

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



www.cea.fr

CARACTÉRISATION SURFACIQUE CONTRÔLE NON DESTRUCTIF

| Olivier Gastaldi

31 JANVIER 2013

Rencontre CEA ⇔ Industrie pour l'innovation et le transfert de technologie
Instrumentation – Mesure – Caractérisation et leurs Applications

CND: techniques industrielles bien connues et relativement classiques

- Contrôle par ultrasons
- Technique de radiographie
- Inspection télévisuelle
- Magnétoscopie
- Ressuage
- Courant de Foucault
- ...

mais potentiellement limitées ou impossibles selon les conditions en particulier si elles sont sévères

- Température
- Pression
- Nature des fluides
- Flux de neutrons, de photons gamma, ...

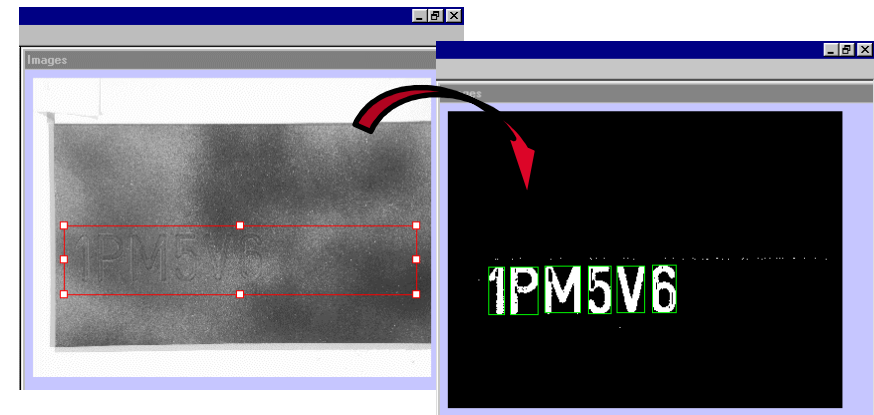
 CEA développe des solutions spécifiques si nécessaire

ILLUSTRATIONS DES DÉVELOPPEMENTS CEA AU TRAVERS DE QUELQUES BREVETS

- Dispositif et procédé d'imagerie et de reconnaissance de caractères gravés
Identification des assemblages afin de rejeter le risque d'erreur au chargement
dans le domaine résiduel - [2887664](#)
- Traducteurs ultrasonores haute température: Traducteur UltraSonore Haute
Température (TUSHT) utilisant un cristal de niobate de lithium brasé avec de l'or et
de l'indium - [2977377](#)
- Dispositif de détermination de mouillage d'une paroi par un métal liquide - [2841337](#)
- Instrument de mesure de longueur, procédé et dispositif de contrôle dimensionnel d'un
crayon de combustible -
- Dispositif de prise d'empreintes de défauts surfaciques pour surfaces intérieures de
tubes et procédé associé - [2920537](#)
- Capteur de mesure de déformation, fonctionnant en milieu hostile, intégrant un
module optique de mesure de déplacement
- Méthode de détermination des efforts de frottement apparaissant sur un objet en
mouvement dans un guide sur un site inaccessible - [2801672](#)

ILLUSTRATIONS DES DÉVELOPPEMENTS CEA AU TRAVERS DE QUELQUES BREVETS

- Dispositif et procédé d'imagerie et de reconnaissance de caractères gravés
Identification des assemblages afin de rejeter le risque d'erreur au chargement dans le domaine résiduel – 2887664
- Principe :
 - Éclairage séquentiel avec 4 éclairages d'incidences différentes
 - Traitement de recalage des images (si déplacement de l'objet)
 - Accentuation du contraste inter image par traitement différentiel 2 à 2 des images
 - Classement binaire des pixels (optimisation du seuil)
- Principales caractéristiques et domaines d'application :
 - Domaine de l'optique
 - Reconnaissance de caractères en conditions difficiles (grande distance, pollution de la gravure, ou gravure sur objet en mouvement)
 - Pas de nécessité de mouvement (# scanning)
 - Pas de masque
 - Reconnaissance d'assemblages REP par exemple



