Accélérateur d'innovation au service de l'industrie

RÉGION PAYS DE LA LOIRE

Acteur majeur de l'innovation

1er Centre de Recherche Technologique en France

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

N°1 français des brevets en Europe

Seul organisme de recherche français présent dans le classement
Présence ininterrompue depuis 2012

Chiffres clés 2020

20 000 salariés

5 Md€ de budget annuel

>700 partenaires industriels

750 dépôts de brevets/an

218 start-up créées

Une présence du CEA
sur tout le territoire français

Pour assurer une proximité avec l'ensemble de ses partenaires, le CEA est présent sur tout le territoire

9 centres CEA

4
centres
de recherche
civils

5
centres dédiés
aux applications
militaires

+ 9 implantations CEA en région

~ 200
collaboratrices
& collaborateurs

Plateforme SEA'NERGY

Marinisation des matériaux aux systèmes énergétiques

Contact : guenael.lesolliec@cea.fr

La plateforme SEA'NERGY – Adaptation des matériaux et des systèmes énergétiques au milieu marin

Axe 1

Durabilité de nouveaux matériaux et technologies en environnement marin

Matériaux métalliques et composites
Piles à combustible, photovoltaïque, etc.

Axe 2

Mise à l'échelle de nouveaux systèmes énergétiques pour les navires
Intégration et **évaluation semi-virtuelle**

Électrification : batteries et hydrogène
Hybridation et nouveaux carburants

16 personnes

Bouguenais
Pays de la Loire

Partenariats industriels

PONANT
Lhyfe
Genevos EFFICIENT INNOVATIONS
NAVAL GROUP
MARITIME ENERGY AND ENVIRONMENTAL TRANSITION 2050

Partenariats académiques

Nantes Université
CENTRALE NANTES
Arts et Métiers

cea

Des moyens multi-échelles

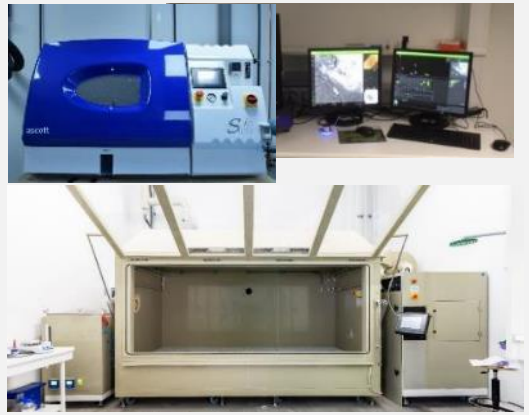
Moyens et méthodes de conception et qualification pour des applications maritimes

Durabilité des matériaux métalliques et composites

Machine d'essais de fatigue + brouillard salin

Suivi in situ par imagerie RX d'un essai de fatigue

Modélisation des mécanismes de rupture



Caractérisation composants en environnement / corrosion

*Brouillard salin jusqu'à **8 m³***

Enceintes climatique & UV

Modélisation des mécanismes de corrosion

Qualification de systèmes fortes puissances (batteries, FC)

*Banc électrique **800 kW***

*Chambre climatique **55 m³***

Alimentation H_2 jusqu'à 34 kg/h

Conditionnement d'air salin / pollué

Thermo-régulateurs

Intégration et évaluation semi-virtuelle (XiL)

Modélisation et simulation système (Matlab, Modelica, …)

