

**Club des Argonautes**  
**Compte rendu de la réunion n° 159**  
**3 décembre 2019 (10 h - 17 h)**

Chez Madeleine et Raymond Zaharia

### **Participants**

François Barlier, Pierre Bauer, Yves Dandonneau, Yves Fouquart, José Gonella, Katia Laval, Dominique Marbouty, Jean Pailleux, Bernard Pouyau, Jacques Ruer, Olivier Talagrand, Bruno Voituriez, Madeleine Zaharia, Raymond Zaharia.

### **Vie du Club**

L'une des prochaines réunions (celle de février?) pourrait héberger l'assemblée générale annuelle 'rapport 2019 – prévisions 2020)

Le Club est sollicité par l'Institut Océanographique pour un hommage à Michel Petit. Le prochain numéro de « La Météorologie » inclura un article sur Michel Petit. Autres institutions susceptibles d'organiser cet hommage : le CRPE à Orléans, ou l'INSU. Les « anciens du CNRS » préparent actuellement quelque chose. Ce n'est pas au Club des Argonautes qui n'est pas le cadre dans lequel Michel Petit a réalisé l'essentiel de sa carrière de prendre l'initiative d'une commémoration. Ce serait plutôt à l'Institut Océanographique, mais il manque pour le moment une personne qui s'en charge. Si ces conditions sont réunies, bien sûr, le Club s'y joindrait.

Lara Davies Jones a terminé son travail de traduction de quelques chapitres de "climat : le temps d'agir". Une phrase manquante dans l'un des chapitres conduit à une mauvaise interprétation. Y en a-t-il d'autres ? Yves Dandonneau enverra cette traduction aux auteurs concernés pour qu'ils détectent d'autres éventuelles erreurs.

### **Prochaines réunions**

Videoconference le 7 janvier

Février (le 4?) avec assemblée générale annuelle du Club (?). Note : les vacances de février débutent le 6 en région parisienne.

### **Séminaire de Jean François Cretaux, du CNES, sur le projet de satellite SWOT par vidéoconférence depuis Toulouse.**

SWOT = Surface Water and Ocean Topography. C'est un démonstrateur, dont la suite dépend du succès. Le satellite comporte un radiomètre, un altimètre nadir, doris, GPS, réflecteur laser ainsi que KaRIN, l'instrument principal. Il y a de moins en moins de surveillance des débits des fleuves par des équipes au sol. Le GRDC centralise les données de débits qui permettront de calibrer et valider

SWOT.

## **Demandes**

...Nous sommes deux élèves en classe préparatoire option PC au lycée Lavoisier, Paris V et notre sujet de TIPE est le suivant : le rôle des acropodes II dans la protection des digues sur la nouvelle route du littoral sur l'île de la Réunion, la problématique : L'aspect géométrique de l'acropode II permet-il de protéger les digues ? (il est possible que le sujet et la problématique soient modifiés si nous ne sommes pas en mesure de faire une expérience exploitable) et notre expérience consisterait à créer une vague ou une série de vagues contre les accropodes puis un mur vertical et de mesurer l'onde pour avoir l'énergie de la vague et la comparer dans les deux cas pour avoir ainsi la performance de l'acropode. Jacques Ruer leur a répondu (la fonction des acropodes est de s'accrocher les uns aux autres et de résister ainsi aux chocs des vagues, et ce rôle est difficile à simuler). Et ils ont remercié.

Olivier Talagrand a répondu à une invitation de la ville d'Auxerre pour y animer le 16 octobre un débat sur le réchauffement climatique, et a eu la mauvaise surprise de s'apercevoir que sa prestation entrait dans le cadre de la campagne électorale en vue des prochaines municipales.

## **Site web**

Brève sur les particules de plastique dans les océans ? Il semble que l'expression « 7ème continent » soit très exagérée. Des campagnes scientifiques ont été organisées dont les résultats devraient être bientôt disponibles. Nous pourrions alors en tirer une brève, car ce sujet est présenté de manière excessive dans les médias.

FAQ sur la prévisibilité : élargir à l'incertitude ? Olivier a prévu de rédiger une FAQ strictement scientifique sur la prévisibilité. Ceci peut être élargi à d'autres aspects de l'incertitude.

