



EVOLECO

Evolution à Long terme des Ecosystèmes Côtiers

Edition 2021

La Rochelle, 2 – 5 novembre 2021

Colloque ILICO / EVOLECO 2021

Séquence Infrastructure de Recherche Littorale et Côtière

IR-ILICO

Colloque Annuel et Assemblée Générale

Faculté des Sciences et Technologies

- Batiment d'Orbigny -

Avenue Michel Crépeau

17042 La Rochelle

Sommaire

COMMUNICATIONS ORALES	7
EVOLECO EVOLUTION A LONG-TERME DES ECOSYSTEMES COTIER	8
SAVOYE N. ¹	8
PROJET TOSCA OSYNICO : OPTIMISATION ET SYNERGIE DES DONNEES IN SITU ET COULEUR DE L'EAU POUR L'ETUDE DE LA DYNAMIQUE BIOGEOCHIMIQUE DES EAUX COTIERES	9
VANTREPOTTE V. ¹ , TRUNG-TRAN K. ¹ , LOISEL H. ¹ , JAMET C. ¹ , SCHMITT F. ¹ , SCHMIDT S. ² , SAVOYE N. ² , DOXARAN D. ³ , GERNEZ P. ⁴ , GOHIN F. ⁵ , PUIGT M. ⁶ , DUFRESNOIS F. ⁶ , BLIN J.L. ⁷	9
EVOLECO-NØ EVOLUTION A LONG-TERME DES ECOSYSTEMES CÔTIER – NUTRIMENTS,PHYTOPLANCTON ET FORÇAGES ASSOCIES	10
SAVOYE N. ¹ ET L'ÉQUIPE EVOLECO-NØ	10
PROSPECTIVE ET EVALUATION DES CONSEQUENCES DE SCENARIOS DE MONTEE DU NIVEAU DE LA MER D'ICI 2100..11	
DENIS LACROIX ^A , OLIVIER MORA ^B , NICOLAS DE MENTHIERE ^B , AUDREY BETHINGER ^B , GAËL DURAND ^C , DAVID SALAS Y MELIA ^D , GONERI LE COZANNET ^E , NICOLAS ROCLE ^B ,.....	11
CHRISTIAN VALENTIN ^F , MARIE VAGNER ^G	11
MODELISATION DU DEVENIR DE LA PRODUCTION PRIMAIRE DES VASIERESINTERTIDALES NUES AUX LATITUDES TEMPEREES A L'ERE DU CHANGEMENTCLIMATIQUE	12
SAVELLI, R. ¹ , BECKER, M. ¹ , ETCHEVERS, P. ² , REGIMBEAU, F. ² , PERROIS, G. ¹ , BERNUS, S. ² , VINCENDON, B. ² , SOUBEYROUX, J-M. ² , DUPUY, C. ¹ , BERTIN, X. ¹ , LE FOUEST, V. ¹	12
APPLICATION DE MODELES DYNAMIQUES BAYESIENS AUX SERIESTEMPORELLES DE SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT MARIN	13
DOMINIQUE SOUDANT ¹	13
EVOLUTION BI-DECENNALE DES NUTRIMENTS DANS LES ECOSYSTEMES COTIERS	14
LHEUREUX A. ¹ , DEL AMO Y. ¹ , DAVID V. ¹ , SOUDANT D., SAVOYE N. ¹	14
DECADAL-SCALE TEMPORAL VARIABILITY OF CARBON RECYCLING IN SEDIMENTS OF THE RHÔNE RIVER PRODELTA ..15	
C. RABOUILLE ¹ , B. BOMBLED ¹ , F. TOUSSAINT ¹ , C. CATHALOT ¹ , J. RASSMANN ¹ , B. LANSARD ¹	15
EVOLUTION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DU SOCIO-ECOSYSTEME CONCHYLICOLE DE LA BAIE DES VEYS (NORMANDIE) ..16	
GANGNERY A. ¹ , TARDIVY--CASEMAJOR J. ² , HERNANDEZ-FARIÑAS T. ² , MENET F. ² , SOUDANT D. ³ , BRUNEAU A. ⁴ , DEROLEZ V. ⁵ , MONGRUEL R. ⁶	16
EVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DE LA DIVERSITE DU MICROPHYTOPLANCTON SUR LE LITTORAL ATLANTIQUE FRANÇAIS: REPNSES AUX FORÇAGES ENVIRONNEMENTAUX	17
CAZERES M. ¹ , LHEUREUX A. ¹ , DEL AMO Y. ¹ , SAVOYE N. ¹ , DAVID V. ¹	17
¹ UMR EPOC, UNIVERSITE DE BORDEAUX/CNRS, STATION MARINE D'ARCACHON	17
FUNCTIONAL STUDY ON PHYTOPLANKTON COMMUNITIES IN CONTRASTED ESTUARINE SYSTEMS UNDER A CHANGING ENVIRONMENT	18
ANGELINE LEFRAN ^{1,2} , TANIA HERNANDEZ FARIÑAS ¹ , PASCAL CLAQUIN ^{2,3}	18
CONDITIONS FAVORISANT LE DEVELOPPEMENT DES <i>PSEUDO-NITZSCHIA SPP.</i> EN MANCHE ORIENTALE ET SUD DE LA MER DU NORD: APPORTS DES RESEAUX D'OBSERVATION ET DES ANALYSES DE NICHES	19
EMILIE HOULIEZ. ¹ , ELSA BRETON. ¹ , DIMITRA-IOLI SKOUROLIAKOU. ¹ , FRANÇOIS G. SCHMITT ¹ , URANIA CHRISTAKI ¹	19
CARACTERISATION DE LA FRACTION ORGANIQUE VS. INORGANIQUE DESPARTICULES MARINES EN SUSPENSION DANS LES EAUX COTIERES PAR TELEDETECTION DE LA COULEUR DE L'EAU.	20

LOISEL H. ¹ , VANTREPOTTE V. ¹ , TRUNG-TRAN K. ¹ , DUFORET-GAURIER L	20
SUIVI DU BLOOM DE <i>PHAEOCYSTIS GLOBOSA</i> DANS LES EAUX COTIERES BELGES PAR MESURES RADIOMETRIQUES HYPERSPECTRALES IN SITU ET POTENTIEL DES FUTURES MESURES SATELLITAIRES.....	21
LAVIGNE H. ¹ , CASTANA MOURAO E LIMA A. ² , RUDDICK K. ¹ , VANHELLEMONT Q. ¹	21
REALISED NICHE AND SUITABILITY INDEX HIGHLIGHT SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF TOXIC PHYTOPLANKTON SPECIES.....	22
CARLES GUALLAR ¹ , ANNIE CHAPELLE ² , CEDRIC BACHER ³	22
UTILISATION D'INDICES ECOLOGIQUES POUR LA COMPARAISON DE SERIES BASSES ET HAUTES FREQUENCES EN BAIE DE SEINE	23
LEON SERRE-FREDJ. ^{1,2} , PASCAL CLAQUIN. ^{1,2}	23
DIMINUTION DE L'AMPLITUDE DES EFFLORESCENCES PHYTOPLANCTONIQUESET MODIFICATION DE LEUR COMPOSITION ET SUCCESSION SOUS EFFETS DE L'AUGMENTATION DE LA TEMPERATURE : APPORTS DE LA COMBINAISON DESEXPERIMENTATIONS EN MESOCOSMES <i>IN SITU</i> AVEC DES OBSERVATIONS.....	24
TROMBETTA T. ¹ , VIDUSSI F. ¹ , COURBOULES J. ¹ , ROQUES C. ¹ , MAS S. ² , PARIN D. ² , MOSTAJIR B. ¹	24
TENDANCES ENVIRONNEMENTALES ET VARIABILITE INTER-ANNUELLE DU ZOOPLANKTON EN BAIE DE MARSEILLE (NO MEDITERRANEE).....	25
GARCIA T. ¹ , GUILLOUX L. ¹ , PERAUD M. ¹ , BANARU D. ¹ , CARLOTTI F. ¹	25
APPORT DES CAMPAGNES HALIEUTIQUES POUR LA SURVEILLANCE DE L'ECOSYSTEME PELAGIQUE COTIER DES FAÇADES METROPOLITAINES A L'ECHELLE PLURI-DECENNALE.....	26
HURET M. ¹ , DORAY M. ² , ROMAGNAN J.B. ² , DUPUY C. ³ , PETITGAS P. ⁴	26
DYNAMIQUES SPATIO-TEMPORELLES DES COMMUNAUTES ZOOPLANKTONIQUES, DANS LE GOLFE DE GASCOGNE, EN LIEN AVEC LA VARIABILITE ENVIRONNEMENTALE LOCALE.....	27
NINA GRANDREMY ¹ , JEAN-BAPTISTE ROMAGNAN ¹ , MATHIEU DORAY ¹ , CHRISTINE DUPUY ² , MARTIN HURET ³ , PIERRE PETITGAS ¹	27
SERIES HISTORIQUES DES TRAITS D'HISTOIRE DE VIE DES POPULATIONS HALIEUTIQUES : UN EXEMPLE UTILISANT LA MATURITE SEXUELLE D'UNE ESPECE DE ROUGET DANS LES ZONES DE PECHE FRANÇAISE	28
SAUGER C. ¹ , DUBROCA L. ¹	28
CARACTERISATION DE LA DYNAMIQUE DU PHYTOPLANKTON, DES EVENEMENTS RECURRENENTS AUX EVENEMENTS EXTREMES, GRACE AU MACHINE LEARNING.	29
LEFEBVRE A. ¹ , GRASSI K. ^{1,2,3} , BIGAND A. ³ , P. CHATELAIN ³ , E. VINCENT ³ , POISSON- CAILLAUT E. ³	29
APPORT DES METHODES NEURONALES POUR LE SUIVI DES PARAMETRES BIOGEOCHIMIQUES, PERSPECTIVES D'APPLICATION AU DOMAINE COTIER.....	30
FOURRIER MARINE ¹ , COPPOLA LAURENT ² , D'ORTENZIO FABRIZIO ¹	30
ASSIMILATION DE DONNEES, RESEAUX DE NEURONES ET IMAGES SATELLITES: COMPARATIF D'INTERPOLATION DE LA CONCENTRATION DE MATIERES EN SUSPENSION EN SURFACE DANS LE GOLFE DE GASCOGNE.....	31
J-M. VIENT ^{1-2*} , F. JOURDIN ³ , R. FABLET ¹ , B. MENGUAL ⁴ , L. LAFOSSE ³ ,	31
C. DELACOURT ²	31
LARGE-SCALE CHANGES OF THE SEMIDIURNAL TIDE ALONG NORTH ATLANTIC COASTS FROM 1846 TO 2018.....	32
PINEAU-GUILLOU L. ¹ , LAZURE P. ¹ , WÖPPELMANN G. ²	32
EVOLUTION DE LA STRATIFICATION THERMIQUE EN MANCHE ORIENTALE DE 2007 A 2019, ET ESTIMATION DE LA DIFFUSIVITE TURBULENTE	33
JIANG Y. ^{1,2} , SCHMITT F. G. ² , BERTI S. ¹ , CALZAVARINI E. ³ , TERGOLINA V. ³	33
MORPHODYNAMIQUE DE LA PLAGE SABLEUSE MACROTIDALE DE PORSMILIN EN MER D'IROISE AU TRAVERS D'UN ENSEMBLE DE DONNEES 2003-PRESENT : VALIDATION DES DONNEES ET ANALYSE SAISONNIERE DES VAGUES ET	

MORPHOLOGIES	34
STEPHANE BERTIN ^{1,2} , FRANCE FLOC'H ¹ , NICOLAS LE DANTEC ¹ , MARION JAUD ^{1,2} , CHRISTOPHE DELACOURT ¹	34
EVALUATING SYNERGY BETWEEN <i>IN SITU</i> AND SATELLITE OBSERVATIONS TO MONITOR PHYTOPLANKTON BLOOMS	35
ZOFFOLI M.L. ¹ , GERNEZ P. ¹ , POCHIC V. ¹ , ROUX P. ² , SIANO R. ³ , SCHMITT A. ² , MANACH S. ² , RETHO M. ² , PIERRE-DUPLESSIX O. ² , AND SCHAPIRA M. ²	35
LONG-TERM (14 YR.) MACROBENTHIC COMMUNITY TRAJECTORY ANALYSIS REVEALS HABITATS-DEPENDENT TRAJECTORIES AND NO CLEAR REGIONAL DYNAMIC.	36
CHIRINE TOUMI ¹ , MIQUEL DE CACERES ² , JACQUES GRALL ^{1,3} , ÉRIC THIEBAUT ⁴ , CAROLINE ⁵ BROUDIN, CELINE HOUBIN ⁵ , MARION MAGUER ³ , VINCENT LE GARREC ³ , OLIVIER GAUTHIER ^{1,3}	36
SUIVI DECENNAL DE L'ARCHITECTURE D'UN RESEAU TROPHIQUE COTIER : LE CAS DE LA COMMUNAUTE DE SABLES FINS DE PIERRE NOIRE EN BAIE DE MORLAIX	37
NICOLAS SACRÉ ¹ , LISE BACOUILLARD ¹ , RAPHAËL DUPONT ¹ , FRANÇOIS GAUDIN ¹ , CELINE HOUBIN ² , PASCAL RIERA ¹ , ERIC THIÉBAUT ¹	37
DUALITE METHODOLOGIQUE DANS L'INTERPRETATION D'UN PROCESSUS ECOLOGIQUE : CAS DU RECRUTEMENT DE SAINT-JACQUES DANS LA BAIE DE SEINE	38
CARIOU T ¹ , CLAUVEL-L'HERIDON A. ² , DUBROCA L. ² , NORMAND J. ² , FOUCHER E. ¹	38
POSTERS	39
INTRODUCING THE ISRO-CNES TRISHNA MISSION FOR HIGH RESOLUTION SST OBSERVATIONS IN COASTAL OCEAN AND CONTINENTAL WATERS	40
AUTRET E. ¹	40
SUIVI ENVIRONNEMENTALE DU PORT DE PLAISANCE DE LA ROCHELLE AU TRAVERS DU PETONCLE NOIR <i>MIMACHLAMYS VARIA</i>.	41
MARINE BARBARIN ¹ , MARINE BREITWIESER ¹ , ROMANE CONDE ¹ , ANGELIQUE FONTANAUD ² , HELENE THOMAS ¹	41
RETROSCOPE APPROCHE COMPAREE DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION DES SOCIO-ECOSYSTEMES COTIERS A VOCATION CONCHYLICOLE (BAIE DES VEYS, PERTUIS CHARENTAIS, LAGUNE DE THAU)	42
BRUNEAU A. ¹ , DEROLEZ V. ² , GANGNERY A. ³ , MONGRUEL R. ⁴	42
GALENE : UN PROJET DE MISSION SPATIALE DEDIEE A LA TELEDETECTION DES EAUX COTIERES	43
MALIK CHAMI ¹ ET AL.....	43
LE SERVICE NATIONAL D'OBSERVATION (SNO) COAST-HF	44
CHARRIA G. ¹ , SCHMITT F.G. ²	44
DEVELOPPEMENT D'UN SITE PILOTE OUTRE-MER ILICO, POUR L'OBSERVATION PERENNE ET ECOSYSTEMIQUE D'UN RECIF CORALLIEN A LA REUNION.	45
EMMANUEL CORDIER ¹ , YANN HELLO ¹ , JEROME AUCAN ² , REGIS HOCDE ³ , SYLVIE FIAT ⁴ , CHRISTOPHE MENKES ⁴ , MATTHIEU LECORRE ⁴ , LAURENT MICHON ^{5,6} , GWENAËLLE PENNOBER ⁷ , PASCALE CUET ⁴ , LIONEL BIGOT ⁴ , SEBASTIEN JAQUEMET ⁴ , LAURENT TESTUT ⁸	45
COMMENT COMBINER RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DONNEES ISSUES DE RESEAUX D'OBSERVATION ET DE SURVEILLANCE? DIFFICULTES ET LIMITES : UNE ETUDE DE CAS SUR LA REPONSE A LONG-TERME DU PHYTOPLANCTON AUX FORÇAGES ENVIRONNEMENTAUX	46
DAVID V. ¹ , CAZERES M. ¹ , LHEUREUX A. ¹ , DEL AMO Y. ¹ , SAVOYE N. ¹	46
VALIDATION DES PRODUITS SATELLITAIRES "COULEUR DE L'EAU" AU NIVEAU DES ESTUAIRES, EMBOUCHURES DE FLEUVES ET LAGUNES COTIERES : LE RESEAU HYPERNETS	47
DOXARAN D. ¹ , CORIZZI A. ¹ , LEYMARIE E. ¹ , RUDDICK K. ²	47

RELATIONSHIPS BETWEEN DIVERSITY AND SIZE SPECTRA FROM A ZOOPLANKTONIC COMMUNITY IN ACOASTAL ECOSYSTEM OF THE NORTH-WESTERN MEDITERRANEAN SEA	48
DROUET F. ¹ , JAMET D. ¹ , BRACH-PAPA C. ² , CARLOTTI F. ³ , BANARU D. ³ , JAMET J.-L. ¹	48
EVOLUTION DES COMMUNAUTES PHYTOPLANCTONIQUES DANS LE BASSIN DE MARENNES-OLERON (PERTUIS CHARENTAIS) SOUMIS AUX FLUCTUATIONS ENVIRONNEMENTALES : RETROSPECTIVE 1995-2016, PROJET RETROSCOPE	49
GUESDON S. ¹ , MARTIN L. ¹ , SOLETCHNIK P. ¹ , SOUDANT D. ² , DEROLEZ V. ³ , GANGNERY A. ⁴ , MONGRUEL R. ⁵ , BRUNEAU A. ¹	49
REEFTEMPS DOCUMENTE L'IMPACT LOCAL DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LES PARAMETRES QUI INFLUENT SUR LA RESILIENCE DES ECOSYSTEMES RECIFEAUX.	50
HOCDE R. ¹ , SYLVIE FIAT S. ² , VARILLON D. ³ , MAGRON F. ⁴ , ALLENBACH M. ⁵ , HOIBIAN T. ⁵ , N'YEURT A.D.R. ⁶ , GANACHAUD A. ⁷ , MENKES C. ² , PELLETIER B. ⁸ , AUCAN J. ⁴	50
VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE DES GROUPES FONCTIONNELS PHYTOPLANCTONIQUES SUIVIS PAR UNE APPROCHE SEMI-AUTOMATISEE EN MANCHE ORIENTALE.....	51
ZELINE HUBERT ¹ , ALEXANDRE EPINOUX ¹ , CLEMENTINE GALLOT ¹ , MARIE BRUAUT ¹ , VINCENT CORNILLE ¹ , JESSICA DELARBRE ¹ , CLAIRE DEDECKER ¹ , MURIEL CROUVOISIER ¹ , MORGANE DIDRY ^{1,2} , EMELINE LEBOURG ¹ , ERIC LECUYER ¹ , ARNAUD LOUCHART ¹ , LUIS FELIPE ARTIGAS ¹	51
APPORTS DE LA TECHNOLOGIE LIDAR POUR LE SUIVI HYDRODYNAMIQUE ET MORPHOLOGIQUE DES SYSTEMES COTIERS : ENJEUX ET OBJECTIFS.	52
MARTINS K. ¹	52
L'HUITRE CREUSE EN BAIE DES VEYS : SENTINELLE DES CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX ?	53
MAZALEYRAT A. ¹ , CLAVEL-L'HARIDON A. ² , NORMAND J. ² , DUBROCA L. ³	53
EUTROPHISATION COTIERE ET BLOOM DE MACROALGUES : QUELLES CONSEQUENCES POUR LE FUTUR	54
PIERRE-EMMANUEL OMS ¹ , SYLVAIN BALLU ¹ , PATRICK DURAND ² , FRANÇOIS OEHLER ³ , SOPHIE RICHIER ¹	54
ESTIMATION DES FLUX EN GADOLINIUM ANTHROPIQUE EXPORTES A L'OCEAN: APPROCHE COUPLEE ENTRE RESEAU D'OBSERVATION SUR LA GARONNE ET BASE DEDONNEES DE CONSOMMATION DES MEDICAMENTS EN FRANCE ET EN EUROPE	55
PERETO C., COYNEL A., LERAT-HARDY A. & BAUDRIMONT M.	55
DES OUTILS INNOVANTS POUR LE BIOMONITORING DE DEMAIN DANS LES ESPACES PORTUAIRES CORSES.	56
PILLET M. ¹ , MATTA K. ² , MARENGO M. ¹ , FULLGRABE L. ¹ , LEJEUNE P. ¹ , THOMAS H. ²	56
SUIVI A LONG TERME DANS LE PERTUIS D'ANTIOCHE 10 ANS DE SOMLIT A LA ROCHELLE.....	57
P. PINEAU ¹ , H. AGOGUE ¹ , F. AUBERT ¹ , Y. BRIZARD ¹ , C. EMERY ¹ , G. GUILLOU ¹ , N. LACHAUSSEE ¹ , B. LEBRETON ¹ , P-G. SAURIAU ¹	57
VERS UN RENOUVEAU DES STANDARDS POUR LE SUIVI DES ECOSYSTEMES COTIERS.....	58
PLANES S. ¹ , SIU G. ¹ , POULAIN J. ² , CHANCERELLE Y. ¹	58
VARIABILITE DECENNALE DE LA BIOMASSE PHYTOPLANCTONIQUE DANS DEUX ECOSYSTEMES COTIERS FRANÇAIS AUX CONDITIONS CONTRASTEES.....	59
COLINE POPPESCHI ¹ , GUILLAUME CHARRIA ¹ , ANNE DANIEL ² , PEGGY RIMMELIN-MAURY ³ , ERICGOBERVILLE ⁴ , ROMARIC VERNEY ⁵ , MICHAËL RETHO ⁶	59
COMPARAISON DE DEUX INSTRUMENTS D'IMAGERIE DU: LE ZOOSCAN (HYDROPTIC) ET LE ZOOCAM (IFREMER)	60
JB ROMAGNAN ¹ , N. GRANDREMY ¹ , M. DORAY ¹ , C. DUPUY ² , P. PINEAU ² , M. HURET ³ , C. GORZERINO ⁴ , E. EDELINE ⁴ & P. PETITGAS ¹	60
LE SOMLIT : SERVICE D'OBSERVATION EN MILIEU LITTORAL.....	61
SAVOYE N ¹ . ET L'EQUIPE SOMLIT	61
AVANCE-RETARD DANS LES SERIES TEMPORELLES D'OBSERVATION : VERS UNE QUANTIFICATION DES FORÇAGES	