Simulateur temps réel navire

Prototypage contrôle / commande

Emulation architectures électriques modulaires

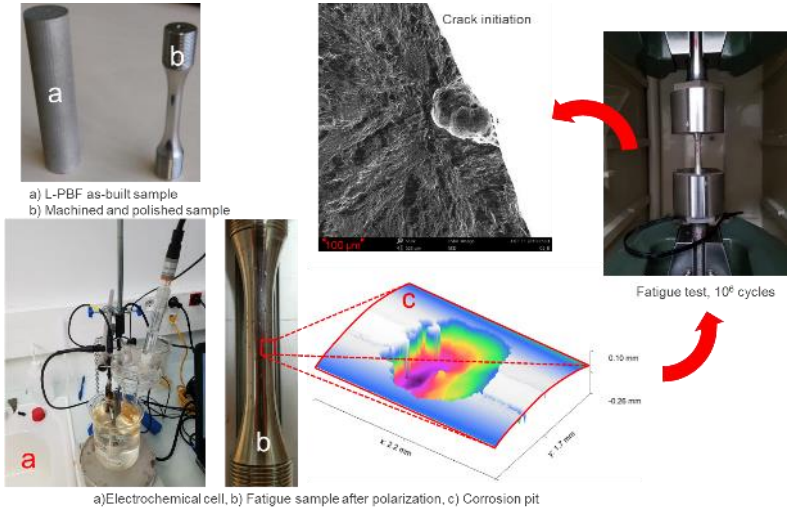
Matériaux → Composants → Briques technologiques → Systèmes → Chaines énergétiques

Environnement de caractérisation de la durabilité des matériaux métalliques et composites sous contraintes mécaniques et environnementales

Plateforme commune
CESAM

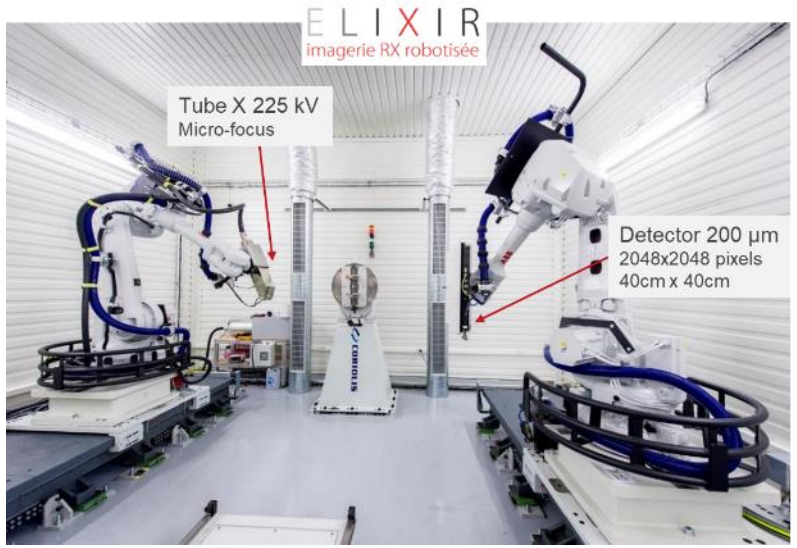
Arts et Métiers Sciences et Technologies

Essais fatigue / corrosion sur des échantillons



- ✓ Machine d'essais électrodynamique biaxiale 10 kN
- ✓ Machine d'essai hydraulique 100 kN
- ✓ Essais de fatigue + brouillard salin
- ✓ Modélisation des mécanismes de rupture

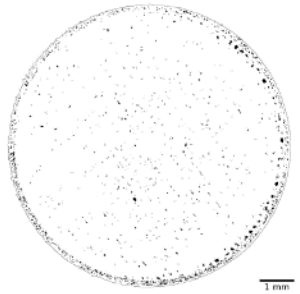
Suivi par imagerie RX à échelle réelle de pièces de grande dimension



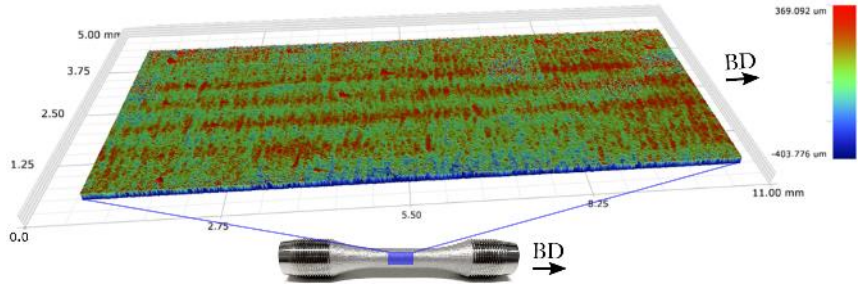
- ✓ 2 bras robotisés 6 axes sur un rail de 5 m pour des trajectoires hélicoïdales
- ✓ Positionneur horizontal 4m / 2 tonnes vertical 1m / 300 kg
- ✓ Emulation d'un large détecteur
- ✓ Algorithmes de traitement / reconstruction

