

135^{ème} réunion

du Club des Argonautes

le 6 décembre 2016 de 10h à 17h

*Salle de réunion de l'IPSL
campus de Jussieu
tour 46, sous sol*

Compte rendu

Participants : François Barlier (après midi), Pierre Bauer (après midi), Aline Chabreuil, Yves Dandonneau, Laurent Labeyrie, Jean Pailleux (après midi), Michel Petit, Jacques Ruer, Bruno Voituriez, Madeleine Zaharia, Raymond Zaharia

Vie du Club :

Calendrier provisoire des prochaines réunions :

3 janvier

7 février (AG)

7 mars (Nathalie de Noblet a accepté de nous donner un séminaire sur les interactions sol – végétation - atmosphère)

4 avril

2 mai

6 juin

En mémoire de Michel Gautier

Madeleine Zaharia a rédigé pour notre site web un texte qui retrace le parcours de Michel Gautier au Club des Argonautes, ainsi qu'un autre écrit par sa fille, avec un lien vers la bande dessinée adaptée par Yves Dandonneau, sont maintenant sur notre site web (<http://www.clubdesargonautes.org/actualites/news2016/hommage-a-michel-gauthier.php>).

Assemblée Générale 2016 sur l'exercice 2015 :

- Approbation du rapport moral
- Approbation du rapport financier et approbation des comptes de l'exercice
- Vote sur le budget prévisionnel : déjà engagé
- Fixation du montant de la cotisation : déjà payée
- Renouvellement du bureau
- Questions diverses : Jacques Ruer a rencontré des gens qui souhaiteraient éventuellement devenir Argonautes. Nous sommes actuellement au complet avec 20 membres, il y a des correspondants.

Séminaire de Christian Feller

Thème : Les sols sont une source de carbone si on les détruit, un puits si on les régénère.

Christian Feller est chimiste de formation, il a fait sa carrière à l'IRD où il s'est spécialisé dans la matière organique des sols, et s'est de plus en plus intéressé au stockage de carbone dans les sols.

Voir :

<https://e-nautia.com/cobrawo/disk?p=6643329>

et :

<https://www.academie-agriculture.fr/actualites/academie/seance/academie/stoc>

Site web du Club

Textes souhaités : voir annexe 1

Laurent Labeyrie a commencé à travailler sur une FAQ consacrée au niveau marin. Sa source principale est le livre « Storm surge » écrit par un météorologue qui a décortiqué l'évolution du cyclone Sandy et ses conséquences. Discussion avec Jean Pailleux sur les rôles respectifs des hautes couches et des basses couches de l'atmosphère pour le contenu en eau et les précipitations qui accompagnent les cyclones.

Bruno Voituriez et Jacques Merle vont entreprendre la rédaction d'une FAQ sur la prévision du phénomène El Niño.

La notion de sensibilité climatique à court et long terme est un sujet dont nous pourrions parler sur notre site web, en soulignant les points sur lesquels des progrès dans les connaissances restent à faire. Yves Fouquart avait été pressenti lors de notre précédente réunion pour rédiger un premier texte sur cette question. Le relancer.

évolution du site :

- Jacques Merle et Bruno Voituriez ont repris les pages « océan ». Ces pages seront mises en ligne pour que nous en signalions les éventuelles imperfections, mais non visibles jusqu'à validation. A cette occasion, il conviendrait de remettre à jour le dossier « océanographie opérationnelle - une grande cause mondiale » pour qu'il s'intègre mieux dans cette révision. Laurent Labeyrie remarque qu'y donner un exemple de l'apport de l'océanographie opérationnelle pour la prise de décision après une alerte serait bienvenu.
- Dans les pages que notre site web consacre au climat, les aspects paléoclimatologie sont absents. Il existe pas mal de données sur les derniers 15000 ans, mais peu concernant la circulation thermohaline. Laurent Labeyrie se chargera de rédiger quelques pages sur le paléoclimat.
- Vent : gros progrès dans la prise de conscience de l'intérêt de prendre en compte toutes les mesures de vent pour parvenir à une meilleure connaissance des variations de ce paramètre. Jean Pailleux met en avant les réanalyses pour lesquelles toutes les données anciennes pourraient être utilisées. Entre autres difficultés : l'estimation du vent prend en compte la hauteur des vagues. Or, on peut avoir une forte houle sans vent. Jean Pailleux a par ailleurs rédigé un texte (annexe 1) sur la mesure du vent à 10 m de hauteur et son utilisation, texte apprécié par tous et qui reste à finaliser (FAQ sur le site web du Club).