TEMPORELS	62
SCHMITT F. G. ¹	62
VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE DE L'OXYGENE DISSOUS DANS LES ESTUAIRES NORD-AQUITAINS.....	63
SCHMIDT S. ¹ , DIALLO IRIS I. ²	63
TESTER LES SCENARIOS IDENTIFIES PAR LES OBSERVATIONS ET LA MODELISATION SUR LE FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES COTIERS : EXPERIMENTATIONS EN MESOCOSMES IN SITU ET APPORT DES MESURES A HAUTE-FREQUENCE	64
SOULIE T. ¹ , STIBOR H. ² , MAS S. ³ , PARIN D. ³ , BRAUN B. ² , KNETCHEL J. ² , NEJSTGAARD J.C. ⁴ , SOMMER U. ⁵ , VIDUSSI F. ¹ , MOSTAJIR B. ¹ ..	64
 LISTE DES PARTICIPANTS.....	 66

EVOLECO 2021

Communications orales

(Ordre: selon programme)

EVOLECO

EVolution à Long-terme des Ecosystèmes Côtier

Savoie N.¹

¹ OASU, EPOC, EPHE, UMR 5805, CNRS, Univ. Bordeaux

Mots-cléf: Ecosystèmes côtiers, évolution (pluri-)décennale, forçages naturels et anthropiques, forçageclimatique, physique, biogéochimie, écologie

Résumé

EVOLECO est une initiative lancée par les coordonnateurs de Services Nationaux d'Observation de l'IR ILICO afin d'organiser un colloque éponyme en 2017. Rapidement, cette initiative s'est étendue à d'autres actions scientifiques (organisation d'ateliers, projets de recherche).

Aujourd'hui, EVOLECO est une initiative qui, à travers des actions de recherche, a vocation à fédérer les communautés des sciences aquatiques côtières produisant ou exploitant des jeux de données (pluri-)décennaux. Cette initiative est coordonnée par Nicolas Savoie (Université de Bordeaux)

Le public ciblé sont les scientifiques (chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs, techniciens) mettant en œuvre ou utilisant des séries de données à long terme (échelle décennale / pluri-décennale) de l'environnement côtier et littoral (de l'estuaire à la marge continentale), quelle que soit l'approche utilisée (approche terrain, télédétection, modélisation, expérimentation). Les disciplines concernées sont l'hydrodynamique, l'hydrodynamique sédimentaire et la géomorphologie, la biogéochimie et l'écologie. Les domaines considérés sont les domaines pélagiques et benthiques. Les compartiments considérés sont l'eau, le sédiment et les organismes (microphytes, macrophytes, zooplancton, meio/macrofaune benthique, poissons, etc.). Les questions traitées concernent les enjeux scientifiques et les outils (numériques, techniques) permettant d'y répondre.

Projet TOSCA OSYNICO : Optimisation et SYnergie des données In situ et COuleur de l'eau pour l'étude de la dynamique biogéochimique des eaux côtières

Vantrepotte V.¹, Trung-Tran K.¹, Loisel H.¹, Jamet C.¹, Schmitt F.¹, Schmidt S.², Savoye N.², Doxaran D.³, Gernez P.⁴, Gohin F.⁵, Puigt M.⁶, Dufresnois F.⁶, Blin J.L.⁷

¹ LOG UMR8187, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, Wimereux

² UMR Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux (EPOC), Université/CNRS, Arcachon/Pessac

³ Laboratoire d'Océanographie de Villefranche UMR7093, Villefranche sur mer

⁴ Univ. Nantes, Mer Molécules Santé (MMS), équipe Remote Sensing & Benthic Ecology (RSBE), Nantes

⁵ Dyneco/Pelagos, Ifremer, Brest

⁶ Laboratoire d'Informatique Signal et Image de la Côte d'Opale (LISIC), Saint Omer-Calais

⁷ Synergie Mer et Littoral (SMEL), Blainville sur mer

Mots clef : télédétection couleur de l'eau, couplage in situ/satellite

Résumé

La mise en place de plusieurs réseaux nationaux d'observation *in situ* (e.g. SOMLIT, REPHY, COAST-HF,..) ainsi que les récents développements méthodologiques en terme d'observation spatiale dite « couleur de l'eau » à l'échelle nationale permettent désormais de suivre la dynamique des eaux côtières françaises à de multiples échelles spatiales ou temporelles. L'exploitation de ces informations terrain ou satellite, généralement effectuée de manière indépendante, doit cependant faire face à différentes limitations propres aux observations *in situ* (e.g. faible emprise spatiale : données localisées et nombre de stations limité au sein d'un même site ou le long du littoral) ou aux données satellitaires (e.g. incertitudes sur les produits, fréquence d'acquisition, couverture temporelle réduite). Le projet OSYNICO (TOSCA/CNES) a été défini dans ce contexte et a pour objectif général de démontrer l'avantage de la complémentarité des observations *in situ* et satellite pour 1) décrire les évolutions à long terme (évolution des signaux moyens et des oscillations saisonnières) des caractéristiques biogéochimiques des eaux côtières françaises (de l'échelle locale à l'échelle synoptique) 2) d'apprécier l'impact des événements climatiques extrêmes sur ces écosystèmes côtiers. Les bases de données et outils/métriques mis en place dans le cadre du projet pour la comparaison des dynamiques observées pour des variables clés (e.g. Chla, MES, POC) via les observations *in situ* et couleur seront présentés. Un focus sera effectué sur les premiers résultats obtenus aux échelles saisonnières et interannuelles.

EVOLECO-vφ

EVolution à Long-terme des Ecosystèmes CÔtier – NUtriments, PHYtoplancton et forçages associés

Savoie N.¹ et l'équipe EVOLECO-vφ

¹ OASU, EPOC, EPHE, UMR 5805, CNRS, Univ. Bordeaux

Mots-clef: Changements environnementaux, dynamique des nutriments, origine des nutriments, cycles biogéochimiques (N, P, Si), biomasse et diversité fonctionnelle du phytoplancton, écologie fonctionnelle, forçages naturels et anthropiques, forçage climatique, SOMLIT, PHYTOBS.

Résumé

Le projet EVOLECO-vφ (2019-2021 ; LEFE/CYBER) s'intéresse à l'étude de l'évolution à long terme (échelle décennale à pluri-décennale) des écosystèmes côtiers. Les compartiments cibles sont les nutriments et le phytoplancton, compartiments fortement impliqués dans le fonctionnement biogéochimique et écologique des écosystèmes. Ces compartiments sont étudiés à travers leurs concentrations, rapports, limitation et limitation potentielle, saisonnalité (nutriment) et leur biomasse et diversité fonctionnelle (phytoplancton). L'étude de l'évolution à long terme de ces compartiments sera faite sur ces paramètres ainsi que sur leur saisonnalité. Au-delà d'un constat d'évolution à long terme (tendance, cycle, rupture), le projet cherche surtout à détecter, voire quantifier l'influence des forçages sur l'évolution de ces compartiments. Les forçages considérés sont les forçages à large échelle (climat) ou à échelle locale (météorologie, fonctionnement interne des écosystèmes, apports externes), qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique.

Les questions traitées sont :

- Quelle est l'évolution à long terme des nutriments dans les écosystèmes côtiers et quels en sont les forçages (climat, apports externes, fonctionnement interne) ?
- Quelle est l'origine des nutriments actuellement présents dans les écosystèmes côtiers ?
- Quelle est l'évolution à long terme de la biomasse et de la diversité fonctionnelle du phytoplancton dans les écosystèmes côtiers et quels en sont les forçages (climat, apports externes, fonctionnement interne) ?
- Quelles sont les interactions entre forçages, nutriments et phytoplancton (biomasse et diversité fonctionnelle) dans les écosystèmes côtiers ?
- Existe-t-il une typologie d'évolution des écosystèmes côtiers au regard des nutriments et du phytoplancton (biomasse et diversité fonctionnelle) ? Quels en sont les forçages caractéristiques ?

Des exemples de résultats issus du programme seront présentés.

Prospective et évaluation des conséquences de scénarios de montée du niveau de la mer d'ici 2100

Denis Lacroix ^a, Olivier Mora ^b, Nicolas de Menthère ^b, Audrey Bethinger ^b,
Gaël Durand ^c, David Salas y Mélia ^d, Gonéri Le Cozannet ^e, Nicolas Rocle ^b,
Christian Valentin ^f, Marie Vagner ^g

^a Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer. 171 av. J. Monnet, 34203 Sète Cedex, France

^b Institut national de la recherche en agriculture, alimentation et environnement. 147 rue de l'Université, Paris 75007, France

^c Université de Grenoble-Alpes. 621 av. centrale, 38400 Saint Martin d'Hères, France

^d Météo-France. 73 avenue de Paris, 94165 Saint Mandé, France

^e Bureau des Recherches Géologiques et Minières. 3 avenue Claude-Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 02, France

^f Institut de recherche pour le développement. 44 boulevard de Dunkerque, CS 90009, F-13572 Marseille Cedex 02, France

^g CNRS, Univ Brest, IRD, Ifremer, UMR LEMAR, F-29280 Plouzané, France

Mots-clé: Changement climatique, hausse niveau mer, scénarios, submersion, impacts, risques côtiers, adaptation, atténuation

Résumé

Le phénomène de l'élévation du niveau de la mer, en accélération, est maintenant reconnu comme une conséquence du changement climatique à l'échelle mondiale. Il va affecter de plus en plus le littoral et les zones côtières où se concentrent populations et activités économiques. La vulnérabilité de ces espaces aux submersions et aux inondations s'accroît. L'anticipation de ces risques constitue un enjeu majeur des politiques publiques compte tenu des investissements considérables nécessaires à l'adaptation des territoires littoraux et de leurs populations, et à leur sécurisation à court comme à long terme.

Cette hausse est estimée entre 60 et 110 cm d'ici 2100 si les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter au rythme actuel (GIEC, 2019). On peut déjà essayer d'anticiper le phénomène et ses conséquences potentielles. Avec un large spectre de scénarios plausibles d'élévation à l'horizon 2100, l'étude prospective menée à l'initiative d'Allenvi en 2017-2018 sur cette problématique explore les impacts sur la démographie, l'urbanisation, les infrastructures, l'environnement, les ressources naturelles, la sécurité alimentaire, l'économie bleue et la gouvernance.

Les huit scénarios élaborés par le groupe d'experts se structurent en fonction de deux axes d'action: une gouvernance mondiale plus ou moins efficace dans la maîtrise du réchauffement climatique (atténuation), et des politiques locales polarisées sur l'aménagement des littoraux et/ou la gestion du repli (adaptation). Dans ce contexte, la recherche peut jouer un rôle central pour comprendre le phénomène, le quantifier, éclairer les choix stratégiques de gouvernance et accompagner les transitions nécessaires. En effet, en l'absence de politiques publiques volontaristes et coordonnées d'ici 2040, des situations graves voire extrêmes (non maîtrisables) devraient devenir probables voire récurrentes sur de nombreuses côtes.

Synthèse et rapport téléchargeables sur le site d'Allenvi <https://www.allenvi.fr/allenvi/membres>

Modélisation du devenir de la production primaire des vasières intertidales nues aux latitudes tempérées à l'ère du changement climatique

Savelli, R.¹, Becker, M.¹, Etchevers, P.², Regimbeau, F.², Perrois, G.¹, Bernus, S.², Vincendon, B.², Soubeyroux, J-M.², Dupuy, C.¹, Bertin, X.¹, Le Fouest, V.¹

¹ Littoral, Environnement et Sociétés (LIENSs), La Rochelle Université, UMR 7266, CNRS-ULR, La Rochelle, France

² Météo-France, Toulouse, France

Mots clés : Vasières intertidales, microphytobenthos, production primaire, changement climatique, modélisation

Résumé

Face au changement climatique, le devenir de la production primaire (PP) des vasières intertidales nues et des services écosystémiques associés reste incertain. Un changement de la PP des vasières intertidales nues principalement assurée par les microalgues benthiques (MB) pourrait notamment bouleverser le transfert de matière organique et d'énergie aux échelons trophiques supérieurs. Dans cette étude, nous avons utilisé un modèle unidimensionnel couplé physique-biologie pour estimer la PP et la production secondaire (PS) futures d'une vasière intertidale nue du littoral atlantique français dans des conditions climatiques actuelles (réanalyse atmosphérique, 1950-2005) et futures (scénarios du GIEC RCP 4.5 et 8.5, 2006-2100). Le modèle simule à haute fréquence les conditions à la surface de la vase (marée, température et irradiance) et calcule la PP des MB et la PS d'un gastéropode majoritaire sur la vasière. Dans les scénarios RCP 4.5 et 8.5, la température de surface de la vase simulée par le modèle augmente (+0.2 et 0.25 °C dec⁻¹, respectivement). Dans le scénario RCP 4.5, la PP simulée ne présente pas de tendance significative. En effet, avec l'augmentation de la température de la vase, l'augmentation de la PP des MB simulée en hiver est compensée par une diminution de celle-ci en été due à la thermoinhibition. Dans le scénario 8.5, la PP des MB diminue (-0.8 g C m⁻² dec⁻¹) car la thermoinhibition s'intensifie également au printemps et la diminution de la PP n'est alors plus compensée dans le modèle. Avec l'augmentation de la température de la vase, la PS du gastéropode simulée augmente dans les deux scénarios (+0.4 g C m⁻² dec⁻¹). La combinaison du modèle couplé et des forçages climatiques à haute fréquence apporte pour la première fois des éléments de compréhension sur le potentiel devenir de la PP des vasières intertidales nues aux latitudes tempérées sous l'effet du changement climatique.

Application de modèles dynamiques bayésiens aux séries temporelles de surveillance de l'environnement marin

Dominique Soudant¹

¹ Ifremer, ODE/VIGIES, centre de Nantes

Mots-clef: Séries temporelles, Dynamic Linear Model, hydrologie, chimie, phytoplancton

Résumé

Les données disponibles à travers les réseaux d'observation et de surveillance de l'environnement marin se présentent sous la forme de séries temporelles. Elles ne sont généralement pas gaussiennes, pas stationnaires, ni en moyenne ni en variance. Cette non-stationnarité peut être le fait de phénomènes écologiques (e.g. changements globaux, pressions anthropiques) ou artéfactuels (e.g. changement de méthodes, d'agents, de laboratoire). Elles présentent des données manquantes, des données exceptionnelles voire des données fausses. L'ensemble de ces caractéristiques rend ces séries temporelles particulièrement délicates à traiter. Cependant, les modèles linéaires dynamiques (i.e. Dynamic Linear Models, DLM) permettent de traiter les séries temporelles non-stationnaires comportant des données manquantes et peuvent prendre en compte les changements intervenant dans les séries via des « interventions » (West & Harrison, 1997). De ce fait, ils constituent une approche particulièrement bien adaptée à l'analyse des séries temporelles environnementales marines.

Evolution bi-décennale des nutriments dans les écosystèmes côtiers

Lheureux A.¹, Del Amo Y.¹, David V.¹, Soudant D., Savoye N.¹

¹ Université de Bordeaux-CNRS, UMR 5805, Environnement Paléoenvironnement Océaniques et Côtiers (EPOC), 2 Rue du Professeur Jolyet, 33120 Arcachon, France.

² Ifremer Nantes, Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance (VIGIES), 44311 Cedex 03, Rue de l'Île d'Yeu, 44980 Nantes, France.

Mots clef : Nutriments, long-terme, changement global, écosystèmes côtiers

Résumé

Les écosystèmes côtiers, situés à l'interface entre l'océan, le continent et l'atmosphère, font face à de nombreux forçages. Qu'ils soient locaux ou à large échelle, ces forçages sont liés entre eux et influencent les nutriments dans les écosystèmes côtiers.

Dans les zones tempérées les nutriments des écosystèmes côtiers sont principalement d'origine continentale (fleuves) mais sont aussi fortement influencés par la température (e.g. stratification, reminéralisation), les vents (e.g. advection verticale) ainsi que par les producteurs primaires et secondaires (e.g. consommation/reminéralisation).

Afin de comprendre l'évolution spatio-temporelle des nutriments dans les écosystèmes côtiers français, 20 ans de données de nutriments mesurés sur les 3 façades maritimes françaises (de Dunkerque à Marseille ; réseaux SOMLIT et REPHY) ont été utilisés. Ces données ont été couplées à des données de forçages afin de comprendre l'influence de ces forçages sur les évolutions des concentrations en nutriments.

Des analyses statistiques à double tableaux ont donc été utilisées pour mettre en évidence ces influences et identifier les forçages les plus importants. Bien que ces analyses traitent tous les sites en même temps, elles permettent également de comprendre les évolutions de chacun des sites et donc de mettre en évidence une typologie d'évolution des nutriments.

Il apparaît que les sites se différencient selon leur état trophique et leur position géographique : un gradient spatial apparaît (plus fortes concentrations en nutriments en mer de Nord qu'en Méditerranée) et permet de mettre en évidence l'influence de forçages d'origine locale. L'évolution temporelle quant à elle n'est pas dépendante des mêmes conditions : les forçages à large échelle semblent importants et mettent en avant l'influence du climat sur l'évolution temporelle des concentrations en nutriments dans les écosystèmes côtiers.

