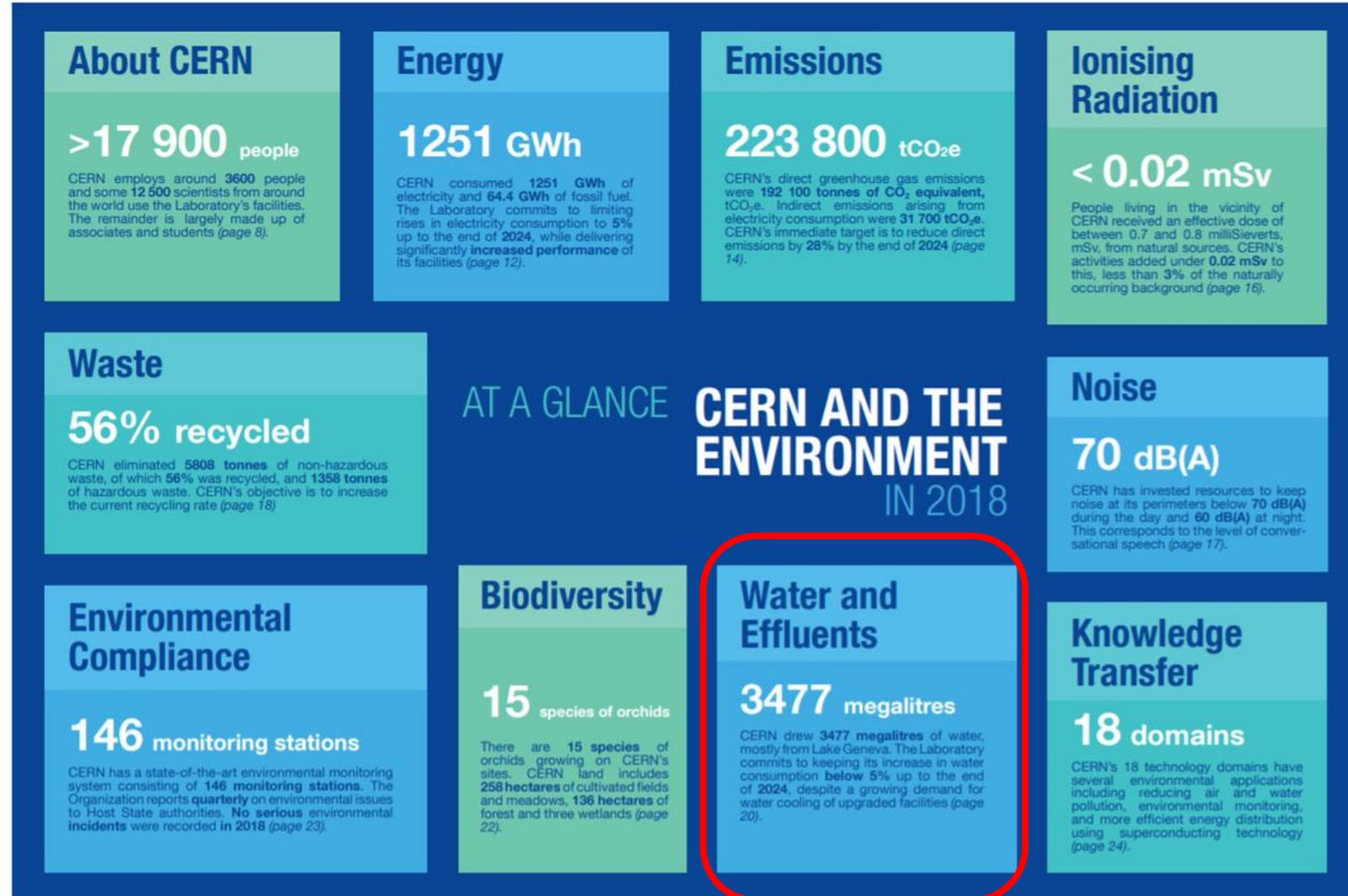
MEMBER STATES  
ASSOCIATE MEMBER STATES  
ASSOCIATE MEMBERS IN  
THE PRE-STAGE TO MEMBERSHIP  
OBSERVERS  
OTHER STATES

# Quels sont nos objectifs environnementaux?

La plus haute priorité est mise sur :

- ❑ Réduction des émissions de gaz fluorés par les Grandes Expériences du LHC
- ❑ Limitation de la consommation électrique
- ❑ Limitation de la consommation d'eau
- ❑ Réduction de l'impact de nos rejets dans les cours d'eau

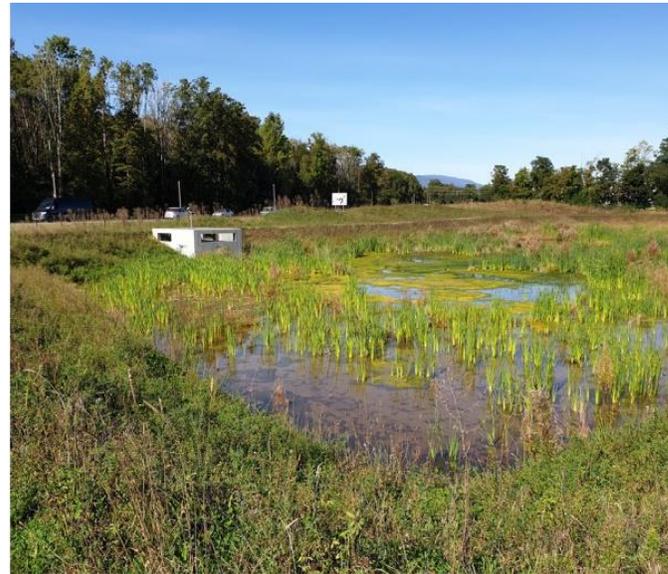
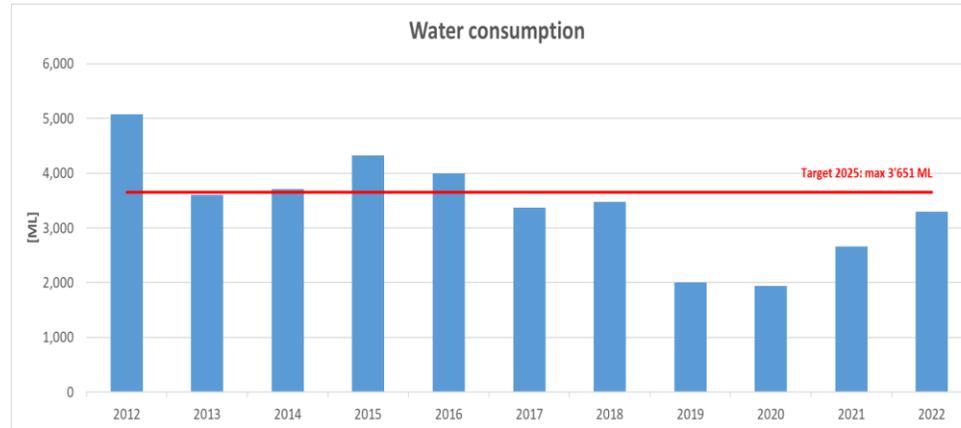
Ces objectifs ont été définis et approuvés début 2020 par la Direction, en prenant en compte le calendrier des accélérateurs du CERN (Runs & Shutdowns)



# Minimiser l'impact du laboratoire: utilisation de l'eau

## □ Limitation de la consommation en eau et réduction de l'impact des rejets sur les cours d'eau récepteurs

- Objectif de limiter à moins de 5% la hausse de la consommation en fin de RUN3, sur la base de l'année 2018
- Projet en cours pour l'intégration d'un bassin de rétention d'eaux pluviales (enterré) sur le site de Meyrin à l'horizon 2023 / 2024
- Projet en cours pour recycler les eaux de refroidissement du LHC et du SPS à l'horizon 2027 / 2028



Bassin de rétention recevant les eaux de pluie du site de Prévessin du CERN, et permettant la régulation des rejets dans le Lion et la rétention de toute pollution accidentelle.



### CHARTRE DE REVITALISATION DU NANT D'AVRIL

APPROCHE PARTICIPATIVE POUR UNE GESTION INTÉGRÉE DU COURS D'EAU ET DU TERRITOIRE



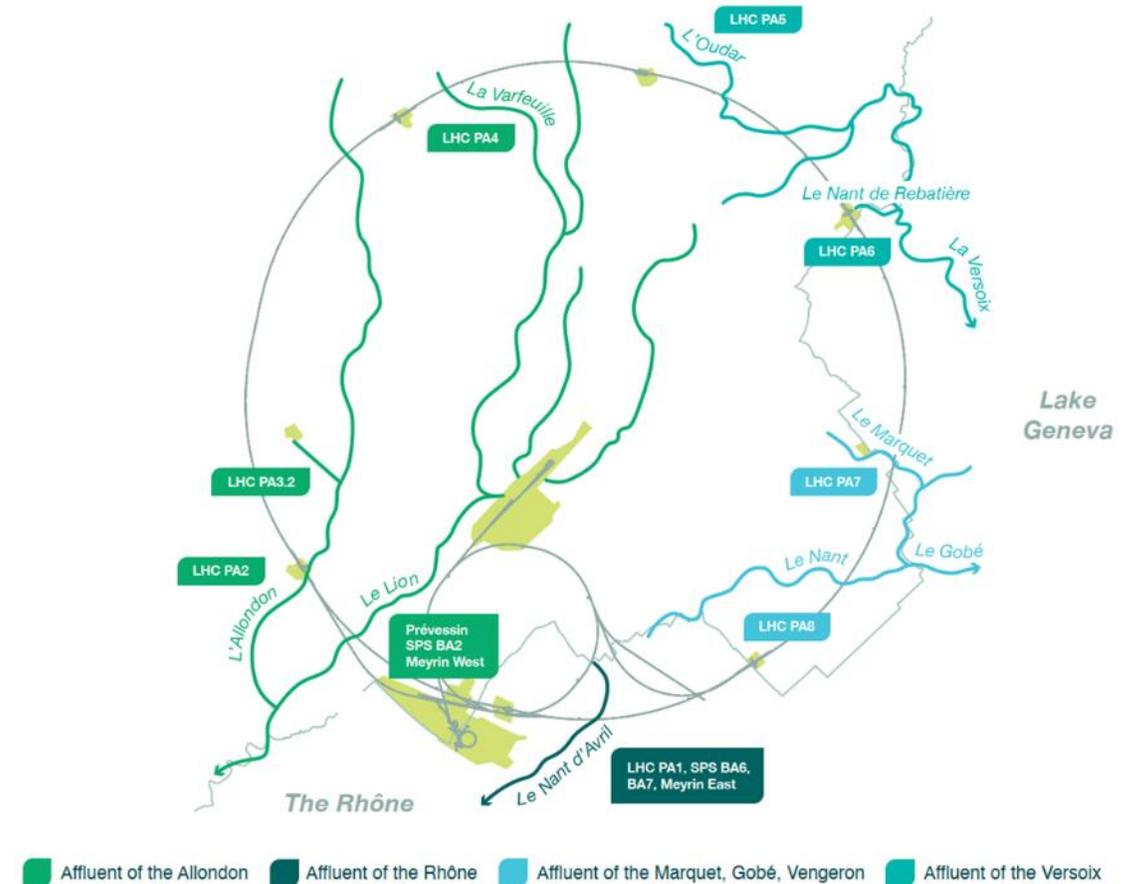
# Minimiser l'impact du laboratoire: Qualité et quantité des effluents

Deux thématiques :

- ❑ la gestion des eaux pluviales sur les sites CERN;
- ❑ la gestion des eaux de refroidissement du CERN

2 solutions identifiées pour réduire la consommation et améliorer la qualité de l'eau :

- Utilisation d'eau déminéralisée dans les circuits des tours de refroidissement
- Réutilisation et recyclage - Station de traitement des eaux de refroidissement du LHC/SPS

