



# Réunion n°1 du COPIL du Projet CYREN (CYclotrons RENovation)

## revue de pré-étude

# Sommaire :

- ❑ **Introduction**
  - Historique et objectifs
  - Avant projet
  - Lancement du Projet
- ❑ **Pilotage scientifique**
  - Perspectives scientifiques pour la physique avec cyclotrons
  - Besoins de la communauté scientifique
    - issus du GUEC
    - Issus des physiciens du GANIL
- ❑ **Développement du projet**
  - Périmètre du projet :
    - Évolutions depuis l'AvP
    - Etudes complémentaires
  - Organisation du Projet CYREN
    - Constitution du COPIL
    - WBS avec les WP identifiés
  - Etat d'avancement
    - Statut des WP
    - Avant-projet CaCyss
  - Planning (impact utilisateurs), plan de charge prévisionnel 2025-2026
  - Budget et Financements
- ❑ **Décision attendues**
- ❑ **Q/R**



An aerial, top-down view of a complex industrial facility, possibly a refinery or chemical plant. The image shows a dense network of metal structures, pipes, and large cylindrical tanks. The entire scene is overlaid with a semi-transparent blue filter. The word "Introduction" is centered in a large, white, sans-serif font.

# Introduction

# Historique et objectifs du projet CYREN



## ➤ Constat

**Maintenance et rénovation des cyclotrons (construits en 1980) réduites au strict minimum depuis une dizaine d'années en raison de l'engagement des ressources humaines du GANIL prioritairement dans :**

- ✓ La construction et le démarrage de SPIRAL2
- ✓ Les projets de mise en conformité suite au 1<sup>er</sup> réexamen de sûreté

- ➔ **Vétusté ↗ Fiabilité ↘ Satisfaction de la communauté ↘ RH pour maintenance curative ↗**
- ➔ Premières analyses menées par la DOD en 2019-2020 pour un premier plan de rénovation (demande de budget exceptionnel dans le cadre du CPER)

**Constat partagé par le groupe de travail co-piloté fin 2021 par R. Clédassou (IN2P3) et Ph. Rebourgeard (IRFU) :**

- ➔ **Recommandation forte de mener un programme de rénovation ambitieux dès que possible**
- ➔ Rédaction d'un livre « blanc » (GANIL-06949) par la DOD en T4 2021 sur le périmètre des procédés faisceaux.

## ➤ *Lancement de l'Avant Projet CYREN :*

**17 mars 2022**

**Pilote stratégique : Gilles de France et Chef d'avant projet : Gilles Sénécal**

## ➤ *Objectifs du projet*

- ❑ **Objectif n°1** : Maintien en Conditions Opérationnelles (MCO) des cyclotrons pendant 20 ans
- ❑ **Objectif n°2** : Optimisation des RH d'exploitation nécessaires après rénovation

# Périmètre avant-projet CYREN (2022)



# Avant-projet CYREN

## ➤ Périimètre : Installation d'origine de la source jusqu'aux cibles de réactions

### Cyclotrons et salles d'expériences

Alimentations et aimants  
Cavités et systèmes HF  
Contrôle Commande  
Automates  
Systèmes de vide  
Diagnostics  
Cibles de production (CLIM)  
Sources d'ions

### Infrastructures et servitudes

Distribution électrique  
Systèmes de réfrigération  
Chauffage Ventilation  
Climatisation  
Bâtiments  
Courants faibles  
Réseaux divers (eau, air, gaz)  
Infrastructures informatiques

### Systèmes de sûreté / sécurité / radioprotection

Equipements de radioprotection  
(balises, dosimétrie opérationnelle, spectro gamma, ...)  
Unité de Gestion des Accès  
Système Sécurité Incendie

## ➤ Méthodologie

### ➤ Groupes de travail « métier »

- ✓ Etat des lieux des équipements selon critères définis : vétusté, REX fiabilité, disponibilité rechanges, impact en cas panne, solution(s) de repli, ...
- ✓ Identification des besoins d'actions
- ✓ Evaluation € et RH des solutions possibles à mettre en œuvre : **Remplacement total, partiel, achat de rechanges, ...**

### ➤ Synthèse

- ✓ **Scenario de Référence** : programme de rénovation avec une cavité HF CSS de rechange
- ✓ **Scenario Complet** : programme de rénovation avec remplacement des 4 cavités HF CSS

# Sujets majeurs identifiés dans le cadre de l'AvP:



## Alimentations

~5,6 M€ 11,5 ETP  
360 alims > 30 ans à rénover  
ou remplacer



## Systèmes de réfrigération

~1,5 M€ 1,2 ETP  
6 mois d'indisponibilité  
Contrat de Maîtrise  
d'Œuvre



## Balises

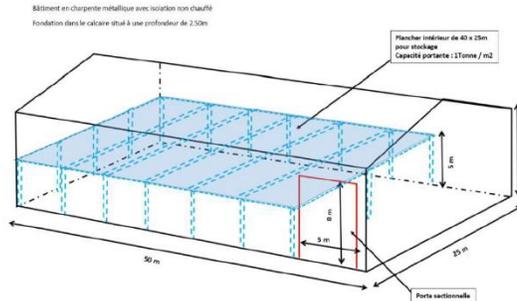
~2,2 M€ 0,8 ETP  
60 balises à  
remplacer

## Distribution électrique

~2,2 M€ 1,7 ETP  
Automatisme poste 90 kV  
Transformateurs 20kV/400V  
Cellules HT 20kV  
Filtre harmoniques

## Bâtiment de stockage

~2,4 M€ 0,5 ETP  
2200 m<sup>2</sup>



~1,8 M€ 5 ETP  
*Refactoring* du code  
Virtualisation châssis VME  
Contrat d'ingénierie logicielle

## Contrôle commande

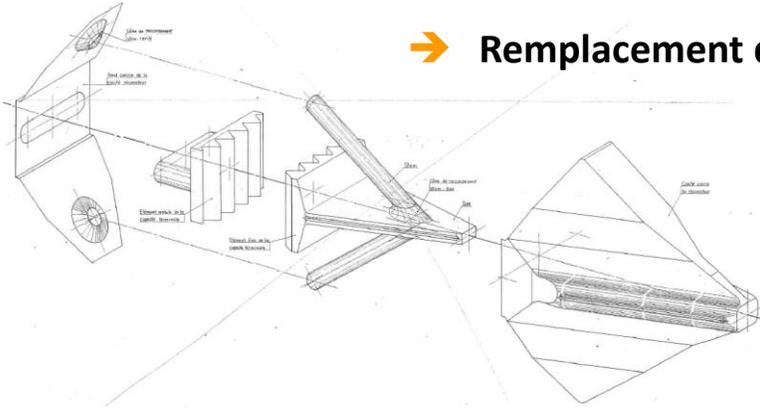


# Le sujet dimensionnant : cavités HF des CSS



*Risque : fuite sur un circuit de refroidissement, inaccessible pour réparation*

- ➔ Au minimum, fabrication et installation d'une cavité neuve, conservation d'une cavité en rechange : **scenario de REFERENCE**
- ➔ Remplacement des 4 cavités HF des CSS : **scenario HAUT**



## SCENARIO de REFERENCE

**~6,7 M€    4,8 ETP**

**Indisponibilité des cyclotrons :**

**14 mois**

## SCENARIO HAUT

**~20 M€    11,1 ETP**

**Indisponibilité des cyclotrons :**

**14 mois la première année**

**10 mois les 3 années suivantes**

# Synthèses des coûts et des RH en fin AvP en 2022

En € 2022

**GANIL**

**Le scénario complet (avec 4 nouvelles cavités) est celui qui a été affiché lors de la période qui a suivie l'avant-projet dans les projections pluriannuelles (PPAG, Fiche ministérielle IR\* ...)**

Thématique	CYREN scénario 1 cavité		CYREN scénario 4 cavités	
	Total en M€	Total en ETP	Total en M€	Total en ETP
Bâtiments/logistique	2 225	1,1	2225	1,3
Servitudes	3 656	2,9	3656	2,9
Infrastructure informatique	298	0,9	298	0,9
Achats		2,0		2,0
Equipements de SSR	3 153	4,8	3153	4,8
Alimentations/aimants	4 180	10,7	4180	10,7
Automates	220	10,9	220	10,9
Cavités et systèmes HF	7 402	8,9	20392	14,6
Contrôle Commande	1 330	4,9	1000	4,9
Diagnostics	375	2,6	375	2,6
Cibles - Sources d'ions	65	0,8	65	0,8
Mécanique		1,9		3,4
Systèmes de vide	590	1,6	590	1,6
<b>Total hors incertitude (k€)</b>	<b>23 544</b>	<b>53,8</b>	<b>36534</b>	<b>61,2</b>
Marge pour incertitudes (k€)	2 124		2540	
Marge additionnelle pour aléas sur incertitude (k€)	997		1214	
Marge pour aléas du projet hors incertitudes : 20% (k€) 30% (ETP)	4 709	16,1	7307	18,4
<b>Total (k€)</b>	<b>31 374</b>	<b>69,9</b>	<b>47595</b>	<b>79,5</b>

**La valeur de l'installation d'origine du GANIL (Cyclotrons et salles d'expériences) a été estimée à plus de 500 M€ en 2022**

- ❑ **En 2023 et 2024** ont été lancées des études, des réalisations financées par le CPER 21/27 (alimentations et vide) et quelques travaux de rénovation (Automatisme, commande contrôle poste 90kV...)
  
- ❑ Présentation de AvP CYREN au Conseil Scientifique du GANIL en Février 2024. Recommandations :
  - Mener une évaluation technique et financière de la mise en place d'un banc d'essai RF pour les cavités dans le cadre de CYREN.
  - Travailler en étroite collaboration avec les différentes communautés pour évaluer l'impact des choix techniques de CYREN.
  
- ❑ Présentation de l'AvP CYREN à « Accelerator Advisory Committee » en Mai 2024. Recommandations :
  - Analyser soigneusement les scénarios du WP CaCyss afin de trouver la meilleure solution technique compatible avec les ressources et la programmation des faisceaux
  - Les membres de l'AAC estiment qu'il est de la plus haute importance de comprendre l'origine des fuites des cavités (corrosion? qualité de l'eau?).
  - Systèmes de contrôle et de commande : assurer un suivi étroit des travaux des sous-traitants (conserver la maîtrise du code)

- ❑ **Lancement de la phase projet CYREN (périmètre global) : 1<sup>er</sup> octobre 2024**
  - CdP : P. ANGER
  - CdP adjoint : P.-E. BERNAUDIN (resp. WP CaCyss)
  - Pilote stratégique F. DE OLIVEIRA SANTOS

L'objectif du projet est de **pérenniser la capacité de production des faisceaux** de l'installation d'origine du GANIL (Cyclotrons jusqu'à la cible de réaction) et de **maintenir l'installation en condition opérationnelle pendant au moins 20 ans**. Le projet devra réaliser les études et la mise en œuvre des solutions techniques répondant à cet objectif.

Cet objectif devrait permettre **l'optimisation des ressources humaines dédiées aux activités de maintenance** une fois la rénovation des cyclotrons réalisée. Il permettra en particulier d'optimiser l'utilisation de ressources humaines **dans le cadre du fonctionnement des cyclotrons (dont SPIRAL1) en parallèle avec l'accélérateur linéaire du GANIL (SPIRAL2)**.

# La communauté scientifique

François de Oliveira Santos

## ❑ Projets scientifiques pour 20 ans

Livre blanc de 35 pages. Un programme scientifique très riche, avec de nombreuses idées nouvelles, abordant des questions brûlantes, nécessitant toutes les énergies des faisceaux du GANIL (d'ARIBE à CSS2).

## ❑ Physique nucléaire

Interaction fondamentale, structure nucléaire, astrophysique, INDRA-FAZIA (remise à neuf récente de l'électronique) EoS et impact sur les signaux observés dans les GW à partir des étoiles à neutrons, AGATA, GRIT, VAMOS avec PISTA, ACTAR-TPC, ZDD etc.

