

---

## Atelier Imagerie 2018

---

29 au 31 mai 2018

---

REM/EEP/LEP 2018-04

---

**Rédacteur** : Catherine Borremans

---

**Participants** : voir liste en ANNEXE

### Table des matières

1. Objectifs de l'Atelier .....	2
2. Résumé des présentations .....	3
2.1 Mardi 29 mai .....	3
INTRODUCTION.....	3
ACQUISITION: Capteurs optiques.....	4
2.2 Mercredi 30 mai .....	7
TRAITEMENT : annotation manuelle et automatique.....	7
2.3 Jeudi 31 mai .....	13
REALITE augmentée et virtuelle.....	13
3. Résumé des discussions .....	15
Perspectives Ifremer dans le domaine de l'imagerie .....	15
4. Plan d'actions.....	19
5. Questionnaire.....	20

## 1. Objectifs de l'Atelier

Depuis le début d'année 2017 l'Ifremer a formé un groupe de travail interne transversal sur le sujet de l'imagerie afin d'échanger sur les outils existants, les moyens et les méthodes d'analyses. L'imagerie avait été identifiée comme un thème prioritaire car c'est un sujet qui couvre plusieurs départements, unités et services ainsi que de métiers à Ifremer. Un grand nombre d'équipes utilisent déjà de manière massive les images et d'autres équipes veulent prendre cette direction. Ce groupe répond à un besoin qui s'était déjà exprimé, puisqu'un groupe imagerie avait été formé dès 2013 à l'initiative des équipes ingénieures IMN/SM et des équipes utilisatrices du LEP et incluant GM, DYNECO, LERPAC, IMN/NSE. Le groupe d'aujourd'hui s'est construit sur cette première initiative.

Un premier échange à l'échelle de l'institut en mars 2017 a permis de montrer la diversité des acteurs et des écosystèmes étudiés (du côtier au profond), mais également la similarité des questions scientifiques abordées et points bloquants rencontrés. Deux thématiques principales ont été soulignées : (1) le développement des systèmes d'acquisition (associés ou non aux engins de la flotte) ; (2) le traitement de la donnée manuel et automatisé.

La volonté de poursuivre les échanges a amené l'organisation d'un atelier imagerie 2018 avec pour objectif de se focaliser sur ces problématiques principales, et en particulier sur les aspects de traitement de la donnée, sujet pour lequel un grand besoin de développement de moyens et de méthodes (et donc la nécessité d'acquérir des compétences et une masse critique) a été identifié. Il a été décidé d'ouvrir la rencontre à des laboratoires extérieurs concernés par ces sujets afin d'enrichir les discussions.

L'atelier 2018 a ainsi fédéré 70 participants issus de tous les départements scientifiques d'Ifremer (ODE, RBE, REM, IRSI) ainsi que de la Direction de la Flotte (SM et NSE). Le groupe imagerie compte à ce jour près de 90 membres actifs dans des domaines de recherche et des environnements variés (côtier, profond, halieutique, développement technologique...).

## 2. Résumé des présentations

### 2.1 Mardi 29 mai

#### INTRODUCTION

##### **Introduction - Patrick Farcy (DS, Brest)**

Les groupes de travail thématiques et ateliers associés sont un moyen pour la Direction Scientifique de piloter et d'établir une stratégie pour l'institut dans le domaine ciblé.

A ce jour il s'agit des groupes suivants :

- Microbiologie
- Bioinformatique
- Sciences en société
- Imagerie
- Cycle du carbone, ADN environnemental... (à venir)

Concernant l'imagerie, nous avons à l'Ifremer des exemples variés d'application et la DS souhaite, par l'intermédiaire de cet atelier, répondre à différentes questions et établir quelques recommandations :

- Avons-nous des « bonnes pratiques » communes ?
- Avons-nous des outils communs ?
- Avons-nous besoin d'une équipe permanente en soutien à cette activité ?

##### **Imagery working group : background and current status - Marjolaine Matabos (REM-EEP-LEP, Brest)**

Le groupe imagerie a été initié en 2013 avec une première réunion en juin entre LEP, LERPAC, DYNECO, GM, NSE et SM. Ce groupe s'est focalisé à l'origine sur l'analyse de l'imagerie optique et acoustique marine avec une forte composante benthique.

S'en sont suivis d'autres rencontres en 2015, 2016 et 2017 réunissant des agents de tous les départements, étudiant la zone côtière jusqu'aux écosystèmes profonds à l'aide de caméras fixes ou mobiles (aspect temporel et/ou spatial).

En particulier, la journée imagerie 2017 a permis de discuter de cinq thèmes :

- l'acquisition,
- le traitement,
- les méthodes et stratégies d'acquisition et d'analyse,
- l'identification taxonomique : outils de classification communs, catalogues...,
- le stockage et la gestion des données pour aller vers une base de données centrale,

avec en toile de fond l'augmentation exponentielle de l'utilisation de l'imagerie à Ifremer et donc le besoin de trouver des solutions pour structurer et faire avancer cette activité : quelles compétences et ressources avons-nous en interne ? Peut-on mutualiser et standardiser les outils et les méthodes ?