Decadal-scale temporal variability of carbon recycling in sediments of the Rhône River prodelta

C. Rabouille¹, B. Bombled¹, F. Toussaint¹, C. Cathalot¹, J. Rassmann¹, B. Lansard¹

¹ Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement UMR 8212, CEA-CNRS -UVSQ Gif-sur-Yvette, France

Mots clef : sédiment, recyclage matière organique, carbone oxygène, diagenèse précoce, Delta, Rhône, Méditerranée

Résumé

The temporal variability of carbon recycling in deltaic sediments is known to be large and is a major issue for quantifying the carbon biogeochemical cycle in these very active zones of the Earth System. Short timescale variability linked to floods and storms is a prominent feature which is currently being documented but interannual variations are poorly studied. During the last decades, a succession of deployments of benthic landers equipped with micro-electrodes, allowed the establishment of a non-continuous time series from 2005 to 2018. This time series extends spatially over a transect covering the biogeochemical gradient from the Rhône River mouth to offshore continental shelf stations.

The results display extensive variations of diffusive oxygen uptake (DOU) rates in the proximal zone near the River mouth and the prodelta whereas this parameter is fairly stable at the offshore stations. Poor correlations between DOU and main riverine or marine variables (freshwater flow, particle discharge, water temperature...) were found. At the decadal timescale, DOU in the prodelta sediments is related to the particulate organic carbone (POC) flux delivered by the Rhône River implying a direct link between recycling of organic matter in these sediments and the River POC input largely related to flood deposition. We investigate the potential processes that may build the tight link between these two variables over a timescale of over a decade.

Evolution de l'état écologique du socio-écosystème conchylicole de la baie des Veys (Normandie)

Gangnery A.¹, Tardivy--Casemajor J.², Hernández-Fariñas T.², Menet F.², Soudant D.³, Bruneau A.⁴, Derolez V.⁵, Mongruel R.⁶

¹ Ifremer, DYNECO, F-29280 Plouzané, France

² Ifremer, LITTORAL, F-14520 Port-en-Bessin, France

³ Ifremer, VIGIES, F-44000 Nantes, France

⁴ Ifremer, LITTORAL, F-17390 La Tremblade, France

⁵ Ifremer, LITTORAL, F-34203 Sète, France

⁶ Univ Brest, Ifremer, CNRS, AMURE, F-29280 Plouzané, France

Mots clef : climatologie, hydrologie, microbiologie, communauté phytoplanctonique, modèle linéaire dynamique, apports anthropiques

Résumé

Le projet RETROSCOPE (2020-2022) vise à analyser l'évolution rétrospective de trois socio-écosystèmes (SES) à vocation conchylicole, d'identifier les périodes de basculement afin d'entirer des enseignements sur leurs capacités d'adaptation et de résilience face aux changements : la baie des Veys (Normandie), les Pertuis Charentais (Poitou-Charentes) et la lagune de Thau (Occitanie). RETROSCOPE allie sciences écologiques et sciences humaines et sociales pour étudier l'évolution de l'état écologique de ces SES, de leur capacité à fournir des services écosystémiques et des demandes sociales associées à ces services. Les résultats présentés concernent l'état écologique de la baie des Veys dont l'étude repose sur l'analyse des séries temporelles de variables de forçages (climat local, débit des principaux cours d'eau) et d'état (hydrologie, microbiologie et phytoplancton). Pour les forçages, certaines de ces séries ont débuté dans les années 1960. Pour celles de l'écosystème côtier, elles démarrent généralement au début des années 2000 avec le déploiement de la Directive Cadre sur l'Eau. Chaque série a été analysée à l'aide de la méthode des modèles dynamiques linéaires (DLM) et des tendances d'évolution significatives ont été mises en évidence. Ainsi, la température de l'air et la pluviométrie présentent une augmentation de leur niveau moyen tandis qu'en hydrologie, une diminution du niveau moyen de la concentration en nutriments est observée.

Le phytoplancton présente des évolutions en termes de structuration de la communauté. Parmi les taxons principaux, certains voient leur abondance augmenter (*Rhizosolenia*) alors que d'autres voient leur abondance décroître (*Chaetoceros*). La biomasse phytoplanctonique (concentration en chlorophylle *a*) a diminué au cours la période. Enfin, le suivi de la contamination microbiologique dans les bivalves exploités suggère une dégradation de la qualité du milieu en fonction de l'espèce et du secteur de la baie. Ces évolutions restent à confirmer en poursuivant l'acquisition de ces données sur le long terme.

Evolution spatio-temporelle de la diversité du microphytoplancton sur le littoral Atlantique français: réponses aux forçages environnementaux

Cazeres M.¹, Lheureux A.¹, Del Amo Y.¹, Savoye N.¹, David V.¹
¹ UMR EPOC, Université de Bordeaux/CNRS, Station marine d'Arcachon

Mots clef : microphytoplancton, forçages hydrologiques, continentaux, climatiques ;

Résumé

Les communautés phytoplanctoniques des écosystèmes côtiers font face à de nombreux forçages climatiques et continentaux. Ces forçages, au travers de la température, de la circulation atmosphérique, des débits des fleuves et des concentrations en sels nutritifs modifient les caractéristiques hydrologiques des écosystèmes. Cette étude vise à rassembler l'ensemble des données disponibles à travers les différents réseaux d'observation nationaux (Phytobs, SOMLIT etc...), autant biologiques que abiotiques, dans le but de mieux comprendre la réponse spatio-temporelle des communautés phytoplanctoniques au cours des 20 dernières années en réponse aux différents forçages environnementaux sur le littoral français. Un travail considérable d'homogénéisation taxinomique inter-stations et sur le long-terme a été réalisé en amont afin de ne pas introduire de biais méthodologiques. Au final, les données de 16 stations réparties sur les 3 façades maritimes françaises (Manche, Atlantique, Méditerranée) ont été considérées suite à un compromis entre homogénéisation des taxa phytoplanctoniques au plus fin niveau taxonomique sur les 20 ans et disponibilité des données de forçages. Deux types d'analyses multivariées à double tableaux complémentaires ont ensuite été appliquées sur la variabilité interannuelle du phytoplancton et des facteurs environnementaux. Il apparaît en premier lieu que les communautés phytoplanctoniques se structurent davantage selon une distribution géographique par façade en réponse aux caractéristiques hydrodynamiques des milieux que selon leur évolution à long-terme même si cette dernière est significative. En effet, sur les 20 dernières années, l'ensemble des communautés phytoplanctoniques du littoral français présentent de grandes évolutions temporelles similaires en réponses aux grands changements hydrologiques et climatiques (e.g. augmentation des espèces thermophiles et mixotrophes). En outre, les modifications de communautés à long-terme sont plus ou moins prononcées en fonction des façades. Enfin, l'hydrodynamisme local a été à l'origine de spécificité d'évolutions à certaines stations (e.g. augmentation des taxa microphytobenthiques à certaines stations).

Functional study on phytoplankton communities in contrasted estuarine systems under a changing environment

Angéline Lefran^{1,2}, Tania Hernandez Fariñas¹, Pascal Claquin^{2,3}

¹ IFREMER, Laboratoire Environnement Ressource Normandie, LER/N, Avenue du Général de Gaulle, 14520, Port-en-Bessin, France

² Normandie Universités, Université de Caen Normandie, Centre de Recherches en Environnement Côtier (CREC) - Station Marine, BP49, 54, rue du Docteur Charcot - 14530 Luc-sur-Mer, France

³ Unité Biologie des ORganismes et Ecosystèmes Aquatiques (BOREA, UMR 7208), Sorbonne Universités, Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS, Université Pierre et Marie Curie, Université de Caen Normandie, IRD 207, Université des Antilles, Esplanade de la paix, F-14032, Caen, France

Mots clef : Phytoplankton – séries temporelles – Manche – estuaires contrastés

Résumé

Dans les zones côtières, les changements climatiques impactent la température de l'eau ainsi que les apports fluviaux, qui sont deux des paramètres majeurs contrôlant la dynamique du phytoplankton. Ces interfaces entre eau marine et eau continentale sont caractérisées par de nombreux paramètres qui vont différencier d'un estuaire à l'autre et cela se reflète sur la composition spécifique du phytoplankton. Plus d'une centaine d'espèces peuvent être présentes dans un même écosystème, représentant une grande diversité fonctionnelle. Il y a autant d'assemblages potentiels qu'il y a de préférences saisonnières, de comportements cycliques et d'affinités avec l'environnement. La Manche présente des systèmes d'études contrastés. Six d'entre eux ont été suivis mensuellement par le REPHY plus d'une décennie. Dans cette étude, la réponse du micro-phytoplankton a été étudiée au travers de l'étude de groupes fonctionnels créés à partir d'une centaine de taxons. L'étude a pour objectif de comprendre la stabilité de ces derniers lors de la dernière décennie et l'influence des paramètres environnementaux. Les assemblages spatiaux permettent de caractériser 3 types d'estuaires, conformes à ceux obtenus au travers de l'étude taxinomique précédemment réalisée. La communauté micro-phytoplanktonique est largement dominée par des petites diatomées rondes et coloniales. Les résultats montrent également une stabilité globale de la répartition des groupes fonctionnels malgré une baisse notable de la chlorophylle-*a* depuis 2008. Malgré tout, les tendances indiquent une diminution des groupes fonctionnels de dinoflagellés en faveur de certains groupes de diatomées. En parallèle d'une augmentation de la température et de la durée d'ensoleillement quotidienne à partir de 2013, des changements de tendances sont observés sur certains groupes pour une durée de 2 à 3 ans avant de retrouver leur niveau précédent. L'étude complémentaire des niches écologiques permet quant à elle de définir les préférences environnementales pour chacun des 12 groupes fonctionnels définis.

Conditions favorisant le développement des *Pseudo-nitzschia* spp. en Manche orientale et Sud de la Mer du Nord: apports des réseaux d'observation et des analyses de niches

Emilie Houliez.¹, Elsa Breton.¹, Dimitra-Ioli Skouroliakou.¹, François G. Schmitt¹, Urania Christaki¹

¹ Université de Lille, CNRS, Université du Littoral Côte d'Opale, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, 59000 Lille, France

Mots clef : harmful algal blooms, niches écologiques, phytoplancton

Résumé

Parce qu'elles peuvent être responsables d'intoxications (appelées "amnesic shellfish poisoning"), les efflorescences des diatomées *Pseudo-nitzschia* spp. sont à l'origine de fermetures préventives des activités conchylicoles, de pêche et de tourisme qui entraînent des pertes économiques considérables dans les zones impactées. La compréhension de ces efflorescences pourrait aider à prendre des mesures adaptées pour limiter ces pertes. Cependant, notre connaissance des facteurs contrôlant la croissance et la toxicité des *Pseudo-nitzschia* spp. reste limitée et la prévision de ces efflorescences n'est pas possible. Généralement, les facteurs abiotiques seuls ne permettent pas de prédire la fréquence, l'intensité et le déclin (souvent brutal) des efflorescences de *Pseudo-nitzschia* spp. suggérant une influence combinée de facteurs biotiques. Cependant, peu d'études ont intégré ces facteurs dans leurs analyses et les *Pseudo-nitzschia* spp. restent peu étudiées dans certaines zones telles que la Manche orientale et la Mer du Nord. Dans cette étude, une approche basée sur le concept de niche écologique de Hutchinson a été utilisée pour essayer de déterminer les facteurs favorisant les efflorescences des complexes *Pseudo-nitzschia seriata* (Pser) et *Pseudo-nitzschia delicatissima* (Pdel) à partir d'analyses de séries à long-terme acquises entre 1992 et 2020 dans le cadre de programmes de surveillance des eaux côtières françaises. Cette approche a permis de révéler le rôle de certaines conditions environnementales et de mettre en évidence l'importance des interactions biotiques avec les autres espèces composant la communauté phytoplanctonique. Pdel et Pser présentent des dynamiques saisonnières et des préférences environnementales différentes. Ces 2 complexes n'ont pas la même niche écologique. Pdel est favorisé par des conditions printanières tandis que Pser a des affinités pour les conditions printanières-estivales. Pdel occupe une niche écologique plus marginale et est moins tolérant que Pser. Pdel et Pser interagissent différemment avec l'haptophyte *Phaeocystis* spp. et sont limités par des interactions biotiques différentes avec les autres diatomées.

Caractérisation de la fraction organique vs. inorganique des particules marines en suspension dans les eaux côtières par télédétection de la couleur de l'eau.

Loisel H.¹, Vantrepotte V.¹, Trung-Tran K.¹, Duforêt-Gaurier L

¹Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, Université du Littoral Côte d'Opale, Université de Lille, CNRS, UMR 8187, LOG, Wimereux, France.

Mots clef : télédétection couleur de l'eau, dynamique particulaire

Résumé

La connaissance des fractions organiques et inorganiques particulaires du matériel en suspension dans les eaux côtières est essentielle pour l'étude de la dynamique particulaire dans ces milieux complexes et hautement variables. Si la télédétection de la couleur de l'eau apporte un vision synoptique et sur de longues périodes de temps, permettant d'analyser les schémas de variation de nombreux paramètres bio-optiques (chlorophylle, matière en suspension, carbone organique dissous et particulaire, ...) une telle information n'avait encore jamais été obtenue à partir de mesures de couleur de l'eau (Ocean Color Radiometry). Dans le cadre de cet exposé, nous allons présenter un algorithme permettant d'estimer cette fraction organique vs. inorganique. Un exercice de validation, incluant les points du réseau SOMLIT, sera présenté, et la pertinence de ce nouveau produit sera illustrée en différentes zones côtières et mers intérieures.

Suivi du bloom de *Phaeocystis globosa* dans les eaux côtières belges par mesures radiométriques hyperspectrales in situ et potentiel des futures mesures satellitaires

Lavigne H.¹, Castana Mourao e Lima A.², Ruddick K.¹, Vanhellefont Q.¹

¹ RBINS, Institut Royal des Sciences Naturelles, Bruxelles, Belgique

² Université de Gand, département de biologie, Gand, Belgique

Mots clef : *Phaeocystis globosa*, radiométrie, phytoplancton, bloom, satellite

Résumé

Phaeocystis globosa est une espèce phytoplanctonique qui forme des efflorescences en avril et mai et produit une mousse indésirable qui s'accumule sur les plages. Son développement est généralement lié aux apports anthropiques de nutriments et le suivi de cette espèce est alors demandé par les directives européennes. Les méthodes traditionnelles pour mesurer les espèces phytoplanctoniques (e.g. analyse de pigments, microscopie) limitent l'échantillonnage dans l'espace et le temps. Les instruments in situ autonomes comme les cytomètres en flux améliorent la résolution temporelle mais ils sont généralement très coûteux. Les radiomètres hyperspectraux autonomes installés sur des plateformes au-dessus de l'eau présentent une opportunité pour détecter certaines espèces de phytoplancton avec une haute fréquence temporelle et les futurs capteurs hyperspectraux satellitaires pourraient apporter une information spatiale.

La disponibilité d'un radiomètre autonome hyperspectral installé sur une plateforme à 500 m du port d'Ostende, a permis l'acquisition d'une série temporelle de 2823 spectres de réflectance de l'eau entre le 01/04/2020 et le 18/08/2020 et deux algorithmes permettant la détection de *Phaeocystis globosa* y ont été testés avec succès. L'évolution du bloom a pu être suivie à une résolution horaire comparable à l'échelle temporelle des processus en jeu: croissance et décroissance du bloom et marées. Ensuite, les spectres de réflectance ont été altérés pour simuler une mesure satellitaire et le bruit radiométrique ainsi que de possibles erreurs dans la calibration inter-bandes et la correction atmosphérique ont été ajoutés. Les résultats ont montré que ce sont les erreurs de calibration qui ont le plus d'impact sur la détection de *Phaeocystis globosa* et bien que la détection de *Phaeocystis globosa* ne soit pas aisée depuis l'espace avec des capteurs de haute qualité et d'important efforts de calibration, elle n'est pas impossible. Ainsi le futur capteur PACE pourrait être envisagé pour cette application.

Realised niche and suitability index highlight spatial and temporal distribution of toxic phytoplankton species

Carles Guallar¹, Annie Chapelle², Cedric Bacher³

¹E-mail address: carlesguallar@gmail.com

Tel: +34 617 24 47 36

Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal 643, 5th floor 08028.

² IFREMER, DYNECO/PELAGOS, BP 70, 29280 Plouzané, France.

E-mail address: Annie.Chapelle@ifremer.fr

³ IFREMER, DYNECO, BP 70, 29280 Plouzané, France

E-mail address: Cedric.Bacher@ifremer.fr

Mots clef : HABs, time series, monitoring, REPHY, climatic index, multivariate analysis, prediction, temperature

Résumé

Understanding the spatial and temporal preferences of toxic phytoplankton species is of paramount importance in managing and predicting harmful events in aquatic ecosystems. In this study we address the realised niche of the species *Alexandrium minutum*, *Pseudo-nitzschia fraudulenta* and *P. australis*. We used them to highlight distribution patterns at different scales and determine possible drivers. To achieve this, we have developed original procedures coupling niche theory and habitat suitability modelling using abundance data in four consecutive steps: 1) Estimate the realised niche applying kernel functions. 2) Assess differences between the species' niche as a whole and at the local level. 3) Develop habitat and temporal suitability models using niche overlap procedures. 4) Explore species temporal and spatial distributions to highlight possible drivers. Data used are species abundance and environmental variables collected over 27 years (1988-2014) and include 139 coastal water sampling sites along the French Atlantic coast. Results show that *A. minutum* and *P. australis* niches are very different, although both species have preference for warmer months. They both respond to decadal summer NAO but in the opposite way. *P. fraudulenta* realised niche lies in between the two other species niches. It also prefers warmer months but does not respond to decadal summer NAO. The Brittany peninsula is now classified as an area of prevalence for the three species. The methodology used here will allow to anticipate species distribution in the event of future environmental challenges resulting from climate change scenarios.

Utilisation d'indices écologiques pour la comparaison de séries basses et hautes fréquences en Baie de Seine

Léon Serre-Fredj.^{1,2}, Pascal Claquin.^{1,2}

¹ Normandie Université, Université de Caen Normandie, Esplanade de la Paix, F-14032, Caen, France

² Laboratoire Biologie des ORganismes et Ecosystèmes Aquatiques (BOREA, UMR CNRS 8067), Muséum National d'Histoire Naturelle, Sorbonne Université, Université de Caen Normandie, IRD 207, Université des Antilles. Centre de Recherches en Environnement Côtier (CREC) - Station Marine, BP49, 54, rue du Docteur Charcot - 14530 Luc-sur-Mer, France.

Mots-cléf: Eutrophisation, Frrf, phytoplancton, écosystème côtier

Résumé

Les systèmes côtiers marins fournissent de nombreux services économiques et écologiques, leurs dégradations affecteraient à long terme ces services. Pour la surveillance et la compréhension de ces systèmes de nombreuses séries d'observations ont été mises en place. En France le réseau SOMLIT joue un rôle principal proposant une large gamme de paramètres interdisciplinaires avec une fréquence d'un point tous les 15 jours.

Dans ces écosystèmes le compartiment des producteurs primaire dominé par le phytoplancton est central. Pour la dynamique des communautés du phytoplancton des variations de l'ordre de l'heure peuvent être significatives. Mieux appréhender ces changements rapides nécessite l'utilisation de la haute fréquence.

En Baie de Seine, La bouée SMILE est équipée d'une sonde multi-paramètres avec capteur d'oxygène, fluorescence, température salinité, de deux capteurs de sels nutritifs (OPUS et WIZ) ainsi que d'un fluorimètre variable pour l'estimation de la production primaire (Frrf), la fréquence de mesure de ces capteurs varie de 20 minutes à deux heures.

Pour la généralisation et la simplification des prises de décisions pour la gestion de l'environnement ainsi que pour l'étude du système de nombreux indices sont utilisés : Directive cadre eaux (DCE), indice trophique (TRIX), indice de statut trophique (TSI), indice de qualité de l'eau (WQI), l'efficacité d'utilisation de la ressource (RUE).

Une étude comparative des résultats entre indices à basse et haute fréquence est menée dans le but de déterminer l'intérêt de la haute fréquence et la robustesse des séries basse fréquences face à la variabilité des écosystèmes côtiers. Une partie de cette étude portera sur la comparaison entre ces indices.