## ❑ Physique interdisciplinaire

Rénovation récente des salles d'expérience. Science des matériaux, matériaux pour l'énergie, radiobiologie, physique atomique et moléculaire, matière diluée, amas, radiochimie, astrochimie, nanostructuration, nanopores, hadronthérapie etc.

## ❑ Fournir du faisceau à l'industrie

# Besoins de la communauté scientifique

Issus du GUEC et des physiciens du GANIL

GCM meeting 14-16 October 2024 et Workshop SPIRAL1 10-13 Février 2025

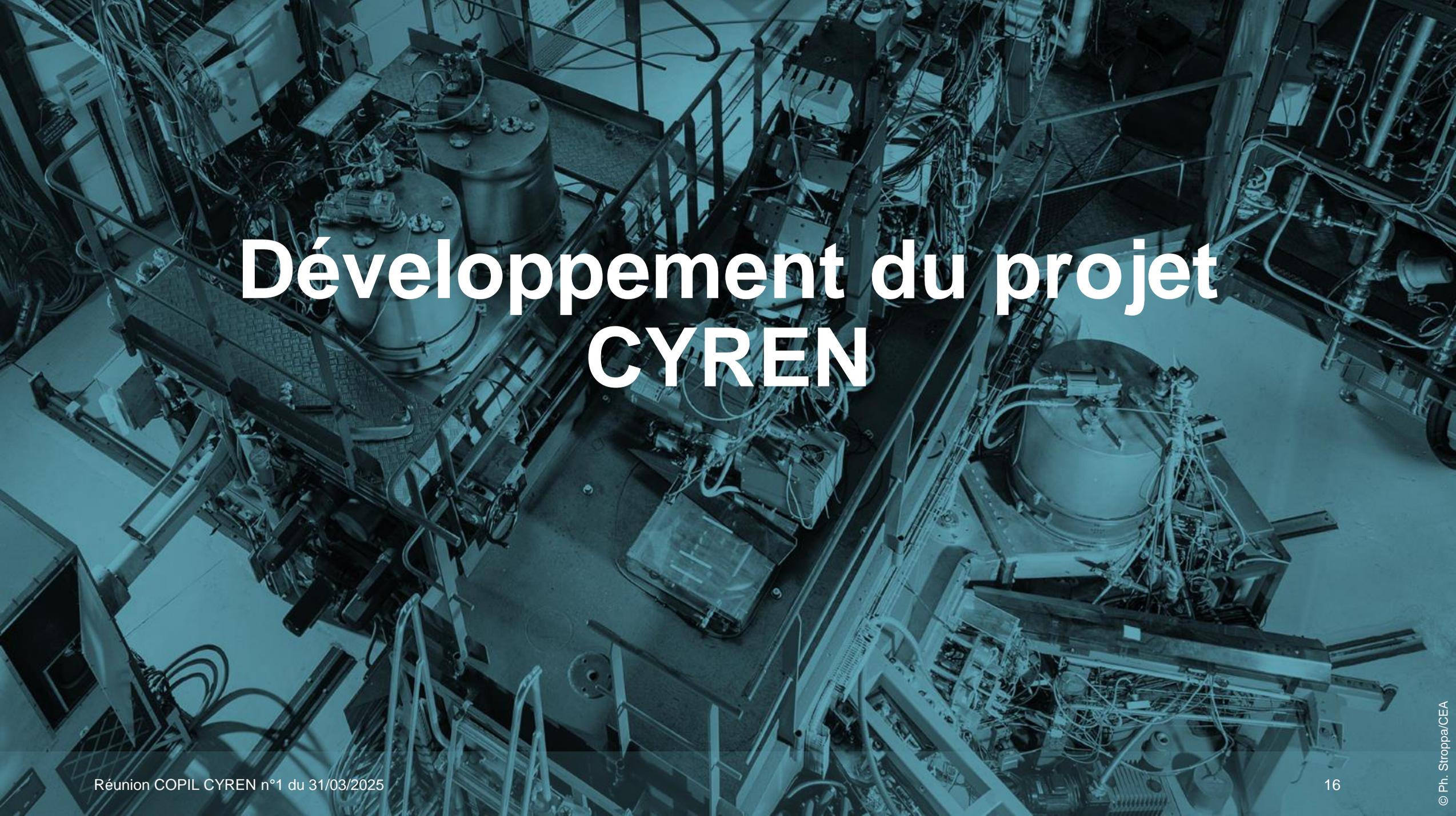
## □ Une grande communauté qui a besoin :

- Communiquer rapidement un calendrier (25/32) pour les utilisateurs. Attention à la programmation et aux interférences négatives entre les projets (AGATA, DESIR, GRIT, ACTAR-TPC, etc.).
- Accélérateurs fiables (moins de pannes, meilleure structure temporelle, rénovation de tous les dispositifs de diagnostic des faisceaux...).
- De faisceaux de noyaux stables et radioactifs (SP1) pour mener à bien ses programmes
- Temps de faisceau pour les utilisateurs (pression PAC)

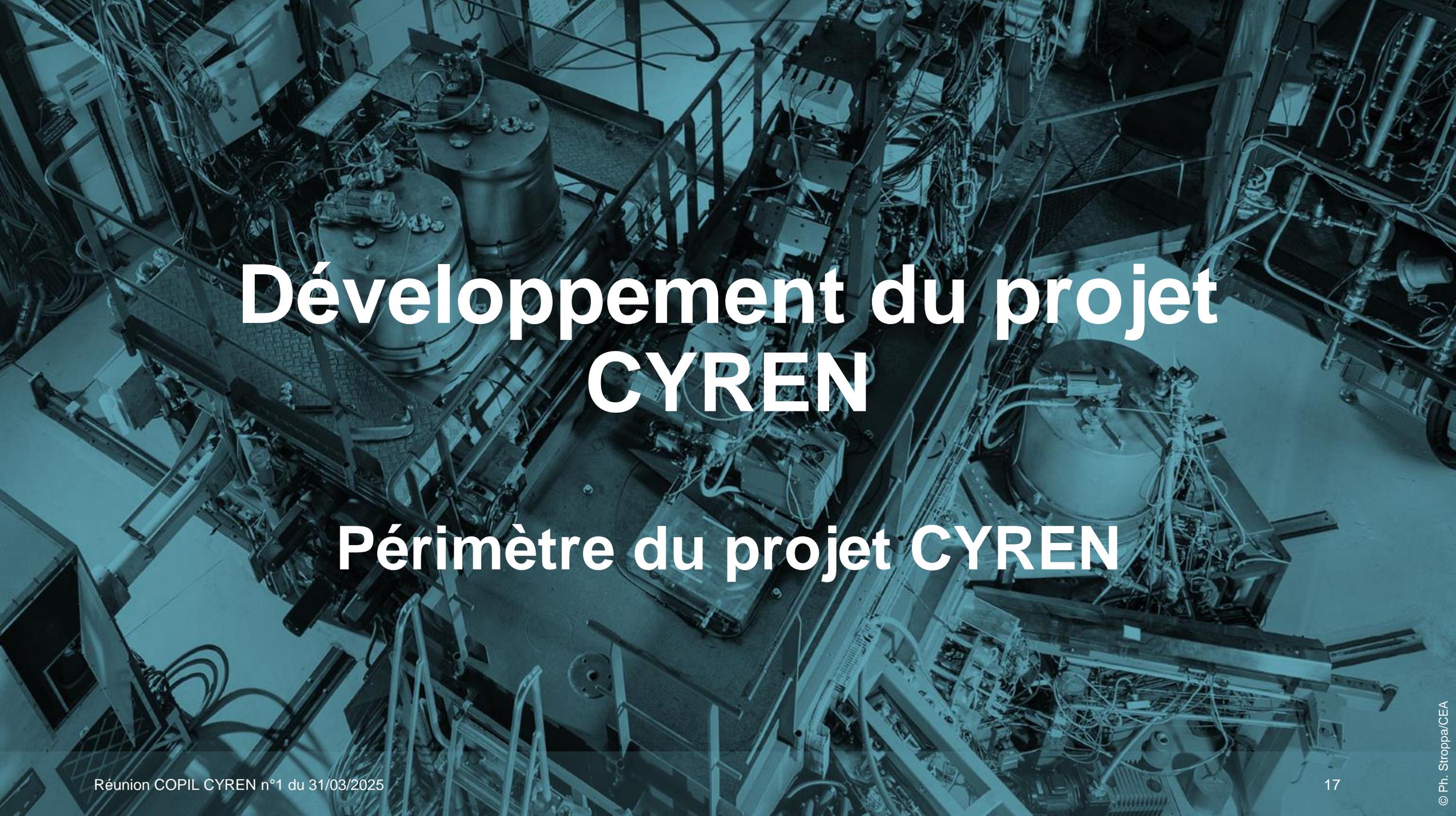
⇒ Optimisation des ressources humaines impliquées dans le fonctionnement du cyclotron = plus de temps pour le développement des faisceaux.

## □ Une rénovation accompagnée de certaines mises à niveau ?

- Une grande diversité d'ions accélérés (des plus légers aux plus lourds)
- Une plus grande diversité de faisceaux radioactifs
- Nouvelles cibles SPIRAL1 (5kW?)
- Cible de haute puissance à LISE (>800W)
- Nouvel injecteur C02
- Une instrumentation à la pointe de la technologie
- Extension du domaine de fonctionnement de CIME (basses et hautes énergies)



# Développement du projet CYREN



# Développement du projet CYREN

## Périmètre du projet CYREN

# Évolution depuis l'AvP (TCR, UGB, UGA, SSI)

- ❑ Le traitement de l'obsolescence des systèmes classés EIP a été effectué très partiellement ou non évalué faute de temps en 2022. Des rénovations sont requises et sont à intégrer au périmètre du projet :
  - **Le système de gestion des accès UGA** doit être rénové (supervision, caméras optiques et thermiques, enregistreurs vidéo et PC du traitement vidéo de l'unicité de passage)
  - **Le système de gestion des balises UGB** doit être rénové (supervision, automates et réseau privatif dédié à ces EIP)
  - **Le Tableau de Contrôle du Rayonnement (TCR)** doit être rénové (supervision, automates de traitement des balises et serveurs d'archivage)
  
- ❑ La volonté du GANIL est de sortir la rénovation du **Système de Sécurité Incendie de l'INB (SSI)** du périmètre CYREN en lien à une situation impérieuse de **non maintien du SSI actuel par le sous-traitant**. Il est donc nécessaire de trouver des solutions palliatives et rapides pour limiter les risques de non surveillance de l'incendie et la mise à l'arrêt de l'exploitation des cyclotrons.