ILLUSTRATIONS DES DÉVELOPPEMENTS CEA AU TRAVERS DE QUELQUES BREVETS

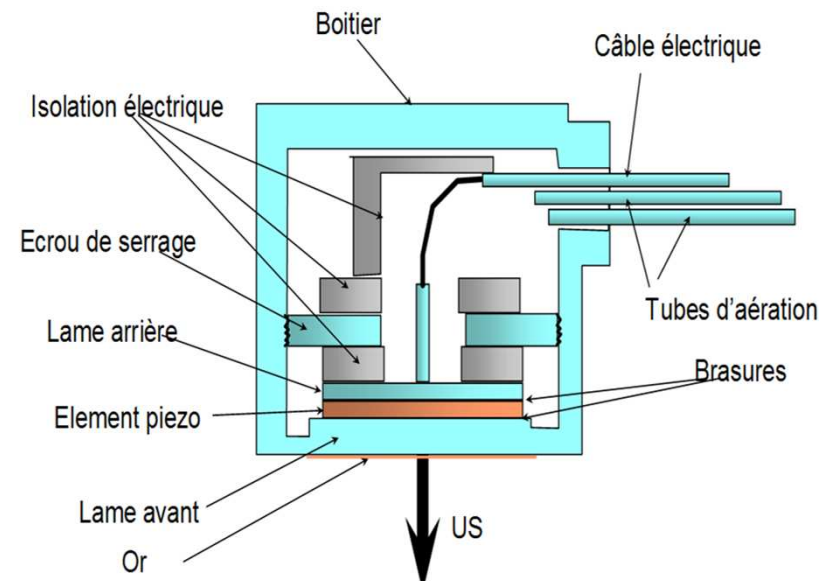
- Traducteurs ultrasonores haute température: Traducteur UltraSonore Haute Température (TUSHT) utilisant un cristal de niobate de lithium brasé avec de l'or et de l'indium – 2977377

■ Principe

- Utilisation d'un élément piézoélectrique (émission/réception)
- Transfert d'énergie mécanique piézo/lame avant
- Transfert d'ondes ultrasonores lame avant/milieu ambiant
- Élément clef de réalisation : mode d'assemblage (brasage des différents éléments)

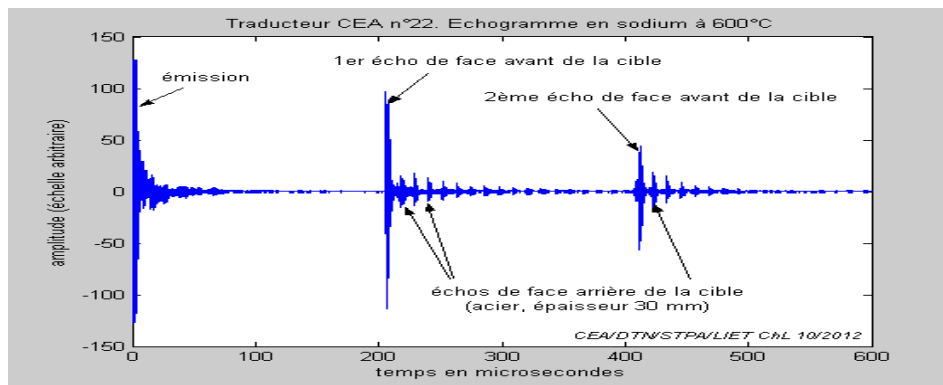


PF.Grosjean/CEA



ILLUSTRATIONS DES DÉVELOPPEMENTS CEA AU TRAVERS DE QUELQUES BREVETS

- Traducteurs ultrasonores haute température: Traducteur UltraSonore Haute Température (TUSHT) utilisant un cristal de niobate de lithium brasé avec de l'or et de l'indium – 2977377



Signal temporel enregistré en sodium à 600° C

- Caractéristiques principales et domaines d'application :
 - Domaine étendu de fréquence → au moins 5 MHz
 - Température de fonctionnement → 600°C voire plus
 - Aptitude au travail en pression
 - Boîtier étanche 100% en acier inox → résistance chimique
 - Résistance aux flux de neutrons et de photons gamma
 - Durée de fonctionnement de plusieurs dizaines d'années
 - Développé pour une utilisation en métal liquide
 - Bien adapté en cas de milieu chimiquement agressif et à haute température



Applications en réacteurs nucléaires et potentiellement dans l'industrie (fonderie, ...)

