

*Ordre du jour de la 107^{ème} réunion
du Club des Argonautes.
Mardi 7 janvier 2014
Au Bureau de Longitudes
(14 h – 18 h)*

9 participants : François Barlier, Pierre Bauer, Aline Chabreuil, Yves Dandonneau, Patrick Geistdorfer, Jacques Merle, Jean Pailleux, Michel Petit, Bruno Voituriez.

Adoption du compte rendu de la réunion 106

Vie du Club

Bienvenue à Katia Laval qui rejoint le Club des Argonautes. Elle n'assistera pas à cette réunion, étant ce jour éloignée de Paris.

Autres possibles futurs membres :

Dominique Raynaud : bien qu'il pense ne pas être en mesure de participer à toutes les réunions du Club, il sera heureux de nous rencontrer pour un séminaire. Contacté par Bruno Voituriez, il serait disponible pour venir en mars. A confirmer.

Olivier Talagrand (par Jean Pailleux a pris contact avec lui). Accord pour lui proposer d'être membre du Club.

Jean Paul Guinard nous souhaite une année fertile en discussions et nous annonce qu'il n'a désormais plus la possibilité de participer à nos activités.

Après Michel Gauthier, qui pourrait être la référence pour le Club en matière d'énergie renouvelable marine? Madeleine Zaharia ? Jean Marvaldi a été heureux de nous rencontrer à Toulouse l'an dernier, et interviendra volontiers de façon ponctuelle, mais ne souhaite pas devenir membre du Club. Qui pour être cette référence ? On pourrait demander à Marchand ou à Yann-Hervé de Roek.

Prochaines réunions.

Des réunions dans la salle du BDL le mardi après midi, après la réunion du BDL, ont la faveur des Argonautes. Ceci permettra aux membres du Bureau des Longitudes qui tiennent leur réunion mensuelle le mardi matin de pouvoir enchaîner sur la réunion des Argonautes sans avoir à passer une journée supplémentaire à Paris.

Du côté de l'Institut de France, les décisions traînent et les travaux sont retardés. La salle du Bureau des longitudes est toujours accessible.

Quid alors de la convivialité autour d'une bonne table à midi ? Ceux d'entre nous qui le souhaitent pourraient convenir de se retrouver à l'Alcazar à 12h30 avant la réunion, où les rejoindraient éventuellement ceux qui, le matin, assistent à la réunion du Bureau des Longitudes.

Autres possibilités : le bureau du ministre à l'Institut Océanographique. Michel Petit doute que cela puisse être possible autrement qu'exceptionnellement.

- un restaurant qui disposerait d'une salle, en échange de notre distinguée clientèle (cf proposition par Aline à proximité du métro Duroc). Il y a urgence.

Ci-dessous les dates des prochaines réunions (le lieu sera fixé ultérieurement)

Le 4 février

Le 4 mars.

Le 1^{er} avril

Le 6 mai

Le 3 juin

Nouvel ouvrage collectif sur le climat

Aline Chabreuil a proposé au Cherche Midi une réédition de l'ouvrage sur le climat, ciblée sur 2015 à l'occasion de la conférence de Paris (dans la série des COP). Il n'y a pas eu de refus « c'est toujours à l'ordre du jour ». Il faudra bien sûr trouver comment réorienter cet ouvrage.

Une série de propositions a été discutée lors de la dernière réunion (voir le compte rendu). Puis, la discussion s'est poursuivie par mail (voir l'ordre du jour de la réunion 107).

Michel petit a diffusé avant la réunion une proposition de plan, qui a servi de base à la discussion d'aujourd'hui.

Parmi les premières remarques : mettre l'accent sur les échelles de temps ; ne pas se contenter du gaz carbonique, et traiter également du méthane et du protoxyde d'azote. Rajouter un chapitre sur le cycle de l'eau.

Il est suggéré de nous placer dans le cadre de la Conférence des Parties (COP) de Paris, et de chercher des auteurs parmi les négociateurs. L'idéal serait de sortir l'ouvrage avant la COP, c'est-à-dire en septembre, voire en juin.

Bruno Voituriez propose d'ajouter un volet sur les nouvelles connaissances qu'il faudrait acquérir afin de réduire les incertitudes.

