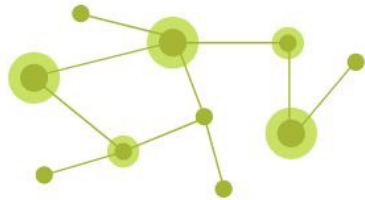


ÉNERGIE ÉLECTRIQUE 4.0



FiabSIE 4.0

Fiabilité des Systèmes d'Isolation Electriques

Comité de suivi EE4.0 – axe 1

15 février 2024



Le projet s'inscrit dans **l'axe 1 matériaux et composants du Génie Electrique**

- **Ouverture thématique vers:**

- les nouvelles technologies (Matériaux, Procédés, IA, Objets Connectés...)
- les sciences humaines et sociales (Economie, acceptabilité de nouveaux usages...)

ET /OU

- **Poursuite du transfert technologique :**

- Partenariat fort vers les industriels et les collectivités

Le projet s'inscrit dans l'axe 1 matériaux et composants du Génie Electrique

- Ouverture thématique vers:

- les nouvelles technologies (Matériaux, Procédés, IA, Objets Connectés...)
- les sciences humaines et sociales (Economie, acceptabilité de nouveaux usages...)

ET /OU

- Poursuite du transfert technologique :

- Partenariat fort vers les industriels et les collectivités

Amphenol Air LB
Your Satisfaction. Everyday. Everywhere.

Amphenol[®]
AUXEL

SADTEM

 **SAFRAN**

Contexte : Electrification des solutions de mobilités sur une très large gamme de puissance

- Vélo à Assistance électrique : qq centaine de W
- Automobile 100% électrique : qq centaine de kW
- Avion ou train : qq MW

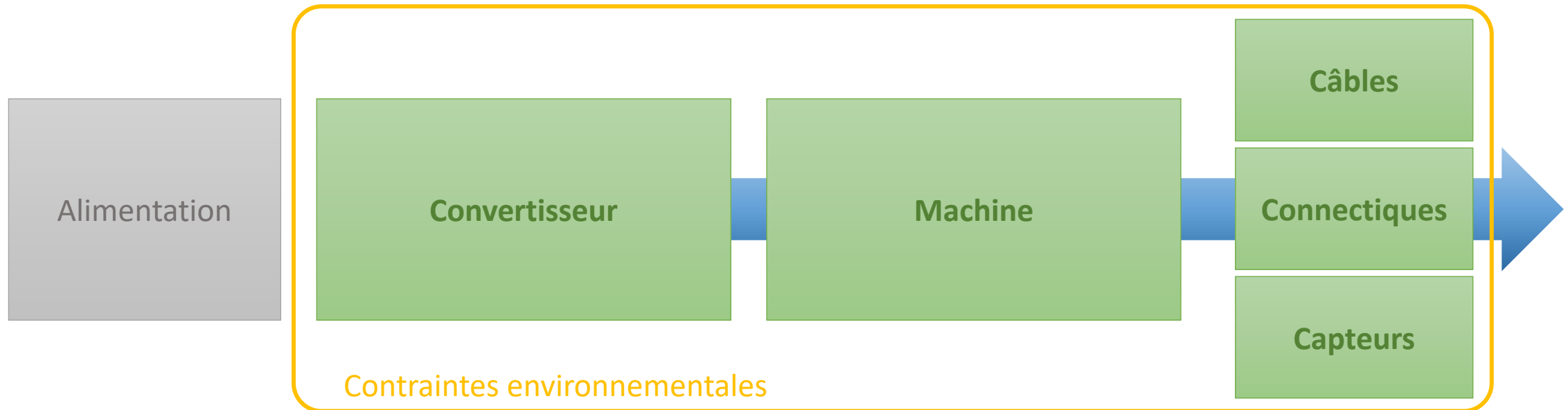
Applications à profils de mission très variables & à espérance de vie très variables

Comment dimensionner au mieux en optimisant les empreintes énergétique et écologique ?