ILLUSTRATIONS DES DÉVELOPPEMENTS CEA AU TRAVERS DE QUELQUES BREVETS

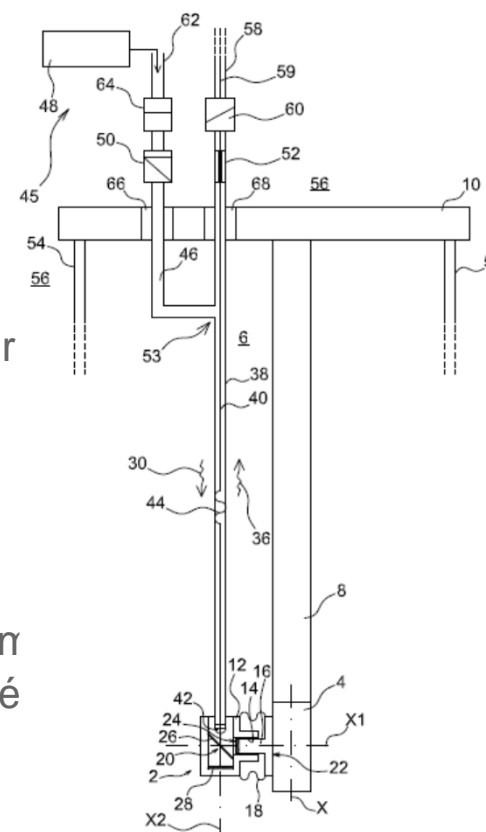
- Capteur de mesure de déformation, fonctionnant en milieu hostile, intégrant un module optique de mesure de déplacement

- Principe :

- Interférométrie en temps réel
- Par module optique dans une enceinte isolée du milieu extérieur (utilisation de fibre optique)
- Utilisation d'un capteur composé de
 - Élément déplaçable et en contact avec la zone à mesurer
 - Une deuxième face réflectrice entrant dans l'enceinte
 - Une étanchéité dynamique

- Caractéristiques principales et domaines d'application :

- Mesure radiale de déformation (sur cylindre)
- Précision : 10 μm sur une gamme de 0,1 mm à quelques mm
- Fonctionnement en milieu hostile : température, pression ϵ (neutrons, photons gamma,...) et mesure en temps réel



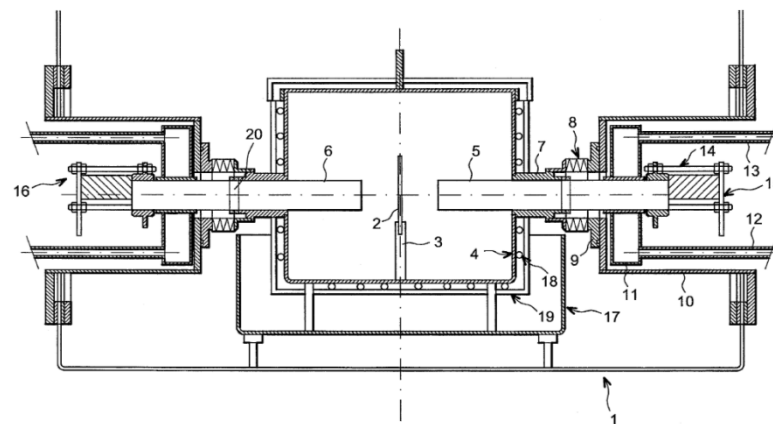
Applications dans divers domaines industriels, en particulier les domaines nucléaire et pétrochimique

ILLUSTRATIONS DES DÉVELOPPEMENTS CEA AU TRAVERS DE QUELQUES BREVETS

■ Dispositif de détermination de mouillage d'une paroi par un métal liquide - 2841337

■ Principe :

- Analyse du transfert d'une onde ultrasonore sur une surface de paroi à étudier et immergée dans une liquide
- Utilisation de 2 émetteurs/récepteurs placés sur guide d'ondes
- Possibilité de chauffe de la capacité d'essais pour travaux sur divers métaux liquides (→ 450°C)



■ Caractéristiques principales et domaines d'application :

- Détermination des conditions optimales de transfert d'une onde à une interface solide/liquide

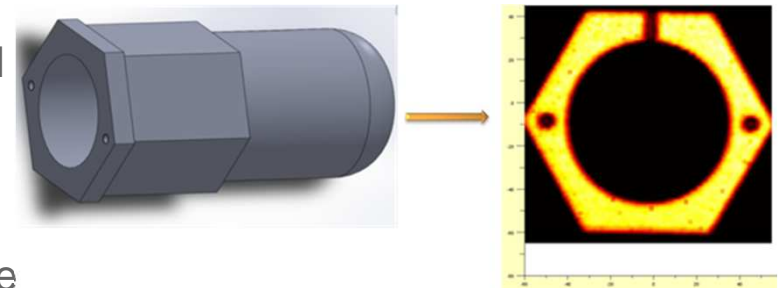
➡ Applications au développement de traducteurs ultrasonores ou tout instrument nécessitant un mouillage dans le liquide d'immersion



