



Deuxième Atelier national Couleur de l'océan Compte-rendu des sessions

Session 1 – Mission, Algorithmique et activités Cal/Val

Animateurs : Bertrand Fougnie (CNES) et Cédric Jamet (LOG)

Les discussions portaient sur les thèmes liés à la définition des Missions (en particulier géostationnaire), les développements et performances algorithmiques, ainsi que les activités de cal/val nécessaires. Les principaux objectifs plus spécifiquement liés à cette session et aux discussions associées étaient de :

- donner un état des lieux des études sur la couleur de l'océan en orbite géostationnaire et sur le groupe mission OCAP1
- récolter et synthétiser les besoins de la communauté pour les exposer aux agences spatiales

Au cours de la session de présentation, 12 sujets ont couvert les différents aspects énoncés dans le titre de la session, à savoir les aspects mission, les recherches algorithmiques, ainsi que les activités Cal/Val (voir programme de l'atelier). Trois présentations ont abordé les aspects liés à l'observation de la couleur de l'océan depuis l'orbite géostationnaire à partir des missions OCAP1 et GOCI, mais aussi SEVIRI. Deux présentations ont cherché à comparer les résultats obtenus par différents algorithmes de correction atmosphériques ou par différents capteurs. Deux présentations illustraient comment les corrections atmosphériques pouvaient être traitées à partir d'information bidirectionnelle polarisée (basée sur PARASOL) et à partir du spectre observé et analysé à travers ses composantes principales. Une application sur l'étude du fond marin s'appuyait en particulier sur des images à haute résolution spatiale. Une autre application s'intéressait à l'extraction du signal de fluorescence en milieu côtier. Les premiers résultats d'un système de mesure de luminance sous-marine ont été présentés. Enfin coté cal/val, les apports du 3ème retraitement MERIS ont été soulignés ainsi que l'héritage et les perspectives pour le réseau de radiomètres SIMBADA.

La session de discussion qui s'est déroulée le lendemain, était conjointe avec la session de discussion liée à la session « Portail couleur de l'océan et outils pour la communauté ». En particulier, les discussions autour du service démonstratif Kalicôtier, concernaient directement les 2 sessions comme on le verra plus loin.

1. Les aspects géostationnaires

L'un des objectifs de la session consistait à faire un état des lieux sur les aspects liés aux observations géostationnaires. Ce sujet a déjà fédéré une bonne partie de la communauté Française autour de la proposition OCAPI faite dans le cadre EarthExplorer de l'ESA (non retenue), mais pour laquelle il a été recommandé de poursuivre l'effort. Coté CNES, une phase 0 (GéOcap) a pris le relais. Sans attendre ces futures missions, l'existence de données satellite GEO à travers SEVIRI (estimation de sédiment) et GOCI (couleur de l'eau au sens plus large), permet déjà de débiter un bon nombre d'analyses, de développer de nouvelles approches, mais également de préciser encore un peu plus les entrées nécessaires à une future mission OCAPI. En particulier, la modélisation spécifique du signal observé, mais aussi les complexités qui apparaissent et qui sont liées aux très grandes masses d'air rencontrées et qui engendrent de sérieuses difficultés dans les algorithmes de traitement pour les hautes latitudes, sont à poursuivre (e.g. erreurs induites par l'utilisation de code en géométrie plan-parallèle).

Dans ce cadre, il est identifié que de favoriser la disponibilité des données GOCI au sein de la communauté permettrait de développer l'activité. Ces données sont pour le moment difficiles à obtenir. C'est un besoin que le GIS-COOC doit essayer de couvrir par exemple par l'intermédiaire d'un accord inter-agences CNES-KORDI.

Une meilleure information et coordination des études conduites sur ces thématiques permettrait d'éviter certaines redondances, mais surtout de favoriser la complémentarité des analyses. L'Atelier National constitue de ce point de vue un vecteur d'information intéressant. Il est finalement mentionné que le groupe mission OCAPI tel qu'il a été initié pour la proposition Earth Explorer n'est pas limitatif et que tout acteur qui se sent concerné par cette mission est le bienvenu au sein de ce groupe. Toutefois, notons que ce groupe mission est plutôt en attente depuis la non-sélection d'OCAPI dans le cadre de Earth-Explorer, faute de nouvelle opportunité.

