



## RAPPORT



**ATELIER DE REFLEXION RELATIF AU CHANTIER DE DEVELOPPEMENT DE PRODUITS  
ET SERVICES OPERATIONNELS OCEANOGRAPHIQUES DE SUIVI, DE PREVISION ET  
D'ALERTE REpondant AUX BESOINS DES DECIDEURS ET ACTEURS DU SECTEUR  
HALIEUTIQUE DANS LA REGION**

**AGADIR (MAROC), 14 ET 15 FEVRIER 2017**

Le RAFISMER a organisé un atelier relatif au développement de produits et services opérationnels océanographiques de suivi, de prévision et d'alerte répondant aux besoins des décideurs et acteurs du secteur halieutique dans la région ouest africaine, s'est tenu les 14 et 15 février 2017 à Agadir (Maroc).

## CONTEXTE ET OBJECTIFS :

Les eaux qui entourent l'Afrique restent parmi les moins explorées au monde. Une grande partie de la surface des eaux ouest africaines n'a fait l'objet d'aucune étude poussée ou de suivi régulier en raison du manque de dotation de plusieurs pays de la région de moyens de prospection, de suivi et recherche tels que les navires de recherche et autres équipements océanographiques onéreux comme les bouées permettant de collecter des données de long terme. Les mers de plateaux et la bande côtière de la région sont par ailleurs peu prises en compte par les systèmes d'observation déployés dans l'Atlantique par les programmes internationaux s'intéressant plus spécifiquement à la haute mer dans la zone tropicale et intertropicale : PIRATA, GEOMAR, CVOO, RAPROCAN,...

Les défis posés à la durabilité halieutique et de la résilience par les impacts du changement climatique sur les écosystèmes marins côtiers d'ores et déjà sous pression dû aux effets cumulatifs de l'anthropisation littorale et des industries comme la pêche, l'exploitation pétrolière, le tourisme et le transport maritime ont besoin de l'aide de la recherche scientifique. L'enjeu est de développer un système d'observation des zones marines côtières ouest africaines complétant l'information sur les interactions continent / atmosphère / haute mer dans un contexte de changement climatique. Outre la variabilité naturelle et l'incidence directe des activités humaines, il convient en effet de surveiller et de caractériser l'impact des changements climatiques (tendances et événements extrêmes) sur les écosystèmes marins et les processus hydrodynamiques, biogéochimiques et les communautés vivantes de ces écosystèmes marins côtiers. L'état de ces écosystèmes et leur productivité à venir pourraient en dépendre. Tout ceci nécessite une hausse massive des investissements en moyens d'observation à la fois par les pays ouest-africains et les bailleurs de fonds internationaux (dans le cadre des fonds climatiques pour l'Afrique par exemple).

L'organisation de cet atelier, qui avait pour objectifs d'engager une réflexion collective ouest-africaine pour dégager les pistes d'action collaborative en vue du renforcement, de l'appropriation et de l'autonomisation d'un dispositif d'observation océanographique côtière à l'échelle de la région a reçu un appui financier de la COMHAFAT dans le cadre de ses actions de soutien aux activités du RAFISMER en vue de la consolidation de la base scientifique pour la gestion et le développement halieutique des pays de la conférence ministérielle.

L'atelier s'inscrit en effet dans l'alignement des orientations stratégiques arrêtées par l'Assemblée générale du RAFISMER<sup>1</sup> à l'horizon 2018, plus spécifiquement de l'axe stratégique 3 qui précise que le réseau devra servir d'Interface pour le développement des initiatives, projets de recherche et études permettant de répondre aux besoins de renforcement de la recherche scientifique et technique dans la région ouest-africaine à des fins d'appui aux processus de prise de décision politique. L'action 4. déclinée sous cet axe par le plan d'action opérationnel du RAFISMER au titre de

---

<sup>1</sup> Actes de la deuxième assemblée générale du réseau africain des instituts de recherche halieutique et des sciences de la mer (RAFISMER) [http://www.rafismer.org/sites/default/files/RAFISMER%20AG%202016%20Actes\\_%20Vers%20Fr1.pdf](http://www.rafismer.org/sites/default/files/RAFISMER%20AG%202016%20Actes_%20Vers%20Fr1.pdf)

la période 2016-2018, projetée dans ce sens d'appuyer l'émergence d'une plateforme régionale pour le développement de produits et services opérationnels océanographiques de suivi, de prévision et d'alerte répondant aux besoins des décideurs et acteurs du secteur halieutique de la région. L'atelier de réflexion s'est notamment penché dans ce sens sur de :

- Les modalités de planification du développement des systèmes d'observations océanographique régionaux sur des bases rationnelles.
- Les modalités de mise en place d'un réseau d'experts régionaux en océanographie visant à faire émerger et à promouvoir un pôle de compétence régional en la matière ;
- Les forces et faiblesses de la région en termes de moyens, savoir-faire/expertise,
- Les besoins et contraintes à lever à court moyen et plus long termes.

## SEANCE D'OUVERTURE DE L'ATELIER :

Ont été conviés à cet atelier l'ensemble des membres du RAFISMER ainsi que des experts internationaux dans le domaine de l'océanographie. 14 pays ont pu prendre part aux travaux de l'atelier. La liste nominative des participants est jointe en Annexe I.

Les travaux de l'atelier ont été modérés par Mme Souad Kifani, coordonnatrice du Comité scientifique de l'INRH, qui **avant** a prononcé un mot d'ouverture, au nom du Directeur de l'INRH et président du RAFISMER, **dans** lequel elle remercié les participants pour leur mobilisation pour y participer, la COMHAFAT et le gouvernement du Japon pour leur appui et a rappelé le contexte et les objectifs de l'atelier.

M. Karim Hilmi, responsable du Département d'océanographie de l'INRH et organisateur de l'atelier, a ensuite informé les participants de son déroulé (Cf. Annexe I - Programme).

## CONTENU DES DISCUSSIONS :

Après avoir écouté les différents intervenants qui ont présenté les expériences et dispositifs d'observation adoptés dans les différents de pays de la région, ainsi que ceux déployés par certains pays du Nord dans la région (Espagne à travers l'IEO/PLOCAN, France à travers l'IRD/Programme PIRATA/Projet AWA ; MERCATOR OCEAN), les discussions des participants ont porté sur :

1. L'état des capacités actuelles d'observation, de prévision et d'alerte de la région ;
2. les projections de développement du dispositif en termes d'équipements et de capacités et d'expertise pour porter le dispositif ;
3. Les options technico-méthodologiques pour le développement du dispositif tenant compte de leur faisabilité et leur durabilité contextuelles ;
4. Les modalités de coopération scientifique et technique entre les institutions du RAFISMER, d'une part et entre le réseau et d'autres partenaires, d'autre part, pour une mise en place et un fonctionnement optimaux du dispositif d'observation ;

## Etat des capacités actuelles d'observation, de prévision et d'alerte de la région & projections de développement en termes d'équipements et d'expertise pour porter le dispositif d'observation.

### Etat des capacités d'observation actuelles des pays du RAFISMER

L'analyse rapide des capacités scientifiques et techniques dans les établissements de recherche de la région, a permis d'établir que certaines capacités sont déjà en place à l'échelle pan régionale mais sont des plus réduites dans plusieurs pays membres. Un tableau en annexe 1 donne un aperçu sur le déploiement des capacités d'observation par les pays de la région.

En termes de plateformes instrumentées, flottantes et mobiles, la région, dans sa globalité dispose actuellement de :

- une flotte de pas moins d'une quinzaine de navires de recherche océanographique qu'ils soient côtiers ou hauturiers, opérés par au moins sept pays de la région.
- Des équipements océanographiques et acoustiques embarqués (échosondeurs, CTD, rosettes, filets bongo etc.)

Les participants ont cependant souligné certaines faiblesses et contraintes concernant le déploiement de ces moyens pour répondre aux besoins en termes de couverture géographique régulière de l'ensemble de la région et de prise en charge des données ad hoc :

- Plusieurs pays ne sont pas encore dotés de moyens d'observation
- Faiblesse voire absence des équipements et instruments océanographiques à bord de certains navires ;
- Coûts de fonctionnement, d'entretien et de maintenance des navires ;
- Faiblesse de l'harmonisation des campagnes transnationales et de la mutualisation des navires à l'échelle inter-pays, pour une couverture plus large ;

Plusieurs bouées océanographiques sont également déployées dans les eaux de quelques pays, soit opérées par le pays même ou en collaboration avec une partie tiers.

- Maroc (Données météo, houle, température, salinité, oxygène, turbidité, courants).
- Sénégal/IRD (données météo, température, salinité, oxygène, courant).
- Cap Vert/GEOMAR (données température ligne, salinité, oxygène, courant).
- Benin (données météo, , température ligne, Courant)
- Guinée : Bouée « PIRATA »
- Angola/GEOMAR : (Température, Salinité, Oxygène, Courant)

En termes de dispositifs institutionnel et technique pour la surveillance de la qualité environnementale en vue de garantir la sécurisation du domaine marin littoral et côtier et détecter les menaces de la pollution, certaines activités de suivi et de surveillance sont effectuées par plusieurs états membres du RAFISMER mais ces activités relèvent toutefois de différentes agences d'exécution intervenant indépendamment les unes des autres. A l'exception d'un ou deux pays, aucun dispositif de surveillance et d'alerte à la pollution marine, aux efflorescences toxiques et aux risques sanitaires, faisant intervenir un réseau d'échantillonnage, quadrillant le littoral, et de stations et de laboratoires d'observation côtières, ne paraît être véritablement mis en place.