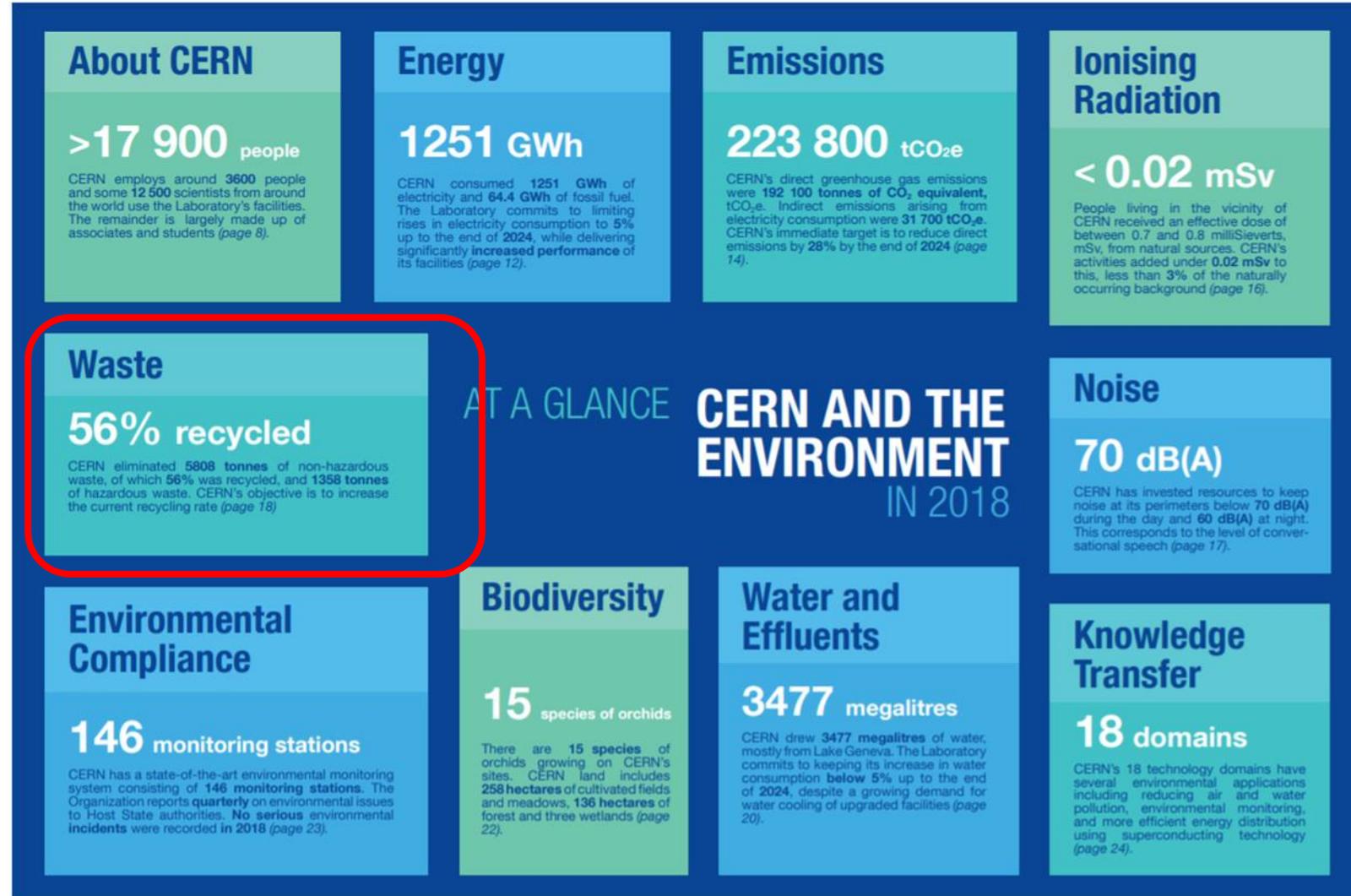


# Quels sont nos objectifs environnementaux?

La plus haute priorité est mise sur :

- ❑ Réduction des émissions de gaz fluorés par les Grandes Expériences du LHC
- ❑ Limitation de la consommation électrique
- ❑ Limitation de la consommation d'eau
- ❑ Réduction de l'impact de nos rejets dans les cours d'eau

Ces objectifs ont été définis et approuvés début 2020 par la Direction, en prenant en compte le calendrier des accélérateurs du CERN (Runs & Shutdowns)



# Minimiser l'impact du laboratoire : gestion des déchets

## □ Augmentation du taux de recyclage des déchets :

- Objectif actuel (2025) : augmenter le taux de recyclage des déchets non dangereux (57% en 2018, 59% en 2019)
- Réflexion pour un objectif futur ciblé sur la valorisation des déchets non dangereux

**CERN's Year of Environmental Awareness**  
**TAKE ACTION ON WASTE BY RESPECTING THE 3 Rs**

**REDUCE**

What CERN does

- Limiting packaging of supplies
- Optimising equipment use through shares and loans (e.g. CERN electronics pool)
- Reducing single-use items

What you can do

- Take a critical look at your waste production
- Analyse your material and equipment needs
- Share equipment whenever possible
- Avoid single-use items (e.g. bring your own mug and cutlery)

**REUSE**

What CERN does

- Providing centralised storage areas for equipment reuse
- Offering used equipment for private reuse (e.g. IT equipment)
- Reusing materials whenever possible (e.g. accelerator components, shielding blocks, transportation packages, etc.)

What you can do

- Bring or pick up surplus materials from the Storage, Recuperation and Sales service (Bldg. 133)
- Send Lyreco boxes back to the CERN stores
- Ask for refills whenever possible (e.g. hydro-alcoholic gel, etc.)

**RECYCLE**

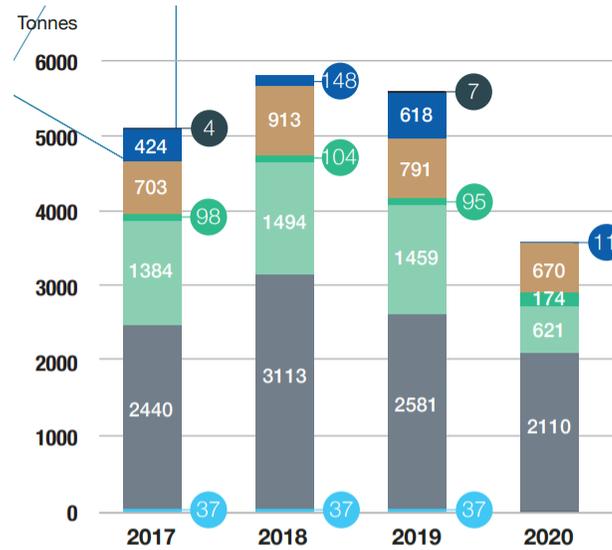
What CERN does

- Installing recycling points in office buildings ("Green office" pilot project)
- IT-waste collection campaign
- Providing over 500 waste sorting containers (indicated on the GIS portal)

What you can do

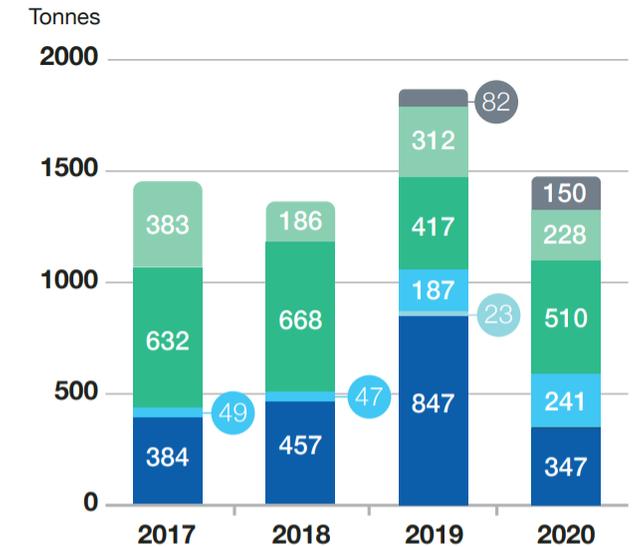
- Complete the e-learning module on waste management
- Sort your waste
- Encourage recycling in your work environment

Waste recycling: What goes where?



- Compostage/méthanisation
- Incinération (avec récupération d'énergie)
- Recyclage
- Préparation en vue d'une réutilisation
- Incinération (sans récupération d'énergie, déchets anciennement radioactifs)
- Recyclage (déchets anciennement radioactifs)
- Enfouissement

DÉCHETS NON DANGEREUX PAR FILIÈRE D'ÉLIMINATION 2017-2020. Ces données excluent les matériaux excavés lors des travaux de génie civil réalisés en préparation LHC à haute luminosité.



- Incinération (sans récupération d'énergie)
- Station de traitement des eaux usées
- Déchets radioactifs (site de stockage définitif, France)
- Recyclage
- Incinération (avec récupération d'énergie)
- Neutralisation physico-chimique

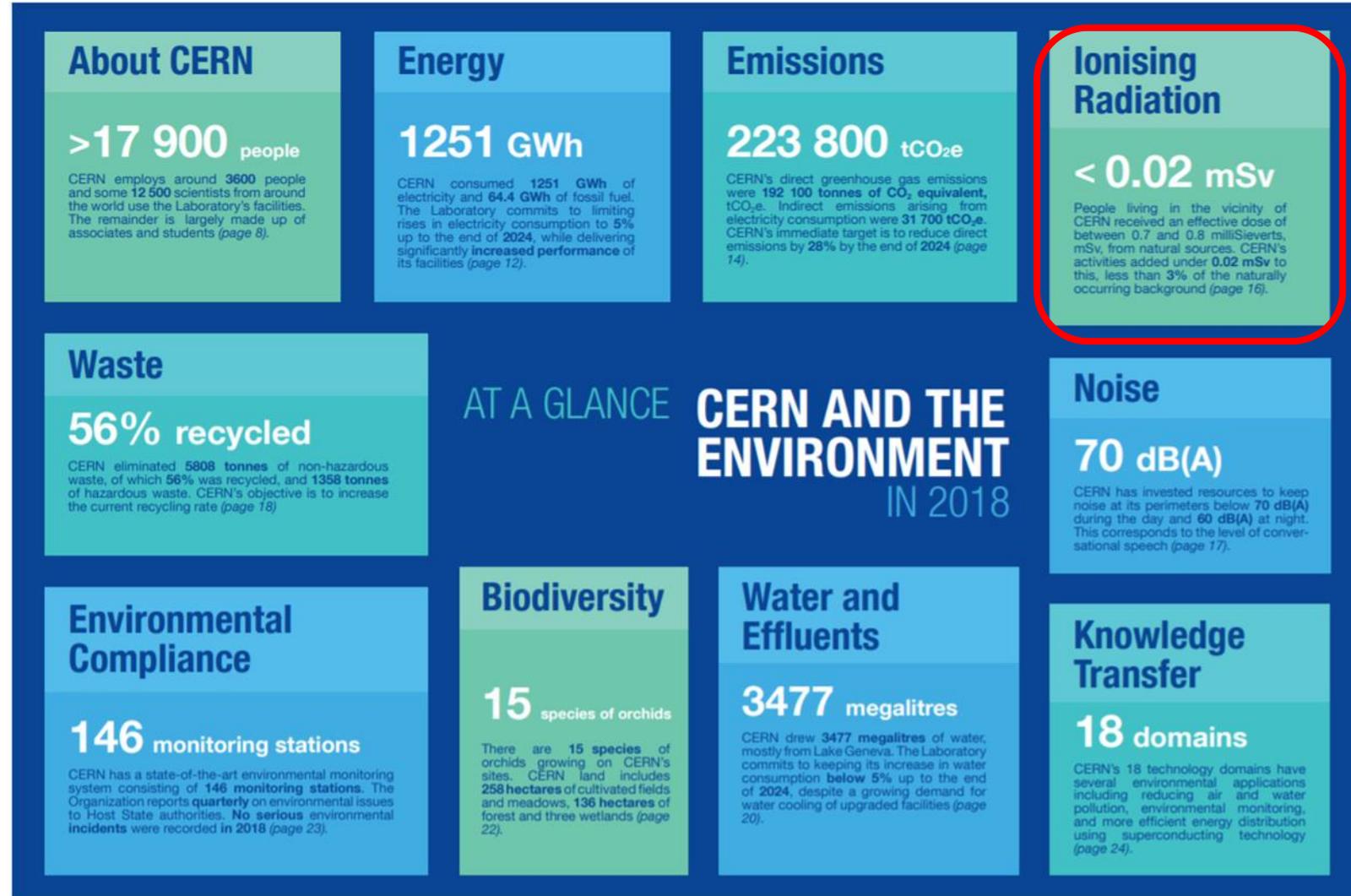
DÉCHETS DANGEREUX PAR FILIÈRE D'ÉLIMINATION 2017-2020.

