

Hélène Guillemot

Séminaire « changement climatique et biosphère.... »

29 novembre 2011

Retour de l'Open Science Conference du WCRP à Denver

Le WCRP

Le World Climate Research Program ne part pas de zéro. Il a été mis en place en 1979, année clé dans l'histoire du climat qui a vu, entre autres, la publication du rapport Charney dont on reparlera tout à l'heure, et la première Conférence mondiale sur le climat à Genève, organisée par la WMO, l'UNEP et l'ICSU– qui a mis en place ce Programme mondial de recherche sur le climat.

Mais pour les climatologues, 1979, c'est surtout l'année de la première expérience météorologique mondiale, la « First GARP Global Experiment », FGGE, qui se prononce « figgy », qualifiée de « plus vaste expérience scientifique jamais conduite ». Cette expérience est une des grandes réalisations du programme GARP - Global Atmospheric Research Program - lancé par la WMO en 1967 à l'initiative des plus grands climatologues de l'époque (Jule Charney, Smagorinski, Bert Bolin etc.) pour comprendre, observer, simuler, prévoir la dynamique atmosphérique et pour acquérir les données globales nécessaires à tout cela. C'est le programme GARP qui a donné une impulsion considérable aux sciences du climat et à la météorologie spatiale ; il avait été initié par le Pdt Kennedy dans un discours célèbre de 1961 où il encourageait « further co-operative efforts between all nations in weather prediction and eventually in weather control ». La « première expérience météorologique », Figgy, a orchestré pour la première fois une grande opération d'observation de l'atmosphère pendant plusieurs mois, en 1978 et 79, avec le lancement de centaines de bouées dérivantes, de ballons, de bateaux, d'avions, de satellites etc. Le WCRP, institué par la Conférence de Genève, constitue le prolongement de cette expérience et de la partie « dynamique du climat » du programme GARP. Pour être plus précis, la conférence de Genève a mis en place un programme mondial sur le climat, qui lui même a installé le programme mondial de recherche sur le climat, avec à sa tête Smagorinsky (auteur du 1^{er} modèle sur le climat, qui a dirigé la recherche sur la circulation générale au Weather Bureau dès les années 50, fondateur et 1^{er} directeur du GFDL) et avec les mêmes membres et le même programme que GARP (dont Bollin, Charney...).

Dès le début des années 80, à la 1^{ère} réunion du JSC, le Dr du WMO a évoqué la nécessité d'un assessment régulier à destination des décideurs. Et de fait, le WCRP a suscité la conférence de Villach, en 1985, qui a institué le changement climatique comme question politique et qui est à l'origine de la création du GIEC.

Je renvoie aux travaux de Miller et d'Edwards, qui montrent bien l'importance de ces expériences dans l'histoire du domaine, la construction de la globalité mais aussi la création de la WCRP – notamment sur le rôle des questions politiques et géostratégiques, mais aussi des questions d'environnement global comme l'ozone, les pluies acides et la guerre nucléaire.

Je dirais juste un mot de la France, qui a participé activement à cette expérience et à sa préparation, notamment sous l'impulsion de Pierre Morel, qui avait créé le LMD en 1968 dans l'objectif de participer au Programme GARP. Pierre Morel était responsable de la préparation du satellite Eole qui, dans le cadre de GARP et sa 1^{ère} expérience, allait suivre 500 ballons dérivant dans l'hémisphère Sud ; d'autres expériences du même type, comme

BALSAMINE (diapo 2) sur l'étude de la mousson indienne, se situent aussi dans le cadre de GARP. La France, qui crée un Programme National de Recherche sur le Climat, en même temps que le programme mondial, est active dans ce programme, en particulier sur le plan spatial.