Ainsi globalement, les faiblesses identifiées par les participants concernant les systèmes et dispositifs d'observation et d'alerte au niveau national concernent :

- L'organisation institutionnelle, notamment le chevauchement de compétences institutionnelles : deux ou trois départements ministériels, par leurs textes organiques peuvent se voir attribuer les mêmes compétences. Cette situation peut entraîner sur le terrain des conflits de compétence, voir même un double emploi pour la réalisation d'une même activité
- L'insuffisance ou la durabilité des ressources de fonctionnement et de maintenance des moyens d'observation et d'analyse :
- La faiblesse des installations requises dans certains pays pour mener à terme les programmes de surveillance : absence ou sous équipement des laboratoires
- Le gap en expertise (maintenance des équipements, modélisation, informatique, gestion des données ...) et ressources humaines par rapport au niveau de compétence et effectifs exigés.

Des dispositifs d'observation sont également déployés dans la région, bien que très faiblement dans les eaux côtières par des programmes et systèmes d'observation internationaux ou de pays du Nord. La figure et le tableau qui suivent donnent une idée sur les programmes et moyens d'observation mis en œuvre.

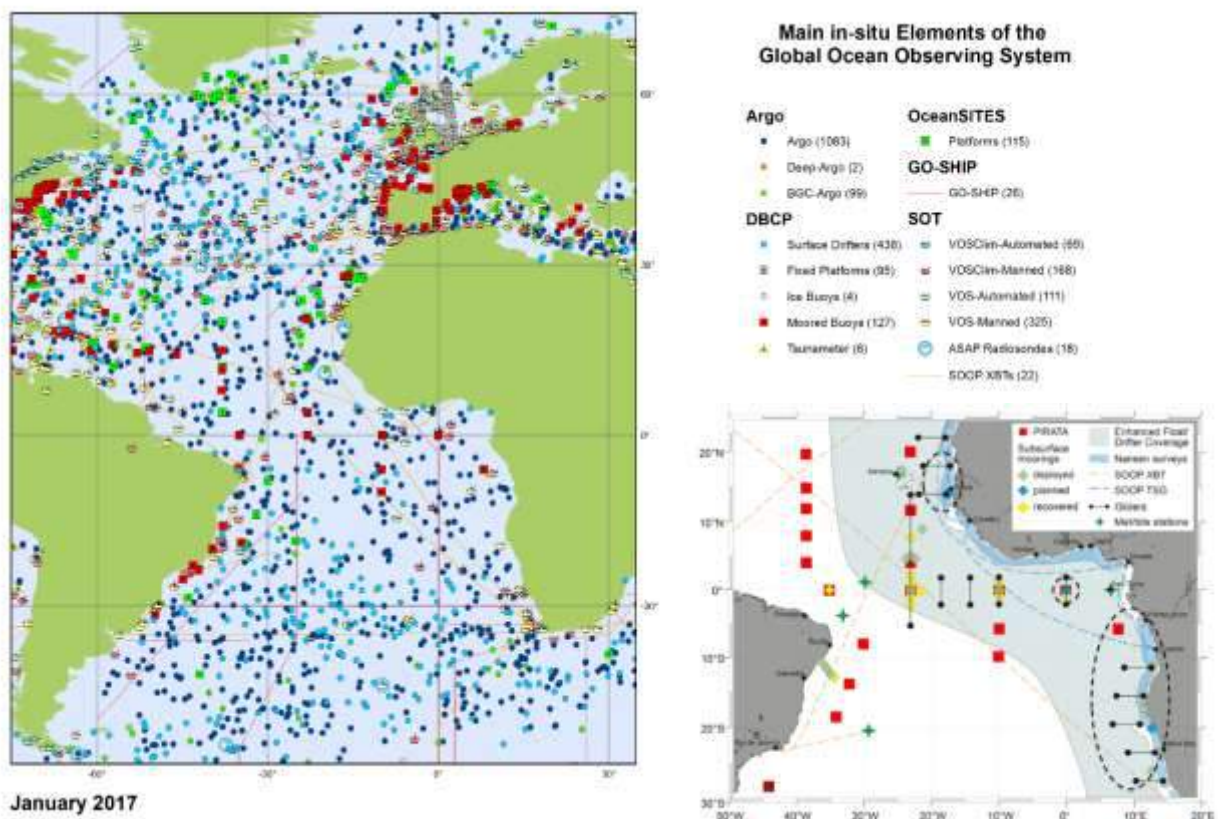

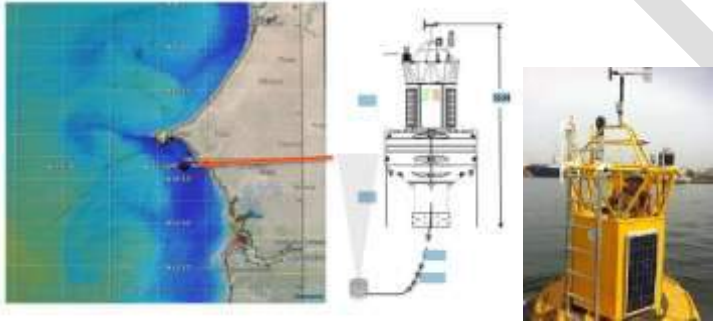

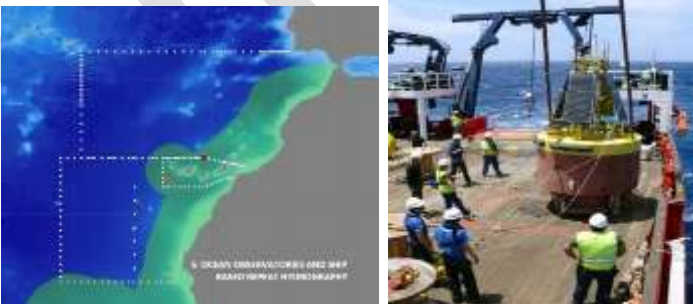
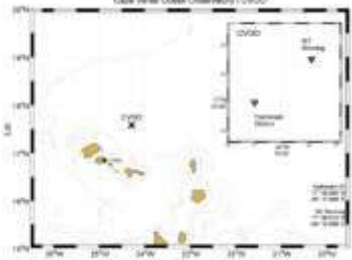





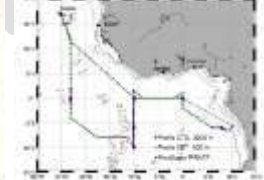



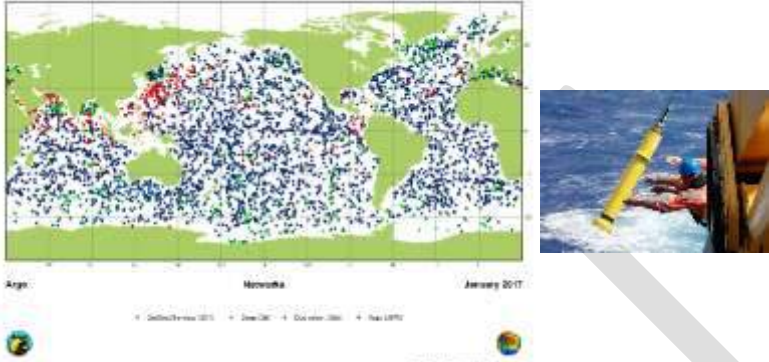

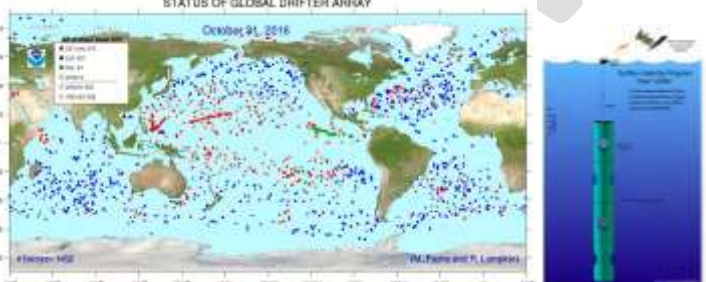
Figure 1. Programmes et moyens d'observation internationaux mis en œuvre dans le bassin Est-Atlantique.



**Tableau 1. Etat des capacités d'observation internationales déployées dans la région**

| Opérateur/Programme  |   | Dispositif déployé   | Partenariat            |
|--|---|--|------------------------|
| INRH   | Bouée fixe « Dakhla »<br>Non encore intégrée aux réseaux internationaux     |     | INRH Maroc             |
| Laboratoire Mixte International d'Etude du Climat d'Afrique de l'Ouest ECLAIRS | Bouée fixe « Melax »<br>Non encore intégrée aux réseaux internationaux (??) |    | IRD-UCAD-CRODT Sénégal |
| IRHOB  | Bouée fixe<br>Non encore intégrée aux réseaux internationaux (??)           |   | IRHOB Bénin            |
| ESTOC RAPROCAN   | Bouée fixe PLOCAN/ESTOC à 29° 10' N – 15° 30' W                             |  | PLOCAN – IEO Espagne   |

