

Restitution de la session Transverse DD pendant le symposium ESPPU IN2P3/Irfu

Contexte: Mise à jour de la Stratégie Européenne pour la Physique des Particules juin 2026

Cadrage et mandat pour l'ESG :

Lors de sa session restreinte du 21 mars 2024, le Conseil du Cern a lancé le processus de mise à jour de la stratégie européenne pour la physique des particules (ESPPU). Pilotée par l'ESG (European Strategy Group), l'ESPPU est nourrie par les contributions de la communauté des physiciens intéressés par la physique au Cern. Les contributions attendues couvrent :

- *l'option préférée pour le prochain collisionneur au CERN mais aussi des options alternatives par ordre de priorité si le plan préféré choisi s'avère ne pas être faisable ou compétitif ;*
- les domaines prioritaires pour les expériences de moindre envergure à envisager au CERN et dans les laboratoires nationaux ;
- de manière générale, tous les points jugés pertinents pour le domaine, notamment la R&D sur les accélérateurs, les détecteurs et le calcul, la physique théorique, les actions visant à **minimiser l'impact environnemental et à améliorer la durabilité de la physique des particules** basée sur les accélérateurs, et les actions de communication et de formation destinées à attirer et former les nouvelles générations de physiciens, d'ingénieurs et de techniciens.



Contribution française à l'ESPPU

Irfu + IN2P3

Objectif: “définition d'une position collective claire et forte pour notre avenir” (L. V.)

Déroulé du processus: Approche Bottom-Up

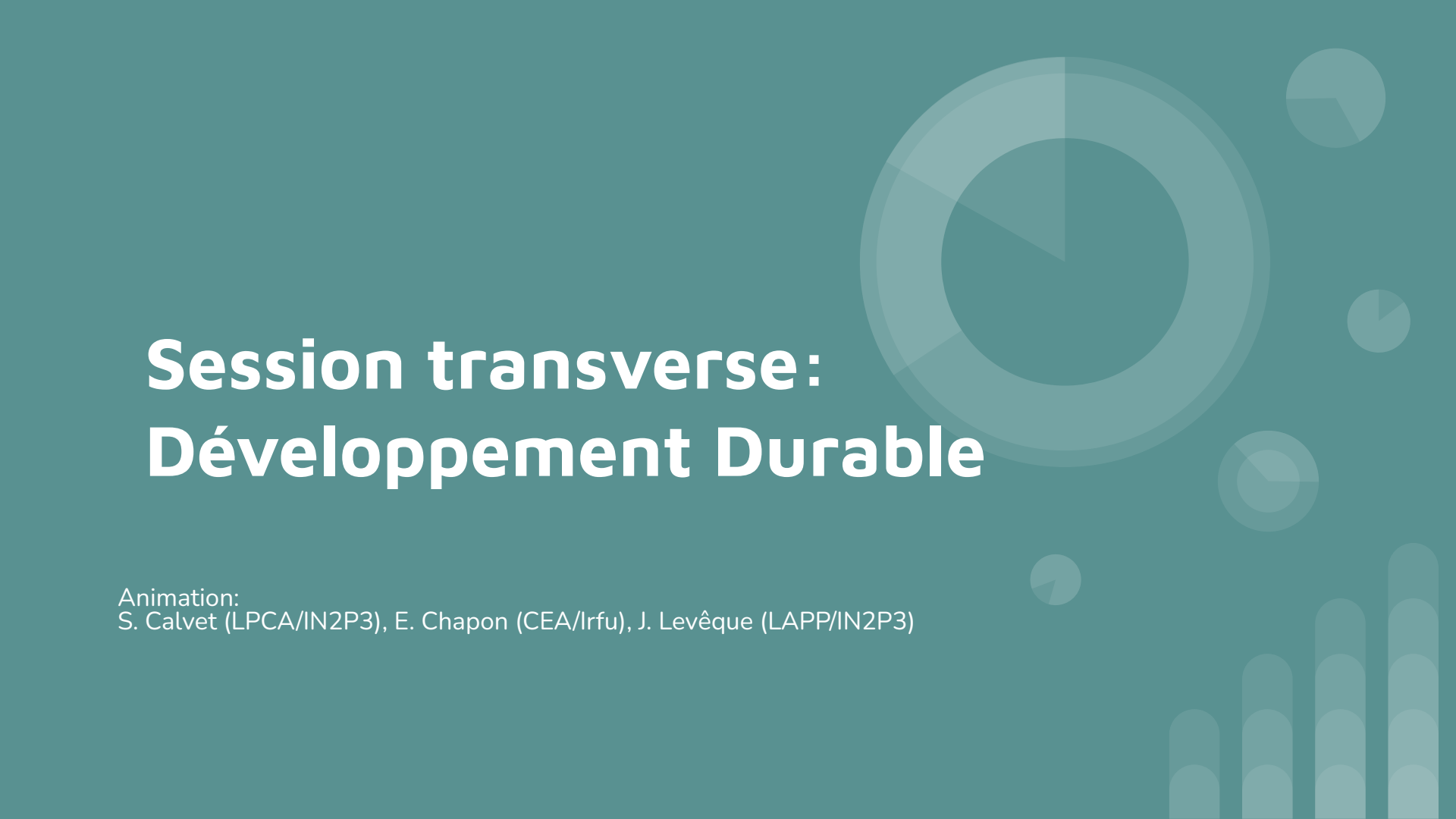
1. Collecte des contributions individuelles ou collectives IN2P3/Irfu sur un site web dédié pendant l'automne 2024
2. Première session de revue des contributions en décembre 2024:
<https://indico.in2p3.fr/event/34334/timetable/>
3. Symposium National pour finaliser les discussions et les conclusions 20/21 janvier 2025 :
<https://indico.in2p3.fr/event/34662/timetable/>
4. Rédaction d'un document de 10 pages qui synthétise la position française, envoyé aux tutelles et à l'ESG (European Strategy Group) et qui sera rendu publique le 17 février prochain.