Quelques mots sur Pierre Morel, un des grands noms en France de la science climatique. Il a été le sous-directeur et le véritable grand patron du LMD jusqu'en 1975 – c'est lui qui a donné au LMD sa structure fondée sur les 3 outils théorie, modélisation, observation, et sa double vocation scientifique académique et spatiale, à son image puisque Morel est à la fois un physicien des fluides et un homme du spatial. Avant le LMD, il a été directeur des sciences de l'espace au CNES, et y retourne en 1975 ; puis il rejoint l'ESA, Agence Spatiale Européenne, et de 82 à 94, il est directeur du WCRP. Dans tous ces postes, il est à l'origine et organise des programmes instrumentaux et spatiaux pour l'étude du climat. Au LMD, il est responsable de plusieurs projets comme le satellite Eole, il est aussi le père du système de satellites européens géostationnaires Météosat. Comme directeur du WCRP, il initie les gros programmes GEWEX et CLIVAR ; il a aussi joué un rôle important dans le projet du A Train, satellites pour l'observation des nuages. Exige capacité de se projeter dans l'avenir.

Structures, programmes

Le WCRP, à sa création, avait deux objectifs qui restent valables aujourd'hui – sous des formes un peu différentes – déterminer la prédictibilité du climat et déterminer les effets de l'activité humaine sur le climat (aujourd'hui s'y ajoute un 3^{ème} objectif qui est de rendre l'information scientifique utilisable pour des applications pratiques utiles à la société.

Il était composé par plusieurs programmes et sous-programmes sur les questions scientifiques essentielles à cette époque, sur l'étude de l'océan tropical, l'étude de la circulation océanique globale et le cycle hydrologique.

Deux très grands projets expérimentaux ont été lancés à ses débuts, TOGA et WOCE (diapo 3), qui ont marqué la communauté, produit des moissons de résultats inédits et contribué à des avancées dans le domaine du climat Tropical, du phénomène ENSO, de la mousson, de la prévisibilité régionale notamment (diapo 4).

Aujourd'hui, le WCRP s'articule autour de 4 grands programmes et de plusieurs « working groups » liés à ces programmes (diapo 5).

Je n'irai pas plus loin dans l'histoire du WCRP, dont l'organisation a finalement peu changé depuis l'installation de ces 4 grands programmes qui continuent de le structurer, malgré quelques tentatives de remaniement. Précisons tout de même que le WCRP est un programme de recherche qui n'offre pas de financement, mais a un rôle d'impulsion, de structuration internationale (avec un Joint Scientific Committee à sa tête) et de label, pour les expériences et recherche qui se montent à l'échelle internationale. A part les grandes expériences TOGA et WOCE, et quelques autres aux pôles, WCRP donne son label à des initiatives venues de laboratoires individuels (par exemple les intercomparaisons, ou des expériences de terrain comme HAPEX, AMMA etc.)

Avec cette conférence,

nouveaux mots d'ordre / focus:

- une unification, intégration et une globalisation encore plus poussées

Cette tendance dépasse le WCRP. Elle se situe dans une mouvance très générale, que Paul Edwards a étudiée dans son livre « A vast machine » sur l'histoire des sciences du climat dans la seconde moitié du XXe siècle. Il montre que la construction de ce monde global, de

cet « infrastructural globalism » même si elle répond au désir de système d'observation et de prévision globaux, ne se traduit pas par la création de systèmes unifiés et globaux « ex nihilo », mais résulte de ce qu'il appelle une « internetwork strategy » : la création de réseaux de réseaux, à partir de structures, d'infrastructures ou d'institutions existantes. plus robustes.

Peut-être la tendance qui se manifeste depuis longtemps de ce domaine – toujours plus de globalisation, d'intégration, d'unification – est-elle dans la prolongation de ce qu'analyse Edwards.

On n'a plus seulement la volonté d'une globalisation et d'unifications mais aussi au niveau disciplinaire, de milieux, d'échelles, d'institutions...

Cette tendance était très présente à la Conférence, dans tous les domaines, pour tous les organismes, à tous les niveaux.

Ex de l'eau où on ne sait pas où on est et où on va et on a besoin « d'intégration, de modélisation globale du cycle hydrologique prenant en compte l'action de l'homme »,

En voici quelques illustrations, pour montrer cette tendance stratégique du WCRP, extrêmement présente en particulier au début et à la fin de la Conférence, dans les présentation des grands programmes mais pas seulement – aussi au niveau des observations, où il s'agit là aussi d'intégrer, de regrouper etc. Ce ne sont que quelques diapos parmi des centaines (il y en a de plus spectaculaires...)