- Affiner les connaissances des matériaux (isolants dans un premier temps)
- Mettre au point des modèles vieillissement performants pour prédire la durée de vie des différents composants d'un système
- Comprendre les mécanismes d'apparition des phénomènes accélérant la dégradation des matériaux (Décharges Partielles)

Deux axes

Définition des modèles de vieillissement / Subdivision d'une chaîne de traction en composants élémentaires :



Objectifs : Evaluer la durée de vie de chacun des composants de manière indépendante et dans des conditions aussi proche que possible des conditions opérationnelles

Solution : Mise en œuvre d'une chaîne de traction modulaire où chacun des éléments étudiés est placé dans des conditions électriques et environnementales proches de son profil de mission

Deux axes

Analyse des phénomènes précurseurs des décharges partielles

De nombreux mécanismes electro-hydro-dynamiques à l'œuvre dans une machine électrique. Deux voies de travail :

- Modéliser
- Observer

Caméra Haute vitesse (20kFPS)

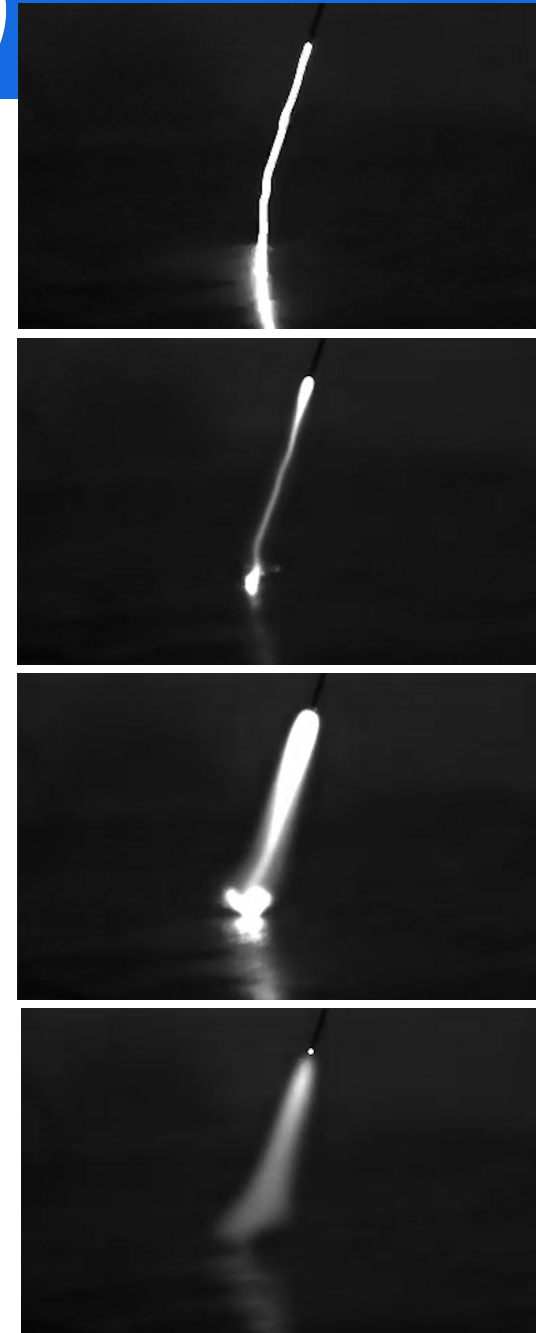


Caméra ultra-sensible (eCMOS)



Objectifs :

Prédire les phénomènes précurseurs afin de mieux se prémunir des décharges
Relier l'influence des grandeurs électriques aux vieillissement des matériaux



Analyse de la tension d'apparition des décharges partielles (TADP)