(voir les autres projets en annexe 2)

Manifestations, colloques

La conférence de Dick Dee sur les réanalyses ERA5 a pu être suivie à distance et par internet. Elle a eu lieu jeudi 1er décembre de 18h15 à 19h (heure française). Jean Pailleux l'a suivie : il y a eu des discussions sur les réanalyses et leur rôle dans l'organisation de la météorologie. Une réanalyse lancée maintenant aboutira en 2020 et son utilité n'apparaîtra qu'une dizaine d'années plus tard.

Discussions

Yves Dandonneau propose d'éditer un jeu qui porterait sur les transformations de l'énergie au cours de son transit dans le système climatique, du rayonnement solaire reçu au rayonnement terrestre émis. L'idée demande à être précisée : jeu de l'oie ou jeu de cartes ; coffret en carton ou tablette... Il faudra bien sûr contacter un éditeur, un objectif étant de faire aboutir ce projet pour les cadeaux de Noël de 2017. Yves Dandonneau rédigera un mail pour lancer la réflexion.

« On observe la Quasi Biennial Oscillation (QBO) seulement depuis le début des années 1960, ce qui fait en gros une trentaine de cycles. Devant une aussi courte série temporelle on peut manquer des événements de fréquences multi-décennales relevant des fréquences des différents hiatus, thermiques ou autres, observés par ailleurs. Néanmoins le phénomène est à suivre » Jean Pailleux a commencé à étudier cette question. Elle présente un potentiel de prévision météo à moyen terme. Toutefois, la complexité du sujet, sa méconnaissance et son caractère très particulier en limitent l'intérêt. Il est décidé de ne pas poursuivre nos enquêtes sur cette question.

Environnement

Centrales nucléaires et réfrigérateurs émettent des substances indésirables ... mais qui sont des traceurs de la circulation océanique providentiels.

Une situation très bizarre du côté de la banquise arctique en ce mois de novembre : au lieu de s'étendre comme d'habitude avec le refroidissement associé à la nuit polaire, elle se rétracte (record d'extension minimale battu pour cette saison) : http://nsidc.org/.../daily_imag.../N_stddev_timeseries_thumb.png. C'est aussi lié à des eaux de mer très chaudes et une circulation atmosphérique qui a favorisé dans certains secteurs des vents de sud. Du coup les températures sont plus de 15°C au-dessus des normales dans certains secteurs de l'Arctique. Voir : https://worldclimateservice.com/tmp2m_anom_weekly.png

Energie

Lancement de l'observatoire des énergies de la mer à La Rochelle le 9 novembre (initiative du cluster Français pour la mer, prochain rendez vous en mars 2017)

Catherine Gautier s'est posée la question de l'intérêt des cultures de microalgues pour transformer l'énergie solaire en carburant. Yves Dandonneau pense que les points difficiles dans cette filière sont la minimisation des besoins en sels nutritifs, la nécessité, coûteuse en énergie, d'évacuer l'eau pour récupérer une biomasse sèche, et le rendement de la photosynthèse qui est inférieur à celui des panneaux solaires. Jacques Ruer partage ces réserves. On peut noter que les plus connus des projets de culture de microalgues, lancés depuis une vingtaine d'années, n'évoluent guère. Leur seul intérêt avéré réside dans la production de certaines molécules à forte valeur ajoutée.

Science, politique, société

Limiter le réchauffement à + 2°C : un choix plus politique que scientifique ? C'est ce que dit cet extrait d'un écrit de Simon L Lewis : « *But even before countries queue up to sign, the Paris Agreement could already have solved one of the most troublesome problems in the climate arena, one that has plagued scientists and policymakers for almost a quarter of a century. And yet almost nobody — scientists included — seems to have noticed. The Paris Agreement has finally defined the threshold for 'dangerous' climate change. It is 1.5 °C above pre-industrial levels. True, this definition is not explicitly spelled out in the agreement text. It is a de facto definition. But it is there all the same. And that is hugely significant.* »

Les dernières données du Global Carbon Project viennent de sortir :
<http://www.globalcarbonproject.org>

Annexe 1

Le vent à 10m à la surface de l'océan **Jean Pailleux – Novembre 2016 – Document provisoire**

De quel vent parle-t-on ?