Jacques Merle trouve qu'il est impossible de ne pas aborder la géoingénierie ? Cette proposition est acceptée, avec la remarque qu'il est urgent de lancer des recherches sur les techniques envisagées à ce jour.

Jean Pailleux, et Michel Lefebvre avec qui il a discuté, pensent qu'il faudrait bien identifier toutes les échelles de la météo au climat, distinguer le prévisible et le non prévisible (ce qui rejoint le thème des incertitudes). Il faudrait aussi ajouter une partie observations – assimilation, et une partie prévision – modèles.

Le public s'intéresse aux événements extrêmes.

Yves Dandonneau propose de privilégier l'aspect suivant : de passif face aux événements naturels, l'homme devient acteur du climat.

Autres possibilités :

- rédiger des fascicules indépendants sur les points où nous en ressentons le besoin, quitte à les rassembler plus tard sous une forme différente.

- publier des témoignages de victimes pressenties du changement climatique (Kiribati, fellah de la vallée du Nil ...)

- aborder les aspects locaux, et même, trouver un titre qui annonce cette préoccupation.

Michel Petit demandera à Nicolas Bériot comment il voit l'intérêt de cet ouvrage.

Le plan de l'ouvrage dans sa forme actuelle est reproduit en annexe avec des propositions d'auteurs pour la plupart des chapitres.

Site web du Club

A venir :

- texte par Bernard Pouyoud autour d'une liste de questions sur le changement du cycle de l'eau auxquelles on ne sait pas toujours répondre.

- Texte sur l'anthropocène à rédiger par Jacques Merle.

Dans le glossaire il y a *salinité* qui renvoie à *chlorinité*, un lien est proposé sur le très bon document de Gérard Copin-Montegut :

http://www.obs-vlfr.fr/Enseignement/enseignants/copin/Sel_ecran.pdf

Les planches de Michel Petit sur le climat ainsi que celles de Catherine Gautier sur les gaz de schistes sont en ligne dans la partie privée du site web du Club

la fiche de Michel Petit sur le dernier rapport du Giec déjà publiée sur le site de l'Institut Océanographique, est reproduite dans la page Blog du livre Climat, une planète et des hommes (transmettre rapidement vos éventuelles remarques à Madeleine). http://www.clubdesargonautes.org/...une_planete_et_des_hommes_blog.php

.

Voici les dernières publications de l'année 2013 :

Dans la rubrique Témoignage, Le chapitre VII du livre feuilleton sur le climat : La biosphère entre en jeu

<http://www.clubdesargonautes.org/histoirestem/livreccchap7.php>

Dans le blog du livre "Climat, une planète et des hommes", Article sur le rapport du groupe1 du cinquième rapport du Giec : Physique du climat.

http://www.clubdesargonautes.org/livreclimat/climat_une_planete_et_des_hommes_blog.php

News sur l'ETM par Madeleine Zaharia : <http://www.clubdesargonautes.org/essai/news2013.php>

La mini-biographie de Jean Labrousse et Jean Lepas (20 pages), rédigée par Jean Coiffier, Jean-François Geleyn, moi-même et Daniel Rousseau, a été publiée par l'AAM (Association des Anciens de la Météo). Je vous joins le pdf. Une version papier sera postée au président et au secrétaire des Argonautes en janvier. Je vous rappelle qu'une version condensée (et limitée au seul Jean Labrousse) existe sur le site des Argonautes depuis plusieurs mois.

<http://www.clubdesargonautes.org/histoirestem/jeanlabrousse.php>

Publication sur le prix Christian le Provost 2013 et la journée scientifique 2014 :
<http://www.clubdesargonautes.org/leprovost/indexclp.php>
et la synthèse du prix 2011 :
<http://www.clubdesargonautes.org/leprovost/dossiersprix/prix2011/prix11.php>.

Encore bravo à Madeleine pour la dynamique qu'elle entretient sur ce site web.

Manifestations à venir, colloques, émissions, livres

Sortie d'un livre, qui développe entre autres l'expérience de l'île d'El Hierro aux Canaries : "Un million de révolutions tranquilles" par Bénédicte Manier, éditions LLL.