2. Variation des sources de données pour favoriser les progrès

Plusieurs présentations ont illustré des approches intéressantes ou nouvelles à partir de capteurs autres que ceux de la famille SeaWiFS/MERIS/MODIS, 3 capteurs complètement dédiés et adaptés à l'observation de la couleur de l'océan. On a pu voir comment les données SEVIRI pouvaient être utilisées pour l'estimation et le suivi des sédiments, les données polarimétriques de PARASOL pour l'amélioration des corrections atmosphériques, les données haute-résolution spatiales SPOT pour les aspects études en zones côtières.

Le service expérimental Kalicôtier, en cours de définition et de mise en place par le GIS-COOC, consistera à mettre à disposition pour quelques sites tests (à définir) toute l'information disponible dans le but de faciliter les analyses en tout genre (voir aussi CR session 3). Assez naturellement, beaucoup de remarques ont suggéré d'élargir le set de mesures disponibles et qui est actuellement limité en phase d'initialisation à la donnée MERIS pleine résolution 300m. Les idées suivantes ont été évoquées :

- la donnée de niveau 1 en plus de celle de niveau 2 (ce qui est déjà le cas dans Kalicôtier)
- la donnée altimétrique (niveau de la mer)
- la température de surface (SST)
- les observations couleur de l'océan MODIS (masque nuage raffiné, observation de l'après-midi, bandes SWIR)

- les données AATSR d'Envisat (information SWIR, conditions quasi-identiques à MERIS)
- le produit aérosol MODIS de la chaîne atmosphère (utilité en zone côtière)
- les sorties de modèles (par exemple MyOcean)
- les données mentionnées ci-dessus : PARASOL, SEVIRI, SPOT-Pleiades
- des niveaux 2 expérimentaux (algorithmes testés dans ODESA)
- et bien sûr les données in-situ disponibles sur ces sites

Toutes ces données, utilisées comme données primaires (directement utilisées par l'algorithme) ou secondaires (utilisées pour valider ou interpréter), doivent permettre non seulement de favoriser les progrès algorithmiques par l'apport de nouvelles informations, mais aussi de susciter de nouvelles utilisations. Cette réflexion doit être poursuivie par le GIS-COOC et des priorités en fonction des difficultés techniques seront à définir.

4 ou 5 sites pilotes doivent être définis dans Kalicôtier. Des sites en Manche, Golfe de Gascogne et Golfe du Lion semblent pouvoir concerner un maximum d'utilisateur. La possibilité de disposer d'un site accessible par GOCI a été évoquée. Cela pourrait ainsi grandement profiter aux développements liés aux aspects géostationnaires mentionnés ci-dessus.

3. Développements algorithmiques en milieu côtier

Comme c'était déjà le cas dans cette session lors de l'Atelier National en 2011, plusieurs présentations ont abordé de nouvelles approches quant aux aspects liés à la correction atmosphérique, celle-ci étant d'autant plus complexe et difficile que l'on se rapproche du milieu côtier. Des comparaisons entre les différents algorithmes opérationnels ont aussi été présentées.

En milieu côtier, l'intérêt de disposer de bandes dans le SWIR (1,6 ou 2,2 microns) peut paraître acquis. Pourtant, il semble ne pas forcément y avoir de consensus au sein de la communauté et, bien que plusieurs études existent sur le sujet, la démonstration n'est peut-être pas complètement aboutie (aspect utilisation d'une information spectrale plus large plutôt qu'extrapolation pure du SWIR vers le VIS). La discussion s'est ensuite élargie avec un constat un peu similaire concernant l'intérêt de disposer de N bandes spectrales plutôt que d'une information hyperspectrale (partielle ou complète) ou plus généralement sur la façon d'optimiser l'information spectrale.

Toujours en milieu côtier, la comparaison des algorithmes montre que l'efficacité d'un algorithme à l'échelle globale n'est pas simple. L'approche de régionalisation est souvent une issue envisagée. D'un autre côté, certaines applications qui utilisent des produits couleur de l'océan ont besoin de la connaissance de l'erreur sur le produit, peut-être plus que de la précision en absolu. La question de savoir s'il est nécessaire (au sens possible) de poursuivre les efforts sur les corrections atmosphériques en milieux côtiers a donc été posée à l'assemblée. Il semble clair que beaucoup d'amélioration sont encore à venir et que des progrès vont être faits. En particulier, l'utilisation d'un jeu de données plus riche (voir ci-dessus à travers Kalicôtier) est une piste à poursuivre. Il est aussi rappelé que l'amélioration de la qualité des mesures in-situ doit accompagner celle des algorithmes (voir les démarches proposées par le GIS-COOC suite à l'Atelier 2011 : recensement du parc d'instruments, sessions de formation).