# Approche « taux de pannes »

- ❑ Approche AVP: s'appuyait sur les groupes métiers (« sachant ») pour identifier les rénovations prioritaires
- ❑ Approche complémentaire: identifier les causes de défaillance grâce aux statistiques des pannes
- ❑ Outil: les statistiques de l'opération
  - Les opérateurs notent au quotidien les pannes: descriptif, durée, métier correspondant, localisation
  - Avantages:
    - des éléments statistiques dans la durée (depuis 1998)
    - mesure objective de la fréquence des pannes: nombre de pannes
    - mesure objective de l'impact des pannes: durée des pannes
    - des informations par métier, voire plus fines (équipements ou familles d'équipements)
  - Limites de la méthode:
    - Pas d'information « hors opération » (pannes en période de maintenance, grosses pannes avec passage « hors opération »)
    - Pas « en panne » si adaptation du programme expérimental (ex.: CSS1 solo)
    - Qualité des informations:
      - fluctuante dans le temps
      - variable selon les équipes d'opérateurs
      - variable selon les métiers concernés

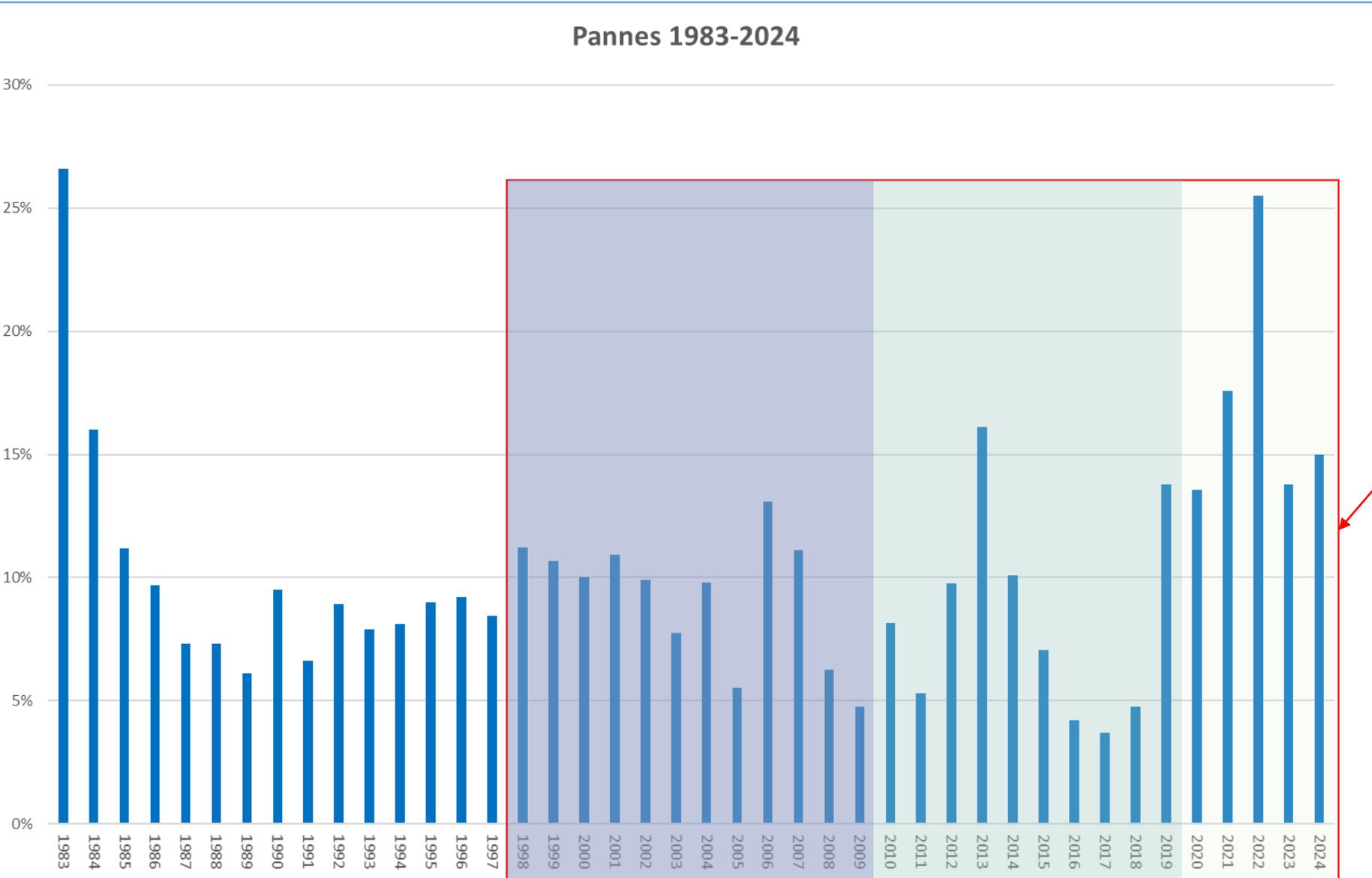
# Taux de pannes – évolution des pannes depuis 1983

Pannes 1983-2024

Heures de pannes exprimées en pourcentage du temps d'opération annuel

Statistiques informatisées

Analyse des évolutions par métiers et par « décennie »  
**1998-2009**  
2010-2019  
2020-2024  
⇒ tendances