CONFERENCE « L'AVENIR ENERGETIQUE : « DU FANTASME AUX CONTRAINTES DU MONDE REEL »
Par le CV(R) Michel Benezzi (de chez Total), Jeudi 23 janvier 2014 à 18h00 à l'amphi Suffren de l'Ecole militaire

L'assemblée générale de "LittOcean, pour des espaces maritimes équitables" se tiendra jeudi 6 février 2014 à partir de 17H, à l'aquarium de la Porte Dorée - 293 av Daumesnil Paris 12ème. (l'organisatrice est Cécile Grignon Logereau)

Depuis 1986, le Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM) de Météo-France organise les Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère (AMA) dans le but d'échanger avec la communauté scientifique sur des thématiques en rapport avec la modélisation. Cette année, le Laboratoire d'aérodynamique (LA) et le Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique (CERFACS) sont associés à l'organisation des AMA et participent à la programmation scientifique. Les AMA 2014 se tiendront du **20 au 22 janvier 2014, au Centre International de Conférences (CIC) de Météo-France à Toulouse**. Ils porteront sur le thème suivant : "Modélisation des aérosols et leurs impacts aux différentes échelles".

Ces travaux de modélisation seront abordés via les axes suivants :

- Emissions et dépôts des aérosols
- Formation des aérosols secondaires et nucléation
- Interactions aérosols-nuages
- Validation par mesures et télédétection des aérosols et assimilation
- Interactions aérosols-rayonnement
- Effets climatiques des aérosols
- Aérosols et qualité de l'air

Il n'y a pas de frais d'inscription, mais pour assister il faut s'inscrire sur:

<http://www.meteo.fr/cic/meetings/2014/AMA/>

Energie Thermique des Mers et autres énergies marines.

Pas de commentaire sur ce qu'en dit l'ordre du jour :

DCNS a finalement obtenu une aide européenne NR200
<http://www.lesechos.fr/pointe-sur-les-energies-thermiques-des-mers-636285.php>

L'énergie thermique des mers profite-t-elle aux industriels français? L'Energiegeek
DCNS devrait commercialiser prochainement une centrale électrique basée sur la technologie des Énergies Thermiques des Mers (ETM) et s'est lancé en partenariat dans le domaine de la climatisation par l'eau de mer. En Martinique l'industriel français espère également tester un projet pilote courant 2014, alors que l'énergéticien EDF va climatiser l'hôpital de Saint-Pierre. Et à la Réunion, c'est GDF-Suez qui a été choisi pour la construction du réseau de froid qui alimentera 27 sites de la capitale. En cette fin d'année 2013, on dirait que l'ETM réchauffe l'activité des industriels français.

Les Français à la pointe sur les énergies thermiques des mers Les Échos
Vieille idée, l'énergie thermique des mers (ETM) déferle sur ses premiers marchés de niche. La Martinique compte lancer dans les prochains mois un projet de production d'électricité à partir de l'ETM. La Guadeloupe annonce l'an prochain un appel d'offres pour climatiser un quartier de Basse-Terre. A La Réunion, GDF Suez a obtenu cet été l'autorisation de construire un réseau de froid pour Saint-Denis.

Matthieu Hoarau continue à croire que la première centrale ETM sera un geste politique plutôt qu'un véritable investissement commercial. Pour le moment, l'optimisation des quelques degrés de température (certes c'est 15% de la production par degré et que ce n'est pas négligeable) pourrait être minime face aux provisions pour risques ou aux "petits pépins" que rencontrera cette première centrale. Les expériences de DCNS dans les EMR commencent à être conséquentes et c'est ce qui se dégage à peu près sur chaque projet.

Par ailleurs et pour information, il nous informe aussi qu'il quitte normalement DCNS à la fin du mois de Janvier et reprend le poste de secrétaire général/directeur de l'association TEMERGIE à La Réunion. C'est une association regroupant les entreprises locales dans le domaine des EnR et de la maîtrise de l'énergie, associée au Pole de compétitivité CAPENERGIE, son objectif sera de labéliser des projets et de monter des projets innovants / R&D pour ces entreprises, selon différents sources de financements (Fonds européen, Oséo, ...).

Il espère bien redonner un coup de boost à La Réunion dans les EnR dans les mois qui viendront. Mais pour le moment, il tient à finir sa collaboration avec DCNS comme il se doit et tente de positionner la France à l'étranger avec le montage d'une plateforme de R&D dans les énergies marines (type France Energies Marines).

