



# Programme de l'atelier AEI-2022

28 juin au 1<sup>er</sup> juillet, DR CNRS Occitanie-Est, Montpellier  
[Version v2 – 16 août 2022]



## Description :

Les Ateliers Expérimentation et Instrumentation (AEI) réunissent les ingénieurs, techniciens et chercheurs spécialistes du développement instrumental pour échanger sur les aspects mesure, méthodologie, conception et réalisation, mise en œuvre et également innovation. En raison de leur nouvelle vocation à couvrir l'ensemble des activités instrumentales à l'INSU, les AEI sont désormais étendus aux quatre domaines scientifiques de l'INSU: Astronomie-Astrophysique, Océan-Atmosphère, Surfaces et Interfaces Continentales, Terre Solide.

## Thèmes :

Pour cette version 2022 des AEI, 6 thèmes de session ont été identifiés:

- Mesures participatives,
- Traitement embarqué,
- Transmissions,
- Fabrication additive,
- Éthique et empreinte environnementale.
- Industriels

Une 7<sup>ème</sup> session permettra de présenter le retour des projets financés par la DIIRO sur l'exercice 2021.

## Format :

Chaque session est constituée d'une ou de deux présentations invitées de 15-20 min, puis de présentations flash des posters, puis d'une période d'échange devant les posters et d'une session de discussions en séance.

## Lieu :

DR CNRS Occitanie-Est, 1919 Rte de Mende, 34000 Montpellier

## Liste des contributions

Session DIIRO.....	6
1.01 – C. Flamant, P. Kern, E. Defer, M. Ferrari   <i>Développements instrumentaux innovants pour la recherche et l’observation – CNRS INSU</i> .....	6
1.05 – J-J. Fourmond   <i>La Division Technique de l’INSU</i> .....	6
1.06 – B. Bombled et al.   <i>BATHY-PROF : Faire des profils à l’interface eau-sédiment dans les abysses</i> .....	6
1.07 – D. Jézéquel et al.   <i>MYRIADE : Détermination des flux de GES par une « myriade » de chambres flottantes automatiques</i> .....	6
1.08 – E. Le Coarer et al.   <i>ImSPOC</i> .....	6
1.09 – S. Payan et al.   <i>CASPA-PICO : Capteurs et sciences participatives, plateforme individuelle, connectée, mutualisée et open source</i> .....	6
1.10 – V. Dutreuil et al.   <i>Modules d’Analyses Environnementales : Instrumentation Open-Source pour les eaux naturelles</i> .....	6
1.11 – C. Bouvard et al.   <i>Enregistreur et numériseur OPEN SOURCE</i> .....	7
1.12 – G. Bouger et al.   <i>WiSeNet</i> .....	7
1.13 – J. Chéry et al.   <i>X-STRAIN : Démonstrateur d’un « strainmeter » de forage à 6 composantes</i> 7	
1.14 – O. Proux et al.   <i>Micro-Cryostat Optimisé pour l’Imagerie Nanométrique Spectrale (μCOINS) : état d’avancement du projet</i> .....	8
1.15 – C. Piel et al.   <i>AQUA-OXY: Mesure de la composition isotopique du dioxygène dans des expériences biologiques contrôlées en milieu aquatique</i> .....	8
1.16 <sup>(1)</sup> – M. Macouin et al.   <i>MicMag : Développement de nouveaux microscopes magnétiques pour les géosciences</i> .....	8
1.17 – J. Vandemeulebrouck et al.   <i>ACOUGAZ : Développement d’une station automatique de mesures acoustiques pour évaluer en continu le dégazage sous-marin</i> .....	9
1.18 – J.-E. Groetz et al.   <i>DÉDICASSE : DÉtecteur Diamant Cvd pour la mesure de la radioactivité Alpha in Situ en Solutions et Eaux</i> .....	9
Session Mesures Participatives .....	10
2.01 – C. Dréanno et al.   <i>Les usagers de la mer : nouveaux acteurs engagés de la recherche</i> .....	10
2.02 – A. Schlupp et al.   <i>SismoCitoyen: Un réseau de capteurs sismiques bas coût connectés et hébergés par des citoyens pour la surveillance de la sismicité naturelle et anthropique</i> .....	10
2.03 – V. Quatela et al.   <i>Data-logger EASY-LOG</i> .....	11
2.04 – H. Guyard et al.   <i>Ohmpi : un résistivimètre low-cost et open source</i> .....	11
2.05 – O. Fauvarque et al.   <i>Kamera d’Observation Sous-Marine Open Source : Un outil pour la science citoyenne</i> .....	12

2.06 <sup>(1)</sup> – C. Courson   <i>Open Source Océanographie (OSO) : Nouvelles opportunités de mesures océanographiques citoyennes en haute mer et en côtier</i> .....	12
2.07 <sup>(1)</sup> – M. Oliver-Soulayrol   <i>Dispositif de suivis des gradients physicochimiques dans la zone hyporhéique d'une rivière</i> .....	13
2.08 – P. Rimmelin-Maury et al.   <i>Outil de Gestion Informatisée: pivot de l'assurance qualité en parc instrumenté</i> .....	13
2.09 – K. Sellegri et al.   <i>Présentation du GT "Nouveaux Outils d'Observation de l'Océan" du GDR OMER</i> .....	13
2.10 – C. Rossin et al.   <i>Développement technologiques à l'OPGC</i> .....	14
2.11 – O. Alemany et al.   <i>Le Service Technique de l'IGE</i> .....	14
2.12 – T. Poidras et al.   <i>Le développement technologique à Géosciences Montpellier</i> .....	14
Session Traitement embarqué .....	15
3.01 – L. Latorre et al.   <i>Approches de conception «low-power» pour l'instrumentation embarquée : Applications à l'enregistrement audio, à l'actimétrie et à la géolocalisation</i> .....	15
3.02 – R. Laulheret, J. Galizzi et al.   <i>Nouvelles perspectives pour les traitements embarqués sur satellites</i> .....	15
3.03 – N. Troesch et al.   <i>Développement d'une sonde endo karstique pour l'acquisition in-situ haute résolution de données hydrodynamiques et hydro chimiques</i> .....	16
3.04 – T. Coulombier et al.   <i>Développement des drones marins pour la recherche océanographique</i> .....	17
3.05 – S. Besançon et al.   <i>Un sismomètre fond de mer d'intervention rapide pour PREST - Structure mécaniques et caractéristiques de l'appareil</i> .....	17
3.06 – P. Coutris et al.   <i>Développement d'un prototype sol pour la mesure d'extinction en environnement nuageux</i> .....	17
3.07 – N. Lavenant et al.   <i>Mesure de température par fibre optique FO-DTS : Applications en hydrogéologie</i> .....	18
3.08 – D. Picard   <i>Développement d'un granulomètre aérosols (SMPS)</i> .....	18
3.09 – D. Berveiller et al.   <i>Le RTCE : nouveau réseau techno. national</i> .....	18
3.10 – T. Coulombier et al.   <i>Le réseau drones et capteurs</i> .....	19
3.11 – D. Lefevre et al.   <i>Long Term In situ Oxygen Monitoring (LIOM)</i> .....	19
3.12 – P. Rimmelin-Maury et al.   <i>Démarche Qualité en Parc Instrumental (DQPI) : cas du Pôle Image et Instrumentation (P2I)</i> .....	20
Session Transmissions .....	21
4.01 – P. Nouvel   <i>Plateforme HERMES (Hyperfréquences: Expertises, Recherche et MESures)</i> .....	21
4.02 – R. Kacimi   <i>Architectures et protocoles de communication pour la collecte des données environnementales</i> .....	21
4.03 – B. M. Zawilski et al.   <i>Un système entièrement automatisé et sécurisé de rapatriement, vérification et de transmission des données</i> .....	22

4.04 – H. Guyard et al.   <i>Exemples pratiques d'optimisation de l'utilisation de la télétransmission à l'IGE</i> .....	22
4.05 – L. Drapeau et al.   <i>Observatoire de surveillance sismique &amp; atmosphérique du grand Beyrouth</i> .....	22
4.06 – O. Zahhaf et al.   <i>Matériaux Electroactifs Fabrication additive</i> .....	23
4.07 – P. Rimmelin-Maury et al.   <i>Place de la Métrologie dans le « Low-COAST »</i> .....	24
4.08 – O. Alemany et al.   <i>Plateforme Française de Forage Glaciaire</i> .....	24
4.09 – M. Pelletier et al.   <i>Le Réseau MAPI : Management de Projet INSU</i> .....	24
4.10 – L. Lavergne   <i>Les programmes de R&amp;D à l'IRAP</i> .....	24
4.11 – Y. Hello   <i>Présentation flash OSU-Réunion</i> .....	24
Session Ethique et empreinte environnementale.....	25
5.01 – D. Mallarino   <i>Une société bâtie sur du sable</i> .....	25
5.02 – L. Cocquempot et al.   <i>Ti'LowCOAST: Collectif sur l'instrumentation lowCOAST (Cost-effective / Open source / Accessible / Sustainable Technologies) pour l'observation océanographique</i> .....	25
5.03 – G. Guimbretière   <i>Techno-critique et techno-réalisme contextuel : des clefs vers une Recherche durable</i> .....	26
5.04 – M. Pelletier   <i>Description des ateliers de la session éthique et empreinte environnementale</i> .....	26
Restitution des ateliers de la session Ethique et empreinte environnementale .....	28
6.01 – Synthèse du groupe « rose » (Q1).....	28
6.02 – Synthèse du groupe « turquoise » (Q1) .....	28
6.03 – Synthèse du groupe « gris » (Q2) .....	28
6.04 – Synthèse du groupe « vert » (Q2) .....	28
Session Fabrication additive .....	29
7.01 – S. Kenzari   <i>Quand la fabrication additive peut apporter une nouvelle dimension aux objets...</i> .....	29
7.02 – G. Chalumeau   <i>Impression 3D des LOAC (Light Optical Aerosol Counter)</i> .....	29
7.03 <sup>(1)</sup> – L. Aldon   <i>Hack and jaM, Jeu de Rôles en Gestion de Projet pour la caractérisation des matériaux</i> .....	30
7.04 – R. Loisil et al.   <i>L'impression 3D, outil de développement instrumental</i> .....	30
7.05 – S. Vandeveldé   <i>Fabrication additive au CNES</i> .....	30
7.06 – E. Godinho   <i>GMI: Gestion de la Maintenance des Instruments</i> .....	31
7.07 <sup>(1)</sup> – M. Le Menn et al.   <i>Métrologie en océanographie : état des lieux en France</i> .....	31
7.08 – N. Lavenant et al.   <i>Une capsule à la découverte des hydro-écosystèmes profonds</i> .....	31
7.09 – D. Mallarino et al.   <i>SIST : réseau de l'INSU Séries Interopérables et Systèmes de Traitement</i> .....	32

7.10 – E. Prieto   <i>Présentation des Potentiels Techniques de LAM</i> .....	32
7.11 – G. Chalumeau   <i>Le Réseau Des Mécaniciens Fabrication Additive (RDM FA)</i> .....	32
Session Industriels .....	33
8.01 – S. Routaboul, CLS   <i>Satellite Telemetry Services</i> .....	33
8.02 – L. Beguery, ALSEAMAR-ALCEN   <i>Intégration sur SeaExplorer de capteurs à traitement embarqué</i> .....	33

<sup>(1)</sup> *due à une absence excusée durant l’atelier, le poster et ses deux diapositives flash n’ont pas été présentés durant la session.*

## Session DIIRO

### Description:

L'Institut national des sciences de l'univers (INSU) s'est doté d'une nouvelle direction adjointe scientifique en charge des développements instrumentaux innovants pour la recherche et l'observation (DIIRO), dirigée par Cyrille Flamant (DAS DIIRO) et Pierre Kern (DAT INSU). Pour accompagner la DIIRO, la Commission Spécialisée Instrumentation Innovante Transverse (CSIIT) a été créée. La CSIIT est une commission scientifique et institutionnelle inter-organismes transverse à l'INSU, composée d'ingénieurs et de chercheurs nommés es qualité par la direction de l'INSU et de représentants des grands organismes partenaires de l'Institut. En tant que conseil de la direction de l'INSU, la CSIIT donne son avis sur la cohérence des structures et des moyens mis en place pour les besoins de développements instrumentaux innovants et transverses aux domaines de l'INSU et aux priorités relatives à l'instrumentation résultant de la prospective de l'Institut.