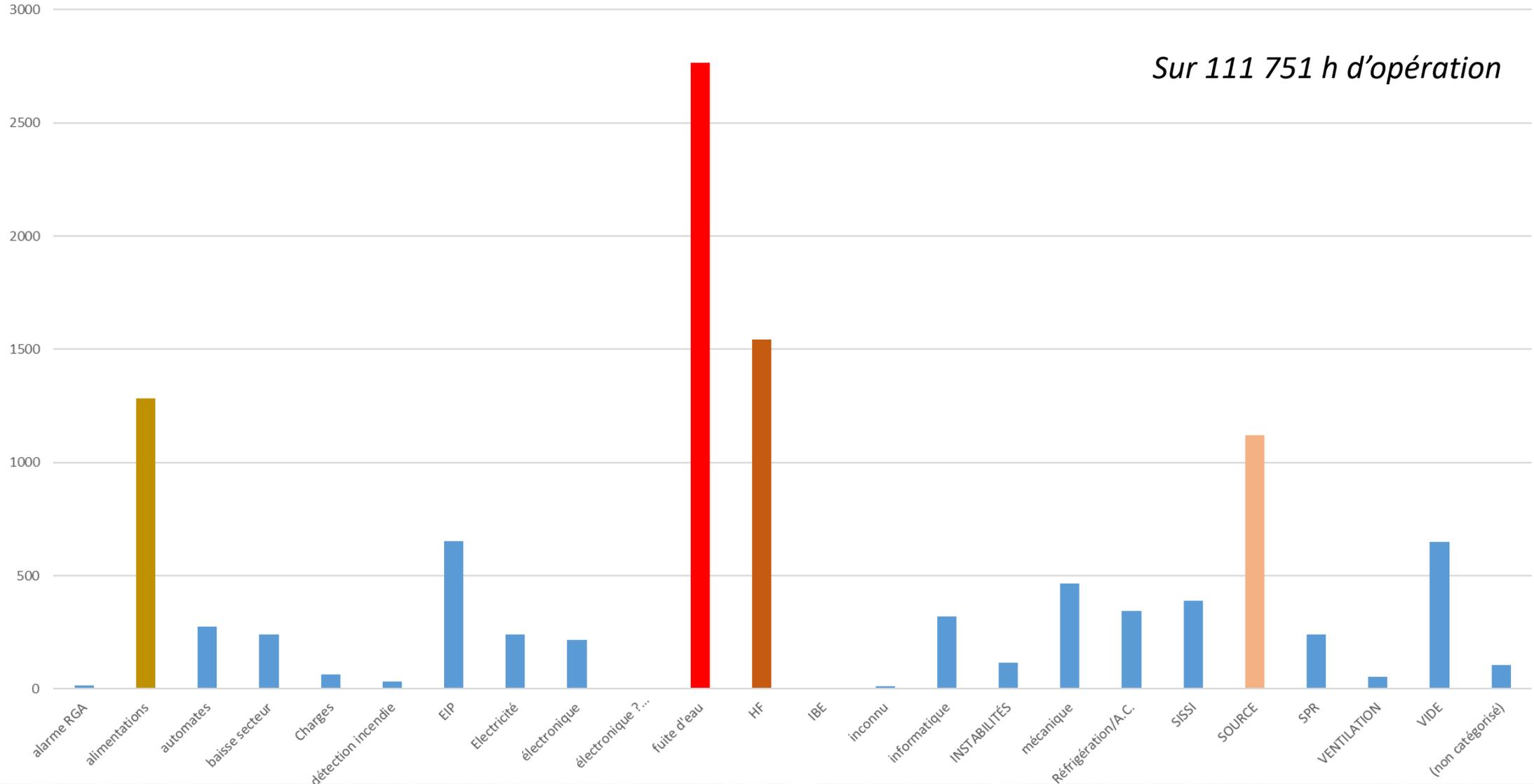


# Taux de pannes – Répartition des pannes (impact)

Pannes tous métiers 1998-2024

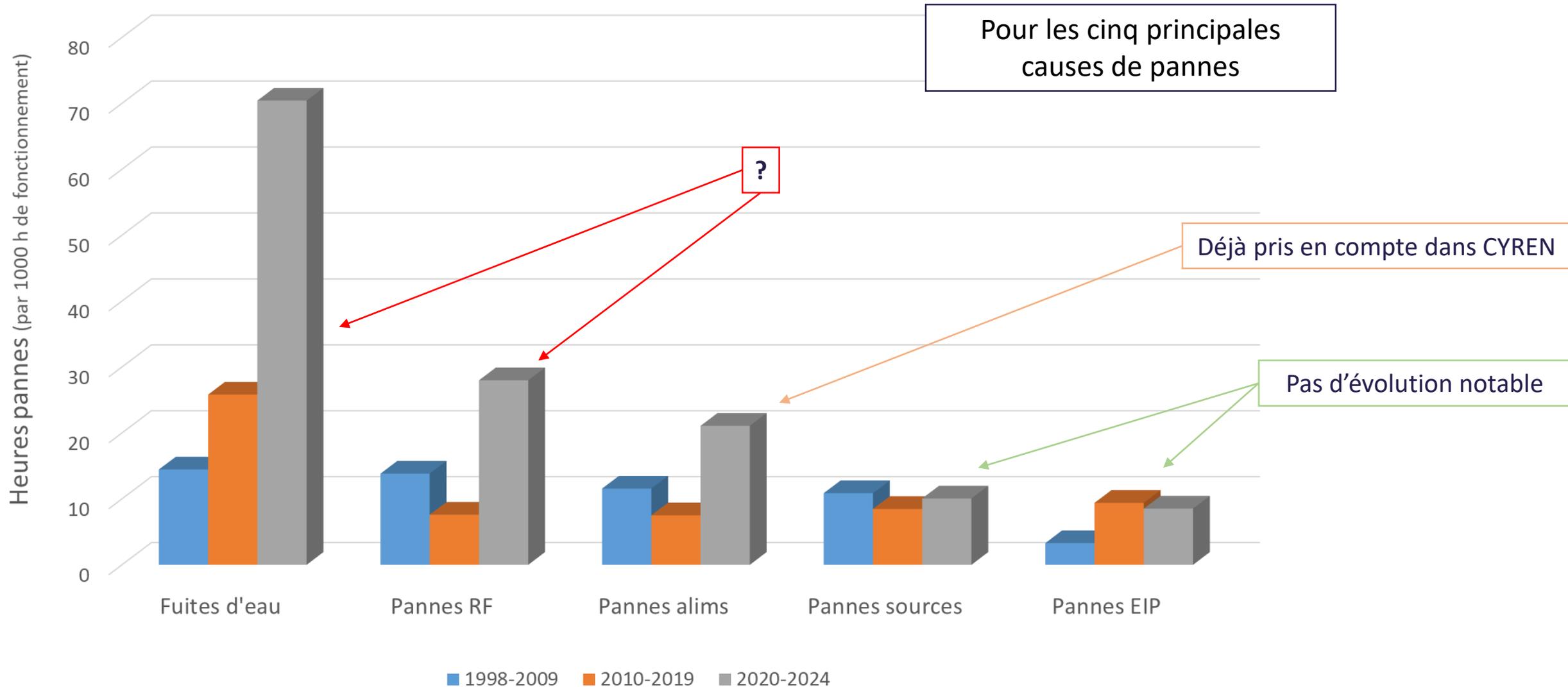
Sur 111 751 h d'opération

Nombre d'heures de panne



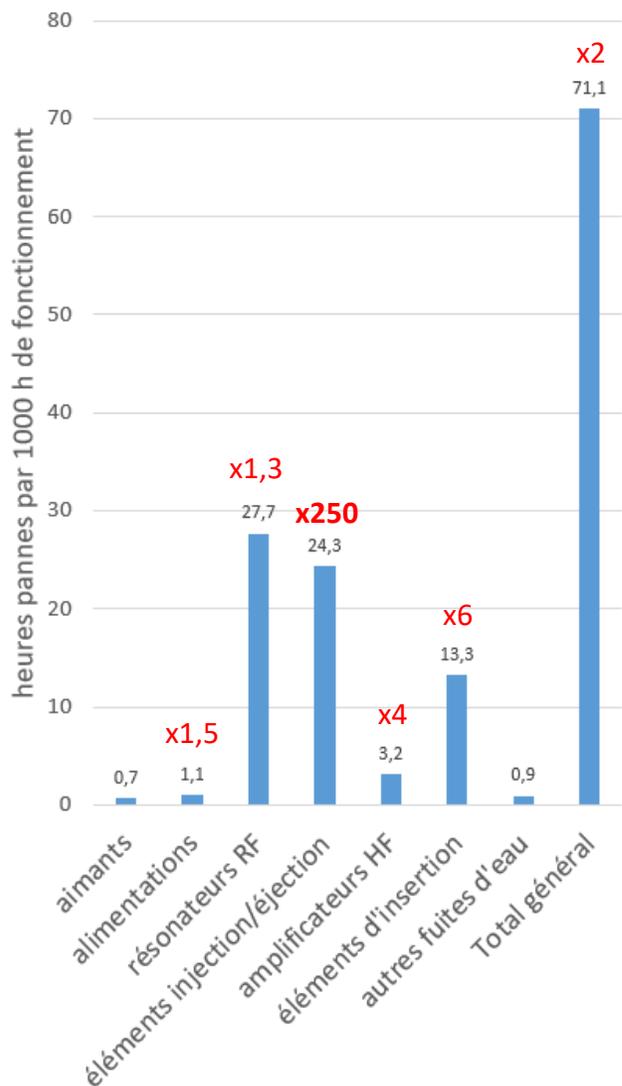
# Taux de pannes – Evolution des principales pannes

## Evolution des pannes machines



# Taux de pannes – RF et fuites d'eau

Fuites d'eau 2020-2024



Evolution de l'impact des fuites d'eau et des pannes RF par rapport aux décennies précédentes

## □ Doublement de l'impact des fuites d'eau

- De nouvelles causes de fuite (éléments d'insertion dans les CSS)
- Un problème généralisé
- Les fuites des résonateurs CSS restent les plus pénalisantes mais leur impact augmente faiblement

⇒ **Nouvelles actions CYREN à envisager**

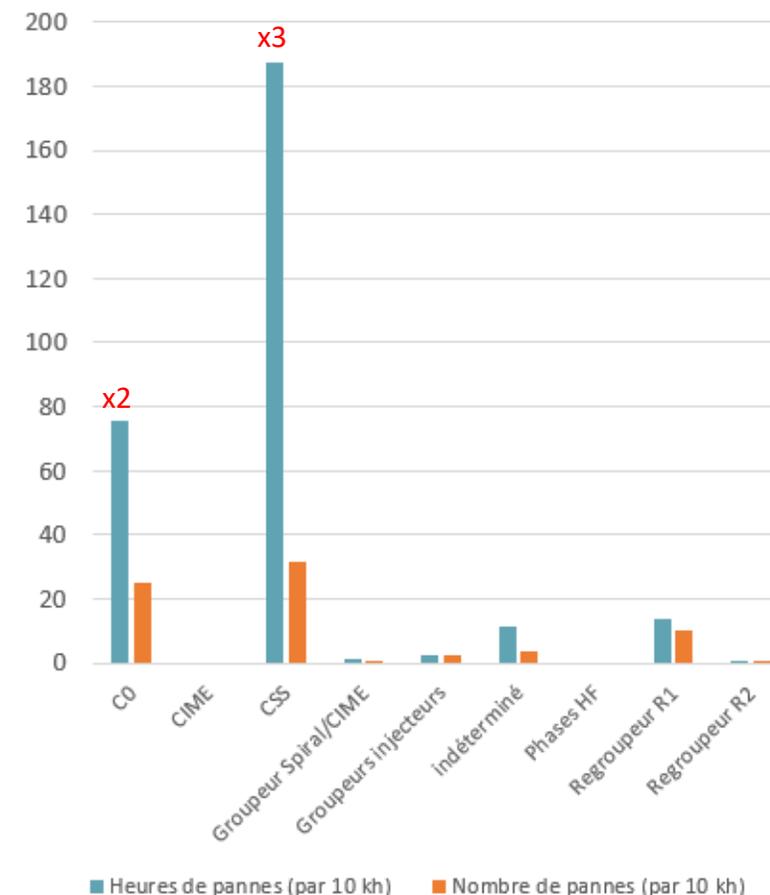
## □ Les pannes liées aux chaînes RF multipliées par 2 à 3

- Pas de rénovation envisagée dans CYREN

⇒ **Stratégie HF à reconsidérer**

⇒ **Analyses complémentaires nécessaires**

Pannes HF période 2020-2024



# Le cas des cyclotrons CSS

## ❑ CSS = systèmes critiques pour le complexe des cyclotrons

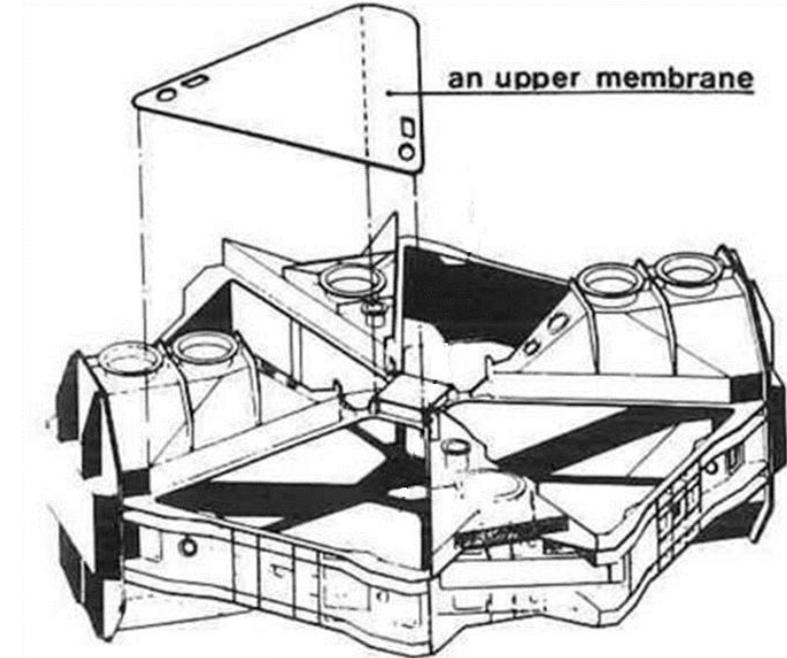
- Systèmes complexes de très grandes dimensions
- Pannes à fort impact
- Beaucoup de groupes impliqués dans l'exploitation (transversalité)

## ❑ Des pannes à fort impact potentiel identifiées et analysées:

- Fuites d'eau des résonateurs ✓ (WP CaCyss)
- Fuites d'eau des éléments d'injection/éjection ∅ (en cours d'analyse)
- Actionneur panneau mobile des résonateurs ✓ (WP CaCyss)
- Traversées étanches des conducteurs ∅ (en cours d'analyse)
- Joints de pôles ✓ GTR11 en 2021 (pas d'action requise)

## ❑ D'autres pannes à fort impact potentiel?

⇒ **Analyse globale des systèmes CSS requise pour pérenniser leur fonctionnement sur 20 ans**



MSE3 dans CSS2 (intervention de mai-juin 2022)



# Développement du projet CYREN

## Organisation du projet CYREN

# COmité de PIlotage : COPIL



Le Comité de Pilotage du projet CYREN est composé des membres suivants :

## Pour l'IRFU :

**F. Sabatié**

**P. Rebourgeard / P. Védrine**

**M. Vandebrouck**

## Pour l'IN2P3 :

**M. Grasso**

**A. Lucotte**

**R. Cornat**

## Pour le GANIL :

**P. Roussel Chomaz**

**F. Farget**

**L. Quettier**

## Pour le projet CYREN :

**F. De Oliveira (Pilote Stratégique)**

**P. Anger (Chef de projet)**

**P. E. Bernaudin (Chef de projet adjoint)**

La 1ère revue est une revue de « pré-étude », elle est programmée le **lundi 31 mars de 10H à 12H en visio**

Une autre **revue de kick-off** sera à planifier en septembre 2025 :

- Le choix du scénario pour le WP CaCyss et impact sur les autres WP dans un cadrage budgétaire
- Le kick-off avec fourniture d'un référentiel (technique, budgétaire, calendaire et gestion des risques)