Débats :

Sur la pêche profonde, la pétition lancée par Bloom, l'Europe et l'IFREMER. (à voir le 7 janvier au soir sur TV5 « la mer sans poissons », avec comme invités Daniel Pauly et Philippe Cury)

Un article suggère que répondre aux arguments des climato-sceptiques est une moins bonne stratégie que de se concentrer sur un seul point : 97% des climatologues sont d'accord sur l'origine anthropique du changement climatique observé, alors que le grand public pense qu'il y a un débat.

Actualité

-92 °C dans l'Antarctique !

Remarque : la température de sublimation du CO₂ est -78 °C). (mais on est à 3000 m, et donc, la pression atmosphérique est très inférieure à 1 atm)

Article de Sylvestre Huet dans Libé sur le « hiatus » et le réchauffement (Sylvestre Huet a assisté à la manifestation « Sciences métisses » à Toulouse en décembre)

La revue du bouquin de Francois Gervais par François Marie Bréon est parue dans "La météorologie" : http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/52058/meteo_2013_83_90.pdf?sequence=1

Nouveau brulot climatosceptique aux éditions Mélibée (??) : « CO₂ : coupable ou non coupable ? » par Maurice Hadrien

le plancton découvert par Tara: <http://www.lefigaro.fr/sciences/2013/12/12/01008-20131212ARTFIG00628-le-plancton-invisible-mais-essentiel-a-la-survie-de-la-terre.php> (toujours rien de nouveau)

Le siege de l'Ifremer a été transféré a Brest. Voir l'article de Sylvestre Huet <http://sciences.blogs.liberation.fr/home/2013/12/ayrault-lifremer-brest-h%C3%A9las-.html>. Cette délocalisation est elle confirmée ?

Parmi les vœux que nous avons échangés, mention spéciale à ceux de Yves Fouquart et Michel Lefebvre

Les bonnes lectures du mois écoulé

Peu de commentaires, par manque de temps :

Signalé par José Gonella, sur la répercussion de l'erreur d'estimation de la température moyenne annuelle globale sur le classement des années les plus chaudes :

Uncertainty in annual rankings from NOAA's global temperature time series

Anthony Arguez et all

Abstract - Annual rankings of global temperature are an important component of climate monitoring. However, there is some degree of uncertainty for every yearly value in the global temperature time series, which leads to uncertainty in annual rankings as well. This study applies a Monte Carlo uncertainty analysis to the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) National Climatic Data Center's global land-ocean surface temperature (NOAATMP) time series. Accounting for persistence between years does not materially affect the results versus presuming statistical independence. The highest probabilities for the warmest year analysis (1880–2012) are associated with the years 2010 (~36%), 2005 (~28%), and 1998 (~11%). The current separation among

the warmest observed years is relatively small compared to the standard errors of the NOAA-TMP time series. However, each year between 1997 and 2012 was warmer than the vast majority of all other years since 1880 at the 95% confidence level.

Signalé par Bruno Voituriez, un travail de Trenberth sur les flux de chaleur associés à l'effet de serre
An apparent hiatus in global warming?

Kevin E. Trenberth and John T. Fasullo

National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA

Abstract Global warming first became evident beyond the bounds of natural variability in the 1970s, but increases in global mean surface temperatures have stalled in the 2000s. Increases in atmospheric greenhouse gases, notably carbon dioxide, create an energy imbalance at the top-of-atmosphere (TOA) even as the planet warms to adjust to this imbalance, which is estimated to be $0.5-1\text{Wm}^{-2}$ over the 2000s. Annual global fluctuations in TOA energy of up to 0.2Wm^{-2} occur from natural variations in clouds, aerosols, and changes in the Sun. At times of major volcanic eruptions the effects can be much larger. Yet global mean surface temperatures fluctuate much more than these can account for. An energy imbalance is manifested not just as surface atmospheric or ground warming but also as melting sea and land ice, and heating of the oceans. More than 90% of the heat goes into the oceans and, with melting land ice, causes sea level to rise. For the past decade, more than 30% of the heat has apparently penetrated below 700m depth that is traceable to changes in surface winds mainly over the Pacific in association with a switch to a negative phase of the Pacific Decadal Oscillation (PDO) in 1999. Surface warming was much more in evidence during the 1976–1998 positive phase of the PDO, suggesting that natural decadal variability modulates the rate of change of global surface temperatures while sea-level rise is more relentless. Global warming has not stopped; it is merely manifested in different ways.