Pour accompagner le transfert, l'application et la valorisation des développements instrumentaux innovants entre domaines de l'INSU, le Programme National IIT (Instrumentation Innovante Transverse) a été mis en place. Cette session est dédiée à la présentation du programme IIT et à son appel d'offres annuel. Les 7 premiers projets du programme IIT sélectionnés par la CSIIT en réponse à l'Appel d'Offres IIT-2022 seront présentés. Six autres projets financés par la DIIRO en 2021 seront aussi présentés.

### **1.01 – C. Flamant, P. Kern, E. Defer, M. Ferrari | *Développements instrumentaux innovants pour la recherche et l'observation – CNRS INSU***

Présentation disponible.

### **1.05 – J-J. Fourmond | *La Division Technique de l'INSU***

Présentation disponible.

### **1.06 – B. Bombled et al. | *BATHY-PROF : Faire des profils à l'interface eau-sédiment dans les abysses***

Poster flash disponible. **Poster non disponible.**

Résumé : **non disponible.**

### **1.07 – D. Jézéquel et al. | *MYRIADE : Détermination des flux de GES par une « myriade » de chambres flottantes automatiques***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : **non disponible.**

### **1.08 – E. Le Coarer et al. | *ImSPOC***

**Poster flash non disponible. Poster non disponible.**

Résumé : **non disponible.**

### **1.09 – S. Payan et al. | *CASPA-PICO : Capteurs et sciences participatives, plateforme individuelle, connectée, mutualisée et open source***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : **non disponible.**

### **1.10 – V. Dutreuil et al. | *Modules d'Analyses Environnementales : Instrumentation Open-Source pour les eaux naturelles***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : La compréhension de la chimie des eaux naturelles est un des enjeux de la communauté SIC de l'INSU (Surface et Interfaces Continentales). Pour répondre à cet objectif, Le LIEC développe des méthodes électrochimiques de spéciation des ETM (Eléments Traces Métalliques) par techniques électro-analytiques et a initié le développement d'un instrument pour porter ces techniques sur le terrain avec le projet soutenu par la DIIRO: Modules d'Analyses Environnementales.

La connaissance plus fine de la spéciation des ETM, (métal libre adsorbé sur des particules en suspension, complexé par la matière organique naturelle ou les surfaces des particules minérales en suspension), tel que le Plomb, Zinc ou Cadmium renseigne sur leur biodisponibilité et toxicité. Pour comprendre la spéciation des ETM il est également important de mesurer les paramètres physico-chimiques (pH, conductivité et température) de l'échantillon. A terme ces mesures « On Site » élimineront les phases de stockage et transport qui altèrent les échantillons.

Le développement technique débuté en 2020 est accompagné par la Division technique de l'INSU, et vise à proposer une solution économiquement intéressante grâce à l'utilisation de pièces en impression 3D et de composants électroniques largement répandus. Cette approche permettra de multiplier le nombre de mesures directes sur le terrain et aidera à la dissémination des instruments par une duplication facile du système (Concept OpenSource Hardware).

Le poster présente la première phase du projet avec la conception de modules indépendants pour la manipulation des échantillons liquides ainsi qu'un premier dispositif d'acquisition de paramètres physico-chimiques.

### **1.11 – C. Bouvard et al. | *Enregistreur et numériseur OPEN SOURCE***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Dans le cadre du projet PREST le laboratoire de Géoscience Marine de l'IPGP développe un sismomètre fond de mer d'intervention rapide. Le cœur du système est une nouvelle plateforme autonome d'acquisition et d'enregistrement de données issues de capteurs.

### **1.12 – G. Bouger et al. | *WiSeNet***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Le projet WiSeNet a pour objectif de développer les outils permettant d'interfacer des capteurs environnementaux (atmosphère, sol, hydrosystèmes continentaux et marins côtiers) du commerce avec le protocole LoRaWAN afin de les rendre communicants et développer des relais afin de déployer des réseaux LoRa aux portées étendues (au-delà des 20 km) dans les TAAF (îles subantarctiques de Crozet, Kerguelen, et Terre Adélie). Le système est donc précieux pour fournir des informations à la fois sur l'état des capteurs et faciliter l'accès aux données environnementales. Cette technologie doit permettre de rendre disponibles des données à l'aide de solutions logicielles classiques de stockage qui respectent les principes FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Les données environnementales consistent en des données météorologiques (température de l'air, humidité, pression, précipitations, vitesse et direction du vent), température du sol, teneur en eau, température et salinité de l'eau de mer côtière qui couvrent donc plusieurs domaines de recherche.

### **1.13 – J. Chéry et al. | *X-STRAIN : Démonstrateur d'un « strainmeter » de forage à 6 composantes***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Les capteurs de déformation en forage (strainmeters) à haute résolution présentent des caractéristiques qui les rendent complémentaires des sismomètres et des mesures GNSS et InSAR. Ils permettent l'observation des trois composantes horizontales du tenseur de déformation (qui en comprend six) avec une résolution de l'ordre de 1 nstrain. Ces instruments détectent des mouvements plus faibles que ceux détectés par GPS/InSAR pour des profondeurs de source situées entre la surface et 30km. Néanmoins, ils présentent également un certain nombre d'inconvénients qui limitent leur déploiement : prix élevé, mesure partielle du tenseur de déformation, difficulté de calibration des instruments. Nous proposons le développement d'un prototype de strainmeter de forage dégagé de ces inconvénients. Basé sur une mesure

interférométrie, le principe de fonctionnement de ce nouveau type de strainmeter a été établi en laboratoire lors d'un premier projet INSU, et le TRL atteint est de 3. Nous visons maintenant la réalisation d'un prototype complet et son test en conditions géophysiques. Ses caractéristiques seront : une haute résolution (1 nstrain) ; un cout unitaire de l'ordre de 25 k€ ; la mesure simultanée des 6 composantes de la déformation ; une calibration précise, indépendante de la déformation induite par les marées terrestres. Ce démonstrateur sera installé dans un forage sur l'observatoire du Larzac (OSU OREME et SNO H+).

#### **1.14 – O. Proux et al. | *Micro-Cryostat Optimisé pour l'Imagerie Nanométrique Spectrale ( $\mu$ COINS) : état d'avancement du projet***

Poster flash disponible. **Poster non disponible.**

Résumé : L'instrument national FAME sur le synchrotron européen de Grenoble est dédié à la spectroscopie d'Absorption X (XAS). Depuis 2002 FAME accueille des utilisateurs issus pour moitié de laboratoire de l'INSU. Le contexte de l'upgrade du synchrotron (Extremely Brilliant Source - EBS) va entraîner une reconstruction complète de cet instrument de manière à faire profiter aux chercheurs des propriétés inégalées du faisceau de l'EBS. Le but premier de l'instrument restera d'effectuer des mesures XAS avec un faisceau large) mais une seconde station dédiée à la ptychographie spectrale va être développée pour pouvoir combiner mesures spectroscopiques et imagerie, de manière à atteindre une résolution spatiale de quelques dizaines de nanomètres avec en chaque pixel/voxel l'information XAS complète.

Le but de ce projet est d'équiper cette nouvelle station d'un dispositif cryogénique permettant d'imager notamment des échantillons d'intérêts géochimiques (sensible aux dégâts d'irradiation). Ce dispositif comblera trois technologies : cryogénie (une température de 10K est requise), nano-positionnement (il faut pouvoir déplacer les échantillons à l'intérieur même du cryostat) et interférométrie (il faut pouvoir savoir où est l'échantillon à quelques nm près).

L'avancée du projet à ce jour est le suivant. Le cryostat a été acheté et testé avec succès en conditions d'expérience sur l'instrument, avec un faisceau large. La phase de conception de la station d'imagerie X dans laquelle cet environnement échantillon s'insèrera est bien avancée. Le poster présentera ces deux points.

#### **1.15 – C. Piel et al. | *AQUA-OXY: Mesure de la composition isotopique du dioxygène dans des expériences biologiques contrôlées en milieu aquatique***

Poster flash disponible. **Poster non disponible.**

Résumé : non disponible.

#### **1.16<sup>(1)</sup> – M. Macouin et al. | *MicMag : Développement de nouveaux microscopes magnétiques pour les géosciences***

Poster flash non disponible. **Poster non disponible.**

Résumé : Le passage de la mesure magnétique sur roche totale à une mesure in-situ positionnée (échelle submillimétrique ou du grain) représente un tournant pour la communauté du paléomagnétisme et magnétisme des roches en géosciences. Cette transition nécessite un investissement en développement instrumental. Nous développons un microscope magnétique basé sur des capteurs à magnétorésistances géantes GMRs au laboratoire du GET. Des éléments cruciaux nécessitent d'être développés comme le positionnement en z et en xy. En effet, le contrôle de la distance entre le capteur et la lame mince est fondamental tant pour la calibration de la mesure que pour sa précision. Cette conception mécanique, ainsi que la mise au point d'échantillons synthétiques de tests et de calibration et le développement d'une procédure de traitement des données magnétiques seront partagés avec les deux autres équipes françaises développant des instruments similaires basés sur des technologies différentes. Ce développement en parallèle permettra des inter-calibrations et des comparaisons et de potentialiser la complémentarité des trois techniques.



**1.17 – J. Vandemeulebrouck et al. | ACOUGAZ : Développement d'une station automatique de mesures acoustiques pour évaluer en continu le dégazage sous-marin**

Poster flash disponible. [Poster non disponible.](#)

Résumé : non disponible.

**1.18 – J.-E. Groetz et al. | DÉDICASSE : Détecteur Diamant Cvd pour la mesure de la radioactivité Alpha in Situ en Solutions et Eaux**

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Le projet DÉDICASSE consiste en la réalisation d'un détecteur prototype, permettant la mesure de la radioactivité alpha in situ en milieu liquide. Aucun détecteur ne remplit actuellement cette fonction et son intérêt est multiple, tant pour la surveillance environnementale de la radioactivité alpha dans l'eau, que le contrôle des eaux de consommation ou le traçage en hydrogéologie. Il s'agit d'adjoindre à un détecteur préexistant, une diode PIPS circulaire de dimensions 1" ou 2", une électrode en diamant CVD d'épaisseur très réduite (~300 nm), assurant d'une part la protection du détecteur et d'autre part permettant l'électrodéposition des actinides à sa surface pour permettre la mesure. La voie choisie pour cet assemblage est originale et repose sur un collage à l'or par thermocompression : une couche d'or de 40 nm est déposée sur chacune des parties, ces dernières étant assemblées à température ambiante par pressage.

La première phase porte sur le développement d'une cellule de mesure électrochimique de type wall-jet. Il s'agit d'amener le liquide en surface d'électrode avec un jet perpendiculaire au capteur. Les conditions hydrodynamiques et électrochimiques optimales sont actuellement recherchées, par l'intermédiaire de la simulation numérique par éléments finis, pour s'assurer de la formation d'une couche de diffusion de quelques microns en surface de l'électrode diamant. Une cellule expérimentale est réalisée en parallèle afin de vérifier expérimentalement l'ensemble des conditions.

Dans un second temps, des améliorations seront portées sur le procédé d'assemblage diode PIPS+électrode diamant CVD, qui doit être réalisé en salle blanche. Cela nous conduira à explorer différents paramètres tels que la planéité des constituants, l'élimination de substrats sur l'électrode CVD comme SiO<sub>2</sub> et Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, l'encapsulation et la connectique.

## Session Mesures Participatives

### Description:

Le déploiement de réseaux de mesures fiables et peu onéreuses dans le cadre de programmes de sciences participatives est en plein essor. Ces réseaux de micro-capteurs individuels connectés ou d'échantillonnage distribué, permettent de mesurer des paramètres biologiques, chimiques et physiques de l'environnement avec un coût limité. Cet essor s'appuie, par exemple, sur l'utilisation de smartphones et d'applications simples dédiés, et des développements technologiques allant de la miniaturisation de capteurs à leur intégration dans des hubs de logging Open Source avec des possibilités de transmission de données sans fil. En bout de chaîne les problématiques de gestion, caractérisation, de validation et de traitement de données en grande quantité, sont des enjeux majeurs pour une utilisation scientifique optimale de cette collecte.

Cette session a pour but de présenter diverses expériences ou prototypes de capteurs ou réseaux de capteurs participatifs et leurs applications associées, mais aussi de discuter de retour d'expérience tant sur leur conception, leur étalonnage, leur déploiement et leur hébergement dans leur milieu, que leur suivi en temps réel ou différé, ou encore des avantages ou des limitations/inconvénients de leur usage pour la science.

### **2.01 – C. Dréanno et al. | *Les usagers de la mer : nouveaux acteurs engagés de la recherche***

Présentation disponible.