Etude du couplage fatigue – corrosion sur matériaux en fabrication additive

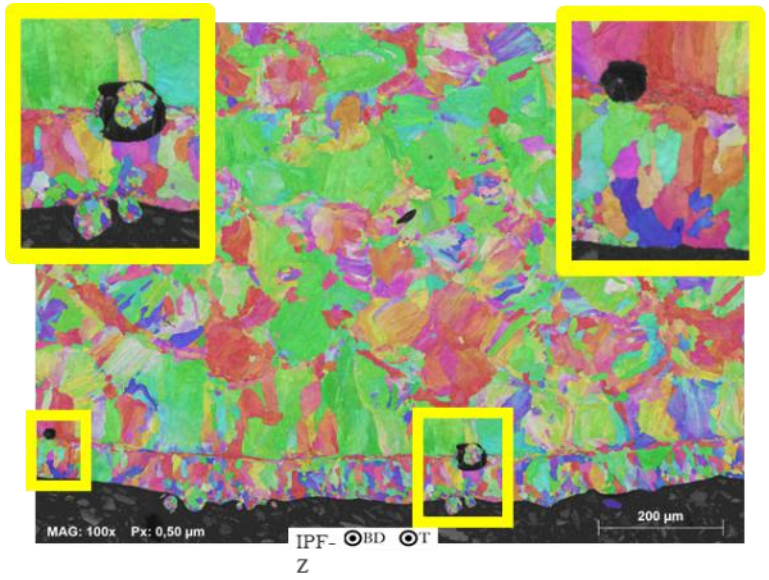
Défauts internes *(tomoX)*

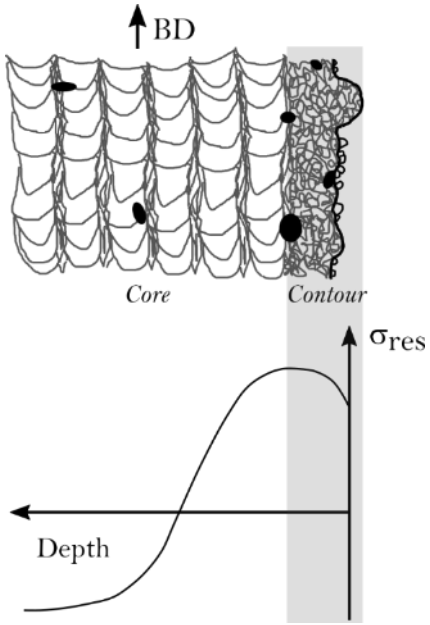


Etat de **surface rugueux** *(profilomètre)*



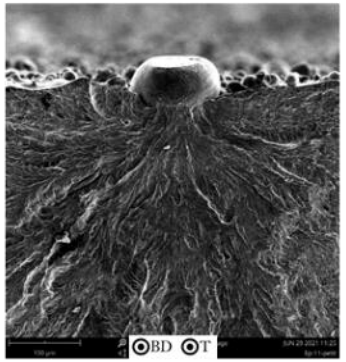
Gradient de **microstructure** *(EBSD)*

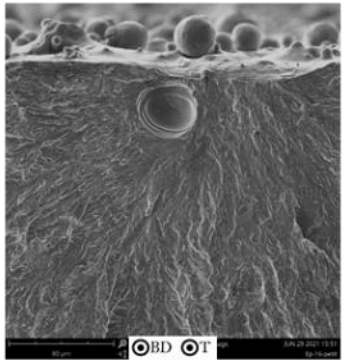




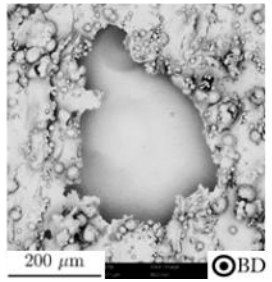
Essais de **fatigue**

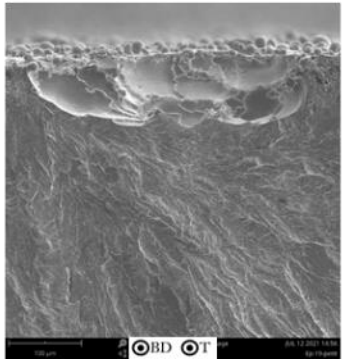
Défauts critiques *(MEB)*





Défaut de **corrosion** *(électrochimie)*



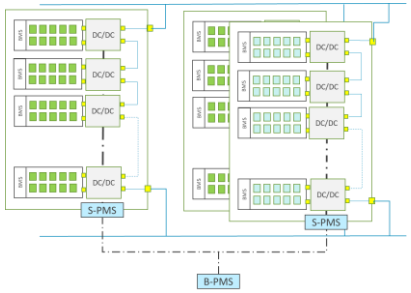


Etat de **surface**, **défauts**, **gradients** de **contraintes résiduelles** et **microstructure**

Exemples de travaux sur la mise à l'échelle multi-MW

Prototypage d'architectures électriques modulaires et contrôleurs

- ✓ *Prototypage de l'architecture d'un système pile PEM modulaire forte puissance (1MW), et contrôle « power balancing ».*
- ✓ *Validation contrôleur et architecture E/E d'un système batterie hétérogène 1 MWh*



Validation d'un système complet en environnement d'usage

- ✓ *Evaluation d'un système et son contrôle avec simulation temps réel du réseau électrique du navire et des appels de charge.*
- ➢ *Système hybride pile PEM 200kW + batterie*
- ➢ *Système batterie hybride 280 kWh (modules HE & HP)*

Evaluation et optimisation de chaines énergétiques

