

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea



www.cea.fr

CARACTÉRISATION SURFACIQUE ET CONTRÔLE NON DESTRUCTIF

| Olivier Gastaldi

8 AVRIL 2013

3^{èmes} rencontres CEA ⇔ Industrie, en région PACA, pour l'innovation et le transfert de technologie

co-organisées avec le CETIM dans le cadre d'un « Lundi de la Mécanique » dédiées Contrôle Non Destructif – CND

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 inopérantes 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

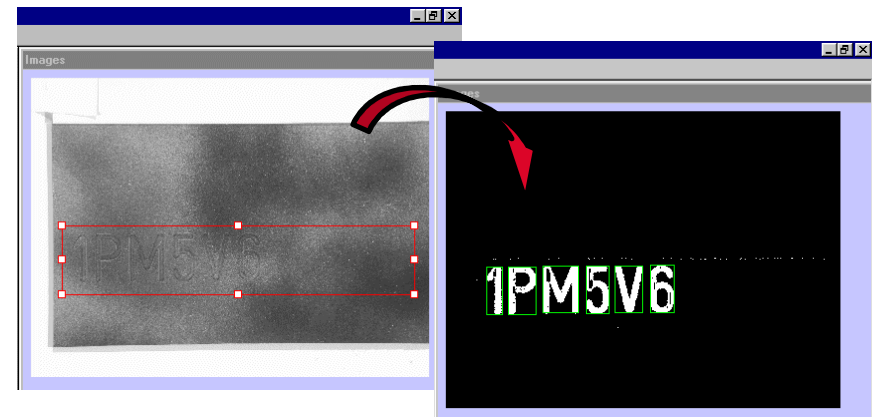
- **Dispositif et procédé d'imagerie et de reconnaissance de caractères gravés**
Identification des assemblages afin de rejeter le risque d'erreur au chargement dans le domaine résiduel – HD 00779
- **Transducteurs ultrasonores haute température: Traducteur UltraSonore Haute Température (TUSHT) utilisant un cristal de niobate de lithium brasé avec de l'or et de l'indium** – HD 12557
- **Dispositif de détermination de mouillage d'une paroi par un métal liquide** – HD 00761
- **Instrument de mesure de longueur, procédé et dispositif de contrôle dimensionnel d'un crayon de combustible** – HD 12287
- **Dispositif de prise d'empreintes de défauts surfaciques pour surfaces intérieures de tubes et procédé associé** - HD 10067
- **Capteur de mesure de déformation, fonctionnant en milieu hostile, intégrant un module optique de mesure de déplacement** HD 12935
- **Méthode de détermination des efforts de frottement apparaissant sur un objet en mouvement dans un guide sur un site inaccessible** – HD 00721

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 – HD 00779

- 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* :

- Pas de nécessité de mouvement (# scanning)
- Pas de masque
- *Domaine de l'optique*
- *Reconnaissance de caractères en conditions difficiles (grande distance, pollution de la gravure, ou gravure sur objet en mouvement)*
- *Reconnaissance d'assemblages REP par exemple*