Résumé : la PDO a favorisé l'augmentation des températures de 76 à 98, mais depuis, c'est le contraire → tendance au hiatus.

Signalé par Bruno Voituriez cet article qui montre que les variations (par l'homme ou pas) de l'albédo sont un puissant facteur de changement climatique

Knowing the unknowns

Russell Seitz^{1,2}

¹Department of Physics and the Center for International Affairs, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA,

²Now at Microbubbles LLC in Washington, District of Columbia, USA

Abstract The Earth's atmosphere is not the only source of radiative forcing and anthropogenic climate change. As surely as people and civilizations have carbon footprints, they have albedo footprints as well. By altering the reflectivity of roughly half the land surface of the Earth in the past, mankind has made inadvertent geoengineering a part of the landscape of history. This worldwide alteration of reflectivity raises questions about the future of climate change, for albedo is a first-order determinant of the Earth's radiative equilibrium. As surfaces absorb roughly 100 times more solar energy than the atmosphere, future anthropogenic changes in both land and water albedo may figure significantly in climate policy outcomes.

Signalé par José Gonella :

Dans la chaîne alimentaire, l'homme ne se situe pas au sommet, comme il pourrait le penser, mais au même niveau que... les anchois et les cochons. Bien loin, donc, d'un super prédateur. C'est la conclusion d'une étude originale, visant à mesurer l'impact de la consommation humaine sur les écosystèmes, publiée dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences* lundi 2 décembre.

Signalé par José Gonella :

Un article selon lequel climatosceptiques et négateurs de l'évolution se rejoignent parce qu'ils ont les mêmes ennemis : la science (à moins que les négateurs y aient aussi un intérêt direct : comment croître et multiplier dans un monde limité)

<http://www.motherjones.com/blue-marble/2013/11/why-climate-change-skeptics-evolution-deniers-joined-forces>

bonnes nouvelles du microSat SARAL emportant un récepteur ARGOS-3, un ALtimètre en bande Ka (35.75 GHz, 500 MHz), (plus évidemment, un réflecteur laser, et un récepteur DORIS), préparées par Jacques Verron et collègues, sur le site Aviso:

<http://www.aviso.oceanobs.com/fileadmin/documents/newsstand/Newsletter/aviso>

Signalé par José Gonella, un article qui rattache la baisse des rendements des pêcheries de crevettes dans le Golfe du Mexique à une invasion de prédateurs venus du sud poussés par le réchauffement climatique (Hummm...)

<http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/actu/d/developpement-durable-penurie-crevettes-inquiete-50927/>

Signalé par Bruno Voituriez, un article qui montre que la fonte des glaces s'accélère en Antarctique, via les pertes de glace des glaciers en mer d'Amundsen (plus de 150 km³ par an)

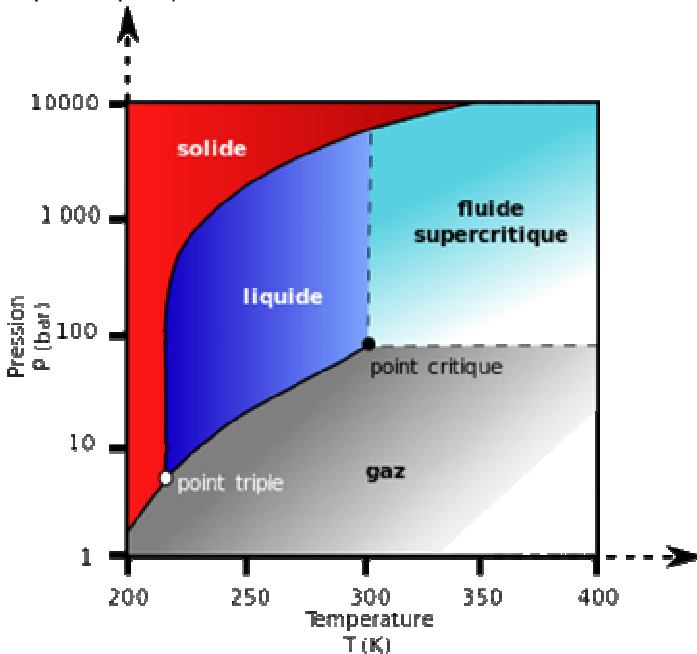
http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/CryoSat/Antarctica_s_ice_loss_on_the_rise

Signalé par Raymond Zaharia

"New geothermal technology could produce 10 times the electricity using CO₂ from fossil fuel plants"

<http://www.treehugger.com/renewable-energy/new-geothermal-technology-could-produce-10-times-electricity-using-co2-fossil-fuel-plants.html>

(où on amalgame les objectifs d'enfouissement de CO₂ et de production d'énergie géothermique en circuit fermé, plus un point d'interrogation de ma part : le CO₂ ne passe-t-il pas quelque part dans ce cycle en état supercritique ?)