Résumé : La connaissance et la caractérisation du milieu marin sont des enjeux majeurs pour la préservation de la richesse de ses écosystèmes. Les préoccupations des citoyens, et plus particulièrement les usagers de la mer face au changement global et aux pollutions anthropiques sont croissantes. Depuis une vingtaine d'années, de nombreux projets de sciences participatives se sont développés et contribuent non seulement à l'amélioration des connaissances, mais aussi à sensibiliser les acteurs de la société civile sur la démarche scientifique à tous les niveaux de la chaîne de valeur de la donnée. La biodiversité des projets soulignant la participation des divers usagers de la mer à chacun des maillons de cette chaîne sera illustrée afin de démontrer le rôle crucial de ces nouveaux acteurs pour l'observation des écosystèmes marins et le développement durable des activités maritimes. Qu'il s'agisse de collecter de façon répétée des données de qualité à l'interface océan - atmosphère ou in situ par des navires équipés d'un matériel scientifique unique, dans des zones maritimes peu ou pas explorées scientifiquement ou par des pêcheurs volontaires, d'analyser de grandes quantités d'images issues d'observatoires fond de mer ou encore l'observation d'efflorescences algales, nous partagerons des retours d'expérience de ces co-productions d'observations participatives et de partage de connaissance avec la société.

### **2.02 – A. Schlupp et al. | *SismoCitoyen: Un réseau de capteurs sismiques bas coût connectés et hébergés par des citoyens pour la surveillance de la sismicité naturelle et anthropique***

Présentation disponible.

Résumé : Après un déploiement de 8 stations sismiques bas coût (RaspberryShake) en 2017 autour de Strasbourg, nous avons lancé fin 2018 un projet pluridisciplinaire de sismologie citoyenne appelé SismoCitoyen. Il associe la sismologie aux sciences sociales/humaines. Il vise à construire un réseau de sites d'observation en milieu urbain et périurbain, basé sur des stations connectées à internet et hébergées par des citoyens volontaires. Ceux-ci participent à une enquête menée par des sociologues visant à observer et analyser les effets d'un engagement citoyen dans la recherche scientifique sur la perception et la représentation de la sismologie. Avant leur installation, la réponse instrumentale de chaque station à bas coût est entièrement caractérisée par rapport à une station de référence sur la plateforme instrumentale de l'EOST.

Nous avons déployé environ 60 stations dans la région du Rhin supérieur réparties dans les régions de : 1) Strasbourg soumise depuis 2018 à une sismicité liée à un projet de géothermie profonde ; 2) Mulhouse où

l'aléa sismique est à un niveau élevé ; 3) Molsheim où des failles actives sont suspectées. Ces stations permettent de densifier le maillage des réseaux d'observation permanents (RESIF). Malgré un bruit ambiant plus important dû à leur installation en zones urbaines, la faible distance de ces stations aux événements sismiques offre un avantage considérable pour la localisation en 3D et la discrimination des séismes. Elles ont fourni au BCSF-Rénass plus de 5400 temps d'arrivée des ondes P et participent au suivi de la sismicité. Cet effort est poursuivi via le projet ANR PrESENCE (2022-2025), avec l'installation d'environ 70 stations dans des zones sujettes à des séismes induits par des projets de géothermie profonde. Nous renforcerons les interactions avec les hébergeurs, notamment via des rencontres de type « Stammtisch », ainsi qu'avec les pouvoirs publics et les associations de consommateurs.

### **2.03 – V. Quatela et al. | Data-logger EASY-LOG**

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : EASY-LOG, bien plus qu'un data-logger lowcost et open source !

Développé dans le cadre du projet SETIER<sup>(1)</sup>, EASY-LOG est un concept innovant, lowcost et open source, qui facilite la réalisation d'un data-logger de la mesure au traitement de la donnée.

Il est conçu sous une forme modulaire de type "LEGO", à base de cartes Arduino et d'interfaces GROVE. Cette caractéristique offre une facilité accrue d'utilisation et surtout d'assemblage par tout public.

Ce data-logger permet une sauvegarde des données sur carte micro-SD ainsi que l'horodatage des mesures. Un simple fichier texte suffit à la configuration du système.

Afin de garantir une facilité de maintenance de l'ensemble du dispositif, EASY-LOG dispose d'une puce wifi. Celle-ci intègre un serveur web embarqué, génère un point d'accès wifi, et offre une IHM interactive. Ainsi, il est possible de se connecter au data-logger à partir de tout équipement électronique possédant une fonction de communication wifi et un navigateur internet (smartphone, tablette ou ordinateur). La page web ainsi créée en temps réel permet de connaître l'état du data-logger, d'effectuer des tests et de télécharger les fichiers enregistrés sur la carte micro-SD.

La conception de ce système de maintenance est basée sur des expériences de terrain. Ainsi, il répond à certaines difficultés rencontrées notamment en milieu isolé ou dans un environnement dépourvu de connexion internet. En effet, aucun câble ou application spécifique n'est nécessaire au déchargement des données.

Il comprend également une application open source de prétraitement des mesures collectées. Elle est destinée à analyser et visualiser les données issues des fichiers téléchargés par wifi, détecter et afficher les anomalies. Conçue pour fonctionner sur les environnements Windows, Linux et Raspberry, son aide est précieuse pour la maintenance sur site du système.

<sup>(1)</sup> *Projet SETIER: Suivi et Evaluation des capTeurs low-cost pour les Installations de traitement des Eaux usées : qualité des eaux et éNRgie. Le contexte lié à ce projet nécessite de proposer aux opérateurs de la gestion de l'eau, non initiés à l'électronique, des solutions DIY à bas coût et offrant aux plus initiés une liberté complète sur la programmation.*

### **2.04 – H. Guyard et al. | Ohmpi : un résistivimètre low-cost et open source**

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : La tomographie de résistivités électrique (ERT) connaît aujourd'hui un bel essor avec une vaste plage d'applications : i) recherches minières, ii) hydrogéologie, iii) contamination des sols, iv) étude de méthaniseur, v) caractérisation de champs de bulle en colonne... Ces applications multi-échelle, du centimètre au laboratoire au kilomètre sur le terrain, est une des forces de la méthode. Les suivis temporels « long-terme », présentent également un grand intérêt mais nécessitent de mobiliser des équipements sur de longues durées. Or la principale limitation de l'utilisation de cette méthode est le prix élevé des équipements commerciaux.

Le projet participatif Ohmpi a donc pour objectif de proposer un résistivimètre low-cost et open source aussi bien matérielle que logicielle. Basé sur une mono-carte raspberry, il permet aujourd'hui d'utiliser jusqu'à 64 électrodes. Tous les détails pour sa réalisation sont indiqués sur le site web, [https://reversaal.gitlab.irstea.page/OhmPi/V2\\_00.html](https://reversaal.gitlab.irstea.page/OhmPi/V2_00.html). Cet équipement est pour l'instant dédié aux

applications en laboratoire ou à des applications terrain faible profondeur (inférieure à la dizaine de mètre). Plusieurs comparaisons des résultats obtenus avec Ohmpi ont été réalisées avec des équipements commerciaux.

De futures évolutions sont déjà envisagées, comme le déclenchement de la mesure par un capteur extérieure (pluviographe, capteur d'humidité...), le développement d'une interface graphique ou encore la mise en réseau d'Ohmpi grâce au protocole MQTT. Nous espérons qu'il sera utilisé par un large public, que ce soit par exemple pour l'enseignement, la recherche ou à des fins humanitaires. De plus l'équipe Ohmpi reste ouverte à de nouvelles collaborations.

## **2.05 – O. Fauvarque et al. | *Kamera d'Observation Sous-Marine Open Source : Un outil pour la science citoyenne***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Le suivi dans le temps de l'état de santé de la biodiversité côtière et des ressources vivantes est nécessaire pour évaluer les impacts naturels et anthropiques sur les écosystèmes marins. Ce besoin d'évaluations à grande échelle nécessite le déploiement des nombreux instruments selon des protocoles de mesure standardisés, et ce, dans le but de collecter de nombreuses données de qualité à des coûts modérés.

Les sciences participatives sont un moyen pour multiplier les observations sur les vastes littoraux français. Si ces dernières se développent actuellement dans une optique de mobilisation des acteurs et de sensibilisation aux enjeux environnementaux, ce qui est absolument indispensable, cette approche est encore peu utilisée dans le cadre de la production de données de qualité exploitable par les scientifiques.

Le projet KOSMOS pour Kit d'Observation Sous-Marine Open Source s'inscrit en droite ligne dans cette démarche et implique l'Ifremer, le Konk Ar Lab, fablab de Concarneau et d'autres acteurs présents dans le Finistère. Il vise à créer une version low-cost et Do It Yourself de l'instrument STAVIRO initialement développé depuis 2004 dans le cadre de recherches académiques pour l'observation du milieu benthique mais qui souffrait de problèmes d'obsolescence et d'un coût élevé ce qui nuisait à sa reproduction et à son déploiement à large échelle.

Les bénévoles du Konk Ar Lab en collaboration avec les chercheurs de l'Ifremer, ont ainsi conçu et réalisé un premier prototype fonctionnel du KOSMOS en juin 2021. Il a depuis été déployé en mer à de nombreuses reprises. Si des améliorations technologiques sont toujours d'actualité, l'enjeu consiste désormais à faciliter la reproduction et la dissémination de cet instrument auprès d'un maximum de citoyens (plaisanciers, pêcheurs, etc.) désireux de participer à la surveillance du milieu côtier. Un important travail est également mené pour assurer une collecte de données de qualité, que ce soit via la formation des citoyens au protocole de mesure, via l'élaboration d'algorithmes d'analyse d'image Open Source ou encore via la construction d'une infrastructure web donnant accès aux données collectées au plus grand nombre.

## **2.06<sup>(1)</sup> – C. Courson | *Open Source Océanographie (OSO) : Nouvelles opportunités de mesures océanographiques citoyennes en haute mer et en côtier***

Poster non flash disponible. Poster non disponible.

Résumé : Les mesures de température et salinité sont les premiers paramètres que l'on cherche à mesurer pour la compréhension des phénomènes océanographie côtier et hauturier. Pourtant cela reste encore difficile à réaliser à haute résolution spatiale et temporelle en raison des coûts des instruments et des difficultés de déploiement. Il nous apparaît donc nécessaire de repenser nos méthodes pour acquérir ces données.

Nous proposons d'explorer des méthodes alternatives en développant des instruments open source et low-cost. Ces pratiques permettent de redonner à l'utilisateur le contrôle de l'instrument en le construisant lui-même (construction, entretien, amélioration). Cela permet de rendre les mesures océanographiques très accessibles, et donc déployables plus facilement à grande échelle. Les communautés d'acteurs de technologie open source sont très nombreuses, en particulier au sein de fablab, ce qui permet des projets

collaboratifs de grande envergure et une capacité de duplication des outils et de méthodes très forte partout dans le monde.

L'engagement des citoyens, et en particulier des plaisanciers, dans la recherche océanographique nous offre également une opportunité unique et nouvelle d'explorer l'Océan global. Le nombre de voiliers de plaisance et leur présence sur toutes les mers offrent des plateformes de mesure in-situ uniques. L'implication réelle du plaisancier dans la collecte de données nous offre également l'opportunité de réaliser des mesures qui seraient plus complexes à mettre en place par des systèmes autonomes.

C'est pourquoi nous présentons des programmes de sciences participatives de mesure in-situ en milieu littoral et hauturier dans lesquels des instruments océanographiques low-cost et open source sont déployés en mer par des plaisanciers.

## **2.07<sup>(1)</sup> – M. Oliver-Soulayrol | *Dispositif de suivis des gradients physicochimiques dans la zone hyporhéique d'une rivière***

Poster non flash disponible. Poster non disponible.

Résumé :

Objectif : Documenter la dynamique des processus de colmatage et des gradients physicochimiques dans les sédiments du lit de la rivière Sélune (50) suite à l'arasement de deux barrages.

La zone hyporhéique est soumise à de forts gradients de perméabilité hydraulique qui contrôlent les flux d'eau provenant de la rivière ou de la nappe connexe. La zone hyporhéique est implantée pour le biotope d'une rivière, où s'y développe un important biote bactérien, de macro invertébrée et sert de support pour les œufs de poisson.

Originalité principale : mesures simultanées des variables physiques (gradient temp, pression diff) et chimiques (conductivité, concentration oxygène dissoute) à différentes profondeurs entre 0 et 50cm à une fréquence de 15 min.