En quelques lignes

- 65 contributions IN2P3/Irfu reçues, distribuées en 5 groupes de travail
 - GT1 : Modèle standard et au-delà [en lien avec l'IRN Terascale]
 - GT2 : Physique de la saveur et tests des interactions fondamentales [en lien avec le GDR Intensity Frontier]
 - GT3 : Neutrinos (notamment Long-baseline) [en lien avec l'IRN Neutrinos]
 - GT4 : QCD et collisions d'ions lourds [en lien avec le GDR QCD]
 - GTS : étude des différents scénarios de futurs collisionneurs
- Les contributions sur le développement durable, la communication, la R&D étaient encouragées
- Résultat: **25% des contributions mentionnent l'importance de s'inscrire dans une démarche de transition écologique ou de développement durable.** La plupart sont des contributions **collectives**
- Initialement, les contributions DD ont pu être présentées comme marginales par rapport aux contributions scientifiques. Durant le processus, le sujet s'est avéré central et consensuel.

Session transversale: Développement Durable



Animation:
S. Calvet (LPCA/IN2P3), E. Chapon (CEA/Irfu), J. Levêque (LAPP/IN2P3)



Plan & Objectifs

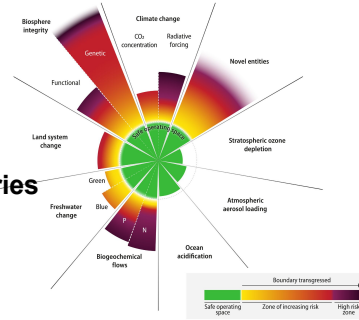
- Rappel des enjeux et problématiques
- Tour d'horizon des actions en cours dans la communauté HEP
- Résumé des contributions françaises reçues
- Discussion: Quels messages pour l'ESPPU ?

Rappel des enjeux et du contexte (inter)national

Fortes incitations à prendre le virage DD & RSE

Experts du climat

Katherine Richardson et al.,
Earth beyond six of nine planetary boundaries
Sci. Adv.9,eadh2458(2023). DOI:10.1126/sciadv.adh2458



Comité d'éthique du CNRS, dec. 2022

A l'issue de son analyse, le COMETS invite à :

1. Reconnaître que **la prise en compte de l'environnement fait partie intégrante de l'éthique de la recherche**; affirmer à ce titre la responsabilité des acteurs et actrices de la recherche de penser leur activité au regard des enjeux environnementaux ; cette responsabilité concerne non seulement l'empreinte des **pratiques de recherche** mais plus généralement **l'impact environnemental négatif ou positif** que le choix de tel ou tel **objet de recherche et de telle ou telle voie pour le traiter** peut engendrer pour l'environnement au sens large, à court, moyen ou long terme.