- ✓ *Modélisation d'une usine de production H_2 offshore & optimisation multi-objectifs des algorithmes de pilotage*
- ✓ *Evaluation de chaines propulsives de navires au regard de l'évolution réglementaire de réduction des GES.*

Thèse H. Clémot (2017-2021) - *Etude de l'intégration de systèmes houlomoteurs au réseau électrique. Développement d'un modèle Wave to Wire*

Thèse A. Igourzal (2021-2024) - *Architecture et contrôle d'un système pile à combustible PEM haute puissance multi-modules*

Post-doc (2024-2026) - *Prototypage temps réel à échelle réduite d'architectures électriques modulaires pour systèmes batteries et piles à combustibles*

Thèse A. Roy (2016-2019) - *Gestion optimale d'un système multi-sources pour un site isolé en mer*

Post-doc (2022-2024) – *Modélisation et analyse d'un process offshore de production « power-to-ammonia » zéro CO_2*

Post-doc (2022-2024) – *Evaluation et Optimisation de chaines énergétiques de navires*

Briques technologiques → Systèmes → Chaines énergétiques

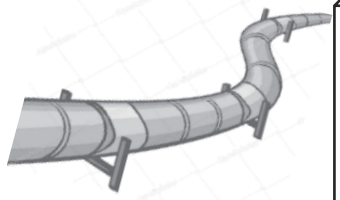
Environnement de test d'un système complet batterie, pile à combustible ou hybride, jusqu'à 800 kWe

Tube trailer (>300Kg)

Stockage et alimentation H_2 ou CH_4

Débit max. 34 kg/h (~1 MW en H_2)

Tanks (<300Kg)



Chambre climatique 55 m³

Contrôle température et humidité (T=-10°C/60°C ; HR=10-95%)

Thermique

Boucle de refroidissement

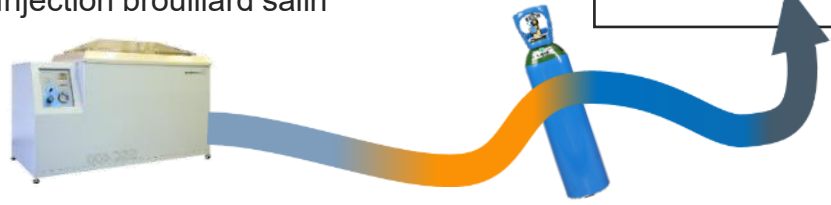
Puissance max. de dissipation **500 kW**