# ORGANISATION (WBS)

**COPIL CYREN**  
CEA/DRF/IRFU, CNRS/IN2P3 et Direction du GANIL

CdP CYREN P. Anger  
CdP Adjoint CYREN P.E. Bernaudin

Pilote stratégique F. De Oliveira

**FT-1** : Suivi Budget  
L. Olivier

**FT-2** : Planification et  
contrôle  
V. Réaud

**FT-3** : Qualité  
S. Perret Gatel

**FT-4** : Ingénierie  
Système  
En cours

**WP-1a** Bâtiments  
existants (toitures)  
Wilfried Parisis

**WP-1b** Bâtiments de  
stockage  
Enric Perrelle..

**WP-2** Distribution  
Electrique  
S. Montaigne

**WP-3** Réfrigération  
Enric Perrelle..

**WP-4** Servitude CVC  
Wilfrid Parisis

**WP-5** Infrastructure  
Informatique  
G. Lebertre.

**WP-6** Equipements  
Radiopro (Balises, dosi.,  
spectro gamma...)  
M .Dupuis

**WP-7** Alim et charges  
P. Sénécal

**WP-8** Automatisme  
N. Simon Bauduin

**WP-9** Système HF  
Interim P. Sénécal

**WP-10** Contrôle  
Commande  
C. Haquin

**WP-11** Diagnostics  
S. Leloir

**WP-12** Source d'Ions  
B. Osmond

**WP-13** Système de  
Vide  
R. Levallois

**WP-15** Filtres  
Harmoniques  
M. Jean

*WP-16 SSI*

**WP-17** CaCySS  
P.E. Bernaudin

**WP-18** UGA  
C. Berthe

**WP-19** UGB  
A. Trudel

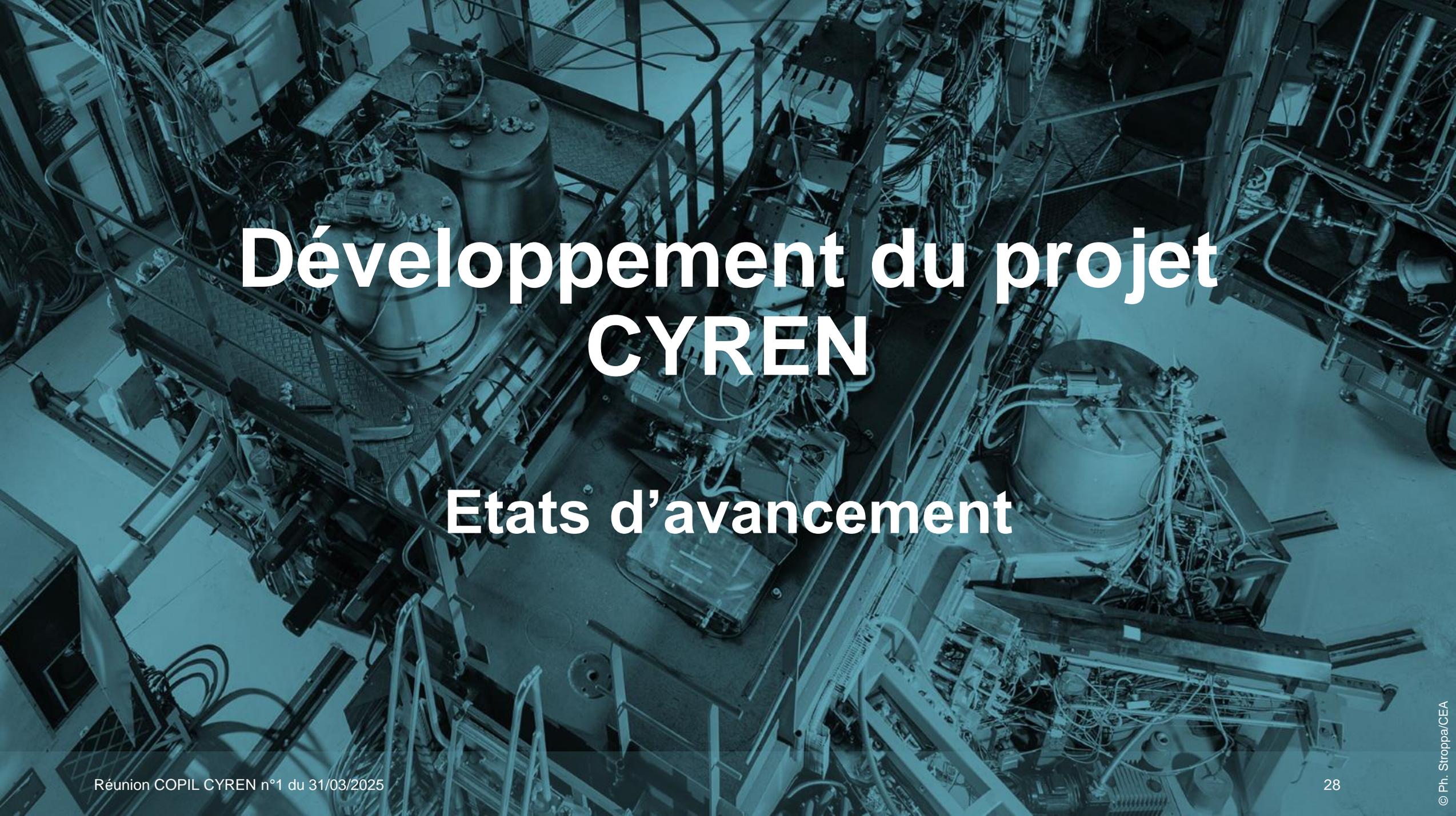
**WP-20** TCR  
Q. Tura

WP autres eqpts ?

*En cours de consolidation*

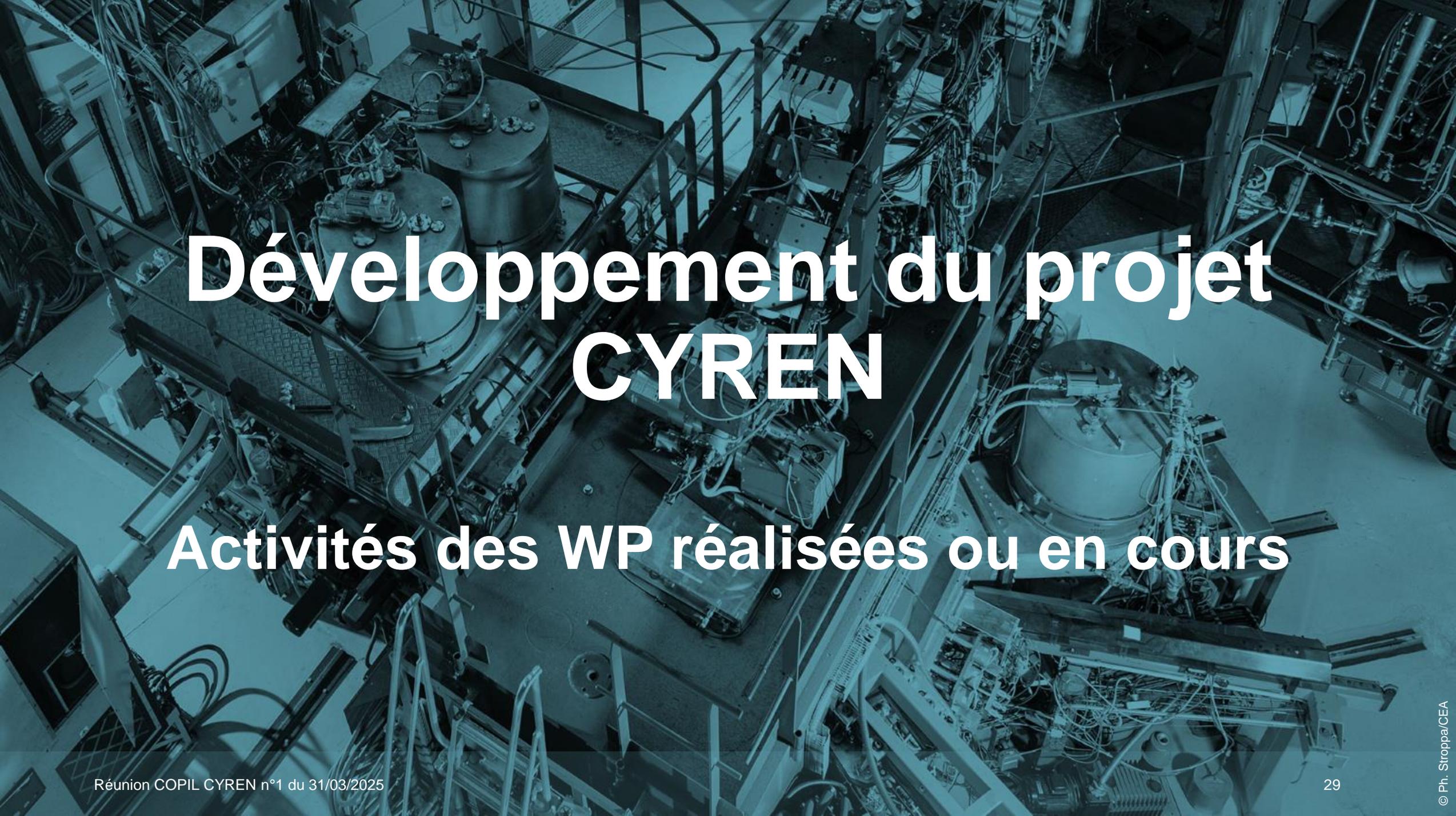
*Fonction ou WP validé*

*Hors périmètre CYREN*



# Développement du projet CYREN

## Etats d'avancement



# Développement du projet CYREN

## Activités des WP réalisées ou en cours

# Activités réalisées ou en cours

WP			
WP-1a	Bâtiments existants	Cahier des charges en cours d'élaboration pour rénover la toiture du BEN	Consultation fin 2025 pour travaux prévus en S2 2026
WP-1b	Bâtiments de stockage	Etude préliminaire d'une solution de stockage par un nouveau bâtiment modulaire dans l'INB	fait
		Etude de la rénovation, modification et extension du bâtiment d'entreposage actuel	S2 2025
WP-2	Distribution électrique	Rénovation du commande contrôle du poste d'alimentation 90kV du site : 400k€	Fait entre novembre 2024 et Février 2025
		Remplacement de l'onduleur PW200 : montant 70k€	Consultation en cours prévu en S2 2025
WP-3	Réfrigération	Etude préliminaire menées sur les technologies de rénovations des TAR et de traitement de l'eau	fait
		Consultation pour contractualiser avec une maîtrise d'œuvre pour l'ensemble des rénovations	Prévue en S2 2025

# Activités réalisées ou en cours

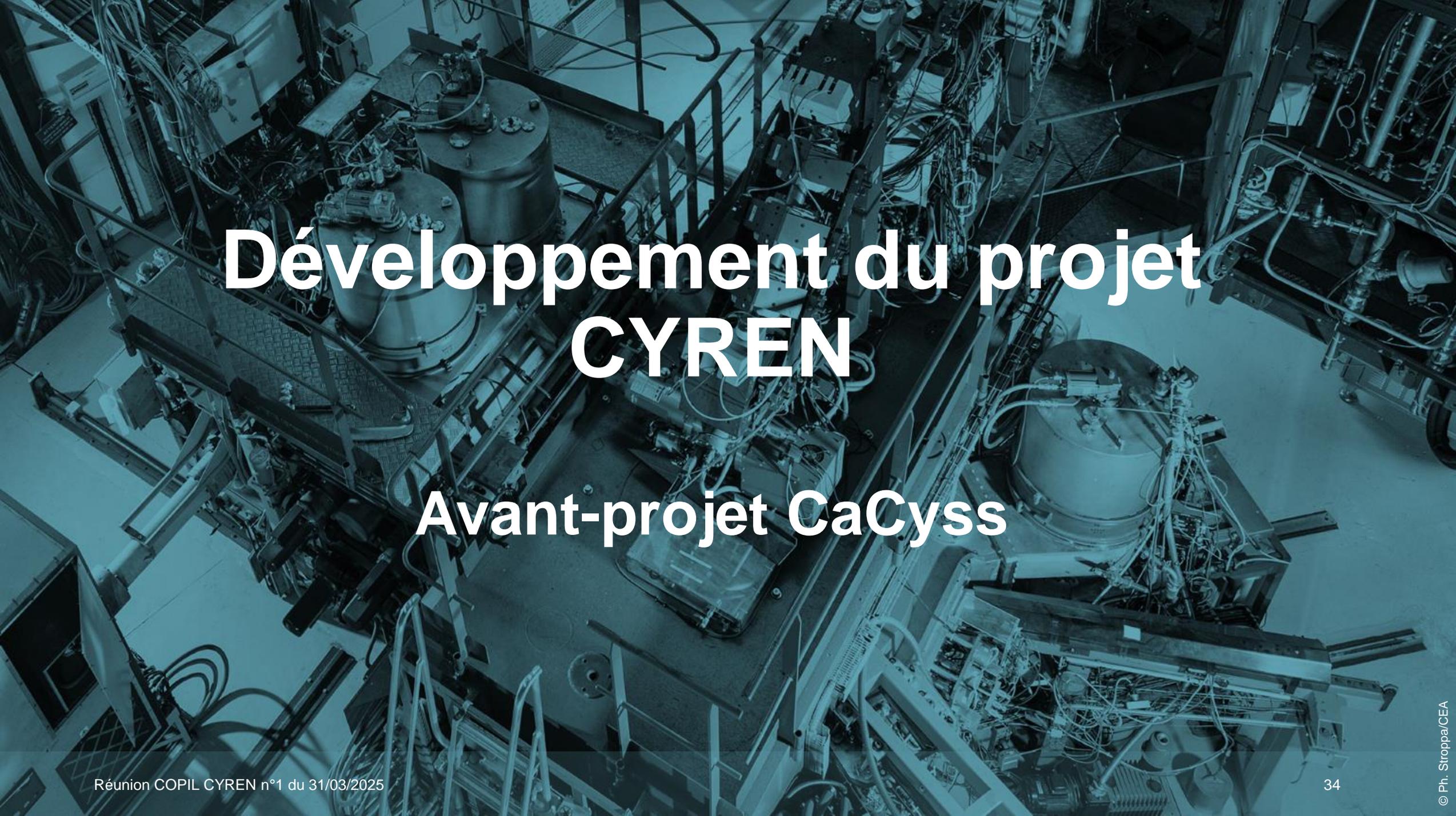
WP			
WP-4	Servitude CVC	Rénovations des tourelles d'extraction BAM/BAE	Consultation lancée en Avril 2025 (150k€)
WP-6	Équipements Radiopro	Remplacement NU-20 (EURYSYS) dans labo de spectroscopie	Consultation prévue S2 2025
WP-7	Alimentations et charges	Fourniture des blocs de puissance pour la rénovation des alimentations	Mise en place d'un contrat cadre
		Prestation de câblage et intégration des baies de convertisseurs de puissance	Consultation en cours
		Fourniture des systèmes de mesure RMN	Consultation en S2 2025