CNRS Le CNRS signe l'accord de Heidelberg pour une recherche durable

04 décembre 2024

INSTITUTIONNEL

En octobre 2024, à la suite d'un **workshop** à Heidelberg, en Allemagne, le CNRS a signé, aux côtés de plusieurs autres agences de financement et organismes de recherche européens, un accord historique en matière de coopération internationale pour une recherche durable.



Schéma directeur "Développement Durable et Responsabilité sociale"

Les niveaux de réduction attendus pour chaque établissement devront faire l'objet d'une quantification, au cas par cas, à la fois ambitieuse mais aussi réaliste, dans le cadre d'un dialogue documenté par les résultats déjà obtenus et par les cibles à atteindre, pour s'inscrire dans les objectifs de réduction de 5% de GES par an fixés au niveau national;

Parlement Européen



Fit for 55: Accord sur des règles plus strictes pour les émissions de gaz à effet de serre

Communiqué de presse [CNRS] 09-11-2022 - 08:45

- Tous les États membres doivent réduire les émissions de gaz à effet de serre en suivant une trajectoire plus stricte
- Réduction des possibilités de céder, emprunter ou épargner des quotas d'émissions
- Plus de transparence: des informations sur les actions nationales doivent être rendues publiques

Société civile

France - Suisse



DL Cern : l'accélérateur de 91 kilomètres suscite débat et oppositions

L'étude de faisabilité de l'accélérateur de 91 kilomètres du Cern sera rendue mi-mars. Mais ça bouge sur le terrain, avec le mécontentement de certains propriétaires et associations environnementales qui tiendront une réunion ce vendredi...

Sébastien Colson - 08 oct. 2024 à 17:39 | mis à jour le 08 oct. 2024 à 17:39 - Temps de lecture : 6 min

Ordres de grandeur des émissions HEP

Empreinte CO₂eq (t/an):

- Agent CNRS : 14t ([le-cnrs-calculer-son-deuxieme-bilan-carbone](#))
- Personnel IN2P3 : >6t
dominé par la construction et l'utilisation des IR
- Usager du LHC : >35t ([PoS ICHEP2024 \(2024\) 1231](#))
- Astrophysicien : 37t ([2407.16011](#))

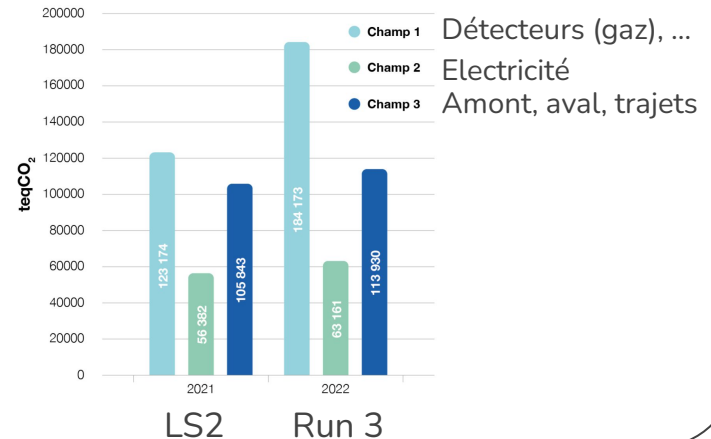
Français moyen : 10t (dont 6t sur le territoire)

Cible pour 2050: 2t/an/pers  Périmètres différents !

Tous les grands établissements publics (ex: CNRS) sont désormais tenus de publier un bilan de leurs émissions.