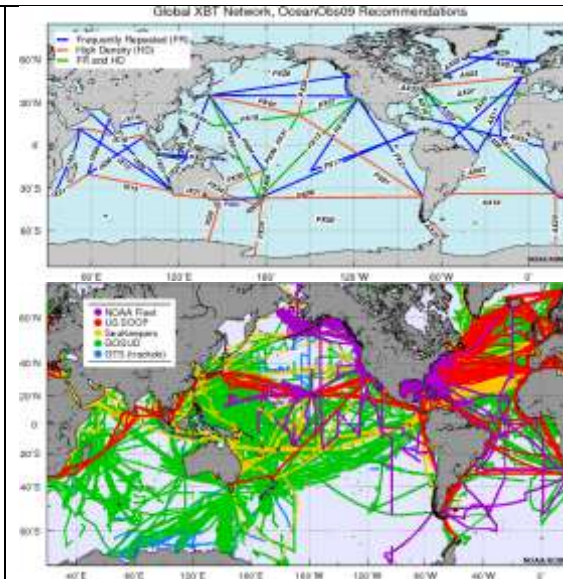
|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <p>Ocean Science Center Mindelo /CVOO</p>                                     | <p>Bouée CVOO</p>  |     | <p>GOMAR<br/>INDP Cabo Verde</p>   |
| <p>GOMAR/INIP</p>   | <p>Gliders</p>   |     | <p>GOMAR<br/>INIP Angola</p>   |
| <p>Global Ocean Ship-based Hydrographic Investigations Program (GO-SHIP)</p>  | <p>Navires de recherché / Campagnes océanographiques</p>   |   | <p>Réseau international</p>  |
| <p>PIRATA (Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic)</p> | <p>bouées ATLAS<br/>Sites d'observations installés sur des îles : marégraphes et stations météorologiques ( mouillages courantométriques</p> |    | <p>USA, NOAA/PMEL<br/>Brésil, INPE<br/>France, IRD<br/>USA, NOAA/AOML; extension NE<br/>Afrique du Sud, extension SE</p> |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <p><b>Argo Float program</b></p>                    | <p>Bouées Argos</p> <p>Seul pays contributeur du RAFISMER (le Gabon avec certaines contraintes)</p>   |   | <p>Réseau international</p>  |
| <p><b>GOA-ON (Global acidification network)</b></p> | <p>Réseau international sur l'acidification des océans</p>  |   | <p>Réseau international<br/>Implication du Maroc (INRH) dans ce réseau</p> |
| <p><b>Global drifters program</b></p>               | <p>Drifters (non déployés par aucun pays de la région hormis l'Espagne et l'Afrique du sud)</p> <p>Problème de disponibilité de navires adaptés à ce type de mouillages</p> |  | <p>Réseau international</p>  |



SOOP (Ship of Opportunity Program)

XBT (eXpendable BathyThermographs) network, TSG (Thermosalinographs) network



Réseau international

## Options technico-méthodologiques pour le développement du dispositif régional tenant compte de leur faisabilité et leur durabilité contextuelles ;

La région couvrant les ZEEs des pays du RAFISMER est vaste et l'un des défis majeurs est de combler les lacunes d'observation océanographique notamment côtière. L'approche autonome au développement des capacités aux niveaux national et transnational devra permettre à la région de développer les connaissances et outils d'analyse qui constitueront des ressources précieuses en matière de gestion de l'océan et des écosystèmes côtiers, notamment face au changement climatique, en :

- favorisant un développement autonome des capacités des pays membres en océanographie opérationnelle qui habiliterait les pays en développement à utiliser leurs ressources marines et côtières.
- soutenant le renforcement des capacités humaines et d'infrastructure des scientifiques locaux
- renforçant la collaboration scientifique et technique et le réseautage pour appliquer des recherches en collaboration sur les écosystèmes et le climat, développer et partager les informations, connaissances et services sur les écosystèmes et le changement climatique qui soient plus efficaces.

Les coûts impliqués par cela seront certainement élevés et dépendront des capacités à lever des fonds sur des bases rationnelles. Il est donc nécessaire d'éviter les doubles emplois au plan intra régional et avec les plates-formes et réseaux d'observation déjà en place et d'adopter des normes communes pour la collecte et la diffusion des données afin de maximiser l'utilité des données.

Pour répondre à ces préoccupations, les participants ont convenu que l'action doit aborder les observations océaniques en mettant l'accent sur les variables océaniques essentielles (EOV) pour adresser les questions les plus urgentes et à plus long terme en ce qui concerne la protection et le développement durable des zones océaniques côtières de la région, plus spécifiquement, et les océans d'une façon générale, ainsi que les moyens ad hoc permettant de fournir une vue régionale et optimale pour chaque EOV en s'assurant pour cela de la pertinence, de la faisabilité et de la rentabilité/durabilité de chaque dispositif déployé. Les variables océaniques essentielles peuvent être celles déjà identifiées par les groupes d'experts du GOOS<sup>2</sup>, sur la base des critères de :

- Pertinence: La variable est efficace pour traiter les thèmes généraux - climat, services en temps réel et santé des océans.
- Faisabilité: L'observation ou la dérivation de la variable à l'échelle régionale (et mondiale) est techniquement réalisable en utilisant des méthodes éprouvées et scientifiquement comprises.
- Rentabilité: La génération et l'archivage des données sur la variable sont abordables, en s'appuyant principalement sur des systèmes d'observation coordonnés utilisant une technologie éprouvée, en tirant parti, le cas échéant, de jeux de données historiques.

L'outil de cartographie stratégique développé par le programme GOOS peut aider à fournir un aperçu sur les choix de composantes du Système d'observation océanographique régional pour des bénéfices sociétaux aux échelles pertinentes.

---

<sup>2</sup> [http://goosocan.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14&Itemid=114](http://goosocan.org/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=114)



Une vision est partagée entre les participants sur la façon d'utiliser les données à des fins de modèle pour générer des prévisions et des prévisions; et l'utilisation des résultats des prévisions comme intrants pour formuler des politiques de gestion côtière dans la région. En effet pour utiliser pleinement le système d'observation des océans, le développement ou le renforcement des compétences et outils pour l'intégration des données (satellites, bouées, drifters lagrangiens, gliders et d'autres données in situ) est jugé nécessaire.

De même que pour une mise en œuvre efficiente de la collecte de données, la compilation et la fourniture de produits de données opérationnelles, la notion de "temps réel" devra être considérée et prise en compte dans la conception du dispositif d'observation. Pour servir à la modélisation numérique, à la prévision et au système d'alerte, les données doivent être disponibles/accessibles dans un meilleur délai, notamment en ce qui concerne les produits pour les systèmes de prévision et d'alerte. Il faudra également appliquer des protocoles et procédures harmonisées au niveau du RAFISMER et avec d'autres programmes internationaux ou mis en place par des pays tiers. Ceci sera nécessaire pour assurer la collecte, la gestion et le contrôle de la qualité des données, d'une manière permettant de générer des données fiables et compatibles et facilitant l'accès pour l'ensemble de la communauté scientifique régionale ainsi que les études comparatives, la synthèse et la modélisation. Des descriptions de méthodes bien définies et convenues au niveau international existent et, le cas échéant, pourraient être adoptées. Dans d'autres cas, le RAFISMER devra lancer des activités collaboratives impliquant des partenaires spécialisés qui mèneront à l'élaboration de protocoles appropriés.

Les options envisageables en fonction des contraintes contextuelles sont déclinées dans une feuille de route donnée plus loin. Le déploiement de plateformes **météocéanographiques (METOCEAN)** fixes supplémentaires et autres dans la région présente quelques contraintes à la réalisation à court et moyen terme, en raison notamment de :

- Coût d'acquisition, coût d'entretien;
- Echelle prise en compte : nécessité de l'intégration aux programmes internationaux (Global Drifter Program, OceanSITES, Tropical Moored Buoy /PIRATA° etc.)
- Moyens logistiques et expertise pour le mouillage et maintenance des bouées, calibration des senseurs, la sécurité des bouées, transmission des données, gestion et contrôle qualité données, assimilation des données, modélisation etc.

Des alternatives pour des solutions et exigences techniques /couts & besoins technologiques moindre peuvent être trouvées dans le déploiement de Drifters (équipements dérivants), déploiement de drones marins, flotteurs Argo; glider,...etc, mais là également de nombreuses faiblesses doivent être préalablement surmontées.

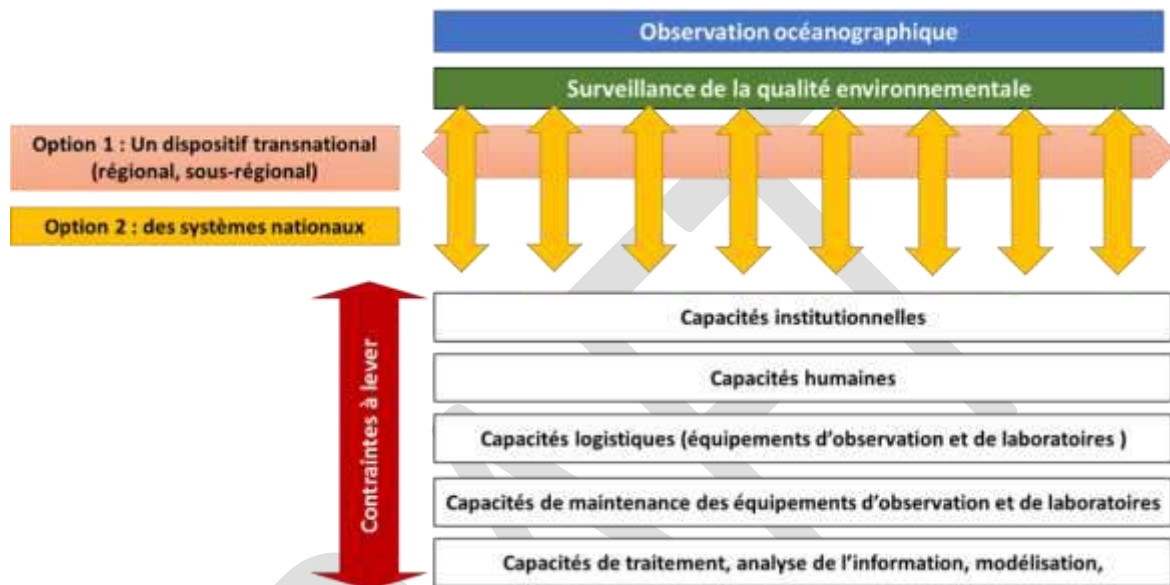
## **Les modalités de coopération scientifique et technique**

Certains pays possédant déjà une base scientifique et technologique relativement développée, il serait possible, avec un investissement supplémentaire relativement réduit, de mettre sur pied, à court et moyen termes, des infrastructures technologiques et scientifiques de haut niveau qui profiteraient à l'ensemble de la région. Cette action soutiendrait le transfert de la technologie et de l'expertise et permettrait une mutualisation des données et savoirs à acquérir dans les différentes branches de l'océanographie à l'échelle régionale.