- Connecteurs dédiés à l'aéronautiques pour Amphenol AirLB

- Spécifications de fonctionnement
 - 200°C
 - 11 mBar

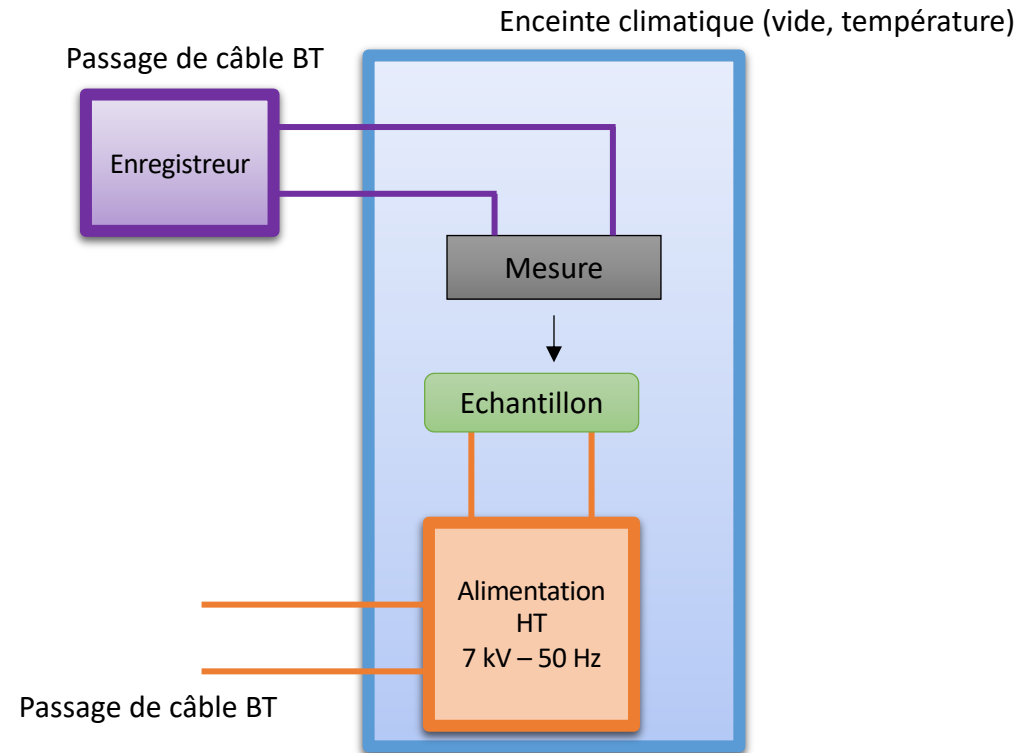


- Busbar laminés pour environnements sévères pour Amphenol Auxel

- Spécifications de fonctionnement
 - 180°C