Diminution de l'amplitude des efflorescences phytoplanctoniques et modification de leur composition et succession sous effets de l'augmentation de la température : apports de la combinaison des expérimentations en mésocosmes *in situ* avec des observations

Trombetta T.¹, Vidussi F.¹, Courboulès J.¹, Roques C.¹, Mas S.², Parin D.²,
Mostajir B.¹

¹ MARBEC (Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation), Univ Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Montpellier, France.

² MEDIMEER (Mediterranean platform for Marine Ecosystems Experimental Research), OSU OREME, Univ Montpellier, CNRS, IRD, IRSTEA, Sète, France.

Mots-cléf: Efflorescences phytoplanctoniques, lagunes côtières, suivi *in situ*, mésocosmes *in situ*.

Résumé

Pour mieux comprendre le rôle des forçages environnementaux sur l'initiation, l'amplitude, la composition et la succession des efflorescences phytoplanctoniques, supportant une part conséquente de la production primaire annuelle en milieu côtier peu profond, un suivi *in situ* a été réalisé de l'hiver au printemps, en 2015 et 2016, dans un système côtier (lagune de Thau). La fluorescence de la Chlorophylle *a* ainsi que divers variables météorologiques et hydrologiques ont été suivis à haute-fréquence (15 min). En parallèle, un échantillonnage hebdomadaire a été mené afin d'analyser la concentration en nutriments, l'abondance et la diversité du phytoplancton. Les observations montrent que l'augmentation printanière de la température est le principal facteur d'initiation des efflorescences dans cet écosystème. De plus, tandis que 2015 fut une année climatique « classique », 2016 fut une année exceptionnelle, avec l'hiver le plus chaud jamais enregistré dans le sud de la France, ce qui a significativement réduit l'accumulation de biomasse et l'amplitude de l'efflorescence printanière, mais également modifié la structure de la communauté phytoplanctonique, favorisant le petit phytoplancton (< 6 µm) aux dépens des diatomées. Afin de décortiquer les processus impliqués dans ces modifications, des expérimentations en mésocosmes *in situ* ont été réalisées en avril 2018. Une augmentation expérimentale de la température de l'eau des mésocosmes *in situ* à 3°C a réduit de moitié l'amplitude de l'efflorescence phytoplanctonique, favorisant les petites algues vertes et les dinoflagellés, au détriment des diatomées et des prymnesiophycées. La combinaison des observations *in situ* et des résultats expérimentaux en mésocosmes *in situ* suggèrent que dans un futur plus chaud, les efflorescences phytoplanctoniques en zone côtière peu profonde seraient d'amplitude réduite, avec des communautés dominées par des espèces de plus petites tailles, réduisant ainsi le transfert potentiel de carbone vers les niveaux trophiques supérieurs.

Tendances environnementales et variabilité inter-annuelle du zooplancton en baie de Marseille (NO Méditerranée)

Garcia T.¹, Guilloux L.¹, Peraud M.¹, Bănaru D.¹, Carlotti F.¹

¹ MIO, Mediterranean Institute of Oceanography

Mots-clef: Dynamic Factor Analysis (Analyses des Facteurs Dynamiques), structure de communauté, abondance, biomasse, spectre de taille, forçage environnemental, SOMLIT, copépodes.

Résumé

Le zooplancton est un compartiment essentiel dans le cycle du carbone et le transfert d'énergie au sein de l'écosystème pélagique. Sa réponse rapide face à des variations environnementales en fait généralement un bon indicateur de l'hydrographie et du climat. L'observation sur le long-terme des variations de la structure de la communauté zooplanctonique permet ainsi d'apporter des éléments de compréhension du fonctionnement de l'écosystème pélagique.

Depuis 2004, un suivi bimensuel du zooplancton a été mis en place en baie de Marseille, à l'est du golfe du Lion, à la station SOLEMIO du RNO SOMLIT. Ce suivi est accompagné d'un suivi des paramètres environnementaux depuis 1994. L'objectif de cette étude préliminaire a été de rechercher des tendances environnementales interannuelles pouvant expliquer les variations de la biomasse, de l'abondance et des structures en taille des principaux groupes du zooplancton sur la période 2004-2021. L'Analyse de Facteurs Dynamiques (AFD), a permis de décrire quatre tendances principales dans l'évolution des conditions physico-chimiques de la baie de Marseille.

Les variables environnementales qui expliquent principalement ces tendances sont la température, les précipitations, la salinité, l'O₂, le COP, le NOP, les MES, la chlorophylle *a* et les nutriments. Pour le zooplancton, la première tendance met en évidence un pic de biomasse, avec des plus fortes abondances des copépodes entre 2007 et 2008. La deuxième tendance montre plusieurs variations rapides dans la structure en taille dans les années 2006-2009, 2016 et 2019, accompagnées d'une augmentation en taille au cours de la période étudiée.

Cependant, les tendances environnementales ne semblent pas expliquer la plus grande part de variabilité des tendances relatives à la communauté du zooplancton.

Ces résultats suggèrent l'importance de l'étude de l'influence de l'environnement sur la communauté zooplanctonique à une échelle plus fine, d'explorer la saisonnalité et les événements extrêmes, ainsi que la relation avec la composition de la communauté phytoplanctonique et les consommateurs zooplanctonophages.

Apport des campagnes halieutiques pour la surveillance de l'écosystème pélagique côtier des façades métropolitaines à l'échelle pluri-décennale.

Huret M.¹, Doray M.², Romagnan J.B.², Dupuy C³., Petitgas P.⁴

¹ IFREMER, LBH/STH, Centre Bretagne - ZI de la Pointe du Diable - CS 10070 - 29280 Plouzané, France

² Ifremer, EMH, Centre Atlantique, 44311, Nantes Cedex 03, France

³ La Rochelle Université, CNRS, UMR 7266, LIENSs, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle, France

⁴ Ifremer, RBE, Centre Atlantique, 44311, Nantes Cedex 03, France

Mots-cléf: Halieutique ; campagnes écosystémique ; surveillance ; indicateurs ; écosystème pélagique

Résumé

Les campagnes halieutiques françaises de l'Ifremer sont réalisées depuis les années 1980- 1990 sur l'ensemble des façades métropolitaines dans le cadre européen de la DCF (Data Collection Framework), avec comme objectif premier la collecte de données halieutiques pour l'évaluation des stocks exploités. Elles couvrent une à deux fois par an, sur une période de plusieurs semaines chacune, les plateaux continentaux de la Méditerranée (PELMED et MEDIT), du golfe de Gascogne (EVHOE et PELGAS) et de la Manche-Mer du Nord (CGFS et IBTS). Depuis les années 2000, progressivement pour les besoins de projets de recherche sur l'habitat du poisson et plus récemment pour la surveillance dans le cadre de la DCSMM, la collecte de données s'est élargie à l'ensemble des composantes de l'écosystème pélagique : paramètres physico-chimiques, communautés planctoniques, ichtyologiques, jusqu'aux prédateurs supérieurs. En se basant principalement sur la campagne PELGAS, nous détaillerons dans cette présentation l'ensemble des paramètres collectés et les indicateurs qui en sont dérivés. Nous présenterons les méthodes d'analyses utilisées pour caractériser l'habitat des petits poissons pélagiques, ou pour assurer la surveillance intégrée de l'écosystème pélagique sur les deux dernières décennies. Lorsqu'il s'agit d'interpréter la variabilité interannuelle, nous sommes confrontés sur ces campagnes annuelles à la forte saisonnalité de l'écosystème pélagique, notamment au printemps quand les changements sont importants et rapides. Nous avons donc proposé une méthode de recalage des observations dans le calendrier printanier moyen de l'écosystème pélagique, à partir d'une approche basée sur les degrés-jour. En complément de systèmes d'observation plus synoptiques tels que la télédétection, les données de campagnes viennent préciser la composition planctonique de blooms observés par satellite. Elles viennent également compléter les bases de données permettant de calibrer les modèles hydrodynamiques, biogéochimiques ou écosystémiques. Finalement, ces campagnes font donc largement appel à des compétences pluri-disciplinaires qui justifient l'attribut écosystémique qui leur est maintenant associé.

Dynamiques spatio-temporelles des communautés zooplanctoniques, dans le Golfe de Gascogne, en lien avec la variabilité environnementale locale.

Nina Grandrémy¹, Jean-Baptiste Romagnan¹, Mathieu Doray¹, Christine Dupuy², Martin Huret³, Pierre Petitgas¹.

¹ Équipe EMH, Écologie et Modèles pour l’Halieutique, IFREMER Nantes.

² Équipe BIOFEEL, UMRi LIENSs, Université La Rochelle / CNRS.

³ Équipe LBH, Laboratoire de Biologie Halieutique, IFREMER Brest.

Mots clef : Zooplancton, Golfe de Gascogne, dynamiques spatio-temporelles.

Résumé

Dans le Golfe de Gascogne, les petits poissons pélagiques (PPP) représentent une part significative des débarquements et de l’économie du secteur de la pêche en France. Cependant, une diminution progressive du poids et de la taille des individus a été observée pour deux espèces de PPP, la sardine et l’anchois, au cours de ces 15 dernières années. Des contrôles « bottom – up » portés par des processus trophiques sont supposés être à l’origine de ces dynamiques négatives. Le zooplancton est une ressource essentielle pour les PPP. Des changements dans les dynamiques des communautés zooplanctoniques, induits par des changements dans l’environnement, pourraient impacter les apports énergétiques, la croissance et la condition corporelle des PPP. L’objectif de ce travail est donc d’apporter des connaissances approfondies concernant les dynamiques spatio-temporelles du zooplancton, à l’échelle du plateau continental du Golfe de Gascogne, dans un contexte de changements environnementaux.

Les séries temporelles spatialisées du zooplancton et des variables environnementales ont été reconstruites entre 2006 et 2019, à partir des données acquises au printemps, lors de la campagne PELGAS. Les échantillons de zooplancton sont analysés par imagerie, puis les objets imagés sont identifiés et classifiés en 40 groupes taxonomiques et 10 groupes fonctionnels à l’aide d’outils d’apprentissage machine. Les séries temporelles spatialisées sont ensuite analysées avec la méthode Multi Factor Analysis, afin de décomposer les corrélations spatiales entre les variables de la variabilité temporelle.

La communauté des copépodes montre une structure spatiale stable dans le temps, tandis que la variabilité inter – annuelle est plus importante pour les autres groupes du zooplancton. Des petites formes de zooplancton sont observées dans les zones côtières, tandis que des grands copépodes herbivores se trouvent dans la partie nord au large. Finalement, des paramètres liés à la salinité et à la chlorophylle en surface semblent corrélés à la structure spatiale du zooplancton.

Séries historiques des traits d’histoire de vie des populations halieutiques : un exemple utilisant la maturité sexuelle d’une espèce de rouget dans les zones de pêche française

Sauger C.¹, Dubroca L.¹

¹ IFREMER, Institut Français de Recherche pour l’Exploitation de la MER

Mots-clef: Traits d’histoire de vie, Rouget Barbet de roche, MATO

Résumé

La réponse des écosystèmes aux forçages climatiques et anthropiques est généralement étudiée à l’aide de séries longues décrivant les biomasses des populations d’intérêt. Or cette biomasse est la résultante de l’intégration de processus complexes liés aux dynamiques des populations. Dans ce contexte l’étude directe des traits d’histoire de vie (e.g. la maturité sexuelle) pourrait permettre de renseigner plus précisément les effets des forçages sur les populations marines. Nous illustrons cette approche par l’étude de la dynamique spatiale et temporelle de la maturité sexuelle du rouget barbet de roche dans les eaux côtières françaises (golfe de Gascogne et Manche) de 2008 à 2020, confrontées aux forçages climatiques (température de l’eau et production primaire) et anthropiques (pressions de pêche). La généralisation d’une telle approche est discutée pour l’ensemble des espèces exploitées françaises (besoins en données, résolution spatiales et temporelles des observations).

Caractérisation de la dynamique du phytoplancton, des événements récurrents aux événements extrêmes, grâce au Machine Learning.

Lefebvre A.¹, Grassi K.^{1,2,3}, Bigand A.³, P. Chatelain³, E. Vincent³,
Poisson- Caillault E.³

¹ IFREMER, Unité Littoral, Laboratoire Environnement et Ressources, Boulogne sur Mer, France
; email : alain.lefebvre@ifremer.fr

² WeatherForce, Toulouse, France

³ LISIC, EA 4491, Université du Littoral Côte d'Opale, Calais, France

Mots clef : Machine Learning, Classification, Observation Augmentée, Eutrophisation, Harmful Algal Bloom.

Résumé

Les systèmes automatisés de mesures à haute fréquence (HF) doivent permettre d'identifier des changements en réponse aux pressions d'origine naturelle et anthropique, ainsi que les effets directs et indirects des apports de nutriments et des proliférations du phytoplancton nuisible pouvant conduire à des dysfonctionnements des écosystèmes (Eutrophisation). La compréhension de cette dynamique est également importante afin de proposer des indicateurs supports à l'évaluation du Bon État Environnemental. Alors que les données basses fréquences (BF) continuent de livrer leurs secrets, la complexité des données HF (bases volumineuses, non linéarité, données manquantes,...) rend leur exploitation difficile.

Dans ce contexte, un système numérique Open Source basé sur plusieurs méthodes du Machine Learning a été proposé. Il inclut une nouvelle méthode de Classification Spectrale Multi-Niveaux. Ce système doit permettre (i) de définir des schémas de fonctionnement des efflorescences à partir de données multi-sources et multi-échelles, (ii) de disposer d'un système de prédiction et d'alerte, (iii) de pouvoir adapter en temps (quasi) réel les stratégies d'échantillonnage. La mise en évidence d'états environnementaux favorables ou pas aux efflorescences algales permet de hiérarchiser les facteurs de contrôle et d'identifier des schémas de fonctionnements. Cette approche appliquée aux données de la station MAREL-Carnot (IR ILICO COAST-HF) et en considérant également des données BF, a permis la description (aux niveaux biogéochimique et taxonomique) d'événements récurrents mais aussi extrêmes, dont la période peut être infra-hebdomadaire ou même horaire. En plus de la caractérisation par état, cette approche multicritères identifie des schémas relationnels (approche de type DPSIR). Elle met en évidence des schémas de succession des facteurs d'influences et des communautés phytoplanctoniques avec un zoom sur les taxons nuisibles de la Manche orientale, *Phaeocystis globosa* et le groupe des *Pseudo-Nitzschia*.

Apport des méthodes neuronales pour le suivi des paramètres biogéochimiques, perspectives d'application au domaine côtier.

Fourrier Marine ¹, Coppola Laurent ², D'Ortenzio Fabrizio ¹

¹ Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire d'Océanographie de Villefranche, Villefranche-sur-Mer

² Sorbonne Université, CNRS, Institut de la Mer de Villefranche, Villefranche-sur-Mer

Mots-cléf: Réseaux de neurones, nutriments, système des carbonates, acidification, mouillages, séries temporelles.

Résumé

L'étude de l'évolution à long terme des écosystèmes côtiers repose sur les séries de données et programmes d'observations permettant l'acquisition de variables climatiques et biogéochimiques essentielles (cycle des nutriments, acidification). Ces séries temporelles et réseaux d'observation sont sujets aux événements météorologiques et l'acquisition de certaines variables biogéochimiques reste limitée. Le développement de nouveaux capteurs biogéochimiques mis en œuvre sur des plateformes *in situ* (mouillages, planeurs sous-marins, flotteurs-profilleurs) permet d'augmenter l'acquisition de ces variables essentielles mais les mesures effectuées par ces plateformes restent limitées.

Récemment, des techniques de « machine learning » et en particulier des réseaux de neurones ont été développées pour l'océanographie. La méthode neuronale CANYON (pour Carbonate system and Nutrients concentration from hydrological properties and Oxygen using a Neural-network) fournit des estimations, avec une précision donnée, de nutriments (nitrates, phosphates et silicates) et des variables du système des carbonates (alcalinité, Carbone Inorganique Dissous, pH_T et pCO₂) à partir de variables océanographiques systématiquement mesurées (pression, température, salinité et O₂ ainsi que la position dans le temps et dans l'espace).

Cette méthode, développée pour l'océan global ainsi que la régionalisation Méditerranéenne, CANYON-MED, permettent la densification de variables biogéochimiques à moindre coût, de « combler les trous » dans les séries temporelles et peuvent être utilisées comme données de références pour les modélisateurs.

Des méthodes similaires, s'appuyant sur les jeux de données qualifiées acquis dans le cadre de l'IRILICO, pourraient être développées spécifiquement pour les environnements côtiers soumis à de nombreux forçages et dont les dynamiques diffèrent de l'océan ouvert. De plus, l'utilisation combinée des approches existantes pour l'océan ouvert et d'une adaptation côtière ouvrent la voie à une meilleure compréhension du continuum côtier-large.

Assimilation de données, réseaux de neurones et images satellites: comparatif d'interpolation de la concentration de matières en suspension en surface dans le golfe de Gascogne.

J-M. VIENT^{1-2*}, F. JOURDIN³, R. FABLET¹, B. MENGUAL⁴, L. LAFOSSE³,
C. DELACOURT²

¹IMT Atlantique Bretagne-Pays de la Loire, Technopôle Brest-Iroise, 29238 Brest, France

²UBO, Technopôle Brest-Iroise, 29238 Brest, France

³Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), 13 rue du Chatellier CS 30316, 29603 Brest Cedex, France

⁴SAS Benoît Waeles–Consultant Génie Côtier, 53 rue du Commandant Groix, 29200 Brest, France

Mots clef : Réseaux de neurones, assimilation de données, interpolation, assimilation variationnelle, matière en suspension, observations satellites

Résumé

En raison d'influences naturelles et anthropiques complexes et interconnectés, la dynamique des matières en suspension dans la colonne d'eau reste difficile à comprendre et à mesurer. Les modèles numériques ne sont toujours pas capables de prendre en compte les variabilités décrites par les ensembles de données in situ et satellites. D'autre part, l'échantillonnage spatio-temporel irrégulier de l'observation par satellite, en particulier dans le domaine du visible, rend crucial le développement de méthodes d'interpolation efficaces. L'interpolation optimale (IO) reste l'approche usuelle dans la plupart des produits opérationnels. Cependant de plus en plus de grandes bases de mesures in situ et satellitaires, ainsi que des résultats de modèles de simulation sont disponibles. Pour les exploiter, l'émergence de schémas basés sur l'apprentissage des données peut être une alternative pertinente, avec des capacités accrues pour apprendre les processus même aux plus petites échelles. Dans cette étude, sont comparés avec l'IO trois schémas d'apprentissage basés sur les données, à savoir une technique basée sur les EOF, un schéma d'assimilation de données analogiques et une approche par réseau de neurones. Ce travail s'appuie sur une expérience OSSE ('Observing System Simulation Experiment') basée sur des simulations numériques et des observations satellitaires simulées à l'aide de modèles d'échantillonnage de satellites réels. Les résultats montrent que l'approche par réseau de neurone, qui s'appuie sur une formulation variationnelle de l'assimilation des données pour le problème d'interpolation, surpasse nettement l'IO et les autres schémas comparés, tant en termes de performances de reconstruction que de plus grande capacité à récupérer les événements de plus fines échelles spatiales. Il sera discuté également des performances de ces méthodes non seulement en termes d'interpolation mais également dans un objectif de prévision (temporelle) de la concentration des matières en suspension à la surface de l'océan.