Après examen des options de renforcement et de leurs contraintes à la réalisation à court, moyen et long terme aux échelles d'action nationales et transnationale, les participants ont en effet jugé avantageuse et potentiellement plus efficace et porteuse de progrès à court et moyen terme, une

approche d'action collaborative transnationale qui, bien que présentant les mêmes contraintes que l'approche nationale, a l'avantage de permettre de :

- faciliter l'optimisation et la mutualisation des moyens de la région, sans démultiplication des coûts ;
- catalyser l'émergence, à terme, de pôles de compétence ou de laboratoires de références par thématique au niveau de la région.
- impulser une dynamique facilitant et portant la mise à niveau à moyen terme des dispositifs nationaux (compétences, formations...).



Il est donc nécessaire d'adopter un modèle de coopération régionale qui conduise à un développement rapide des infrastructure et des ressources humaines dans tous les domaines scientifiques et techniques d'observation, de prévision et d'alerte océanographique et environnementale. Ce modèle devra :

- Prendre en compte, coordonner et intégrer les intérêts de toutes les parties ;
- apporter un appui pour la concrétisation du dispositif adopté, en veillant à son intégration et harmonisation avec le contexte régional ;
- Soutenir le transfert de la technologie et de l'expertise vers les pays de la région ;
- Établir des liens de collaboration étroits avec les programmes d'observation et projets connexes régionaux et internationaux.



## FEUILLE DE ROUTE POUR LE RENFORCEMENT DU DISPOSITIF D'OBSERVATION OcéANOGRAPHIQUE DANS LA REGION OUEST AFRICAINE.

| Besoins identifiés pour le renforcement des capacités des deux dispositifs transnationaux |   | Court terme  | Moyen terme   | Long terme |
|---|---|--|---|------------|
| Transversaux  | Ressources pour assurer l'opérationnalité des laboratoires déjà existants au niveau national.   | Fonds de fonctionnements,<br>Ressources humaines qualifiées<br>Equipements de base   |   |            |
|   | Mise en place des mécanismes de mutualisation et de capitalisation des ressources existantes et futures.  | Ateliers thématiques pour l'échange d'expertises, l'évaluation et la standardisation des méthodologies et des traitements de données et l'organisation des bases de données<br>Capitalisation et intégration des projets et partenariats, moyens de collecte et d'observation, bases de données existantes sur et dans la région, capacités de formation |   |            |
|   | Dotation des institutions de recherche de moyens/structure(s) pour maintenir les équipements d'observation existants (navires de recherche, bouées, autres équipements océanographiques). | Création d'un fonds (fiduciaire) régional pour assurer les coûts de maintenance des bouées et autres équipements mutualisés ;<br>Création et promotion d'une structure de service mutualisée à caractère régional spécialisée en maintenance des équipements océanographiques et en génie océanographique.   |   |            |
|   | Catalyser l'émergence de pôles de compétence ou de laboratoires de références par thématique au niveau de la région.  | Identification de laboratoires de référence régionaux potentiellement support pour la région.  | Promotion de centres d'excellence et laboratoires de référence régionaux dotés de compétences scientifiques et techniques de pointe et de ressources durable mis au service de la région. |            |
|   |   |  |   |            |
| Observation océanographique   | Déploiement collaboratif de dispositifs océanographiques supplémentaires dans la région.  | Déploiement de systèmes d'observation à haute technicité dans le cadre de partenariats avec des opérateurs extra régionaux (PLOCAN, IRD ...) : gliders (littoral), drifters lagrangiens, Argo float, drones.   |   |            |
|   |   | Organisation de réunions scientifiques afin de permettre aux scientifiques de chaque pays de participer au design d'un futur système d'observation pan-régional et à la planification stratégique des EOVS, des choix techniques et du déploiement intra et inter-écosystèmes de la région.  |   |            |
|   |   | Adoption de protocoles de collecte, de gestion et d'analyse des données standardisés, coordination des activités de modélisation et de renforcement des compétences et des capacités techniques d'analyse, de prédiction et d'alerte.  |   |            |
|   |   | Adoption des techniques d'assimilation des données pour améliorer les prédictions des modèles spécifiques à chaque question par l'assimilation de données provenant de programmes bien conçus pour intégrer les observations en temps réel et quasi-réel.  |   |            |
|   |   |  | Déploiement progressif par la région de bouées et autres dispositifs océanographiques supplémentaires pour l'observation côtière  |            |
|   | Acquisition et application de données et de modèles obtenus avec des protocoles et des méthodologies communs  |  |   |            |
|   | Intégration des dispositifs de surveillance régionaux aux programmes et systèmes d'observation internationaux   |  |   |            |
| Observation de la qualité sanitaire et environnementale                                   | Renforcement collaboratif des capacités techniques et organisationnelles du dispositif transnational de surveillance sanitaire et de la qualité environnementale                          | Mutualisation des moyens des réseaux nationaux de surveillance environnementale existants ;  |   |            |
|   |   | Accompagnement à la conception et à la mise en place des programmes nationaux de surveillance pour les pays non dotés ;  |   |            |
|   |   | Ateliers techniques sur la stratégie de surveillance de la qualité du milieu marin et l'harmonisation des méthodes (échantillonnage et analyse)  |   |            |
|   |   | Ancrage du réseau RAFISMER de surveillance environnementale aux réseaux spécialisés en bio-surveillance existants (ex RAF/AIEA).   |   |            |

**ANNEXES**

DRAFT

## ANNEXE 1 : Tableau synthétique récapitulatif des capacités techniques d'observation des pays du RAFISMER

| Membres       |  | Flotte océanographique                         |  |                        |   |             | Observation continue               |   |  |   | Programmes et plateformes analytiques   |   |  |   |  |  |                                   |
|---------------|--|--|--|------------------------|---|-------------|------------------------------------|---|--|---|---|---|--|---|--|--|-----------------------------------|
| Pays          | Institut de Recherche ou Laboratoire de Recherche en mer (université...) | Moyens observation large (Navire de recherche) |  |                        | Moyens observation littoral                                 |             |                                    | Moyens observation en continu (in situ) |  |   | Observation satellitale   | Infrastructures disponibles (laboratoires)  |  |   |  |  |                                   |
|               |  | Disponibilité                                  | Contraintes  | En cours d'acquisition | Disponible  | Contraintes | en projet / en cours d'acquisition | Disponible                              | Contraintes                                | En cours d'acquisition                                    |   | Océanographie   | Forces   | Faiblesses  | Qualité environnementale                                 | Forces   | Faiblesses                        |
| Angola        | INIP, CIP Benguela, CIP Namibe   | 3  |  | 1                      | 2 vedettes côtières   |             |                                    | 1 bouée océanographique                 |  |   |   | Lab. Océanographie  |  |   | Labos contrôle qualité environnementale.                 |  |                                   |
| Benin         | IRHOB  |  |  |                        |   |             |                                    | 1 Bouée Océanographique                 |  |   | stations d'acquisition de data satellitales (projet Mesa)                                       | x- Lab. Océanographie CRHOB<br>x- CNDO-Bénin<br>x- équipe associée à l'IRD (JEAI-ALOC-CG) : IRD, CRHOB et deux partenaires ivoiriens à l'Université de Cocody et CRO.   | Rôle institutionnel<br>Equipe de chercheurs et techniciens | Lab. Nationaux sous équipés (?)<br>Durabilité de l'association, de l'expertise et des moyens déployés ? |  |  |                                   |
| Cameroun      | SRHOL  |  |  |                        | 1 pirogue   |             |                                    |   |  |   |   | Labo & collaboration avec Institut des sciences halieutiques et IRD   |  | Lab. sous équipé<br>Faiblesse Ress. Humaines (1 océanographe)   |  |  |                                   |
| Cabo Verde    | INDP   | 1  |  |                        |   |             |                                    | CVOO : Bouée Océanographique            |  |   | Station meteorologiques (analyse de poussières) equivalent à une bouée                          |   |  |   |  |  |                                   |
| Congo REP     | Direction generale de peche et aqua                                      |  |  |                        | 1 vedette   |             |                                    |   |  |   | stations d'acquisition de data satellitales (projet Mesa)                                       |   | Projet de centre recherche halieutique et aquacole         |   |  |  |                                   |
| Congo RD      |  |  |  |                        |   |             |                                    |   |  |   |   |   |  |   |  |  |                                   |
| Côte d'Ivoire | CRO  |  |  |                        | 1 vedette   |             |                                    |   |  |   | stations d'acquisition de data satellitales (projet Mesa)                                       | Lab. Océanographie CRO  | Rôle institutionnel<br>Equipe de chercheurs et techniciens |   | Lab. environnement CRO<br>Centre ivoirien anti pollution | Rôle institutionnel<br>Equipe de chercheurs et techniciens | Absence de réseau de surveillance |
| Gabon         | CENAREST/IRAF  | 1  | Non opérationnel (absence d'équipements scientifiques)   |                        | Utilisation de moyens des parcs nationaux (barque, pirogue) |             |                                    | 1 Bouée Argo                            | Manque de ligne spécialisée pour reception |   |   | DEPARTEMENT DES SCIENCES MARINES (DESMAR) de L'Institut De Recherche En Sciences Humaines (IRSH) 2 labs : Centre National des Données et de l'Information Océanographique (CNDO) qui a pour principale mission la gestion (collecte, traitement, stockage et diffusion) des données et information océanographiques ; Gestion des Risques et des Espaces Humides (GREH) qui a pour principale mission le suivi et la compréhension des changements climatiques. | Rôle institutionnel<br>Equipe de chercheurs et techniciens | x- lab. sous équipés<br>x- focus sur les aspects physiques  | DESMAR   |  | Absence de réseau de surveillance |
| Gambie        | Département de pêches  |  |  |                        |   |             |                                    |   |  | stations d'acquisition de data satellitales (projet Mesa) | Labo domicilié au sein du Département des pêches sans équipements (Technicien en océanographie) |   |  |   |  |  |                                   |
| Ghana         |  |  |  |                        |   |             |                                    |   |  |   |   |   |  |   |  |  |                                   |
| Guinée        | CNSHB  | 1  | x- Charges de fonctionnement et de maintenance<br>x- Absence d'expertise (acoustique)<br>x- Possibilités de fourniture de temps de navires pour couverture extranationale limitées |                        | 2 vedettes cotieres   |             |                                    | 1 Bouée Océanographique                 |  |   | stations d'acquisition de data satellitales (projet Mesa)                                       | Lab. biologie et océanographie  | Rôle institutionnel<br>Equipe de chercheurs et techniciens | sous équipé   | ?  |  |                                   |
| Guinée Bissau | CIPA   |  |  |                        |   |             |                                    |   |  |   | stations d'acquisition de   |   |  |   | Lab. de contrôle équipé                                  |  |                                   |