Signalé par Raymond Zaharia

Version finale de la prospective Mercator préparée par Pierre Brasseur et Bernard Barnier et transmise aux tutelles le 10 octobre 2013, avec l'ensemble des commentaires relatifs à la version préliminaire, et la version préliminaire (en vue de faciliter le rapprochement entre commentaires et texte correspondant).

<http://www.mercator-ocean.fr/fr/science/gmmc/Prospective-Oceanographie-Operationnelle>.

Signalé par Raymond Zaharia

Reconciling the north–south density difference scaling for the Meridional Overturning Circulation strength with geostrophy

A. A. Cimadoribus^{1,*}, S. Drijfhout^{1,2}, and H. A. Dijkstra³

¹Global Climate Division, Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, the Netherlands

Abstract. Since the formulation of the Stommel two-box model for the meridional overturning circulation (MOC), various theoretical and conceptual models for the MOC emerged based on scaling the MOC strength with the north south density difference. At the same time the MOC should obey geostrophic balance with an east-west density difference. Scaling with the north south density gradient seems to violate the common assumption of geostrophic balance for the large-scale circulation, which implies that the pressure gradient is orthogonal to the flow. In this brief report, we report on the results of a series of numerical simulations in an idealized ocean basin (with a zonally periodic channel at its southern end). The simulations performed with different surface forcing conditions indicate that the meridional and zonal density gradients, important for the MOC strength, are in fact related to each other through the stratification located at the northern end of the periodic channel. The results suggest that the water properties at the northern end of the periodic channel play a crucial role in setting the MOC strength, possibly explaining the sensitivity of climate models to the conditions in this area.

Signalé par José Gonella

Closure of the meridional overturning circulation through Southern Ocean upwelling

John Marshall^{1*} and Kevin Speer²

The meridional overturning circulation of the ocean plays a central role in climate and climate variability by storing and transporting heat, fresh water and carbon around the globe. Historically, the focus of research has been on the North Atlantic Basin, a primary site where water sinks from the surface to depth, triggered by loss of heat, and therefore buoyancy, to the atmosphere. A key part of the overturning puzzle, however, is the return path from the interior ocean to the surface through upwelling in the Southern Ocean. This return path is largely driven by winds. It has become clear over the past few years that the importance of Southern Ocean upwelling for our understanding of climate rivals that of North Atlantic downwelling, because it controls the rate at which ocean reservoirs of heat and carbon communicate with the surface.

Signalé par Yves Dandonneau

"an estimated half a million cubic kilometres of low-salinity water are buried beneath the seabed on continental shelves around the world." Pour en donner une idée : 1 km d'épaisseur sur la superficie de la France.
(<http://www.sciencedaily.com/releases/2013/12/131208085304.htm>).

Signalé par Yves Fouquart

Un article cosigné par J L Dufresne et S Bony défraie un peu la chronique ces jours ci.

Il montre que la dispersion entre les modèles est très largement due à la manière dont est traité le mélange convectif et en comparant avec les réanalyses, il semble que les sensibilités climatiques basses soient peu vraisemblables.

Pour l'essentiel, le mélange convectif en vient à assécher la couche limite en entraînant de l'air sec depuis la troposphère libre au dessus et à diminuer la couverture nuageuse basse ce qui conduit à une rétroaction positive des nuages bas tropicaux.

Ceci dit, ça reste surtout une explication de la cause de la dispersion des modèles.

Séminaires invités

Relance-t-on André Berger? (A rediscuter avec Raymond Zaharia)

Bruno Voituriez va reprendre contact pour l'avenir avec D.Raynaud. (la réunion de mars pourrait être le bon moment)

Patrick Vincent pourrait aussi venir (parler de la pêche profonde ?)