En effet, ont été pointés en 2017 le manque de ressources et d'outils en interne pour le traitement de données image, le manque d'intégration des différents développements initiés, la nécessité de faire du développement en interne mais également de construire des collaborations pérennes avec des laboratoires extérieurs spécialistes.

Les conclusions de cette réunion 2017 ont donné lieu à l'atelier 2018 afin de se focaliser sur les questions d'acquisition mais surtout de traitement des données d'imagerie, domaine pour lequel les compétences, les ressources, une coordination en interne et l'ouverture vers les équipes extérieures font défaut à Ifremer.

#### ACQUISITION: Capteurs optiques

##### **The future of the video pictures quality with SONY - Jean-Yves Martin (Sony)**

Exposé qui a permis de faire le point sur les évolutions de l'image.

On assiste actuellement au passage du standard video HD à l'UltraHD. Il ne s'agit pas d'un simple changement de résolution mais d'une modification profonde du format, l'idée est de proposer des images « immersives » c'est-à-dire de plus en plus proches d'un instantané de la réalité.

Chaque image peut être analysée selon 5 axes qui contribuent à sa qualité :

##### 1) *Résolution* (nb de pixels)

SD (très pauvre) → FHD → SHD (4k = 4x FHD) → UHD (8k : en développement)

Le passage de la HD à la 4k permet d'augmenter la taille de l'image (plus immersif), on a donc besoin d'augmenter la taille de l'affichage.

##### 2) *Dynamic range* (contraste)

SDR 100 NIT → HDR 1000 NIT

Lié à l'affichage (et pas spécialement à la résolution), limite l'impression d'être dans la réalité.

##### 3) *Frame rate* (mouvement)

24/25/30p...120P

Perception de la rétine = 1/16 sec

1/25 sec: le mouvement est fluide mais pas immersif

1/50 sec : le mouvement semble réel

4) *Quantization* (précision digitale)

8bit, 10bit, 12bit

Partie importante de la conversion analogique au digital.

5) *Richesse de couleur*

R.709, BT.2020

Il faut aller vers ce que l'œil humain est capable de voir pour avoir de l'immersif.

En augmentant ces 5 axes de façon adaptée, on arrive à des images immersives.

Actuellement (2017-2018), l'industrie développe la phase 2 de l'UHD1. Après 2020, elle vise à aller vers l'UHD2: 4320p100/120 (8k).

Ce qui change avec l'UHD : la qualité et la quantité de données, l'affichage, la compression des données et le stockage  
mpeg2 → mpeg4 → mpeg4 H264 → mpeg4 H265

En conclusion, la 4k représente un bon compromis pour l'immersif.

Malgré l'augmentation des paramètres présentés, la consommation à l'affichage reste stable. Le volume d'archive dépend quant à lui de la compression choisie, sans dégrader. Il ne s'agit pas d'un paramètre limitant à l'heure actuelle du fait des grands progrès réalisés dans le domaine de l'archivage et de la compression.

**An overview of Ifremer's imagery acquisition systems - Catherine Borremans (REM-EEP-LEP, Brest)**

Le recensement des outils d'acquisition en imagerie initié en 2017 a été présenté.

Les caméras sont utilisées pour l'étude de différents environnements ou dans le cadre de certaines thématiques : l'environnement profond, les zones côtières (y compris les lagons), l'halieutique et autres.

Les caméras sont soit fixes ou mobiles, selon le type d'approche, temporelle ou spatiale. On constate une variété de marques de capteurs utilisés, de nombreux formats (mais principalement de la HD) et différents types de stockage, de déclenchement et d'équipements associés. Les responsables de ces équipements sont répartis dans différents services et laboratoires de l'Ifremer.

Il est nécessaire de porter à connaissance ce « parc » de caméras afin d'optimiser la mutualisation de ces équipements et des développements associés.

Dans le futur viendront probablement s'ajouter à cette liste des caméras 4k ainsi que les caméras sous-marines hyperspectrales.

### **Optical imaging systems design for underwater vehicles - Aurélien Arnaubec (DFO-SM-PRAO, Toulon)**

Comment se fait le choix et la conception des capteurs des engins sous-marins, en particulier pour :

- les systèmes d'éclairage :
  - vidéo : éclairage continu,
  - photo : flash xenon,
- les capteurs d'imagerie optique :
  - tenir compte de l'intégration de la caméra, du type de port,...
  - la plupart des caméras comportent des lentilles correctives,
- l'emplacement sur l'engin,

sachant qu'on est soumis à des limitations physiques :

- la rétrodiffusion (→ altitude max de 8m pour l'acquisition d'images),
- l'atténuation de la lumière dépendante de la longueur d'onde,
- le formatage et la synchronisation des données, cruciale pour l'exploitation scientifique :
  - photos : temps de déclenchement (basé sur l'horloge ntp de l'engin),
  - vidéo : horodatée et nommée avec date-heure pour future synchronisation, compression H264 (H265 pour la 4k).