Mis en ligne sur notre site : Lara Davies Jones a terminé son travail de traduction de quelques chapitres de "climat : le temps d'agir". Une phrase manquante dans l'un des chapitres conduit à une mauvaise interprétation. Y en a-t-il d'autres ?

Témoignage sur Michel Lefévre

Brève sur Aeolus proposée par Jean Pailleux

Brève sur l'augmentation de la teneur en CO2 par Raymond.

<http://www.clubdesargonautes.org/#breves>

## **Discussion**

Sur les aérosols et la tendance à la hausse des calculs de la sensibilité climatique. la sensibilité que Manabe et Wetherald avaient trouvé en 1968 avec un modèle radiatif convectif, humidité relative constante et nuages moyens fixés, soit 2,36 pour un doublement de la concentration en CO2 avec les forçages radiatifs de l'AR5 donne des résultats en accord avec l'évolution récente.

Les aérosols ont un rôle dans la propagation du rayonnement, et aussi un rôle dans la condensation et la formation des nuages. Le deuxième rôle est difficile à représenter dans les modèles et l'est différemment selon ces modèles. C'est l'objet de plusieurs équipes de recherche actuellement. Les récents résultats de CMIP 6 indiquent une sensibilité beaucoup plus élevée. Pourtant, la valeur calculée par Manabe et Wetherald rend bien compte de l'évolution passée. Se méfier : dès qu'on

touche à un processus dans les modèles (ici : le rôle de aérosols) il s'en suit une période de tâtonnement avant qu'on revienne à un accord plus ou moins étroit entre les différents modèles.

## Conférences

Météo et Climat a organisé le jeudi 28 novembre 2019 sa 12e Journée Scientifique sur le thème "Changement climatique, gestion durable des terres et sécurité alimentaire" ; à l'occasion de la publication du rapport spécial du GIEC sur le changement climatique et les terres émergées Dominique Marbouty, Raymond Zaharia et Jean Pailleux y ont assisté. Les mêmes thèmes seront abordés au cours d'une deuxième journée, mais sur une base régionale. Par rapport aux précédentes conférences traitant de l'agriculture, l'INRA se montre de plus en plus ouvert à la permaculture et aux méthodes plus respectueuses des sols et de l'environnement (an 1 de l'agriculture?). La difficulté du passage du modèle actuel « productiviste » à un modèle plus « écologique » est soulignée. Un des aspects qui est ressorti est que les problèmes à traiter sont souvent multisectoriels et que les résoudre demande de peser le pour et le contre avec des interlocuteurs variés (par exemple, la pollution de l'atmosphère n'est pas seulement une question de gaz à effet de serre, mais aussi de polluants souvent nocifs pour la santé). L'ensemble des présentations sera disponible sur internet.

A noter que lors de cette conférence, et semble-t-il pour la première fois dans ce genre de réunion, la démographie a été évoquée comme une variable à prendre en compte pour l'évolution du climat. Philippe Waldteufel est particulièrement attaché à ce qu'on sorte du silence qui prévaut sur cette question.

## Climat

### Changement climatique

changement climatique et assurance à l'horizon 2040 : le coût le plus important semble lié à la sécheresse ... mais cette étude n'a pas évalué l'impact du vent pour lequel il n'y a pas de consensus scientifique aujourd'hui. L'étude a donc neutralisé cet impact, bien qu'il puisse également représenter un surcoût dans les prochaines décennies sans possibilité de l'évaluer. »

<https://www.ffa-assurance.fr/la-federation/publications/enjeux-climatiques/etude-changement-climatique-et-assurance-horizon-2040>

Commentaire : les compagnies d'assurance réagissent au changement climatique car elles doivent équilibrer leurs comptes.

Globally, October was 0.69°C warmer than the average October from 1981-2010, making it by a narrow margin the warmest October in this data record. Europe generally saw above-average temperatures, with the exception of most of the north and north-west of the continent. Temperatures were much above average in large parts of the Arctic, while much of western USA and Canada experienced much below average temperatures. <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-october-2019>

Commentaire : 2019 serait la troisième année la plus chaude, et juillet 2019 a été le mois de juillet

le plus chaud.