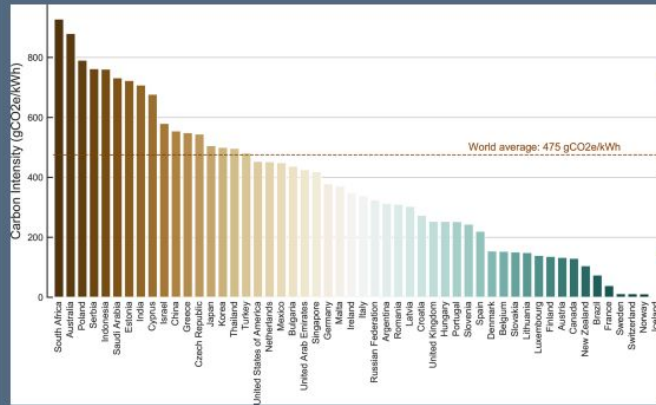
Sources d'émission: [exemple du CERN](#)

- Opération des détecteurs: Champ 1
 - Dont expériences 90% (F-gases)
- Computing: Champ 2 (consommation électrique) et 3 (matériel)
 - Voir prochain slide
- Accélérateur
 - Operation (champ 2)
- Autre (déplacements, bâtiments, conférences)



Impact du computing

- Global IT sector **could be** 2-6% of global CO₂e emissions, growing to 20% by 2030
- 70% from data centres and communication networks
- HEP uses Grid centres all over the world, yet emissions from electricity vary wildly



Solutions:

- Choose sites with green electricity...
- **Green500 list**
- Optimize your code ;-)

Far future (2040):

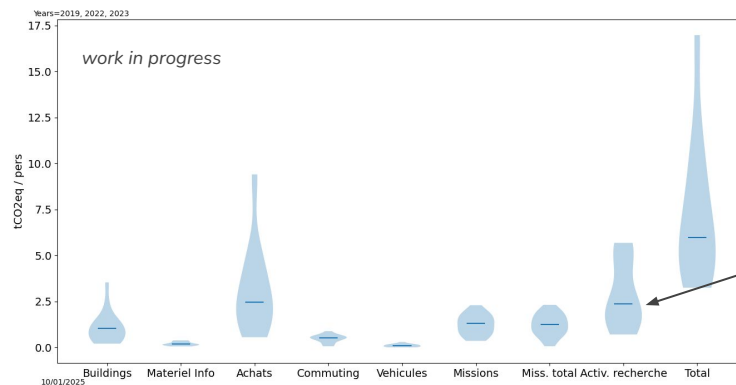
- **All OECD electricity grids will be emissions free...**
- But huge demand for electricity

[GHG emissions in ICT sector](#)

Panorama (non exhaustif) des efforts dans la communauté HEP

Sustainability in HEP, Large Collaborations, ...

- Conférence [Sustainable HEP](#)
 - [Prochaine édition](#) en Mai 2025, entièrement en ligne
- Rapport [Sustainability in HECAP+](#)
- Dans les collaborations expérimentales : par exemple [ATLAS Sustainability Forum](#)
- [Energy for sustainable science Workshop](#) 25-27 sept 2024
- [WLCG Sustainability Workshop](#): 11-13 Décembre 2024
- GDR [Labos 1.5](#)
 - Evaluation de l'empreinte de la recherche (labos, infra, ...) : GES1.5
 - Outils d'aide à l'évolution des pratiques (Scenario1.5, Transition1.5)
- ...



Bilan-C des labos in2p3 dominés par les achats & usage CERN+téléscopes



Formations

ANF "Impact environnemental du numérique" (Mai 2024)

<https://indico.in2p3.fr/event/31241/overview>

Objectifs de la formation

- Assurer la prise de conscience, d'une part, des participants quant à l'étendue de notre impact sur l'environnement à travers la gestion et l'utilisation de nos outils informatiques et de nos données,
- Donner aux participants des pistes d'éléments à prendre en considération pour diminuer notre impact sur l'environnement,
- Donner des lignes de bonne conduite à suivre en ce sens.

Programme général

Les grands thèmes du programme de la formation sont :

- Le rôle du numérique dans le dérèglement climatique et la destruction des écosystèmes
- Les méthodes d'évaluation (ACV) de l'impact du numérique sur l'environnement
- Eco-conception logicielle et de services numériques
- Les questions autour des métaux, des déchets électroniques et du recyclage

ANF : "Eco-conception et Analyse de cycle de vie" (Oct 2025)

- Sensibiliser à la démarche d'éco-conception, qui englobe l'analyse de cycle de vie, pour la conception, la fabrication et la mise en œuvre d'appareils et d'instruments utilisés dans des actions de recherche.
- Permettre de comprendre les opportunités et les limites de la démarche d'éco-conception
- Se familiariser avec des méthodes d'éco-conception
- S'initier à l'utilisation de logiciels d'analyse de cycle de vie.