PF.Grosjean/CEA

Domaine d'expertise et de conseils

- Experts et spécialistes dans le domaine CND, acoustique et ultrasons, traitement du signal
 - Développement de transducteurs (en particulier haute température), qualification d'instruments
 - Simulation de fonctionnement (utilisation d'outils de simulation multiphysiques (COMSOL®,...))
 - Simulation du comportement d'un faisceau d'ondes acoustique (CIVA, Specfem,...)
- Experts et spécialistes dans le traitement du signal
 - Filtrage, amélioration RSB,
 - Imagerie ultrasonore, ...
- Spécialistes de l'instrumentation électromagnétique
- Expérience dans l'instrumentation optique
- Experts en conception de systèmes instrumentés

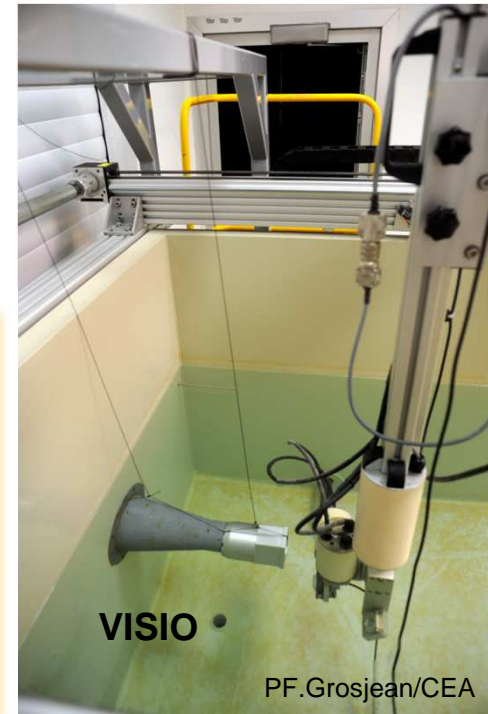
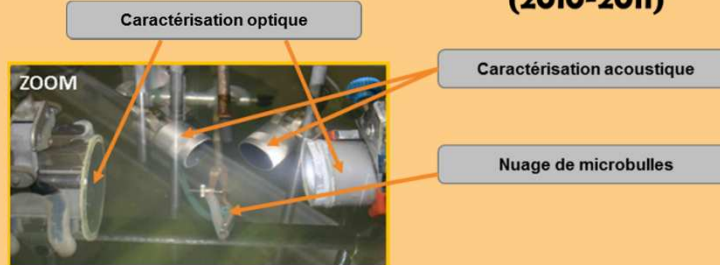


Moyens d'essais et outils

- Banc strioscopie
- Bancs de caractérisation et développement de techniques acoustiques et ultrasonores en eau :

- VISIO
- Mésange
- MUST

MÉSANGE - MEsure Acoustique de l'eNGagement en Eau (2010-2011)



- Moyens d'essais haute température :
 - Circuit gaz haute pression d'hélium ou d'azote → 100 bars et 900°C
 - Fours de diverses tailles (→ 1300°C) avec possibilités d'accès à l'instrumentation in-situ
- Des moyens d'acquisition de données, traitement du signal, ...



Moyens d'essais et outils

- Bancs en métaux liquides (Na, NaK, PbLi, PbBi) avec maîtrise de la température (max 600°C), de la pression (quelques bars) et de la qualité chimique (quelques ppm d'impuretés)
 - Des boîtes à gants
 - Des pots statiques de quelques litres à quelques m³
 - Ou sections d'essais dynamique (4 m³/h)



- Expériences de développement variées
- Compétences diverses et pluridisciplinaires
- Moyens d'essais assurant des expérimentations, tests et qualification pour de nombreuses applications
- Collaborations universitaires et industrielles multiples mais sans cesse en évolution
 ➡ Possibilités de collaborations nouvelles
- Portefeuille de brevets valorisables → possibilité de licence d'exploitation à évaluer
- Invitation à visite et discussions plus détaillées sur les possibilités
 - D'expertises
 - De tests avec les outils disponibles
 - D'accompagnement dans le développement de projet dans le domaine du CND

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Contacts : Olivier.gastaldi@cea.fr

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Cadarache | 13108 Saint Paul les Durances
T. +33 (0)4 42 25 38 28 F. +33 (0)4 42 25 49 17

DEN
DTN
STPA

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019