# Quels sont nos objectifs environnementaux?

La plus haute priorité est mise sur :

- ❑ Réduction des émissions de gaz fluorés par les Grandes Expériences du LHC
- ❑ Limitation de la consommation électrique
- ❑ Limitation de la consommation d'eau
- ❑ Réduction de l'impact de nos rejets dans les cours d'eau

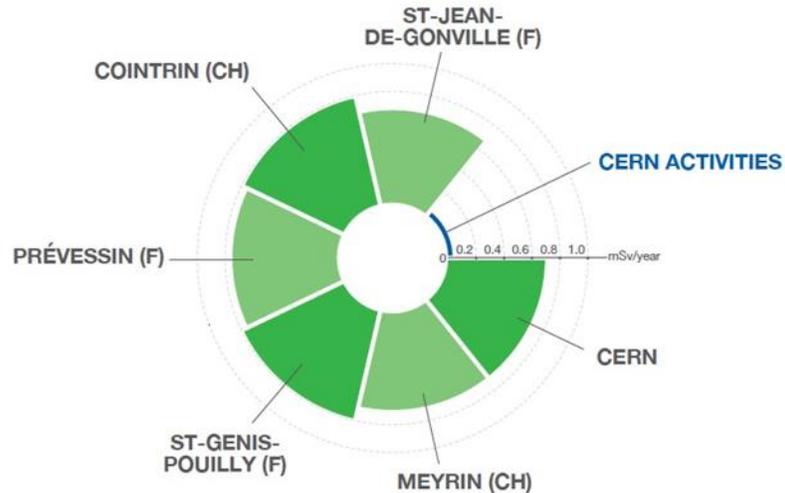
Ces objectifs ont été définis et approuvés début 2020 par la Direction, en prenant en compte le calendrier des accélérateurs du CERN (Runs & Shutdowns)



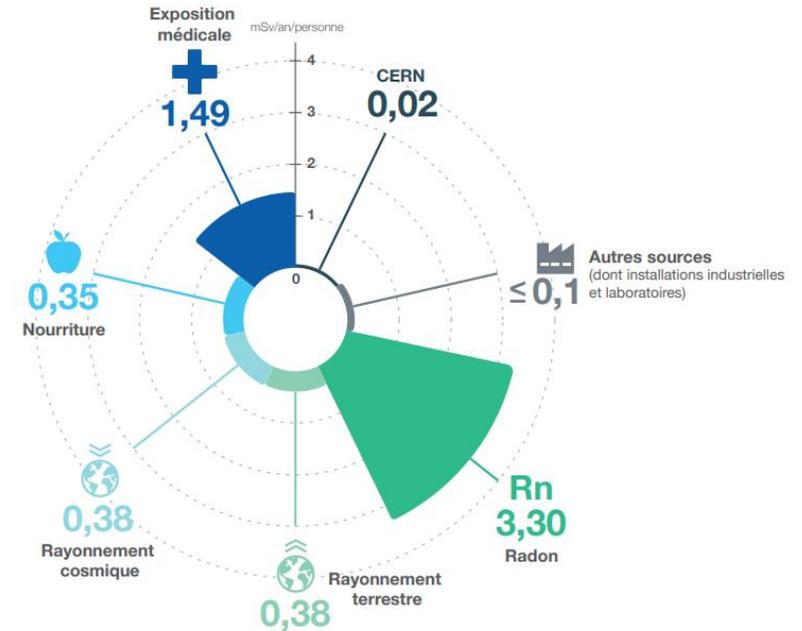
# Minimiser l'impact du laboratoire : rayonnements ionisants

## □ Limitation de l'impact des rayonnements ionisants sur le public et l'environnement :

Objectif de maintenir l'impact inférieur à 0,02 mSv



**NATURAL SOURCES OF IONISING RADIATION AT CERN AND IN NEIGHBOURING COMMUNITIES.** The typical dose of natural sources (green) measured at several places neighbouring CERN sites compared to the dose induced by CERN activities (blue).



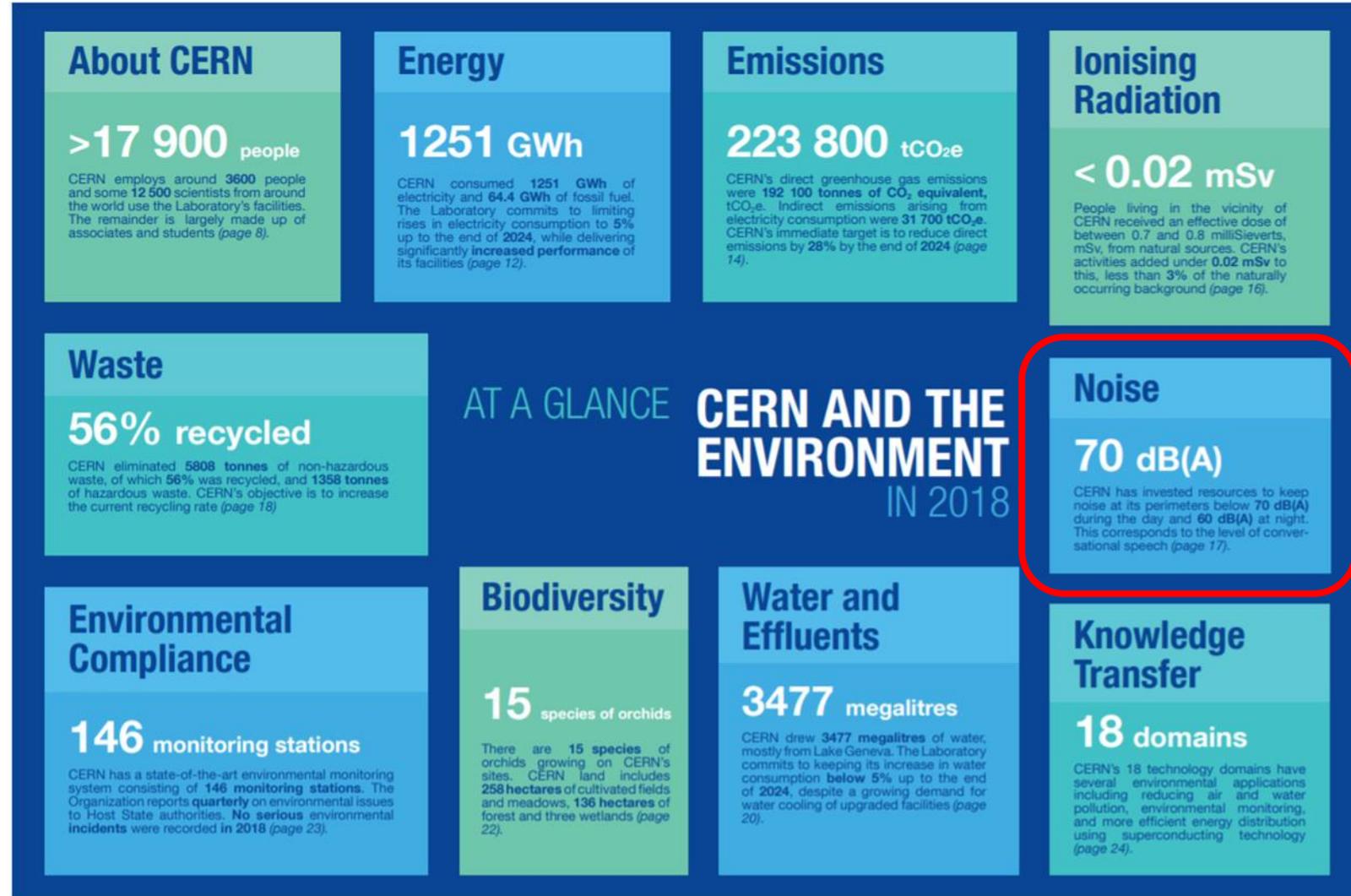
**RAYONNEMENTS IONISANTS.** Doses moyennes de rayonnements reçues par personne et par an en Suisse (en mSv/an/personne). Les activités du CERN relèvent de la catégorie « Autres sources ». (Source : Office fédéral suisse de la santé publique, 2020)

# Quels sont nos objectifs environnementaux?

La plus haute priorité est mise sur :

- ❑ Réduction des émissions de gaz fluorés par les Grandes Expériences du LHC
- ❑ Limitation de la consommation électrique
- ❑ Limitation de la consommation d'eau
- ❑ Réduction de l'impact de nos rejets dans les cours d'eau

Ces objectifs ont été définis et approuvés début 2020 par la Direction, en prenant en compte le calendrier des accélérateurs du CERN (Runs & Shutdowns)

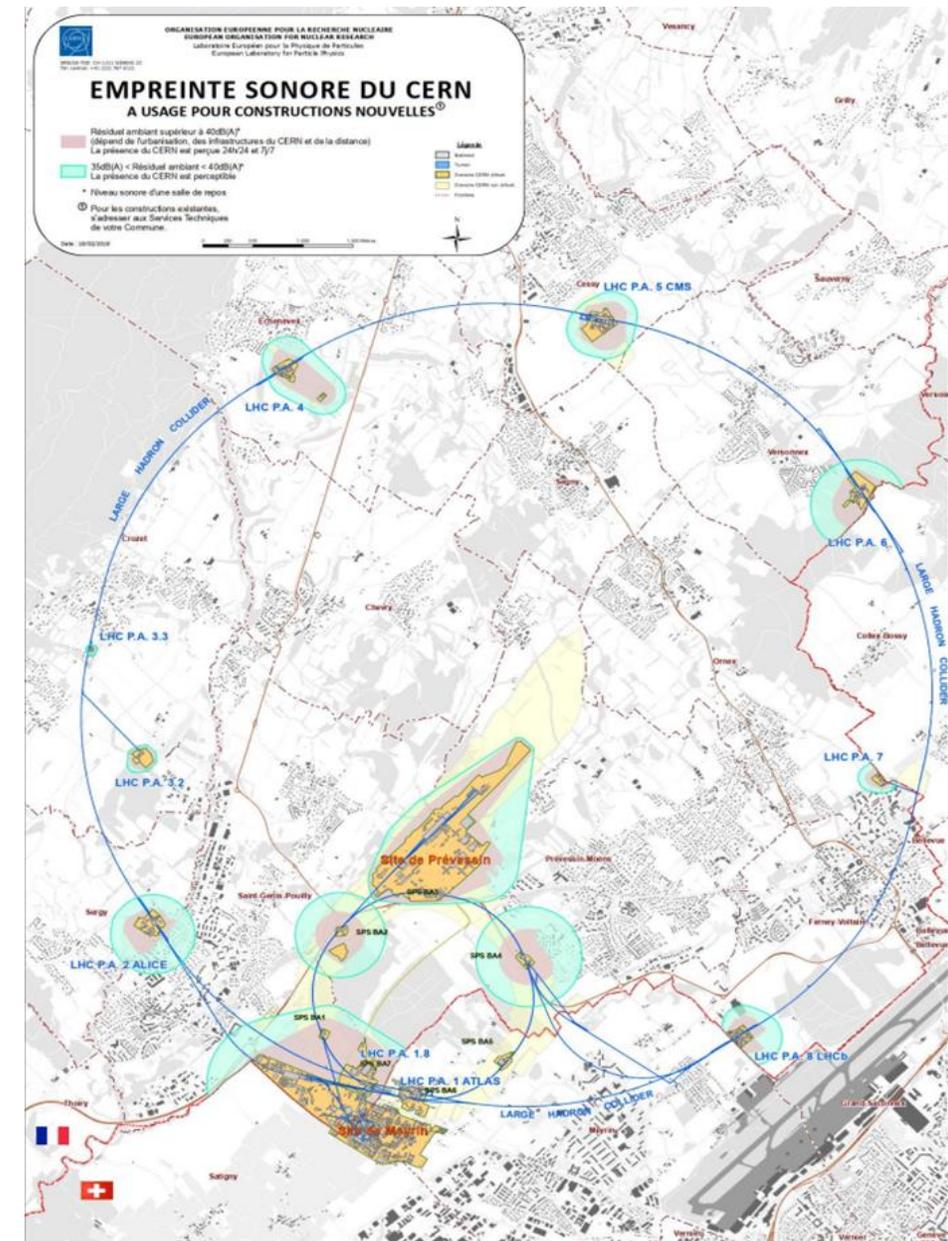


# Minimiser l'impact du laboratoire : Empreinte sonore

## □ Limitation de l'empreinte sonore des activités et installations de l'Organisation:

Engagement à limiter le niveau de bruit aux abords des sites à 70 dB(A) la journée et 60 dB(A) la nuit

Engagement à respecter l'empreinte sonore du CERN établie en 2018 par le biais de 160 points de mesure en limite des sites, avec une tolérance de +3 dB(A) (sauf si accord préalable)