# Activités réalisées ou en cours

WP			
WP-8	Automatisme	Rénovations Vide de L3, CSS2, HEME, CIME, Interlock SP1, prévidage CSS, sécu charges CIME	fait
		Rénovations HFC01, Grille des AEC, banc de test ECS, sécu charge IAX, diagnostics L3	Prévue en S2 2025
WP-10	Contrôle Commande	Assistance à la rénovation du Contrôle-Commande (refactoring du code et IHM)	Consultation lancée en Avril ou Mai 2025
WP-11	Diagnostics	Développement de nouvelle carte de motorisation pour moteur pas à pas	Développement en cours Consultation prévue fin 2025/ début 2026
WP-12	Source d'ions	Rénovation des systèmes de mise à la terre	Consultation en S2 2025
WP-13	Système de vide	Rénovations Pompage turbo moléculaire CIME, Pompage cryogénique LISE, pompage primaire CSS2 (pompes + mesure), mesure des lignes L3	fait
		Rénovation pompage cryo de CIME Rénovations pompage turbo LHE, CSS2, mesures de pression LISE...	En cours Prévues en S2 2025

# Activités réalisées ou en cours

WP			
WP-15	Filtres Harmoniques	Etude d'un nouveau filtre passif composé de 2 gradins de condensateurs d'une puissance de 2,5MVAR chacun et de selfs anti harmoniques	Reprise de l'APD en T4 2025
WP-18	EVO_UGA	Etudes préliminaires en cours	Revue de conception prévue Fin 2025/début 2026
WP-19	EVO_UGB		
WP-20	EVO_TCR		

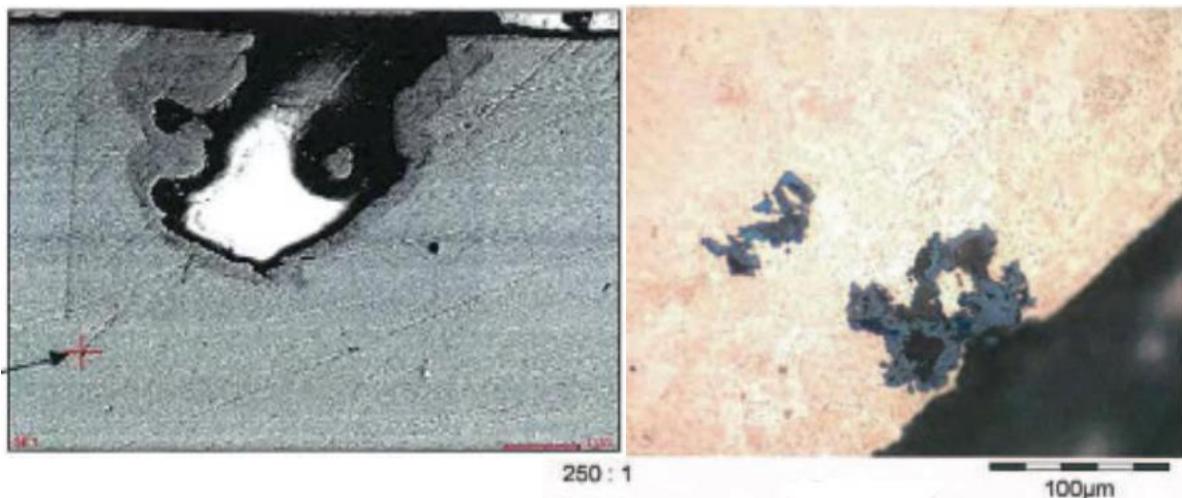
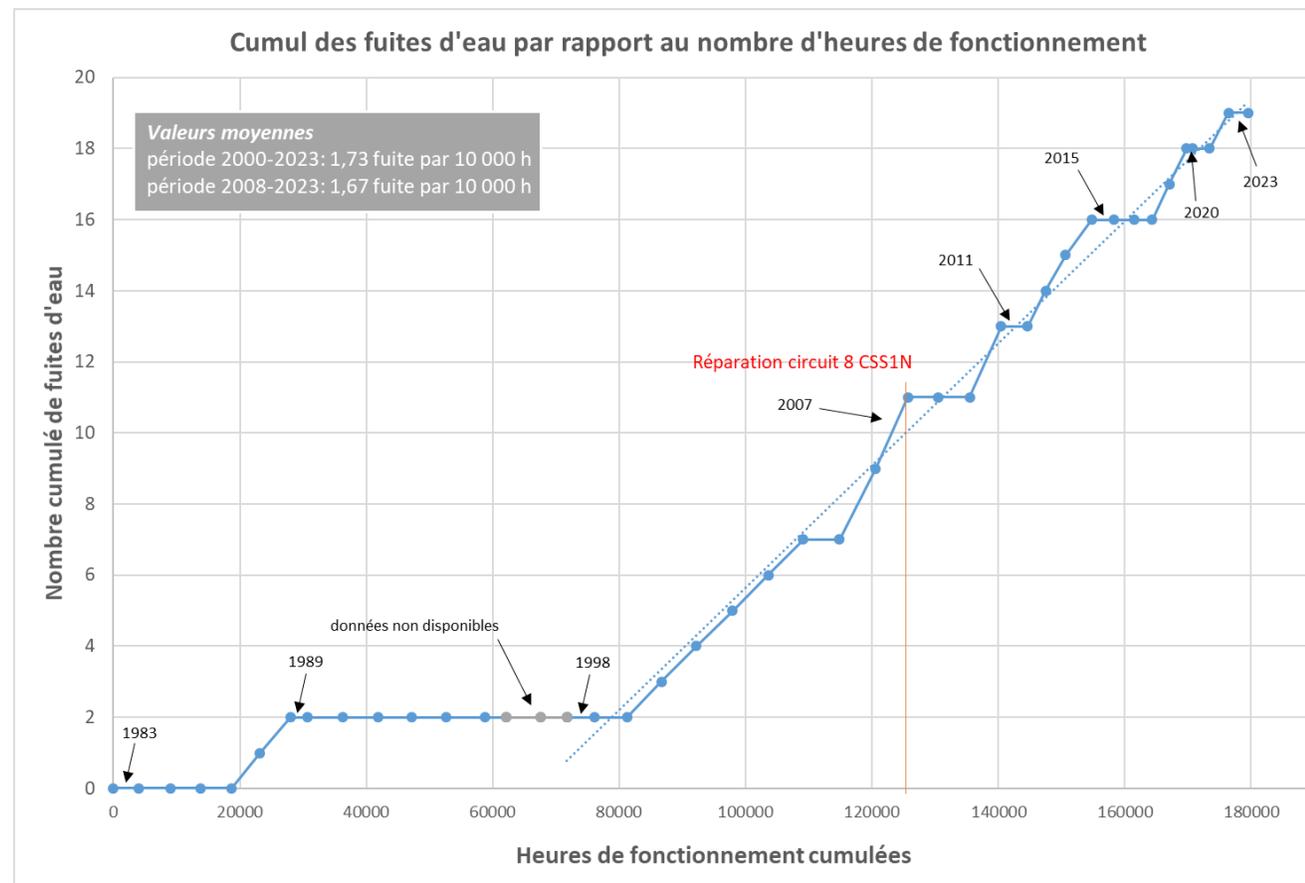


# Développement du projet CYREN

## Avant-projet CaCyss

# CaCyss – Rappel de la problématique

- ❑ 19 fuites en opération depuis 1983 dont 17 depuis 2000
- ❑ **1 350 heures d'opération** (=56 jours) **perdues** depuis 2000 (1,4% du temps total d'opération – estimation basse)
- ❑ Une **fréquence des fuites stable**
- ❑ Un **impact croissant** (mais cause pas nécessairement technique)
- ❑ Les 4 résonateurs sont touchés
- ❑ **Problème de corrosion** dont la *cause* et l'*évolution* ne sont pas connues
  - ⇒ action spécifique (recommandation AAC 2024) avec la filière d'expertise du CEA (78k€)



Coupes micrographiques réalisées dans les années 2000 sur des éléments de circuits de refroidissement de résonateur CSS

Analyse complète : document GANIL-14878

## ❑ 2 scénarios issus de l'avant-projet CYREN:

- 1 résonateur neuf (= rechange) pour 7,2 M€ (hors zone de stockage)
- 4 résonateurs neufs pour 24,0 M€ (hors zone de stockage)

## ❑ Hypothèse CYREN: tests des résonateurs effectués dans les cyclotrons

⇒ 14 mois d'arrêt pour le premier résonateur puis 10 mois par résonateur supplémentaire

## ❑ Objectifs de l'avant-projet CaCyss (Cavités des Cyclotrons à secteurs séparés)

- Recenser, évaluer, préciser les opérations de rénovation des résonateurs
- Identifier l'intérêt et l'impact d'un upgrade des performances
- Proposer des scénarios répondant au double objectif:
  - **Maintien en condition opérationnelle pendant 20 ans, en minimisant le risque d'une fuite irréparable**
  - **Diminuer le taux de pannes**
- Minimiser l'impact du projet sur la fourniture de faisceau

# CaCyss – Analyse et solutions étudiées



❑ Maintien en condition opérationnelle pendant 20 ans en minimisant le risque d'une fuite irréparable

- Résonateur de rechange ⇒ zone de stockage dédiée

❑ Diminution du taux de pannes

- Remplacer/réparer les résonateurs défectueux
- La diminution du taux de pannes est proportionnelle:
  - à l'ampleur des rénovations
  - au nombre de résonateurs rénovés

❑ Scénarios envisagés lors de l'AVP

Construction de 1-4 résonateur(s) neuf(s)

- identiques
- optimisés

Rénovation de 1-4 résonateur(s) ☠

- Rénovation nominale
- Rénovation minimale
- Rénovation avec optimisations

Bâtiment de stockage/rénovation/démantèlement

Bâtiment de montage/stockage/test RF

**Analyse des problématiques associées:**

- Définition du périmètre de fabrication
- Fabricants potentiels
- Besoin d'une zone de montage au GANIL
- Installation dans la casemate des CSS
- Tests RF et faisceau nécessaires
- Manutention, alignement
- Démantèlement
- Upgrades pertinents (RF et mécaniques)
- Etudes mécaniques requises
- Impact Sûreté nucléaire

# CaCyss – Activités AVP en cours



## ❑ Sourcing

- Identifier des fabricants potentiels (compétents et intéressés)
- Challenger l'estimation coût initiale (+ chiffrage paramétrique avec IRFU/DACM)
- Préparer une stratégie d'appel d'offres et de suivi de fabrication

## ❑ Simulations RF

- Augmentation des performances: +15% possible
- Gain attendu (dynamique faisceau) en cours d'évaluation

## ❑ Etudes mécaniques

- Revue des plans, identification points durs, détermination de masses...
- Etude mécanique actionneur panneau d'accord
- Evaluation d'autres études pertinentes (refroidissement, accord réglable 50 Ω...)