Diapo 6 : le nouvelles structures unifiant les organismes existant ESSP

Diapos 7 - 8 : WCRP on passe du climat à un ensemble où l'homme se trouve au centre.

Diapos 9 - 10 : IGBP : le climat n'est plus au centre, nous avons le système terre et ses interactions, les impacts etc.

Diapos 11- 12 : ICSU ; l'interdisciplinarité et les humanités : de l'interaction homme nature à l'alliance sciences de la nature / sciences de l'homme et de la société. Nouvelle structure ESSI (Earth System Sustainability Initiative)

Diapo 13 : IGBP : comment introduire la dimension humaine dans les modèles

Diapo 14 : les besoins de calcul pour ça

- 2^{ème} tendance, plus nouvelle et omniprésente : la science au service de la société,
l' « actionnable science », sous la forme de « services climatiques »

Voici quelques extraits et définition.

Diapos 15, 16, 17

A nouveau, les notions de science « relevant », « actionnable », « user-driven » et de l'importance de la bonne « communication aux décideurs » est soulignée par toutes les organisations, WCRP mais aussi IGBP et ICSU

On peut noter que ces discours extrêmement globaux, unifiant, et top down, sur les services etc. avaient quelque chose d'irréel, de l'ordre du slogan ; du « wishfull thinking », semblaient déconnectés de la réalité, creux et technocratiques, et avaient beaucoup moins de succès auprès des participants à la Conférence que les quelques présentations présentant des points de vue plus « bottom-up » et questionnant les limites, les impasses, les illusions, les difficultés de ces démarches etc. **diapo 18**

Ironie : **diapo 19**. Mais il faut souligner, comme l'a dit Le Treut, que toute nouvelle initiative, action etc. se traduit par un nouveau sigle – parfois éphémère...

La position contrastée du WCRP

Transition : Amy a donné une description des différents thèmes de la conf, foisonnant. Je vais essayer de prendre cet objet par un autre bout, en tentant de mettre à plat certaines interrogations, voire certaines contradictions ou paradoxes ressentis lors de cette conférence.

Ces tensions peuvent être réelles, elles peuvent seulement traduire la diversité des points de vue selon les acteurs et groupes impliqués, les disciplines et sous- disciplines, les objets de recherche, les échelles de temps et d'espace, et les institutions (recherche publique mais aussi organismes de prévision météo opérationnelles), qui ont forcément des intérêts et des discours différents, voire divergents. Mais ces contradictions apparentes peuvent aussi être illusoire, résulter de biais de perception de ma part, d'idées préconçues ou de catégories inadaptées. Nous sommes allées à la conférence avec certaines attentes (suscitées notamment par le position paper et la fréquentation des climatologues du LMD). Nous avons été surprises en découvrant une institution dont la position et les objectifs sont différents de ce à quoi nous nous attendions sans doute naïvement - complexes, et même en apparence contradictoires, malgré la volonté d'unification et de globalisation partout manifestes.

1^{ère} tension :

le WCRP est un organisme de recherche fondamentale sur le climat / son objectif principal est de fournir des services à la société, de communiquer une science « actionnable » etc.

Est-il « science driven » ou « user driven » ?

Est-ce « le dernier lieu où peut faire de la recherche à échelle internationale », où « on fait vraiment de la science du climat » ? C'est ce que nous ont dit plusieurs chercheurs français – et c'est bien ce que nous avons vu tout au long des conférences, en particulier en sessions parallèles et en séances de poster, où les présentations scientifiques étaient très prisées des participants : toute la communauté est là, on présente l'état de l'art de la recherche, c'est de bon niveau... Par contre, l'écho est très différent si on écoute les présentations en plénière, on lit les brochures ou consulte le site : il s'agit d'abord de répondre à des besoins sociaux, de proposer des services etc. La réponse à cette tension est assez simple, ou plutôt il y en a plusieurs : tout d'abord, le WCRP prétend faire les deux - de la recherche fondamentale et des services à la société. 2 : on peut considérer que l'invocation récurrente des services climatiques etc. fixe un objectif futur, la réalité présente des recherches étant différentes ; 3) on peut aussi observer que ce ne sont pas les mêmes qui insistent sur chacun de ces aspects : d'un côté les chercheurs « de base » et de l'autre les dirigeants de programmes, mais on voit aussi des différences selon les institutions – laboratoires académiques ou appartenant à des organismes météorologiques etc. Et puis 4) : la recherche dite fondamentale est souvent commandée par des questions d'origine « sociétales », comme dans le cas de l'attribution des événements extrêmes au changement climatique. La frontière n'est pas clairement définie, elle dépend des appréciations et de ce que chacun considère comme fondamental, c'est-à-dire intéressant, pertinent ou fructueux...