Les perspectives :

- Imagerie stéréo haute résolution
- Imagerie panoramique
- Chaîne vidéo 4k complète
- Flash xenon à haut taux de répétition

### **High-speed imaging for unstationary free-surface flows - Alan Tassin (REM-RDT-LCSM, Brest)**

La caméra haute fréquence utilisée au bassin d'essais permet de visualiser la sortie d'eau d'un corps flottant. Les applications possibles sont par exemple l'analyse de l'impact et de l'énergie des vagues. Il s'agit d'une caméra photron FASTCAM Mini AX50 - 1000 fps - 1 Mpx - Lense Nikon 20 mm. Dans le choix d'une telle caméra, il faut être vigilant sur la mémoire et la constance de la fréquence des images.

A Ifremer, cette caméra a été utilisée à GM pour imager les bulles des systèmes sparkers.

### **Pushbroom, lightweight Hyperspectral System for Mini-UAV Application - Marion Jaud (Université de Bretagne, Brest)**

Une plateforme de type drone a été développée dans le cadre du projet Hyper-DRELIO (*Hyperspectral DRone for Environmental and Littoral Observations*) pour effectuer des observations littorales et environnementales. La charge utile (5kg) a été la principale contrainte dans ce développement.

Le système est équipé d'un module de navigation (GNSS) et d'un module d'imagerie (caméra hyperspectrale (MicroHyperspec) + technologie pushbroom). Durant le levé, la fauchée dépend de l'altitude et correspond à peu près à la résolution spatiale des données. Le levé se fait selon des lignes droites à altitude et attitude stables avec un nombre limité de waypoints pour optimiser la stabilité de la plateforme. Les données sont ensuite soumises à des pré-traitements radiométrique et géométrique (géoréférencement de chaque pixel et estimation des angles de visée). En ce qui concerne la précision des données, les angles créent des décalages plus importants que des écarts dans la navigation. Les résultats issus de ces données peuvent être des cubes hyperspectraux, des cartes d'indices.

## 2.2 Mercredi 30 mai

TRAITEMENT : annotation manuelle et automatique

### **Marine Image Informatics - Tim Nattkemper (Université de Bielefeld, Allemagne)**

Répondre au problème d'annotation sémantique d'images ou de vidéos marines : il s'agit de quantifier ou classer des objets en suivant les étapes suivantes :

- pré traitement
- segmentation/détection
- classification

Pour utiliser des techniques « data-driven » on a besoin de données d'entraînement.

Le projet JPIO Mining impact a permis de développer l'application web BIIGLE 2.0.

BIIGLE permet également l'analyse d'images issues de la microscopie (nouveau projet sur la classification des diatomées).

Voir publications:

**BIIGLE 2.0 - Browsing and Annotating Large Marine Image Collections.** Langenkämper D, Zurowicz M, Schoening T, Nattkemper TW. *Frontiers in Marine Science*, 4, 83, 2017

**RecoMIA-Recommendations for Marine Image Annotation: Lessons learned and future directions.** T Schoening, J Osterloff, TW Nattkemper, *Frontiers in Marine Science* 3, 59, 2016.

Problème de la détection d'objets d'intérêt à partir d'images de plateformes mobiles (AUV) contenant des données de mégafaune du NOC : basé sur « l'autoencoder network » : si le système ne peut reproduire une image, il détecte une différence. Il s'agit bien ici de détection (pas de la classification).

Pour la classification, il faut assigner les objets d'intérêt à une catégorie taxonomique ou un morphotype. L'algorithme utilisé est GoogleNet. Il faut trouver la bonne architecture de réseau pour que cela fonctionne.

Pour la classification par le deep learning, plusieurs milliers d'images sont nécessaires avec une taille de 200 pixels, sinon d'autres méthodes sont possibles.

En ce qui concerne la fouille de données multi-capteurs (pas uniquement l'image), le cas de l'observatoire sous-marin fixe LoVe en Norvège a été présenté (pour l'étude des coraux). Des séries temporelles de valeurs de couleurs ont permis de détecter une période où le corail est plus rouge. Ils ont également pu montrer une série temporelle de l'activité des polypes (donne un index, pas une valeur quantitative). Enfin, le suivi de la taille d'une éponge par segmentation (besoin d'images stereo) permet d'extraire des séries temporelles de cette taille et de détecter, par exemple, l'activité de pompage par l'éponge.

En conclusion :

- certains aspects de l'annotation peuvent être automatisés
- on a toujours besoin de la connaissance d'experts
- le deep learning a changé les perspectives en vision informatique

### **Learning-based and data-driven imaging – Ronan Fablet (IMT-Atlantique, Brest)**

L'équipe de recherche TOMS travaille sur le traitement de signal et la télédétection (y compris l'hyperspectral) avec des approches deep learning notamment.

En vision informatique, le calcul haute performance permet maintenant de traiter de gros jeux de données annotés (>1M) *via* le deep learning et les réseaux de neurones.

Le deep-learning permet également la reconnaissance d'objets (exemple : deep learning for fish species recognition (Benzinou *et al.* 2018)).

La limite vient souvent de la disponibilité de gros jeux de données annotés, on recherche maintenant la possibilité de travailler sur de petits jeux de données.

