

## **Titre du projet : Achat d'une acquisition multivoie ultra-rapide pour imager la dynamique de la fracture**

*Volet : AO4 - Innovation Recherche 2014*

*Porteur du projet : ROUX*

*Laboratoires impliqués : ISTerre*

### **Bilan d'activité** (1 page max)

**Summary (in English):** In some soft solids, including organic tissue (flesh), compressional waves are much faster than shear waves, so that the former can be used to monitor the propagation of the latter via "ultrafast" imaging. This finding of medical acoustics has been successfully employed by seismologists to reproduce slow earthquakes and supershear rupture in the laboratory. So far, laboratory work has been limited to relatively unrealistic, soft solids (poly-vinyl alcohol media), and this project's objective is to overcome this limitation.

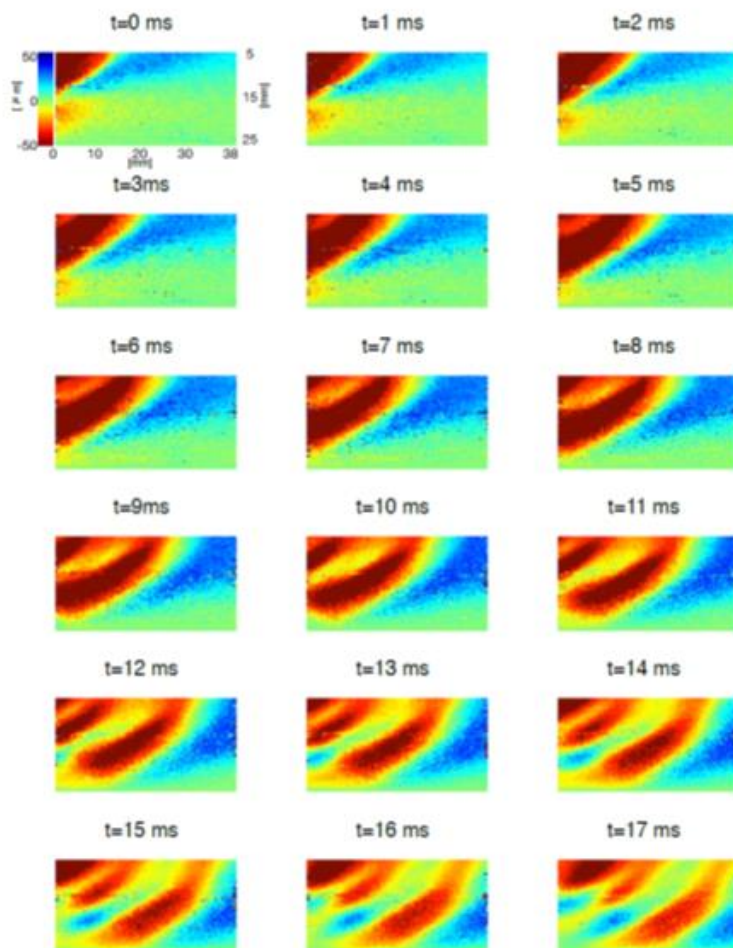
Le financement Labex a permis l'achat en octobre 2014 d'une électronique multi-voies de nouvelle génération permettant l'acquisition ultra-rapide (jusqu'à 4000 images/s) d'images acoustiques du champ de déplacement au sein d'un gel sous contrainte dynamique.

Cet outil a été l'objet d'un stage de Master 2 (Georges Roussel) à ISTerre de mars à juillet 2015 et un doctorant (Johannes Aichele) a démarré sa thèse à la suite de ce travail en janvier 2016 grâce à un financement de l'ITN WAVES (International Training Network).

**Le bilan du stage de Master est résumé ci-dessous, la thèse n'ayant pas encore donné matière à publication :**

La compréhension des zones de failles est un des enjeux majeurs dans la prévention de séisme. L'imagerie de ces zones est donc nécessaire pour identifier les événements géologiques précurseurs. Les techniques de l'imagerie médicale permettent de mettre en œuvre des méthodes adaptées à la visualisation du champ de déplacement au coeur des milieux élastiques quand ceux-ci sont soumis à une contrainte dynamique. Cependant, ces techniques nécessitent la présence de micro-diffuseurs qui peuvent affecter la propagation des ondes ultrasonores. En effet, la quantité de diffuseurs présents dans le milieu peut entraîner la naissance de diffusion multiple qu'il est possible d'identifier grâce à la retrodiffusion cohérente du signal. Les premières expériences effectuées grâce à l'échographe ultra-rapide a permis de mettre en place une méthodologie permettant à la fois de caractériser la diffusion ultrasonore ainsi que d'effectuer des mesures de déplacement liée à la déformation du gel. Différents paramètres ont ainsi pu être caractérisés pour connaître les avantages et les limitations des techniques d'imagerie élastographique impulsione. En particulier, ces mesures d'élastographie dynamique ont mis en évidence une diminution sensible de la qualité d'observation de la propagation des ondes shear à l'extrémité du gel (voir figure 3.5 ci-dessous).