 - 50 mBar

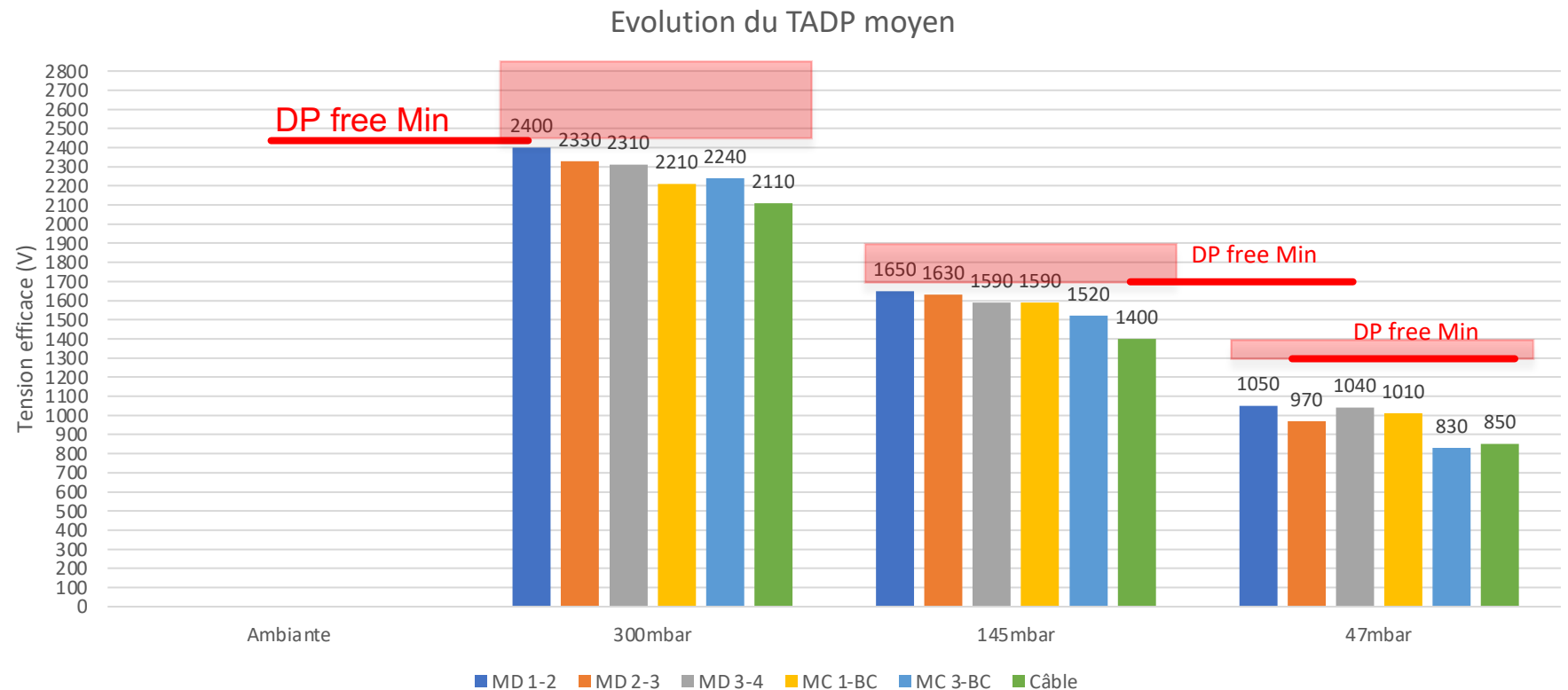


Banc de mesure actuel



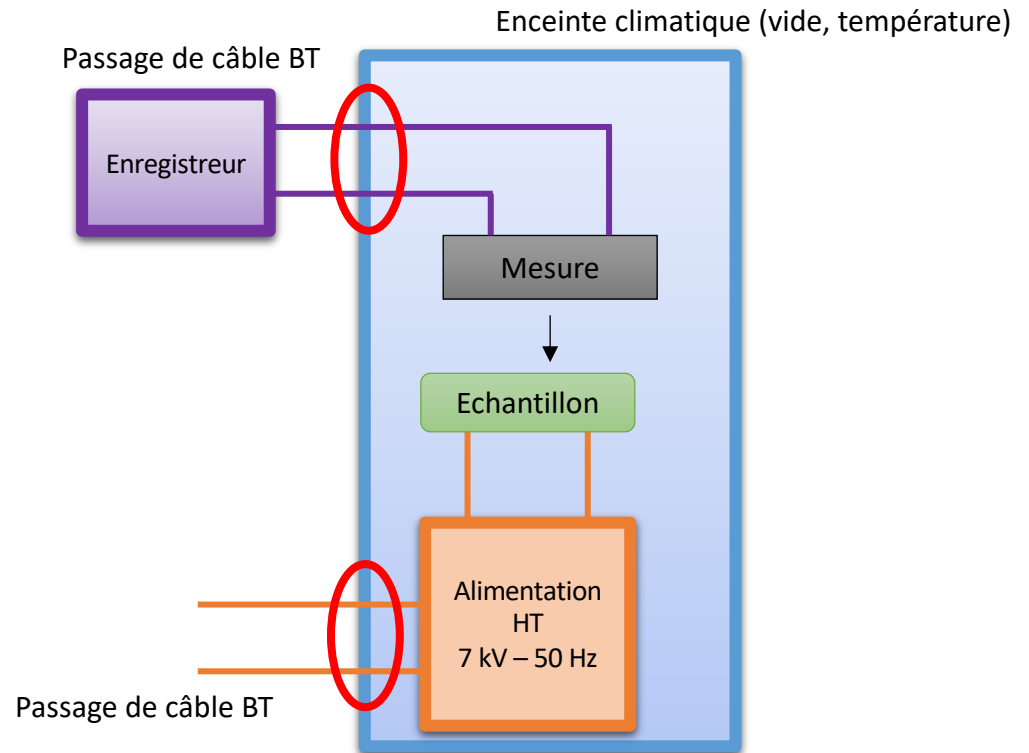
Analyse basse pression sur des échantillons modifiés

- Amélioration sensible des résultats grâce au nouveau process
- Limites de tension du banc atteinte