Session 2 – Applications et valorisations

Animateurs : Annick Bricaud (excusée), Eric Dombrowsky et David Doxaran (remplaçant Annick Bricaud)

La session, organisée en deux parties et ponctuée par une brève introduction de la table ronde par Messieurs J.-C. Pomerol (président du conseil du GIS COOC) et J. Leonetti (maire d'Antibes, député des Alpes Maritimes et Ministre chargé des affaires Européennes) a consisté en une première série de 4 présentations principalement axées sur (i) les activités biogéochimiques en lien avec l'océanographie opérationnelle (Mercator Océan), (ii) l'assimilation des données de couleur de l'eau et (iii) le projet MACROES qui regroupe des efforts en France sur la question des écosystèmes marins.

La seconde partie a regroupé principalement des présentations d'applications scientifiques réalisées dans les laboratoires par des équipes de recherche, ainsi qu'une revue de l'utilisation de la couleur de l'eau pour les directives européennes.

1. Mercator Océan et l'océan vert

La première présentation (M. Gehlen et al.) a concerné le projet Mercator Vert II, projet de la communauté scientifique (cadre Groupe Mission Mercator Coriolis, GMMC), qui sera soutenu sur 3 ans par Mercator Océan. Ce projet sera mené dans la continuité d'actions GMMC passées (BIONUTS et Mercator Vert) entamées depuis 2003. L'objectif long terme de cette série de projet est de bâtir au sein de Mercator Océan une réelle capacité de suivi et de prévision de la biogéochimie marine.

La seconde (A. El Moussaoui et al.) a présenté de façon plus spécifique, (i) le système mis en place à Mercator Océan de suivi de la biogéochimie marine. Résultat principal de l'initiative Mercator Vert dont il a été fait état plus haut, ce système développé et mis en œuvre produit une estimation actualisée chaque semaine de l'état biogéochimique de l'océan. Ce système est basé sur la mise en œuvre du modèle PISCES à 1° global couplé (offline avec dégradation de résolution horizontale) avec la physique opérationnelle de Mercator Océan au ¼°, et (ii) les travaux réalisés à Mercator Océan sur la paramétrisation de la pénétration du flux solaire en utilisant les données de couleur de l'eau (transparence). Ces travaux montrent un impact important de la prise en compte de cette transparence, et donc des mesures de couleur de l'eau, à l'échelle globale et régionale.

Ces deux présentations ont mis en évidence les limitations actuelles de la modélisation de la biogéochimie marine, en particulier sur la zone équatoriale en couplage avec une physique qui assimile des données. La question de la précision des produits de couleur de l'eau a été soulevée également et est un point important pour ce type d'application.

2. Assimilation des observations de couleur de l'eau

La présentation suivante (C. Fontana et al.) a donné une vision des problématiques liées à l'assimilation des données de couleur de l'eau dans les modèles de biogéochimie, à l'échelle globale et locale. Cette présentation a mis en évidence la dispersion de la qualité des produits de couleur de l'eau selon les algorithmes employés, a soulevé la question de l'échantillonnage temporel et de la présence de nuages qui se traduit différemment lorsqu'on regarde l'échelle globale ou de bassin (présence systématique de trous dans les données) ou locale (absence totale d'observation pendant les périodes nuageuses), et a noté la nécessité de compléter les observations spatiales de couleur de

4

l'eau de surface par des mesures in situ (les profileurs Bio ARGO ont été cités) permettant d'accéder à la dimension verticale (profondeur).

3. Projet MACROES

La quatrième et dernière intervention de cette première partie (O. Aumont et al.) a présenté le projet MACROES, projet impliquant des laboratoires français, soutenu entre autre par l'ANR sur 4 ans (2010-2013), labélisée par le Pôle Mer Bretagne, et qui vise à étudier pour le comprendre le fonctionnement des écosystèmes marins, dans le contexte de la surpêche et du changement climatique.