Large-scale changes of the semidiurnal tide along North Atlantic coasts from 1846 to 2018

Pineau-Guillou L.¹, Lazure P.¹, Wöppelmann G.²

¹ IFREMER, Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale (UMR 6523), Brest

² LIENSS, Université de la Rochelle-CNRS, La Rochelle

Mots clef : Marée – Atlantique Nord

Résumé

We investigated the long-term changes of the principal tidal component M2 along North Atlantic coasts, from 1846 to 2018. We analysed 18 tide gauges with time series starting no later than 1940. The longest is Brest with 65 years of observations. We carefully processed the data, particularly to remove the 18.6-year nodal modulation. We found that M2 variations are consistent at all the stations in the North-East Atlantic (Cuxhaven, Delfzijl, Hoek van Holland, Newlyn, Brest), whereas some discrepancies appear in the North-West Atlantic. The changes started long before the 20th century and are not linear. The secular trends in M2 amplitude vary from one station to another; most of them are positive, up to 2.5 mm/yr at Wilmington since 1910. Since 1990, the trends switch from positive to negative values in the North-East Atlantic. Concerning the possible causes of the observed changes, the similarity between the North Atlantic Oscillation and M2 variations in the North-East Atlantic suggests a possible influence of the large-scale atmospheric circulation on the tide. Our statistical analysis confirms large correlations at all the stations in the North-East Atlantic. We discuss a possible underlying mechanism. A different spatial distribution of mean sea level (corresponding to water depth) from one year to another, depending on the low-frequency sea-level pressure patterns, could impact the propagation of the tide in the North Atlantic basin. However, the hypothesis is at present unproven.

Reference :

Pineau-Guillou, L., Lazure, P., and Wöppelmann, G.: Large-scale changes of the semidiurnal tide along North Atlantic coasts from 1846 to 2018, *Ocean Sci.*, 17, 17–34, <https://doi.org/10.5194/os-17-17-2021>, 2021.

Evolution de la stratification thermique en Manche orientale de 2007 à 2019, et estimation de la diffusivité turbulente

Jiang Y.^{1,2}, Schmitt F. G.², Berti S.¹, Calzavarini E.³, Tergolina V.³

¹ EPFL, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse

² Univ. Lille, Univ. Littoral Côte d'Opale, CNRS, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, F 62930 Wimereux, France

³ Unité de Mécanique de Lille, Université de Lille, France

Mots clef : Stratification, Manche orientale, SOMLIT, diffusivité turbulente

Résumé

La stratification thermique joue un rôle majeur dans l'analyse des systèmes aquatiques. La stratification thermique de 2007 à 2019 en Manche Orientale a été analysée en utilisant des données de la base de données SOMLIT (Service d'Observation en Milieu Littoral). En général, la stratification démontre une variation annuelle assez claire: la stratification débute au printemps et atteint son pic en été, ensuite l'eau devient plus mélangée en automne. Finalement, la stratification devient instable en hiver. Cependant, l'intensité de la stratification est, en général, faible, avec un ordre de grandeur de moins de 1.25°C , qui manifeste le fait que la mer en Manche Orientale est très turbulente. En outre, nous trouvons que la profondeur de stratification n'est pas corrélée à l'intensité de la stratification. De plus, les profils verticaux de température dans la même période d'année présentent une variation interannuelle forte. Finalement, une analyse du début et de la fin de la stratification a été mise à place : on constate que le début, la fin et la durée de stratification n'ont pas clairement évolué sur la période considérée.

La diffusivité turbulente contrôle le transport turbulent vertical. Ce dernier est important pour la modélisation numérique de la dynamique de scalaires. Nous nous sommes placés dans le cadre d'un modèle avec un forçage sinusoïdal en surface, générant une forme analytique selon la verticale, dépendant de plusieurs paramètres, dont la diffusivité. Son ordre de grandeur est de $100\text{ cm}^2/\text{s}$, bien plus que la diffusivité moléculaire de température qui vaut $10^{-3}\text{ cm}^2/\text{s}$. Cette méthode apparaît utile quand la mesure directe de la diffusivité turbulente n'est pas disponible.

Morphodynamique de la plage sableuse macrotidale de Porsmilin en Mer d'Iroise au travers d'un ensemble de données 2003-présent : validation des données et analyse saisonnière des vagues et morphologies

Stéphane Bertin^{1,2}, France Floc'h¹, Nicolas Le Dantec¹, Marion Jaud^{1,2},
Christophe Delacourt¹

¹ UMR 6538 - Laboratoire Géosciences Océan, Université de Bretagne Occidentale & CNRS, IUEM, rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané

² UMS 3113, CNRS & Université de Bretagne Occidentale, IUEM, rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané

Mots clef : Processus côtier, changements morphodynamiques, ensemble de données longue-durée, topographie, télédétection, qualification des mesures

Résumé

Les jeux de données côtiers rendant possible l'analyse des évolutions morphodynamiques infra-annuelles et saisonnières sont rares et restent difficiles à collecter. Un frein majeur pour l'obtention de tels jeux de données sur des plages, au-delà des challenges méthodologiques liés à la mesure, est la durée (ex. pluriannuelle à pluridécennale) ainsi que la fréquence (ex. journalière à mensuelle) nécessaire des observations pour caractériser ces évolutions avec suffisamment de confiance. Une autre difficulté est liée à l'évaluation et à la minimisation des incertitudes des mesures topographiques et au fait que les jeux de données morphologiques longue-durée impliquent bien souvent des stratégies d'acquisition, mais aussi de traitement, qui ont évolué au cours du temps.

L'ensemble de données obtenu sur la plage sableuse macrotidale de Porsmilin en Mer d'Iroise est un des rares jeux de données côtiers en France avec une durée d'observation supérieure à une décennie (2003-présent) et une fréquence d'acquisition quasi-mensuelle. Il s'agit d'un ensemble de données morphologiques multi-capteurs (RTK-GNSS, scanner-laser terrestre, photogrammétrie par drone et échosondeur multifaisceaux) librement accessible, constitué de profils de plages et de modèles numériques de terrain (MNT) topographiques et bathymétriques à haute résolution (résolution planimétrique de 0,5 m), accompagné de séries temporelles de vagues et de marée.

Nous présentons tout d'abord la « réconciliation » des données morphologiques multi-capteurs entre-elles, comprenant une harmonisation spatiale et temporelle, ainsi que l'évaluation et la minimisation des erreurs présentes dans les données. Plusieurs méthodes sont employées à l'unisson afin de réduire l'incertitude associée à l'utilisation des données dans une même analyse portant sur les bilans sédimentaires inter- et sub-tidaux. Nous présentons ensuite les évolutions infra-annuelles et saisonnières comparées du régime de vague et des changements morphologiques.

Evaluating synergy between *in situ* and satellite observations to monitor phytoplankton blooms

Zoffoli M.L.¹, Gernez P.¹, Pochic V.¹, Roux P.², Siano R.³, Schmitt A.²,
Manach S.², Retho M.², Pierre-Duplessix O.², and Schapira M.²

¹ Université de Nantes, Mer Molécules Santé (MMS), Nantes, France

² Ifremer, LITTORAL, Nantes, France

³ Ifremer, DYNECO, Plouzané, France

Mots clef: high-resolution, remote-sensing, satellite, REPHY, *Lepidodinium chlorophorum*

Résumé

Along the French Atlantic coast, blooms of *Lepidodinium chlorophorum* are frequently observed during summer. Such blooms can lead to seawater discoloration, anoxia, and significantly impact fisheries, shellfish farming, and tourism industry. Traditionally, phytoplankton monitoring programs such as the REPHY network have been based on *in situ* sampling. Even with a huge logistic effort to maintain a long-term monitoring on a bi-weekly basis over several fixed stations, the sampling strategy might not be enough to investigate blooms in dynamic coastal environments. As the new generation of the Sentinel-2 satellites acquire data at high frequency (< 5 days), high resolution (20 m) and over large spatial scales (> 100 km²), we investigated the synergy between satellite remote-sensing and *in situ* sampling to monitor blooms of *L. chlorophorum* in South Brittany (France). High-resolution satellite observations from the Sentinel-2 mission were used to document bloom dynamics, in combination with *in situ* measurement of *L. chlorophorum* cells number. The normalized difference chlorophyll index (NDCI) was computed from Sentinel-2 spectral reflectance, used to measure chlorophyll concentration, and to characterize the bloom's surface area, spatial structure, and temporal dynamics, as well as to identify the location of the densest bloom patches. The time-series of NDCI images and associated biomass and spatial metrics exhibited a high degree of spatial and temporal variability, which was at first order associated to tidally-driven surface circulation. While the present work is focused on a regional case study, it aims at demonstrating how the synergy between *in situ* monitoring and high-resolution satellite remote-sensing can improve phytoplankton monitoring and better document blooms dynamics.

Long-term (14 yr.) macrobenthic Community Trajectory Analysis reveals habitats-dependent trajectories and no clear regional dynamic.

Chirine Toumi¹, Miquel De Cáceres², Jacques Grall^{1,3}, Éric Thiébaud⁴, Caroline⁵ Broudin, Céline Houbin⁵, Marion Maguer³, Vincent Le Garrec³, Olivier Gauthier^{1,3}

¹ LEMAR, Univ Brest, CNRS, IRD, Ifremer, 29280 Plouzané, France

² CREAM, Campus de Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, 08193, Spain

³ OSU IUEM, Univ Brest, CNRS, IRD, 29280 Plouzané, France

⁴ Sorbonne Université, CNRS, Station Biologique de Roscoff, UMR7144, Adaptation et Diversité en Milieu Marin, Place Georges Teissier, CS90074, 29688, Roscoff Cedex, France

⁵ CNRS, Station Biologique de Roscoff, FR 2424, Sorbonne Université, Roscoff, France

Mots clef : Community Trajectory Analysis – Benthic communities – β diversity - Taxonomic diversity – Time series

Résumé

Long-term monitoring programs are fundamental to detect changes in ecosystem health and understand ecological processes. In the current context of global warming and increasing anthropogenic threats on marine ecosystems, understanding the dynamic and response of communities becomes essential. As species assemblages are good response variables to estimate changes in ecosystems, we used data collected over 14 years in the Rebent benthic coastal invertebrates monitoring program at 26 sites along Brittany's (France) littoral, and covering a total of 979 taxa. The sites are from 4 distinct habitats: two of them associated with foundation species (eelgrass meadows and Maerl beds) in the intertidal and subtidal zones while the two others are bare sediments in the two respective zones. We used Community Trajectory Analysis, a novel statistical approach that allows for quantitative measures and comparisons of temporal trajectories of the different communities. We compared observed trajectories to trajectories simulated under different models in order to better understand their respective dynamics. The communities from the four habitats followed a non-directional dynamic during the 14 monitored years, which suggests a stability at the regional scale.

However, intertidal communities exhibited some saltatory changes especially during the first years of the monitoring program, and these changes were more pronounced in the bare sediment than in the biogenic habitat. These saltatory changes probably reflect higher sensitivity of intertidal communities to environmental changes. Our results also confirm the role of biogenic habitats in dampening the effects of environmental conditions thus helping to maintain the stability of their associated communities. Future work will include a comparison of environmental and community trajectories in order to better understand the underlying drivers, and functional traits-based analysis in order to better approach the community processes at work.

Suivi décennal de l'architecture d'un réseau trophique côtier : le cas de la communauté de sables fins de Pierre Noire en baie de Morlaix

Nicolas SACRÉ¹, Lise BACOUILLARD¹, Raphaël DUPONT¹, François GAUDIN¹, Céline HOUBIN², Pascal RIERA¹, Eric THIÉBAUT¹

¹Sorbonne Université, CNRS, Station Biologique de Roscoff, UMR 7144, Place Georges Teissier, 29680 Roscoff

²Sorbonne Université, CNRS, Station Biologique de Roscoff, FR2424, Place Georges Teissier, 29680 Roscoff

Mots-clef:

Écologie trophique, écosystèmes côtiers, isotopes stables, suivi décennal

Résumé

Dans le contexte actuel du changement climatique et de pressions anthropiques croissantes, la mise en place de suivis à long terme des écosystèmes côtiers est devenue un enjeu majeur. La caractérisation de la dynamique temporelle des communautés en réponse aux perturbations naturelles et humaines est en effet essentielle pour cerner leurs trajectoires d'évolution potentielles et mieux appréhender les relations diversité-fonctionnement. C'est dans ce cadre que s'inscrit le suivi historique de Pierre Noire (baie de Morlaix, Finistère Nord) où la macrofaune benthique est échantillonnée depuis 1977 selon un protocole standardisé, consistant en dix prélèvements sédimentaires par benne Smith McIntyre. L'étude de la diversité spécifique et fonctionnelle de Pierre Noire a notamment permis de mettre en évidence les effets perturbateurs de la marée noire de l'Amoco Cadiz illustrés par la quasi-disparition des espèces dominantes d'amphipodes pendant plus d'une décennie et un changement abrupt de la structure de la communauté en 2004-2005.

En complément de ces mesures, une approche se concentrant sur le fonctionnement trophique par l'utilisation des isotopes stables du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) et de l'azote ($\delta^{15}\text{N}$) a été développée depuis 2013. Ces deux isotopes, respectivement considérés comme traceur des sources d'un écosystème et proxy du niveau trophique des consommateurs, ont ainsi été utilisés afin d'étudier l'évolution temporelle des compositions isotopiques des espèces dominantes et de l'architecture du réseau trophique de la communauté à l'aide de différents indices. Les premières analyses réalisées n'ont pas mis en évidence de tendance des compositions isotopiques des espèces dominantes sur une décennie mais ont indiqué des fluctuations saisonnières non régulières d'une année sur l'autre. A l'échelle de la communauté, nos résultats ont montré une relative stabilité dans le temps de l'organisation globale du réseau et l'existence d'un continuum de niveaux trophiques lié à un niveau élevé d'omnivorie. Les résultats sont discutés au regard des variabilités des compositions isotopiques des sources de nourriture et des conditions environnementales.

Dualité méthodologique dans l'interprétation d'un processus écologique : cas du recrutement de Saint-Jacques dans la Baie de Seine

Cariou T¹, Clauvel-L'Heridon A.², Dubroca L.², Normand J.², Foucher E.¹

¹LRH/PB-IFREMER, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Station de Port-en-Bessin

²LER/N-IFREMER, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Station de Port-en-Bessin

Mots clef : Recrutement- Bivalve – Série temporelle -Spatio-temporel – Baie de Seine

Résumé

Le recrutement des populations de bivalves est soumis à de très fortes variations spatio-temporelles qui résultent de l'interaction de plusieurs paramètres environnementaux. Lorsque ces populations sont exploitées, ces variations peuvent amener à des risques quant à leur conservation et leur viabilité. La baie de Seine possède l'un des plus importants gisements de coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*) en Europe, dont la biomasse a considérablement augmenté au cours des cinq dernières années. Cependant ce phénomène n'est pas totalement compris, et les différents paramètres environnementaux impliqués restent méconnus, comme leurs interactions. Il y a donc un besoin d'affiner nos connaissances dans des processus influençant le recrutement de la coquille Saint-Jacques ainsi que notre compréhension des processus océanographiques qui se déroulent en Baie de Seine. Une approche duale a donc été employée, associant des approches destinées à élucider la variabilité spatiale, ou inter-annuelle du recrutement. Les données biologiques utilisées proviennent d'une campagne d'évaluation du stock de la coquille Saint-Jacques, réalisée chaque année depuis la fin des années 70, standardisée depuis 1992. A cela s'ajoutent des paramètres explicatifs (chlorophylle A, direction et force du vent, température de l'eau de mer, indice NAO+, stock de géniteurs) issus principalement de l'observation. D'un côté, une démarche de modélisation statistique a été mise en œuvre pour sélectionner les variables de l'environnement les plus probablement associées à la variabilité du recrutement. De l'autre, l'intégration de l'espace montre que les processus ne sont pas homogènes en Baie de Seine. Des analyses géostatistiques et de « hotspots » mettent en évidence à la fois une relative stabilité de la population de coquilles Saint-Jacques ainsi qu'une tendance à un renforcement des biomasses sur la zone la plus côtière.

EVOLECO 2021

Posters

(par ordre alphabétique des noms d'auteur)

Introducing the ISRO-CNES TRISHNA mission for high resolution SST observations in coastal ocean and continental waters

Autret E.¹

¹ Ifremer, Univ. Brest, CNRS, IRD, Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale (LOPS), IUEM, Brest, France

Mots clef : sea surface temperature, remote sensing, coastal ocean, TRISHNA mission

Résumé

The TRISHNA mission (Thermal infraRed Imaging Satellite for High-resolution Natural resource Assessment) is a cooperation between the French (CNES) and Indian (ISRO) space agencies. It will measure the optical and thermal spectra emitted and reflected by the Earth from a low-altitude Sun synchronous orbit, over a swath with a width of 1026 km. The launch date is end of 2024, for a five-year mission. It is intended to measure approximately twice a week the thermal infrared signal of the surface-atmosphere system at 57 m resolution for the continents and the coastal ocean, and a resolution of 1000 meters over deep ocean. The primary scientific objectives of the mission will be to provide high-quality imagery of vegetation, snow, ice and sea surface temperature and albedo. In coastal areas, the deep interactions between the ocean, the atmosphere and the land generate a strong variability in the surface temperature at very fine scales. It is therefore interesting to measure the temperature of the water at the surface with high spatial and temporal precision, as this information can have several uses. Thermal imaging with high spatial resolution and frequent observation, including night-time acquisitions will bring key information on sea surface temperatures, sub-mesoscale activity in coastal areas and in the high seas, continental waters (lakes and rivers) as well as oil spills, thermal pollutants, effluents and wastewater discharges.

Suivi environnementale du Port de Plaisance de La Rochelle au travers du pétoncle noir *Mimachlamys varia*.

Marine Barbarin ¹, Marine Breitwieser ¹, Romane Conde ¹, Angélique Fontanaud ², Hélène Thomas ¹

¹ LIENSs, Littoral Environnement et Sociétés, La Rochelle

² Régie du Port de plaisance de La Rochelle

Mots-cléf: *Mimachlamys varia*, biosurveillance, biomarqueurs, espaces portuaires

Résumé

Depuis plusieurs années, le Port de Plaisance de La Rochelle réalise un suivi hydro-sédimentaire de la qualité du milieu, ainsi qu'un suivi de l'état de santé des bivalves, et plus particulièrement du pétoncle noir *Mimachlamys varia*. Débuté en 2015 sur différents sites stratégiques au sein de l'espace portuaire (station de carénage, exutoire des eaux pluviales, station de carburant, etc.), ce suivi a été effectué soit par prélèvement, soit par méthode de « caging », à raison de deux à trois fois par an. Les objectifs pour le Port de Plaisance sont d'obtenir des données environnementales complémentaires, utilisées par la suite dans le cadre d'obtention / renouvellement de normes et de labellisations.

Le pétoncle noir, appartenant à la famille des *Pectinidae* et présent naturellement au sein de cet espace portuaire et dans les Pertuis Charentais, est considéré comme une espèce sentinelle du milieu marin. Son biotope se trouvant au niveau des zones intertidales et sa capacité de bioaccumulation des contaminants organiques et inorganiques font de lui un bioindicateur très intéressant du milieu marin.

Les premières études, réalisées entre 2015 et 2018, ont permis d'évaluer l'efficacité des dispositifs installés au sein de l'espace portuaire pour le traitement des eaux (système de traitement des eaux de carénage, récupérateur et séparateur d'hydrocarbures, etc.), au travers d'une approche multi biomarqueurs. Depuis 2019, le suivi s'oriente vers un biomonitoring avec l'ajout des données de contaminants organiques chez les bivalves, dans le but de pouvoir directement effectuer une comparaison avec les études hydro-sédimentaires du Port de Plaisance. De plus, la prise en compte des conditions météorologique doit permettre de tenir compte des potentielles pollutions extérieures à l'espace portuaire.

RETROSCOPE

Approche comparée des trajectoires d'évolution des socio-écosystèmes côtiers à vocation conchylicole (Baie des Veys, Pertuis Charentais, Lagune de Thau)

BRUNEAU A.¹, DEROLEZ V.², GANGNERY A.³, MONGRUEL R.⁴

1 Ifremer, LITTORAL, F-17390 La Tremblade, France

2 MARBEC, Ifremer, LITTORAL, F-34203 Sète, France

3 Ifremer, LEBCO, F-29280 Plouzané, France

4 Univ Brest, Ifremer, CNRS, Amure, F-29280 Plouzané, France

Mots clef : Ecosystèmes côtiers, interdisciplinarité, fonctions écologiques, services écosystémiques, conchyliculture, trajectoires d'évolution, réseaux d'observation et de surveillance.