2^{ème} tension : les relations au GIEC :

Cette conférence est l'occasion pour le WCRP d'affirmer son identité vis-à-vis de l'expertise du GIEC : c'est le WCRP qui conduit les recherches, pas le GIEC // mais on sait que ce sont les mêmes chercheurs qui sont au GIEC et au WCRP, lead author ou auteur principal et responsable de working group... Autre contradiction apparente touchant à ces relations : ***le GIEC est-il omniprésent ou absent aux conférences du WCRP ?*** – D'une part on parle assez peu du changement climatique à la conférence; HLT remarque que les structurations du WCRP et du GIEC sont très différentes, et que le Changement climatique était assez mal vu (notamment chez les Américains). Mais d'un autre côté, chacun sait que le GIEC s'alimente

essentiellement aux programmes d'intercomparaison du WCRP - les projections climatiques, organisées dans le cadre du projet d'intercomparaison CMIP, sous l'égide du WCRP, sont conçues selon les scénarios du GIEC, pour alimenter les prévisions du GIEC. Chacun reconnaît également que le GIEC impose beaucoup de contraintes à ces programmes, en terme de calendrier, de délais et de nombre de prévisions à réaliser.

Toutes ces affirmations sont simultanément vraies, et il n'y a pas de véritable contradiction. C'est la manifestation de la relation un peu compliquée entre ces deux institutions, qui résulte seulement de la combinaison de plusieurs contraintes. Il est nécessaire, pour les climatologues, de séparer leur rôle de scientifiques de leurs rôle d'expert, le mandat d'expertise de l'IPCC du statut du WCRP. Il est « sain » qu'existe cette barrière entre WCRP et GIEC : cette démarcation entre WCRP et GIEC, ce « travail de frontière », n'est nullement une illusion ou une naïveté, mais une condition cruciale aux yeux des climatologues pour garantir les conditions de leur crédibilité scientifique. Ce qui n'empêche pas que les questionnements, les cadres et les structures de la recherche sont souvent très dépendants des questions de changement climatique, même si ils ne sont pas posés comme tels. C'est pourquoi l'affirmation classique selon laquelle le GIEC fait l'état de l'art de recherches, et n'en commande pas, est à la fois évidemment faux, mais en un sens vraie. Par ailleurs, même le projet d'intercomparaison des modèles CMIP 5 ne fait pas que des prévisions pour le GIEC - des climatologues ont oeuvré afin qu'il comporte des projections conçues pour la recherche. Voici un joli exemple de travail de frontière – les frontières sont ce trait bleu, qui sépare les différentes expériences de simulation du climat à long terme en « understanding », évaluation du modèle et projections du climat (diapo 20)

Troisième tension :

C'est au WCRP que se fait la vraie science du climat et du changement climatique // le programme qui traite du changement climatique – ses impacts, ses aspects locaux, les facteurs qui interviennent etc. , ce n'est pas le WCRP mais l'IGPB. La science de l'IGPB, comme son nom l'indique, traite moins de la physique du climat et davantage des cycles biogéochimiques, du rôle des surfaces continentales, des impacts etc. Ces deux affirmations expriment deux visions différentes de ce qui est essentiel pour les sciences du climat, de ce qui compte pour le changement climatique, défendues par des chercheurs différents. Ce sont les sujets de recherche, l'échelle de temps à laquelle on se place, les objectifs, voire les cadres institutionnels qui peuvent jouer. Petite illustration de ces différences : deux chercheuses nous ont dit « ah, enfin, on va parler du climat » ... pour deux séances de présentations différentes: elles avaient deux conceptions différentes de ce qu'est « parler du climat » . Ce serait un sujet à approfondir, mais on a là une illustration de la diversité des acteurs et de leurs intérêts.

