

# Synthèse de la journée du 2/12/2014 de l'atelier du LABEX L-IPSL

*Version Finale 13/04/2015*

La synthèse proposée ci-dessous s'appuie sur les discussions des trois groupes de travail ainsi que sur la discussion en séance plénière qui en a suivi. L'objectif de la journée était de dégager quelques grandes questions que l'IPSL, avec son expertise transversale, pourrait aborder en y répondant par un nombre limité de projets que le LABEX pourrait soutenir de façon significative.

L'IPSL possède un certain nombre d'atouts par rapport à d'autres centres internationaux d'étude du climat : sa capacité à aborder les questions de façon globale sur tous les compartiments du système climatique, à regarder la variabilité du climat sur plusieurs échelles de temps (passées et futures) via la simulation et l'observation et les reconstructions paléo-climatiques, sa capacité à analyser les forçages, rétroactions, et impacts du changement climatique (CC) sur quelques secteurs de la société ou quelques milieux naturels.

L'atelier du LABEX de décembre 2014 a mis en lumière quelques questions importantes sur lesquelles le LABEX devrait se focaliser durant les 5 années à venir, qui permettraient de mieux comprendre le changement climatique actuel et ses conséquences.

Les groupes de travail de l'atelier ont d'abord fait le constat que :

- Nous comprenons encore trop peu les variations climatiques brutales qui ont eu lieu dans les climats du quaternaire. Cela est pourtant une composante importante de la réflexion si nous souhaitons mieux prévoir un changement climatique aussi rapide que celui que nous vivons ;
- Nous comprenons insuffisamment les variations, notamment à l'échelle décennale qui ont eu lieu depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle, tant du point de vue des forçages que de la réponse climatique à ces forçages, et sa distinction de la variabilité naturelle;
- Les impacts du changement climatique restent encore difficiles à identifier et à attribuer. Afin de préparer l'adaptation, il est important d'identifier la période climatique durant laquelle ces effets émergeront de façon significative, sur plusieurs régions du globe, et comment l'incertitude se propage des simulations climatiques jusqu'aux impacts.

A partir de ces constats, l'IPSL pourrait construire plusieurs projets ambitieux, impliquant l'ensemble des WPs du LABEX qui seront précisés entre 2015 et 2016 :

- 1) L'étude, par les observations et la modélisation, de la variabilité climatique des interglaciaires et des événements climatiques abrupts de la dernière période glaciaire (MIS3) et de la déglaciation.**

Le stade isotopique marin 3 et la dernière déglaciation sont des périodes où des changements abrupts et de grandes ampleurs ont été enregistrés par un grand nombre de paramètres (T°, précipitation, végétation) et de composés atmosphériques (méthane, CO<sub>2</sub>, poussières). La simulation de ces événements par le modèle de l'IPSL constituerait un test de la bonne représentation des boucles de rétroaction en action. Le projet tirerait bénéfice des compilations des enregistrements à diverses résolutions temporelles au sein de la communauté paléo de l'IPSL et des projets financés par le Labex L-IPSL dont la base de données isotopiques et l'outil DATICE destiné au développement de chronologies intégrées, multi-archives. Il s'appuiera sur le couplage climat - végétation - cycles du modèle de l'IPSL.

De même, un effort de synthèse des enregistrements climatiques calés dans un cadre temporel mieux contraint (DATICE) devraient permettre des avancées importantes dans notre compréhension de la variabilité du climat Holocène et des interglaciaires précédents, de la sensibilité du climat aux forçages externes (orbital, solaire, volcanique), ainsi que du rôle de l'océan (variabilité interne), et des interactions océan – atmosphère – glace. L'analyse croisée de la variabilité climatique de l'Holocène, de l'Eémien et de MIS11 permettrait de préciser la réponse du climat sous plusieurs conditions de forçage en période chaude (PCO<sub>2</sub>, insolation, GES...). Ce projet servira de banc d'essai pour les modélisations dans des contextes de climat plus chaud que l'actuel.

## **2) La reconstruction du climat depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle**

En s'appuyant sur l'expertise IPSL l'objectif est ici de reconstruire le climat de la période historique en « guidant » le modèle de l'IPSL par les forçages externes et des ré-analyses. Il s'agit donc d'abord de reconstruire des composantes essentielles encore insuffisamment connues de facteurs influençant le climat :

- le forçage solaire, bien que globalement faible, a une influence dont les mécanismes de propagation de la stratosphère vers la troposphère, et les interactions avec les modes de variabilité de l'atmosphère sont encore mal compris et pourront être étudiés grâce aux observations et au modèle de l'IPSL,
- le forçage volcanique a une influence importante mais sa durée et son intensité sont encore mal estimés. Un travail de reconstruction de l'injection d'aérosols et des conséquences climatiques au cours du dernier siècle pourrait être mené, notamment comme suite du projet initié dans la première phase du LABEX,
- l'évolution récente du méthane, de ses sources naturelles et anthropogéniques et ses concentrations atmosphériques reste mal comprise. Pour l'étude de cette question, qui bénéficierait de la dynamique du projet spatial MERLIN, l'IPSL pourrait apporter une contribution importante avec ses outils d'observation et de modélisation, à préciser.