Le description et la compréhension des phénomènes affectant l'océan et l'atmosphère passent par l'observation ou l'estimation d'un grand nombre de variables essentielles, parmi elles le vent. Ces phénomènes sont particulièrement complexes dans le domaine d'interaction entre l'atmosphère et la surface terrestre (océanique ou continentale). Cette complexité se traduit en particulier par une forte variabilité spatio-temporelle des mouvements de l'atmosphère qui reste vraie jusqu'à des échelles très petites pour météorologistes et climatologues (de l'ordre du décamètre sur l'horizontale et de la dizaine de secondes). Cette forte variabilité a conduit les météorologistes à définir une variable « Vent vectoriel horizontal à 10 mètres au-dessus de la surface du sol », **notée V10m** . Ce vent, fixé conventionnellement à **10m au-dessus du sol**, est aussi moyenné conventionnellement sur **10 minutes de temps**, de façon à permettre une observation et un traitement global assez homogène de la variable vent horizontal (près du sol) sur la planète. Il est loin d'être suffisant pour décrire l'ensemble des phénomènes atmosphériques, et les prévisionnistes lui associent souvent la notion de « rafale de vent » qui est plutôt moyennée sur **une dizaine de secondes (toujours à 10m au-dessus du sol)**. Dans les situations météorologiques classiques, les rafales sont parfois 2 à 3 fois supérieures en vitesse au V10m moyenné sur 10 minutes.

Malgré ces efforts de normalisation, le vent à 10m reste souvent **mal défini quand il s'agit de savoir à quelle particule d'air il s'applique exactement et de quelle échelle horizontale il est représentatif**. Cela est vrai dans les zones continentales montagneuses, et aussi sur les océans : quand la surface de l'océan est affectée par des vagues de 10m de haut, que peut signifier un vent à 10m au-dessus de l'océan moyenné sur 10 minutes, et comment le mesurer ? On rejoint ici la complexité de l'interaction entre les deux couches limites (océanique et atmosphérique) qui a donné lieu à tant de recherches car elle est fondamentale pour la modélisation de l'atmosphère, de l'océan et du système climatique dans son ensemble.

Beaucoup de variables essentielles pour décrire l'interaction océan-atmosphère ne peuvent pas être mesurées directement, mais estimées indirectement, c'est-à-dire modélisées. Quand cette modélisation est simple (régression statistique, mini-modèle 1D de couche limite atmosphérique de 0 à 10m au-dessus de l'océan, au point d'observation) on parle « d'observation traitée ou pré-traitée ». Quand elle est plus complexe on dit que la variable est « modélisée ou analysée ».

Les observations de vent à 10m

Il n'existe pas de séparation nette entre les observations qui seraient de pures mesures instrumentales d'une part, et d'autre part celles qui ne seraient accessibles que par la modélisation. Dans l'atmosphère, l'océan, et plus particulièrement dans les couches limites qui font l'interface entre les deux, l'on dispose d'un ensemble de variables plus ou moins proches de la mesure pure ou de la modélisation pure, mais presque toujours intermédiaires entre les

deux.

Sur l'océan V10m est accessible par les systèmes d'observation suivants :

- anémomètres et girouettes montés sur les bateaux ;
- anémomètres et girouettes montés sur des bouées ancrées ou dérivantes ;
- radiomètres micro-ondes embarqués sur des satellites ;
- diffusiomètres embarqués sur des satellites ;
- altimètres embarqués sur des satellites.

Les observations de bateaux et de bouées sont assez proches de la mesure pure, la partie traitement comprenant la calibration d'un anémomètre et d'une girouette, ainsi que la gestion du mouvement du mât de mesure. Mais elles souffrent de deux limitations :

- elles respectent mal les normes (vent à 10m moyenné sur 10 minutes par exemple), et donc sont affectées d'une forte erreur de représentativité, que les utilisateurs doivent s'efforcer de filtrer ;
- elles échantillonnent mal l'océan global du fait de la couverture de données limitée aux zones fréquentées par les navires de commerce et fortement variable au cours du temps ; ainsi, le **vent moyen océanique global Vmog** n'a aucune chance d'être représenté correctement par la simple moyenne de ces observations.

Les vents diffusiométriques, altimétriques ou radiométriques (micro-ondes) sont au contraire très éloignés du statut de mesures directes, la mesure brute caractérisant plutôt l'état de la mer (vagues, houle, etc...) à partir de laquelle on essaie d'estimer la vitesse du vent à 10m par divers modèles, et, dans le cas du diffusiomètre d'estimer aussi la direction. L'estimation d'un V10m se fait généralement par un centre de traitement qui s'appuie sur un modèle de couche limite 1D, lui-même nécessitant la connaissance d'autres variables météorologiques au point d'observation (température de la surface de la mer, température de l'air à diverses altitudes, indice de stabilité de la couche limite...). Cela rend le V10m difficile à estimer de manière indépendante pour chaque point d'observation, sans information météorologique annexe. **La meilleure estimation du V10m ne peut être obtenue que par un traitement cohérent dans l'espace 3D et dans le temps**, c'est-à-dire via un modèle atmosphérique sophistiqué assimilant les mesures sous une forme aussi authentique que possible.