Quatrième tension : tantôt on constate que le WCRP est extrêmement bien organisé et a structuré la recherche ; tantôt on déplore la mauvaise organisation -notamment la multiplication de bases de données mal contrôlées, mal utilisées – un intervenant a parlé de « Wild West ». Il semble que les deux soient vrais, mais ne concernent pas les mêmes choses. Certains domaines sont bien structurés (les intercomparaisons sans doute), d'autre moins. Il semble qu'une perpétuelle réorganisation, restructuration, soit nécessaire, pour s'adapter à l'évolution des recherches et à l'avalanche de données. Cette tension serait un peu structurelle, ou dynamique.

Cinquième tension : Il existe une énorme demande de services climatique / il n'y a pas de demande. On entend ces deux affirmations, venant évidemment de personnes différentes. Cette contradiction existe bel et bien, elle demanderait qu'on s'y arrête car elle pose la question de la construction de la demande, de la définition des services, d'une conception top-

down ou bottom up des relations etc. On en reparlera peut-être quand il s'agira des services, elle me semble au coeur de cette question, des interrogations que pose cette notion.

Sixième et dernière tension (on pourrait en trouver d'autres...). Il faut fournir des prévisions régionales et à court à moyen terme, de saisonnière à interannuelle ou décennales. Or les prévisions ne sont pas valables à cette échelles, elles ne sont pas du tout au point et comportent des incertitudes considérable.... Que penser ? Là aussi, les avis sont divers, les controverses scientifiques existent (par exemple sur l'utilité des modèles de climat pour l'adaptation). Il faut préciser d'abord de ce dont on parle précisément, mais aussi de qui parle. C'est un enjeu essentiel, puisqu'il est au cœur de la question des services climatiques.

Le position paper

Amy vous a rappelé les circonstances qui nous ont conduites à venir à Denver : c'est à la suite de l'élaboration d'un « position paper » co-écrit par deux chercheurs du LMD (avec lesquels nous travaillons au sein de notre projet ANR) et sept autres climatologues (Américains, Anglais et Allemand) (diapo 21) que notre attention a été attirée sur cette conférence et son importance notamment pour la stratégie de recherche du WCRP. C'est Sandrine Bony du LMD - qui fait partie du comité d'organisation de la conférence, est co-chair d'un working group sur la modélisation du WCRP (le working group sur les modèles couplés), et auteur du GIEC - qui est à l'origine du papier et qui en a dirigé la rédaction, répartie entre les 9 auteurs – chacun ayant en charge une partie plus ou moins importante.

Pour Sandrine et ses co-auteurs, l'Open science conference représentait une occasion privilégiée de donner une visibilité à leur vision de la modélisation et de son évolution, et une occasion d'influer sur cette évolution. Ils pouvaient s'exprimer sur les stratégies dominantes, et présenter leur conception de la science du climat et de ce que serait, selon eux, une meilleure voie de recherche. La conférence et ce papier leur permettait de faire des recommandations en ce sens. Outre ce « position paper », disponible en ligne dès avant la conférence, Sandrine Bony a fait une présentation en plénière, dans la section consacrée à « évaluer et améliorer les modèles et leurs capacités prédictives », sous le titre était : « Long term climate change : forcing, response and climate sensitivity ». L'important ici est le « long terme », c'est important de la préciser : il ne s'agit pas de prévisions décennales mais de prévisions de l'ordre du siècle, plus de 50 ans – et la question de la modélisation sans couture, ou des services climatiques n'intervient donc pas ici.

Avant d'en venir à ce papier, il faut préciser que les co-auteurs sont des climatologues extrêmement reconnus dans la communauté, plusieurs ont publiés des textes très généraux portant sur la théorie ou l'épistémologie de la modélisation du climat. Les plus célèbres – Kerry Emanuel ou Isaac Held – sont peu impliqués dans le WCRP et dans le GIEC (ils n'étaient pas à la conférence), conduisent un travail plus personnel, tout en ayant une grande influence et en étant très présents sur la scène scientifique. Nous disposons de leur contribution au papier et de leurs échanges au long du processus de fabrication.