## ❑ Etudes bâtiments

- Entrer/sortir un résonateur du BAM, transporter le résonateur sur site
- Nouveau bâtiment pour assemblage, stockage et/ou tests

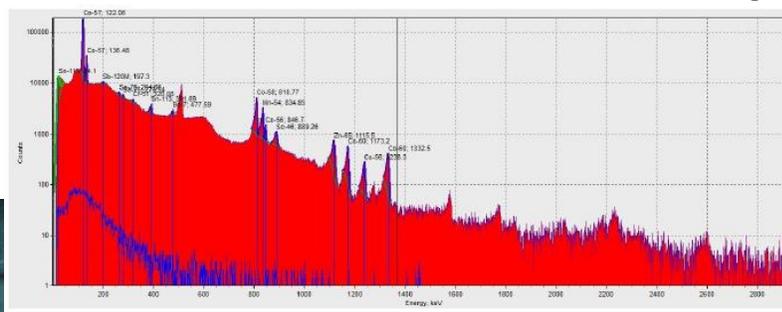
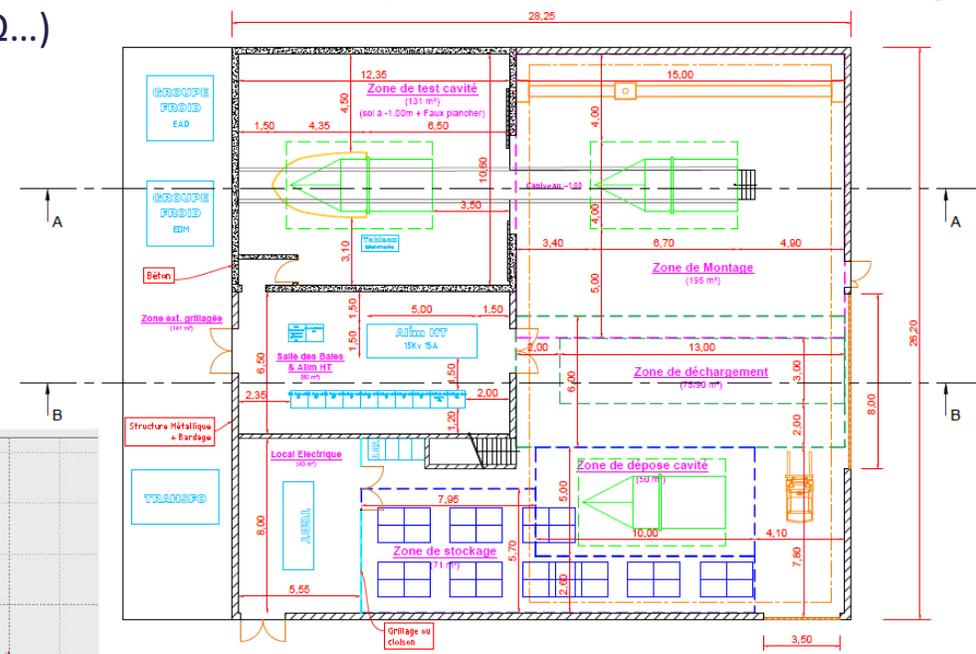
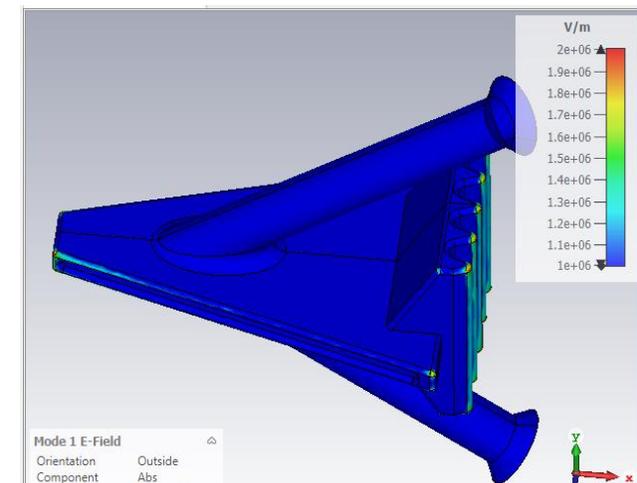
## ❑ Inventaire radiologique

## ❑ Impact sûreté sur projet

## ❑ Démantèlement des anciens résonateurs

## ❑ Plan de test RF

## ❑ ...





# Développement du projet CYREN

## Planification

# Planification : données d'entrée

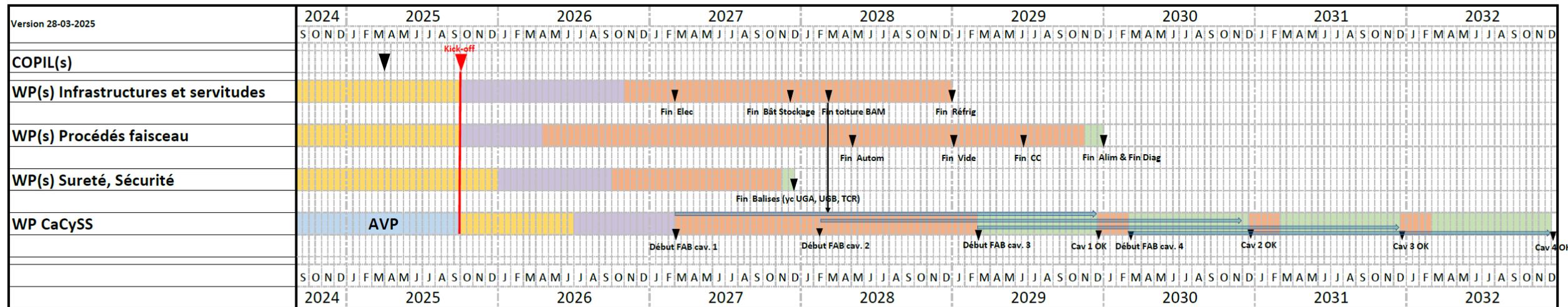
Hypothèses de planification à ce stade en lien avec le PPAG 2024-2036:

- scénario complet avec 4 nouvelles cavités RF CSS
- un nouveau banc d'essai RF de cavité pour minimiser l'arrêt des cyclotrons à 4 mois par an (pour 1 nouvelle cavité par an, au lieu de 10 mois sans banc d'essai RF)
- phase préparatoire, études et appel d'offres sur les différents WP de 2023 à 2027
- de 2024 à 2032, arrêt des cyclotrons au semestre 2 uniquement : pour réaliser des travaux importants sur le projet CYREN, nécessitant un arrêt prolongé du faisceau
- changement d'une cavité par an entre 2029 et 2032 (4 mois d'assemblage et de test par cavité à l'intérieur du CSS après le montage et les tests RF sur le nouveau banc d'essai dédié)
- de 2024 à 2032, fonctionnement du cyclotron pendant le semestre 1 afin :
  - de poursuivre les programmes scientifiques
  - de réaliser des expériences à partir de 2029 avec le détecteur AGATA, dont le retour au GANIL est prévu
  - de fournir des faisceaux SPIRAL1 à la nouvelle installation DESIR à partir de 2028 pour la mise en service et le programme expérimental
  - de fournir des faisceaux à l'industrie spatiale



# Planning directeur simplifié avec scénario 4 nouvelles cavités

## PROJET CYREN - PLANNING DIRECTEUR SIMPLIFIE





# Plan de charge prévisionnel

Projet CYREN - Tableau de répartition des ressources RH, vision à fin CyRen (hors aléas)

Ressources	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Total (ETP)
RH/DSTA/STIL/GC	1,00	0,80	0,28	0,07	0,07	0,07	0,07	0,02	0,00	2,4
RH/DSTA/STIL/CFO	0,30	0,50	0,05	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,0
RH/DSTA/STIL/CFA	0,10	0,20	0,11	0,17	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,7
RH/DSTA/STIL/REF	0,50	0,70	0,75	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,1
RH/DSTA/STIL/CVC	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,2
RH/DSTA/SSRE/SPR	0,50	1,40	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,2
RH/DSTA/SSRE/SUR	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
RH/DSTA/SSRE/ENV	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,1
RH/DSTA/SSRE/SHS	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,2
RH/DSTA/G2I	0,30	0,40	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,8
RH/DSTA/GFA	1,00	1,31	0,72	0,43	0,34	0,31	0,30	0,07	0,00	4,5
RH/DOD/G2CA/A	3,80	2,63	1,20	0,82	0,35	0,28	0,04	0,00	0,00	9,1
RH/DOD/G2CA/CC	1,60	2,63	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,4
RH/DOD/GEF/EM	0,70	0,28	1,19	0,62	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	2,8
RH/DOD/GCS	0,20	0,25	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,5
RH/DOD/GM	1,20	0,72	0,40	0,38	0,38	0,38	0,37	0,09	0,00	3,9
RH/DOD/GVC	1,40	1,11	0,75	0,74	0,71	0,58	0,58	0,62	0,16	6,7
RH/DOD/GGOI	0,10	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,2
RH/DOD/GEF/AC	2,70	2,79	3,38	1,60	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	10,6
RH/DOD/GEF/HF	0,90	1,21	1,22	0,90	0,70	0,67	0,46	0,10	0,00	6,2
RH/DOD/GPA	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,1
RH/DIR/CCP	1,20	1,16	1,18	1,18	1,17	1,17	1,16	1,25	0,55	10,0
RH/DIR/CSQ	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,05	0,9
RH/DPHY/STARS	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,05	0,9
<b>Total (ETP)</b>	<b>18,2</b>	<b>18,5</b>	<b>12,1</b>	<b>7,4</b>	<b>4,2</b>	<b>3,6</b>	<b>3,2</b>	<b>2,4</b>	<b>0,8</b>	<b>70,4</b>

⇒ issu du PdC de l'AvP avec scénario 4 nouvelles cavités : recalé dans le temps, sans aléas et sans réévaluation RH



# Développement du projet CYREN

## Budget et Financements

- ❑ Le budget actuel présenté au CAF du GANIL de 47,6M€ est celui de l'AvP CYREN en € 2022
  
- ❑ Périmètre :
  - Elargissement proposé : UGA/UGB/TCR pour +1,58 M€
  
  - Réduction proposée : SSI pour -1,02 M€
  
  - En cours d'évaluation donc non intégré
    - Potentiels nouveaux besoins des WP existants (ex : Zone de test CaCyss)
    - Nouveaux WP potentiels (suite à analyse des pannes)
  
- ❑ Une inflation de 2022 (4%), 2023 (4%) et 2024 (2%) soit environ 10% serait à prendre en compte pour équivaloir à une situation d'investissement en 2025

# Budget CYREN

SUVI COUT CYREN (condition économique : € 2022 ; sans inflation)

	2023	2024	BI 2025	REV1 2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	total
<b>RESSOURCES</b>												
Subvention complémentaire		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	4,61	0,56	8,167
Report de n-1		0,00	1,61	1,61	1,71	2,65	1,42	0,35	-0,43	-0,43	0,00	
LPR Equipement		1,94	5,46	5,46	4,01	6,69	3,18					21,280
Accord GSI-FAIR / GANIL (Phase 2)					3,71	2,89	4,46	4,44	1,40			16,900
CPER CYREN		0,16	0,36	0,36	0,48	0,25						1,240
Total des ressources	0,00	2,10	5,81	5,81	8,20	9,83	7,64	4,44	4,40	4,61	0,56	47,587
<b>DEPENSES</b>												
Ordonnancements réalisés/prévus	0,00	0,50	5,70	2,24	7,27	11,05	8,70	5,22	4,40	4,19	4,01	47,587