La couverture de données d'un diffusiomètre embarqué (par exemple l'instrument à large fauchée ASCAT sur METOP) permet de bien échantillonner le Vmog puisqu'elle recouvre presque tout l'océan non gelé en 12h de temps. Elle est néanmoins tronquée par les surfaces océaniques de banquise sur lesquelles le diffusiomètre ne peut pas produire de mesures intéressantes pour estimer le vent. De plus le domaine échantillonné fluctue au rythme des saisons du nord au sud en suivant le gel et la fonte de la banquise. On ne peut donc **pas moyennner simplement les vents d'un diffusiomètre en considérant qu'elle est représentative de Vmog, et sans étudier de près cet échantillonnage** tronqué aux deux pôles et fluctuant au cours du temps.

Les données radiométriques micro-ondes présentent généralement les **mêmes propriétés que les données diffusiométriques en terme de couverture de données, avec une limitation de plus** : elles permettent de restituer la vitesse du vent mais pas sa direction. De son côté, le diffusiomètre permet d'estimer la direction du vent, même si, en fonction de la géométrie de la mesure, il laisse parfois une incertitude entre 2 ou 4 directions possibles.

Les données altimétriques de vent sont restituées par des traitements assez semblables aux données diffusiométriques, mais elles ne permettent pas d'observer la direction du vent, et surtout **la couverture de données est beaucoup plus limitée du fait que l'observation ne se fait actuellement qu'au nadir sous la trace au sol de l'orbite du satellite** (au lieu d'une fauchée de plusieurs centaines de km). L'examen de l'échantillonnage montre que **la simple moyenne des vents d'un altimètre a vraiment très peu de chance d'être représentative de Vmog**, beaucoup moins de chance que pour un diffusiomètre, en laissant de côté les considérations liées à leur qualité, même en supposant simplement (hypothèse optimiste) que la qualité de toutes les observations de vent est identique à celles des mesures directes in-situ.

Comparaison avec les observations de SST (températures de surface de la mer)

Au lieu d'avoir d'un côté les données observées et de l'autre les données de modèle, on a un spectre continu de données obtenues en partie par la mesure, en partie par la modélisation (ou une fusion avec d'autres données, ce qui n'est rien d'autre qu'une modélisation simple). On a vu que le vent à 10m se situe franchement du côté « modélisation ». De l'autre côté du spectre, **la température de surface de la mer (SST) est une variable essentielle du système climatique qui est obtenue très directement à partir de mesures :**

–La SST est mesurée sur l'ensemble du domaine océanique par une multitude d'instruments spatiaux, surtout les radiomètres infrarouges, instruments qui peuvent s'inter-calibrer entre eux et avec les mesures in-situ de navires et de bouées ; ces dernières couvrent assez bien l'océan non gelé car il est relativement facile d'installer un capteur de température de l'eau sur une bouée dérivante, alors que les mesures de V10m par bouées sont très rares du fait des difficultés techniques associées.

–Surtout, la variabilité spatio-temporelle de la SST est beaucoup moins forte que celle du V10m ; la forte inertie thermique de l'océan fait que les capteurs infrarouges satellitaires peuvent estimer la SST, même sur des zones restant couvertes par les nuages pendant quelques jours ; à l'échelle horizontale décamétrique ou hectométrique il y a peu de variabilité de la SST, du moins pour les phénomènes intéressant la prévision météorologique et le suivi de l'évolution du climat.

La conséquence pratique de ces deux remarques est que **la SST peut s'estimer globalement par une analyse séparée qui ne soit pas intégrée dans l'analyse 3D (ou 4D) de la température atmosphérique, ni dans celle de l'océan, ce qui est bien la meilleure solution pour une mise en œuvre opérationnelle.** Les centres faisant de la modélisation opérationnelle ou des réanalyses ont toujours traité la SST par une analyse séparée. Des centres ont pu se spécialiser sur la production d'analyses SST à diverses échelles horizontales qui sont ensuite utilisées comme un « input observé » par les modèles atmosphériques et océaniques. **Ces analyses séparées permettent un suivi de l'évolution à long terme de la température moyenne de l'océan global Tmog**, alors que l'on a très peu de chances de pouvoir faire la même chose avec le vent Vmog.