En conclusion, le deep learning peut être adapté à tous cas !

### **Neural networks - Cyril Chailloux (Altran, Brest)**

Présentation du projet APACH : deep learning pour la classification de zostères dans le Golfe du Morbihan à partir d'images multispectrales.

Un réseau de neurones convolutionnel a été utilisé avec les données de bathymétrie et les données multispectrales. Des problèmes techniques ont été rencontrés : l'environnement aléatoire (turbidité, couverture nuageuse, état de la mer) et l'optimisation du paramétrage du réseau de neurones.

### **AviNotes – Jean-Claude Duchêne (Banyuls)**

Le logiciel AviNotes s'appuie sur différentes bases de films vidéo et une base de connaissance associée (les algorithmes et les objets). La base de connaissance des objets permet de nourrir une base de données d'entraînement.

Le principe est le suivant :

vidéo → extraction d'image → détection de caractéristiques et extraction de forme → comparaison avec la base de connaissance → annotation.

L'utilisateur peut annoter également et créer de nouveaux objets.

Des fichiers auxiliaires sont exploités : navigation, lasers (pour la calibration),... et permet notamment l'affichage des paramètres de treuil.

Un dictionnaire permet de gérer la classification des objets.

Le dossier d'entraînement de l'algorithme permet de tester l'algorithme sur les images qu'on veut traiter.

Le logiciel fournit des fonctionnalités de recherche et d'export, des comptages, de localisation des espèces sur une carte.

Le logiciel peut être disponible sur demande à Jean-Claude Duchêne (qui développe lui-même l'outil et les algorithmes).

### **BIIGLE : A collaborative approach with taxonomists - Karine Olu (REM-EEP-LEP, Brest)**

BIIGLE, utilisé pour la première fois pour l'analyse d'images d'habitats coralliens de substrats meubles dans le Golfe de Gascogne (supervisé par Lénaïck Menot) a été utilisé depuis 2017 pour l'analyse de plusieurs jeux de données images acquis dans des projets (Pamela, Biomaglo, Madeep) en collaboration avec le MNHN (identification taxonomique) et GM (analyse des substrats). Il permet un travail collaboratif efficace avec un réseau mondial de taxonomistes, notamment collaborateurs du MNHN. Dans le cadre du stage de M2 de Melissa Hanafi-Portier et d'une thèse qui va débiter en septembre, une méthodologie est mise en place, associant de manière plus systématique les experts taxonomiques afin de rendre plus robuste l'identification des morphotypes sur image.

Les annotations réalisées dans BIIGLE sont exportées et ensuite géoréférencées et quantifiées à l'aide du logiciel ADELIE. Le principe est le suivant : fichier d'export BIIGLE → fichier d'import ADELIE après reformatage → unités d'échantillonnage (polygones) → estimation de densité par polygone. Ceci permet l'analyse écologique de la distribution spatiale des communautés et des facteurs environnementaux issus des images ou d'autres jeux de données (par ex bathymétrie) par des analyses spatiales sous SIG ou des analyses statistiques classiques.

L'étape d'export BIIGLE/import ADELIE serait à améliorer pour aller vers l'automatisation.

L'annotation manuelle d'un grand nombre d'images dans BIIGLE constitue également une base de données pour l'analyse semi-automatique avec apprentissage développée par l'équipe de BIIGLE. Ainsi les images annotées sur les monts sous-marins pendant le stage seront mises à disposition de T. Nattkemper pour des essais d'analyse sur des fonds de substrats durs et à morphologies complexes.

### **Habitat and megafauna distribution mapping from ROV/towed camera imagery - Karine Olu (REM-EEP-LEP, Brest)**

Deux outils pour la création de mosaïques ont été utilisés pour la cartographie d'habitats : LAMP (travail de Yann Marcon) et MATISSE.

La cartographie se fait ensuite sous SIG manuellement. Un essai de classification des habitats à partir de données acoustiques issus du module de mesure en route du Victor (réflectivité et micro bathymétrie) a été réalisé au cours du post-doc d'Arunima Sen avec un taux de réussite variable selon le type d'habitat et l'altitude.

La classification automatique a également été réalisée par segmentation des images optiques de la caméra OTUS par analyse de texture (image filtrée) (post doc de C. Chailloux). Les recommandations au terme de ce travail pour améliorer la classification étaient :

- de disposer de davantage d'échantillons pour l'entraînement d'algorithme,
- de combiner cette analyse de texture avec des images optiques et acoustiques.

Le même principe a été suivi pour la cartographie de la mégafaune (encore manuelle à ce stade) : mosaïque MATISSE 2D, 3D ou BIIGLE puis SIG.

### **Temporal dynamics of hydrothermal vent species : preliminary results from citizen science data – Marjolaine Matabos (REM-EEP-LEP, Brest)**

L'outil d'annotation en ligne Deep Sea Spy a été présenté. L'objectif de ce jeu de science participative est d'aider les scientifiques à analyser les plus de 5000 heures de vidéo issues des observatoires sous-marins EMSO-Azores et Ocean Networks Canada.