Ingénieurs, (enseignant)-chercheurs
4.5 jours, inscriptions au printemps

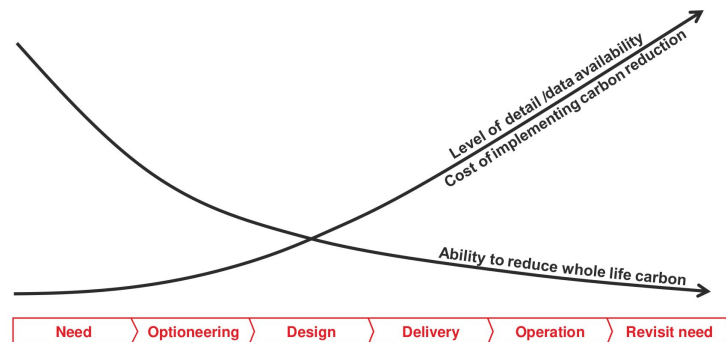
CERN learning hub

[Lien accessible avec login CERN](#)

Introduction to Environmental Life Cycle Assessment (LCA) for Engineers (e-learning)

[Accéder à la session](#)

This e-learning provides an **introduction to Life Cycle Assessment (LCA)**, a detailed method for evaluating the environmental impacts of products throughout their entire life cycle, from raw material extraction to disposal. The primary objective of this course is to build your knowledge and skills in the Life Cycle Assessment, enrich the theoretical part of LCA, and understand how to use this in your work.



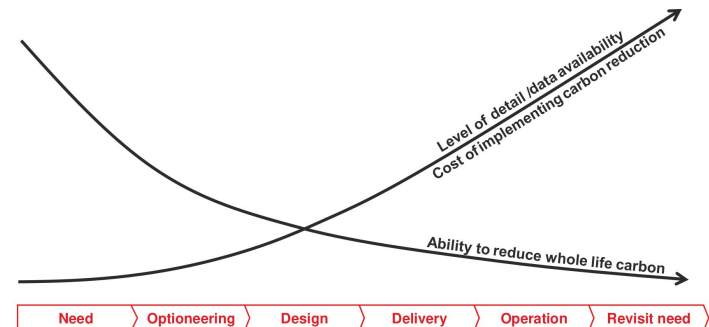
From CLIC&ILC Life Cycle Assessment (LCA)

Réduire l'impact des futurs collisionneurs & détecteurs: Life Cycle Assessment

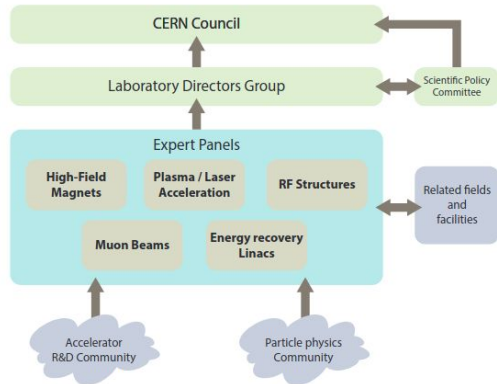


From construction to operational phase

- Pour minimiser l'impact des infrastructures, il faut **inclure les contraintes environnementales le plus tôt possible** dans le processus
- **Anticiper les leviers de mitigation et de compensation:**
 - Optimisation du génie civil et des matériaux
 - Approvisionnement responsable
 - Optimisation des fournisseurs d'énergie, récupération de chaleur
 - Investissements dans des R&D pour des technologies + vertueuses
 - ...



ECFA Sustainability WG




Accelerator R&D Roadmap

+ LDG Sustainability WG depuis 01/2024

Fig. I.1: Roadmap panel structure.