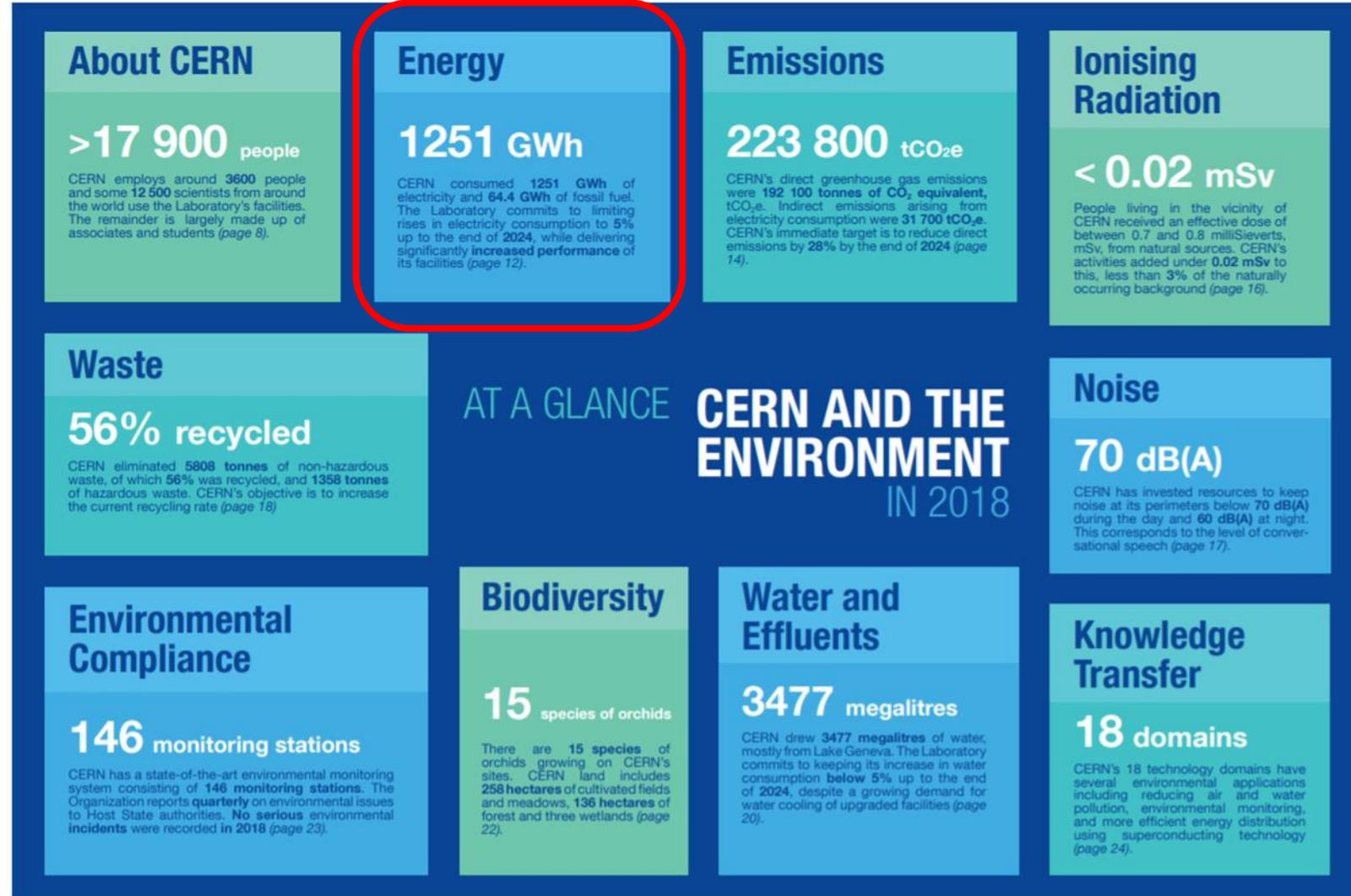


# Quels sont nos objectifs environnementaux?

La plus haute priorité est mise sur :

- ❑ Réduction des émissions de gaz fluorés par les Grandes Expériences du LHC
- ❑ Limitation de la consommation électrique
- ❑ Limitation de la consommation d'eau
- ❑ Réduction de l'impact de nos rejets dans les cours d'eau

Ces objectifs ont été définis et approuvés début 2020 par la Direction, en prenant en compte le calendrier des accélérateurs du CERN (Runs & Shutdowns)



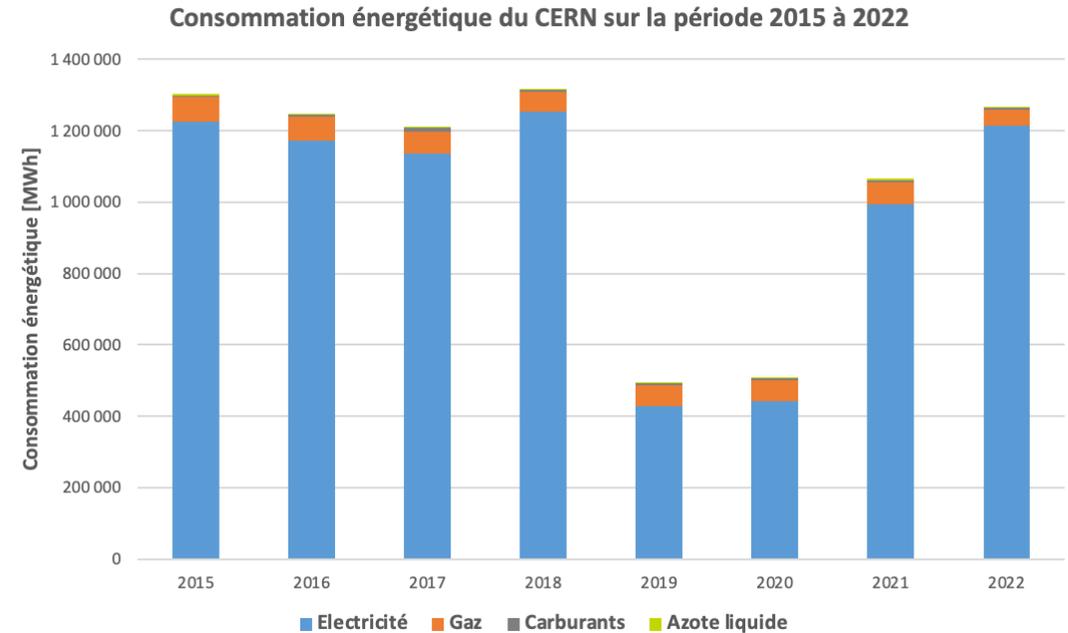
# L'utilisation et la récupération d'énergie

Le CERN gère sa consommation électrique de manière responsable depuis plus d'une décennie, bien avant la mise en place des SDG.

La **Politique Energétique\*** récemment adoptée définit la stratégie suivante :

- **Consommer moins**
- **Améliorer l'efficacité**
- **Récupérer plus**

*\*Le terme « Energie » n'inclut pas seulement l'électricité...*

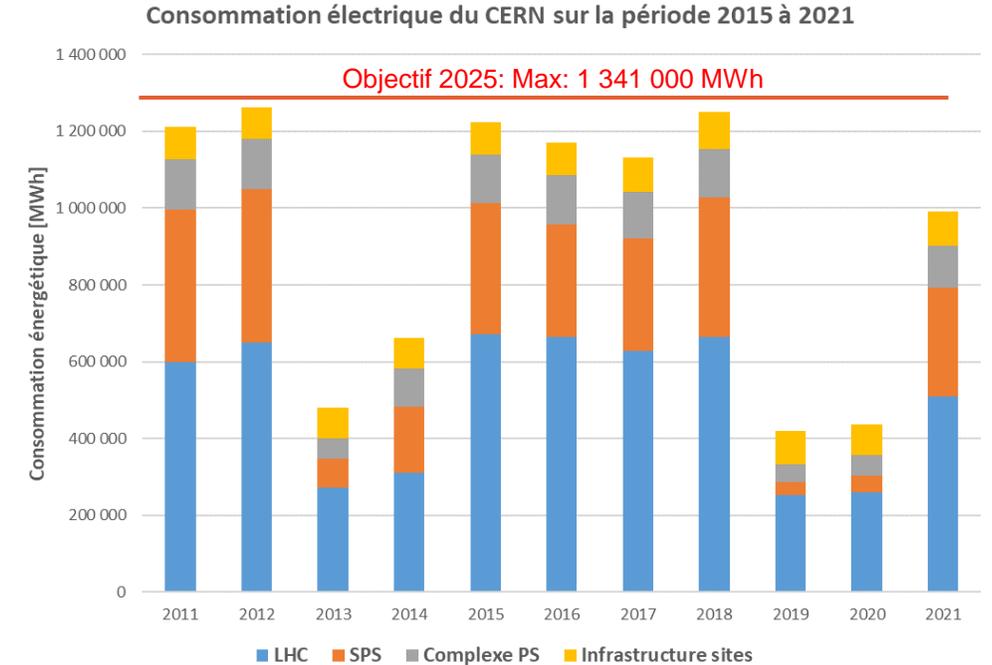
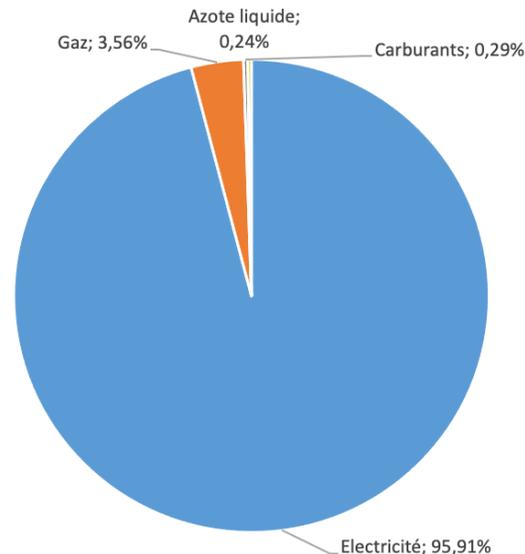


# Energie – **consommer moins**, améliorer l'efficacité et récupérer plus

## □ Consommer moins :

Depuis 2010, gain énergétique total d'environ 100 GWh/an suite à des actions de consolidation ou d'optimisation de fonctionnement

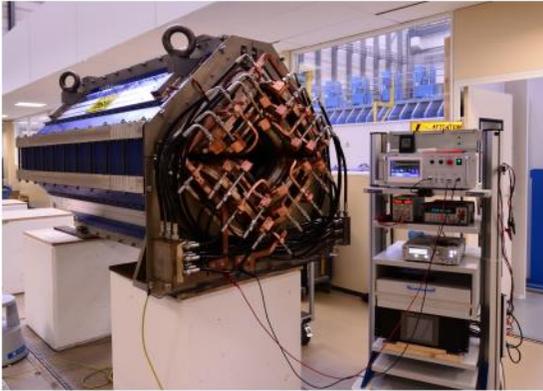
Répartition de la consommation énergétique du CERN  
Année 2022 - Total: 1,267 TWh



→ Objectif de limiter à 5% la hausse de la consommation électrique annuelle en fin de RUN3, sur la base de l'année 2018

# Energie – **consommer moins**, améliorer l'efficacité et récupérer plus

Amélioration des installations : rénovation de la zone Est (effectuée lors du récent LS2)



Nouveaux équipements (Réfrigérateurs cryogéniques pour HL-LHC)

Compressor station  
of LHC 18 kW@ 4.5 K helium refrigerator



LHC 18 kW @ 4.5 K helium cryoplants  
33 kW @ 50 K to 75 K, 23 kW @ 4.6 K to 20 K, 41 g/s liquefaction



Energie :  
De 11 GWh/an à presque 0,6 GWh/an  
( > 90% de réduction)

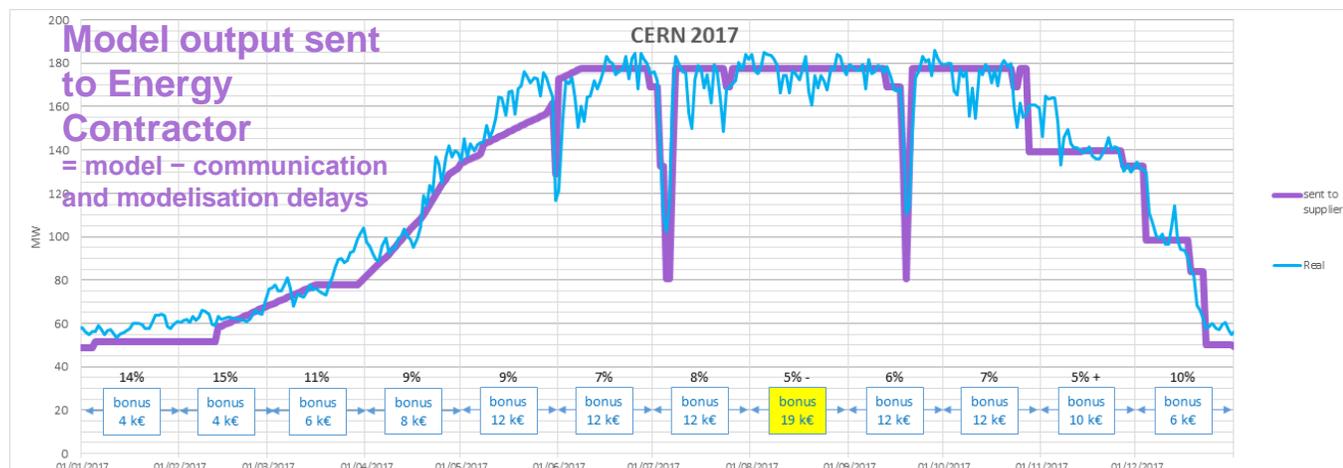
Les requis (performance, technologie) ont pris en compte des facteurs d'épargne énergétique

Adjudication sur la base de CAPEX + OPEX (10 ans)

# Energie – consommer moins, améliorer l'efficacité et récupérer plus

Le CERN est le premier laboratoire à être certifié ISO 50001

- La certification implique l'amélioration continue et le monitoring
- Dans le cadre du processus de **certification ISO 50001**, un plan d'actions est défini à l'horizon 2030 pour les infrastructures des accélérateurs et les bâtiments tertiaires – chiffrage des gains énergétiques
- **Plan de performance Énergétique (2022-2026)**
- **Web-energy**: application pour un **suivi précis** des consommations et prévisions (précision meilleure de 1% !)