ANNEXE 2 : Tableau synthétique récapitulatif des principales EOVS et moyens d'observation recommandés par la COI/UNESCO<sup>3</sup>.

| EOV                    | Phenomena to capture  | Scientific applications   | Sub-variables            | Derived products   | Observing Elements / Sensor(s)/Technique   | Supporting Variables   |  |
|------------------------|---|---|--------------------------|--|--|--|--|
| PHYSICS                | Sea state   | Air-sea flux Surface waves<br>Extreme events  |                          | Significant wave height, wave period, wave direction, maximum wave height, swell, directional spectrum, whitecap fraction.   | Wavelength, whitecap fraction, rogue waves, Stokes drift, and ocean albedo.  | <p><b>Observation Deployment &amp; Maintenance - I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1D Accelerometer on Moored Buoy: Double integration of wave induced motions</li> <li>- 3D Accelerometer on Moored buoy: Double integration of wave induced motions</li> <li>- Drifters (Global Drifter Programme) / GPS estimation of height</li> <li>- Coastal Radar/ Research Vessels / X-Band Radar (ship and coastal) Radar Backscatter</li> </ul> <p><b>Observation Deployment &amp; Maintenance - II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altimeter / Radar signal transmission time</li> <li>- SAR / Synthetic Aperture Radar</li> <li>- Tsunami Buoys / pressure</li> </ul>  | Visual surface roughness, surface currents, winds  |
|                        | Ocean surface stress  | Water masses Circulation; Upwelling; Sea Level; Fronts and Eddies; Air-sea Fluxes; Mixed Layer; Extreme Events; Surface Waves |                          | Equivalent neutral winds, stress equivalent neutral winds, scalar stress   | Ocean upwelling indices, sea state, upper ocean mixing, Ekman transport and Ekman pumping, air-sea fluxes of heat, water and gases, height adjustment of near surface oceanic and atmospheric variables.   | <p><b>Observation Deployment &amp; Maintenance - I (Satellite)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Microwave satellite radiometers (C and L Band)</li> <li>- Polarimetric Radiometer</li> <li>- Scatterometers</li> <li>- Altimeter</li> <li>- Doppler Scatterometer</li> <li>- High Frequency Radar</li> </ul> <p><b>Observation Deployment &amp; Maintenance - II (In Situ)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Research Vessels, Surface Buoys</li> <li>- Air Sea Flux Moorings</li> </ul>  | Near surface humidity and air temperature, sea surface temperature, vector wind, surface current, sea state, air pressure  |
|                        | Sea ice   |   |                          |  |  |  |  |
|                        | Sea surface height  | Sea Level; Coastal shelf exchange processes<br>Circulation; Fronts and Eddies; Extreme Events                                 |                          | Sea level anomaly, sea surface height gradients, sea level extremes, tidal range   | Upper ocean heat content, tropical cyclone heat potential, ocean volume variability, sea level rise trends, surface geostrophic currents, data assimilative operational mesoscale ocean forecasts (e.g. Mercator-Ocean; NAO)   | Satellite Altimetry / Pulse limited radar (T/Pand Jason heritage); Delayed Doppler SARmode radar (CryoSat heritage)<br>Tide gauges<br>Moorings / Bottom pressure/ inverted echo sounder<br>Tsunami Moorings / Bottom Pressure  | Geoid, mean sea surface, geodetic datum, gravity measurements, tidal harmonics, subsurface temperature and salinity, air pressure, sea state, land position, wind stress |
|                        | Sea surface temperature   | Air-Sea Fluxes ; Fronts and eddies ; Coastal Shelf Exchange Processes ; Upwelling   |                          |  | Foundation SST; bulk SST; latent, sensible and long-wave air-sea heat flux; evaporation  | <p><b>Observation Deployment &amp; Maintenance - I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infrared satellite radiometers/Infrared multispectral radiometers. Cloud screening &amp; atmospheric correction algorithms to derive skin SST.</li> <li>- Microwave satellite radiometers/Microwave multispectral radiometers. Various algorithms to derive subskin SST, and other geophysical variables.</li> <li>- Infrared ship radiometers/Measurements of incident sky radiation also needed to correct for reflected sky radiance.</li> <li>- VOS/Contact thermometers in a range of mounting configurations; variety of traditional methods: buckets, engine room intake, hull thermometers.</li> <li>- Infrared Radiometers on UAVs Ocean</li> </ul> <p><b>Observation Deployment &amp; Maintenance - II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moorings</li> <li>- Drifters</li> <li>- Profiling Float (Argo)</li> <li>- Tagged Animals</li> <li>- Gliders</li> <li>- Next Generation Drifters</li> </ul> | Wind speed, cloud cover  |
| Subsurface temperature | Heat storage as a function of depth ; Water mass ; Sea Level ; Circulation ; Stratification ; Upwelling ; Mixed layer; Coastal shelf exchange process |   | Foundation SST, Bulk SST | Ocean heat content; ocean heat transport; air-sea fluxes; subsurface density; mixed layer depth; geostrophic currents; water mass identities; steric and thermocline sea level | <p>Profiling floats (Argo Array) / Conductivity Temperature Depth (CTD) profiling<br/>Repeat Hydrography / CTD and bottle samples<br/>Ships of Opportunity XBT / Expendable BathyThermograph (XBT)<br/>Mooring Arrays / CTD (fixed depths)<br/>Ocean gliders /CTD<br/>Tagged animals / CTD</p> <p><b>Future observing Elements</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deep Profiling floats (Argo) / Autonomous CTD</li> <li>Global Ocean Acoustic Observing Network / Acoustic transducers</li> </ul> |  |  |

<sup>3</sup> Reguera, B., Alonso, R., Moreira, A., Méndez, S., Dechraoui-Bottein, M.-Y. (Eds). 2016. Guide for designing and implementing a plan to monitor toxin-producing microalgae. 2nd Ed. Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO and International Atomic Energy Agency (IAEA), Paris and Vienna. IOC Manuals and Guides, no. 59. <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002145/214510e.pdf>



|                         |  |  |   |  |   |   |
|-------------------------|--|--|---|--|---|---|
| Surface currents        | Air-sea Flux; Tides; Circulation; Fronts and Eddies; Coastal Shelf exchange processes  |  | Near surface velocity at stated depth, surface geostrophic velocity, nearsurface Ekman currents, tidal currents, Lagrangian drift, Stokes velocity, surface speed | Mass transport, horizontal heat and fresh-water fluxes, surface stress, kinetic energy and kinetic energy flux, upper-ocean turbulent mixing, surface turbulent heat and fresh-water/salt fluxes, air-sea fluxes, advection of oceanic properties (biogeochemical tracers, pollutants, debris, etc.), particle dispersion, larval drift, wave forecasts, Ekman velocities, Stokes drift. | Satellites / Altimetry, Scatterometer Satellites / SAR Mooredings / ADCP, acoustic, point measurements Drifters / Trajectory from, GPS Coastal HFRadar / High frequency radio <b>Future observing Elements</b> Surface Water & Ocean Topography (SWOT) satellite mission / Wide swath altimetry Autonomous Vehicles (gliders, waveriders) / Acoustic Doppler Current Profiler, Drift (Lagrangian)   | Sub-surface temperature and salinity, sea surface height, waves, ocean vector winds |
| Subsurface currents     | Circulation; Fronts and Eddies; Coastal shelf exchange processes; Tides  |  | 3-dimensional velocity components, geostrophic velocities, Ekman currents, tidal currents, quasi-Lagrangian drift, speed,   | Mass transport, heat and fresh-water fluxes, kinetic energy and kinetic energy fluxes, turbulent mixing, Ekman velocities, velocity stream-function, advection of oceanic properties (biogeochemical tracers, pollutants, debris, etc.), particle dispersion, and larval drift   | Mooredings /Acoustic travel time, Mechanical current meters Profiling Floats (Argo) / Float trajectory, hydrography Ocean Gliders / Doppler shift, hydrography, Dead-reckoning Repeat Hydrography / LADPC Doppler shift, SADCOP Doppler Shift, Hydrography (relative velocity –Geostrophic currents) Electromagnetic (floats and fixed cables) / Earth magnetic field <b>Future observing Elements</b> Deep Argo / Float drift Co-ordinated Gliders network / ADCP, hydrography | Sub-surface temperature, salinity and pressure, bottom pressure, bathymetry         |
| Sea surface salinity    | Air-Sea Flux ; Coastal shelf exchange process ; Front and Eddies Riverine  |  | Bulk surface salinity, skin surface salinity, near surface salinity at stated depth   | Evaporation and precipitation estimate for the global ocean; river runoff and glacial and land ice melting rates; sea surface density, alkalinity and pCO2   | Satellites / Radiometry of microwave emissivity Profiling floats (Argo) / SBE Deep Mooredings / Mooredings Repeat Hydrography / CTD /water samples Drifters Underway thersosalinograph VOS/TSG Gliders  | sea surface temperature, sea surface winds, precipitation                           |
| Subsurface salinity     | Water masses ; Sea Level ; Fresh water storage with depth ; Circulation ; Stratification ; Upwelling; Mixed layer ; Coastal shelf exchange process |  | Foundation and bulk SSS   | Ocean freshwater content, ocean freshwater transport subsurface density, mixed layer depth, geostrophic currents/velocities, water mass identities, steric and halosteric sea level  | Profiling floats (Argo Array) / Conductivity Temperature Depth (CTD) Repeat Hydrography / CTD and bottle samples Mooring Arrays / CTD (fixed depths) Ocean gliders /CTD Tagged animals / CTD <b>Future observing Elements</b> Deep Profiling floats (Argo) / Autonomous CTD   |   |
| Ocean surface heat flux |  |  |   |  |   |   |