- Panel composé de représentants des labos majeurs (CERN, DESY... France : Irfu et IJCLab) impliqués dans les projets d'accélérateurs futurs
- Objectifs : Définition d'une **méthodologie commune** et d'**indicateurs-clés** pour l'évaluation de la durabilité des accélérateurs futurs. Etudes d'impact sociétal.
- Rédaction d'un rapport de WG pour Mars 2025 qui permettra de comparer les différentes options selon une grille d'évaluation commune (chiffres amenés à évoluer au cours du temps)

1	Foreword
2	Executive Summary
3	Executive Summary
4	Introduction
5	Introduction
6	Sustainability and Socio-Economic Impacts
6.1	<u>Sustainable Research Infrastructures</u>
6.2	Socio-economic sustainability enablers
6.3	Innovation and R&D
7	Building Strategic Accountability
7.1	Setting the basis for sustainability
7.2	<u>Life Cycle Assessment</u>
7.3	Environmental Product Declarations
8	<u>Greenhouse Gas Emissions</u>
8.1	Civil Engineering Works
8.2	Accelerator construction
8.3	Accelerator operation
8.4	Particle Detector operation
8.5	Decommissioning
8.6	Data on Future Accelerator Projects
8.7	Data Centers operation
9	<u>Mitigation and Compensation Measures</u>
9.1	Better/greener materials and procedures for civil engineering works
9.2	Responsible procurement
9.3	Energy optimization
9.4	Heat recovery and supply
9.5	Energy recovery in particle accelerators
9.6	Investment in R&D on green technologies
9.7	Nature-based Interventions for Carbon Removal
9.8	For comparison: the European Union
10	Summary of Evaluations
10.1	Conceptual Designs
10.2	Technical Designs
A	Annexes
A.1	Snowmass process and P5 Report
A.2	Sustainability researches for CEPC
A.3	Research infrastructure project appraisal
A.4	The context in Europe
A.5	The context in France
A.6	The context in Germany
A.7	The context in Switzerland
A.8	The context in the UK
A.9	The context in the US, Canada and Australia
A.10	Comprehensive sustainability assessment based on Cost-Benefit Analysis
A.11	Summary measures of social value
A.12	Reference Data



Résumé des contributions françaises sur les enjeux environnementaux



DD dans les contributions françaises

Résumé plus détaillé présenté au GTS

1) DD & environnement cités dans une quinzaine de contributions (~25%)

“environmental consideration are **essential**”,

“adopt environment friendly **planning and practice**”

“define **ambitious sustainability goals** for it present and future projects”

“European strategy should **clearly state** how serious it is”

“**crédibilité** de la communauté, de l’adhésion et l’implication des chercheurs”,

“**upmost importance** that community spends a significant effort in reducing...”

“**same level of rigour** as for the historical financial and technical aspects”

2) Plus spécifiquement :

- a) Demande forte de la communauté de **quantification & réduction des impacts** (labos, instituts, collab...)
- b) Exigence d’**efficacité énergétique** (opération des accélérateurs et détecteurs, computing)
- c) **Fin des gaz** à haut effet de serre pour le refroidissement et les détecteurs
- d) **Éco-conception** des équipements, bâtiments, etc.
- e) Respect de la **biodiversité**
Les IR peuvent jouer le rôle de refuges/corridors, si bien pensé en amont
- f) Repenser nos **pratiques de recherche** (voyages, conférences, calcul intensif...)
- g) Communication claire pour **faciliter l’adhésion du grand public et des décideurs**

- **Une partie des points soulevés est du ressort de nos labos et de nos instituts** (quantification des impacts, communication auprès du public et des décideurs, changement de pratiques, évaluation de la recherche...)
→ Groupe de travail dédié IN2P3/IRFU ? (Ex : [trajectoire INSU](#))
- **Pour les autres points: quels messages de la communauté française pour l’ESPPU ?**

Discussion: Contribution française à l'ESPPU



Quels messages pour l'ESPPU ?

- **Maximiser les retombées scientifiques des futurs accélérateurs en optimisant science vs CHF/EUR vs CO2**
 - Comment faire cette optimisation ? Quels indicateurs ?
 - Approche LDG: Life Cycle Analysis + Impacts socio-économiques
 - Comparaison du potentiel de physique: [contribution #55](#) (2412.13130)
- **Comment aller plus loin que les simples “lieux communs / voeux pieux” ?**
 - La France doit-elle **s’engager** à dégager des **moyens humains et financiers forts** sur les R&D qui ont le potentiel de minimiser les impacts:
 - S’engager plus massivement dans les DRD détecteurs avec “technologies vertes”
 - Développer une expertise pour réduire l’impact du computing
 - Soutien aux nouvelles technologies d’accélération pour minimiser l’empreinte carbone des futures machines
 - Recommandations d’investissements, changement de pratiques (conf, valorisation des carrières, formations,...)
 - Quelle **vision** pour notre discipline ?
 - Faut-il viser un “leadership” national / européen pour les technologies (plus) “vertes” pour HEP ?
- **Primauté aux objectifs scientifiques ou Primauté au budget environnemental**
 - Débat politique plutôt que scientifique.
 - Quelle acceptabilité sociale ? Quelle trajectoire pour participer au 0-net de l’humanité en 2050 ?