Ce traitement de la SST par une analyse séparée a été effectuée aussi pour les réanalyses atmosphériques remontant au début du 20e siècle, donc bien avant l'apparition des données satellitaires. Pour le futur elle ne semble pas être remise en cause, même pour les futures réanalyses océan-atmosphère qui sont planifiées pour être couplées aussi au niveau de l'assimilation. Voir le plan de l'analyse européenne CERA (Coupled European Re-Analysis) dans la Newsletter 144 du CEPMMT, en particulier le diagramme de mise en œuvre, page 16

(de la Newsletter) :

<http://www.ecmwf.int/sites/default/files/elibrary/2015/14588-newsletter-no144-summer-2015.pdf>

Noter dans ce diagramme la petite boîte en haut à droite qui traite séparément la SST, alors que la plupart des autres variables essentielles de l'interface océan-atmosphère sont fortement intégrées dans un ensemble de deux assimilations couplées 3D ou 4D.

Monitoring et assimilation dans les modèles des données V10m

Les observations de vent effectuées sur bouées et bateaux ont toujours été utilisées en prévision numérique du temps et aussi pour les réanalyses. Elles nécessitent souvent un prétraitement pour réaffecter à 10m une mesure effectuée à une autre altitude. Un monitoring opérationnel vérifie au quotidien leur disponibilité et leur qualité, plate-forme par plate-forme, dans la plupart des centres de prévision. L'expérience montre qu'elles sont surtout utiles dans le cadre d'une analyse 3D combinant le champ de vent et le champ de masse, où elles aident à bien placer les centres dépressionnaires et anticycloniques (plus que pour donner la valeur du vent au point d'observation au m/s près).

Les observations de vent diffusiométriques sont monitorées depuis 1991 (ERS1) et sont assimilées depuis 1996 dans beaucoup de modèles météorologiques. Le Technical Memorandum du CEPMMT N° 629 :

<http://www.ecmwf.int/en/elibrary/9874-assimilation-scatterometer-data-equivalent-neutral-wind>

datant de 2010, et la bibliographie qui l'accompagne, expliquent en détail qu'un diffusiomètre n'observe pas un V10m, ce qui a conduit pendant près de 20 ans à tâtonner beaucoup pour rechercher la bonne donnée interface entre des observations diffusiométriques et les systèmes d'assimilation, ainsi que le bon opérateur d'observation associé. Cette publication de Herbasch explique aussi que l'interface naturelle qui semble émerger à partir de 2010 **est « l'équivalent vent neutre » du V10m** (qui peut être très éloignée du V10m réel, surtout dans les situations météorologiques extrêmes du point de vue de la stabilité de la couche limite atmosphérique). Notons **V10n** ce vent « neutre ».

Le monitoring opérationnel a montré **un biais de 20cm/s**, les vents neutres V10n étant systématiquement un peu plus élevés que les vents réels V10m. Avant 2011, les systèmes opérationnels d'assimilation traitaient à tort les données diffusiométriques comme des vents à 10m réels, et donc toutes les analyses opérationnelles en Europe étaient affectées par ce biais de 20 cm/s dans les diffusiomètres, ainsi que les réanalyses initiées auparavant (telle que **la réanalyse ERA-Interim du CEPMMT**). La correction, mise en œuvre opérationnellement en 2011 au CEPMMT, est décrite dans la publication de Herbasch ci-dessous. Elle montre un impact positif sur la prévision à quelques jours d'échéance, impact à peine détectable, ce qui n'est pas surprenant quand on se rappelle que dans les systèmes d'assimilation **l'écart-type d'erreur d'observation sur ces vents est de l'ordre de 1 à 2m/s**. Il faut se rappeler ces ordres de grandeur sur biais et écart-type d'erreurs avant de tirer des conclusions sur des signaux de quelques cm/s, même lorsque ces signaux proviennent de gros échantillons statistiques cumulés sur un mois ou une année.

Les observations de vent résultant de la radiométrie micro-onde ont été assimilées épisodiquement dans les modèles opérationnels. Elles n'ont pas fait l'objet d'une assimilation régulière sur plusieurs années à cause de leur disponibilité en temps réel et de leur qualité un

peu chaotiques. Cela n'exclut pas une utilisation dans les réanalyses futures moyennant le retraitement de quelques séries chronologiques assez longues. *On devrait déjà vérifier si elles sont utilisées ou pas dans la réanalyse ERA5 (en cours au CEPMMT).*

Les observations de vent altimétrique n'ont pas été utilisées dans les modèles opérationnels de prévision, du moins en Europe. Mais certaines entrent quotidiennement dans l'assimilation du CEPMMT, de façon passive, ce qui permet de les soumettre au monitoring et de comparer leurs performances avec les autres systèmes d'observation de V10m.