Banc de mesure actuel

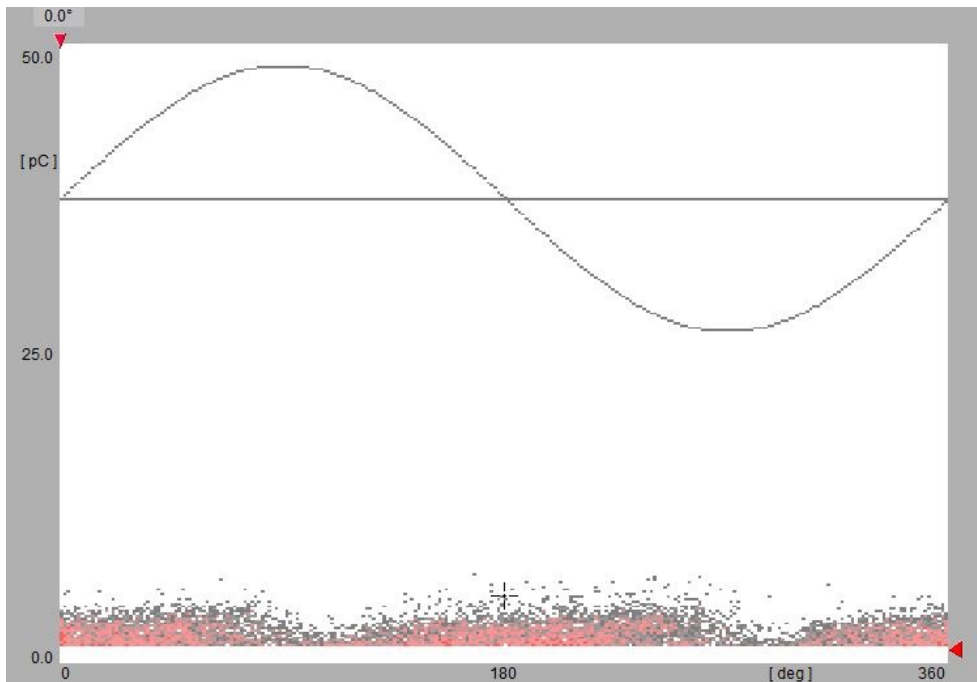
- Problématique de passage de câble
 - HT & BT
 - Nécessité de placer le dispositif HT en dépression
 - Impossibilité de monter en température
 - Dispositifs de mesures sensibles dans l'enceinte
 - Apparition de DP dans le passage de câble



Analyse plus poussée grâce aux diagrammes PRPD (Phase Resolved Pattern Diagrams)

- Tracé en fonction de la phase du signal d'excitation des niveaux de charges observés
- Mesure du diagramme « à vide » pour obtenir le « DP free »