Résumé

Les écosystèmes côtiers fournissent un large éventail de services à la société, via notamment les multiples activités dont ils sont le support. La conchyliculture représente un usage traditionnel à forts enjeux socio-économiques pour des écosystèmes tels que la Baie des Veys, les Pertuis Charentais et la lagune de Thau. L'approche comparée des trajectoires d'évolution de ces trois socio-écosystèmes sur plusieurs décennies vise à construire un cadre d'analyse interdisciplinaire permettant de mieux comprendre quels processus dynamiques et interactifs sont en jeu. C'est l'objectif du projet RETROSCOPE qui mobilise dix laboratoires scientifiques¹, des services transversaux d'Ifremer², des partenaires institutionnels et des acteurs locaux³. La description de l'histoire écologique et sociale des sites d'études permettra : 1) la compréhension des relations entre l'état des écosystèmes côtiers et leur capacité à maintenir les fonctions écologiques indispensables à la conchyliculture ; 2) la caractérisation des types de bouquets de services associés aux écosystèmes à vocation conchylicole selon leur état écologique ; 3) la mise au point de méthodologies d'analyse des formes de demandes sociales vis-à-vis des écosystèmes et des services rendus, ainsi que des déterminants de ces formes de demandes ; 4) l'identification de critères de jugement propres à qualifier les phases de stabilité et de rupture dans la trajectoire des socio-écosystèmes, que leurs déterminants soient écologiques ou sociaux.

¹ Ifremer (LER-Normandie, Pertuis Charentais et Languedoc-Roussillon/MARBEC et AMURE) U. Paul Valéry/Montpellier, ART-DEV), Université Montpellier 3, U. de La Rochelle, U. de Poitiers, U. de Montpellier/CEEM, CNRS/CEEM), CNRS/MARBEC, U. de Montpellier/MARBEC.

² Le service Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance (VIGIES), le Service Archives et Patrimoine Intellectuel (SAPI), la Direction de la Communication (DCOM).

³ Les comités régionaux de la conchyliculture, les syndicats mixtes, les agences de l'eau et les directions départementales des territoires et de la Mer.

GALENE : un projet de mission spatiale dédiée à la télédétection des eaux côtières

Malik Chami¹ et al.

¹ LATMOS, Sorbonne Université, UMR-CNRS 8190

Mots clef : télédétection satellitaire, observation, capteurs, écosystèmes côtiers

Résumé

Les écosystèmes aquatiques côtiers jouent un rôle socio-économique fondamental. Ils sont le siège d'une biodiversité importante et contribuent significativement au cycle du carbone ; e.g., 30% de la production primaire globale y a lieu. Ils sont notablement impactés par les changements climatiques actuels. Il est crucial d'améliorer notre compréhension du cycle du carbone, du fonctionnement des habitats marins et de réduire la pollution des écosystèmes, induite notamment par les rejets de plastiques de plus en plus importants, pour proposer des politiques de gestion des milieux littoraux adaptées.

Des observations systématiques et à l'échelle globale, telles que le permet la télédétection spatiale, sont nécessaires pour appréhender la complexité des systèmes aquatiques côtiers. Bien qu'une multitude de missions spatiales aient été mises en orbite pour étudier la biologie et la biogéochimie de l'océan ouvert, il n'existe à l'heure actuelle aucune mission dédiée spécifiquement à l'observation optimale des eaux côtières et des eaux intérieures. Ce déficit s'explique d'une part par la complexité des propriétés optiques de ces écosystèmes et d'autre part par les défis technologiques pour disposer de capteurs satellitaires ayant des caractéristiques spectrales, spatiales et radiométriques adaptées à l'observation de ces milieux. Les capteurs actuels ne sont pas capables de fournir soit une observation à l'échelle du globe (e.g., PRISMA), soit une qualité radiométrique suffisante pour l'étude des eaux fortement productives absorbantes (e.g., Sentinel-2), soit une discrimination spectrale fine pour identifier les hydrosols et de la diversité benthique.

Un projet de future mission spatiale, GALENE (Global Assessment of Limnological, Estuarine and Neritic Ecosystems), a été récemment proposé par la communauté scientifique internationale pour répondre à ces enjeux. GALENE vise à utiliser une synergie de trois capteurs innovants (hyperspectral, polarimétrique et panchromatique). Les objectifs scientifiques ainsi que les défis technologiques relevés par GALENE seront présentés.

Le Service national d'observation (SNO) COAST-HF

Charria G.¹, Schmitt F.G.²

¹ Ifremer, UMR LOPS, Brest, guillaume.charria@ifremer.fr

² Univ. Lille, Univ. Littoral Côte d'Opale, CNRS, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, F 62930 Wimereux, francois.schmitt@log.cnrs.fr

Mots clef : Côtier, Biogéochimie, mesures in situ, haute fréquence

Résumé

Le Service National d'Observation (SNO) COAST-HF (<http://coast-hf.fr>) coordonne et fédère, le long du littoral français, l'ensemble des plates-formes fixes instrumentées pour la mesure in situ à haute fréquence (HF) temporelle ($\leq 1h$), des paramètres clés, physiques et biogéochimiques, des eaux côtières. Ce service regroupe 14 plates-formes fixes instrumentées qui collectent des observations depuis plusieurs années. Le réseau COAST-HF, au sein de l'Infrastructure de Recherche ILICO (<https://www.ir-ilico.fr>), est structuré autour de cet ensemble de stations fixes et pérennes le long des côtes métropolitaines dans le but d'aborder des problématiques scientifiques à de multiples échelles, tout en maintenant une cohérence globale permettant un suivi dans les principales régions marines s'étendant de la Manche orientale à la Méditerranée Nord Occidentale. L'organisation en un réseau unique et coordonné répond à une logique de combinaison de ces observations donnant accès à une approche intégrée de l'océan côtier à l'échelle nationale et permettant également de mutualiser les efforts, susciter les valorisations, encourager les échanges scientifiques, homogénéiser les pratiques, et élaborer des référentiels communs de mesure. Elle permet également une harmonisation de la gestion des données facilitant l'interopérabilité et l'accès, en lien avec la composante ODATIS (<https://www.odatis-ocean.fr>) de l'IR Data Terra, infrastructure de recherche dédiée aux données d'observation du Système Terre (<https://www.data-terra.org>).

Développement d'un site pilote Outre-Mer ILICO, pour l'observation pérenne et écosystémique d'un récif corallien à La Réunion.

Emmanuel Cordier¹, Yann Hello¹, Jérôme Aucan², Régis Hocdé³, Sylvie Fiat⁴,
Christophe Menkes⁴, Matthieu Lecorre⁴, Laurent Michon^{5,6}, Gwenaëlle
Pennober⁷, Pascale Cuet⁴, Lionel Bigot⁴, Sébastien Jaquemet⁴, Laurent Testut⁸

¹ Observatoire des Sciences de l'Univers de La Réunion, UMS3365 (CNRS, Université de La Réunion, Météo-France), 97490 Saint-Denis de La Réunion, France

² Pacific-Community-SPC, Noumea, New-Caledonia

³ MARBEC, Univ Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Montpellier, France

⁴ UMR ENTROPIE, IRD, Univ. La Réunion, CNRS, Ifremer, Univ. Nouvelle-Calédonie, Noumea, New-Caledonia

⁵ Université de La Réunion, Laboratoire Géosciences Réunion,

⁶ Université de Paris, Institut de Physique du Globe de Paris, UMR 7154

⁷ UMR EspaceDev, Université de La Réunion, IRD

⁸ LEGOS/LIENS, Université de Toulouse, France

Mots-clef: DYNALIT, SONEL, ReefTEMPS, BENTHOBS, SOMLIT-Like, récif corallien, houle, niveau marin, érosion, sable carbonaté

Résumé

Depuis 2014, l'Observatoire des Sciences de l'Univers de La Réunion est impliqué dans le SNO DYNALIT pour suivre la géomorphologie des littoraux coralliens de La Réunion. Dans ce cadre, un suivi DGPS biannuel de la topographie de 40 profils plages coralliennes a été initié, qui s'agrémente aujourd'hui de la production de Modèles Numériques de Terrain à partir d'images aériennes acquises par drone. Si ces suivis permettent d'observer l'évolution à court et long terme du littoral corallien, l'évolution de ces écosystèmes côtiers est avant tout multifactorielle et intrinsèquement liée aux processus physiques océaniques incidents, ainsi que la vitalité corallienne et complexité architecturale du récif. Il apparaît alors important de considérer une approche écosystémique pluridisciplinaire pour le suivi pérenne des littoraux coralliens, intégrant l'océanographie physique, la géomorphologie littorale, la chimie marine des communautés biologiques et l'écologie fonctionnelle. Ce constat a été le moteur d'une réflexion ciblant la volonté de mettre en œuvre un site pilote d'observations à La Réunion, co-localisant dans un premier temps les activités d'observations de 3 SNO de l'IR ILICO : DYNALIT pour l'observation des processus d'érosion et de régénération des plages carbonatées, SONEL pour l'observation des variations du niveau marin, ReefTEMPS, pour l'observation des variations climatiques régionales et locales au travers des séries temporelles de température de l'eau de mer et de vagues. L'ouverture à l'observation d'autres paramètres physico-chimiques et biologiques tels que ceux suivis dans le Global Coral Reef Monitoring Network, les SNO SOMLIT ou encore BENTHOBS, pourra être envisagée pour assurer un suivi plus complet de l'écosystème corallien. La présentation décrira les activités actuelles, les sites potentiels pour les nouveaux SNO, les forces en présence, et estimera les besoins humains et financiers pour monter et faire fonctionner ce site. Ceci pourra aider l'IR ILICO dans sa stratégie d'ouverture vers l'Outre-Mer français et sera un bon support pour la recherche interdisciplinaire.

Comment combiner recherche scientifique et données issues de réseaux d'observation et de surveillance? difficultés et limites : une étude de cas sur la réponse à long-terme du phytoplancton aux forçages environnementaux

David V.¹, Cazerès M.¹, Lheureux A.¹, Del Amo Y.¹, Savoye N.¹

¹ UMR EPOC, Université de Bordeaux/CNRS, Station marine d'Arcachon Session 5

Mots clef : réseaux d'observation, recherche, verrous, limites

Résumé

Les réseaux d'observation et de surveillance sont des outils pertinents et indispensables pour répondre à des objectifs de recherche scientifique comme la réponse du changement global sur des compartiments ciblés : des paramètres hydrologiques, biogéochimiques, des taxa biologiques... Toutefois ces études ont des objectifs scientifiques précis qui ne correspondent pas forcément au départ aux objectifs des réseaux et leurs stratégies d'échantillonnage propres ne sont donc pas parfaitement adaptés à y répondre. Ceci est d'autant plus vrai lorsque l'objectif scientifique nécessite l'utilisation de différentes données issues de différents réseaux dont les stratégies peuvent être différentes en fonction des paramètres prélevés et leurs caractéristiques. En outre, une question se pose également sur les outils de traitement à utiliser. Ils doivent à la fois être compatibles à l'hétérogénéité des données et à la réponse aux objectifs. L'utilisation des données issues des réseaux d'observation et de surveillance dans une étude scientifique nécessite donc une analyse préalable à ne pas négliger afin de réaliser une étude qui soit fiable. Nous proposons ici d'illustrer les difficultés pouvant être rencontrées lors de ce type de recherche impliquant des réseaux d'observation et de surveillance par une étude sur la réponse des communautés phytoplanctoniques aux forçages environnementaux sur le littoral français au cours des 20 dernières années. Il apparaît que la recherche qui s'appuie sur les données issues des réseaux d'observation et de surveillance procure des informations instructives qui ne pourraient pas être accessibles autrement. Cependant, ce travail incontournable de prétraitement des données peut être très chronophage et souvent sa durée est difficilement estimable en amont du travail. Enfin, elle implique souvent de faire des choix à chaque étape de prétraitement et de re-évaluer les objectifs de recherche à la baisse sur la base des données disponibles et leurs compatibilités.

Validation des produits satellitaires “couleur de l’eau” au niveau des estuaires, embouchures de fleuves et lagunes côtières : le réseau HYPERNETS

Doxaran D.¹, Corizzi A.¹, Leymarie E.¹, Ruddick K.²

¹ Laboratoire d’Océanographie de Villefranche, UMR7093, SU/CNRS

² Royal Belgian Institute for Natural Sciences (RBINS), Belgique

Mots clef : produits satellitaires, calibration, validation, estuaires, lagunes côtières

Résumé

Les observations satellitaires représentent aujourd’hui un des outils les mieux appropriés pour assurer un suivi de la qualité des eaux littorales (estuaires, embouchures de fleuves et lagunes). Des efforts significatifs doivent cependant être réalisés pour améliorer les algorithmes de télédétection et valider les produits dérivés dans ces milieux dynamiques et optiquement complexes.

C’est notamment dans ce but que le réseau international HYPERNETS (www.hypernets.eu) se développe. Chaque station fixe autonome de ce réseau inclura (i) un radiomètre hyper-spectral ‘low-cost’ pour mesurer la réflectance de l’eau au passage des satellites, (ii) une sonde mesurant en continu la turbidité et la fluorescence de la chlorophylle-a (Chla-a) juste sous l’interface air-eau. Ces mesures, régulièrement calibrées à partir d’analyses en laboratoire d’échantillons d’eau prélevés sur site, vont permettre de valider localement (i) les corrections atmosphériques appliquées aux mesures satellitaires, puis (ii) les concentrations en matières en suspension (MES) et Chla (proxy de la biomasse phytoplanctonique), i.e. de déterminer avec quelles incertitudes ces paramètres peuvent être dérivés des mesures satellitaires.

En France, un premier site HYPERNETS est opérationnel au centre de l’Étang de Berre depuis février 2021. Ce site, fortement anthropisé, se caractérise par d’intenses efflorescences algales, parfois toxiques, et reçoit des apports d’eau douce turbide très conséquents d’une centrale hydro-électrique. Les produits satellitaires validés à haute (30 m) et moyenne (300 m) résolutions spatiales issus des mesures Landsat8-OLI, Sentinel2-MSI et Sentinel3-OLCI permettent d’y assurer un suivi opérationnel de la qualité des eaux et de la dynamique spatio-temporelles des particules en suspension. Ces observations satellitaires complètent les mesures in situ ponctuelles réalisées par le GIPREB en charge de la réhabilitation de l’étang (<https://etangdeberre.org>).

D’ici 2022, via des collaborations avec des partenaires locaux, deux nouveaux sites doivent être mis en opération : l’embouchure de la Gironde (station MAGEST-Verdon, <https://magest.oasu.u-bordeaux.fr>) et l’embouchure du Rhône (station Mesurho : <http://www.ifremer.fr/medicis/projets/mesurho.html>).

Relationships between diversity and size spectra from a zooplanktonic community in a coastal ecosystem of the North-Western Mediterranean Sea

Drouet F.¹, Jamet D.¹, Brach-Papa C.², Carlotti F.³, Banarù D.³, Jamet J.-L.¹

1 Université de Toulon, Mediterranean Institute of Oceanology (MIO), UM 110, CNRS/INSU/IRD, Equipe EMBIO, CS 60584, 83041, Toulon Cedex 9, France

2 Laboratoire Environnement Ressources Provence-Azur-Corse, Ifremer, Centre Méditerranée, Zone Portuaire de Brégaillon, CS20 330, 83507, La Seyne-sur-Mer Cedex, France

3 Aix-Marseille Université, Mediterranean Institute of Oceanology (MIO), UM 110, CNRS/INSU/IRD, Equipe EMBIO, Bât. Méditerranée, Campus de Luminy-Océanomed, 13009 Marseille, France

Mots clef : zooplankton, diversity, size classes, normalized biomass size spectra, Mediterranean sea

Résumé

Plankton by its position at the basis of marine food webs plays an essential role in matter and energy transfers as well as in the structure and functioning of marine ecosystems. Rare studies have investigated time series and the relationships between diversity and size classes of zooplankton communities. This study is focused on the diversity structure of different size classes of a zooplanktonic community in a coastal North-Western Mediterranean (Toulon Bay, France) ecosystem using the ZooScan imagery approach from January 2016 to December 2017. The variations of environmental parameters, particularly temperature and salinity, have been related to the zooplankton abundance, diversity and normalized biovolume size spectra (NBSS). This study highlights the pertinence of the ZooScan imagery approach to analyze the temporal variability of the zooplankton communities. The seasonal variations of abundance and diversity from the zooplanktonic community showed a peak during Spring 2016 and a smaller one in Autumn 2016. Preliminary results highlighted the decrease of abundance and diversity of the zooplanktonic community with the increasing size classes.

Evolution des communautés phytoplanctoniques dans le Bassin de Marennes-Oléron (Pertuis Charentais) soumis aux fluctuations environnementales : rétrospective 1995-2016, projet RETROSCOPE

GUESDON S.¹, MARTIN L.¹, SOLETSCHNIK P.¹, SOUDANT D.², DEROLEZ V.³, GANGNERY A.⁴, MONGRUEL R.⁵, BRUNEAU A.¹

1 Ifremer, LITTORAL, F-17390 La Tremblade, France

2 Ifremer, VIGIES, F-44980 Nantes, France

3 MARBEC, Ifremer, LITTORAL, F-34203 Sète, France

4 Ifremer, LEBCO, F-29280 Plouzané, France

5 Univ Brest, Ifremer, CNRS, Amure, F-29280 Plouzané, France

Mots clef : Ecosystèmes côtiers, Bassin de Marennes Oléron, dynamique de la communauté phytoplanctonique, hydrologie, trajectoires d'évolution, réseaux d'observation et de surveillance.

Résumé

Le bassin de Marennes Oléron (BMO), premier bassin de production conchylicole d'Europe, est soumis à des fluctuations environnementales et des pressions anthropiques variées depuis plusieurs décennies. Basé sur les résultats des réseaux de surveillance et d'observation opérés par l'Ifremer, le projet national RETROSCOPE, dont l'un des sites d'étude se situe sur le BMO, vise à décrire la trajectoire d'évolution de socio-écosystèmes conchylicoles dont celui de Marennes Oléron. Dans ce contexte, les tendances d'évolution de neuf Unités Taxonomiques (UTs) dominantes du phytoplancton (suivi dans le cadre du suivi du REPHY entre 1995 et 2016) ont été étudiées. Ces tendances ont également été croisées avec celles de certains paramètres hydrologiques (température, salinité, turbidité, Rayonnement Photosynthétique Actif (PAR) etc.). Nos résultats montrent que, parmi les neuf UTs les plus représentées dans le milieu, l'abondance relative des UTs situées au niveau des genres *Leptocylindrus sp.*, *Skeletonema sp.* et *Paralia sp.* a augmenté durant la période étudiée. Trois périodes distinctes ont également été mises en évidence entre 1995 et 2016 : (i) une première période (1995/2000), favorable aux UTs *GymnoGyro* et *ThalPoro* en lien avec l'évolution du PAR; (ii) une seconde période (2001/2006), favorable aux UTs *ChaetocG* et *CylilNitzHant*, dont l'évolution suit celles des températures et du PAR ; (iii) une troisième période (2007/2016) favorable aux UTs *Leptocy*, *Paralia*, *Pseunitz* et *Skeleto*, en lien avec des conditions de turbidité et salinité durant cette période. Enfin, la 9ème UT, *Guinardia* présente une dynamique plus contrastée liée notamment avec la turbidité de 1995-1997.

ReefTEMPS documente l'impact local du changement climatique et les paramètres qui influent sur la résilience des écosystèmes récifaux.