## Certificat

Certificate

N° 2023/103380.1 Page 1 / 1

AFNOR Certification certifie que le système de management mis en place par :  
AFNOR Certification certifies that the management system implemented by:

**Organisation européenne pour la Recherche nucléaire (CERN)**  
**European Organization for Nuclear Research (CERN)**

pour les activités suivantes :  
for the following activities:

RECHERCHE FONDAMENTALE EN PHYSIQUE DES PARTICULES.  
FUNDAMENTAL RESEARCH IN PARTICLE PHYSICS.

a été évalué et jugé conforme aux exigences requises par :  
has been assessed and found to meet the requirements of:

**ISO 50001 : 2018**

et est déployé sur les sites suivants :  
and is developed on the following locations:

Adresse  
Eplanade des Particules 1 CH-1211 GENÈVE 23  
9001, route de Saint-Genis FR-01280 PREVESSIN MOENS

(L'ensemble des activités de l'entreprise sur les sites donnés est couvert par la certification)  
(The scope of certification covers all activities carried out on the above-mentioned locations)

Ce certificat est valable à compter du (année/mois/jour)  
This certificate is valid from (year/month/day)

N° SIREN  
445403488

Jusqu'au  
until  
2026-02-01



**Julien NIZRI**  
Directeur Général d'AFNOR Certification  
Managing Director of AFNOR Certification



Flashez ce QR Code pour vérifier la validité du certificat

Pour le certificat électronique, consultez le site [www.afnor-certification.com](https://www.afnor-certification.com), fait foi en temps que de la vérification de l'organisme.  
The electronic certificate, consult the website [www.afnor-certification.com](https://www.afnor-certification.com), made good faith as the verification of the organization.  
AFNOR Certification n°1-001, organisme de certification, agréé par le ministère de l'énergie.  
AFNOR Certification n°1-001, Management System Certification, Scope available on www.afnor-cert.com.  
AFNOR est un marque déposée. AFNOR is a registered trademark. CERN® is a trademark. ©2023

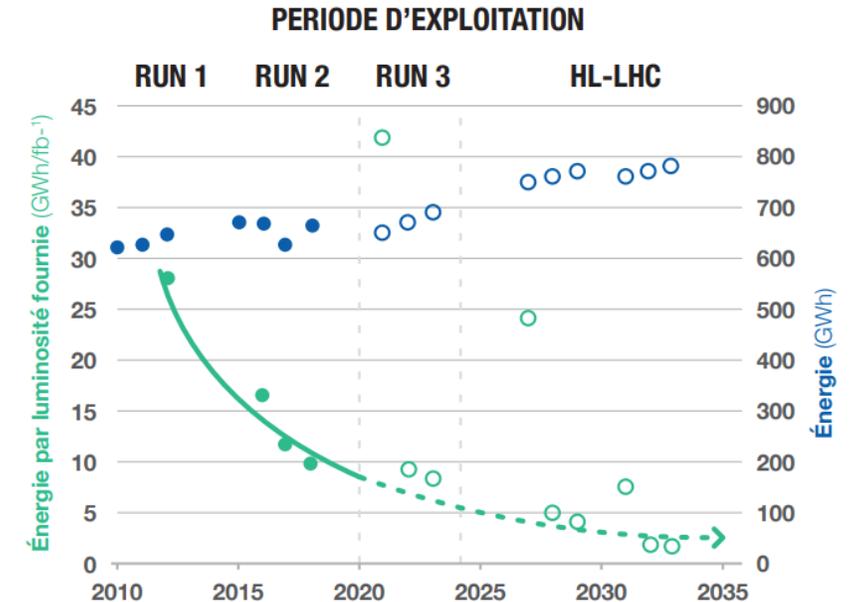
# Energie – consommer moins, améliorer l'efficacité et récupérer plus

□ **Améliorer l'efficacité** – une démarche de longue date au CERN, intégrée en particulier dans la conception des infrastructures des accélérateurs

→ *HL-LHC multipliera par dix l'efficacité énergétique de l'installation phare du CERN sur 20 ans*

**Cela passe aussi par la rénovation de bâtiments**

## Efficacité énergétique du LHC



- Énergie par luminosité fournie (GWh/fb<sup>-1</sup>)
- Énergie prévue par luminosité fournie (GWh/fb<sup>-1</sup>)
- Consommation d'énergie du LHC (GWh)
- Consommation d'énergie prévue pour le LHC (GWh)

## B108 - 164 RENOVATION

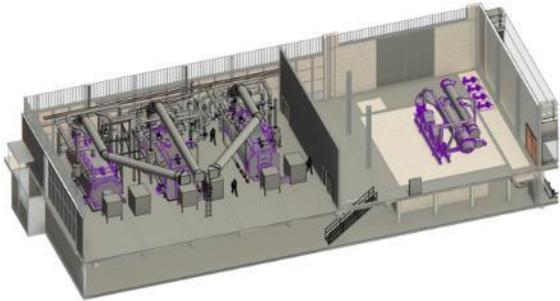
Workshops & Assembly hall, built in 1965  
Surface: 1200 m<sup>2</sup>  
Main users: EP department  
Objective: GLOBAL RENOVATION: envelope, electrical network, lights and HVAC (50% performance improvement), asbestos & lead removal



# Energie – consommer moins, améliorer l'efficacité et récupérer plus

## Réduction de la consommation de gaz pour chauffage

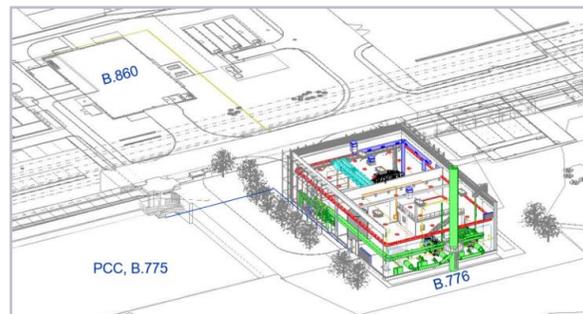
- Au CERN : Projets ambitieux pour 2 installations industrielles (> - 60% de consommation de gaz vs 2022 dès 2026/2027)
- CERN vers la société : réutilisation de la chaleur fatale (20 GWh/an) du LHC pour chauffer un quartier de la commune avoisinante (future ZAC de Ferney-Voltaire)



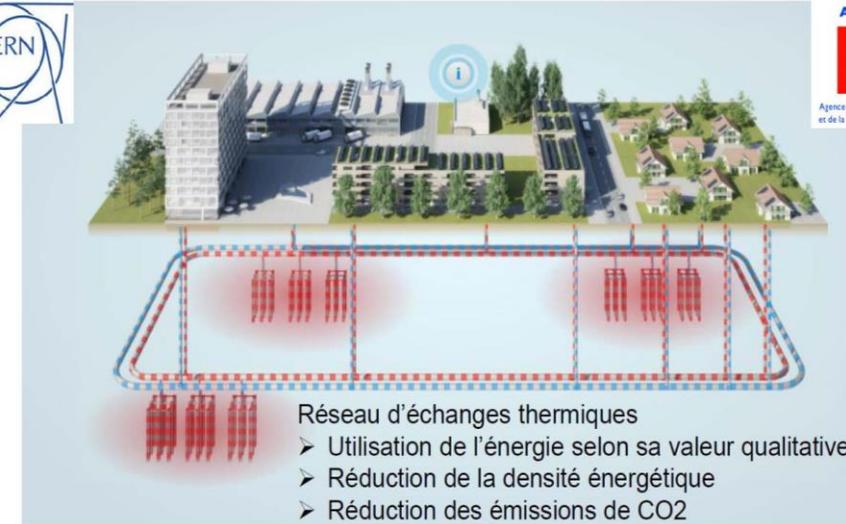
Chaufferie – Site Meyrin (CH)



Chaufferie – Site Prévessin (F)



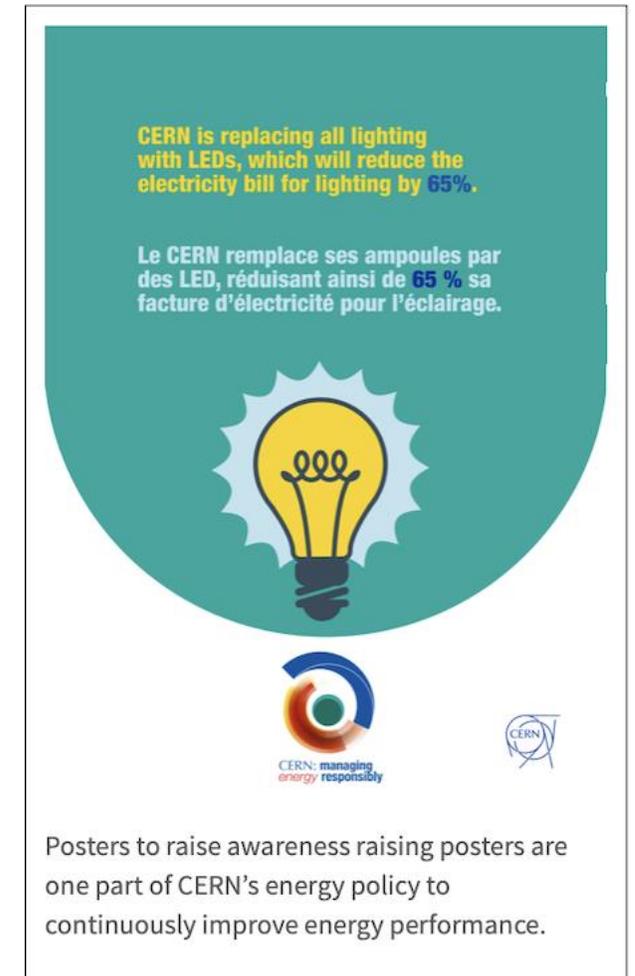
Un réseau de chaleur innovant  
Projet retenu pour l'aide aux nouvelles technologies émergentes



# Mesures prises par le CERN pour économiser de l'énergie : événements marquants de 2022

Mesures d'urgence en hiver 2022-2023 (& 2023-2024) comme responsabilité sociétale de l'Organisation

- Préparation de **configurations à puissance réduite** si demandées par les services publics. Réduction ultime de ~ **50% de la consommation d'énergie** (180 MW en fonctionnement standard) pendant certaines heures critiques.
- Avancement des **arrêts techniques** de fin d'année de 2 semaines (30 GWh)
- Diverses mesures sur le **campus du CERN** pour économiser l'énergie :
  - **Réduction du chauffage** à 19°C & démarrage différé (5% de la consommation de gaz)
  - Arrêt de **l'éclairage public** la nuit (réduction de 260 MWh/an)
  - Remplacement accéléré de **l'éclairage LED, mode veille** pour les infrastructures inoccupées...



<https://hse.cern/content/energy-management>

# La contribution du CERN

## Superconductivity for sustainability: a new superconducting link for the High-Luminosity LHC

A flexible cryostat and the first series of high-temperature superconducting magnesium diboride cables will form an innovative electrical transfer line to power the HL-LHC inner triplet magnets

3 MARCH, 2023 | By Chetna Krishna



A novel, flexible cryostat, colloquially known as the "python", composed of 19 high-temperature magnesium diboride superconducting cables that can carry 120 kA. (Image: CERN)

Développement de solutions pour une distribution électrique plus efficace sur la base de l'expertise dans les technologies supraconductrices



World Today News

[Home](#)

[News](#)

[Business](#)

[Entertainment](#)

[Health](#)

[S](#)