ILLUSTRATIONS DES DÉVELOPPEMENTS CEA AU TRAVERS DE QUELQUES BREVETS

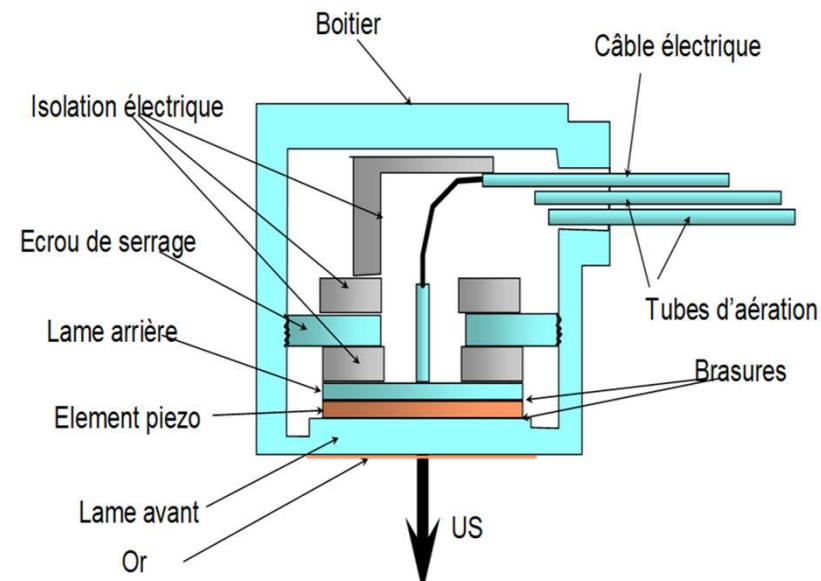
- Traducteurs ultrasonores haute température: Traducteur UltraSonore Haute Température (TUSHT) utilisant un cristal de niobate de lithium brasé avec de l'or et de l'indium – HD 12557

- 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)

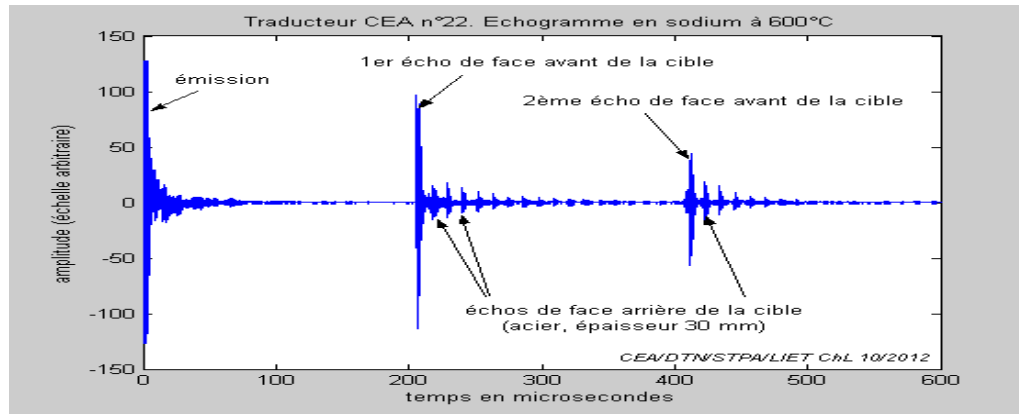


PF.Grosjean/CEA



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

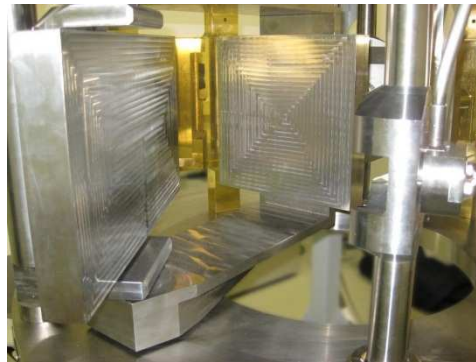


Signal temporel enregistré en sodium à 600° C

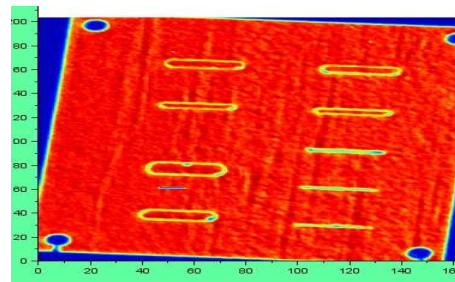
- Caractéristiques principales et domaines d'application :
 - Domaine étendu de fréquence → au moins 5 MHz
 - Température de fonctionnement → 600°C voire plus
 - Aptitude au travail en pression
 - Boîtier étanche 100% en acier inox → résistance chimique
 - Résistance aux flux de neutrons et de photons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

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
- Caractéristiques principales et *domaines d'application* :
 - *Utilisations possibles en défautométrie, télémétrie, reconstruction d'images, ...*



Mesure de distance à 100 μm près sous sodium à 200°C (possible \rightarrow 600°C)