A l'issue de ce projet a été soulevée la question de la complémentarité des approches au niveau des modèles qui en entrée prennent les informations des modèles biogéochimiques, et qui estiment le comportement des échelons intermédiaires de la chaîne trophique utilisés dans ce projet (modèle APECOSM), qui ne sont pas les mêmes que ceux utilisés dans le cadre de Mercator Vert (modèle SEAPODYM).

4. Océan tropical

Le premier exposé de la seconde partie (M.-H. Radenac et al.) a présenté l'utilisation de mesures de couleur de l'eau pour caractériser les événements récents de type El-Niño, en utilisant une méthode de « clusters ».

Cette présentation a mis en évidence l'importance des mesures de couleur de l'eau pour ce type d'étude (elles ont permis entre autre la caractérisation des Central Pacific El-Niño récents), tout en soulevant le fait que pour ce genre d'étude concernant des phénomènes intermittents qui se produisent à un intervalle multi annuel, il faudra beaucoup plus de recul et d'observation sur la durée que ce dont nous disposons aujourd'hui, la période de disponibilité des observations étant aujourd'hui relativement courte (période qui ne recouvre que peu d'événements de type El Niño).

Après la pause et l'introduction de la table ronde, la deuxième partie de la session s'est déroulée avec cinq autres présentations qui ont exprimé les besoins de la communauté en termes d'applications et valorisation de la télédétection de la couleur de l'eau dans l'océan ouvert et dans l'océan côtier.

5. Océan global / large

Les deux présentations concernant l'océan ouvert ont eu pour thème :

- La biogéographie de l'océan mondial (présentation de G. Reygondeau)
- L'estimation de la production primaire dans l'Océan sud à partir de mesures in situ et satellitaires (L. Merlivat).

Ces présentations ont montré que l'océan mondial peut être divisé en provinces (en fonction des organismes qu'il contient) et ont mis en avant l'influence de la dynamique de l'océan sur ces provinces. Elles ont aussi démontré l'apport de la télédétection de la couleur de l'eau pour estimer la production primaire océanique et améliorer les estimations de flux de CO₂ à l'interface océan/atmosphère. Les produits satellitaires (Chl-a, Kd, classes phytoplanctoniques, production primaire) permettent de valider les modèles biogéochimiques à grande échelle.

A l'issue de ces présentations les questions suivantes ont été soulevées :

Quelle est la validité des produits satellitaires couleur de l'eau dans l'océan ouvert ? Faut-il tenir compte des spécificités régionales et développer des produits (e.g., Océan du Sud) ?

Quels sont les besoins en terme de nouveaux produits satellitaires 'couleur de l'eau' (e.g., classification des espèces phytoplanctoniques) ?

6. Océan côtier

Les applications des produits satellitaires 'couleur de l'eau' sont multiples dans l'océan côtier, e.g. :

- Utilisation des produits couleur de l'eau pour l'application des directives européennes liées à la surveillance de la qualité des eaux (présentation de F. Gohin)
- Estimations de la bathymétrie et de la réflectance du fond après élimination du signal provenant de la colonne d'eau (présentation de G. Sicot)
- Calibration et validation de modèles hydro-sédimentaires dans l'océan côtier (estuaires et panaches fluviaux) (présentation de R. Verney).

Ces présentations ont mis en évidence les besoins en termes de définition et suivi du Bon Etat Ecologique des eaux côtières. Les besoins en termes de produits satellitaires 'couleur de l'eau' ont été identifiés : concentrations en matières en suspension, turbidité, Chl-a, coefficient d'atténuation diffuse, détection et identification des blooms phytoplanctoniques.

7. Les questions et discussions qui ont suivi ces présentations :

Quelle est la validité des produits satellitaires 'couleur de l'eau' dans l'océan côtier ? Quelles sont les incertitudes associées aux produits existants ? Suite à l'initiative du GIS-COOC, un groupe de travail a été formé pour répondre à ces questions (dans les océans ouvert et côtier) (resp. H. Loisel). Quels nouveaux produits peuvent être générés à partir de la télédétection couleur de l'eau ?

Enfin, quelle est l'utilisation optimale des produits satellitaires 'couleur de l'eau' en vue de contraindre les modèles biogéochimiques et hydro-sédimentaires dans l'océan côtier ?