Le position paper prend comme point de départ le « rapport Charney » de 1979 - rédigé par un groupe de climatologues sous la direction de Jule Charney (grand pionnier de la modélisation du climat, qui a le premier dirigé le Meteorological Project, et dont le travail théorique a été déterminant pour la modélisation de l'atmosphère). Le rapport Charney de 79 (diapo 22), qui répondait à une demande faite à l'Académie des sciences de connaître les « implications de l'accroissement du CO₂ sur les questions nationales et internationales », a été le premier à donner une estimation quantifiée et assortie d'incertitude de la hausse de température correspondant à un doublement du taux de CO₂ atmosphérique – ce qu'on appelle la « sensibilité du climat », à partir de 6 résultats de modélisation. Or la valeur moyenne de la sensibilité estimée dans le rapport – 3 degrés - comme la fourchette d'incertitude (de 1,5 à 4,5°C) sont très proches des valeurs d'aujourd'hui.

Le position paper de Bony *et al.* prend donc ce rapport Charney comme fil rouge, pour poser plusieurs questions : pourquoi ce rapport a-t-il été aussi « amazingly prescient », incroyablement visionnaire et aussi influent ? Qu'est ce qui a changé et n'a pas changé depuis, quels progrès ont été réalisés, dans quels domaines, quelles sont les questions qui restent posées ? L'idée essentielle est de montrer, en s'appuyant sur ce rapport Charney, que la bonne stratégie de recherche est d'améliorer la compréhension physique du climat et du changement climatique, en s'appuyant non seulement sur les GCM et les modèles complexes, mais sur tout une gamme de modèles de simplicité et de focus différents.

Le rapport Charney identifie les principaux feedbacks du CO₂, leur importance et les difficultés, notamment celles liées aux nuages. Cette clairvoyance du rapport Charney n'était pas due au hasard : elle « reflète la puissance de l'approche scientifique utilisée dans l'assessment ». Voici quelques citations du rapport Charney exposant ces méthodes, mises en exergue par nos climatologues : « afin d'évaluer les effets climatiques d'un accroissement de CO₂, nous considérons d'abord les processus physiques primaires qui influencent le système climatique dans sa totalité ». « Ces processus sont mieux étudiés dans des modèles « simples » dont les caractéristiques physiques peuvent être aisément comprises » « la compréhension acquise à partir de ces études nous permet de mieux évaluer la performance des modèles de circulation générale ». « La confiance dans notre conclusion qu'un doublement de CO₂ se traduira par un accroissement significatif de la température et d'autres changements du climat est basée sur le fait que les résultats des études de modélisation des effets radiatifs- convectifs **peuvent être compris en termes purement physiques et sont vérifiés par les GCM plus complexes** ».

Un mot sur l'utilisation du rapport de 1979 dans le position paper : ce n'est évidemment pas un usage d'historiens – aucune référence n'est donnée à d'autres rapports d'expertise et aux connaissances de l'époque, à la façon dont la question du changement climatique par effet de serre était considérée au niveau politique américain ou global etc. – et ce n'était évidemment pas l'objet. Les auteurs du PP n'ont pas fait de recherche dans ce sens (ce n'est pas leur travail), ils ne se réfèrent qu'au texte du rapport pour appuyer leur argumentation, hors contexte – texte légitimé par le prestige scientifique de ses auteurs et sa renommée dans la communauté, et par le fait qu'il s'agit de la première évaluation de l'effet du CC. Mais si ce rapport peut être utilisé aujourd'hui par des scientifiques, c'est parce qu'il se situe déjà dans une perspective d'expertise destinée au politique. C'est dans ce cadre qu'il permet de montrer la pertinence de la stratégie de modélisation pour prévoir le changement climatique : un simple article académique, ou même un article de synthèse, ne se placerait pas de ce point de vue (ce que les climatologues ont d'ailleurs bien identifié, même s'ils ne le mentionnent pas). Si, pour Charney et al., la méthodologie est décrite afin de consolider les résultats, aux yeux de nos climatologues, et pour leur argumentation, c'est la méthodologie qui importe surtout : le rapport établit sa validité, y compris pour l'évaluation du CC.