Que disent les systèmes de monitoring (temps réel) sur la qualité et la quantité de ces observations ?

Le monitoring de Météo-France est accessible sous :

<http://www.meteo.fr/special/minisites/monitoring/menu.html>

Pour suivre la situation du jour de 6h en 6h cliquer sur « Data coverage maps », puis choisir « Scatterometer », le dernier type d'observation dans le menu « Observation type ». On peut aussi choisir « Buoy » ou « Synop/Ship » pour comparer les couvertures de données avec les observations conventionnelles. Il n'y a pas de vents altimétriques ou radiométriques micro-ondes évalués de cette façon à Météo-France. Ce sont actuellement surtout les instruments ASCAT de METOP-A et de METOP-B qui peuvent être examinés.

Pour examiner le comportement des instruments sur les deux derniers mois, cliquer dans la colonne de gauche sur « Scatterometer » sous la rubrique « Satellite observations », puis choisir dans le menu du haut le satellite ou l'instrument, ainsi que le paramètre (FF force du vent ou DD direction du vent). Une série de 12 diagrammes apparaissent, permettant de suivre les paramètres classiques du monitoring sur 2 mois cellule par cellule. Une cellule correspond à un angle de visée particulier de l'antenne du diffusiomètre. Les indicateurs classiques du monitoring sont les moyennes (biais) et écarts-types des quantités « Obs-Guess » et « Obs-Analyse ». L'écart-type de « Obs-Guess » oscille toujours aux environs de 1.5 m/s : il faut l'interpréter comme la comparaison entre le vent diffusiométrique et la meilleure estimation de ce vent au même point prenant en compte tous les autres types d'observation (sauf le vent diffusiométrique lui-même). *On observe des comportements qu'il conviendrait de creuser, comme un changement de signe du biais entre la cellule 1 et la cellule 17, ou encore en passant de METOP-A à METOP-B.* L'étude de ces comportements se fait dans les différents centres de prévision numérique : ils permettent de corriger des défauts soit dans le traitement des données de base, soit dans le système d'assimilation ; ces corrections sont importantes en vue des futures réanalyses car elles permettent de retraiter les séries d'observation en les perfectionnant, tout en perfectionnant le système d'assimilation. Noter de nouveau l'ordre de grandeur de quelques dm/s sur les divers biais, de l'ordre du m/s sur les écarts-types, qui invite à ne pas trop conclure à partir de signaux de l'ordre du cm/s.

En cliquant sur « ISS », le monitoring de Météo-France permet de vérifier que l'instrument RapidScat a bien cessé d'émettre des observations depuis le 19 août 2016. Auparavant les données de RapidScat avaient été intégrées pendant quelques mois dans l'assimilation opérationnelle de Météo-France (et aussi du Met Office britannique). Le monitoring effectué sur ces données indiquait une qualité comparable en moyenne à celle des deux ASCAT sur cette courte période, mais avec des fluctuations.

Le monitoring du CEPMMT est accessible sous :

<http://www.ecmwf.int/en/forecasts/quality-our-forecasts/monitoring-observing-system>

Pour suivre la situation au jour le jour, de 6h en 6h, cliquer sur « Data coverage charts », puis procéder comme pour le monitoring de Météo-France.

Les cartes de couverture de données ne sont malheureusement pas présentées pour les vents altimétriques. Mais en cliquant sur « Surface wind » dans le paragraphe « Satellite data monitoring » à partir du même lien ci-dessus, on obtient une série de diagrammes présentant sur les 50 derniers jours le comportement des vents diffusiométriques ASCAT de METOP, et aussi ceux de l'altimètre de Jason2. En cliquant aussi sur « Significant wave height », on obtient un monitoring des données entrant dans le modèle de vagues.

Il y a plusieurs choses à creuser à l'examen de ces résultats de monitoring. Cette partie du site web a l'air d'être récente, et encore en construction, ce qui expliquerait que l'instrument ASCAT du récent METOP-B n'apparaisse pas encore, et donc on ne peut que comparer METOP-A à JASON-2 concernant les vents diffusiométriques. De plus les écarts-types de METOP-A oscillent autour des 3 ou 4 m/s au lieu des 1 ou 2 m/s habituels, ce qui laisse soupçonner une... grosse bug (peut-être simplement une confusion entre m/s et nœuds!).