Ce qui a émergé à l'issue des discussions

1. Le document de 10 pages présentant la contribution française à l'ESPPU contient un paragraphe d'1/3 de page "Sustainability"
2. Le document de synthèse, qui sera envoyé à l'ESG et aux tutelles, contient des engagements concrets
 - The HEP community should **lead by example** by addressing these issues [DD] from the earliest stages of future projects
 - The environmental impacts, **including life cycle analysis** and socio-economic impact studies, must be a core project evaluation criterion
 - Maximizing the scientific impact of our projects must be balancing cost, efficiency, and environmental footprint, **with the ambition to stay within a fixed budget compatible with global decarbonization goals.**
 - To go beyond aspirations, **significant investments in R&D** for sustainable detector technologies, energy-efficient computing powered on low-carbon electricity, and innovative acceleration methods are crucial.

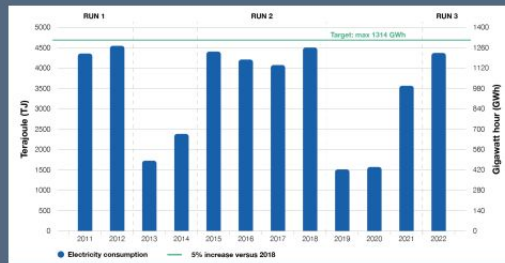
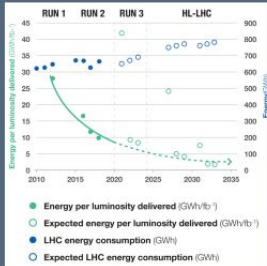
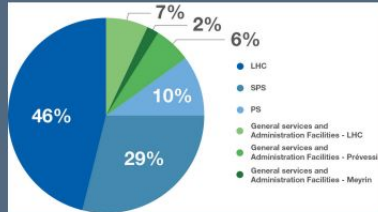
Backup

BGES du CERN: Work In progress

Emissions from accelerators: operations

- CERN now releases **Environment reports** (1st: 2017-18, 2nd: 2019-20, 3rd: 2021-22)
- CERN peak power: ~180 MW (~ 1/3 of Geneva)
- Per year: ~ 1.2 TWh (~ 2% of Switzerland, 0.03% of Europe)
- LHC: ~55% of CERN's E consumption
- Electricity mainly comes from France: 90% carbon free (2022)

Electrical power distribution 2018

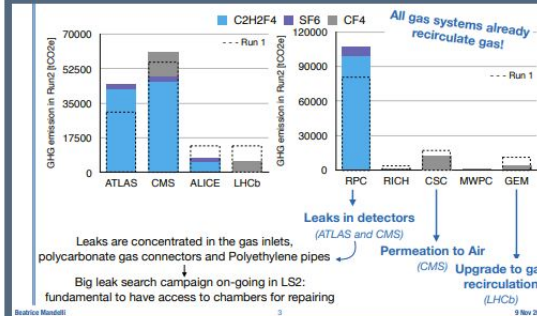
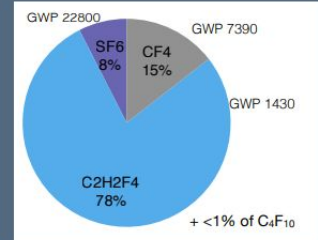


4

Emissions from detectors

- SF₆, HFCs and PFCs: particle detection
- HFCs and PFCs: detector cooling
- HFCs: air conditioning systems
- SF₆: also used for electrical insulation in power supply systems