Les chroniques ainsi enregistrées permettent de suivre les phases d'oxygène ou d'anoxie des sédiments en relation avec l'origine des flux d'eau (rivière ou nappe) qui traversent les sédiments.

## **2.08 – P. Rimmelin-Maury et al. | *Outil de Gestion Informatisée: pivot de l'assurance qualité en parc instrumenté***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Le Pôle image et instrumentation (P2I) est une plateforme mutualisée de l'Institut universitaire européen de la mer (IUEM), destinée à mutualiser les instruments océanographiques, à faciliter l'accès aux expertises et à assurer l'accompagnement à la qualification des données acquises. Pour répondre aux exigences qualité, une réflexion autour d'une démarche qualité et des modalités de sa mise en œuvre a été menée, en 2020, en collaboration avec la DT-INSU et l'unité de service IMAGO-IRD. D'abord, elle a consisté en l'analyse des risques, l'élaboration de l'arbre des causes et l'inventaire d'actions correctives et de moyens supports. Ensuite elle s'est poursuivie par l'acquisition et la mise en œuvre de l'outil de gestion Labcollector (Agilebio). Ce progiciel est conçu de façon modulaire, avec des modules clé en main sur l'équipement ou la documentation et d'autres modules à développer à façon. Il est appliqué au P2I, avec comme priorité d'optimiser la saisie et la gestion des méta-données. Ces données, liées directement ou indirectement au cycle de vie d'un équipement et des mesures, sont centralisées dans une BDD unique, aisément requêttable via une API, offrant ainsi la possibilité d'être moissonnable pour n'importe quel usage en aval. Cet outil particulièrement souple, permet d'être customisé par les utilisateurs eux-mêmes sans passer par un développeur informatique. Ceci garantit sa fonctionnalité et son utilité à long terme. Labcollector est devenu un outil levier pour amener le P2I à niveau du standard qualité ISO 9001 et son extension à l'échelle de l'IUEM est en cours d'étude.

## **2.09 – K. Sellegri et al. | *Présentation du GT "Nouveaux Outils d'Observation de l'Océan" du GDR OMER***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : L'étude des mers et océans subit ces dernières décennies une révolution. La miniaturisation des capteurs, l'accroissement des données générées, la frugalité nécessaire à la fois d'un point de vue énergétique mais également écologique sont des défis à venir. Le phénomène de niches des instruments développés entraîne la difficulté de créer des liens forts avec le secteur industriel souvent frileux à investir. Dans ce contexte les échanges entre les instituts du CNRS (INSIS, INS2I, IN2P3, INP, INC, INEE, INSU,...) et les partenaires institutionnels (IRD, IFREMER, CNES, SHOM, DGA ...) deviennent essentiels. La description de l'écologie et de la biologie des organismes vivants dans l'océan peut aujourd'hui être approchée avec l'aide des sciences de l'ingénieur pour entre autres préciser le rôle du vivant sur les cycles biogéochimiques, la phénologie de nombreuses espèces, la biodiversité et ses dynamiques, ainsi que les interactions fluide-roches-vie...

Un des objectifs serait d'aller vers une/des plateformes d'observation multidisciplinaires, vigies du changement global, de ses causes et conséquences. Le constat est que les différentes disciplines possèdent souvent leurs propres réseaux d'observations, souvent cloisonnés. Ce GT propose une réflexion sur les méthodes et moyens à mettre en œuvre pour intégrer et améliorer les observations faites dans l'océan.

D'autre part, les observations in-situ, souvent à haute fréquence, sont essentielles pour caractériser comment et à quelle vitesse l'Océan change. Dans ce contexte, les enregistreurs bio-environnementaux multi-capteurs, les réseaux de capteurs, constituent une source majeure de données d'observation. Ces nouveaux capteurs environnementaux produisent une quantité de données considérables. La qualification et l'interopérabilité des données produites seront abordés dans ce GT en lien avec le GT 'Océan numérique'. Ce groupe de travail 'Instrumentation/observation' réunissant les chercheurs des sciences de l'ingénieur, océanographes, biologistes, écologues, géologues, physico-chimistes, vise à faire l'inventaire des approches existantes en termes d'observation, en lien avec les infrastructures de recherche existantes (Argo, EMSO, ICOS, Ilico etc..) pour ensuite proposer de nouvelles solutions en termes de fusion ou convergence d'outils d'observation et de développement de nouvelles solutions identifiées comme manquantes.

Si la science participative a été une petite révolution dans d'autres domaines (ornithologie, cf. Cornell Lab; biodiversité terrestre) en particulier grâce à la démocratisation des capteurs dans les smartphones, elle est encore à ses débuts dans la recherche marine; elle pourrait, si accompagnée par des infrastructures idoines, augmenter d'un ordre de grandeur la densité des observations. Elle souffre pourtant d'une inadéquation des types classiques de financement.

## **2.10 – C. Rossin et al. | *Développement technologiques à l'OPGC***

Poster non flash disponible. Poster disponible.

Résumé : non disponible.

## **2.11 – O. Alemany et al. | *Le Service Technique de l'IGE***

Poster non flash disponible. **Poster non disponible.**

Résumé : non disponible.

## **2.12 – T. Poidras et al. | *Le développement technologique à Géosciences Montpellier***

Poster non flash disponible. Poster disponible.

Résumé : non disponible.

## Session Traitement embarqué

### Description:

De par leur conception, mais aussi de par leur milieu d'application distant ou difficile d'accès, des capteurs ou réseaux de capteurs peuvent nécessiter du traitement embarqué agile et plus ou moins sophistiqué. Ce traitement au plus proche de l'instrument est dans ce cas assuré par des systèmes électroniques et informatiques autonomes, pouvant nécessiter pour les applications les plus complexes de l'intelligence artificielle. Ces moyens de calcul locaux doivent cependant répondre à des contraintes fortes d'encombrement et de consommation d'énergie.

Cette session a pour objectif d'échanger sur les systèmes et sous-systèmes exploités ou en cours d'étude/de conception au sein de la communauté des AEI pour le traitement embarqué selon le capteur et son environnement d'opération tant du point de vue matériel – quel composant électronique ou calculateur de bord pour quel traitement à bord, pour quelle consommation énergétique, pour quel mode d'opération (en mode « survey », ou alerte, événement, étalonnage), etc. ? – que logiciel – quel algorithme, quelle méthode pour quel type de mesure et pour quel niveau de qualité des données, etc. ?

Cette session permettra aussi de partager des retours d'expérience sur non seulement les contraintes d'encombrement et d'énergie, mais aussi sur les effets du vieillissement du capteur sur le traitement embarqué et sur la qualité des observations.

### **3.01 – L. Latorre et al. | *Approches de conception «low-power» pour l'instrumentation embarquée : Applications à l'enregistrement audio, à l'actimétrie et à la géolocalisation***

Présentation disponible.

Résumé : L'accès aux technologies des systèmes embarqués est aujourd'hui largement démocratisé et permet le développement en mode DIY d'une instrumentation taillée sur mesure permettant d'adresser un grand nombre de besoins scientifiques. Le processus de développement, s'appuyant sur un assemblage de briques matérielles et logicielles disponibles est devenu accessible au non-expert. Associé à un très faible coût de prototypage, le succès de cette approche est incontestable.

Cette approche dans le développement d'une instrumentation ad hoc est parfaitement suffisante dans de nombreux cas d'application, mais peut rapidement trouver ses limites, dès lors que des contraintes de performances, de consommation énergétique, d'intégration, ou de pérennité rentrent dans le cahier des charges.

La présentation s'appuie sur une expérience de collaboration entre les laboratoires CEFE (Ecologie) et LIRMM (Systèmes Embarqués) dans le contexte du biologging. A travers quelques exemples de réalisation (audio, actimétrie, géolocalisation, ...) l'objectif sera de montrer le bénéfice d'une approche de développement orientée vers la performance énergétique et le potentiel d'intégration.

### **3.02 – R. Lulheret, J. Galizzi et al. | *Nouvelles perspectives pour les traitements embarqués sur satellites***

Présentation disponible.

Résumé : Du fait de l'évolution des composants, les capacités de traitement embarqué sur satellites sont très fortement croissantes, ce qui permet d'envisager de nouvelles fonctionnalités plus complexes et ambitieuses à bord. Historiquement, par nécessité, les premiers traitements déployés à bord des satellites étaient des algorithmes de compression de données, notamment images, de manière à réduire fortement le volume d'information en sortie des instruments. Cela rendait possible, et facilite encore aujourd'hui, le stockage à bord et la transmission des données vers les stations de réception sur Terre.

Aujourd'hui l'utilisation de composants COTS (CPU, FPGA, Systems-On-Chip, GPU, processeurs many-cores), liée à l'évolution du segment spatial, rend possible l'implémentation bord d'algorithmes de compression plus complexes et performants, mais également d'algorithmes de traitement d'images avancés ainsi que de traitements scientifiques variés, avec un potentiel d'autonomie bord (sans le sol dans la boucle) accru. En outre, des outils complexes comme le « deep learning » peuvent désormais être envisagés à bord. Il est néanmoins nécessaire de garder en tête le besoin d'être économe en ressources afin de limiter au maximum la consommation de la charge utile. Cela passe par exemple par l'optimisation des algorithmes en adéquation avec les cibles matérielles disponibles et résilientes à l'environnement spatial.

Cette présentation présente un panorama des possibilités et contraintes rencontrées actuellement dans le traitement embarqué spatial. L'approche est à la fois logicielle et matérielle, ces deux domaines étant étroitement liés lorsqu'il s'agit d'implémenter des traitements sur ces nouvelles cibles hétérogènes à l'architecture complexe. Cette approche dans le développement d'une instrumentation ad hoc est parfaitement suffisante dans de nombreux cas d'application, mais peut rapidement trouver ses limites, dès lors que des contraintes de performances, de consommation énergétique, d'intégration, ou de pérennité rentrent dans le cahier des charges.

La présentation s'appuie sur une expérience de collaboration entre les laboratoires CEFE (Ecologie) et LIRMM (Systèmes Embarqués) dans le contexte du biologging. A travers quelques exemples de réalisation (audio, actimétrie, géolocalisation, ...) l'objectif sera de montrer le bénéfice d'une approche de développement orientée vers la performance énergétique et le potentiel d'intégration.

### **3.03 – N. Troesch et al. | Développement d'une sonde endo karstique pour l'acquisition in-situ haute résolution de données hydrodynamiques et hydro chimiques**

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Afin de faire face aux pressions climatiques et anthropiques à venir sur les hydrosystèmes et les ressources en eau, il est indispensable de proposer des outils d'ingénierie permettant la reconnaissance et la gestion des réservoirs karstiques. En effet, les réservoirs karstiques alimentent 25% de la population mondiale en eau potable. Ils représentent donc une ressource en eau souterraine importante, mais qui pourrait dans de nombreux cas être davantage exploitée notamment sur les rives de la Méditerranée. Depuis 50 ans, la compréhension des processus qui contrôlent leur fonctionnement hydrodynamique a très largement progressé. Cette progression a permis d'améliorer leur modélisation mais des obstacles majeurs demeurent ; Ils sont liés à la caractérisation de leur structure interne et à l'organisation des écoulements.

Même si les réservoirs karstiques sont particulièrement anisotropes et hétérogènes, un réseau organisé et hiérarchisé de conduits concentre et contrôle les écoulements vers un ou plusieurs exutoires. Or, la reconnaissance de ces conduits se limite actuellement à l'utilisation de traceurs artificiels donnant une vitesse "à vol d'oiseau" entre une entrée d'eau et un exutoire (source), ou à l'exploration en plongée qui ne peut concerner qu'une infime partie des conduits. Face à ces difficultés, l'imagerie géophysique et les simulateurs stochastiques font partie des pistes actuelles mais ces méthodes sont trop mal contraintes pour donner une topographie robuste des conduits. Ainsi, l'absence d'informations plus précises sur la géométrie des conduits, sur les conditions d'écoulement à travers ceux-ci ou sur l'évolution de la qualité de l'eau le long des drains constitue un réel verrou pour développer des modèles de gestion des aquifères karstiques.

Le sujet de l'étude vise au développement et à la réalisation de vecteurs de dimensions décimétriques qui intègrent des capteurs miniaturisés communicants, autonomes en énergie et fiables, ainsi que leur environnement. Ces vecteurs sont destinés à évoluer dans les drains karstiques et opéreront l'acquisition, le traitement et le stockage de données inertielles et de paramètres environnementaux. L'objectif est de pouvoir obtenir, grâce aux données recueillies après récupération de la sonde et post traitement des données, une topologie du drain exploré ainsi que certains paramètres de l'écoulement et du fluide qui le parcourt. Ces systèmes embarqués permettront d'accéder à des données de nature hydrogéologique jamais mesurées comme la géométrie des drains, l'évolution de la qualité de l'eau ou des vitesses d'écoulement.