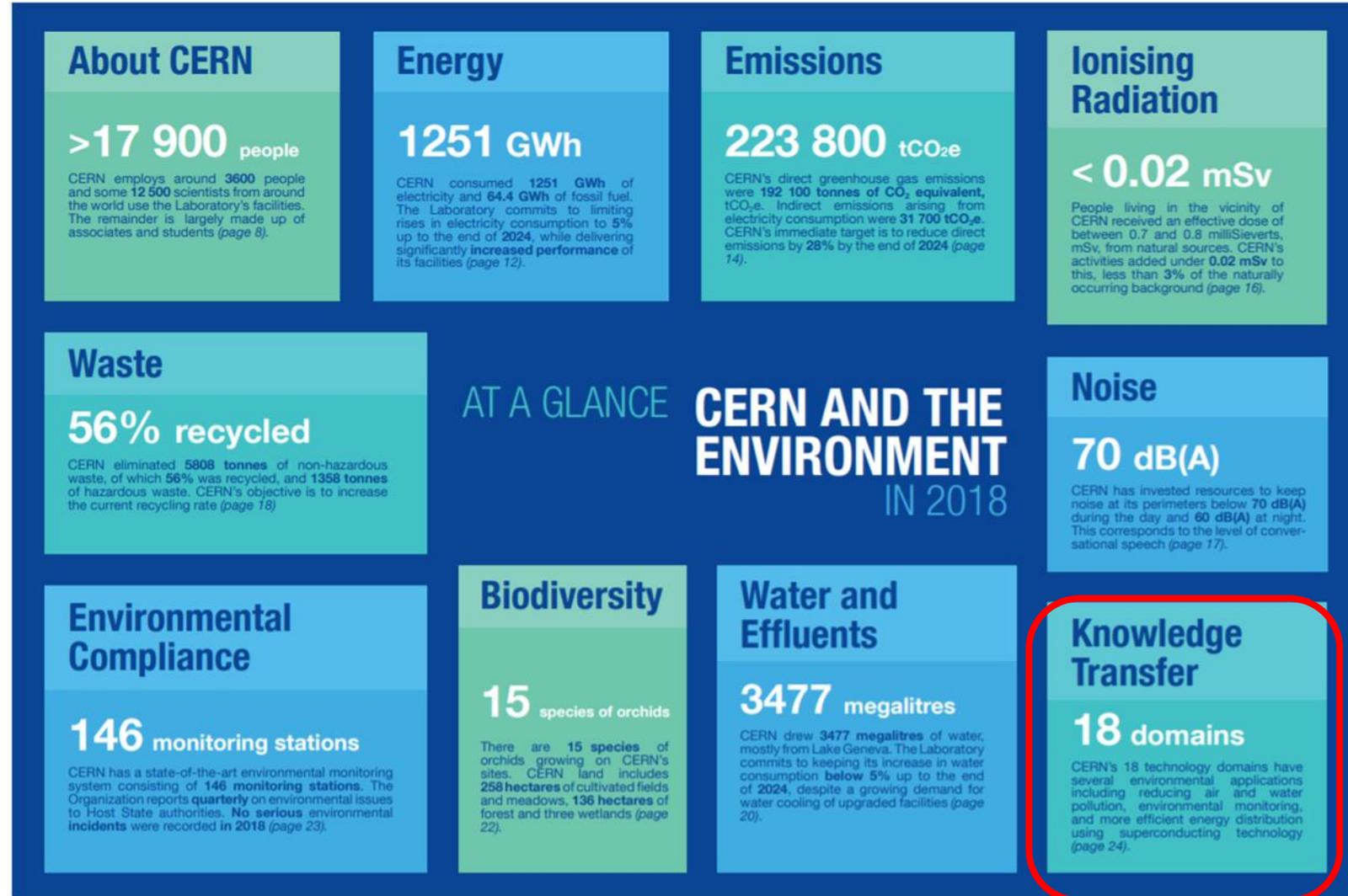
## SuperNode and CERN join forces to develop innovative insulation for superconducting cables

# Quels sont nos objectifs environnementaux?

La plus haute priorité est mise sur :

- ❑ Réduction des émissions de gaz fluorés par les Grandes Expériences du LHC
- ❑ Limitation de la consommation électrique
- ❑ Limitation de la consommation d'eau
- ❑ Réduction de l'impact de nos rejets dans les cours d'eau

Ces objectifs ont été définis et approuvés début 2020 par la Direction, en prenant en compte le calendrier des accélérateurs du CERN (Runs & Shutdowns)



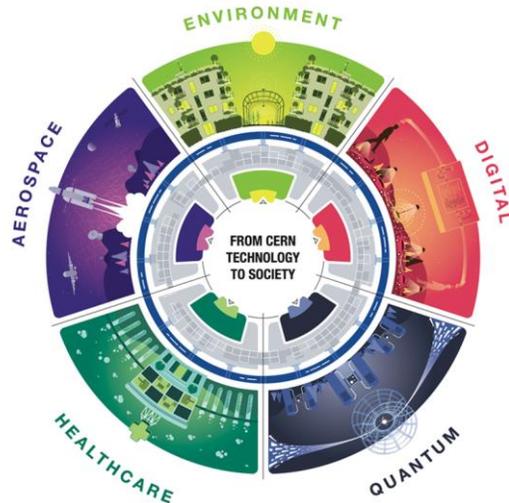
# Développement de technologies pour l'environnement (1/2)

## Programme d'innovation en matière d'applications environnementales :

- Lancement du programme en mars 2022, ouvert à la communauté du CERN
- Développement de technologies avec un potentiel impact global



<https://kt.cern/environment/CIPEA>

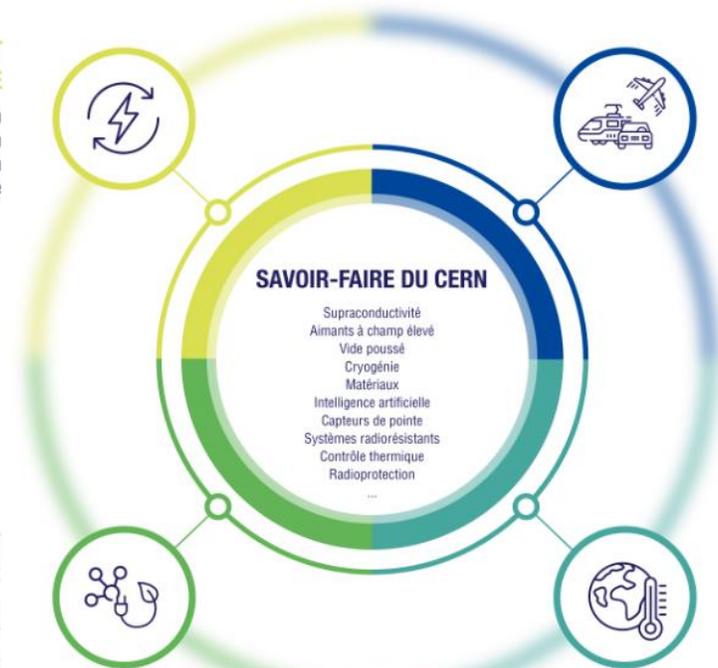


### ÉNERGIES RENOUVELABLES ET À FAIBLE ÉMISSION DE CARBONE

Production  
Transformation  
Distribution  
Stockage

### DURABILITÉ ET SCIENCE VERTE

Gestion de l'énergie  
Gestion de la chaleur  
Processus industriels



### SAVOIR-FAIRE DU CERN

Supraconductivité  
Aimants à champ élevé  
Vide poussé  
Cryogénie  
Matériaux  
Intelligence artificielle  
Capteurs de pointe  
Systèmes radio-résistants  
Contrôle thermique  
Radioprotection  
...

### TRANSPORTS NON POLLUANTS ET MOBILITÉ DU FUTUR

Air  
Mer  
Rail  
Route

### CHANGEMENT CLIMATIQUE ET CONTRÔLE DE LA POLLUTION

Surveillance  
Modélisation  
Atténuation



KT  
Knowledge Transfer  
Accelerating innovation

# Identifier et développer les technologies CERN

CIPEA : Plus de 30 idées soumises

8 projets sélectionnés pour recevoir un support financier du Knowledge Transfer (KT) Fund du CERN ou de partenaires externes



Énergies renouvelables et à faible émission de carbone

Accord avec **GTT** pour soutenir la conception de grands cryostats pour le transport maritime d'hydrogène liquide



Transports non polluants et mobilité du futur

Partenariat avec **Airbus** pour évaluer les options de distribution d'énergie SC pour les futurs avions électriques/hybrides utilisant de l'hydrogène liquide



Changement climatique et contrôle de la pollution

Collaboration avec le Phi-lab de l'**ESA** pour développer des algorithmes d'IA permettant d'analyser les images spatiales d'observation de la Terre pour la surveillance du climat

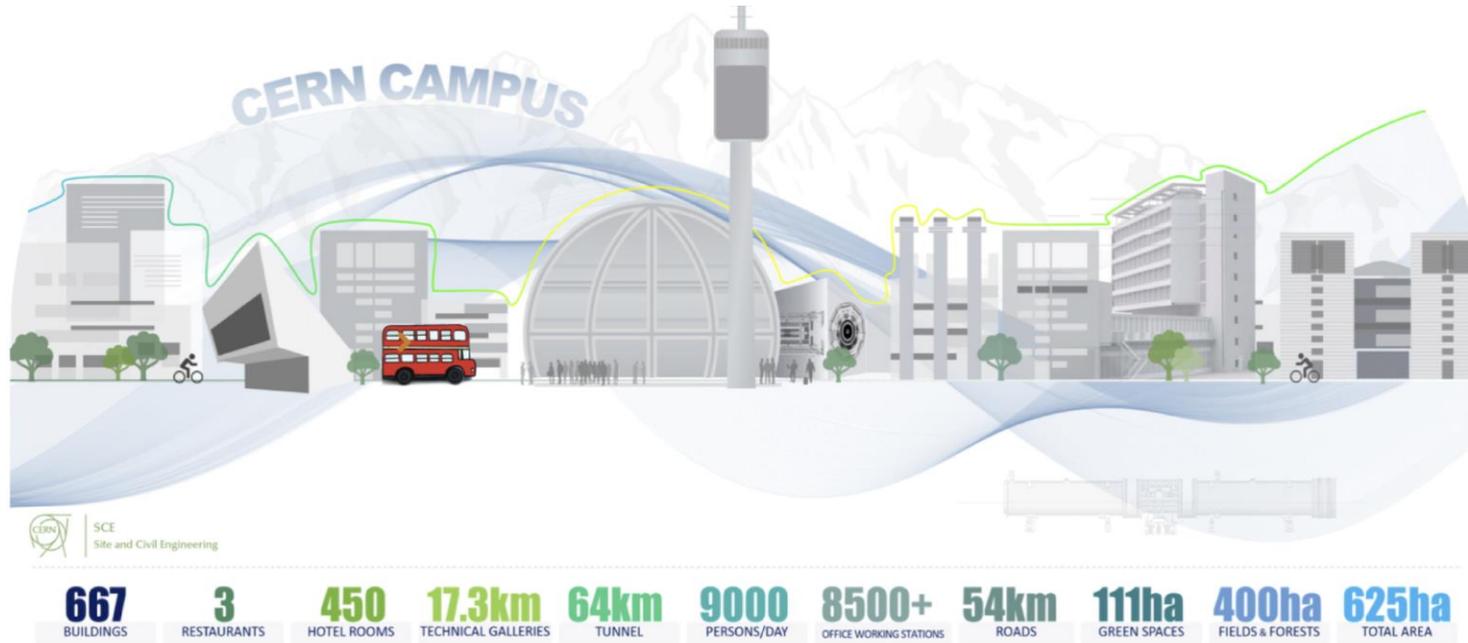


Durabilité et science verte

Projet avec **ABB** pour améliorer l'efficacité énergétique du refroidissement et de la ventilation du CERN grâce à des capteurs intelligents et des jumeaux numériques (digital twins)



# Développement de technologies pour l'environnement (2/2)



## □ L'initiative *CERN Green Village* :

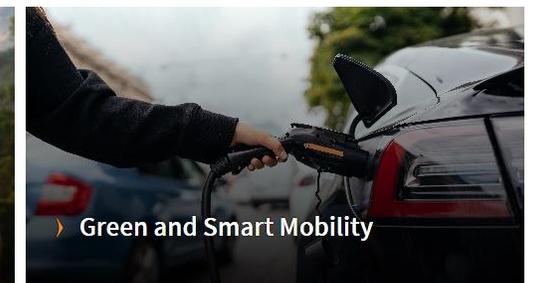
Lancement de l'initiative au printemps 2022

Mise à disposition de l'infrastructure du Campus CERN pour permettre le développement de technologies ou solutions novatrices en faveur de l'environnement et de la société

## DISCOVER OUR SUSTAINABILITY CHALLENGES

Ouvert aux entreprises, start-up, institutions académiques, infrastructures de recherche,...