Reconstruction d'image de défaut de 0,8 mm d'ouverture

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

ILLUSTRATIONS DES DÉVELOPPEMENTS CEA AU TRAVERS DE QUELQUES BREVETS

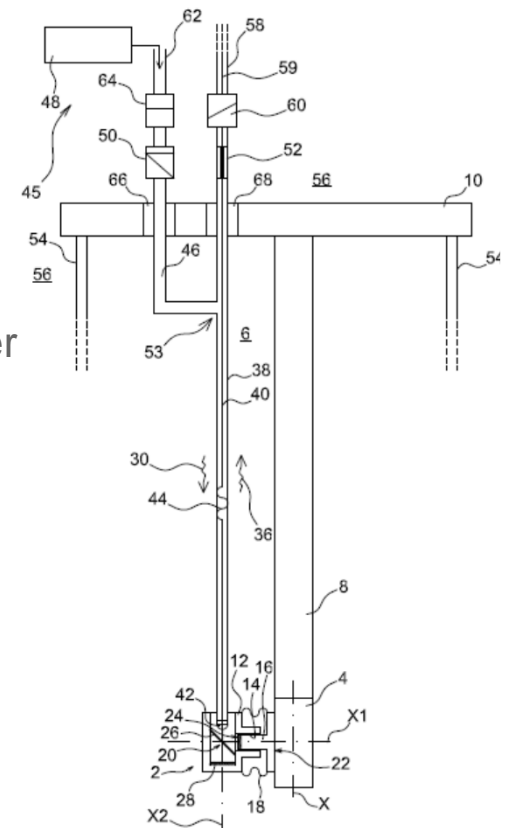
- Capteur de mesure de déformation, fonctionnant en milieu hostile, intégrant un module optique de mesure de déplacement

- 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 réfléchissante 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 élevées, irradiation (neutrons, photons gamma,...) et mesure en temps réel*



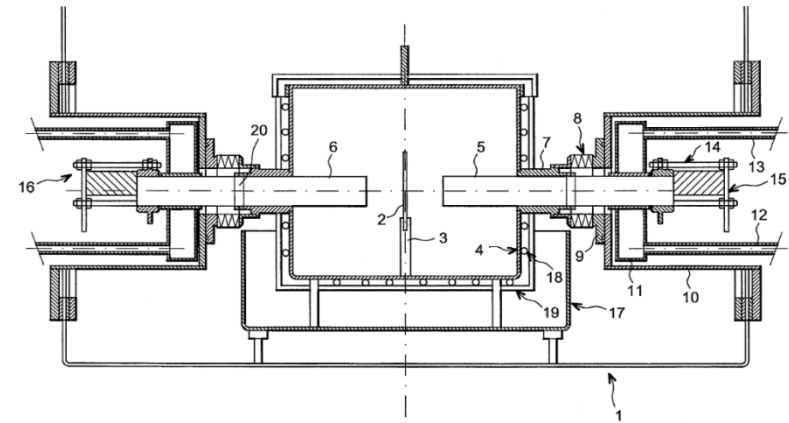
Applications dans divers domaines industriels, en particulier les domaines nucléaire et pétrochimique

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 :

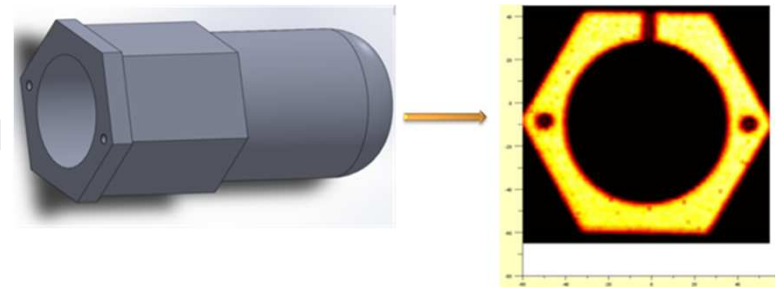
- Détermination des conditions optimales de transfert d'une onde à une interface solide/liquide