## Agriculture et végétation

Wildland fires are an unavoidable and essential feature of the natural environment. They're also increasingly dangerous as communities continue to spread away from urban areas. Unfortunately, a century of wildfire exclusion—the strategy of putting out fires as fast as they start—has led to a significant buildup of fuel in the form of overgrown forests. Continuing to keep wildfires at bay is simply not sustainable. In 2018, nearly 60 000 fires scorched parts of the continental US. California wildfires exemplify what can happen when they burn through communities: In November alone that year fires killed more than 90 people and destroyed some 14 000 homes and businesses.

<https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.3.4350> . Commentaire : Météo France fait des prévisions de risque d'incendie. Dans beaucoup de pays tropicaux, les feux de brousse pour désherber avant les semis sont une pratique courante.

## Société et changement climatique

Zeke Hausfather (@hausfath) a tweeté : This is the crux of the problem. As long as climate remains a hyper-partisan issue in the US, effective long term climate commitments will be nearly impossible. Betting on a permanent Democratic majority is not an effective climate policy.

<https://t.co/irWi0Unllr> <https://t.co/tzDdZRTkif>

(<https://twitter.com/hausfath/status/1191460794623504384?s=03>)

Exemples : continuité en Aquitaine qui a gardé le même cap après les régionales, mais changement de majorité dans la région nord. L'évolution des politiques régionales face au changement climatique et à la perte de biodiversité va moins vite que ces changements.

Not all carbon dioxide emission scenarios are equally likely: a subjective expert assessment  
Climate researchers use carbon dioxide emission scenarios to explore alternative climate futures and potential impacts, as well as implications of mitigation and adaptation policies. Often, these scenarios are published without formal probabilistic interpretations, given the deep uncertainty related to future development. However, users often seek such information, a likely range or relative probabilities. Without further specifications, users sometimes pick a small subset of emission scenarios and/or assume that all scenarios are equally likely. Here, we present probabilistic judgments of experts assessing the distribution of 2100 emissions under a business-as-usual and a policy scenario. We obtain the judgments through a method that relies only on pairwise comparisons of various ranges of emissions. There is wide variability between individual experts, but they clearly do not assign equal probabilities for the total range of future emissions. We contrast these judgments with the emission projection ranges derived from the shared socio-economic pathways (SSPs) and a recent multi-model comparison producing probabilistic emission scenarios. Differences on long-term emission probabilities between expert estimates and model-based calculations may result from various factors including model restrictions, a coverage of a wider set of factors by experts, but also group think and inability to appreciate long-term processes.  
Commentaire : Le scénario 8,5 semble exclu, par manque de réserves de carbone fossile exploitables (qu'on connaît cependant mal). Le recours au charbon devrait baisser, il baisse déjà paraît-il en Inde, et le scénario le plus probable est 4,5 (voir ci-dessous le mémoire de master de

Olivier Raguenes). Mais attention : lorsque le prix du baril augmente, la recherche de gisements et leur exploitation reprennent. En se basant sur tous ces scénarios comme s'ils étaient équiprobables, le GIEC alimente des commentaires excessifs.

Après l'officialisation du retrait US de l'accord de Paris, les prochaines élections pourraient encore renverser la situation mais si il suffit d'un changement de majorité aux USA pour remettre en cause les tentatives de limitation des émissions, on ferait mieux de se focaliser au plus vite sur les mesures d'adaptation. De ce côté, la prise de conscience a bien lieu , au moins pour les pays développés (que dire du Middle West ???) mais c'est aussi dépendant des élections. Commentaire : ce qui avait été tenté dans la région Nord Pas de Calais a été balayé par Xavier Bertrand, de plus, les prises de décisions et leurs effets sont compliqués et lents. Acclima Terra en Aquitaine marche parce que là, il n'y a pas eu de changement de majorité mais les actions concrètes qui en résultent ne sont pas bien connues.

Climate crisis: 11,000 scientists warn of ‘untold suffering’

Scientists have a moral obligation to clearly warn humanity of any catastrophic threat and to “tell it like it is.” On the basis of this obligation and the graphical indicators presented below, we declare, with more than 11,000 scientist signatories from around the world, clearly and unequivocally that planet Earth is facing a climate emergency.

<https://www.theguardian.com/environment/2019/nov/05/climate-crisis-11000-scientists-warn-of-untold-suffering>

Commentaire : à force de pousser des cris d'alarme, ceux à qui ils s'adressent ne vont ils pas s'habituer et cesser d'écouter ? Les adeptes de la collapsologie sont ceux qui vont le plus loin (trop loin?) dans la pratique de l'alarme. Question de communication, à laquelle on peut rétorquer que ceux qui devraient prendre des décisions semblent ne pas écouter depuis déjà longtemps.