Le position paper reprend le plan du rapport Charney, en discutant les progrès – et absence de progrès – dans les différents domaines analysés par ce rapport 30 ans plus tôt : le cycle du CO₂, les forçages radiatifs, la sensibilité du climat, les principaux feedbacks, le rôle de l'océan et la crédibilité des projections. Le texte liste les progrès et changements qui ont eu lieu dans tous ces domaines – et qui sont considérables, p. ex. dans celui des océans, ou des rétroactions dont la définition s'est beaucoup complexifiée. Le fait même que, malgré ces progrès, l'incertitude sur la sensibilité du climat demeure la même, pose question, et sert aux auteurs à conforter leur stratégie.

- Les GCM complexes n'ont fait que confirmer... (cit. HLT) ; on s'assure que les éléments nouveaux ne changent rien (en science, c'est classique ; confirmer, c'est apprendre)

L'article (et la présentation) explicitent ce que les auteurs entendent pas comprendre, leurs méthodologies (chacun de ces auteurs ayant par ailleurs beaucoup publié en expliquant leurs démarches analytiques). Ces stratégies combinent de façon assez sophistiquées l'analyse des simulations GCM par un spectre de modèles plus simples (toutes sortes : 1D, aquaplanet, idéalisés...) ; les études de processus qui elles mêmes utilisent des campagnes d'observations

et des modèles détaillés, et l'analyse d'observations via de nouvelles méthodes appelés « simulateurs ». Ces méthodologies sont opposées à d'autres, consistant à réaliser des simulations par GCM dans différentes conditions et à les comparer pour en tirer des conclusions.

Il ne s'agit évidemment pas de dire que les autres ne visent pas la compréhension – c'est ce que cherchent tous les scientifiques ; il ne s'agit pas d'opposer compréhension physique et brut force, mais différentes conceptions de ce qu'il faut comprendre, du rôle de ces compréhensions dans les projections, et aussi de ce qu'il est possible de comprendre. Les climatologues du LMD, et d'autres, sont convaincus qu'il y a quelque chose à comprendre dans le climat global, dans ses différents phénomènes à grande échelle et processus à petite échelle, malgré leur complexité et l'intrication des facteurs en jeu ; d'autres ne le pensent pas et travaillent autrement. Un argument important du position paper est qu'en raison même de la difficulté de valider les modèles pour le long terme (absence d'observations ou d'analogues pertinents) « la valeur de nos modèles reste difficile à établir et la confiance dans nos prédictions demeurera de façon disproportionnée dépendante du développement de notre compréhension » (diapo 23). Voici un schéma dû à Stevns Bjorn (diapo 24) qui illustre les différents niveaux de compréhension, les chemins entre les différents types de modèles – et qui montre le « gap between simulation and understanding », titre d'un célèbre et très cité papier d'Isaac Held

Le papier se veut constructif, et de fait il ne formule aucune critique explicite et souligne les domaines où la connaissance a progressé de préférence à ceux où elle a stagné. Les versions préliminaires comportaient des positions plus explicites ; par exemple qu'il ne fallait pas se focaliser à tous prix sur la réduction et la quantification des incertitudes, mais plutôt accepter ces incertitudes, en étudier les causes et les utiliser pour mieux comprendre les phénomènes (cette stratégie de discrimination entre ce qui est plus ou moins « robuste » fait partir des méthodologies de ces chercheurs). Même dans la version définitive, les positions et recommandations dessinent en creux des analyses critiques de plusieurs grandes tendances de la modélisation, y compris des tendances encouragées à nouveau lors de cette conférence. On peut lister ces remarques : « L'utilisation de modèles régionaux peut améliorer les détails » mais « peu de progrès ont été réalisés pour identifier des changements robustes dans la circulation régionale », « les études multi-modèles sont indispensables pour améliorer la quantification de certaines sources d'incertitudes, cependant elles ne seront d'aucune aide pour réduire ces incertitudes, tant qu'on ne comprendra pas l'origine des erreurs et les différences entre modèles » ; sur l'accroissement de la résolution spatiale : beaucoup de défauts de modèles sont quasi insensibles à cette augmentation de la résolution, alors qu'ils sont sensibles au contenu physique ; l'accroissement de la puissance de calcul a permis de confirmer des inférences obtenues avec des modèles plus simples ; cependant les difficultés à identifier les changements de structures robustes montrent que de meilleures prévisions dépendent davantage d'une meilleure compréhension que d'ordinateurs plus rapides ; la résolution explicite de la convection (ou autres processus comme les structures océaniques de moyenne échelle) : « nos connaissances sur d'autres facteurs de petite échelle montrent qu'il ne s'agit pas d'une panacée » ; sur l'accroissement du « réalisme » et de la complexité : non seulement cela ne fait pas diminuer la dispersion des résultats, mais ça l'accroît. Il faut « éviter l'illusion selon laquelle les progrès dans l'évaluation du changement climatique nécessite d'accroître la complexité des modèles », des années d'expériences montrent que « what is left out of a model is a better indication of our understanding than what is put in to it ». Les climatologues déplorent que les principales difficultés, qui demeurent depuis l'époque de Charney, ne soient pas attaquées suffisamment et qu'on préfère, par facilité, se consacrer à d'autres questions, ajouter d'autres facteurs dans les modèles, dont l'influence est cependant