La première étape de notre étude s'est concentrée sur un algorithme de reconstruction de trajectoire utilisant la fusion de capteurs IMU, nous avons utilisé une IMU haute précision afin d'obtenir l'orientation



de l'objet, puis avons calculé sa trajectoire en fusionnant les mesures de vitesse et d'orientation afin de reconstruire une trajectoire. Les premiers résultats sont très encourageants.

La deuxième étape de notre travail a porté sur le développement d'outils de simulation liés au karst, nous recueillons actuellement des échantillons de karst minéral dans le but de modéliser un matériau pour des simulations électromagnétiques, ainsi qu'un premier simulateur de fluide karstique 2D a été développé. Ce simulateur vise le dimensionnement des capteurs et de la capsule en simulant un objet en mouvement sans propulsion dans un environnement aléatoire représentant la formation karstique.

### **3.04 – T. Coulombier et al. | *Développement des drones marins pour la recherche océanographique***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir – Equipex+, le projet MARMOR ambitionne de doter la communauté des sciences de la Terre de moyens de surveillance et d'observation en domaine sous-marin. Il s'agit d'une part de développer des parcs d'instrumentation sous-marine pour étendre l'infrastructure de Recherche en sismologie et géodésie RESIF vers le domaine marin, et d'autre part de développer un observatoire sous-marin câblé à Mayotte. Le volet 1 de ce projet est consacré au développement de la géodésie fond de mer en France. Il y a un grand intérêt pour ce développement à favoriser les partages scientifiques, méthodologiques et instrumentaux entre divers domaines d'application, en particulier entre la géodésie et l'océanographie, pour un bénéfice réciproque. Dans ce contexte, le développement d'une flottille de drones marin, pensée pour participer à des missions de géodésie fond de mer, doit se faire en prenant en compte l'ensemble des usages possibles à moyen et long terme.

Nous souhaitons donc:

- identifier les personnes souhaitant s'impliquer dans la concertation nécessaire au développement des drones,
- identifier les missions qui pourraient être proposées à un ou plusieurs drones,
- définir un cadre pour la réalisation d'un appel d'offre et recueillir des points de vues les plus divers possibles.

Cette concertation est mutualisée avec L'Ifremer et la Flotte Océanographique Française qui souhaite développer un drone marin pour compléter son infrastructure de recherche.

### **3.05 – S. Besançon et al. | *Un sismomètre fond de mer d'intervention rapide pour PREST - Structure mécaniques et caractéristiques de l'appareil***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Les sismomètres fond de mer (OBS) complètent les réseaux sismologiques terrestres lors de l'étude des systèmes volcaniques et tectoniques côtiers ou offshore. Les OBS à réponse rapide sont des systèmes légers et faciles à déployer qui permettent une surveillance rapide des crises sismo-volcaniques.

Nous présentons les caractéristiques de la structure mécanique du 1er prototype.

### **3.06 – P. Coutris et al. | *Développement d'un prototype sol pour la mesure d'extinction en environnement nuageux***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Les nuages ont un rôle prépondérant dans le bilan radiatif terrestre du fait de la forte interaction entre les hydrométéores (gouttelettes d'eau et/ou cristaux de glace) avec le rayonnement solaire et tellurique (Liou 2002).

Améliorer la connaissance des interactions nuage-rayonnement et le rôle des différents nuages, en phase glace en particulier, dans le système climatique nécessite de bien connaître leurs propriétés optiques et microphysiques. L'extinction (ou l'épaisseur optique qui en découle) est une propriété optique fondamentale qui caractérise l'atténuation d'une onde lumineuse traversant un milieu du fait des processus d'absorption et de diffusion.

Pour caractériser les propriétés optiques des nuages de glace à la microstructure complexe (Kokhanovsky 2004), la mesure in situ est un levier fondamental. La communauté scientifique française dispose d'un outil

de recherche dédiée à l'étude des nuages et particulièrement bien adapté à la phase glace, la Plateforme de Mesures Aéroportées. Or si certains instruments existants permettent de déduire de façon indirecte des valeurs d'extinction à partir de mesures de granulométrie et/ou néphélométrie, il n'existe pas d'instrument capable de produire une mesure directe de référence.

Ce poster présente le développement en cours d'un prototype d'extinctionmètre adapté à la mesure en environnement nuageux. Ces rencontres seront l'occasion de partager les principaux enjeux, le principe de mesure et l'architecture générale en présentant le travail accompli jusqu'à présent par une équipe du LaMP - OPGC - DT-INSU devant la communauté d'instrumentalistes et d'expérimentateurs de l'INSU.

### **3.07 – N. Lavenant et al. | *Mesure de température par fibre optique FO-DTS : Applications en hydrogéologie***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : La fibre optique ne sert pas seulement pour les communications. Plongée au fond d'une rivière, ou installée dans un forage, elle permet de mesurer la température tout au long d'un câble avec une haute résolution spatiale (12,5cm) et temporelle (10 sec). Depuis une dizaine d'années, nous travaillons à Géosciences Rennes sur le développement de méthodes dites "actives" qui consistent à suivre les variations de température induites par l'injection dans le milieu d'une source de chaleur artificielle. Le principe de la méthode proposée consiste à disposer un câble armé de fibre optique au sein des sédiments de rivière ou dans une forage, puis, en faisant circuler un courant électrique à travers l'armature métallique du câble, de mesurer en continu l'élévation de température générée par effet Joule. Cette méthode permet de localiser les zones d'écoulement et de déterminer les propriétés thermiques du milieu. Ces connaissances sont cruciales pour caractériser et comprendre de nombreux processus fondamentaux en hydrogéologie tels que le transport de solutés, la distribution des âges des eaux souterraines ou les échanges eaux souterraines-eaux de surface pour notamment maintenir le bon état écologique des rivières. Il apparaît ainsi comme un outil prometteur pour l'imagerie des hétérogénéités et le suivi des changements de dynamique d'écoulement dans des aquifères hétérogènes au cours du cycle hydrologique.

### **3.08 – D. Picard | *Développement d'un granulomètre aérosols (SMPS)***

Poster non flash disponible. Poster disponible.

Résumé : La mesure du spectre de taille des aérosols est un paramètre essentiel des stations d'étude de l'atmosphère. Ce développement propose un système relativement compact qui s'appuie sur un système Linux embarqué, une technique d'asservissement des procédés logicielle, une bibliothèque d'inversion de données distribuée sous licence libre.

### **3.09 – D. Berveiller et al. | *Le RTCE : nouveau réseau techno. national***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Le réseau national RTCE a émergé en 2020 suite aux dernières prospectives de l'INSU (notamment défi 15) et de l'INEE ("Réseau de compétences" en action prioritaire), au travail déjà entrepris au sein de l'Infrastructure de Recherche ICOS (IR ESFRI) et aux nombreuses discussions entre membres de différents projets structurants. Appuyé rapidement par l'INEE et l'INSU, le RTCE a vu le jour en 2021 après une consultation nationale qui a permis de recenser et identifier les membres de cette communauté et définir les contours du réseau. Cette communauté, actuellement constituée de plus de 320 personnes, est un vivier d'experts-métiers dans le périmètre des capteurs in natura, depuis le développement de capteurs, leurs déploiements in-situ, la transmission de la donnée, et l'exploitation de la donnée (prétraitement, visualisation, interopérabilité).

De nombreuses initiatives existent à différents niveaux, tant régional que national (Equipex TerraForma, projet Econect, les PEPR OneWater et FairCarbon, les IR ICOS, ACTRIS ou ANAEE-France et les actions au sein des observatoires OZCAR ou ReNSEE, ...). La communauté du RTCE concerne aussi bien des techniciens, ingénieurs que des chercheurs de divers instituts (INSU, INEE, INSIS, INSB et INP principalement) ainsi que le personnel du paysage national de l'ESR (autres établissements et Universités). Elle vise donc à rassembler

l'ensemble des acteurs œuvrant dans les disciplines dédiées à la mesure in natura, en environnement naturel ou semi-naturel, souvent fortement anthropisé.

### **3.10 – T. Coulombier et al. | *Le réseau drones et capteurs***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : L'obtention de données scientifiques in situ en conditions extrêmes ou dans des environnements difficiles d'accès est un enjeu majeur dans de nombreux domaines tels que la volcanologie, l'archéologie, l'océanographie, la cryosphère ou encore l'exploration planétaire. Les principales difficultés inhérentes à ces recherches sont la possible mise en danger des personnes, le risque de détérioration de matériels coûteux, les limitations techniques en terme de volume, masse et consommation des instruments utilisables, ou encore le risque de contamination d'environnements sensibles ou d'évolution dans un environnement contaminé (nucléaire, bactérien, etc.). Pour répondre à ces problématiques, il est alors nécessaire d'avoir recours à un vecteur télé opéré non habité, mieux adapté à l'environnement (i.e. un agent robotique ou animal), et équipé d'une instrumentation embarquée spécifique. La mise en œuvre de ces systèmes implique des compétences multiples et variées, que ce soit pour la partie vecteur (conception et développement, pilotage manuel ou autonome, intelligence embarquée, robotique, télétransmission, etc.), comme pour la partie instrumentation embarquée (imagerie, spectroscopie, télédétection radar et lidar, capteur environnementaux, préleveurs – échantillonneurs, etc.).

Depuis plusieurs années, le nombre d'utilisateurs de ces nouvelles méthodes d'exploration est en constante augmentation à l'INSU mais aussi à l'INEE, à l'INSHS et dans d'autres instituts du CNRS (plus de 150 drones aériens recensés en 2015 lors de la création de la Dirsu-Drones). Nous avons donc créé le réseau Drones & Cap' afin de réunir les acteurs du domaine pour partager et échanger des connaissances scientifiques, techniques, méthodologiques, législatives et partager des retours d'expériences autour de l'utilisation de vecteurs non humains (drones, sous-marins, astromobiles, animaux, etc.) et de l'instrumentation embarquée.

**Drones & Cap'** compte actuellement une centaine de membres dont la plupart se sont réunis lors des premières journées du réseau en septembre 2021. Il a pour vocation de devenir un réseau technologique de la MITI.

Le poster présentera le réseau et ses contours ainsi que les actions en cours et à venir.

### **3.11 – D. Lefevre et al. | *Long Term In situ Oxygen Monitoring (LIOM)***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Global ocean models predict that, for realistic CO<sub>2</sub> emission scenarios, the oceanic oxygen inventory should decrease about 3 times faster than what we would expect solely from the decreased oxygen solubility of warmer temperature. Also the biological pump affects atmospheric CO<sub>2</sub> levels and fuels most heterotrophic activity in the deep ocean. The efficiency of this pump depends on the rate of carbon fixation, export out of the euphotic zone and the depth of respiration

Mineralisation of OM in the water column is a key factor for understanding the oceanic carbon cycle and quantifies the OM reaching the sediment layer to be buried or transformed or mineralised at its surface and affects O<sub>2</sub> in situ concentration leading to anaerobic environment (OMZ).

Therefore, long term evolution of in situ O<sub>2</sub> is critical and requires dedicated adapted strategy.

The new technology of optical O<sub>2</sub> sensor, with the property of providing "little" drift is an opportunity, for us to develop a new generation of tools. Nevertheless, it is compulsory to ensure data quality in accuracy and precision, for science purposes and legacy to the database.

This present project aims at developing an in situ oxygen chemical titration system based on the Winkler reference methodology.

We have already developed a colorimeter to monitor this iodometric titration, based on Williams Jenkinson 1992 with the evolution from "incandescent" light emission to LED light emission and photodiode reception into photodiode reception.

This technology is well mastered, and we aim in automatising this system using small peristaltic pump, specially designed mixing chamber and reading chamber.

The purpose of this technological development is to measure reference O2 concentration in situ at a low frequency, to be determined (from 1/day, 1/week) and deployed on EMSO ERIC sites, Oceansites mooring instrumented infrastructure which have a yearly maintenance.

This low frequency sampling will allow us to qualify the data flow from in situ sensor sampling at high frequency (minutes to hour) for absolute values and drift.

Request will be made the LEFE DIIRO for financial support and to the DT INSU for engineering support.

The western Ligurian EMSO site will be our test proofing site.