Néanmoins une chose apparaît clairement : le nombre de points d'observation de vents Jason-2 est 80 fois plus petit que le nombre de points d'observation de vents METOP-A, ce qui confirme bien que l'échantillonnage d'un tel altimètre est deux ordres de grandeur en-dessous de celui du diffusiomètre. *Le faible nombre d'observations altimétriques est peut-être ce qui a décidé le CEPMMT à les utiliser de façon purement passive dans l'assimilation, pour validation (des données et de l'assimilation). Le monitoring montrant une qualité équivalente entre les vents diffusiométriques et les vents altimétriques, ils ont pu se dire que ce n'était pas la peine d'investir dans le développement d'un logiciel nouveau spécifique au sein du code 4D-VAR pour simplement accroître de 1% le nombre de vents diffusiométriques. Il faudrait vérifier auprès d'eux tout en leur demandant s'ils envisagent de les utiliser pleinement (1) Dans la future prévision opérationnelle, (2) Dans les futures réanalyses. **Pour les réanalyses, la construction de jeux de données altimétriques homogènes est utile, même s'ils ne servent qu'en mode validation dans ces réanalyses.***

La principale faiblesse affectant à la fois les vents diffusiométriques et altimétriques apparaît dans ces diagrammes de monitoring temps réel. Elle apparaît encore plus nettement dans la présentation de Giovanna Di Chiara au séminaire du CEPMMT de septembre 2014 :

<http://www.ecmwf.int/sites/default/files/elibrary/2014/14672-active-techniques-wind-and-wave-observations-scatterometer-altimeter-sar.pdf>

Voir en particulier les diagrammes de dispersion de ses diapos 31 et 32. Ils montrent clairement ce que l'on sait depuis l'apparition des premiers vents diffusiométriques (ERS1) : **l'incapacité de mesurer les vents calmes et surtout les vents supérieurs à 25m/s.** Cette limitation touche pareillement les vents altimétriques. Même si d'après cette présentation, la limite de 25m/s peut être repoussée jusque vers 35 m/s pour certains types d'instruments, elle revient à tronquer une part significative dans l'histogramme du spectre de vent. **Elle condamne définitivement la capacité de ces instruments à détecter par eux-mêmes une tendance climatique dans l'évolution du Vmog... et encore moins de l'énergie cinétique du vent intégrée sur toute la surface du globe (qui fait intervenir un Vmog au carré).** On est placé dans un contexte analogue à celui où l'on voudrait surveiller la tendance au réchauffement global, avec un Tmog qui serait mesuré avec un thermomètre limité à la gamme de température allant de 0 à 30° Celsius.

Paradoxalement, la même présentation montre des études expliquant que les vents diffusiométriques ont aidé de manière significative à la localisation et à la prévision de cyclones tropicaux (où le V10m dépasse couramment les 40 m/s et même les 100 m/s en rafales). Ceci s'explique par le fait que les cyclones sont souvent entourés d'une « ceinture » de vents de l'ordre de 10 à 20 m/s, vus par les diffusiomètres. Assimilés de façon cohérente avec les autres observations (pression, température) ces données diffusiométriques permettent de mieux caractériser la position du centre du cyclone, sa forme et sa structure. En synergie avec les autres observations, les données diffusiométriques peuvent donc beaucoup, même si elles peuvent peu par elles-mêmes.

Mêmes inaptes à fournir par elles-mêmes des indicateurs du changement climatique, il est important de disposer de longues séries de vents diffusiométriques et altimétriques, et même de les renouveler en les améliorant chaque fois qu'une nouvelle réanalyse est programmée :

- Elles doivent servir à alimenter efficacement les systèmes d'assimilation produisant ces réanalyses ; ces réanalyses produiront des champs globaux de vent à 10m à partir desquels on peut espérer détecter une tendance climatique significative du Vm_{og}.
- En comparant le petit échantillon de la série aux points d'observation avec la réanalyse interpolée en ces mêmes points, on effectue un monitoring qui détecte incohérences et faiblesses à la fois dans la série d'observations et dans le système d'assimilation...
- ... Et on doit tenir compte de ces incohérences et faiblesses pour planifier la réanalyse suivante (environ 10 ans après) qui se fait alors à une résolution plus fine, avec un système d'assimilation amélioré, et avec des jeux d'observations retraités en tirant les leçons de la précédente réanalyse.
- Une difficulté importante est d'arriver à traiter l'ensemble des altimètres et diffusiomètres de façon cohérente (opérateurs d'observation cohérents à partir d'une interface qui semble se résumer pour l'instant au « vent neutre » produit de façon cohérente à partir des différents instruments).