\+ thermo-régulateurs

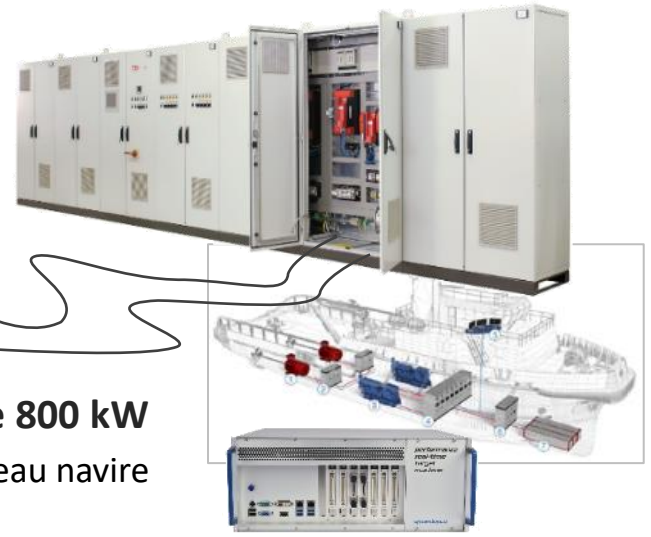
Emulation atmosphère pollué

(uniquement pour entrée d'air PaC)

Injection brouillard salin



Injection polluants



Banc de charge 800 kW

\+ Simulation temps-réel réseau navire

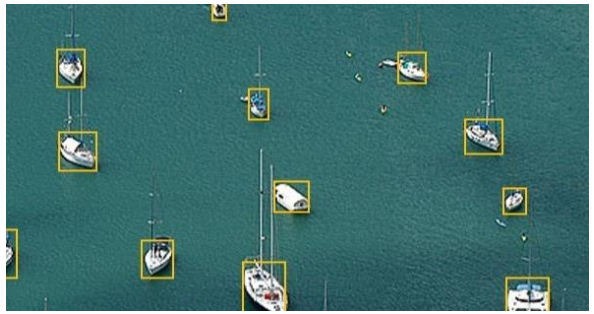
Electrique

SeaNergy – L'IA au profit du maritime

Au delà des optimisations logistiques à terre, les outils d'Intelligence Artificielle peuvent permettre d'éviter des situations dangereuses en anticipant les comportements en fonction des conditions météo.

Optimisation de la gestion des emplacements de navires et sécurisation des opérations de déchargement.

Optimisation de la gestion des accueils en fonction des dangerosité et de la durée des opérations de déchargement.



La plateforme JUMO

JUMO : Plateforme de recherche appliquée

Conception, exploitation et intégration de **jumeaux numériques** prédictifs et outils adaptés, spécifique filières.

Filières applicatives :

Historiquement issue de la filière **Supply Chain**, la plateforme technologique JUMO peut concevoir des jumeaux numériques sur des thématiques comme le **S&OP** (Sales & Operation Planning) ou encore le parcours de soin en **santé**.

Du terrain au POC, du POC au terrain

Notre démarche centrée utilisateur se base sur des **problématiques** issues de la **réalité** du monde logistique.

Nos équipes terrain vous accompagnent dans la définition des besoins jusqu'au test d'un prototype fonctionnel vous permettant de valider la **pertinence technologique** et commerciale d'un jumeau numérique.

En opération avec l'appui d'intégrateurs technologiques pré-identifiés, notre socle technologique permet une **mise en œuvre** directe.

Projets de recherche personnalisés

Les équipes **CEA vous accompagnent** dès la co-construction du programme de recherche et pendant toute la durée du projet.

Nos méthodes de travail sont particulièrement adaptées aux standards des entreprises (ISO9001, méthode agile ...).

Des projets organisés en itérations vous permettentde rester régulièrement sous **contrôle des objectifs**.

6-10 personnes
(4 perm+2 non perm+ stag)

Campus Euratechnologies Lille

Partenariats industriels

Log'S Une marque de DERET

GROUPE ADP

Académique & Institutionnels

MAGPIE