Le jeu est organisé en missions contenant une sélection d'images extraites des vidéos, la mission en cours compte 3918 images. Les premiers résultats de cette mission ont été présentés, il en ressort notamment le besoin de travailler au niveau spatial pour analyser les résultats.

### **Optimisation of an imagery analysis method to characterise the reef effect - Bastien Taormina (ODE-DYNECO-LEBCO, Brest)**

Un protocole adéquat et optimisé pour l'analyse d'images n'étant pas disponible, trois approches ont été suivies :

- inventaire qualitatif,
- segmentation complète,

- comptage de points aléatoires : très dépendant du nombre de points, convient pour les catégories représentant plus de 5% de l'image.

Il reste encore à optimiser le nombre d'images à analyser et définir le niveau taxinomique minimum.

### **Multi-task automated benthic image analyses - Timm Schoening (GEOMAR, Allemagne)**

Des exemples d'analyses d'images ont été présentés :

- Jeu de données de la campagne MIDAS :

Correction de couleur → Détection des points laser → Détection des coraux : annotation manuelle de deux espèces cibles (une jaune et une blanche) → Classification du substrat  
Une comparaison a été faite entre :

Annotation directe en mer/Annotation par groupe (moins d'annotations à réaliser)/Annotation scientifique post-campagne.

- Détection de nodules de manganèse à l'échelle d'un hectare (voir présentation)
- Mise en place d'un cluster haute performance embarqué :
  - bibliothèque « noyau » comme base pour les algorithmes existant et futurs
  - cluster de calcul embarqué et mise au point des algorithmes en mer
  - interface pour les scientifiques pendant la campagne
- Surveillance de l'activité stationnelle : clustering et annotation manuelle du cluster

Extraction d'images à partir de vidéo : 1 image/seconde.

La question reste de déterminer quelle information est perdue en n'utilisant pas la vidéo entière.

### **ADELIE : Underwater vehicle data post processing software – Lénaïck Menot (REM-EEP-LEP, Brest)**

Le logiciel ADELIE développé à Ifremer a été présenté : cet outil est composé de trois modules : Import, Vidéo et SIG.

Le module Vidéo permet de synchroniser la vidéo avec les autres données et de réaliser des captures d'images. La partie ADELIE OBS (Observation) fournit des fonctions pour l'annotation des images à partir de listes thématiques (sous forme de liste, de table ou d'arbre).

La partie SIG repose sur ArcMAP et permet de traiter la navigation, de visualiser les données à l'échelle spatiale.

Cet outil peut être adapté à tout type d'engin.

Il a été fait remarquer que le logiciel [OFOP](#) (Ocean Floor Observation Protocol, Scientific Abyss Mapping Services) présente les mêmes fonctionnalités et qu'il y aurait peut-être un intérêt de se rapprocher pour une éventuelle collaboration.

### **Underwater optical mapping for scientific applications - Aurélien Arnaubec (DFO-SM-PRAO, Toulon)**

Il est possible de réaliser de la cartographie optique à partir de données de :

- la caméra vidéo HD
- l'appareil photo numérique
- la chaîne vidéo stéréo

Les contraintes : bonne synchronisation, résolution >2Mpx, précision de la navigation.

Il est nécessaire de pré-traiter les images pour ensuite procéder à la reconstruction (2D/3D) de la scène globale.

Pour la 3D, le temps de calcul est le suivant : pour 70 images HD → 20 min, pour 4000 images HD → 1 semaine.

Le logiciel MATISSE 3D permet le prétraitement des images tandis que le logiciel 3D metrics permet de calculer des distances, surfaces, catégories, points d'intérêt, statistiques et de réaliser des exports.

Les résultats sont différents si on utilise des images ou de la vidéo, en effet la résolution est moins bonne avec des images fixes.

Il est nécessaire d'optimiser la prise d'images et la trajectoire de l'engin.

### **When shall we go for an automatic image analysis system? - Alicia Romero (EPOC, Université de Bordeaux)**

Assure le service d'analyse d'images du laboratoire, aussi bien pour des images acquises *in situ* que des images de laboratoire. Il s'agit notamment de réaliser :

- de l'estimation de biomasse
- du comptage et de la discrimination d'œufs
- ...

Les motivations qui ont poussé à développer une analyse automatique :

- gagner du temps
- non-dépendant de l'utilisateur  
ex : Sediment Profile Images (SPI)
- possibilité de mesurer différents paramètres sur une seule image  
ex : rugosité, maërl vivant/mort, delta interface
- sauvegarde de l'analyse
- répétabilité

### **Automatic imaging and classification of Fish eggs and Zooplankton using machine learning algorithms - Florent Colas (REM-RDT-LDCM, Brest)**

Les logiciels disponibles à Ifremer pour classer le zooplancton et les œufs de poisson à partir d'images issues du ZooCam sont :

- Plankton Identifier
- Zoo/Phytoimage

Il existe également une application web, EcoTaxa, qui utilise les méthodes de Random Forest et de Deep Learning pour la classification.