DEPENSES/ Sous-PROJETS	2023	REEL 2024	BI 2025	REV1 2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	total	CAF nov 2024	Ecart
<b>Lots de rénovation</b>														
WP-1a : Bâtiments existants			0,30	0,08	0,20	0,22						0,50	0,50	0,0000
WP-1b : Batiments de stockage / logistique			1,40	0,24	0,42	1,13	0,38					2,18	2,18	0,0000
WP-2 : Servitudes électriques			0,86	0,47	0,37	0,51						1,35	1,35	0,0000
WP-3 : Servitudes réfrigérations			0,62	0,05	0,34	0,45	0,74					1,58	1,58	0,0000
WP-4 : Servitudes CVC			0,40	0,15	0,28							0,43	0,43	0,0000
WP-5 : Infrastructure informatique		0,03	0,08	0,02	0,22	0,08						0,35	0,35	0,0000
WP-6 : Equipements SSRE		0,03	0,13	0,13	0,27	0,90	0,84					2,16	0,42	1,7420
WP-7 : Alimentations / Aimants		0,12	0,45	0,16	1,46	1,27	1,54	0,29				4,83	4,83	0,0000
WP-8 : Automates		0,04	0,11	0,11		0,05		0,03				0,21	0,21	0,0000
WP-9 : Systèmes HF		0,03	0,10	0,01	0,38	0,40	0,32	0,05				1,20	1,20	0,0000
WP-10 : Contrôle / Commande			0,10	0,01	0,39	0,40	0,48	0,29				1,57	1,57	0,0000
WP-11 : Diagnostics		0,00	0,05	0,01	0,03	0,18	0,16	0,04				0,43	0,43	0,0000
WP-12 : Cibles / Sources d'ions			0,03	0,03	0,04							0,07	0,07	0,0000
WP-13 : Systèmes de vide		0,25	0,27	0,27	0,13							0,65	0,65	0,0000
WP-14 : Management & activités support			0,02	0,02	0,15	0,15	0,10	0,10	0,05	0,05	0,05	0,67		0,6700
WP-15 : Filtres Harmoniques			0,33	0,02	0,25	0,55						0,81	0,81	0,0000
WP-16 : Projet SSI INB												0,00	1,02	-1,0200
WP-17 : CaCySS (Cavités des Cyclotrons CSS)		0,00	0,00	0,24	0,45	3,12	3,02	3,46	3,43	3,43	3,43	20,60	20,36	0,2368
<b>SA&amp;CR</b>														
WP-18 : EVO_UGA			0,22	0,14	0,45	0,21						0,80	0,75	0,0450
WP-19 : EVO_UGB			0,06	0,06	0,07	0,03						0,16	2,06	-1,9000
WP-20 : EVO_TCR			0,19	0,05	0,33	0,25						0,62	0,77	-0,1490
<b>ALEAS</b>														
CYREN			0,00	0,00	1,04	1,18	1,10	0,96	0,91	0,70	0,53	6,43	6,05	0,3753
<b>TOTAL DEPENSES</b>	-	0,498	5,704	2,243	7,269	11,054	8,702	5,222	4,397	4,188	4,015	47,587	47,587	0,0000

## Financements acquis à ce jour :

- ❑ **1,24 M€** du contrat de plan Etat-Région 2021-2027
- ❑ **21,2 M€** alloué par le Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (9 juin 2023)



## Financements en cours de consolidation :

- ❑ Second accord entre GSI et GANIL pour les projets CYREN et DESIR (18,9M€) : l'objectif est d'obtenir **16,9M€** pour CYREN (demande du GANIL d'avoir du CASH)



⇒ Soit une hypothèse à ce stade de 39,34 M€



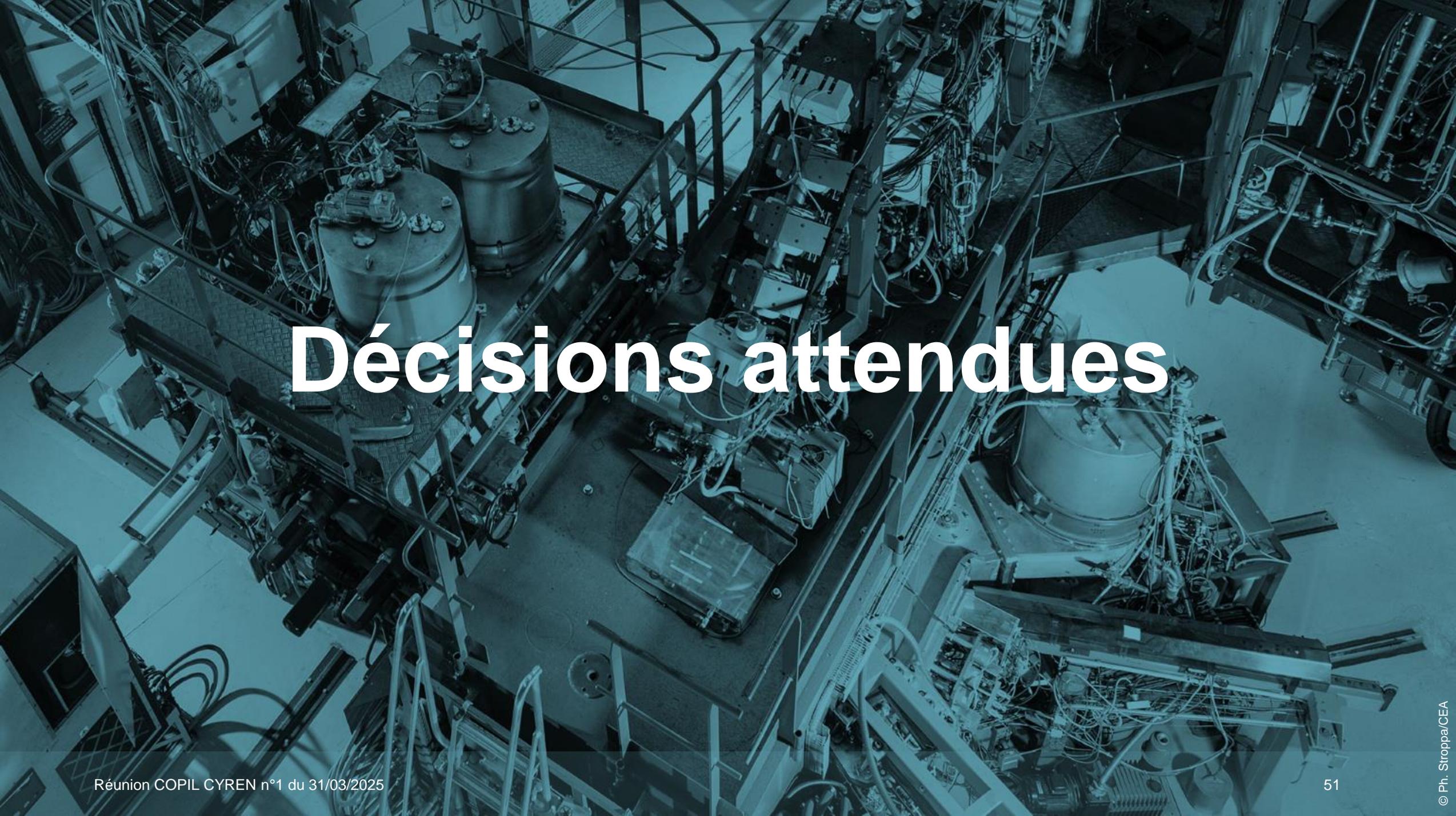
# Développement du projet CYREN

## Autres actions à mener d'ici Septembre 2025

# Actions à mener d'ici COPIL CYREN de septembre 2025

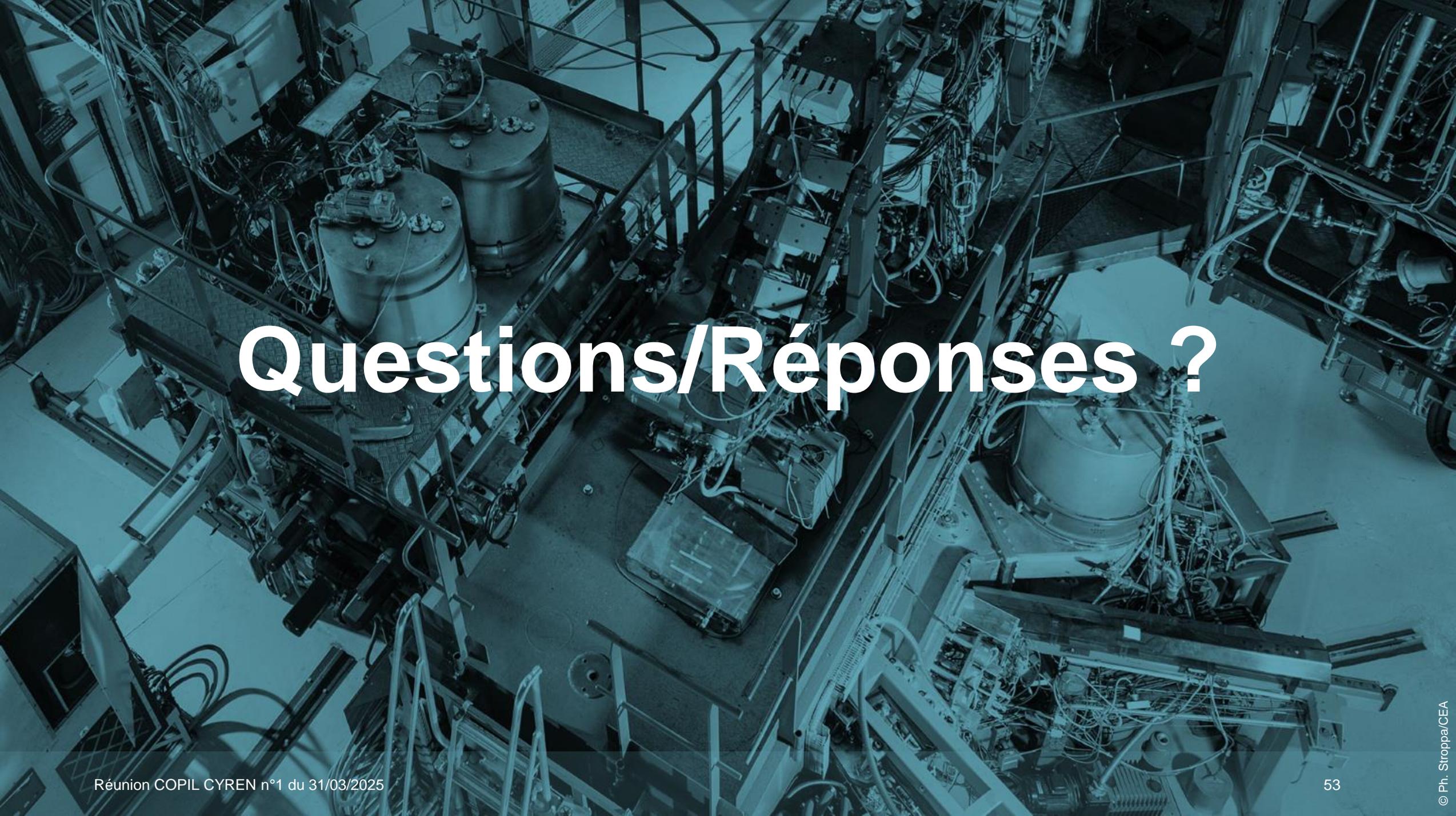


- ❑ Initier/poursuivre les études techniques et économiques en cours
- ❑ Traiter les interfaces entre WP CYREN
- ❑ Consolider les évaluations en terme de coûts, de RH, d'ordonnancement et de risques
- ❑ Prendre en compte les recommandations du développement durable
- ❑ Consolider les criticités des défaillances des équipements des WP identifiés afin de proposer des arbitrages et des scénarios de rénovations partielles en cas de financements insuffisants
- ❑ Traiter les sources de pannes à fort impact nouvellement identifiées :
  - Fuites d'eau des éléments d'injection/éjection
  - Fuite d'eau sur les équipements insérables dans les lignes faisceaux⇒ Identifier les causes et proposer un plan d'action par CYREN
- ❑ Préparer des scénarios évalués pour les cavités des CSS (WP CaCyss) ainsi que pour les autres WP afin que le COPIL CYREN valide en septembre 2025 les scénarios retenus (plan de développement), le périmètre technique du projet, un calendrier et un budget prévisionnel associé (référentiel projet).



# Décisions attendues

- Validation des objectifs du projet et en particulier vis-à-vis des upgrades (augmentation des performances)
- Validation de l'organisation du projet proposée
- Validation de l'objectif de fourniture de faisceau en « continu » (environ 4 mois/an)
- Définition d'une cible de CaT du projet pour préparer le kick-off
- Validation du prochain COPIL de sept-25 (dates à définir idéalement entre 15 et 30 sept) qui permettra :
  - Le choix du scénario pour le WP CaCyss et impact sur les autres WP dans un cadrage budgétaire
  - Le kick-off avec fourniture d'un référentiel (technique, budgétaire, calendaire et gestion des risques)
- Demande potentielle du COPIL de traiter par le projet d'autres paramètres non pris en charge à ce stade ?
- Validation/modification des lettres de mission PS et CdP



# Questions/Réponses ?

# Merci pour votre attention