Effondrement, collapsologie, on en parle de plus en plus, et la façon qu'ont les médias de ne retenir et diffuser que la limite supérieure des prévisions contribue certainement à cette panique. Dans un message récent, Raymond nous signalait un blog (lien ci dessous) où était commentée une dispute entre collapsologues et Jean Pierre Dupuy, qui avait contribué à notre livre "climat, une planète et des hommes". En gros, si j'ai bien suivi, il s'agit de avoir si on doit croire sincèrement à l'effondrement, ou si on doit faire semblant d'y croire pour se faire une peur salutaire.

Commentaire : l'association « SOS maires » fait remarquer que en cas de crise grave, les villes ne disposent que de 3 jours de réserves pour subsister, et qu'ensuite, ce serait aux communes plus ou moins éloignées de gérer la situation, ce à quoi elles ne sont pas préparées. Il existe un pour cela un document à leur disposition (mais combien de maires l'ont ils réellement lu ?)

## Océan

Alors que les Nations unies ont dédié la prochaine décennie aux sciences de l'océan pour le développement durable, quarante scientifiques sonnent aujourd'hui l'alarme pour que l'océan soit hissé au rang de priorité. Parmi eux, Françoise Gaill et Joachim Claudet nous expliquent dans cette tribune publiée avec Libération pourquoi notre futur en dépend.

« Ne nous y trompons pas : l'affaire ne concerne pas seulement les habitants des littoraux, même s'ils représentent des centaines de millions de personne, mais bien l'humanité dans son ensemble. « Quatre ans après avoir **obtenu à l'arrachée la prise en compte de l'océan dans l'Accord de**

**Paris**, la communauté scientifique se mobilise à nouveau pour le placer sur le devant de la scène. »

<https://lejournal.cnrs.fr/billets/notre-avenir-secrit-dans-locean>

Commentaire : cet article laisse à penser que les biologistes prennent une revanche en faisant passer leurs problématiques au niveau de celle du changement global. Or, les précédents rapports de GIEC comportaient plusieurs centaines de pages sur les océans, y compris sur leur biologie et leur biogéochimie. Il faut aussi noter que dans les années 1990 – 2005 environ, il y a eu sous l'égide du programme international JGOFS une collaboration très stimulante et féconde entre biologistes, biogéochimistes et physiciens de l'océan. A noter que le Club des Argonautes est né d'un essai infructueux de participer aux activités de l'Union des Océanographes de France.

## Energie

Un mémoire de Master sous la direction de Gilles Ramstein :

RAGUENES Olivier (2019)

### **L'épuisement des énergies fossiles, facteur limitant du réchauffement climatique ?**

Dans les modèles actuels, seuls les choix politiques et énergétiques des sociétés sont questionnés pour envisager plusieurs trajectoires d'émissions climaticides. Or, certaines études scientifiques, en géologie pétrolière notamment, invitent à réenvisager les réserves d'énergie fossile. Ainsi, leur disponibilité ne serait pas infinie au cours du siècle, mais soumise à des limites géologiques.

Certains auteurs considèrent que les *scenarii* qui font craindre un monde à +7°C d'ici 2100 ne sont pas réalistes car nous aurons, d'ici-là, un accès restreint aux énergies fossiles. Plusieurs études ont tenté de conjuguer modélisation climatique et données géologiques. Leurs conclusions sont semblables. Ainsi, avec les réserves (les énergies exploitables) dont les sociétés disposent, les émissions de GES liées à la combustion fossile connaîtraient une limite, générant un réchauffement climatique de l'ordre de 2,5 à 3°C. Ceci dit, d'autres éléments que la combustion du pétrole, du charbon ou du gaz, sont à prendre en compte dans la modélisation climatique et dans les émissions futures de GES, comme l'usage des sols ou la fonte du pergélisol.

dans le mémoire en question, on apprend que les réserves ne devraient permettre au pire qu'une RCP 6.0 ([http://www.aspo.be/wp-content/uploads/2019/10/Raguenes\\_epuisement\\_energies\\_fossiles\\_et\\_changement\\_climat\\_2019.pdf](http://www.aspo.be/wp-content/uploads/2019/10/Raguenes_epuisement_energies_fossiles_et_changement_climat_2019.pdf))

) Commentaire de Yves Fouquart : apparemment le point critique semble être le pic du charbon en Chine à brève échéance. Il y aura un pic, mais quand ? S'il intervient tôt, on aura les conditions d'une RCP 6. Mais il y a des progrès dans la prospection et dans les techniques d'exploitation qui font reculer ce pic ; il peut intervenir plus tard et les choses seraient alors beaucoup plus graves.