L'objectif est de développer un système d'imagerie continu couplé à un logiciel de classification supervisé :

- 1- acquisition
- 2- traitement d'image
- 3- entraînement : jeu d'images de chaque classe (= set d'apprentissage) + optimisation du réseau de neurones
- 4- classification
- 5- validation

Le système est basé au départ sur l'algorithme Random Forest (RF) pour la classification mais cela pose certains problèmes de classification donc on s'oriente actuellement vers le Deep Learning :

- Deep Neural Network (DNN)
- Convolutional Neural Network (CNN)

Une comparaison a été faite entre ces différentes méthodes RF/DNN/CNN :

- la précision dépend de la classe
- le traitement est plus rapide avec CNN et DNN

➔ CNN est très prometteur mais le problème reste de disposer d'un set d'apprentissage et la validation reste nécessaire

## 2.3 Jeudi 31 mai

REALITE augmentée et virtuelle

### **Alternative reality - Sébastien Muzet (PIX-FACTORY)**

La réalité virtuelle : immersion dans un environnement virtuel (généralisé informatiquement) avec interactivité.

La réalité augmentée : on ajoute des informations 2D ou 3D à un environnement réel.  
Vidéos 360° en 3D : l'utilisateur reste passif (mais l'immersion devrait bientôt arriver).

Les images doivent être en haute résolution : 4k ou 8k

Le hardware (casques mobiles) :

- l'utilisateur peut profiter de 3 à 6 degrés de liberté : 3 → on peut juste bouger la tête, 6 → on peut se déplacer en même temps
- processeur puissant

Les applications sont nombreuses, notamment :

Applications (Google Earth, éducation ...)

Industrie (formation, conception, design, intervention...)

Science (se retrouver dans la modélisation 3D, spatial...)

Architecture et planification urbaine

...

Développements en cours :

Logiciel pour créer un environnement 360° (développé par Amazon)

### **DEMO Alternative reality - Sébastien Muzet (PIX-FACTORY)**

Suite à la présentation sur les réalités alternatives, les participants à l'atelier ont pu tester des casques 3D permettant de se plonger dans des univers de réalité virtuelle. Il a en particulier été possible de visiter l'édifice Tour Eiffel reconstruit en 3D par Aurélien Arnaubec et dont le modèle a été intégré par Sébastien Muzet en vue de cette démonstration.

Remarque : cette démonstration a été cofinancée par la COM (qui possède des casques 3D) et EEP. Contact avec O. Dugornay pour réutiliser cette démo dans le cadre de salons, visites, ou évènements.

### 3. Résumé des discussions

#### Perspectives Ifremer dans le domaine de l'imagerie

L'Ifremer est actuellement en préparation de son contrat d'objectifs 2019-2023, qui doit être signé avec les tutelles fin 2018. Dans ce contexte, le groupe de travail imagerie a été sollicité et soutenu par la Direction Scientifique pour l'organisation d'un « Atelier Imagerie » qui avait comme objectif de générer une réflexion sur la stratégie de l'Ifremer autour du sujet de l'imagerie (au point de vue scientifique et technique). Cette démarche a impliqué un certain nombre d'agents Ifremer concernés par cette thématique imagerie et des intervenants extérieurs dans une volonté d'ouverture.

La discussion finale a eu lieu le jeudi 31 mai matin à partir des conclusions de la journée imagerie 2017 sur les sujets prioritaires identifiés : l'acquisition et le traitement de la donnée.

#### Acquisition

Le **recensement** de tous les développements de systèmes vidéo sous-marins à l'Ifremer (différents par leur format, type de caméra,...) paraît indispensable pour optimiser ces développements et permettre davantage de mutualisation. Cet inventaire doit également être porté à connaissance pour s'avérer utile. Un gros travail a déjà été réalisé en 2017 mais nécessite d'être maintenu et organisé sur le long terme. Il ressort notamment des présentations des jours précédents que ces multiples systèmes et donc **multiples formats** compliquent l'archivage des données en lien avec des métadonnées homogènes. Le développement de solutions et d'outils communs pour le traitement des données pourraient également être facilité par la **standardisation des formats**.

L'idée serait donc de proposer un **format de référence** (fichiers de description des images (métadonnées), format vidéo, documentation et recommandations) aux développeurs et utilisateurs. Cependant il n'existe pas de format standard partagé au niveau international concernant les données vidéo (contrairement aux données photo pour lesquelles SM suit bien le standard), actuellement on fait évoluer le format vidéo avec les engins. Il est suggéré de se tourner vers l'INA (comme déjà fait pour le choix du format de diffusion des vidéos *via* le portail vidéo géré par le SISMER) pour demander des recommandations sur les formats de métadonnées vidéo.

La question, soulevée en 2017, sur le **suivi de l'évolution des capteurs** et notamment sur le passage à la 4k (voire 8k), a été peu sujette à discussion. En effet, devant l'intérêt de la communauté scientifique pour l'utilisation « en routine » de la 4k, des tests de caméras 4K ont déjà été réalisés avec des premiers résultats (campagne BICOSE2). Ces tests vont se poursuivre (Momarsat2018), les conditions de mise en œuvre, la stratégie d'acquisition et de traitement restant à définir et valider.