### **3.12 – P. Rimmelin-Maury et al. | *Démarche Qualité en Parc Instrumental (DQPI) : cas du Pôle Image et Instrumentation (P2I)***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : En océanographie côtière, la complexité des milieux étudiés et les contraintes environnementales impliquent la mobilisation d'une grande variété d'instruments pour couvrir l'ensemble des mesures bathymétriques, sismiques, acoustiques, hydrologiques et biogéochimiques, sur des échelles spatiales et temporelles appropriées. Afin de garantir une qualité optimale des données, conformes aux standards internationaux, une mise en œuvre maîtrisée des instruments est nécessaire selon un concept suffisamment général pour être appliqué à l'ensemble. Il s'agit d'un système de management de type ISO 9001. Ce concept a fait l'objet d'une réflexion dans le cadre de l'action DQPI (Démarche Qualité en Parc Instrumentée), menée par l'IUEM en collaboration avec la DT-INSU et l'unité IMAGO de l'IRD. L'objectif était d'élaborer un système qualité applicable dans le périmètre d'un parc instrumenté tel que le Pôle Image et Instrumentation (P2I) de l'IUEM. Le P2I est une plateforme transverse de l'IUEM qui soutient la recherche, la formation et l'observation en science de la mer et du littoral. Il facilite l'accès à un parc d'équipements de mesure en imagerie et en instrumentation et fournit un service d'accompagnement par les experts associés. Le système qualité ainsi élaboré a pour priorité la maîtrise des risques en veillant notamment à la mise en œuvre des bonnes pratiques et à la traçabilité des activités. Ce système, en cours de mise en place, est formalisé en un poster qui est accepté comme « manuel qualité » du service, document clef exigé par la norme ISO 9001. La mise en œuvre du concept, démarrée en 2020, est en cours de consolidation. Elle porte entre autre sur la planification de temps forts tels que les comités de pilotage ou encore la revue de direction ainsi que sur l'implémentation d'un logiciel de Gestion adapté pour assurer la traçabilité des opérations (Labcollector).

## Session Transmissions

### Description:

Les outils logiciels et matériels de communication sont essentiels pour les Sciences de la Terre et l'Exploration de l'Univers autant pour le suivi continu à distance du comportement d'un instrument et de ses acquisitions que pour le transfert de commandes, ou encore la récupération d'observations (digitales) réalisées depuis des plateformes de mesure fixes et mobiles. Des communications fiables et précises offrent de nouvelles possibilités tant en temps réel qu'en temps différé pour entre autres des applications d'alerte ou la récupération de données depuis des sites difficiles d'accès ou non accessibles.

Grace à la miniaturisation, les technologies dédiées aux télécommunications évoluent rapidement et permettent de développer de nouveaux systèmes pour le domaine de la surveillance automatisée et à distance de l'environnement, ou encore de créer son propre réseau de communication avec une consommation d'énergie réduite. Il est d'ailleurs primordial d'assurer l'interopérabilité des dispositifs de communication selon des normes de qualité spécifiques.

Cette session vise à présenter différentes solutions simples ou complexes pour la transmission de données, quelles qu'en soient leurs technologies et portées, utilisées pour des instruments scientifiques déployés dans leur environnement, y compris sur des vecteurs mobiles. Les travaux présentés dans cette session exposeront non seulement des projets déjà en opération mais aussi ceux en phase de conception ou de preuve de concept. Des présentations sur des modifications et la mise en œuvre de solutions déjà existantes sont aussi encouragées.

### **4.01 – P. Nouvel | Plateforme HERMES (Hyperfréquences: Expertises, Recherche et MESures)**

Présentation disponible.

Résumé : On parle beaucoup des objets connectés en identifiant de nombreux domaines d'application que ce soit au niveau de l'industrie, de la défense, de la santé, de l'agriculture et bien sûr de l'environnement au sens large. Dans les faits il s'agit de développer des capteurs autonomes à faible consommation pour permettre aux différents acteurs (industriels et institutionnels) de se doter d'outils pour l'optimisation des sites/territoires. Un des critères pour y arriver est de tendre vers une électronique miniaturisée donc fortement intégrée et peu énergivore. Du côté de l'intégration composants/circuits, les systèmes électroniques/informatiques embarqués associés à l'IA ont faits d'énormes progrès ces dernières années. S'il en est de même au niveau de la transmission des données il n'en reste pas moins que l'élément clé, à savoir l'antenne, reste un sujet d'étude particulier qui demande encore à l'heure actuelle des études très spécifiques, voire du cas par cas, notamment pour répondre à la miniaturisation et l'optimisation des systèmes.

Durant cet exposé consacré au design et à l'intégration d'antennes au niveau de l'IOT, il sera abordé dans un premier temps, un bref rappel sur les différents types d'antennes et sur les paramètres importants qui caractérise les antennes. Nous aborderons également les différents types d'antennes intégrables dans les objets communicant et nous verrons l'importance de prendre en compte, très tôt dans le développement, l'élément rayonnant de tout système.

### **4.02 – R. Kacimi | Architectures et protocoles de communication pour la collecte des données environnementales**

Présentation disponible.

Résumé : Les réseaux de capteurs sans fil surmontent les difficultés des autres systèmes de monitoring car ils ne nécessitent aucune présence humaine sur le terrain, permettent une interaction en temps réel avec les événements et atteignent des conceptions hautement éco énergétiques. Cependant, des gains d'efficacité

supplémentaires sont nécessaires, en particulier dans le cas des applications de surveillance de l'environnement extérieur en raison de leurs conditions de fonctionnement difficiles, des vastes zones ciblées, etc. De plus, ils ont besoin d'un changement radical dans leur interopérabilité pour devenir des outils essentiels dans l'étude de l'environnement. Cette présentation montre comment l'Internet des objets peut être considéré comme une évolution naturelle des systèmes de détection environnementale. Nous discutons des exemples de systèmes IoT et illustrons les principaux défis techniques. Nous discutons le rôle des technologies de communication dans la construction d'un Internet des Objets environnemental.

#### **4.03 – B. M. Zawilski et al. | *Un système entièrement automatisé et sécurisé de rapatriement, vérification et de transmission des données***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Les stations de mesure de variables climatologiques de l'air et du sol nécessitent une grande infrastructure de mesure, d'enregistrement, de transmission de vérification et d'archivage des données. L'organisation de nos deux stations labellisées ICOS (Integrated Carbon Observation System) installées au milieu des champs agricoles est centrée sur la mesure et enregistrement de plus de 350 variables par station sur des logeurs dédiés, le rapatriement des données par un VPN (Virtual Private Network) sur le réseau 4G et l'archivage ou transmission journalière de ces données sur le serveur européen ICOS : Carbon Portal pour vérification. Le développement de ce réseau nous permet aussi de nous connecter en temps réel sur chaque instrument pour une intervention ou pour l'inspection en vue d'établissement de diagnostic des pannes à distance. Ainsi un déplacement de dépannage, si nécessaire, est grandement facilité.

#### **4.04 – H. Guyard et al. | *Exemples pratiques d'optimisation de l'utilisation de la télétransmission à l'IGE***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : La télétransmission des données mesurées est un outil précieux pour surveiller en temps réel les jeux de données, elle est couramment utilisée pour accélérer la mise à disposition des données pour les chercheurs et leur traitement, ou pour surveiller un évènement exceptionnel (type crue) et déclencher si nécessaire une alerte ou une intervention terrain afin d'avoir des mesures complémentaires.

Cette présentation donne des exemples concrets de solutions mises en œuvre à l'IGE pour élargir l'utilisation de la télétransmission afin d'améliorer la visibilité des observatoires et /ou du laboratoire en visualisant en ligne les paramètres transmis et de simplifier l'organisation des tournées terrain.

Pour la visualisation des données, une carte géographique interactive permet de choisir la station de mesure, puis de visualiser sous forme graphique les derniers paramètres disponibles de la station sélectionnée (les données ne sont, volontairement, pas téléchargeables, elles sont seulement visualisables).

Pour l'organisation et l'exploitation de la maintenance et des interventions, l'ensemble des paramètres essentiels au bon fonctionnement des équipements de terrain ont d'abord été identifiés puis transmis dans un espace dédié du serveur utilisé. Une routine python a ensuite été développée pour que chaque responsable technique des différents équipements reçoive automatiquement un mail d'alerte dès qu'une anomalie est détectée. Ce travail a permis de définir des stratégies d'intervention de maintenance pour accroître la qualité du jeu de données, d'optimiser et de simplifier l'organisation des tournées terrain. Cet outil a démontré toute son utilité quand nos déplacements ont été limités suite à la pandémie par exemple.

#### **4.05 – L. Drapeau et al. | *Observatoire de surveillance sismique & atmosphérique du grand Beyrouth***

Poster flash disponible. **Poster non disponible.**

Résumé : Déjà sensible en raison de sa géologie (risque sismique-tsunami) et de son interface entre écosystèmes arides et tempérés, le bassin méditerranéen est transformé par le changement climatique et une pression urbaine importante sur les ressources et les espaces. Le Liban concentre sur un petit territoire les crises environnementales, climatiques, sanitaires, sociales et politiques du Moyen-Orient : pénuries et dégradation de la qualité des eaux de surface et souterraines, pollution atmosphérique, fragmentation des

paysages, destruction des écosystèmes, érosion de la biodiversité, risques telluriques et très peu de mécanismes d'information, de prévention et de protection contre ces vulnérabilités. En outre, le Liban manque cruellement de données environnementales à des échelles temporelles et spatiales suffisantes pour couvrir l'ensemble des phénomènes clés et permettre l'intégration des questions environnementales pour le développement du pays. Cette absence a été tristement illustrée lors de l'explosion du 4 août 2020 au port de Beyrouth, qui a entravé la gestion efficace des menaces induites pour protéger les habitants. Dans ce contexte dégradé combiné à une situation de crise systémique au Liban, l'innovation frugale est plus qu'une option, c'est une nécessité. Initié en 2021 dans le cadre du consortium de recherche O-LIFE libanais-français ([www.o-life.org](http://www.o-life.org)), le projet " Seismic and air monitoring observatory for greater Beirut " (SMOAG) vise à mettre en place un observatoire citoyen de la ville de Beyrouth en déployant des instruments environnementaux et sismologiques innovants, connectés, peu coûteux, économes en énergie et robustes. Grâce à des services web et des applications mobiles co-construits avec les différentes parties prenantes (citoyens, ONG, décideurs et scientifiques), l'observatoire citoyen SMOAG contribuera à l'information et à la mobilisation des citoyens et des gestionnaires libanais en partageant le suivi d'indicateurs clés associés à la qualité de l'air, les îlots de chaleur et la stabilité des bâtiments, enjeux essentiels pour une Beyrouth durable. La première phase du projet a été consacrée au développement d'un capteur environnemental à faible coût permettant de mesurer la pollution et la météo urbaine (particules, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, rayonnement solaire, vitesse du vent, température, humidité, précipitations) et au développement de toute l'infrastructure logicielle, de l'acquisition des données aux indicateurs synoptiques accessibles via une application web et mobile, tout en suivant les normes du Sensor Web Enablement and Sensor Observation System de l'OGC et les principes FAIR (Easy to find, Accessible, Interoperable, Reusable). Un site web et des applications Android/iOS pour la restitution des données et des indicateurs ainsi qu'un tableau de bord permettant un accès en temps réel aux données ont été développés. Des stations sismologiques environnementales et à faible coût (Raspberry Shake) ont déjà été déployées à Beyrouth, la plupart hébergées par des citoyens libanais. Ces efforts d'instrumentation et d'accès ouvert aux données ont été complétés par des ateliers participatifs avec diverses parties prenantes afin d'améliorer l'ergonomie des interfaces web et applicatives et de définir une feuille de route pour l'implantation de futures stations, en cohérence avec les populations les plus vulnérables identifiées par les ONG et les connaissances actuelles sur la pollution de l'air et les îlots de chaleur à Beyrouth.

#### **4.06 – O. Zahhaf et al. | *Matériaux Electroactifs Fabrication additive***

Poster flash disponible. [Poster non disponible.](#)

Résumé : Les matériaux électro-actifs à matrice polymère (EAP) sont des matériaux de choix pour le développement de fonctions mécatroniques intégrées aux plus près des structures. Ces polymères ou composites « électroactifs » présentent des couplages électromécaniques qui les rendent particulièrement adaptés dans des applications capteurs/actionneurs souples et peu intrusifs. Ils peuvent être optimisés par dopage ou dans le cas des composites hybrides par le choix d'une sélection adéquate de couple particules/matrice permettant alors de répondre aux cahiers des charges applicatifs en termes de tenue en température, résistance au milieu environnemental, impact environnemental du capteur, etc.