Annexe

(les modifications et ajouts lors de la 107^{ème} réunion sont portés en rouge)

Plan possible pour un « livre 2 » Les hommes et le climat de leur planète

Introduction générale (Michel Petit)

Le climat aux différentes échelles de temps et de lieu

1. Les éléments qui déterminent le climat d'une planète
 - Son bilan **énergétique** global (Jean Louis Dufresne)
 - Les transferts géographiques d'énergie résultant de la dynamique de l'océan et de l'atmosphère
 - Le rôle de la biosphère (Katia Laval)
2. Les diverses échelles de temps pertinentes
 - L'influence de la position des terres émergées : dérive des continents (Jean Claude Duplessy)
 - La composition de l'atmosphère : la photosynthèse créatrice d'oxygène, échanges avec l'océan et la biosphère, rôle récent des activités humaines (Yves Dandonneau)
 - **Dynamique de l'atmosphère** (Jean Pailleux)
 - La dynamique de l'océan : circulation générale, courants, salinité (Jacques Merle, Jacques Verron)
3. Le climat de la Terre au cours des âges
 - Les climats de l'origine de la Terre jusqu'au dernier million d'années (Valérie Masson Delmotte)
 - Les ères glaciaires et interglaciaires du dernier million d'années (André Berger)
 - Le changement climatique provoqué par l'Homme (Edouard Bard, Pierre Bauer)

Les conséquences du changement climatique d'origine humaine

4. Les évolutions envisageables du climat au cours des prochains siècles
 - Les modèles climatiques, leur crédibilité, leurs incertitudes (Hervé le Treut)
 - Les évolutions envisageables de la modification de la composition de l'atmosphère, les évolutions représentatives des concentrations (Representative Concentration Pathways) utilisées dans le dernier rapport du Giec (Michel Petit)
 - Le climat à la fin du siècle et au-delà en fonction de ces diverses évolutions (Sylvie Jousseume, Chantal Pacteau)
5. Les risques écologiques
 - La modification de la circulation des eaux océaniques et ses conséquences (Bruno Voituriez)
 - L'acidification des océans (Yves Dandonneau)
 - La biodiversité marine, pour les animaux et les végétaux (Patrick Geistdoerfer)
 - La biodiversité terrestre, pour les animaux et les végétaux (Bernard Seguin, Henri Descamps)
6. Les risques humains et sociaux et les possibilités d'adaptation
 - La montée du niveau de la mer : petites îles et deltas peuplés d'Asie et du Nil (Jacques Merle, Guy Wöppelmann, Anny Cazenave, François Barlier)
 - La disponibilité en eau et sa qualité (Bernard Pouyaud)
 - La production de nourriture (Bernard Seguin)
 - La santé (Yves Tourre ou Christophe Menkés)
 - Les événements extrêmes (Véronique Ducroq)
7. L'estimation du coût des divers dommages pour les divers acteurs économiques et la problématique de leur prise en charge (Roger Guenerit ou Stéphane Hallegate)

La maîtrise du changement climatique

8. Les économies d'énergie et leur compatibilité avec le développement et l'amélioration des conditions de vie dans tous les pays (avec un encart sur la définition des diverses évaluations des consommations : énergie : primaire, secondaire ou finale). (Sandrine Mati)
9. Avantages et inconvénients des diverses sources d'énergie décarbonnées
 - Hydroélectricité
 - Electricité nucléaire
 - Energie de la biomasse
 - Energies des mers : hydroliennes, énergies des vagues, énergie thermique (Jean Marvaldi)
 - Energies intermittentes : éolien et solaire
 - Possibilités de stockage de l'énergie
 - Le captage et stockage du dioxyde de carbone (Alain Bonneville)
 - La réduction de l'utilisation des combustibles fossiles, son coût, sa faisabilité, ses avantages annexes : réduction de la pollution locale, indépendance énergétique.
10. Estimation des coûts de la mitigation et comparaison avec celui des dommages évités, y compris la problématique des taux d'actualisation à utiliser pour comparer le coût des dommages futurs au coût des mesures à prendre maintenant pour les éviter (Stéphane Hallegate, Raymond Zaharia)
11. La prise de conscience mondiale du problème climatique : les rapports du GIEC, historique des négociations internationales sur le sujet, de Rio à la Conférence de Paris, les conséquences et réactions des populations, influencées par leur état de développement. (Jacques Merle)