Ensuite, ces forçages seront utilisés comme conditions aux limites de simulations guidées. L'arrivée de nouvelles ré-analyses climatiques comme ERA20C dans l'atmosphère ou ORAS4 dans l'océan ouvre une perspective nouvelle pour une meilleure compréhension des variations climatiques pendant la période historique. Des simulations forcées et couplées du modèle de l'IPSL dont la dynamique serait guidée par ces ré-analyses permettrait 1) de bien comprendre l'effet des paramétrisations physiques et les biais qu'elles induisent, dans un cadre où la dynamique est

contrôlée, notamment par comparaison aux observations récentes de l'IPSL (eg SIRTA) et 2) de produire un jeu de simulations rétrospectives de référence du modèle de l'IPSL, une « ré-analyse IPSL », avec une physique bien contrôlée, pouvant ensuite subir des descentes d'échelle à assez haute résolution, des simulations pour les services climatiques, des reconstructions d'événements extrêmes historiques, et enfin 3) de fournir des états initiaux pour des études de prévisibilité décennale. Cet effort original demandera aussi de se pencher sur le guidage des surfaces continentales et de la glace de mer.

### **3) La compréhension et l'attribution de la variabilité climatique depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle pour prévoir les prochaines décennies**

La période historique ainsi reconstruite est la superposition de la variabilité interne et de l'impact du forçage externe. Pour pouvoir prévoir les décennies à venir, il est essentiel de comprendre la part de chaque et d'attribuer les variations passées à l'une, à l'autre ou à une interaction des deux, à grande échelle comme à l'échelle locale. Pour cela l'on peut envisager :

- une série de simulations idéalisées dans lesquelles les sources de forçage externe sont modifiées une par une (solaire, volcanisme, méthane). Ces simulations peuvent contribuer aux différents MIP envisagé dans CMIP6 sur ces questions (DCPP, VOLMIP,...) ;
- une série de simulations initialisées à partir des simulations rétrospectives décrites ci-dessus dans lesquelles les forçages sont modifiés ;
- analyses croisées de données proxy (base de données du réseau Pages 2k) et de simulations des derniers 100 à 1000 ans pour faire de la détection/ attribution par ex pour évaluer le rôle du volcanisme sous différentes conditions initiales (ex d'éruptions cibles : Samalas pendant l'Optimum Médiéval versus le Kuwae, Tambora pendant le Petit Age de Glace versus le volcanisme post industriel)
- une régionalisation de ces questions pour interpréter les données du SIRTA ;
- la mise au point de méthodes de statistiques de D&A et la mise en perspective de la période historique en utilisant le dernier millénaire ;
- l'exploration des futurs possibles pour les prochaines décennies, en s'appuyant sur la compréhension issue de cette partie

### **4) L'estimation du temps d'émergence de certains impacts et les incertitudes associées**

L'IPSL devra continuer à produire les simulations climatiques pour l'exercice CMIP6 Au-delà de ces projections, l'identification des impacts du changement climatique est nécessaire à de bonnes politiques d'adaptation. L'IPSL s'attaquera à deux questions majeures dans ce domaine, en se limitant à quelques systèmes et domaines d'étude :

- Comment identifier le moment où un signal d'impact émerge du bruit de la variabilité naturelle du climat, qu'il soit passé ou à venir? Cette question peut ainsi être déclinée pour plusieurs régions et pour plusieurs types d'indicateurs : par exemple les pertes de rendement agricole, les vagues de chaleur en Afrique de l'Ouest, la productivité des écosystèmes, le rôle filtre/épuratoire des fleuves/estuaires, la santé. La question se pose également concernant

l'émergence des changements climatiques à une échelle très locale comme celle d'un site comme celui du SIRTA.

- Quelle est l'incertitude sur les impacts et comment elle se propage des projections globales du climat vers les impacts ? Cela inclue notamment la propagation via les modèles régionaux, les méthodes de correction de biais, les modèles d'impacts. Une recherche sur la méthodologie avec des exemples sur plusieurs indicateurs et/ou sur plusieurs régions contrastées devrait accompagner les actions menées sur les impacts, à l'instar du projet déjà initié dans le cadre du LABEX.

Ces questions pourront être abordés sur plusieurs systèmes ou régions (Arctique, Afrique de l'Ouest, Méditerranée, ...) tirant partie de la dynamique des grands chantiers en gestation ou en cours au sein de la communauté française, et des projets déjà financés par le LABEX.

A partir de cette synthèse, le comité recherche élaborera une feuille de route pour les projets à venir du LABEX.