Hocdé R.¹, Sylvie Fiat S.², Varillon D.³, Magron F.⁴, Allenbach M.⁵, Hoibian T.⁵, N'Yeurt A.D.R.⁶, Ganachaud A.⁷, Menkes C.², Pelletier B.⁸, Aucan J.⁴

¹ MARBEC, Univ Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Montpellier, France

² ENTROPIE, IRD, Univ. La Réunion, CNRS, Ifremer, Univ. Nouvelle-Calédonie, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

³ US IMAGO, IRD, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

⁴ Pacific-Community-SPC, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

⁵ UNC, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

⁶ USP PaCE-SD, Fidji

⁷ LEGOS, IRD, Toulouse, France / Nouméa, Nouvelle-Calédonie

⁸ GEOAZUR, IRD, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

Mots clef : température, pression, mesures de vagues, séries temporelles, Pacifique insulaire, observatoire côtier, service d'observation par capteurs, données FAIR, IR ILICO

Résumé

Le SNO ReefTEMPS est un réseau d'observation du domaine côtier dans le Pacifique Sud et Ouest déployé en 2010 et intégrant des suivis depuis 1958. Il fait partie de l'infrastructure de recherche nationale littorale et côtière (ILICO) et alimente en données d'observation le pôle de données ODATIS de l'IR DATA TERRA.

7 paramètres physiques (température, pression...) sont suivis sur une centaine de plateformes couvrant 14 pays de la région Pacifique, dont les trois territoires français. Le réseau de capteurs s'appuie principalement sur des solutions autonomes du fait de l'accès difficile ou éloigné de certaines stations. Des capteurs connectés permettent la transmission de données en temps réel lorsque l'environnement le permet. Dans l'esprit de l'open data et du FAIR, toutes les données ReefTEMPS sont librement accessibles via des services web pour la visualisation, l'accès et le téléchargement. Un jeu de données contenant toutes les séries temporelles disponibles est également publié semestriellement sur le portail de données SEANOE.

Les données de capteurs de pression positionnés sur la pente externe du récif barrière ainsi qu'à l'intérieur des lagons, combinées à la transmission en temps réel d'une bouée houlographe, ont permis de mettre en évidence l'intensité et l'impact des vagues lors de deux épisodes de dépression tropicale, d'une forte houle extra-tropicale et d'un tsunami. Les données d'observation révèlent également le rôle majeur du récif barrière dans l'atténuation de l'énergie et donc de la protection du littoral.

Les séries temporelles de températures, avec plus de 60 ans de données acquises en Nouvelle-Calédonie, mettent en évidence une tendance à long-terme du réchauffement des eaux côtières. Des épisodes de types "vagues de chaleur" sont également enregistrés, certains ayant entraîné un blanchissement des coraux.

Nous rappellerons également quelques résultats précédemment publiés par plusieurs équipes de recherche afin d'illustrer l'intérêt de diffuser le plus librement possible des données d'observation.

Variabilité spatio-temporelle des groupes fonctionnels phytoplanctoniques suivis par une approche semi-automatisée en Manche orientale

Zéline Hubert¹, Alexandre Epinoux¹, Clémentine Gallot¹, Marie Bruaut¹, Vincent Cornille¹, Jessica Delarbre¹, Claire Dédécker¹, Muriel Crouvoisier¹, Morgane Didry^{1,2}, Emeline Lebourg¹, Eric Lécuyer¹, Arnaud Louchart¹, Luis Felipe Artigas¹

¹ Université du Littoral Côte d'Opale, Université de Lille, CNRS, Laboratoire d'Océanologie et Géosciences, UMR 8187 LOG, Wimereux, France

² CNRS UMR 7294 Institut Méditerranéen d'Océanographie (MIO)

Mots-cléf: Phytoplancton, cytométrie en flux automatisée, dynamique spatio-temporelle, Mancheorientale

Résumé

Le phytoplancton joue un rôle clé dans les écosystèmes marins. Un changement dans l'environnement peut avoir des effets sur la dynamique phytoplanctonique de manière rapide et significative, entraînant des répercussions sur l'ensemble du fonctionnement de l'écosystème. L'observation sur le long terme des communautés phytoplanctoniques est primordiale pour en comprendre la complexité et surveiller l'état de santé des écosystèmes marins. L'utilisation d'outils de mesure (semi-)automatisés (fluorimétrie *in vivo*, cytométrie en flux de type « *pulse shape-recording* »), permet d'obtenir rapidement des informations sur l'ensemble du spectre de taille du phytoplancton via la caractérisation des propriétés optiques et le comptage automatisé à l'échelle cellulaire. La classification en groupes fonctionnels issus de ces propriétés permet de qualifier la composition et dynamique des communautés phytoplanctoniques en temps réel et de réaliser des suivis à plus haute résolution spatio-temporelle. Les travaux présentés portent sur les données des campagnes DYPHYRAD réalisées le long d'un gradient côte-large proche du Détroit du Pas-de-Calais, initiées depuis une dizaine d'années avec le projet transfrontalier INTERREG IV A 2 Mers DYMAPHY et poursuivies lors de projet régionaux (CPER MARCO) et européens (JERICO-NEXT/-S3). Six groupes fonctionnels de base ont été décrits pour les neuf points d'échantillonnage à une échelle kilométrique. Une variabilité interannuelle est détectée en termes d'abondance et de fluorescence *in vivo* avec des blooms d'intensité différente selon les années. Quelques paramètres environnementaux ont été pris en compte afin de déterminer les facteurs abiotiques qui influenceraient le plus les groupes. En parallèle, des mesures *in vivo* ont été initiées avec les mêmes techniques, sur les échantillons récoltés en Manche orientale et Sud Mer du Nord par les réseaux d'observation et de surveillance. Le traitement et l'analyse de ces données permettra de compléter notre compréhension de la dynamique phytoplanctonique sur l'ensemble de la zone, en appui des approches par télédétection satellite.

Apports de la technologie lidar pour le suivi hydrodynamique et morphologique des systèmes côtiers : enjeux et objectifs.

Martins K.¹

¹ UMR 5805 EPOC, OASU/CNRS/Université de Bordeaux

Mots-clef: Station littoral ; hydro- et morphodynamique côtières ; télédétection

Résumé

L'observation de manière pérenne et sur le long-terme des littoraux sableux soumis à la houle est essentielle pour obtenir une meilleure compréhension de la dynamique de ces environnements. Or, les approches *in-situ* traditionnelles utilisées pour suivre la morphologie des plages sableuses – basées par exemple sur le GNSS, les théodolites ou les sondeurs pour la bathymétrie – sont coûteuses et donc difficiles à maintenir sur le long terme. L'émergence de nouvelles techniques en télédétection (vidéo caméra, satellites) offre des solutions complémentaires à moindre coût et intéressantes, notamment grâce à leur meilleure couverture spatio-temporelle (quasi-continue et $O(100\text{ m})$ pour la vidéo ; semaine et $O(10\text{ km})$ pour les satellites). Cependant, la résolution et/ou échelles spatio-temporelles de ces jeux de données restent pour l'instant insuffisantes pour caractériser finement les processus physiques responsables des évolutions morphologiques majeures, notamment pendant les tempêtes. Développées depuis maintenant une dizaine d'années pour le littoral, les approches par scanners lidar ont déjà permis la collecte de jeux de données novateurs à l'interface terre/mer grâce à leur capacité à mesurer à la fois le déferlement bathymétrique des vagues en zone de surf, et leur impact en haut de plage à très haute résolution spatio-temporelle. En particulier, la capacité des lidars à mesurer l'amplitude des vagues offre de nouvelles perspectives pour l'inversion bathymétrique en zone de surf, et notamment la possibilité de suivre en quasi-temps réel l'évolution du profil topo-bathymétrique pendant les événements extrêmes. Ces perspectives, qui sont parmi les objectifs du projet *lidBathy*, seront discutées durant la présentation. Nous discuterons ensuite du potentiel de fusion de technologie lidar/vidéo à travers la création ou l'évolution d'une station littorale fixe existante ; les enjeux à l'échelle nationale, notamment pour les approches pluri-disciplinaires, seront également abordés.

L’huître creuse en baie des Veys : sentinelle des changements environnementaux ?

Mazaleyrat A.¹, Clavel-L’Haridon A.², Normand J.², Dubroca L.³

¹ UMR BOREA, CNRS-7208, IRD-207, MNHN, UPMC, UCBN, 14032 Caen, France

² Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources, 14520 Port-en-Bessin, France

³ Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques de Port-en-Bessin, 14520 Port-en-Bessin, France

Mots clef : *Crassostrea gigas*, huître, mortalité, conditions environnementales, baie des Veys

Résumé

Les écosystèmes côtiers sont affectés par les changements globaux qui peuvent induire des modifications d’abondance ou de structure des communautés. Les processus impliqués dans ces changements ne sont toutefois pas encore bien identifiés, notamment chez les mollusques bivalves. L’huître creuse, *Crassostrea gigas*, la principale espèce d’huître élevée en Europe, connaît d’importants épisodes de mortalité depuis quatre décennies. L’objectif de notre étude est de mieux comprendre le rôle de la variabilité temporelle des conditions environnementales dans ces évènements de mortalité, un enjeu majeur pour la filière ostréicole. Dans ce contexte, nous avons compilé les données de quatre réseaux coordonnés par l’Ifremer (REMORA, RESCO et ECOSCOPA) et l’université de Caen (ECUME). Ces réseaux ont suivi les mortalités de *C. gigas* en baie des Veys (Normandie) pendant près de 30 ans (entre 1993 et 2021). Le choix des variables environnementales potentiellement explicatives de la variabilité interannuelle des taux de mortalité a été dirigé par notre connaissance a priori du processus menant à la mort des individus, basée sur une revue bibliographique. Les données environnementales (pluviométrie, débit des fleuves côtiers, chlorophylle, température et indice climatique) ont été obtenues par le biais de réseaux d’observation des paramètres hydrologiques coordonnés par l’Ifremer (REPHY et RHLN), de la modélisation bio- hydrodynamique (projet MARC, Ifremer-LOPS), des mesures satellitaires et des réseaux météorologiques. Cette étude s’appuie sur une approche méthodologique duale. D’une part, des inférences ont été testées une à une par l’ajustement et la sélection de modèles linéaires généralisés, conduisant à la sélection d’un modèle parcimonieux. D’autre part, une analyse cherchant à expliciter les liens entre variables en considérant l’ensemble de l’information disponible a été déployée en appliquant des méthodes de classification non-supervisées aux propriétés dynamiques des séries temporelles. Nous présenterons les résultats de ces analyses et leurs comparaisons, et leurs implications pour la gestion de la ressource.

Eutrophisation côtière et bloom de macroalgues : quelles conséquences pour le futur

Pierre-Emmanuel Oms¹, Sylvain Ballu¹, Patrick Durand², François Oehler³,
Sophie Richier¹

¹ CEVA, Centre d'Etude et de Valorisation des Algues, Pleubian, France

² INRAE – Institut Agro, UMR SAS, Rennes, France

³ SCHEME – Modelling & Environment, le Rheu, France

Mots clef : Ulva sp. ; MARS3D ; eutrophisation ; eaux côtières ; nitrates ; modélisation ; bloom ; macroalgues

Résumé

Les proliférations de macroalgues marines sont l'une des conséquences les plus visibles de l'eutrophisation côtière reportée à l'échelle mondiale. La plupart des études décrivent l'augmentation des apports d'azote comme la principale explication de ces phénomènes. Cependant, à ce jour, aucune étude *in situ* à long terme n'a été menée permettant de déterminer les autres facteurs environnementaux contrôlant ces proliférations. Les résultats présentés ici constituent une série de données pluriannuelles unique décrivant l'évolution des proliférations de macroalgues vertes. Ces proliférations sont suivies par images aériennes depuis près de 20 ans (2002-2021) sur la côte Manche-Atlantique. Ce suivi a permis de mettre en évidence trois types de proliférations distinctes sur le littoral français. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés plus spécifiquement aux proliférations de Type 1, type générant les proliférations les plus problématiques dans les écosystèmes côtiers et nous avons identifié des paramètres qui contrôlent le phénomène au cours de l'année.

Au-delà de la connaissance du phénomène, cette série pluriannuelle est notamment utilisée pour améliorer la modélisation du développement des macroalgues dans les baies bretonnes touchées au moyen du modèle littoral MARS3D-Ulves. Dans le cadre du programme « gouvernemental » de lutte contre les proliférations PLAV2 (2017-2023), une étude est en cours visant à appréhender les conséquences de différents scénarii agricoles et climatiques sur la prolifération algale en reliant i) les pratiques agricoles existantes ou futures dans les bassins versants alimentant les baies à algues vertes et ii) l'importance de la prolifération algale dans ces baies en fonction des paramètres climatiques annuels ou pluriannuels. Pour ce faire le modèle littoral MARS3D-Ulves est couplé au modèle terrestre agro-hydrologique TNT2.

Ces résultats constituent des éléments clefs dans l'évaluation de la qualité des eaux côtières et de transition sur la région du Grand Ouest et l'élaboration des stratégies d'atténuation des pollutions d'origine anthropique (flux de nitrates) dans un contexte de changement climatique.

Estimation des flux en gadolinium anthropique exportés à l'océan: Approche couplée entre réseau d'observation sur la Garonne et base de données de consommation des médicaments en France et en Europe

Pereto C., Coynel A., Lerat-Hardy A. & Baudrimont M.

Université de Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, France

Mots clef : zone côtière ; Modélisation ; 2014-2020 ; agents de contraste au Gd ; COVID-19

Résumé

Depuis plus de 30 ans, le gadolinium est utilisé sous forme d'agents de contraste (Gd-CAs) en imagerie médicale. Ces médicaments, non traités en stations d'épuration, se retrouvent alors dans les hydrosystèmes. Des travaux récents ont montré la présence de ces Gd-CAs dans les eaux potables de plusieurs villes européennes mais également la biodisponibilité de ce Gd anthropique (Gd_{anth}) chez les organismes aquatiques et chez l'Homme. Depuis les premières observations dans l'environnement, les concentrations environnementales en Gd_{anth} sont en constante augmentation. Ces observations entraînent des problématiques sanitaires et environnementales majeures. Cependant, peu de données sont disponibles sur les flux en Gd_{anth} exportés par les fleuves européens aux zones côtières.

Cette étude a permis d'extrapoler un modèle de flux en Gd-CAs utilisant les données de consommation en médicaments à l'échelle des bassins français et européens en le validant sur le continuum Garonne-Gironde où des suivis géochimiques sont effectuées depuis 30 ans (métaux classiques et récemment Gd) par l'UMR EPOC pour l'Agence de l'Eau Adour-Garonne. Ainsi, en France, 25% des examens IRM sont réalisés avec une injection de Gd-CA et 12t de Gd_{anth} ont été exportées au milieu marin entre 2014 et 2020, dont 8t potentiellement biodisponibles. Nous avons également estimé que 12t de Gd_{anth} ont été émises uniquement pour l'année 2015, principalement apportés par l'Allemagne, la France et l'Italie. Enfin, les changements brutaux de politiques de santé liés à la pandémie de COVID-19 peuvent être observés sur les flux de Gd_{anth} à l'échelle française et européenne. Ces modèles de flux, basés sur la consommation de médicaments, pourront alors être utilisés dans les prochaines années pour l'évaluation des flux en contaminants émergents grâce aux réseaux d'observations présents en France. Ainsi, la combinaison de ces suivis pourrait permettre la mise en place de politiques de gestion adaptées aux enjeux futurs.

Des outils innovants pour le biomonitoring de demain dans les espaces portuaires corses.

Pillet M.¹, Matta K.², Marengo M.¹, Fullgrabe L.¹, Lejeune P.¹, Thomas H.²

¹STation de REcherches Sous-marines et Océanographiques (STARESO), Pointe Revellata, 20260 Calvi, France

²Littoral ENvironnement et Sociétés (LIENSs - UMR7266 CNRS), La Rochelle Université, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle, France

Mots clef : Biosurveillance, Méditerranée, plaisance, modèle multiblocs, gestion intégrée

Résumé

Le biomonitoring du milieu marin, mis en place pour caractériser l'état écologique d'un milieu, ou évaluer les effets des protocoles de gestion environnementale, permet le développement d'une compréhension scientifique de l'environnement marin et des impacts deshumains sur celui-ci. Les méthodes traditionnelles de biomonitoring sont généralement basées sur des mesures de bioaccumulation dans les différentes matrices (eau, tissus, sédiments) et sur les réponses métaboliques d'organismes bioindicateurs. Aujourd'hui, pour évoluer vers un mode de surveillance plus raffiné et efficace, il y a une forte volonté de prendre en compte d'autres données telles que les paramètres physicochimiques de l'eau, les caractéristiques géographiques du milieu ou les circonstances politiques et économiques.

Dans le projet QUAMPO, nous avons mis en place du biomonitoring actif (caging de moules méditerranéenne *Mytilus galloprovincialis*) et passif (patelles méditerranéennes *Patella caerulea* sauvages) dans trois ports de Haute-Corse (Calvi, Île-Rousse et St-Florent) depuis 2019. Ces données biologiques et chimiques vont être associées à des données physicochimiques, obtenues grâce à des suivis pluriannuels, et socio-économiques, à travers un modèle relationnel pour évaluer l'association entre ces différents compartiments et prédire leur évolution.

Nous présentons ici de l'approche du projet QUAMPO pour la mise en place de cet outil innovant que sont les modèles relationnels. Nous discutons de la manière dont ces modèles relationnels peuvent donner une approche intégrée et complète de l'évaluation d'impact, et comment ils peuvent avoir un impact sur le biomonitoring dans les années à venir.

Suivi à long terme dans le Pertuis d'Antioche 10 ans de SOMLIT à La Rochelle

P. Pineau¹, H. Agogué¹, F. Aubert¹, Y. Brizard¹, C. Emery¹, G. Guillou¹, N. Lachaussée¹, B. Lebreton¹, P-G. Sauriau¹

¹ UMR 7266 LIENSs, CNRS – La Rochelle Université

Mots-cléf:

Paramètres physico-chimiques, Suivi à long terme, Observatoire, Nord-est Atlantique

Résumé

Depuis 10 ans l'UMR LIENSs effectue, dans le cadre du SNO SOMLIT, un suivi de 16 paramètres physico-chimiques dans le pertuis d'Antioche, entre le continent et les îles de Ré et d'Oléron. Le SOMLIT La Rochelle réalise ce suivi à long-terme tous les 15 jours en appliquant une démarche qualité. En parallèle, différents projets se sont mis en place en lien avec le SOMLIT rochelais.

Vers un renouveau des standards pour le suivi des écosystèmes côtiers

Planes S.¹, Siu G.¹, Poulain J.², Chancerelle Y.¹

¹ USR 3278 CRIOBE, SO CORAIL, 98729 Moorea, Polynésie française

² Génomique Métabolomique, Genoscope, Institut François-Jacobs, 91000 Evry, France

Mots-cléf: Monitoring, eDNA, Photogramétrie, SO Corail

Résumé

Le Service National d'Observation « CORAIL » est focalisé sur les récifs coralliens de Polynésie française et du Pacifique Sud. Comme nombre de services d'observation, il est basé sur la compilation d'approches variées sur des sites dédiés. Le futur de l'observation des écosystèmes côtiers marins demande à présents de développer des méthodes qui vont intégrer plus d'objectivité tout en élargissant le périmètre à la fois dans l'espace et dans les données recueillies ; le tout en recueillant des données qui pourront permettre une exploitation future avec de nouveaux outils. Dans le contexte des moyens actuels qui sont limités, il faut repenser la collecte même des données.

Ainsi, nous proposons de développer une réflexion sur la notion de « Monitoring participatif » avec l'idée d'évaluer la capacité à transférer une partie de l'acquisition de données *in situ* à des partenaires de la société civile (parcs marins, associations, collectivités, etc...). Bien sûr, dans ce cas la question de la standardisation est essentielle et l'idée est alors de demander le concours extérieur pour des acquisitions de données non traitées au travers de systèmes robotisés qui n'auraient qu'à être déployés par des acteurs non-initiés ou initiés aux manipulations les plus simples. Ainsi, avoir un robot de filtration de l'eau pour récupérer l'ADN environnemental qu'il suffirait d'immerger pour filtrer l'eau. Ou un robot d'acquisition d'images de façon automatique qui ensuite seront analysées en détail, etc... Ces approches auront aussi l'avantage de pouvoir conserver la donnée de base, qu'il s'agisse d'images ou de filtres d'ADN qui pourront être analysées dans le futur avec de nouvelles technologies. Pour cela SNO CORAIL est tout particulièrement adapté pour considérer les réflexions méthodologiques spécifiques aux écosystèmes coralliens, sur la base de l'implantation de protocoles les plus simples et les plus robustes possible, pour leur mise en œuvre en milieu insulaire.