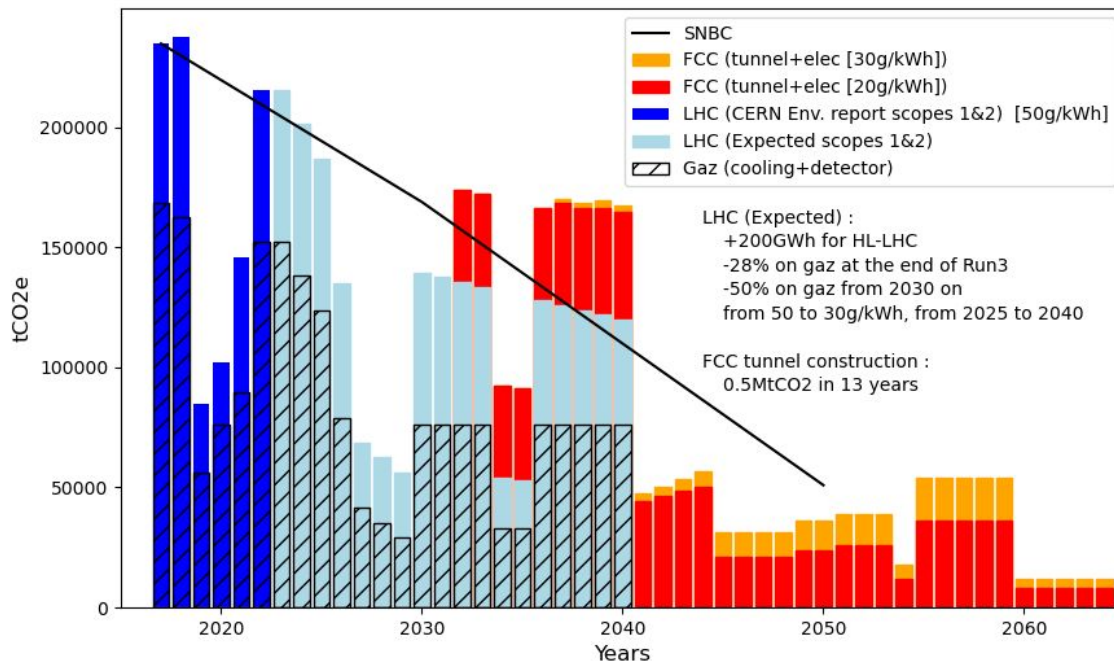
Particle detection



9

- Fuites de gaz fluorés dues au refroidissement des détecteurs et aux détecteurs de gaz.
- Efforts en cours au CERN pour réduire les pertes et la consommation d'énergie
- (Choix du gaz / conception du système plus résistante aux fuites)
 - Le nouveau règlement de l'UE (2023) prévoit l'élimination totale des HFC d'ici à 2050

Exercice prospectif avec les chiffres donnés par le CERN





Contraintes pour la définition du prochain projet du CERN

- Nourrir et valoriser les collaborations internationales
- Garder une expertise leader du domaine en Europe
- Se positionner pertinemment dans le panorama international des futurs collisionneurs
 - et définir la participation européenne à d'autres projets hors Europe & hors-collisionneurs
- Minimiser le gap entre la fin du HL-LHC et le prochain projet d'accélérateur pour éviter la perte d'expertise
- Un planning réaliste pour attirer et garder les jeunes générations
- Minimiser les impacts environnementaux et améliorer la durabilité des technologies HEP

CO2 emission of Concrete



EAIADe Workshop on Sustainability in Future Accelerators (WSFA2023)

The Future of Construction: Carbon-Negative Concrete for a Greener Tomorrow

Kajima Corporation
Dr. Kumar Avadh (PhD. University of Tokyo)
Research Engineer

KAJIMA CORPORATION

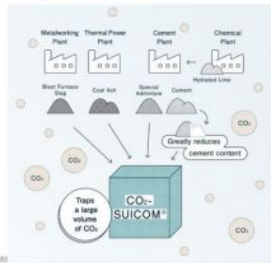
2023/9/26

CO₂-SUICOM

12

Storage Utilization Infrastructure by CO₂ Concrete Materials

- Concrete with negative CO₂ emission in its manufacturing process
- Development started in 2008 by Kajima and 3 companies of Chugoku Electric Power, Denka, and Landes
- Available for commercial use



- Cement, like steelmaking, also emits CO₂ in the manufacturing process.
- However, Japanese cement manufacturers and general contraction companies are now working to develop cement that reduces CO₂ emissions and traps CO₂.