| EOV             | Phenomena to capture      | Scientific applications   | Sub-variables  | Derived products  | Observing Elements / Sensor(s)/Technique  | Supporting Variables   |
|-----------------|---------------------------|---|--|---|---|--|
| BIOGEOCHEMISTRY | Dissolved Oxygen          | 1. How is the ocean carbon content changing?<br>2. How large are the ocean's "dead zones" and how fast are they changing?<br>3. Is the biomass of the ocean changing?<br>4. How do the eutrophication and pollution impact ocean productivity and water quality?  | Air-sea fluxes of O2; Changes in storage of O2; Extent of hypoxia; Net Community Production & Export (NCP&E) | Net Community Production and Export production (NCP&E), Air-sea O2 fluxes, Improved constraint on atmospheric O2/N2 ratio (partitioning of anthropogenic CO2), Temporal and spatial extent of hypoxic/anoxic regions Net Community Production and Export production (NCP&E), Air-sea O2 fluxes, Improved constraint on atmospheric O2/N2 ratio (partitioning of anthropogenic CO2), Temporal and spatial extent of hypoxic/anoxic regions | Profiling Floats / Optical oxygen sensor Repeat Hydrography / Wet chemistry (Winkler) & Polarographic Mooredings / Optical oxygen sensor Gliders / Optical oxygen sensor & Polarographic Ship-based Time-Series / Wet chemistry (Winkler) & Polarographic (Future Equilibrator inlet mass spectrometry) Ship Of Opportunity / Optical oxygen sensor                   | Temperature (T), Salinity (S), Wind speed, Mixed Layer Depth (MLD), Stratification   |
|                 | Inorganic macro nutrients | 1. How is the ocean carbon content changing?<br>2. How large are the ocean's "dead zones" and how fast are they changing?<br>3. What are rates and impacts of ocean acidification?<br>4. Is the biomass of the ocean changing?<br>5. How do the eutrophication and pollution impact ocean productivity and water quality? | Nitrate (NO3), Phosphate (PO4), Silicon (Si), Ammonium (NH4), Nitrogen dioxide (NO2)                         | Quasi-conservative tracers such as N* and NO etc.,  | Ship Of Opportunity / Bottle sampling, continuous flow Repeat Hydrography / Bottle sampling, continuous flow Ship-based Time-Series / Bottle sampling, continuous flow <b>Future</b> Profiling Floats / UV spectrophotometry Surface Gliders & Drifters / UV spectrophotometry Subsurface Mooredings / UV spectrophotometry Subsurface Gliders / UV spectrophotometry | Temperature (T), Salinity (S), Dissolved Oxygen (O2), Transient Tracers (TT), Chlorophyll-a concentration (CHL), Composition of phyto- and zooplankton |

|   |   |  |   |  |   |   |
|---|---|--|---|--|---|---|
| Carbonate System                            | Net Air-sea Fluxes of CO <sub>2</sub> ; Interior Storage of Carbon; Ocean Acidification; Net Community Production; Export Production  | 1. How is the ocean carbon content changing?<br>2. How large are the ocean's dead zones and how fast are they growing?<br>3. What are rates and impacts of ocean acidification?<br>4. Is the biomass of the oceans changing?   | Dissolved Inorganic Carbon (DIC), Total Alkalinity (TA), Partial pressure of carbon dioxide (pCO <sub>2</sub> ) and pH; [At least <b>two of the four Sub-Variables are needed.</b> ]  | Saturation state (aragonite, calcite), Dissolved carbonate ion concentration, Air-sea flux of CO <sub>2</sub> , Anthropogenic carbon, Change in total carbon | Ship Of Opportunity / Equilibrator, Permeable membrane, Infrared, CRDS Repeat Hydrography / Benchtop instruments<br>Surface Moorings / Equilibrator, Permeable membrane<br>Drifters / Spectrophotometric Ship-based Time-Series / Titration, equilibrator<br><b>Future</b><br>Profiling Floats / Spectrophotometry; Variety of sensors are being developed<br>Surface gliders / Spectrophotometry & Equilibrator Very dynamic field, variety of sensors are being developed<br>Subsurface moorings / Permeable membrane; Very dynamic field, variety of sensors are being developed<br>Subsurface gliders / Spectrophotometry ; Very dynamic field, variety of sensors are being developed<br>Extended Ships Of Opportunity / DIC (Nondispersive Infrared Detector, Cavity Ring-Down Spectroscopy?); pCO <sub>2</sub> (Equilibrator); pH (Permeable membrane); Total Alkalinity (Titration) | Temperature (T), Salinity (S), Wind speed, Atmospheric column-averaged dry air mole fraction of CO <sub>2</sub> (xCO <sub>2</sub> ), Barometric pressure (P), Oxygen (O <sub>2</sub> ), Nutrients, Calcium concentration, Transient tracers, Oxygen to argon ratio (O <sub>2</sub> /Ar)   |
| Transient tracers                           |   |  |   |  |   |   |
| Suspended particulates                      | Reservoir of organic carbon/eutrophication; Variations and secular trends in organic carbon reservoir; Ocean Acidification impacts on PIC production / inventory; Net Community Production (NCP); POC transport; CaCO <sub>3</sub> transport; Bsi transport | Q 1.1. How is the ocean carbon content changing?<br>Q 1.2. How does the ocean influence cycles of non-CO <sub>2</sub> greenhouse gases?<br>Q 2.1. How large are the ocean's "dead zones" and how fast are they changing?<br>Q 2.2. What are rates and impacts of ocean acidification?<br>Q 3.1. Is the biomass of the ocean changing?<br>Q 3.2. How do the eutrophication and pollution impact ocean productivity and water quality? | Particulate Organic Matter (POM), Particulate Organic Carbon (POC), Particulate Organic Nitrogen (PON), Particulate Organic Phosphorus (POP), Particulate Inorganic Carbon (PIC), Beam attenuation, backscatter, acid-labile beam attenuation, Particulate Matter Transport (organic and inorganic), Particulate Organic Carbon (POC) export, Calcium Carbonate (CaCO <sub>3</sub> ) export, Biogenic Silica (BSi) export | Particulate export flux  | Ships Of Opportunity/Optical Gliders/Optical Moorings/Optical Profiling/ Optical Floats/Optical Satellites/Optical Ship-based Sampling/Lab Shallow Sediment Traps/LOPC, UVP, transmissiometer<br>Optical methods on various platforms/ ?<br><b>Future</b><br>Profiling Floats/LOPC, transmission meter, (UVP?)<br>Moorings/LOPC, transmission meter, (UVP?)   | Temperature (T), Salinity (S), Inorganic Macro Nutrients, Ocean colour, Chlorophyll-a concentration (CHL), Nutrient fluxes including nitrate, phosphate, and silicic acid fluxes (new production), Dust deposition , Primary production (gross, net), Regenerated production, Dissolved oxygen excess, Total alkalinity, Mixed Layer Depth (MLD), Wind speed, Diapycnal eddy diffusion across the mixed layer |
| Nitrous oxide                               |   |  |   |  |   |   |
| Stable Carbon Isotopes                      |   |  |   |  |   |   |
| Dissolved organic carbon                    | Export of DOC from euphotic zone; Removal rates of DOC fractions  | 1. How is the ocean carbon content changing?<br>2. What are rates and impacts of ocean acidification?<br>3. Is the biomass of the ocean changing?<br>4. How do the eutrophication and pollution impact ocean productivity and water quality?   |   | Global inventories and distribution of DOC, Contribution to net community production and to carbon export, Nutrient supply in oligotrophic systems           | Repeat Hydrography / High temperature detection with Nondispersive Infrared Detector<br>Ship-based Time-Series / High temperature detection with Nondispersive Infrared Detector  | Dissolved Organic Nitrogen (DON), Dissolved Organic Phosphorus (DOP), Temperature (T), Salinity (S), Dissolved Inorganic carbon, nitrogen, and phosphate, Dissolved oxygen (O <sub>2</sub> ), transient tracers such as chlorofluorocarbons (CFCs), Particulate Organic Carbon (POC), Particulate Organic Nitrogen (PON)  |
| Ocean Colour (Spec Sheet under development) |   |  |   |  |   |   |