Il faudrait vérifier que diffusiomètres et altimètres ne sont pas oubliés dans la préparation des jeux de données pour les réanalyses futures (en particulier dans la réanalyse couplée CERA déjà mentionnée). Mais quand on lit dans la même Newsletter du CEPMMT (N°144) l'article « Rescuing satellite data for climate » (par Paul Poli et al.), on se dit que les « réanalyseurs » ont vraiment pensé à tout, même à un instrument infrarouge des années 1960 dont probablement aucun argonaute n'a entendu parler !

Voir l'article pages 8 et 9 de cette revue 144 :

<http://www.ecmwf.int/sites/default/files/elibrary/2015/14588-newsletter-no144-summer-2015.pdf>

Annexe 2

Textes attendus ou en préparation pour le site web

Fiche sur les conditions dans lesquelles les instruments spatiaux d'observation, active ou passive, utilisent les différentes fréquences ainsi que les avantages et inconvénients ou la complémentarité qu'elles peuvent offrir (Raymond Zaharia et Pierre Bauer, avec l'aide de Jean Pailleux : en cours)

- Influence du réchauffement climatique sur les cyclones et sécheresses (Katia Laval). A noter que la question plus générale des conséquences du changement climatique sur les événements extrêmes est brandie par les médias à chaque catastrophe naturelle avec plus ou moins de prudence (exemple actuel des crues). Katia qui vient de terminer l'écriture d'un livre sur l'interaction climat – végétation a commencé à s'y consacrer.

- FAQ sur la prévision d'El Nino, prévision qui est difficile compte tenu de la diversité morphologique des El Nino (Bruno Voituriez... après l'exposé de Jérôme Vialard sur les MJO). On pourrait y inclure un paragraphe sur les conséquences sur les ressources en eau (ou bien cela pourrait faire l'objet d'une autre FAQ par Bernard Pouyaud).

- Sur le vent à la surface de l'océan : Le vent augmente-t-il comme le suggèrent les altimètres, ou diminue-t-il comme le suggèrent les diffusiomètres ? (action Raymond Zaharia). La discussion sur ce sujet n'est pas close ; QuickScat a la faveur des météo parce qu'il permet une bonne simulation des cyclones, mais pour le reste, les données QS ne vont pas ; la question continue de faire son chemin. JR : les éoliennes ont besoin de prévisions d'évolution du vent à long terme.

- Laurent Labeyrie prépare une news sur une analyse des niveaux marins passés et sur les conclusions qu'on peut en tirer pour les années à venir.

- Echanges sur la sécheresse au Moyen Orient et la guerre en Syrie. Nous pourrions en faire une brève, ou une news ? (action José Gonella et Yves Dandonneau). Catherine Gautier signale un article sur ce sujet qui prévoit des températures de l'ordre de 50 °C dans cette région du globe. A signaler également un article de Emmanuel Leroy Ladurie sur les liens entre événements climatiques et histoire, en particulier les années froides causées par l'éruption du volcan Laki et la révolution en France quelques années plus tard. Les relations de causalité sont toujours un peu discutables, mais ne pas sonner l'alarme serait encourager l'insouciance qui prévaut dans la société. Il est donc décidé de rédiger un texte sur les menaces que fait peser le changement climatique. Il conviendra d'y insister sur les extrêmes plutôt que sur les moyennes.

- François Barlier accepte de rédiger quelques pages sur les mouvements du pôle, les glaces, l'isostasie et le climat. De 1970 à 90, la rotation de la terre a ralenti régulièrement, mais depuis 1990, le taux de ralentissement est moindre : fonte des glaces, banquise et montagne ?

Stockage variable d'eau de pluie sur les continents ? Manteau et noyau terrestres ? Les articles et sites qui traitent de cette question sont trop ardues pour un « large public » et nous pourrions mener une réflexion pour en rendre compte de manière plus accessible.

La courbe des émissions de CO₂ s'infléchit, du fait du ralentissement du recours aux centrales à charbon par la Chine (pollution) et par les USA (abondance du gaz de schiste), qui compense des émissions en hausse en Inde. En parler ? Qui ? Voir Global Carbon Project, ou autre source ? Raymond Zaharia collecte les données, les diffuse en interne, puis Yves Dandonneau ou Jacques Merle essaient de rédiger quelque chose.

- Dans les pages que notre site web consacre au climat, les aspects paléoclimatologie sont absents. Il existe pas mal de données sur les derniers 15000 ans, mais peu concernant la circulation thermohaline. Laurent Labeyrie pourrait se charger de rédiger quelques pages sur le paléoclimat.