### Traitement

Le constat établi en 2017 sur la diversité des acteurs et des écosystèmes étudiés concernés par l'imagerie mais également sur la similarité des questions scientifiques abordées et des points bloquants rencontrés a été confirmé en 2018.

Il manque :

- de forces vives pour traiter les données existantes : ce traitement, différent suivant les questions posées et les écosystèmes étudiés, est effectué de manière manuelle, les compétences nécessaires au développement de méthodes plus automatisées étant rares et non structurées à l'Ifremer. Ajoutons que même si une certaine automatisation est envisagée, elle ne résoudra pas totalement le problème du volume de données à traiter manuellement. Il faudra entraîner les algorithmes, mais aussi préciser les identifications, car le « machine learning » sera dans tous les cas limité au niveau de l'identification. Une validation manuelle (au moins d'une partie des données) sera également toujours nécessaire ;

- de suivi et cohérence dans l'archivage des données et un besoin énorme de standardiser (y compris dès le niveau de l'acquisition, cf. discussion ci-dessus) pour avoir une base de données utilisable.

Pour répondre aux besoins deux approches techniques complémentaires sont envisagées :

- un outil commun collaboratif qui répondra à tous les besoins pour centraliser les images/annotations, en se basant sur des outils existants à l'Ifremer ou chez des partenaires extérieurs (Biigle, Adelie, base Deep Sea Spy...),
- l'entraînement d'algorithme (machine/deep learning) avec des images déjà annotées.

Face à ces objectifs, une hypothèse de travail serait d'envisager la création d'une **« cellule » imagerie transverse composée de spécialistes du traitement d'images** (à l'instar de la cellule bioinformatique) qui pourrait piloter le projet et effectuer ces développements.

La question est de définir la forme de cette potentielle équipe et comment la mettre en place.

Il faut rappeler qu'à ce stade, le groupe de travail imagerie s'est volontairement limité à l'utilisation de l'imagerie optique pour l'étude des écosystèmes marins benthiques et qu'il ne couvre donc pas la totalité des activités liées à l'imagerie à l'Ifremer (comme l'imagerie acoustique, l'imagerie associée à la microscopie, au laboratoire, à la sclérochronologie, l'hyperspectral... par exemple, qui génèrent des images et des questions très différentes), même si des échanges ponctuels au cours de réunions du groupe ont été réalisés. Il ressort cependant de ces journées 2018 la nécessité d'inclure

**tout type d'imagerie** si on parle de créer une cellule imagerie dont la taille et la composition doivent être adaptées au besoin (notamment en termes de développement de méthodes d'analyse communes).

A ce sujet, il est rappelé que le groupe ne doit pas répondre simplement à une demande d'acquisition de développement optique. Un travail important est réalisé autour de la cytométrie en flux qu'il ne faut pas mettre de côté. La demande doit donc bien tenir compte de toutes les équipes impliquées.

Le **parallèle a été fait avec la cellule bioinformatique** : cette cellule est composée de deux agents et est rattachée au service RIC. La cellule ne fait pas le traitement de données mais met les outils à disposition et facilite l'archivage pour tous les utilisateurs Ifremer concernés par la bioinformatique (il existe d'ailleurs un comité « bioinfo »). Cette équipe ne fait pas de développement, ce qui est un frein pour avancer plus rapidement dans l'optimisation des outils. On arrive aujourd'hui à une situation où des questions se posent sur l'évolution de cette structure, c'est pourquoi un groupe va se réunir pour identifier la/les direction(s) à prendre.

L'idée, si on s'inspire de ce qui a été fait côté bioinformatique, est de démarrer avec une petite équipe pour faciliter les échanges puis de faire progresser cette cellule en adaptant les moyens au périmètre qui s'élargirait. Cela nécessite un **plan sur plusieurs années en identifiant les besoins en postes**.

Il a été rappelé que la DS n'a pas vocation à établir une GPEC, elle définit en fin d'année la stratégie de l'organisme. Il doit donc ressortir de ces échanges la définition d'un besoin pour que la DS puisse le remonter à la Direction Générale. La DS peut promouvoir et défendre une cellule à mettre en place à plus long terme à partir d'un certain nombre d'arguments : comment on ne répond pas au besoin aujourd'hui, et comment la cellule pourra répondre au besoin de plusieurs unités.

*A contrario*, la question a été soulevée de se passer d'une cellule pour plutôt démarrer du besoin opérationnel immédiat, c'est-à-dire le développement d'un outil commun. Mais il ne semble en réalité pas suffisant de s'organiser autour du développement d'un **logiciel unique** sans structure de coordination, étant donné la complexité des besoins et de ce fait le risque que chacun travaille de son côté sur des solutions spécifiques, sans compétences en interne et sans suivi. On risque de perdre la synergie.

Vu de l'extérieur, il faut veiller à être capable de maintenir une expertise dans le temps, il faut que la structure soit en **interaction forte avec l'extérieur (R&D)** et les ingénieurs, notamment pour être en mesure d'assurer une veille technologique. Si le système n'est que collaboratif, il n'y aura pas de continuité dans le temps or il est important d'avoir une **vision à long terme**.