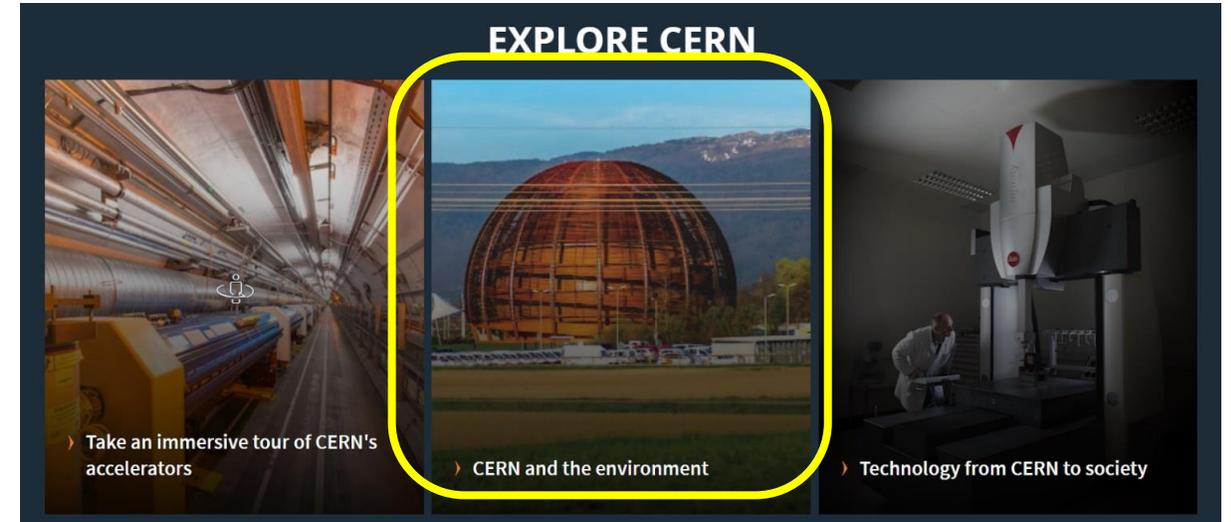
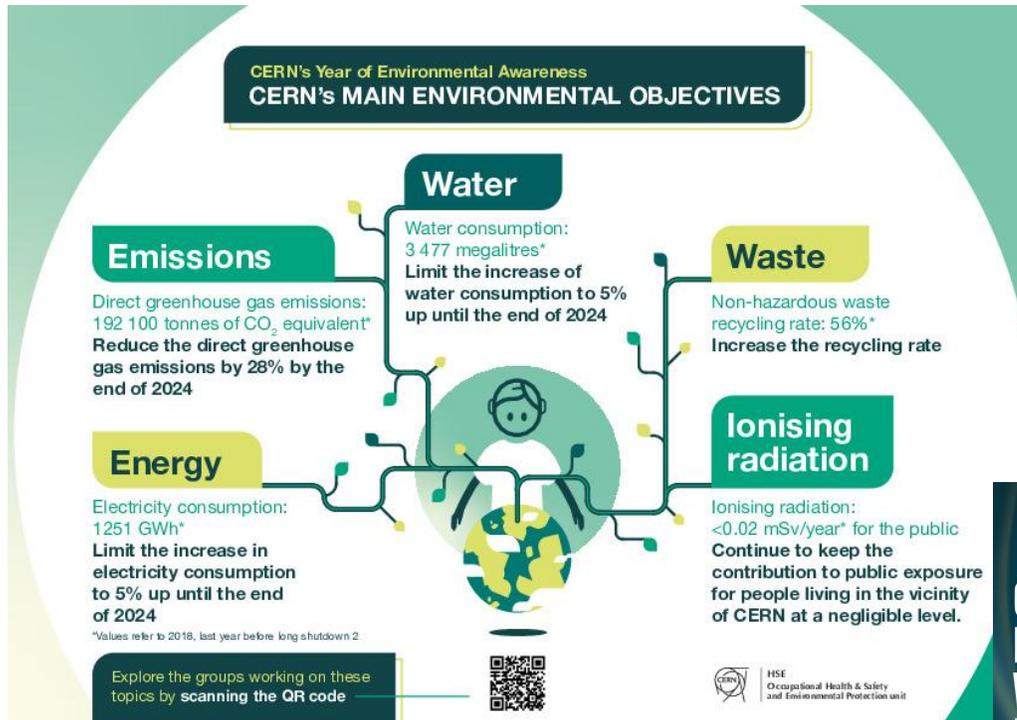
<https://sce-dep.web.cern.ch/cerns-village-home>



# Communication et sensibilisation

<https://home.cern>

2021-2022 : CERN's Year of Environmental Awareness



<https://hse.web.cern.ch/cerns-year-environmental-awareness>



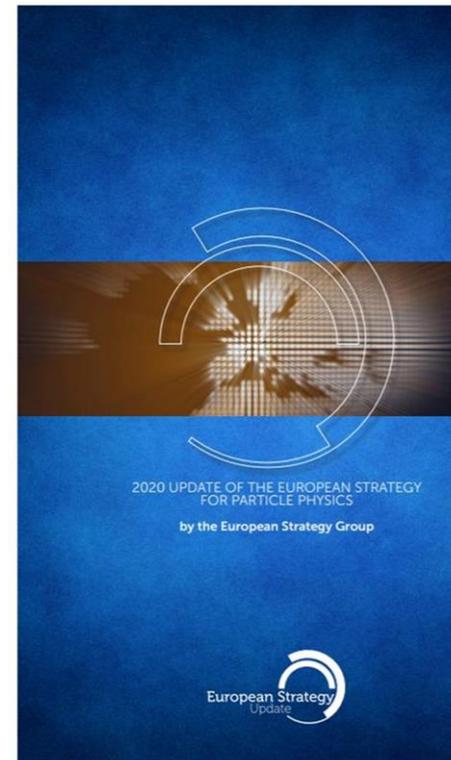
Oct. 2022: "CERN and the environment workshop"

<https://indico.cern.ch/event/1193771/>

# ... et le futur ?

- ❑ La stratégie du CERN en matière d'environnement et de durabilité est basée sur trois piliers :
  - ❑ la réduction de l'impact du laboratoire sur l'environnement
  - ❑ l'augmentation de l'efficacité et de la réutilisation énergétique
  - ❑ le développement de technologies qui peuvent aider la société à préserver la planète

- ❑ Tout futur projet CERN de grande ampleur sera développé en adéquation avec la mise à jour en 2020 de la **stratégie européenne pour la physique des particules**



7



## Environmental and societal impact

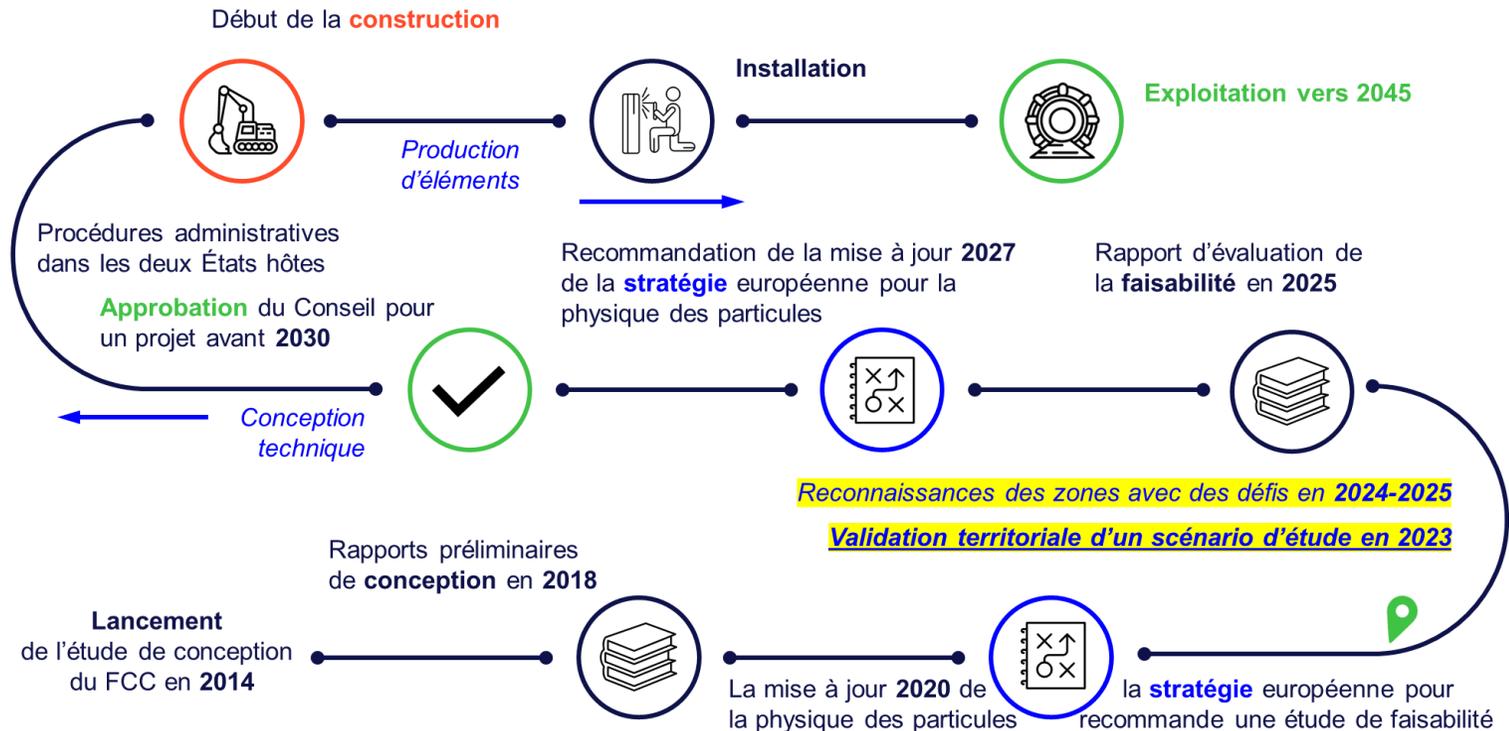
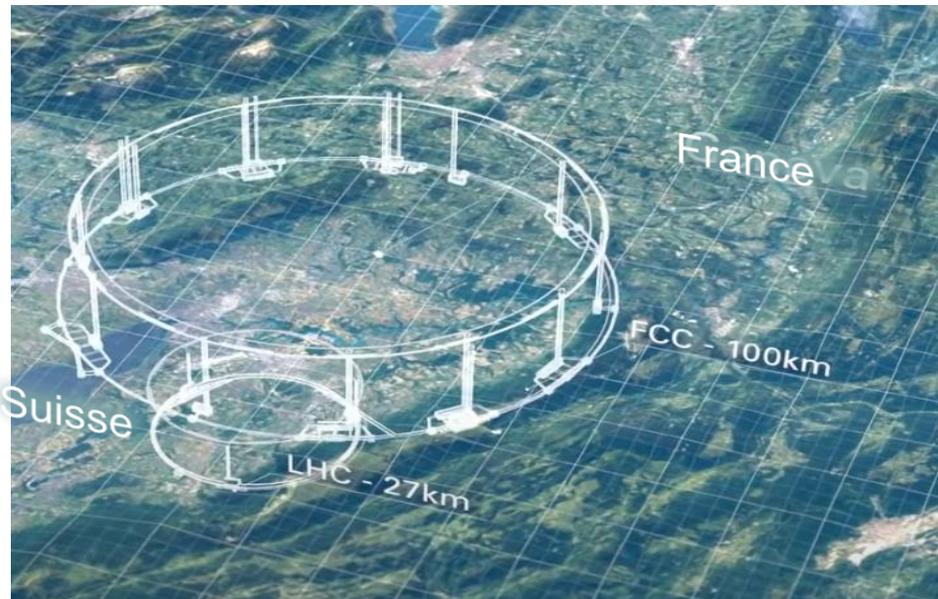
- A. The energy efficiency of present and future accelerators, and of computing facilities, is and should remain an area requiring constant attention. Travel also represents an environmental challenge, due to the international nature of the field. **The environmental impact of particle physics activities should continue to be carefully studied and minimised. A detailed plan for the minimisation of environmental impact and for the saving and re-use of energy should be part of the approval process for any major project. Alternatives to travel should be explored and encouraged.**
- B. Particle physics, with its fundamental questions and technological innovations, attracts bright young minds. Their education and training are crucial for the needs of the field and of society at large. **For early-career researchers to thrive, the particle physics community should place strong emphasis on their supervision and training. Additional measures should be taken in large collaborations to increase the recognition of individuals developing and maintaining experiments, computing and software. The particle physics community commits to placing the principles of equality, diversity and inclusion at the heart of all its activities.**
- C. Particle physics has contributed to advances in many fields that have brought great benefits to society. Awareness of knowledge and technology transfer and the associated societal impact is important at all phases of particle physics projects. **Particle physics research centres should promote knowledge and technology transfer and support their researchers in enabling it. The particle physics community should engage with industry to facilitate knowledge transfer and technological development.**

# ...quel futur ?

## FCC : Future Circular Collider



<https://home.cern/science/accelerators/future-circular-collider>



Début de la **construction**

Installation

Exploitation vers 2045

Production d'éléments

Procédures administratives dans les deux États hôtes

Recommandation de la mise à jour 2027 de la **stratégie** européenne pour la physique des particules

Rapport d'évaluation de la **faisabilité** en 2025

Approbation du Conseil pour un projet avant 2030

Reconnaitances des zones avec des défis en 2024-2025

Validation territoriale d'un scénario d'étude en 2023

Rapports préliminaires de **conception** en 2018

Lancement de l'étude de conception du FCC en 2014

La mise à jour 2020 de la physique des particules

la **stratégie** européenne pour recommande une étude de faisabilité

Conception technique

# Les études de collisionneurs futurs

## FCC

- Intégration d'une "**éco-conception**" dès la première phase de l'étude, en équilibrant l'excellence scientifique, la compatibilité territoriale, la mise en œuvre et les aspects opérationnels.
- Le processus d'évaluation environnementale suit l'approche "**Éviter-Réduire-Compenser**" ; il inclut la géologie, l'urbanisme, la santé et la sécurité de la société, le développement technique et les risques...
- Co-développement itératif avec les partenaires des Etats hôtes sur des sujets hautement prioritaires tels que :
  - **Consommation de ressources** : terre, sol, eau
  - **Limitation des impacts**: réutilisation des matériaux d'excavation, réduction de l'empreinte au sol, conception économe en énergie, réduction du trafic et des nuisances pendant la construction.
  - **Création de valeur ajoutée**: fourniture de chaleur résiduelle, partage d'infrastructures techniques (électricité, télécommunications, approvisionnement et traitement de l'eau, etc.)