Le travail effectué a permis de valider les méthodes d'acquisition visant à être utilisées dans de nouveaux projets pour observer les phénomènes de friction aux interfaces dans des expériences de frottement-glisement.



Premières images d'élastographie impulsionnelle obtenue à partir de l'acquisition multi-voies financées par le Labex. Chaque image correspond à une coupe vertical du champ de déplacement à l'intérieur du gel quand celui-ci est soumis à une contrainte dynamique. Une image acoustique est produite toutes les millisecondes dans cette configuration particulière. On observe la propagation d'une onde "shear" de la gauche vers la droite. Cette onde se propage à une vitesse de 3.3 m/s.

### Illustrations - avec légende et crédit (à envoyer également séparément)

La figure ci-dessous montre l'ensemble du montage mécanique et du dispositif d'acquisition développé de novembre 2014 à janvier 2016 dans le cadre de l'expérience frottement-glisement développé à ISTERre.

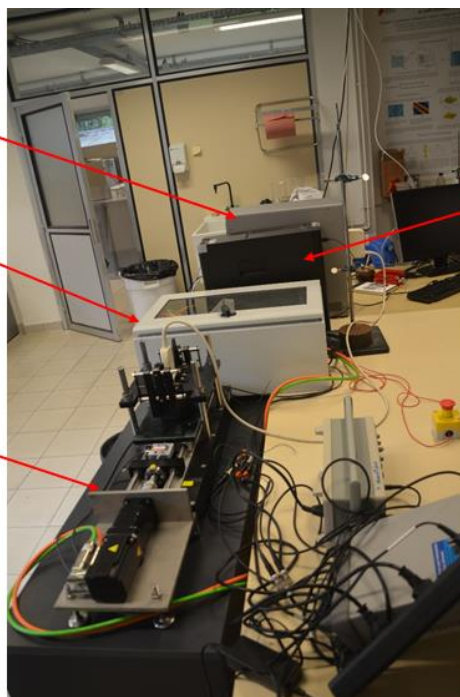
Sur cette photo, on pointe avec les flèches :

- L'électronique multi-voie ultra-rapide cofinancée par le Labex.
- Le PC d'acquisition de l'électronique Vérasonics et de contrôle du moteur dans l'expérience de frottement.
- Le boîtier de commande du moteur qui effectue aussi une isolation électrique pour que les données ultrasonores ne soient pas polluées par l'alimentation du moteur.
- Le montage mécanique de l'expérience frottement glissement dont le but est d'observer la déformation et la rupture d'un gel solide sous contrainte dynamique.

Electronique multi-voies ultra-rapide "Verasonics"

Boitier de commande du moteur et isolation électrique

Banc de frottement pour experiences de frottement-glisement



Ordinateur de contrôle et d'acquisition des données ultrasonores

### **Production scientifique (*articles scientifiques, actes de congrès...*)**

La thèse de Johannes Aichele sur l'utilisation de l'échographe ultra-rapide co-financée par l'AO4 a commencé en janvier 2016. Nous prévoyons une première participation à un congrès international à l'automne 2016 et un article scientifique au début de l'année 2017.

### **Bilan financier succinct (*avec suivant les cas : co-financements éventuels, équipements achetés, missions, recrutements divers, fonctionnements divers...*)**

- 1- Achat de l'électronique multivoie VERASONICS (voir devis ci-dessous) : 98 keuros avec co-financement Pris del Duca (27 keuros) et financement propre Equipe ondes ISTERre (20 keuros).
- 2- Bourse de thèse ITN WAVES pour Johannes Aichele, co-encadré par Philippe Roux (ISTERre, Grenoble) et Stéfan Catheline (Labtau, INSERM Lyon) : 105 keuros.

### **Annexes si besoin ou lien sur des sites existants et pérennes jusqu'à la fin du Labex (2020)**

Devis pour l'électronique multivoie VERASONICS acheté en octobre 2014.

<b>Item</b>	<b>Quantity</b>	<b>Description</b>	<b>Unit price</b>	<b>Total</b>
1	1	Verasonics Vantage 128 Research Ultrasound Platform <ul style="list-style-type: none"> <li>• 128 Transmit channels / 128 Receive channels</li> <li>• Arbitrary Waveform Generation</li> <li>• PCI Express cable and PCI express PC interface card</li> <li>• 1 transducer connector</li> <li>• Software including example scripts, HAL, VSX and firmware, and licenses (See notes below)</li> </ul>	\$138,000.00	\$138,000.00
2	1	Extended Transmit option	\$4,800.00	\$4,800.00
3	1	Break-out Board	\$5,160.00	\$5,160.00
4	1	Host-controller computer 16-core	\$8,640.00	\$8,640.00
5	1	Key Researcher Discount (18%)	\$28,188.00	(\$28,188.00)
		<i>Subtotal</i>		\$128,412.00
6	1	Shipping and Handling – DAP INCOTERMS 2010	\$1400.00	\$1400.00
		<i>total</i>		\$129,812.00