Le développement accéléré des techniques de mise en œuvre par fabrication additive (FA) associé à ces matériaux électroactifs ouvre la voie à l'implémentation facilitée de ces fonctions mécatroniques. Pour cela le développement de matériaux et d'encres adaptées aux différentes méthodes de dépôts par fabrication additive est crucial.

Au cours de cette présentation, nous nous focaliserons sur le développement de matériaux électroactifs électrostrictifs et ferroélectriques (pyro/piézoélectriques) pour l'intégration de fonctions capteurs actionneurs souples adaptée à la FA. Nous nous intéresserons particulièrement aux règles de dimensionnement Matériaux et à leurs optimisations en termes de propriétés actives. A titre d'exemples des développements de fonctions capteurs et actionneurs mis en œuvre par FA appliqués au secteur aéronautique, médical et optique seront illustrés (capteur chocs, miroirs conformables, micro-pompes, catheter EAP)

#### **4.07 – P. Rimmelin-Maury et al. | *Place de la Métrologie dans le « Low-COAST »***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Les dispositifs de mesure relevant de la « COast-effective/Accessible/Sustainable Technologie » sont prioritairement destinés, en sciences marines, à répondre aux besoins: de multiplication des mesures pour améliorer la couverture spatiale des environnements étudié ; de réduction des coûts d'exploitation en équipement, fonctionnement et empreinte environnementale et d'accélération de la transition culturelle par la démocratisation de la mesure. Pour y répondre les méthodes employées lors du développement, de la fabrication, de l'utilisation et du recyclage doivent être élaborées pour être efficaces, accessibles et utilisables par le plus grand nombre et à moindre impact environnemental. Elles doivent ensuite être appliquées pour fournir des données de qualité maîtrisée, ce qui ne peut être garanti que par un suivi métrologique sur l'ensemble des étapes de vie du dispositif pour qualifier, valider ou encore contrôler.

Pour assurer le suivi métrologique, il est essentiel de disposer du soutien d'un laboratoire métrologique mais dont le périmètre d'activités et de mode de fonctionnement serait à adapter. Les besoins vont au-delà de l'étalonnage, de la qualification ou du contrôle, il s'agit aussi de proposer : du développement de méthode ; des instruments mobiles de référence, exploitables pour un étalonnage in situ ou encore une formation en métrologie des usagers des dispositifs, en incluant les citoyens en science participative. La dimension collaborative y devient centrale à l'instar des Fab'Lab.

Le Projet de Pôle métrologique régional MétrOcéan, en cours de portage par le SHOM, l'IFREMER et ses partenaires de site que sont l'IUEM, l'IRD, le CNRS-DT-INSU et Météo-France, offre une opportunité précieuse pour mener l'intégration du Low-COAST dans des conditions métrologiques optimales. MétrOcéan permettrait de fédérer l'ensemble des experts, moyens et acteurs de site en métrologie pour accélérer la transition technologique en cours en sciences de la mer.

#### **4.08 – O. Alemany et al. | *Plateforme Française de Forage Glaciaire***

Poster flash disponible. **Poster non disponible.**

Résumé : non disponible.

#### **4.09 – M. Pelletier et al. | *Le Réseau MAPI : Management de Projet INSU***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : non disponible.

#### **4.10 – L. Lavergne | *Les programmes de R&D à l'IRAP***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : non disponible.

#### **4.11 – Y. Hello | *Présentation flash OSU-Réunion***

Poster flash disponible. **Poster non disponible.**

Résumé : non disponible.



## Session Ethique et empreinte environnementale

### Description:

La recherche scientifique est de nos jours soumise à un questionnement sur l'impact global de ses activités. Au-delà de l'agenda 2030, et de la réalisation des 17 objectifs du développement durable (<https://www.agenda-2030.fr/feuille-de-route-de-la-france-pour-l-agenda-2030/>), il apparaît que de plus en plus d'agents, sur le terrain et au quotidien, sont sensibilisés à ces questions.

Dans le cadre de développements instrumentaux ou de projets technologiques innovants, il convient donc de s'interroger sur l'impact de nos activités que ce soit en termes de consommation d'énergie, d'utilisation de composants non polluants, sur nos émissions de gaz à effet de serre, sur la durabilité et l'accessibilité des technologies que nous utilisons, ou encore sur la gestion de nos déchets ou sur le devenir de nos instruments. En plus de ce volet environnemental, il existe aussi des aspects sociaux, avec par exemple le choix de fournisseurs responsables pour les composants de nos instruments ou capteurs, ou encore, des questions éthiques, comme par exemple l'utilisation du vivant comme vecteur d'observation.

La « durabilité » et « l'éthique » sont donc des notions centrales qui doivent être discutées dans le montage et la réalisation des projets scientifiques et techniques. La valorisation des projets scientifiques entre également dans cette prise en compte, en termes de partage et de diffusion des données.

Au travers de présentations orales et d'ateliers en groupe, cette session permettra donc de mettre en évidence la prise en compte de ces notions dans les projets de recherche, dans les activités d'observations, d'acquisition et de traitement des données, de leur partage, diffusion et valorisation ; mais aussi des difficultés que cela peut impliquer à l'échelle individuelle ou collective, et si les outils mis en place actuellement (Labo 1.5, comité développement durable du CNRS,...) peuvent apporter un premier cadrage autour de ces notions. Des exemples de bilans environnementaux de projets technologiques ou bien l'innovation sur ces thèmes peuvent également être présentées au sein de cette session.

### 5.01 – D. Mallarino | *Une société bâtie sur du sable*

Présentation disponible.

Résumé : Alors que les limites planétaires sont franchies les unes après les autres et que les alertes sur la situation environnementale s'enchaînent, le numérique participe à la fois par ses effets directs à la dégradation de la situation mais aussi de manière plus large à accélérer cette dégradation. Nous ferons ainsi un point sur la situation, regarderons les différents impacts du numérique, mais aussi comment agir. Nous regarderons quelques pistes pour mieux comprendre pourquoi nous avons d'ailleurs autant de mal à le faire.

### 5.02 – L. Cocquempot et al. | *Ti'LowCOAST: Collectif sur l'instrumentation lowCOAST (Cost-effective / Open source / Accessible / Sustainable Technologies) pour l'observation océanographique*

Poster flash disponible. [Poster non disponible.](#)

Résumé : Dans un contexte où le 3ème volet du 6ème rapport du GIEC[1] appelle à une diminution drastique de l'impact de l'Homme sur l'environnement, il semble nécessaire que nos communautés scientifiques, notamment celles spécialisées dans la recherche instrumentale, s'interrogent aussi sur leurs consommations de ressources et sur les impacts environnementaux associés à leurs nouveaux développements technologiques.

En concevant des approches mieux dimensionnées en fonction de leur objectif, plus robustes, plus durables et plus économes en énergies, matières premières et financièrement, il devient possible de concilier sobriété et efficacité de la mesure. Une meilleure autonomie, une plus grande résilience, mais aussi un coût réduit ou la simplicité d'utilisation sont autant d'arguments favorisant à la fois le déploiement de ces

nouveaux capteurs dans des environnements complexes, parfois difficiles d'accès, mais aussi leur utilisation par un public plus large dans le cadre de programmes de sciences citoyennes ou collaboratives.

Le Collectif Ti'Low-COAST, initié en janvier 2022 et financé par le HUB Isblue[2], rassemble des acteurs des sciences et technologies marines (chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs, étudiants) des universités, organismes de recherche et écoles d'ingénieurs pour le sud et l'ouest de la Bretagne.

L'objectif du groupe est d'intégrer la science frugale dans la recherche en océanographie, d'où le concept d'instrumentation « Low-COAST » (Cost-effective / Open source / Accessible / Sustainable Technologies). En pratique, cela implique de réaliser un état des lieux du potentiel d'intégration du concept « Low-COAST » dans l'observation de l'océan côtier, en caractérisant les technologies, les techniques et les stratégies assimilées « low cost », sur toutes les étapes du cycle de vie de la donnée et en évaluant leur pertinence pour la communauté.

En outre, cette démarche permet de créer une dynamique de site autour du concept « Low-COAST », en identifiant les synergies, en impulsant le partage de connaissances et d'expériences, et mutualisant des moyens de mesure.

Ainsi, cet état des lieux des expertises et des moyens mobilisables « en circuit court » permettra d'accélérer la maturation de la technologie au profit des acteurs de la connaissance.

S'inscrivant dans une approche globale[3], les travaux Ti'Low-COAST viendront alimenter la poursuite de ces réflexions à d'autres échelles : nationale (atelier Low-COAST de l'IR ILICO), européenne (EuroGOOS science advisory group) et internationale (IOC Ocean Best Practices System).

[1] IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926

[2] Le HUB Isblue est cofinancé par une aide de l'Etat, gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme Investissements d'Avenir portant la référence ANR-17-EURE-0015.

[3] Cf. Alberto Magnaghi « Selon l'hypothèse glocaliste, le développement local n'est possible que si une communauté locale entre en contact avec le global, en ramenant dans le local les innovations qui résulte de l'ouverture créée par les relations entre réseaux longs et courts. » Le Projet Local, 2003, Editions Mardaga, Liège.

### **5.03 – G. Guimbretière | *Techno-critique et techno-réalisme contextuel : des clefs vers une Recherche durable***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Partant du contexte socio-écologique de contraction de la disponibilité en ressources énergétiques et minérales, cette présentation invite à réfléchir au sens et à la nature de la « durabilité » d'une instrumentation scientifique en prenant comme repères les concepts fondateurs de la démarche low-tech, descendante d'un courant techno-critique historique. Ainsi, les questions de consommation de ressources, de pollution, de durabilité, utilité et accessibilité, confrontées à des briques conceptuels issues de la philosophie des techniques et des sciences de la durabilité, permettent d'identifier des concepts à fort potentiel et des pièges trop souvent passés sous silence. Dans sa globalité, cette prise de recul invite à réfléchir l'instrumentation du future dans une démarche radicalement transdisciplinaire en impliquant citoyens, historiens et philosophes des techniques dans le montage et la réalisation des projets scientifiques et techniques.

### **5.04 – M. Pelletier | *Description des ateliers de la session éthique et empreinte environnementale***

Présentation disponible.

Description : deux questions sont traitées simultanément par deux groupes durant 1h45 et chaque groupe prépare une synthèse des constats, des difficultés rencontrées, des solutions et de REX, et des besoins. Les deux questions sont :

- Q1:«Que puis-je faire de retour dans mon laboratoire, concernant l le numérique pour limiter les impacts environnement aux objectifs et les effets sociétaux induits?»

- Q2:«Quels impacts environnementaux et éthiques de nos développements instrumentaux, de la conception à la mise en œuvre?»

## **Restitution des ateliers de la session Ethique et empreinte environnementale**

***Q1:«Que puis-je faire de retour dans mon laboratoire, concernant l le numérique pour limiter les impacts environnement aux objectifs et les effets sociétaux induits?»***

### **6.01 – Synthèse du groupe « rose » (Q1)**

Présentation flash disponible

### **6.02 – Synthèse du groupe « turquoise » (Q1)**

Présentation flash disponible

***Q2:«Quels impacts environnementaux et éthiques de nos développements instrumentaux, de la conception à la mise en œuvre?»***

### **6.03 – Synthèse du groupe « gris » (Q2)**

Présentation flash disponible

### **6.04 – Synthèse du groupe « vert » (Q2)**

Présentation flash disponible

## Session Fabrication additive

### Description:

La fabrication additive présente des atouts indéniables en support à la conception et à la réalisation instrumentale pour des systèmes d'observations fixes ou embarquées. La montée en puissance de ces moyens de fabrication permet d'en envisager l'utilisation sur un nombre d'applications croissantes et pour des conditions d'observations de plus en plus larges. Par ailleurs les nouvelles méthodes de conception et les outils associés qui émergent permettent de profiter pleinement de ces nouveaux procédés de fabrication.

L'apparition de ces nouveaux outils de conception et fabrication permettent de considérer de nouveaux cycles de réalisation produit, pouvant simplifier certaines phases de prototypage, voire considérer la fabrication directe de pièces fonctionnelles.

L'expérience acquise des laboratoires depuis quelques années tirant profit de ces nouvelles méthodes avec différents matériaux illustre le potentiel de ces moyens et permet de commencer à en identifier certaines limites. Elles ont montré des apports spécifiques pour différentes phases de projet depuis l'analyse conceptuelle, jusqu'à la réalisation et duplication de modèles opérationnels. Cette session des AEI aura pour objectif de partager expériences et pratiques pour la réalisation d'instruments de terrain, embarquées, ou destinée à de grandes structures d'observation. Les posters présentés durant cette session pourront concerner les différentes phases de conception, réalisation, assemblage et tests des instruments.