DP free

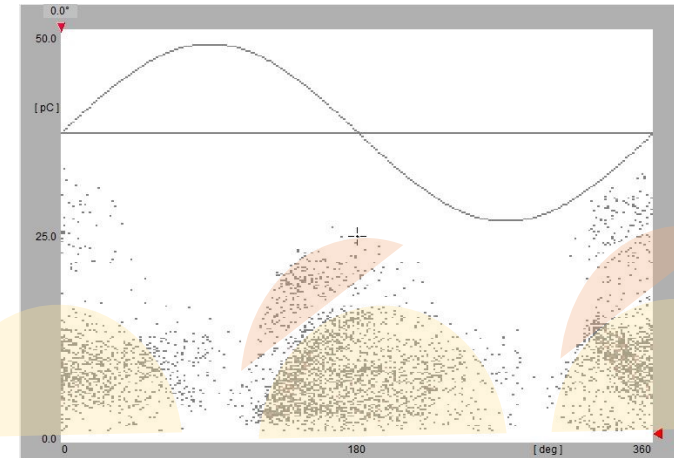


Echantillon 1

5,5 kV

Défaut dans une vacuole
de l'isolant

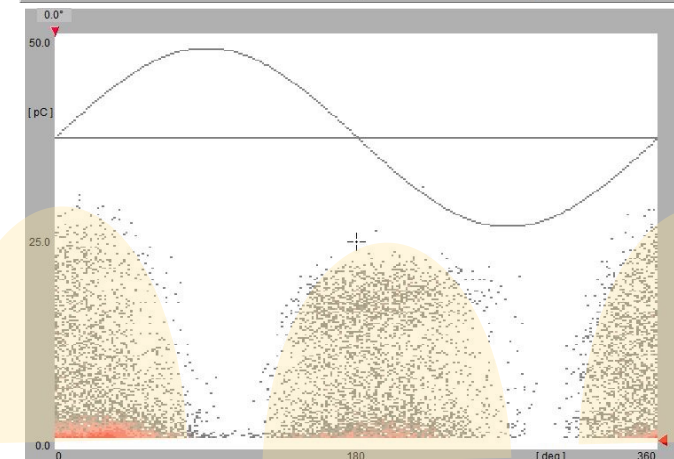
Défaut entre électrode
et isolant



Echantillon 2

3,1 kV

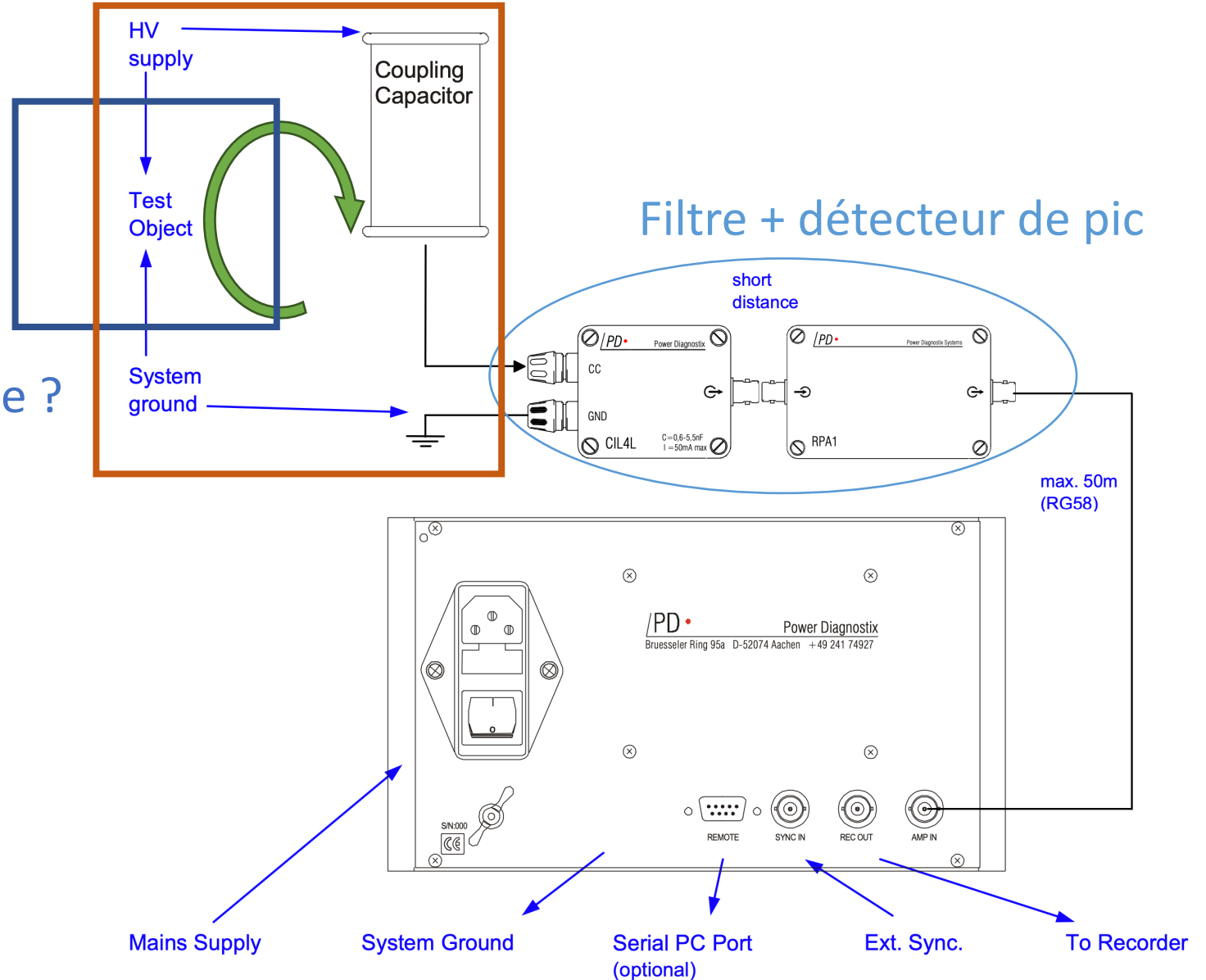
Défaut entre électrode
et isolant



Principaux résultats scientifiques (4/4)