Variabilité décennale de la biomasse phytoplanctonique dans deux écosystèmes côtiers français aux conditions contrastées

Coline Poppeschi¹, Guillaume Charria¹, Anne Daniel², Peggy Rimmelin-Maury³, Eric Goberville⁴, Romaric Verney⁵, Michaël Retho⁶

¹ Ifremer, Univ. Brest, CNRS, IRD, Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale (LOPS), IUEM, 29280 Brest, France.

² Ifremer, Laboratoire d'Ecologie Pélagique (PELAGOS), 29280 Brest, France.

³ Institut universitaire européen de la mer, Plouzané, France.

⁴ Muséum national d'Histoire Naturelle, UMR 8067, Sorbonne Université, CNRS, UCN, UA, IRD, Paris, France.

⁵ Ifremer, Laboratoire de Dynamique Hydrosédimentaire (DHYSED), 29280 Brest, France.

⁶ Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources Morbihan Pays de Loire, Ifremer, 56100 Lorient, France.

Mots-clé: Biomasse phytoplanctonique, Séries temporelles, Écosystèmes eutrophes côtiers, Événements extrêmes, Changement climatique.

Résumé

Les environnements côtiers sont fortement impactés par l'influence combinée du changement climatique d'origine naturelle et anthropique. Les impacts des épisodes d'événements météorologiques extrêmes sur l'océan côtier restent à identifier et quantifier. Nous étudions ici l'impact du changement climatique sur la dynamique de la biomasse phytoplanctonique en analysant les mesures de fluorescence et de chlorophylle-*a* du phytoplancton à haute (détection des événements extrêmes) et basse fréquence (détection des évolutions à plus long terme) dans deux écosystèmes eutrophes côtiers contrastés (rade de Brest 2000-2019 et baie de Vilaine 2011-2019). Alors que la fréquence et l'intensité des efflorescences phytoplanctoniques dans la baie de Vilaine sont sous influence directe des flux benthiques et des apports continentaux de nutriments, aucune relation n'est détectée dans la rade de Brest où le temps de résidence des masses d'eau est relativement court, et les limitations en nutriments peu fréquentes. Nos résultats mettent en évidence la forte variabilité interannuelle de la période productive des efflorescences algales - et de leur intensité - entre ces deux écosystèmes aux conditions écologiques contrastées. En se concentrant sur le début de la période productive, l'étude de ces années de floraison atypiques révèle une réponse différente entre ces deux sites d'étude face aux vagues de chaleur, aux crues extrêmes ou encore aux tempêtes. Après avoir relié l'occurrence des événements de dessalures en rade de Brest à différents régimes de temps (AR and NAO), les liens entre la réponse hydrodynamique de l'océan côtier, leur impact sur la biomasse phytoplanctonique et les processus à plus grande échelle sont explorés.

Comparaison de deux instruments d'imagerie du: Le ZooScan (Hydroptic) et le ZooCAM (Ifremer)

JB Romagnan¹, N. Grandremy¹, M. Doray¹, C. Dupuy², P. Pineau², M. Huret³,
C. Gorzerino⁴, E. Edeline⁴ & P. Petitgas¹

¹ Ifremer Centre Atlantique, Unité Ecologie et Modèles pour l'Halieutique (EMH).

² Université de la Rochelle, Laboratoire LIENSS –UMR 7266, équipe BIOdiversité et Fonctionnement des Ecosystèmes Littoraux (BIOFEEL).

³ Ifremer Centre Bretagne, Unité Science et Technique Halieutique, Laboratoire de Biologie Halieutique (STH-LBH).

⁴ Agrocampus Rennes, INRAE UMR Ecologie et Santé des Ecosystèmes (ESE)

Mots clef : zooplancton, imagerie, ZooCAM, ZooScan, comparaison

Résumé

Les données d'observation du zooplancton sont difficiles à obtenir. Leur résolution est souvent trop faible pour tenir compte l'hétérogénéité spatiale des distributions des populations à fine échelle. Le dépouillement des échantillons nécessite une expertise de plus en plus rare, et peut être extrêmement chronophage. Le développement de l'imagerie s'est accéléré au cours des deux dernières décennies en réponse à ces difficultés. Toutefois, les études de comparaison et d'intercalibration entre les instruments nouvellement développés font défaut dans la littérature.

Nous comparons ici le ZooScan, un scanner waterproof disponible sur étagère (© Hydroptic), et le ZooCAM, un instrument d'imagerie en flux développé à l'Ifremer. Soixante et un échantillons collectés au filet WP2 200 µm et couvrant des conditions allant des systèmes côtiers aux eaux oligotrophes du Golfe de Gascogne ont été imagés avec chaque instrument. Trente-huit taxons communs ont été identifiés. Les abondances, la taille (ESD), les biovolumes, et les spectres de taille (NB-SS) et leurs pentes ont été nos métriques de comparaison. La gamme de taille initiale du travail de comparaison était de 0.3-5.8 mm ESD.

Les deux instruments ont mesuré des abondances, tailles et biovolumes moyen comparables, ainsi que des distributions comparables pour ces variables, par station et par taxon. Au contraire, les spectres de taille et leurs pentes étaient différents : Les pentes estimées avec le ZooCAM étaient initialement plus plates que celles obtenues avec le ZooScan. Cependant, les spectres de tailles ont montré un bon accord sur la gamme de 0.3 à 3 mm ESD, et une divergence uniquement pour les grandes classes de tailles supérieures à 3 mm. Enfin, les 2 instruments ont permis de caractériser des patrons spatiaux de communautés de zooplancton dans le golfe de Gascogne similaires.

En conclusion le ZooScan et le ZooCAM sont interopérables sur la gamme de taille du mésozooplancton.

Le SOMLIT : Service d'Observation en Milieu Littoral

Savoie N¹. et l'équipe SOMLIT

¹ OASU, EPOC, EPHE, UMR 5805, CNRS, Univ. Bordeaux

www.somlit.fr

Mots-clef: Observation, écosystèmes côtiers, réseau, approche multi-sites, gradients

Résumé

Les zones côtières, interfaces entre continent, océan et atmosphère, sont d'importantes zones d'échanges de matières et d'énergie jouant un rôle majeur dans les cycles biogéochimiques globaux. Cette position contraint ces milieux à une forte variabilité spatiotemporelle de leurs paramètres physico-chimiques à laquelle s'ajoutent des forçages à large échelle d'origine climatique (e.g. réchauffement climatique, modification du régime de vents) et à l'échelle locale d'origine anthropique (e.g. modification du cycle des nutriments). Dans le contexte d'impact avéré du changement global sur le milieu marin côtier, l'objectif scientifique du SOMLIT est de caractériser l'évolution pluri-décennale des écosystèmes côtiers et littoraux, et d'en déterminer les forçages climatiques et anthropiques.

Pour répondre à cet objectif, un suivi multi-sites coordonné à l'échelle nationale a été mis en place en 1996. Il repose sur une stratégie commune à l'ensemble des 12 écosystèmes suivis : prélèvements d'eau et mesures, tous les 15 jours, à pleine mer (pour les sites soumis à la marée), en surface pour 16 paramètres (température, salinité, oxygène dissous, pH, nitrate, nitrite, ammonium, phosphate, silicate, matière en suspension, chlorophylle a, carbone et azote organiques particuliers et leurs rapports isotopiques, pico/nanoplancton) et le long de la colonne d'eau (profils verticaux de sonde) pour 4 paramètres (température, salinité, lumière, fluorescence). Ces travaux sont effectués sous démarche qualité.

Les écosystèmes suivis par le SOMLIT sont distribués sur les trois façades maritimes de la France métropolitaine. Ils permettent l'étude de nombreux gradients et ainsi d'une large diversité de forçages : géomorphologie (typologie, profondeur, superficie, etc.), bassin versant (superficie, usage des sols) et influence continentale (débits et charge en matériel dissous et particulaire des fleuves), climat et météorologie, statut trophique (oligotrophe à partiellement eutrophe), turbidité, etc. Certains de ces écosystèmes sont suivis en 2 à 3 sites, permettant ainsi d'appréhender le continuum continent-océan.

Le SOMLIT a également des objectifs de service : mise à disposition des données et support logistique en appui à la recherche et à d'autres activités d'observation labellisées (e.g. PHYTOBS, COAST-HF) ou non. Il est un réseau de l'infrastructure de recherche ILICO.

Des exemples de résultats issus des données SOMLIT seront présentés.

Avance-retard dans les séries temporelles d'observation : vers une quantification des forçages temporels

Schmitt F. G.¹

¹ Univ. Lille, Univ. Littoral Côte d'Opale, CNRS, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, F 62930 Wimereux, France

Mots clef : cross-corrélation ; avance-retard ; causalité ; observations in situ ; COAST-HF ; SOMLIT

Résumé

Nous testons ici sur les données multivariées d'observation (données SOMLIT-Wimereux, données haute fréquence COAST HF et autres sites) une méthodologie adaptée de travaux provenant du domaine de la finance. L'idée est de réaliser des corrélations croisées (*cross-correlations*) entre les différentes séries temporelles observées (exemple oxygène dissous et fluorescence). Lorsque la corrélation croisée est dissymétrique, une avance ou un retard d'une quantité par rapport à l'autre est mise en évidence. Pour certaines séries cette avance ou retard correspond à une relation de causalité, mais ceci n'est pas systématique. Des temps caractéristiques d'avance (T_a) et de retard (T_r) peuvent être estimés en sommant une partie de la corrélation croisée.

Nous utilisons un indicateur , la différence avance-retard, pour quantifier la dissymétrie de la corrélation croisée. Ceci peut être fait de façon systématique pour générer un réseau entre les quantités mesurées.

Cette approche est mise en application pour l'ensemble des données d'observation considérées, puis pour des sous-ensembles temporels pour identifier des possibles évolutions à long terme des relations avance-retard.

Variabilité spatio-temporelle de l'oxygène dissous dans les estuaires nord-aquitains

Schmidt S.¹, Diallo Iris I.²

¹ CNRS, Univ. Bordeaux, EPOC, EPHE, UMR 5805, F-33600 Pessac, France

² Rectorat de Bordeaux, F-33000 Bordeaux, France

Mots clef : estuaire, oxygène dissous, hypoxie, observation, haute-fréquence

Résumé

La façade atlantique aquitaine comprend plusieurs estuaires macrotidaux, avec notamment au nord trois systèmes proches : Gironde-Garonne-Dordogne, Seudre et Charente. Or seul l'estuaire de la Gironde fait l'objet d'un suivi continu de paramètres physico-chimiques clés depuis 2004 dans le cadre du réseau MAGEST (magest.oas.u-bordeaux.fr); les petits estuaires comme celui de la Charente sont trop souvent négligés. Avec la montée des températures, la baisse des précipitations et des débits, et la croissance démographique prévues pour la région Nouvelle Aquitaine d'ici 2030, la question de l'évolution de la qualité et de l'état écologique de ces eaux estuariennes sera de plus en plus critique. Les projections climatiques prévoient aussi une augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur en été

: ces extrêmes climatiques sont particulièrement préoccupants au regard de la tolérance des communautés biologiques telles que les poissons et la vulnérabilité des estuaires face à la désoxygénation. Pour déterminer si, comme dans le cas de la Gironde, il y a des désoxygénations estivales et identifier les sites les plus propices pour une observation à long terme, une première étape a consisté à documenter la distribution estivale (2018, 2019) de l'oxygène dissous en Charente et Seudre. Des mesures longitudinales ont permis de localiser la zone d'oxygène minimum, entre Rochefort et Tonnay-Charente dans l'estuaire de la Charente, et dans le secteur de l'Eguille dans l'estuaire de la Seudre. Un résultat inattendu est que ce n'est pas en Garonne tidale que les concentrations d'oxygène dissous les plus basses sont mesurées bien que la turbidité et la température des eaux y soient les plus élevées et que ce secteur reçoit les effluents des stations d'épurations de Bordeaux Métropole (791 958 habitants en 2017). Ces résultats acquis ont permis l'extension du réseau MAGEST à la Charente et la Seudre à partir de 2021.

Tester les scénarios identifiés par les observations et la modélisation sur le fonctionnement des écosystèmes côtiers : expérimentations en mésocosmes *in situ* et apport des mesures à haute-fréquence

Soulié T.¹, Stibor H.², Mas S.³, Parin D.³, Braun B.², Knetchel J.², Nejtgaard J.C.⁴, Sommer U.⁵, Vidussi F.¹, Mostajir B.¹

¹ MARBEC (MARine Biodiversity, Exploitation and Conservation), Univ Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Montpellier, France

² Department Biologie, Aquatic Ecology, Ludwig-Maximilians-Universität München, Martinsried-Planegg, Germany

³ MEDIMEER (MEDiterranean platform for Marine Ecosystems Experimental Research), OSU OREME, CNRS, Univ Montpellier, IRD, IRSTEA, Sète, France

⁴ Dep. 3, Experimental Limnology, Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB), Zur alten Fisherhütte 2, Stechlin, Germany

⁵ GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Wischhofstraße 1-3, Kiel, Germany

Mots clef : Expérimentations en mésocosmes *in situ*, capteurs, mesures à haute-fréquence, brunissement, écologie du plancton, métabolisme de l'oxygène

Résumé

L'augmentation des précipitations moyennes et des événements climatiques extrêmes pour les pays d'Europe du Nord, prévue pour la fin du XXI^e siècle selon les projections du GIEC, devrait conduire à une augmentation des apports en carbone organique d'origine terrigène au sein des écosystèmes d'eau douce et côtiers septentrionaux, résultant en un accroissement de leur brunissement. Différentes observations dans les pays scandinaves ont déjà mis en lumière ce phénomène pour certains fjords, rivières et lacs [1 ;2 ;3]. Cependant, les conséquences de ce phénomène sur les communautés planctoniques et le fonctionnement des écosystèmes sont encore largement méconnues, notamment en zone côtière. L'expérimentation en mésocosmes *in situ* représente une approche appropriée pour simuler le phénomène de brunissement en zone côtière et pour évaluer ses effets sur les communautés planctoniques et leur fonctionnement. Ainsi, une expérience en mésocosmes *in situ* simulant un épisode de brunissement a été réalisée en Août 2019 dans la baie d'Hopavågen, en Norvège. Pour la première fois, une nouvelle méthode [4] a été appliquée pour estimer les paramètres métaboliques de l'oxygène à partir de données d'oxygène dissout mesurées à haute-fréquence grâce à des capteurs immergés dans chaque mésocosme et en considérant la variabilité entre la respiration la nuit et celle la journée et dans le couplage temporel entre les cycles jour-nuit et de l'oxygène dissout. Ainsi, une diminution significative d'environ 30% de la production primaire brute et de la respiration communautaire en réponse au brunissement a été mise en évidence. Cette étude met en lumière l'importance de combiner observations et expérimentations, à la fois pour établir les protocoles expérimentaux des expériences en mésocosmes, et pour l'apport de ces expériences pour élucider l'effet des perturbations identifiées ou suggérées par les observations.

Références citées dans le Résumé

- [1] Aksnes, D., N. Dupont, A. Staby, O. Fiksen, S. Kaartvedt, and J. Aure. 2009. Coastal water darkening and implications for mesopelagic regime shifts in Norwegian fjords. *Marine Ecology Progress Series* **387**: 39–49. doi:10.3354/meps08120
- [2] Haaland, S., D. Hongve, H. Laudon, G. Riise, and R. D. Vogt. 2010. Quantifying the Drivers of the Increasing Colored Organic Matter in Boreal Surface Waters. *Environmental Science & Technology* **44**: 2975–2980. doi:10.1021/es903179j
- [3] de Wit, H. A., S. Valinia, G. A. Weyhenmeyer, and others. 2016. Current Browning of Surface Waters Will Be Further Promoted by Wetter Climate. *Environmental Science & Technology Letters* **3**:430-435. doi:10.1021/acs.estlett.6b00396
- [4] Soulié, T., S. Mas, D. Parin, F. Vidussi, and B. Mostajir. 2021. A new method to estimate planktonic oxygen metabolism using high-frequency sensor measurements in mesocosm experiments and considering daytime and nighttime respirations. *Limnology and Oceanography: Methods* **19**: 303–316. doi:10.1002/lom3.10424

Liste des participants

A

Hélène Agogué
Benjamin Amann
Elvire Antajan
Luis Felipe Artigas
Emmanuelle Autret

B

Cedric Bacher
Valérie Ballu
Marine Barbarin
Mélanie Becker
Xavier Bertin
Stéphane Bertin
Fabian Blanchard
Anthony Bosse
Audrey Bruneau
Joanne Burden
Sarah Bureau

C

Gwenaël Caër
Caroline Cailliau
Pauline Calvayrac
Cécile Capderrey
Thibault Cariou
Mathieu Cazerès
Malik Chami
Julie Charmasson
Guillaume Charria
Urania Christaki
Anaïs Clavel-L'haridon
Didier Clech
Lucie Cocquempot
Pascal Conan
Laurent Coppola
Vincent Cornille
Justine Courboulès
Romain Crec'hriou
Muriel Crouvoisier

D

Anne Daniel
Valérie David
Christophe Delacourt

Laurent Delauney
Alice Delegrange
Corinne Desnos
Aurelie Dessier
Jean-François Doussin
David Doxaran
Flora Drouet
Laurent Dubroca
Christine Dupuy

E

Claire Emery

F

Marine Fourrier

G

Aline Gangnery
Théo Garcia
Nicole Garcia
Virginie Gaullier
Olivier Gauthier
Caroline Geisert
Pierre Gernez
Gilles Grandjean
Nina Grandrémy
Antoine Gremare
Jean Michel Grisoni
Laurent Guérin
Stephane Guesdon

H

Tania Hernandez Farinas
Régis Hocdé
Céline Houbin
Emilie Houliez
Zéline Hubert
Martin Huret

J

Dominique Jamet
Jean-Louis Jamet
Christian Jeanthon
Auriane G. Jones

Frédéric Jourdin

K

Dimitri Kalenitchenko

L

Nathalie Labourdette
Céline Labrune
Denis Lacroix
Alain Lagrange
Heloise Lavigne
Vincent Le Fouest
Jean-Francois Le Roux
Alain Lefebvre
Angéline Lefran
Victor Leite Jardim
Maud Lemoine
Marie-Françoise Lequentrec-
Lalancette
Arnaud Lheureux
Anne Lifermann
Anna Lizińska
Hubert Loisel

M

Bénédicte Madon
Cyril Mallet
Sophie Marro
Kévin Martins
Sébastien Mas
Tanguy Maury
Anna Mazaleyrat
Frédéric Ménard
Edouard Metzger
Behzad Mostajir
Laure Mousseau
Alexandre Mussa

N

Julien Normand

O

Pierre-Emmanuel Oms

P

Jérôme Paillet
Mathieu Paoletti
Clement Pereto
Garance Perrois
Jean-Philippe Pezy
Marion Pillet
Lucia Pineau-Guillou
Serge Planes
Emmanuel Ponzevera
Coline Poppeschi

R

Christophe Rabouille
Patrick Raimbault
Aurore Raoux
Michel Repecaud

Elodie Réveillac
Sophie Richier
Fabienne Rigaut-Jalabert
Peggy Rimmelin-Maury
Philippe Riou
Jean-Baptiste Romagnan
Michel Ropert
Jean-Baptiste Roustan

S

Nicolas Sacré
Carine Sauger
Pierre-Guy Sauriau
Raphaël Savelli
Nicolas Savoye
Sabine Schmidt
Francois Schmitt
Lucie Schuck

Léon Serre
Raffaele Siano
Dominique Soudant
Tanguy Soulié
Joel Sudre

T

Marc Tedetti
Bernadette Tessier
Chirine Toumi
Thomas Trombetta

V

Vincent Vantrepotte
Jean-Marie Vient
Dorothee Vincent
Florian Voron