moins essentielle sur le changement climatique (il n'y a pas suffisamment de réflexion sur ce qui est d'ordre 0, au 1^e ordre etc.) « il faut mieux fermer des portes que d'en ouvrir de nouvelles ».

La compréhension physique en termes de mécanismes théoriques, et à l'aide de tout un spectre de modèles (ou d'une hiérarchie) est la clé . Mais cette compréhension ne vise pas à la satisfaction intellectuelle des seuls chercheurs : elle est la condition de véritables progrès dans la prévision et dans l'évaluation des modèles. Ce sont les faiblesses de cette compréhension qui constituent le goulet d'étranglement – pas la puissance de calcul, ou d'autres facteurs. Cette compréhension physique est aussi indispensable pour mieux comprendre et prévoir les événements extrêmes, comme les impacts du changement climatique ; elle est de la plus grande aide pour communiquer au public comme aux décideurs et stake holders. On voit là que ces scientifiques reprennent les grandes priorités du WCRP et montrent que leur stratégie est la mieux adaptée pour y parvenir. Il ne s'agit évidemment pas d'opposer science fondamentale et dirigée vers les applications – des catégories peu utilisées dans ce domaine, où personne ne conteste la recherche sur le changement climatique – mais d'un exemple d'alignement, de traduction latouriennes.

Pour terminer, il faut préciser que la question de la stratégie d'amélioration des modèles était posée lors de la conférence dans d'autres présentations, en particulier dans celle de Christian Jakob, climatologue australien, qui a lui aussi souligné la nécessité de renforcer les bases de la modélisation – mais en recommandant non pas de travailler à la compréhension physique du cœur des mécanismes, mais en recommençant à zéro, « from scratch », des modèles plus ambitieux, au lieu d'améliorer continuellement les anciens. Il n'y a pas eu de débat en assemblée, mais beaucoup de discussion dans les couloirs – cf. RealClimate – ce qui était un des objectifs de ce position paper.

Notes présentation C. Jakob

Image de la maison dont les étages du bas et les fondations – la physique des modèles – se fissurent et ont de moins en moins d'habitants à mesure que les étages s'ajoutent et se peuplent « avec de la moquette neuve »

Point commun entre lui et le loup de Tasmanie : physical models developers = espèce en danger !

Lever la main ceux qui utilisent des modèles = tte la salle (<1000 personne)

Ceux qui ont contribué à améliorer les modèles depuis 2 ans = plusieurs dizaines

Ceux qui ont changé des lignes de code dans les modèles depuis deux ans = 12 personnes (dont JLD, SB...)

Pour aider les modélisateurs :

1) réparer la maison

2) en construire une nouvelle « from scratch », « projet Manhattan »

Pour améliorer les modèles on doit (cf. fig)

- améliorer la physique : en identifiant les processus clés ou par méthode stochastique (suggestion de ??)

- réduire l'influence de la physique : en faisant des prévisions d'ensemble ou en augmentant la résolution