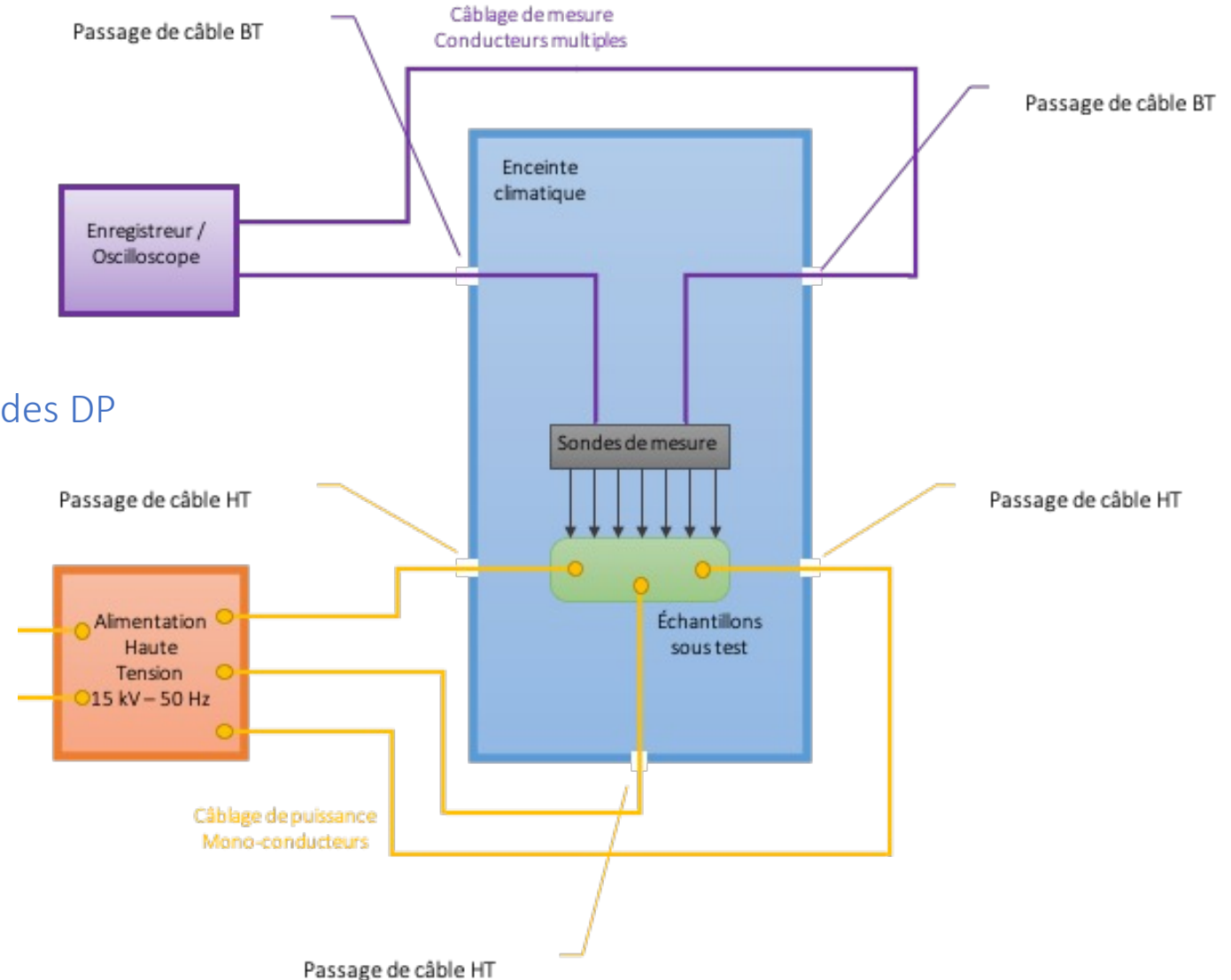
Principe de mesure des DP

Enceinte climatique ?