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



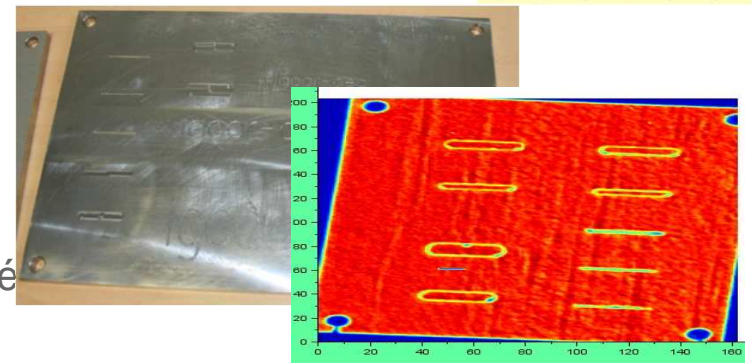
Domaine d'expertise et de conseils

- 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'ondes acoustique dans différents milieux (CIVA, Specfem,...)



- Experts et spécialistes dans le traitement du signal
 - Filtrage, amélioration RSB,
 - Imagerie ultrasonore, ...

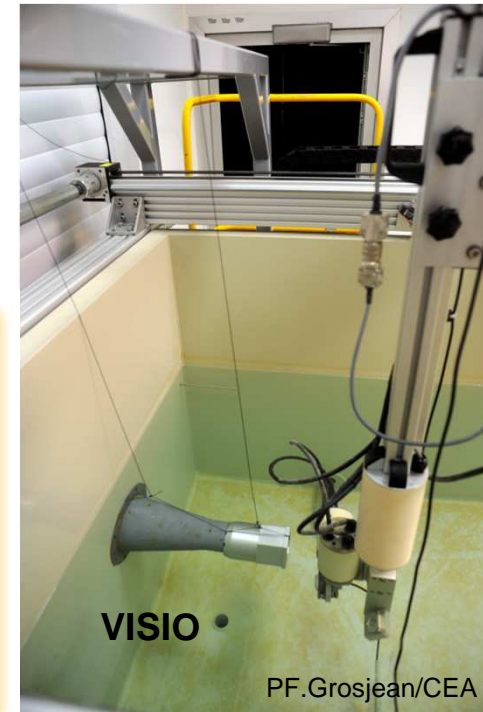
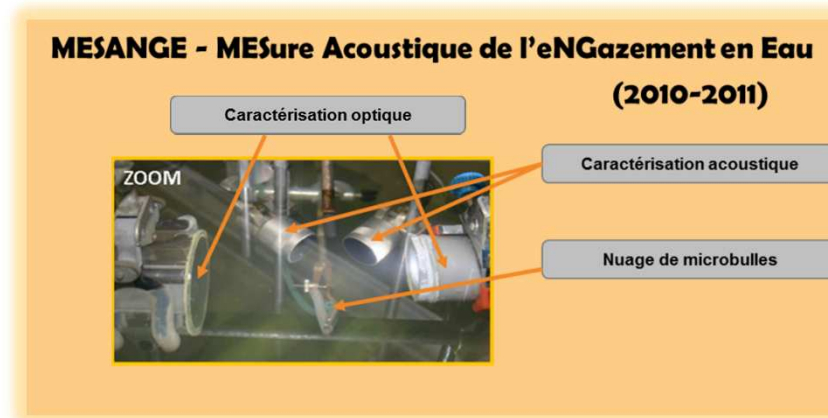
- Spécialistes de l'instrumentation électromagnétique
- Expériences dans l'instrumentation optique
- Expériences en conception de systèmes instrumentés



Moyens d'essais et outils

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

- VISIO
- Mésange
- MUST



- Moyens d'essais haute température :
 - Circuit gaz haute pression d'hélium ou d'azote → 100 bars et 900°C
 - Fours de diverses tailles (→ 1150°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 b ars) et de la qualité chimique (quelques ppm d'impuretés)
 - Des boites 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

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