SBM Offshore, spécialiste de la fabrication d'équipements pour l'offshore marin, a annoncé lundi 4 novembre, le lancement imminent de son prototype WEC S3 de convertisseur d'énergie houlomotrice. Ce projet WEC S3 a été mené en partenariat technique avec Centrale Nantes, l'IFP Energies nouvelles, avec le soutien du gouvernement de Monaco, et par l'ADEME\*, via les Investissements d'avenir, a indiqué Ambroise Wattez, directeur du développement des projets renouvelables de SBM Offshore.

Le WEC S3 est un « tube de caoutchouc flottant » de 60 m de long et 1,2 m de diamètre, qui sera immergé à une profondeur d'eau de 4 m environ. L'empreinte marine du site expérimental est d'environ 300 m sur 80 m avec les ancres. Le dispositif convertit l'énergie cinétique des ondes marines en utilisant des Polymères électro-actifs, qui ont la particularité de transformer directement le mouvement de la mer en électricité utilisable directement. Le WEC S3 n'a donc aucune pièce mécanique, ni hydraulique, réduisant d'autant les agressions potentielles de la mer, ainsi que les coûts liés à la maintenance, insiste le fabricant. Un mouvement naturel en harmonie avec les

vagues, signale Ambroise Watez, insistant sur le fait qu'il s'agit d'une conception bio-inspirée (bio mimétique) on assure une efficacité maximale du système. En outre, la machine est particulièrement silencieuse, insiste SBM Offshore. (<https://energiesdelamer.eu/publications/6151-sbm-offshore-va-lancer-son-prototype-houlomoteur-s3-a-monaco>) Commentaires : le problème récurrent est de profiter d'une houle moyenne, voire faible, tout en résistant aux tempêtes. Un bon point de ce projet est que le dispositif est maintenu à 4 mètres sous la surface. Il faut de plus accepter que de toute façon, les projets d'énergies marines ont un coût très élevé de maintenance. En particulier, la France ne dispose pas de moyens adaptés pour les déploiements ou les relevages des dispositifs.

Le numérique émet aujourd'hui 4 % des gaz à effet de serre du monde, soit davantage que le transport aérien civil. Cette part pourrait doubler d'ici 2025 pour atteindre 8 % du total – soit la part actuelle des émissions des voitures. Tandis que la contrainte climatique impose une baisse drastique des émissions mondiales de gaz à effet de serre dans les prochaines années, le numérique accroît sa consommation d'énergie de 9 % par an. Commentaires : La consommation de numérique se subdivise en trois catégories, télécommunications, stockage et calcul. Un très grand nombre de vidéos, et notamment celles diffusées par les chaînes publiques, le sont en haute définition, ce qui dans la quasi totalité des usages totalement inutile. L'économie si on y prêtait attention serait considérable (90 % de réduction des fichiers sans perdre de qualité d'écoute). La même remarque pourrait être faite sur tous nos gaspillages, et notamment ceux en énergie, mais le marché laissé sans contrôle ne sait pas améliorer ce point : c'est à la puissance publique d'y mettre bon ordre. **Ceci pourrait être une position du Club.**

La Chine émet le projet de capter l'énergie du Soleil avec un grand miroir sur une orbite géostationnaire et de l'envoyer sur Terre, sans doute par micro-ondes. Commentaires : attention : bien viser ; cela peut aussi être une arme.