De façon générale, les questions/besoins qui reviennent de façon systématique pour les applications utilisant des produits dérivés de la télédétection de la couleur de l'eau concernent :

- 1- La disponibilité de produits dérivés des mesures de télédétection de la couleur de l'eau, avec un accent tout particulier pour
 - a. des estimations/caractérisations de l'erreur associée aux produits (besoin généralement reconnu), mais aussi
 - b. de produits dérivés tels que des produits optimisés par exemple en zone côtière ou dans l'océan austral, des produits permettant de distinguer les différentes espèces de phytoplancton, etc.
- 2- La facilité d'accès aux données : il s'agit d'un point important pour lequel la communauté des utilisateurs est en attente des apports du GIS.
- 3- Le besoin d'accéder à des produits de la meilleure qualité possible (qualité des traitements, algorithmes optimisés, ...)

Session 3 – Portail couleur de l'océan et outils pour la communauté

Animateurs : Didier Roumiguières (CNES) et Gilbert Barrot (ACRI-ST)

Les présentations portaient sur :

- La première version du portail couleur de l'eau <http://data.gis-cooc.org/> (accès à des services liés aux données satellitaires, à des données in-situ et à des outils de traitement et d'analyse de ces données).
- Le service Kalicotier <http://kalicotier.gis-cooc.org> (données de télédétection pour l'étude des régions côtières, actuellement en version de démonstration avec des données MERIS FR à 300 m de résolution).
- La base de données MERMAID <http://hermes.acri.fr/mermaid> (disponibilité de données in-situ et MERIS matchups correspondants)
- L'outil et services ODESA <http://earth.eo.esa.int/odesa> (traitement MERIS L2 multi-versions sur des sites quelconques, distribution du prototype de traitement MERIS L2 avec son environnement graphique de configuration et traitement, forum de discussion, ...)
- La plateforme collaborative MCGS (Marine Collaborative Ground Segment)
- La plus grande partie de la discussion qui a suivi les présentations a porté sur le service Kalicotier, et en particulier sur le choix des futurs sites, ainsi que sur l'ajout de paramètres et capteurs additionnels.

L'idée de l'atelier était de présenter la première version du service expérimental Kalicotier, initié sur la Mer Ligure, afin d'obtenir des retours en besoins utilisateurs et également de lancer un appel pour le choix des futurs sites car il y aura une certaine souplesse pour s'adapter aux besoins des différentes communautés. Le choix des algorithmes pourra éventuellement être différent en fonction des sites. Il est toutefois difficile de contenter tout le monde car le nombre de sites sera limité.

Le forum du service ODESA peut être utilisé afin de discuter et de converger vers 3 à 4 sites majeurs. S'il y en a plus, il faudra faire un choix. Les régions de la Manche, du Golfe de Gascogne et du Golfe du Lion ont été plusieurs fois évoquées durant la discussion et elles semblent concerner une grande partie des utilisateurs présents. Un site couvert par le capteur GOCI a été évoqué, apportant de l'information utile pour l'aide au développement et à la validation des algorithmes liés aux capteurs géostationnaires (voir session 1). Un appel à idée, avec formalisation de la sélection, sera lancé après l'atelier.

En sus des données MERIS FR couramment distribuée, les données suivantes ont été évoquées comme candidats potentiels à une extension du service Kalicotier. Ces données pourront être utilisées comme données d'entrée ou comme données de validation d'algorithmes :

- des données AATSR d'Envisat (SWIR, en quasi-simultané avec les mesures MERIS)
- le produit aérosol MODIS
- des sorties de modèles, (ex. issues de MyOcean)
- des données d'autres capteurs (ex. PARASOL, SEVIRI, SPOT-Pleiades)
- des niveaux 2 expérimentaux (ex. algorithmes testés dans ODESA)
- les données in-situ disponibles sur ces sites (issues MERMAID et autres)

Cette disponibilité favorisera:

- l'évolution des algorithmes existants en permettant une validation plus étendue,
- l'adaptation des algorithmes existants sur les différents sites,
- l'émergence de nouveaux algorithmes, possiblement adaptés aux différents sites, utilisant des données complémentaires provenant d'autres capteurs et mis à disposition.

Concernant MCGS, dont l'un des objectifs est la génération de produits complémentaires à ceux des « core ground segment » de l'ESA, il est noté l'intérêt de se coordonner au niveau national pour tirer le meilleur potentiel des satellites Sentinel.