L'**EUR ISBlue (thème 5)** devrait permettre de mettre en place et de soutenir de telles coopérations.

Quant au **Pôle Numérique**, il n'est probablement pas une solution envisageable pour créer et structurer la cellule imagerie. Par contre, le pôle comporte un **volet animation** socio-économique autour de la mer qui peut participer à l'émergence d'un certain nombre de projets. Le PN pourrait donc être un moyen d'organiser et d'accueillir l'aspect animation de cette cellule imagerie.

De plus, la question du positionnement et de la stratégie de l'Ifremer par rapport à **l'Intelligence Artificielle dans le domaine de la mer** se pose vu la dispersion et le peu de compétences en interne. Or le groupe Océan Numérique a identifié l'IA comme un objectif qui doit être traité dans les années à venir. Dans le domaine de l'IA, il n'y a pas que l'image qui est traitée. De ce fait il serait compliqué de s'organiser en une seule cellule qui répond à tout (depuis l'opérationnel jusqu'au traitement) mais plutôt viser différents types de structures avec différents objets. L'Ifremer doit donc se positionner sur ce sujet.

Il est suggéré alors de pousser le curseur, plutôt que de s'orienter vers une cellule « imagerie », développer une équipe spécialisée dans le traitement de la donnée numérique (ingénieurs), ce qui irait dans le sens de la prospective Ifremer.

Bien qu'en marge de la discussion, il a également été fortement suggéré que ce groupe imagerie pourrait s'assurer que les outils développés à Ifremer soient effectivement **open source** pour qu'on puisse disposer d'outils communs et faciliter les collaborations avec d'autres laboratoires, des développeurs, des partenaires. Le groupe devrait se positionner pour affirmer que la politique de valorisation de l'Ifremer ne doit pas être un frein au développement à l'open source.

La direction ne semble pas contre cette pratique mais précise qu'elle doit être réfléchie (pour ne pas se faire « piller ») et qu'il faut être conscient qu'une communauté d'acteurs est à engager autour de l'open source, il faut donc faire attention au rapport coût-bénéfice (besoin de projets pour le faire vivre).

## 4. Plan d'actions

- Questionnaire à soumettre aux personnes concernées par l'imagerie (*via* la mailing list du groupe imagerie et les DUs) pour affiner les besoins et les objectifs à moyen et long terme.
- Point sur BIIGLE : l'outil est utilisé et intéresse plusieurs équipes et projets à l'Ifremer (LEP, LEBCO), il faut recenser tous les utilisateurs et les principes d'utilisation pour envisager son utilisation standardisée au sein de l'institut. Il faut également identifier le mode de financement/collaboration adéquat avec l'équipe qui développe BIIGLE (Université de Bielefeld).
- Demande à faire à IRSI pour avoir un correspondant archivage.
- ISBlue à suivre : contact Ronan Fablet pour le thème 5 Observations.

## 5. Questionnaire

A la lumière de ces échanges, différentes solutions peuvent être imaginées pour mettre en place une « intelligence centralisée » (on l'appelle donc ici « cellule ») en imagerie.

L'objectif est donc à ce stade d'établir un plan de travail sur les 5 années à venir pour construire cette « cellule » et de le présenter lors d'une prochaine réunion regroupant la Direction générale, la Direction Scientifique et les Directions des Départements (automne 2018). Pour ce faire, nous souhaitons recueillir l'avis des utilisateurs de l'imagerie sur l'orientation à prendre.

Nous vous demandons d'indiquer dans les paragraphes et tableau suivants quelle est votre vision sur le sujet, quels sont vos besoins et suggestions notamment concernant les objectifs à viser à court, moyen et long termes.

### Périmètre, objectifs et échéances

1. Objectif principal : progresser dans le domaine de l'aide à l'interprétation (traitement, identification, ...) en imagerie en utilisant des techniques d'IA et ce, de façon transversale à l'Ifremer.

Comment ?

2. Quels objectifs sont, d'après vous, prioritaires pour les 2/3 prochaines années, avant un point d'étape ?

3. Quels objectifs à 5 ans ?

4. De quelles compétences avons-nous besoin en interne ?

5. Quels partenariats peuvent être envisagés sur le sujet ?

**Activités de la cellule**

*Classer les propositions par groupe de priorités (3 propositions maximum par priorité) :*

*P1 = actions prioritaires à court terme*

*P2 = actions prioritaires à moyen terme*

*P3 = actions prioritaires à long terme*

Propositions	Priorité
Animation et coordination interne entre les différentes équipes Ifremer	
Assistance, accompagnement (sur les projets,...), formations	
Coordination externe : être à l'interface avec les laboratoires extérieurs, établir des collaborations pérennes, mettre en lien les différents acteurs et faciliter les échanges	
Développement et maintenance de logiciel d'annotation	
Développement d'algorithme (machine learning/IA et détection/classification)	
Suivi et pérennisation des méthodes : bonnes pratiques et standardisation (acquisition, traitement, archivage)	
Veille technologique et prospective	
Une cellule plus large : traitement de données, maths, statistiques, modélisation	
Autre ?	
Autre ?	

Commentaires :