De Sylvain Roche, via Jacques Ruer :

Veuillez trouver dans le nouveau numéro de la revue scientifique *Artefact* mon dernier article intitulé « S'appuyer sur le passé pour construire l'avenir : l'exemple du projet nationaliste écossais dans le domaine des énergies renouvelables offshore ». Dans celui-ci, j'essaie de montrer que les énergies offshore sont inscrites en Écosse dans un discours indépendantiste qui participe à la réinterprétation historique du premier « mythe » énergétique écossais, celui de l'exploitation du pétrole offshore, dans un discours renouvelé et modernisé (par le projet libéral, européen et écologique), puisque porté cette fois sur le développement d'énergies vertes. L'invocation de la nation et d'un passé mythologisé doit permettre de créer un sentiment d'objectivité qui à son tour doit participer au travail de légitimation de ces énergies de la mer. Je remercie l'ensemble des organismes qui m'ont aidé dans ce processus de publication, et notamment le musée maritime d'Aberdeen, le Musée National d'Écosse et les archives politiques écossaises de l'Université de Stirling. L'article est dès à présent disponible en version manuscrit <http://koyre.ehess.fr/index.php?3116>, et sera prochainement mis en *open access*. Une traduction scientifique en anglais est espérée pour les prochains mois. Commentaire : il y a une cinquantaine d'années, la puissance d'un pays se mesurait à sa force en sidérurgie. Maintenant, c'est plutôt à sa consommation d'énergie, voire, déjà, à sa domination dans le numérique.

## **Instrumentation**

Le Centre Européen vient de publier sur son site les tous premiers résultats portant sur l'utilisation des données de vent du satellite Aeolus.

C'est la première fois que l'on peut dire qu'une mission spatiale lidar-vent a réussi. Commentaire :

une brève a été publiée.

### **5G wireless threatens weather forecasts**

Quelques points d'information sur ce sujet que Dominique Marbouty a suivi pour Copernicus:

1) les niveaux de protection retenus par la CMR-19 pour la bande WV 23,6-24 GHz sont de -33 dBW pendant 8 ans puis -39 dBW après, soit très loin des 58 demandés par Northrop Grumman, ou des 54-50 estimés par ESA et Eumetsat (54 pour les stations et 50 pour les terminaux), ou même de la position européenne adoptée en CEPT et défendue en CMR soit -42 dBW. Pour info la position Europe a été en partie sabordée par UK.

2) Cela a provoqué un message adressé par le SG de l'OMM (Petteri Taalas) à son homologue de l'UIT, message qui a été distribué en plénière de la CMR et soutenu par plusieurs Etats, dont F.

3) D. M. prépare un article sur 'Observations de la terre et radio fréquences' demandé par les Annales des mines pour un numéro spécial radiofréquences, qui traite ce point et devrait sortir au printemps.

Commentaires : La bande attribuée à la 5G est juste à côté de celle de la vapeur d'eau. L'OMM avait demandé une protection de cette bande micro-onde vapeur d'eau, mais la compétition est forte avec les télécommunications. Le compromis adopté risque de détériorer les prévisions météorologiques. Les régions les plus menacées sont les surfaces continentales et particulièrement les zones urbaines, utilisatrices de 5G. Parmi les satellites qui utilisent les micro-ondes dans le canal vapeur d'eau, IASI est celui dont les données sont les plus utilisées. SWOT sera impacté lui aussi, ainsi que tous les altimètres qui utilisent ce canal pour la correction de l'effet de la vapeur d'eau. SMOS a été lui aussi affecté.

## **Articles**

**-1-**

"How deep Argo will improve the deep ocean in an ocean reanalysis."

<https://www.researchgate.net/publication/335905243>

**ABSTRACT**

Global ocean sampling with autonomous floats going to 4,000 m/6,000 m, known as the deep Argo array, constitutes one of the next challenges for tracking climate change. The question here is how such global deep array will impact on ocean reanalyses. Based on the different behavior of four ocean re-analyses, we first identified that large uncertainty exist in current reanalyses in representing local heat and freshwater fluxes in the deep ocean (1 W/m<sup>2</sup> and 10 cm/yr regionally). **\*\*Additionally, temperature and salinity comparison with deep Argo observations demonstrates that reanalysis error in the deep ocean are of the same size, or even stronger, than the deep ocean signal.\*\*** An experimental approach, using the 1/4° GLORYS2V4 system, is then presented to anticipate how the evolution of the global ocean observing system (GOOS), with the advent of deep Argo, would contribute to ocean reanalyses.

Based on Observing System Simulation Experiments (OSSE), which consist in extracting observing system data sets from a realistic simulation to be subsequently assimilated in an experimental system, this study suggests that a global deep Argo array of 1,200 floats will significantly constrain the deep ocean by re-ducing temperature and salinity errors by around 50%.

