

Développement des techniques couleurs des eaux en milieu continental : applications et perspectives

Jean-Michel Martinez¹, Virginie Lafon², Thierry Tormos³, Charles Verpoorter⁴

¹ UMR GET, ² UMR EPOC, ³ UR RECOVER, ⁴ UMR LOG

Le suivi de la qualité des eaux de surface continentales (lacs, rivières, estuaires) est fondamental car cette ressource est l'objet d'usages multiples (alimentation humaine, irrigation, navigation, usage industriel, récréation, etc...). Ces usages sont bien souvent conflictuels et leurs gestions nécessitent des informations continues dans le temps et dans l'espace. La qualité des eaux de surface est elle-même un indicateur intégrateur des processus naturels et anthropiques à l'œuvre à l'échelle du bassin versant incluant les processus hydrologiques, sédimentaires, biologiques mais aussi de pollution ou de changement d'occupation des sols.

L'utilisation de la télédétection optique pour l'estimation de paramètres de qualité des eaux en milieu continental est récente mais se développe rapidement étant donné son grand potentiel applicatif. En effet, les eaux continentales sont restées un sujet d'étude mineur par télédétection pour la communauté « couleur de l'eau » qui s'est historiquement focalisée sur les eaux océaniques ou côtières (eaux des cas 1 et 2). Des projets TOSCA ont été déposés ces dernières années afin de développer l'utilisation de l'imagerie spatiale pour étudier des paramètres de qualité des eaux de lacs, rivières ou estuaires en France et à l'étranger : RIVERCOLOR (EPOC), Vol-Trans-Meskong (LOG, LEGOS), SAMSAT 2 puis OBS2CO (GET) et TELQUEL (UMR RECOVER, LOV). Certains projets sont conclus (SAMSAT 2, RIVERCOLOR) et d'autres démarrent (Meskong). Parallèlement, un CES « couleur des eaux » continentales a été créé au pôle THEIA afin de commencer à structurer cette communauté (porteur Jean-Michel Martinez, UMR GET).

Les projets proposés partagent généralement un constat commun sur les principaux verrous techniques à évaluer: la très faible connaissance des propriétés optiques des eaux continentales et des caractéristiques des composants optiquement actifs (particules sédimentaires, phytoplancton etc..), l'absence d'algorithmes d'inversion dédiés qui amène à utiliser des algos développés en milieu océanique ou à en développer de nouveaux, l'importance d'évaluer la précision radiométrique (incluant les performances des corrections atmosphériques) et les configurations spectrales des nouveaux/récents capteurs haute résolution Sentinel-2 et Landsat-8.

En conséquence, ces projets ont presque systématiquement considéré une approche complète depuis la mesure in situ des propriétés optiques jusqu'à l'analyse de séries temporelles d'images satellites. Selon les équipes certains points ont été plus particulièrement analysés incluant : 1) la collecte in situ des propriétés optiques inhérentes et apparentes des eaux ; 2) la mesure des composants optiquement actifs dans les phases dissoutes et particulaires (organique et inorganique) ; 3) l'évaluation de traitements atmosphériques génériques ou spécifiques (généralement issus de développement en océanographie) intégrant notamment le traitement du sunglint ; 4) le traitement de séries temporelles d'images SPOT, Landsat ou Sentinel; 5) la production et la validation de cartes ou de séries temporelles de paramètres d'intérêt incluant la concentration en matières en suspension, en chlorophylle-a ou la transparence des eaux. Ces équipes sont appelés à exploiter intensifier les prochaines constellations Sentinel-2 et 3, séparément ou conjointement. En termes thématiques, les projets sont majoritairement attachés aux flux sédimentaires mais l'analyse du compartiment biologique (carbone dissous CDOM ou algal) et bien souvent également considéré. Certains projets sont plutôt orientés vers les estuaires (équipes EPOC, LOG), les lacs (RECOVER, LOG) ou les

rivières/fleuves (GET,EPOC). On observe globalement une grande complémentarité des approches, sites d'étude ou thématiques.

Chaque projet sera présenté de manière synthétique en identifiant les approches adoptées, les objectifs respectifs et principaux résultats. Certains défis peuvent être identifiés pour le développement de cette technique et la structuration d'une communauté en France : la création de bases de données régionales et globales des propriétés optiques des eaux continentales, le développement de post-traitements adaptés à la thématique incluant des corrections atmosphériques ad hoc ou la détection des surfaces d'eaux automatisées, le développement et la validation d'algorithmes d'inversion dédiés. Le développement d'une chaîne de traitement éventuellement couplée avec MACCS afin de prendre en compte les spécificités de la production d'images 2A au-dessus de surface en eaux apparaît comme un objectif pouvant fédérer la communauté. L'accès à une résolution temporelle fine est également identifié comme importante pour plusieurs applications du fait de la nature rapide des processus hydrologiques.

En termes de perspectives, il est important de remarquer que plusieurs projets associent directement (ou ont débouché sur des partenariats avec) des end users démontrant l'intérêt pour un passage au niveau opérationnel de ces produits « qualité des eaux ». Un démonstrateur pré-opérationnel a été réalisé avec l'Agence de l'Eau du Brésil pour la diffusion de produits de qualité des eaux issus du spatial par les équipes du GET. L'ONEMA est directement associé aux travaux menés par l'équipe de l'UR RECOVER en France avec pour perspective l'intégration des données spatiales dans la stratégie de suivi des eaux du territoire national en lien à la Directive Cadre sur l'Eau. Enfin, le suivi de l'envasement de l'estuaire de la Garonne est étudié avec l'Agence Adour Garonne par l'équipe ayant porté le projet TELQUEL. Une telle intégration avec des end users révèle des perspectives importante pour la thématique « couleur/qualité des eaux continentales » ce qui a suscité la création d'un CES dédié à THEIA en 2015.

Des produits de qualité des eaux, tels que la concentration en matières en suspension ou en carbone dissous en milieu fluvial pourraient être directement couplés aux estimations de débits par SWOT pour calculer des flux d'érosion des bassins versants ou des flux de matières exportés aux océans. Les paramètres de qualité des eaux estimés par ces projets intéressent directement la communauté des surfaces continentales et de la zone critique et constituent un des produits qui permettrait de réunir les communautés THEIA et de l'IR OZCAR.