Nouvelle architecture du banc de mesure

- Multiplication des passages de câble
 - HT & BT
 - Ajout d'une zone réfrigérée pour les sondes
 - Développement d'autres méthodes de mesure des DP
 - Tracé des diagrammes PRPD
 - Mesures optiques
 - Mesures de champs rayonnés
- Multiplication des échantillons sous tests



Merci !

QUESTIONS ?

Economiques :

Noms projets 2023 en lien avec le projet présenté	Montants 2023 (k€)	Types (ERC, EIC, HE, FEDER (hors CPER), France 2030, ANR, Autres)
Projet APPLIEDB déposé à l'AAP 2023		ANR

Economiques :

Noms des contrats industriels en lien avec le projet présenté	Montants en 2023 (k€)	Partenaires industriels
Campagne d'essai TADP	15 k€	Amphenol Air-LB
CoNtiNeNT	20 k€	SADTEM

Production scientifique :

Remerciements au projet CPER EE4.0 :

« This work has been achieved within the framework of EE4.0 (Energie Electrique 4.0) project. EE4.0 is co-financed by European Union with the financial support of the European Regional Development Fund (ERDF), French State and the French Region of Hauts-de-France. »



Production scientifique – articles et ouvrages :

Articles de revues internationales avec comité (RICL) :

Références	Remerciements à EE4.0 (Oui/Non)
Oussama Abdel Illah Rahmouni, Sonia Ait-Amar, Stéphane Duchesne, Jean-François Wecxsteen « In-Depth Partial Discharge Inception Voltage analysis in Laminated Busbar by Means of Experimentations and Simulations » en cours d'évaluation	oui

Ouvrages scientifiques et/ou de participations à un chapitre d'ouvrage :

Références	Remerciements à EE4.0 (Oui/Non)

Production scientifique – conférences :

Conférences avec comité scientifique et audience **nationale** (CNCL) :

Références	Remerciements à EE4.0 (Oui/Non)

Conférences avec comité scientifique et audience **internationale** (CICL) :

Références	Remerciements à EE4.0 (Oui/Non)
Oussama Rahmouni, Sonia Ait-Amar, Stéphane Duchesne, Jean-François Wecxsteen. Laminated bus- bar PDIV improvement using a new varnish-based insulation technology with micro/nano fillers. 2023 IEEE Electrical Insulation Conference (EIC), Jun 2023, Quebec City, France. pp.1-4, 10.1109/EIC55835.2023.10177348 . hal-04277764	non

Prix/distinctions scientifiques pour les travaux de recherche :

Intitulés des prix/distinctions
<p><u>Best contribution in power system category de la conférence EIC 2023 Quebec</u> O. Rahmouni, S. Ait-Amar, S. Duchesne, J.F. Wecxsteen. « Laminated busbar PDIV improvement using a new varnish-based insulation technology with micro/nano fillers ». 2023 IEEE Electrical Insulation Conference (EIC), Jun 2023, Quebec City, pp.1-4, <10.1109/EIC55835.2023.10177348>. <hal-04277764> ;</p>

Rattachement à une infrastructure de recherche nationale ou européenne :

IR & équipement(s) matériel(s) ou immatériel(s) (ex : données)
Plateforme TEch3e

Thèses (en lien avec le projet présenté):

Noms étudiants	Sujets	Dates débuts thèses	Financements	Cifre ?
Oussama Rahmouni	LAMINATED BUSBAR FOR ELECTRIC POWER STATIC CONVERTERS IN AERONAUTIC ENVIRONMENT	01/2021	Auxel	oui
Abdelkrim Kisserli	Amélioration de la bande passante des transformateurs de mesure Haute-tension	03/2024	SADTEM	oui

Communication:

Actions de communication et de vulgarisation vers la société :

Intitulés des actions de communication et de vulgarisation

Participation à la Fête de la Science ? (O/N) oui