## R&D pour accélérateurs et détecteurs futurs

*recommande :*

- Technologies efficaces
- Concepts d'accélérateurs qui incluent l'efficacité énergétique
- Aspects de durabilité
- La détection de particules par des eco-gaz

# Que cherchons-nous ?

De nombreuses questions de physique fondamentale restent à élucider

95 % de la masse  
et de l'énergie de l'Univers  
nous  
sont **inconnus**

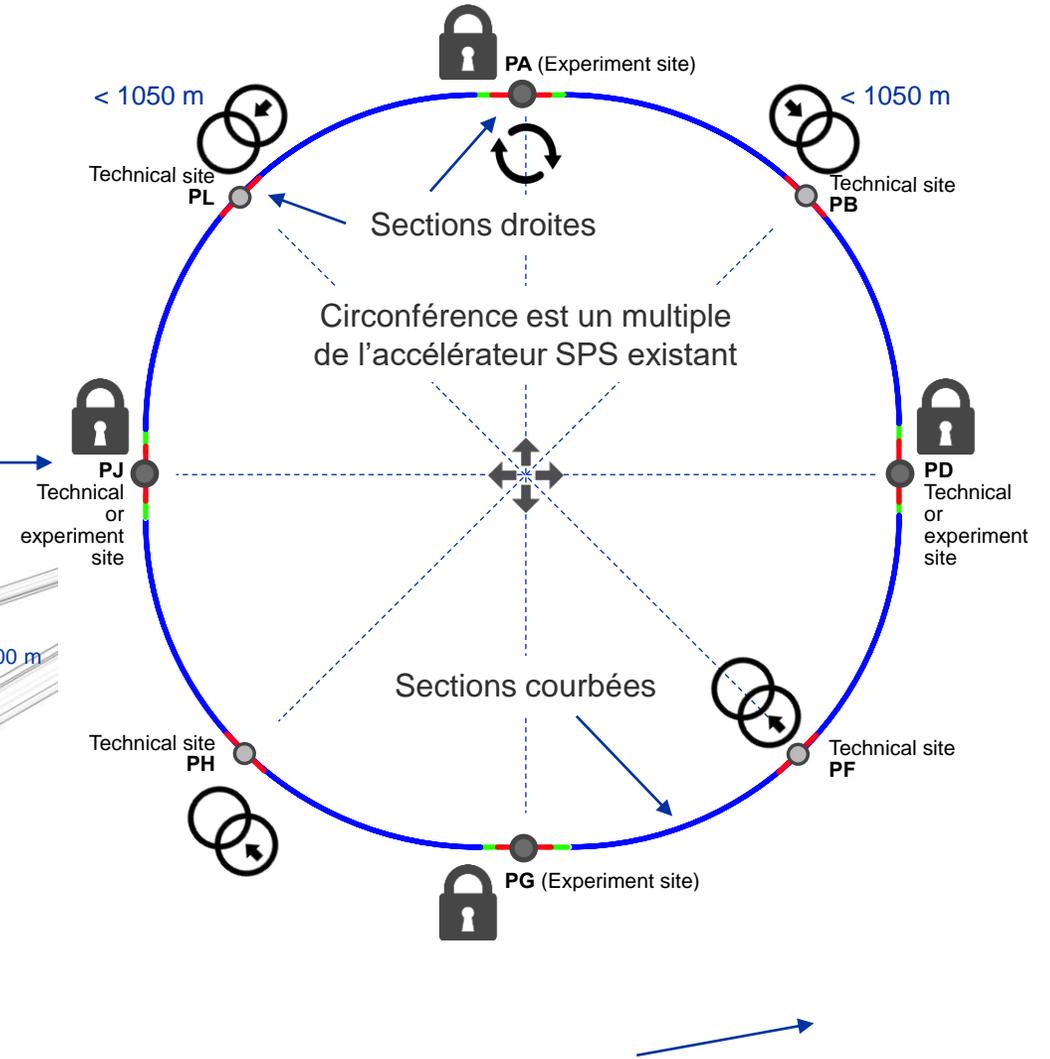
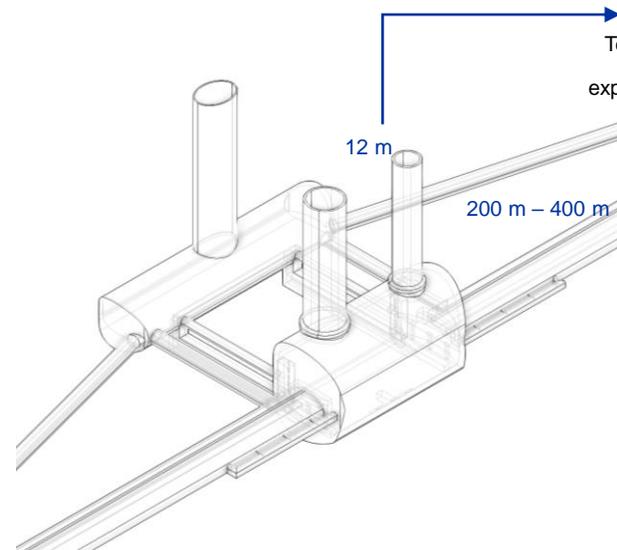
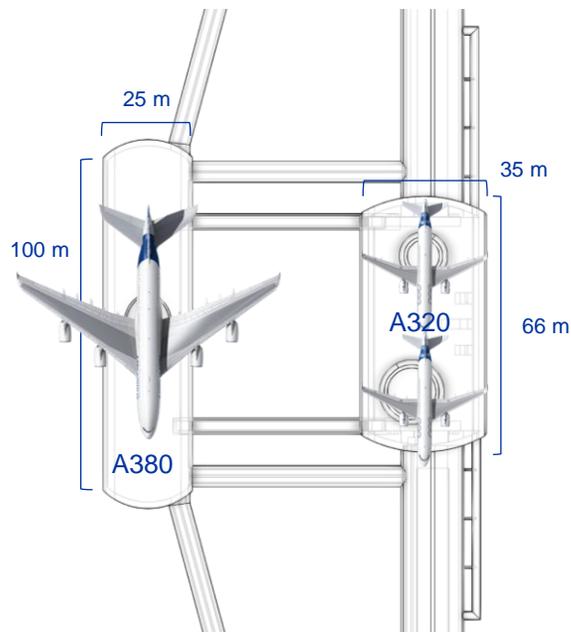
Existe-t-il un seul type de  
**boson de Higgs**,  
et se comporte-t-il comme  
prévu ?

Pourquoi l'Univers  
n'est-il composé que  
de matière ?  
**Où est l'anti-matière ?**

La valeur de la masse des  
**neutrinos** est l'une des  
grandes énigmes de la  
physique non-résolues

# Quelques éléments du FCC

- 91 km de circonférence
- Phase 1 : FCC-ee - **Collisionneur électron-positon à haute luminosité** (2045-2060)
- Phase 2 : FCC-hh - **Collisionneur proton-proton à haute énergie** (2065-2090). Remplace le FCC-ee au sein de la même infrastructure.



# Matériaux d'excavation

**Objectif** : identifier des **concepts crédibles** pour la gestion des matériaux mélasses

Les matériaux excavés considérés comme une « **ressource** » plutôt que comme un déchet

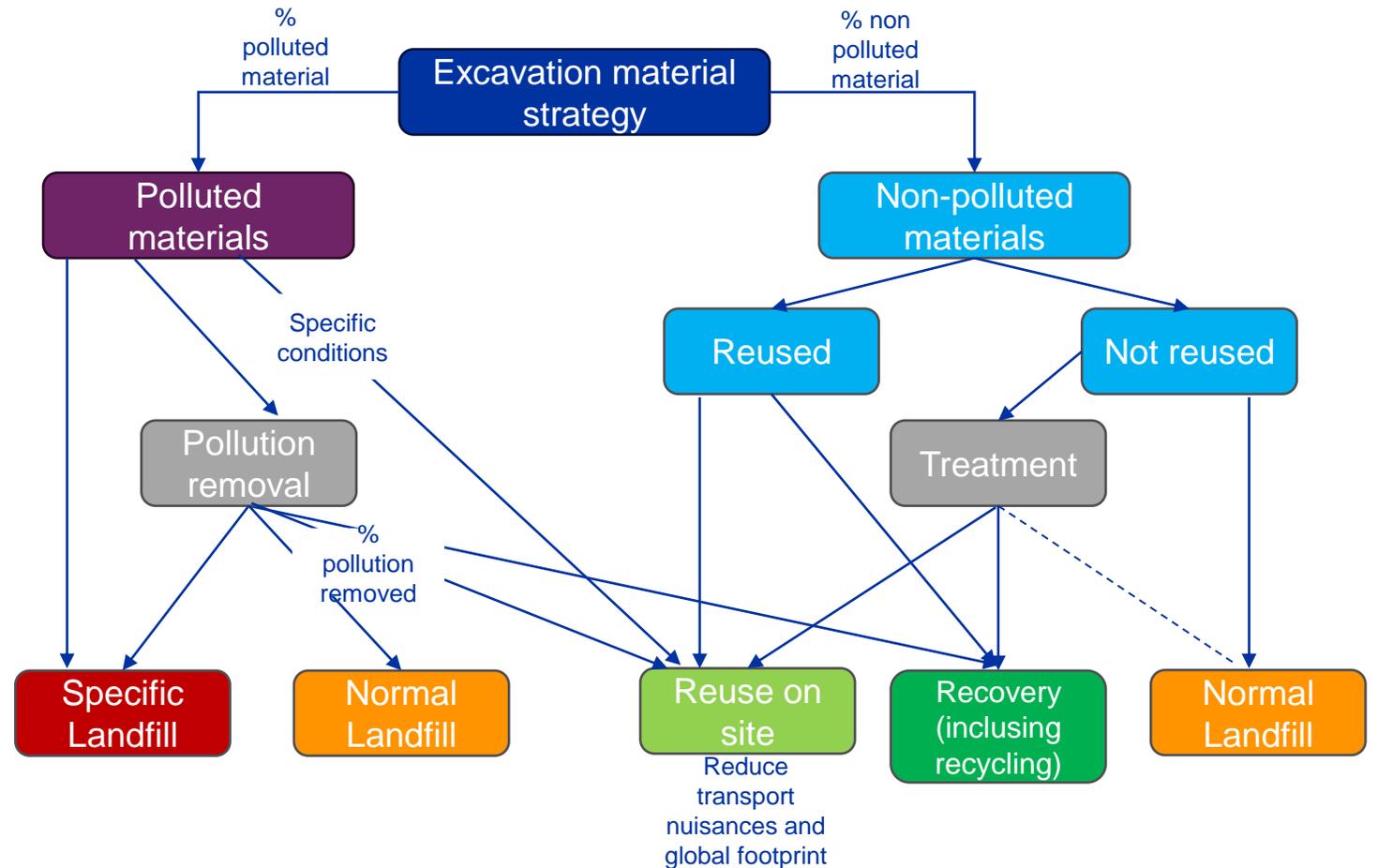
**8,1 Mm<sup>3</sup> de matériaux d'excavation** (volume vrac après excavation) : 96% mélasse sédimentaire hétérogène, 3% calcaire, 1% moraine

Aujourd'hui, **aucune réutilisation à l'échelle industrielle** n'est connue pour la mélasse.

Un plan crédible pour la gestion des matériaux est un **élément clé de la faisabilité**

Tirer parti de différents secteurs pour développer des **solutions pour un futur projet scientifique bénéficiant à l'ensemble de la société**

Le plan de gestion des déblais a joué un rôle dans **l'acceptation des grands projets** d'infrastructures (TELT, Grand Paris...).



# Exemple de recherche respectueuse de l'environnement : gestion et valorisation des déblais

- **Priorité** : la réutilisation
- **Eviter et réduire les transports** des déblais, notamment par camion
- Résultats du concours international “**Mining the Future**” en Octobre 2022 ouvre la voie au développement d’une **approche innovante et locale** :
  - Valorisation en **agriculture** et reboisement de **forêts** prenant en considération l’adaptation au changement climatique
  - Reconstruction des **prairies** et réhabilitation des **friches**
  - Production de **matériaux de construction** locaux pour les sites du FCC

Démonstration à échelle prévue entre 2024 et 2030 dans le cadre d’un projet de collaboration avec industriels et universités.

<https://miningthefuture.web.cern.ch/>



# Défis et opportunités

- Poursuivre les actions lancées en matière d'Environnement et de Développement Durable : **renforcer la stratégie globale à l'horizon 2030**
- Suivre la mise en œuvre des **projets ambitieux** décidés pour la minimisation de l'impact, les économies d'énergie et la réutilisation
- **L'environnement et la durabilité** seront considérés comme des **aspects clés** des futures études sur les collisionneurs – constitueront un critère de décision – un domaine d'intérêt de grande importance pour l'avenir du CERN.

**VIDEO on CERN et environnement: <https://hse.web.cern.ch/services-support/environmental-protection>**

Remerciements: S. Kleiner, A. Cook, R. Guida, S. Claudet, B. Mandelli, I. Bejar Alonso, R. Losito, A. Alessi, J. Gutleber, Ch. Martel.