Our results also show that such deep global array will help ocean reanalyses to reduce error in temperature changes below 2,000 m, equivalent to global ocean heat fluxes from 0.15 to 0.07 W/m<sup>2</sup>, and from 0.26 to 0.19 W/m<sup>2</sup> for the entire water column.

This work exploits the capabilities of operational systems to provide comprehensive information for the evolution of the GOOS. Commentaire : n'y a-t-il pas une menace de la part des pêcheurs sur ces

flotteurs Argo ? Non, la menace est sur les mouillages de courantomètres qui attirent les poissons. Remarque : le réseau de flotteurs Argo fait la fortune de la société SeaBird qui a une quasi exclusivité pour la fourniture et la calibration de ces instruments.

\*\*\*&&&\*\*\*

-6-

**Key drivers of cloud response to surface-active organics**, D. G. Partridge, J. F. Davies, K. R. Wilson, D. Topping & I. Riipinen S. J. Lowe (*Nature Communications* volume 10, Article number: 5214 (2019))

Aerosol-cloud interactions constitute the largest source of uncertainty in global radiative forcing estimates, hampering our understanding of climate evolution. Recent empirical evidence suggests surface tension depression by organic aerosol to significantly influence the formation of cloud droplets, and hence cloud optical properties. In climate models, however, surface tension of water is generally assumed when predicting cloud droplet concentrations. Here we show that the sensitivity of cloud microphysics, optical properties and shortwave radiative effects to the surface phase are dictated by an interplay between the aerosol particle size distribution, composition, water availability and atmospheric dynamics. We demonstrate that accounting for the surface phase becomes essential in clean environments in which ultrafine particle sources are present. Through detailed sensitivity analysis, quantitative constraints on the key drivers – aerosol particle number concentrations, organic fraction and fixed updraft velocity – are derived for instances of significant cloud microphysical susceptibilities to the surface phase. Commentaire : la croissance des gouttes dépend de leur tension superficielle. Ceci montre jusqu'à quel raffinement de détails les modèles de nuages devraient tendre pour représenter correctement leur effet sur le climat. De plus, toute nouvelle représentation de ces processus est extrêmement difficile à valider expérimentalement. Remarque : les aérosols sont toujours en quantité suffisante lorsqu'il y a de l'eau à précipiter.

\*\*\*&&&\*\*\*

-7-

**Jean-Pierre Gattuso (CNRS, Sorbonne University, Iddri), Alexandre K. Magnan (Iddri), Natalya D. Gallo (Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego), Dorothée Herr (IUCN), Julien Rochette (Iddri), Lola Vallejo (Iddri), Phillip Williamson (University of East Anglia, NERC)**

The global ocean is warming, acidifying and losing oxygen, and sea level is rising. As a result, keystone species and ecosystems such as warm-water coral reefs, seagrass meadows and kelp forests will face high to very high risks by the end of this century even under low carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions (IPCC, 2019). Moreover, low-lying coastal settlements will face moderate to high sea-level rise risks by the end of the century, even under full and timely implementation of the Paris Agreement, unless comprehensive and intense adaptation efforts are undertaken. This calls for a dramatic scaling up of efforts towards ambitious mitigation and adaptation.

The ocean offers opportunities to reduce the causes and consequences of climate change, globally and locally, as shown by *The Ocean Solutions Initiative*<sup>1</sup> (Gattuso *et al.*, 2018) and other recent reports (Hoegh-

Guldberg *et al.*, 2019; Because the Ocean 2019<sup>2</sup>). However, countries have poorly used ocean-based measures for tackling climate change and its impacts, in their Nationally Determined Contributions (NDCs; Gallo *et al.* 2017) under the Paris Agreement. The process towards the 5-year revision of NDCs, culminating at the 26th Conference of the Parties of UNFCCC, offers an opportunity for countries to adopt more ocean-inclusive mitigation and adaptation strategies. Commentaire : il y a une trentaine d'années, John Martin s'est fait connaître en proposant de fertiliser les zones océaniques carencées en fer afin d'y stimuler la photosynthèse. Les essais qui ont été réalisés par la suite entre 2000 et 2005 n'ont pas été très concluants.