| EOV                                 | Phenomena to capture   | Scientific applications  | Sub-variables  | Derived products   | Observing Elements / Sensor(s)/Technique   | Supporting Variables   |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Phytoplankton biomass and diversity | Timing and location changes of biomass, primary production hotspots, and diversity/functional groups (including blooms) for coastal and offshore ecosystems; Status & Trends ; Phenology; Role in transport/cycling of elements ; Occurrence of HABs | 1. What are the causes for specific phenologies and bloom types?<br>2. How are ocean productivity and diversity modulated by climate change?<br>3. What are the impacts of primary production changes on higher trophic levels?<br>4. What is the relationship between primary production and food security and is it changing?<br>5. Are HAB events increasing in frequency | Hydrography and biogeochemical EOVS (Temperature, Salinity, dissolved; oxygen; inorganic nutrients including nitrate, nitrite, ammonia, silicate; dissolved inorganic and organic carbon parameters), Zooplankton and ichthyoplankton biomass and diversity ; vertical particle fluxes, carbon and energy budget ecosystem models, Biological EOVS (e.g. fish and mammal health), human health impacts | Satellite / Ocean Color Phytoplankton Functional Types -Diversity indices : Species richness ; Species evenness ; other<br>- Harmful or beneficial algal bloom indices, including Harmful Algal Events<br>- Biogeography / spatial distribution<br>- Primary production and carbon and nutrient cycling, storage, and export | Ships / Physiology (e.g. triple-oxygen, oxygen-argon, variable fluorescence)<br>Autonomous Platforms / Fluorescence Direct measurement of cells, genomics (e.g. IFCB, ESP); Optical proxies<br>Monitoring Networks (e.g. HAEDAT) / Microscopy, Pigments, Genomics, Optical proxies<br><b>Future</b><br>High spatial/spectral/temporal resolution remote sensing/Ocean Color Spectrometry, LIDAR Satellite-derived physical oceanography EOVS<br>Autonomous Imaging Technology / Imaging flow cytometry; automated imaging<br>Autonomous Toxin Analysis / Wet Chemistry<br>Autonomous Genomic Sensors / Genomic | - Nutrients [type, concentration, to place biomass/productivity in context]<br>- Temperature, Salinity, oxygen, dissolved inorganic carbon parameters (pCO <sub>2</sub> , pH, alkalinity) [for biomass/productivity]<br>- Particulate organic matter concentration [for biomass/productivity]<br>- Total suspended organic matter concentration [for biomass/productivity] |

|   |   | or spatial location/extent ?  | (toxicity, respiratory problems)   |  | methods (PCR, sequencing, etc)   | - Bio-optical variables (remote sensing reflectance, absorption coefficients) |
|---|---|---|--|--|--|---|
| Zooplankton biomass and diversity                         | Phenology ;<br>Biogeographical shift ;<br>Ecological regime shift (species to assemblage scale) ; Ocean productivity ; Carbon sequestration | 1. What is the current status of life in the ocean?<br>2. How is life in the ocean changing?<br>3. What are the natural and anthropogenic drivers of changing life in the oceans?<br>4. How does the changing life in the ocean affect ecosystem function, (health and services)? | Temperature, Phytoplankton biomass and diversity, Currents, Physical & BGC & biological EOvs | - geographical distributions by taxon or functional group - life history timing<br>-- community size structure | <p>methods (PCR, sequencing, etc)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Taxonomic (Microscopy, Flow Cytometry*, Imaging Flow)</li> <li>- Genomic (transcriptomics, genomics, population genotypes)</li> <li>- Functional (HPLC, Bio-Optics including remote sensing, Biogeochemical, Flow Cytometry*)</li> </ul> <p><b>Current Observing networks</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Microscopic analysis of preserved samples</li> <li>- Video Plankton Recorder, Zooscan, Flowcam etc.</li> <li><b>GACS (enhanced CPR/molecular)</b></li> <li>- Metagenomics</li> <li>- Water sampler</li> </ul> <p><b>Autonomous Platforms and Sensors</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- Water sampler</li> <li>-- Optical - Acoustic -</li> </ul> | Physical & BGC EOvs<br>Temperature<br>Phytoplankton biomass and diversity     |
| Fish abundance and distribution                           |   |   |  |  |  |   |
| Marine turtles, birds, mammals abundance and distribution |   |   |  |  |  |   |
| Live coral  |   |   |  |  |  |   |
| Seagrass cover  |   |   |  |  |  |   |
| Macroalgal canopy   |   |   |  |  |  |   |
| Mangrove cover  |   |   |  |  |  |   |

DRAFT

### Annexe 3. Programme de l'atelier.

**Thème de l'Atelier:** Développement des produits et services opérationnels océanographiques de suivi, de prévision et d'alerte répondant aux besoins des décideurs et acteurs du secteur halieutique

**Objectifs de l'atelier:**

- Coordination et moyens de coopération en vue du renforcement du système d'observation côtiers des instituts de recherche de la région ouest africaine
- Restituer les conclusions de l'atelier lors du Salon Halieutis à l'occasion de la conférence scientifique du 16 février 2017.

**Lieu de l'atelier:** Agadir (Hotel PALAIS DES ROSES et Salon Halieutis)

| <b>Journée du Mardi 14 Février 2017 (MATIN)</b>  |  |
|--|--|
| <b><u>Lieu de la réunion:</u> Hotel Palais des Roses - Agadir</b>                          |  |
| <b><u>Matinée:</u> Océanographie opérationnelle et Environnement Marin (Maroc)</b>         |  |
| <b>8h30 - 9h00</b>   | <b>Arrivée et inscription des participants</b>   |
| <b>9h00 – 9h10</b>   | <b><u>Ouverture de l'atelier</u></b><br>Mot d'ouverture de Monsieur le Directeur Général de l'INRH et Président du RAFISMER (ou de son représentant) |
| <b>9h10-9h20</b><br><b>K. Hilmi</b>  | Présentation des objectifs de l'atelier et déroulement de l'atelier  |
| <b>9h20-9h50</b>   | <b><u>Pause café</u></b>   |
| <b><u>Modérateur: S. Kifani (INRH)</u></b>   |  |
| <b>9h50 - 10h10</b><br><b>Hilmi Karim (INRH)</b>   | Stratégie de l'océanographie opérationnelle au Maroc   |
| <b>10h10 - 11h00</b><br><b>Ahmed Makaoui/Omar Ettahiri (DO/INRH)</b>                       | Monitoring océanographique opérationnel à l'INRH (Volets physique et biologique)   |
| <b>11h00- 11h20</b><br><b>Samir Benbrahim (DQSMM/INRH)</b>                                 | Stratégie de surveillance de la pollution marine   |
| <b>11h20- 11h40</b><br><b>Ali Benhra (DQSMM/INRH)</b>                                      | Ecotoxicologie: outil de diagnostic précoce et de surveillance de la pollution marine  |
| <b>11h40-12h00</b><br><b>Ibtissam Ennafah (DQSMM/INRH)</b>                                 | Le phytoplancton marin: un monde microscopique en émergence  |
| <b>12h00-12h30</b>   | Questions et discussions   |
| <b>12h30-14h30</b>   | <b>Pause Déjeuner</b>  |
| <b><u>MARDI 14 FEVRIER (APRES MIDI)</u></b>  |  |
| Mise en place d'un réseau d'observation scientifique côtier pour les instituts du RAFISMER |  |

|  |   |
|--|---|
| 1) Faisabilité et choix technologiques<br>2) Coopération scientifique<br>Modérateurs: S. KIFANI (INRH)/K. Hilmi (INRH)   |   |
| 14h30-15h00<br><b>Pedro Velez Belchi (IEO)</b>   | IEO observations in NW frica  |
| 15h00-15h30<br><b>Abdelali El Moussaoui (MERCATOR OCEAN)</b>   | Produits Mercator Océan / CMEMS : quelles applications pour la façade Ouest-Africaine ? |
| 15h30-16h00  | Pause Café  |
| 16h00-18h00  | Table ronde   |
| <b>18h00</b>   | <b>Fin de la première journée</b>   |
| <b>Journée du mercredi 15 Février 2017</b><br><br><b><u>Lieu de la réunion</u> : HOTEL PALAIS DES ROSES</b><br><br><b>Thème de la journée : MISE EN PLACE DU RESEAU OPERATIONNEL DU RAFISMER</b> |   |
| <b>8h30 - 9h00</b>   | <b>Arrivée des participants RAFISMER et INRH</b>  |
| <b>9h00-9h30</b>   | <b>Pause café</b>   |
| <b>Modérateur: S. Kifani</b>   |   |
| <b>9h30 - 11h30</b>  | Présentations des activités en océanographie des institutions du RAFISMER               |
| <b>11h30 - 13h30</b>   | Table ronde et discussions  |
| <b>13h30-15h30</b>   | <b>Pause Déjeuner</b>   |
| <b>15h30</b>   | <b>Fin de la deuxième journée de l'atelier et participation au Salon Halieutis</b>      |

**AUTRES TYPES D'ACTIVITES SCIENTIFIQUES TENUES EN MARGE DU SALON HALIEUTIS :**

- Les 16 et 17 février 2017 consacrées aux conférences scientifiques du Salon
- Dans le cadre du partenariat Scientifique entre Mercator Océan et Halieutis, Mercaor Océan organise le 17 Février 2017 une journée MERCATOR OCEAN/COPERNICUS
  - Matinée : Conférences COPERNICUS
  - Après midi : formation au profit des participants du RAFISMER sur les produits océanographiques opérationnels dédié au continent africain libres d'accès et non payants à la communauté scientifique.
- Visite des stands de l'INRH le 18 février 2019

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Dimanche 19 février 2017</b> | <b>Départ des participants d'Agadir</b> |
|---------------------------------|---|



## Annexe 4. LISTE DES PARTICIPANTS/ LIST OF PARTICIPANTS

### ANGOLA

M. Camarada Teodoro  
Head of Department of Limnology & Inland Fishery Ressource  
INP  
Tél: +244948564520 Fax:  
Email: tcamarada805@gmail.com  
Adresse : Lrecorder- rue Morthala Mohamed

### BÉNIN

M. Cossi Georges Epiphane DEGBE  
Chercheur à l'Institut de Recherches Halieutiques et Océanologiques du Bénin  
Tél: +29995056921 Fax:  
Email: gdegbe@yahoo.fr  
Adresse : CBRSI/MESRS Dédokgo Akpakpa Cotonou