### **7.01 – S. Kenzari | *Quand la fabrication additive peut apporter une nouvelle dimension aux objets...***

Présentation disponible.

Résumé : La fabrication additive (FA) permet de transformer les matériaux en des objets souvent libres de contraintes géométriques, ce qui constitue un intérêt majeur dans beaucoup de secteurs applicatifs. La volonté d'étendre les possibilités de la FA vers l'impression 4D est également très forte. La quatrième dimension est souvent attribuée à la science-fiction, mais quand il s'agit de l'explorer dans le domaine de l'impression d'objets en trois dimensions (3D), cela ouvre des perspectives très prometteuses pour de nouvelles applications technologiques. Pour qu'un objet imprimé en 3D développe tout son potentiel 4D, il doit être constitué de matériaux informés (intelligents, programmables) permettant le contrôle dans le temps de son évolution fonctionnelle (forme, propriétés physiques, chimiques...). C'est d'ores et déjà d'actualité puisqu'il est possible d'ajouter cette 4ème dimension aux objets imprimés et de modifier leur comportement via des stimuli externes. Cela se traduit par la faculté d'un objet d'apparence inerte à s'activer... à prendre vie sous nos yeux comme par magie !

Nos objets du quotidien pourraient-ils être '4D' dans un futur proche ? Nous verrons, au travers d'un état de l'art et de quelques preuves de concepts récentes, que cela devient progressivement une réalité palpable ouvrant de nouvelles perspectives applicatives...

### **7.02 – G. Chalumeau | *Impression 3D des LOAC (Light Optical Aerosol Counter)***

Présentation disponible.

Résumé : La démocratisation des imprimantes 3D, donc de la fabrication additive, a permis une évolution rapide de la conception et l'évolution de l'instrumentation scientifique.

En effet cette méthode a permis d'élaborer des formes, jusqu'ici, impossibles ou très difficilement réalisables. Autre atout d'importance est que le coût de fabrication est très faible comparé à un usinage conventionnel ou numérique.

Dernier point résultant des deux précédents est que cela permet aisément de faire des essais, des tests à coûts réduits facilitant ainsi l'évolution de l'instrument, par exemple, une optimisation en masse pour du matériel embarqué.

Nous donnerons un retour d'expérience sur l'utilisation de la fabrication additive au sein du LPC2E pour la construction des capteurs LOAC (Light Optical Aerosol Counter), ceci sera illustré par différentes maquettes et prototypes disponibles lors de la présentation.

### **7.03<sup>(1)</sup> – L. Aldon | *Hack and jaM, Jeu de Rôles en Gestion de Projet pour la caractérisation des matériaux***

Poster flash non disponible. **Poster non disponible.**

Résumé : "Hack and jaM" : Gestion de Projet autour de la mécatronique en mode "Jeu de Rôles" pour travailler les compétences transversales et la production d'un prototype d'instrument de mesure pour caractériser les matériaux en Travaux Pratiques de Science des Matériaux. Système de scoring, les XP : monnaie d'échange pour acheter virtuellement de la formation pour faciliter certaines tâches ou pour en sous-traiter d'autres...

Cette séance de TP atypique permet aux étudiants de découvrir la Gestion de Projet de façon "Agile" en s'adaptant aux imprévus. Leur mission est de démonter une imprimante 3D, et d'assembler ensuite les différents composants pour en faire un instrument de mesure pour caractériser les matériaux en 4 heures ! Le prototype est ensuite testé, calibré et utilisé en "auto-équipement".

L'occasion pour eux de découvrir des compétences transversales ou soft skills comme la communication, la gestion du temps, l'autonomie, l'entraide, le travail d'équipe....

<https://www.ludomag.com/2021/01/29/hack-and-jam-jeu-de-roles-en-science-des-materiaux/>

J'ai testé, amélioré les règles depuis près de 6 ans en m'appuyant sur un jeu de cartes spécialement conçu pour cela...

Bien que conçu pour mes étudiants de DUT "Génie Mécanique et Productique" en Science des Matériaux, la mécanique du JdR est suffisamment "adaptable" pour envisager d'engager un autre public dans d'autres disciplines.

Les cartes et le jeu font l'objet d'une enveloppe e-Soleau auprès de l'INPI. Plus de détails sur l'utilisation du jeu "sérieux" sont donnés dans mon livre qui s'intitule "Innovation Pédagogique, Serious Gaming et Game Design: Créer du lien par le jeu - Soft Skills".

<https://tinyurl.com/eudrbr89>.

### **7.04 – R. Loisl et al. | *L'impression 3D, outil de développement instrumental***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Les procédés d'impression 3D, notamment par dépôt de fil fondu en plastique, permettent une démarche de recherche et développement sans devoir mobiliser de gros investissements. Ainsi des prototypes peuvent être produits rapidement et à moindre coût sans nécessiter un savoir-faire spécifique en fabrication. Cela participe à la mise au point de nouveaux dispositifs devenus des preuves de concept qui peuvent être fonctionnelles et aider à mettre en place des projets sur une base préalablement validée.

### **7.05 – S. Vandeveld | *Fabrication additive au CNES***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : La France a des capacités et compétences tout le long de la chaîne de valeur pour la fabrication additive.

La fabrication additive est au service de plusieurs domaines techniques et scientifiques qui sont illustrés sur le poster.

Les besoins identifiés pour développer la FA dans le spatial en France sont les suivants :

- Procédées FA de grande taille,
- Nouveaux matériaux,
- Multimatériaux,

- Support fabricant,
- Optimisation multiphysique,
- « Made in space »,
- Fonctionnalisation.

Le CNES est ouvert aux propositions de cas d'usages des instruments bénéficiant de la technologie de la fabrication additive.

#### **7.06 – E. Godinho | *GMI: Gestion de la Maintenance des Instruments***

Poster flash disponible. **Poster non disponible.**

Résumé : La Division Technique de l'INSU (DT INSU) a développé une application web centralisée de Gestion de la Maintenance des Instruments (GMI). Cette application accueille actuellement 11 plateformes de 2 laboratoires différents dont les instruments sont aussi variés que des planeurs-sous-marins, des navires océanographiques, des lignes instrumentées fond de mer, des cytomètres, des radiomètres, des rosettes, etc. Le GMI est configurable et "étanche" pour chaque plateforme. Les principales fonctionnalités sont :

- Gestion des stocks,
- Gestion de la maintenance (étalonnages, réparations, montage/démontage, etc.),
- Tableaux de bord de l'état des instruments,
- Planning (prévisionnel / réalisé),
- Gestion de la documentation,
- Alarmes,
- Statistiques.

La DT INSU souhaite ouvrir plus largement cette application à la communauté INSU.

#### **7.07<sup>(1)</sup> – M. Le Menn et al. | *Métrologie en océanographie : état des lieux en France***

**Poster flash non disponible. Poster non disponible.**

Résumé : L'obtention de données marines, hydrographiques, océanographiques, biologiques, qualifiées et interopérables passe par la maîtrise des instruments utilisés pour les mesures et la maîtrise de la qualité de la donnée tout au long de son cycle de vie. La grande majorité de ces capteurs et instruments sont fabriqués à l'étranger. Disposer de moyens métrologiques performants est indispensable pour leur expertise, qui est le premier élément de la maîtrise de la mesure. Le second élément repose sur un étalonnage de ces instruments, c'est-à-dire sur le rattachement de leurs données au Système International d'unités, avec une incertitude de mesure connue et maîtrisée. Le troisième élément repose que les contrôles et inter-comparaisons qu'il est possible de mettre en œuvre dans chaque laboratoire ou durant les campagnes en mer, afin de s'assurer du bon fonctionnement des instruments et de la validité des données collectées.

Une initiative de fédération des moyens et des savoir-faire présents dans différents organismes a été lancée récemment afin de mettre en place une stratégie nationale de la métrologie marine. Un projet de laboratoire commun appelé METROCEAN est également à l'étude.

Tous ces éléments seront développés dans cette communication afin d'établir un état des lieux de la métrologie française en océanographie et de montrer des perspectives d'avenir permettant de faire évoluer les pratiques.

#### **7.08 – N. Lavenant et al. | *Une capsule à la découverte des hydro-écosystèmes profonds***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Les eaux stockées dans les roches terrestres (les aquifères) sont peuplées de bactéries qui pourraient, du fait des très grands volumes d'eau, représenter une proportion importante des bactéries de l'environnement. Des études récentes ont montré que certaines espèces vivaient jusqu'à quelques centaines de mètres de profondeur, mais les paramètres conditionnant leur viabilité restent pour le moment inconnus.

Pour étudier ces écosystèmes, une équipe de recherche Géosciences Rennes a mis au point une chambre d'échantillonnage encadrée par deux boudins dilatables. Une fois introduit dans les profondeurs du sous-

sol, ce dispositif, nommé obturateur permet d'isoler des fractures dans lesquelles les eaux circulent et se mélangent. Les capteurs (température, oxygène, conductivité, fluométrie), équipant la chambre, permettent un suivi in situ et à haute fréquence de paramètres environnementaux clés.

Ce dispositif permet également en injectant de l'eau oxygénée en profondeur de mimer une arrivée d'eau de surface et de suivre la réponse physico-chimique et biologique du milieu à ce mélange.

#### **7.09 – D. Mallarino et al. | *SIST : réseau de l'INSU Séries Interopérables et Systèmes de Traitement***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : Le réseau SIST est un réseau technologique pluri-institutionnel de près de 250 gestionnaires de données d'observation (CNRS, INRAE, IRD, universités, MNHN...). Les objets observés relèvent des domaines Terre solide et Interfaces continentales (incluant la biodiversité), Océan, Atmosphère et Univers.

Ce réseau est labellisé par l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU) du CNRS.

Le réseau propose et anime une liste de diffusion, des séminaires et des formations techniques.

#### **7.10 – E. Prieto | *Présentation des Potentiels Techniques de LAM***

Poster flash disponible. Poster disponible.

Résumé : non disponible.

#### **7.11 – G. Chalumeau | *Le Réseau Des Mécaniciens Fabrication Additive (RDM FA)***

Poster flash non disponible. Poster disponible.

Résumé : non disponible.



## Session Industriels

### Description:

Les industriels développant, fabriquant ou distribuant de l'instrumentation sont vivement invités à participer aux Ateliers.

La complexité, la durée et le coût des développements technologiques et instrumentaux exigent aujourd'hui une interaction étroite entre les entreprises et la recherche. La création d'instrumentation innovante bénéficie de fait des synergies apportées par les collaborations et partenariats avec les acteurs du monde économique.

Dans l'objectif de faciliter cette interaction tout au long des AEI, un espace d'exposition et de démonstration sera mis à disposition des industriels près de la salle de conférence. Une présentation flash de 3', sur le mode « Mon entreprise en 180sec », est également proposée, lors de la session « Industriels » de la première journée, juste avant le cocktail de bienvenue.

### 8.01 – S. Routaboul, CLS | Satellite Telemetry Services

Poster flash disponible. [Poster non disponible.](#)

Résumé : CLS est un leader mondial des services satellitaires et de la collecte de données environnementales in-situ et travaille en coopération avec la communauté de l'océanographie opérationnelle depuis plus de 30 ans.

CLS fournit des solutions de télémétrie par satellite (Argos/KINEIS et Iridium) à un large éventail d'instituts et de centres de recherche (incluant le CNRS) , et a établi des partenariats avec la plupart des grands programmes de recherche océanographique du monde tels que ARGO, DBCP, etc.

Les besoins des plateformes océanographiques évoluent et nécessitent la collecte et la transmission de quantités de données de plus en plus importantes.

De nouvelles solutions permettent de répondre à ce besoin (IRIDIUM CERTUS) et CLS se propose de présenter ces nouvelles solutions et d'expliquer comment elles peuvent répondre aux nouveaux défis et besoins de la communauté scientifique.

Nous souhaitons également présenter une nouvelle solution de système de back up indépendant pour assurer la récupération des plateformes scientifiques (pour éviter de polluer les océans, de les redéployer, etc.) ou simplement pour savoir où se trouve la plateforme en cas de non-fonctionnement du lien de communication principal qui est souvent IRIDIUM.

### 8.02 – L. Beguery, ALSEAMAR-ALCEN | Intégration sur SeaExplorer de capteurs à traitement embarqué

Poster flash disponible. [Poster non disponible.](#)

Résumé non disponible.