### CAMEROUN

#### M. Jules Romain NGUEGUIM

Chef de Station spécialisée de recherche halieutique et océanographique de Limbé  
Chargé de Recherche  
Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD)  
BP 77 Limbe (Cameroun).  
Tél (Cameron): 00237677759062  
Email : [njules\\_romain@hotmail.com](mailto:njules_romain@hotmail.com)

### CONGO

M. AKENZE Tite Romuald  
Directeur de la Pêche Maritime  
Direction Générale de la pêche et de l'Aquaculture  
Tél: + (242) 05-56-91473 Fax:  
Email: akenze\_tite@yahoo.fr  
Adresse : 15 eme étage de la Tour Nabemba porte 1512

### COTE D'IVOIRE

M. Koné Vamara  
Vamara KONE  
Chargé de Recherche  
Centre de Recherches Océanologiques (CRO)  
Tél: +225 58 46 33 36 / +225 01 74 64 67 Fax:  
Email: Kvamara@hotmail.com  
Adresse :29 rue des pêcheurs BPV 18 habidjan Côte d'Ivoire

### GABON

M. MVE BEH Jean Hervé  
Laboratoire d'hydrobiologie du centre Nationale de la Recherche Scientifique et Technologie  
(CENAREST)  
Attaché de recherche  
Tél: (241) 07541827 Fax:  
Email:mormyre69@gmail.com  
Adresse :Institut de Recherche Agronomique et Forestière . BP 2246 libreville

## **GAMBIE**

M. Ebou Mass Mbye  
Fisheries Department  
Head of Monitoring, control & surveillance (MCS)  
Tél: 00-220-9944789/00-220-7944789 Fax:  
Email: [emmbye@gmail.com](mailto:emmbye@gmail.com)  
Adresse :6, Marina Parade, Banjul, the Gambia.

## **GUINEE**

### **Mr Idrissa Lamine BAMY**

Ph.D Hydrobiologie, Directeur Général  
Centre National des Sciences  
Halieutiques de Boussoura (CNSHB)  
Tél: +224 622 02 68 22/+224 657 78 05 60 Fax:  
BP: 3738/ Conakry Rep. Guinée  
MA 500 corniche Sud Boussoura  
Email: [ibamy@gmx.com](mailto:ibamy@gmx.com)

### **Mr Camara Sékou**

Chef Département Pêche Continentale et Aquaculture  
Centre National des Sciences  
Halieutiques de Boussoura (CNSHB)  
Tél: +224 620 724159/+224 664 298007 Fax:  
Email: [mariamasekou@gmail.com](mailto:mariamasekou@gmail.com)

## **GUINEE BISSAU**

M. Hermenegildo d'Oliveira ROBALO Júnior  
Directeur du Laboratoire National de Contrôle de la Qualité  
des Produits de la Pêche, de Haute Bandim  
Tél: + 2455562399 Fax:  
Email: [giroj@hotmail.com](mailto:giroj@hotmail.com)  
Adresse : Av. Amilcar CABRAL, CP 102, BISSAU, GUINE – BISSAU

## **GUINEE EQUATORIALE**

Mme Ernestina BECHENG MICO NGUI  
Technicienne de la Pêche  
Direction Générale de la Pêche et de la Pisciculture  
Email: [Chuspi79@yahoo.es](mailto:Chuspi79@yahoo.es)

## **MAROC**

### **Mr Abdelmalek FARAJ, Président du RAFISMER**

Directeur de l'Institut National de Recherche Halieutique (INRH)  
Bd Sidi Abderrahmane 2 Aïn Diab  
Casablanca-20180 Maroc  
Tél. : 00212 5 22 39 73 85 - Fax : 00212 5 22 39 73 88  
E-mail : [faraj@inrh.ma](mailto:faraj@inrh.ma)

## **MAURITANIE**

### **Bambaye Hamady**

Océanographe à l'Institut Mauritanien de Recherches

Océanographique et des Pêches (IMROP)

B.P. 22 Nouadhibou

Email : bambayeh@yahoo.fr

Tél: +222 22421048 Fax: +222 45745081

## **NIGERIA**

M. Pwaspo Istifanus Emmanuel

Deputy Director Fisheries ( Aquaculture)

Federation Department of fisheries, Abuja, Nigeria

Adresse :Federal Dept of fisheries, FMARD, Area 11, Garli,Abuja- Nigeria .

Tél: +2348055270539,+2348086513181

Email: isti\_Pwaspo@yahoo.com

## **SENEGAL**

### **Moustapha DEME**

Chercheur Economiste

BP 2241, CRODT, Dakar, Sénégal

Phone : (221) 77 632 50 27

Fax : (221) 33 832 82 62

E-mail : moustapha.deme@gmail.com

## **Experts invités**

## **COMHAFAT /ATLAFCO**

### **M. Atsushi ISHIKAWA**

Expert de pêche

Tél: +212 642 96 66 72

Email: ab15@ruby.ocn.ne.jp

### **M. Patrice BREHMER**

Coordinateur du Projet AWA

Core Theme Leader Projet PREFACE

IRD UMR 195, DPT OCEAN

Email: [patrice.brehmer@ird.fr](mailto:patrice.brehmer@ird.fr)

Tél: +221781221615 Fax: +221338328995

## **Institut de Recherche pour le Développement (IRD)**

### **M. Ghani CHEBBOUNI**

Représentant de l'Institut de Recherche pour le Développement  
(IRD) à Rabat

15 rue Abou Derr - BP 8967 - 10 000 Rabat Agdal- Maroc

Email: [ghani.chebbouni@ird.fr](mailto:ghani.chebbouni@ird.fr)

Tél: +212537 67 27 33/12 66

**M. Velez-Belchi Pedro**

Rechercher of Spanish Institute of Oceanography  
( Instituto Espaniol de Oceanografia)

Tél: + 34609126784

Email: [pedro.velez@oceanografia.es](mailto:pedro.velez@oceanografia.es)

**MERCATOR OCEAN**

Mme Cecile-Thomas Cercas

Mr Abdelali ElMoussaoui

Email : [cecile.thomas-cercas@mercator-ocean.fr](mailto:cecile.thomas-cercas@mercator-ocean.fr)

[Abdellali.elmoussaoui@mercator-ocean.fr](mailto:Abdellali.elmoussaoui@mercator-ocean.fr)

Sites web

[www.mercator-ocean.fr](http://www.mercator-ocean.fr)

marine.copernicus.eu

**INRH****Mme Souad KIFANI**

Coordonnatrice du Comité Scientifique de l'INRH

Institut National de Recherche Halieutique

Tél. : 00212 5 22 944073- Fax : 00212 5 22 39 73 88

E-mail : [kifani@inrh.ma](mailto:kifani@inrh.ma)

**Mr. Mohamed NAJH**

Chef du Centre Régional de l'INRH à Agadir

Tél. : 05 28 84 81 35 - Fax : 05 28 84 81 29

E-mail : [najhmohamed@yahoo.fr](mailto:najhmohamed@yahoo.fr)

**Mme Naima BOUM'HANDI**

Chef du Centre Spécialisé de Valorisation et de Technologie  
des Produits de la Mer de l'INRH à Agadir

Tél. : 05 28 84 81 35 - Fax : 05 28 84 81 29

E-mail : [nboumhandi@yahoo.fr](mailto:nboumhandi@yahoo.fr)

**Mr. Karim HILMI**

Chef du Département d'Océanographie et d'Aquaculture

Institut National de Recherche Halieutique

Tél. : 00212 5 22 944073/661 330439- Fax : 00212 5 22 39 73 88

E-mail : [hilmi@inrh.ma](mailto:hilmi@inrh.ma)/[karimhilmii15@gmail.com](mailto:karimhilmii15@gmail.com)

**Mr. Samir BENBRAHIM**

Chef du Département Qualité et Salubrité du Milieu Marin

Institut National de Recherche Halieutique

Tél. : 00212 5 22 944073- Fax : 00212 5 22 39 73 88

E-mail : [benbrahim@inrh.ma](mailto:benbrahim@inrh.ma)

**Mr. Mohammed MALOULI IDRISI**

Chef du Département des Ressources Halieutiques

Institut National de Recherche Halieutique

Tél. : 00212 5 22 944073- Fax : 00212 5 22 39 73 88

e-mail : [malouli@inrh.ma](mailto:malouli@inrh.ma)

**Mr. Omar ETTAHIRI**

Chef de l'URD Océanographie  
Institut National de Recherche Halieutique  
Tél. : 00212 5 22 944073- Fax : 00212 5 22 39 73 88  
E-mail : [ettahiri@inrh.ma](mailto:ettahiri@inrh.ma)

**Mr. Ali BENHRA**

Chef de l'URD Etude des Polluants Chimiques  
Institut National de Recherche Halieutique  
Tél. : 00212 5 22 944073- Fax : 00212 5 22 39 73 88  
E-mail : [abenhra@hotmail.com](mailto:abenhra@hotmail.com)/[benhra@inrh.ma](mailto:benhra@inrh.ma)

**Mr. Mohamed ID HALLA**

Chef de l'URD Aquaculture et Ressources Littorales  
Institut National de Recherche Halieutique  
Tél. : 00212 5 22 944073- Fax : 00212 5 22 39 73 88  
E-mail : [idhalla@inrh.ma](mailto:idhalla@inrh.ma)

**Mme Btissam ENNAFFAH**

Chef de l'URD des contaminants Biologiques  
Institut National de Recherche Halieutique  
Tél. : 00212 5 22 944073- Fax : 00212 5 22 39 73 88  
E-mail : [ennaffah@inrh.ma](mailto:ennaffah@inrh.ma)/[bennaffah16@gmail.com](mailto:bennaffah16@gmail.com)

**Mr. Ahmed Makaoui**

Chef du Laboratoire Océanographie Physique  
Institut National de Recherche Halieutique  
Tél. : 00212 5 22 944073- Fax : 00212 5 22 39 73 88  
E-mail : [makaoui@inrh.ma](mailto:makaoui@inrh.ma)