

Synthèse de la session Cycle du Carbone

Ph. Ciais, P. Monfray, Pascale Delecluse

Les exposés dans la session traitant du Cycle du Carbone ont présenté la complexité des grands cycles biogéochimiques et leur importance en tant que composante clé du “système Terre“. Plusieurs axes forts ont émergé des différents exposés, qui ont été repris et résumés lors de la table ronde. Nous avons tenté de regrouper certains de ces axes, afin d’en extraire quelques recommandations pragmatiques. Ces recommandations proposent des pistes pour orienter et développer les recherches concernant le cycle du carbone dans un cadre national multi-organismes, mais aussi dans le cadre plus vaste et parfois plus intégré de l’espace Européen de la Recherche.

Recommandation 1. Traiter les cycles biogéochimiques en relation avec le climat

- Comprendre par le biais de modèles diagnostiques ou mécanistiques l’impact des grands modes de variabilité du climat (ENSO, NAO...) sur les flux et les cycles des gaz à effet de serre. Cette démarche permettra d’affiner les modèles biogéochimiques, qui pourront à terme être utilisés de manière plus fiable pour établir des prévisions quantifiées des perturbations futures. Une évaluation rigoureuse des performances et limitations des modèles sur la variabilité actuelle est indispensable pour déterminer le niveau de confiance sur les prévisions.
- Comprendre de manière quantitative les interactions fondamentales entre les perturbations du climat et du cycle du carbone pour le 21ème siècle. Cette intégration passe par la construction de modèles complexes couplés climat-cycle qui deviendront sans doute le futur standard des évaluations de l’IPCC. Cette orientation vers des modèles de plus en plus complexes pourra être épaulée par l’exploitation en parallèle de modèles intégrés plus simples dont l’avantage est d’explorer un grand champ de scénarios, en particulier économiques.
- Améliorer la résolution spatiale et le degré de complexité des processus pris en compte dans les scénarios modélisés. Il s’agit d’établir quelles sont les rétroactions principales entre écosystèmes marins et terrestres et les flux de CO₂ pertinentes pour le changement global, de prendre en compte les principaux aérosols, ainsi que d’autres gaz à effet de serre, comme le méthane ou l’ozone, ou d’autres éléments chimiques... Et en retour, d’analyser les conséquences des changements globaux sur les facteurs sensibles de l’environnement régional.

Recommandation 2. Observations systématiques du cycle du carbone

- Standardiser et rassembler progressivement les observations existantes (bases de données) pour établir lorsque cela est possible des séries longues de la perturbation. Un cadre Européen sera nécessaire pour une intégration des jeux de données à l’échelle du continent, mais des efforts importants peuvent déjà être entrepris au niveau national. En particulier, le développement de produits géophysiques à partir des données spatiales, et leur interprétation quantitative devraient être favorisés au delà de l’acquisition des données brutes des capteurs.

- Utiliser les jeux d'observations in-situ (e.g. réseaux atmosphériques) et spatiales à couverture globale (comme la productivité marine). Un défi spatial important concerne la mesure de la concentration du CO₂ atmosphérique (spectroscopie passive ou mesure active par LIDAR à plus long terme). Le cadre du programme GMES pourrait offrir la possibilité de préparer la surveillance globale du système Terre par l'assimilation des données spatiales dans les modèles de prévision.

Recommandation 3. Hiérarchier les processus de base du cycle du carbone

- Connaître l'état de base des systèmes biogéochimiques, c'est à dire grosso modo le fonctionnement du cycle naturel pour mieux estimer la pression anthropique. En particulier l'effet des rivières sur les transferts de carbone du continent vers l'océan, l'état non-perturbé des écosystèmes.
- Améliorer le réalisme des modèles actuels pour effectuer les transferts d'échelle et traiter des hétérogénéités. Il s'agit dans cette démarche de hiérarchiser les processus depuis la petite échelle vers les écosystèmes, les régions ou le globe. Dans cette optique, de très fortes incertitudes limitent notre compréhension du cycle continental du carbone au niveau des écosystèmes anthropisés (culture, élevage...), et des transformations de la matière organique des sols.
- Intégrer dans ces modèles les processus à seuil, et plus généralement les non linéarités inhérentes aux cycles biogéochimiques, et leur impact sur les flux et les stocks (e.g. feux, dynamique des écosystèmes)
- Effets secondaires (flux latéraux, autres gaz que CO₂....) pour les études de site en système ouvert
- Améliorer la compréhension du processus de respiration (dispositifs expérimentaux, modèles plus réalistes au niveau des processus de l'activité microbienne)
- Mieux connaître le cycle des nutriments, en particulier de l'azote et ses interactions avec celui du carbone (cf aussi effets radiatifs et bilans hydriques)

Recommandation 4. Cycles biogéochimiques , impacts, et demande sociale

- Comprendre le lien entre cycles biogéochimiques, ressources halieutiques et bio-énergie pour développer des outils prédictifs d'utilisation durable des ressources.
- Stimuler les recherches non seulement sur la prochaine décennie, mais aussi sur les enjeux aux longues échelles de temps (scénarios énergétiques, dynamique des phénomènes lents)
- Accompagner les initiatives européennes au niveau des organismes en particulier sur l'émergence d'une véritable communauté scientifique autour des changements globaux et de leur impact sur les écosystèmes continentaux
- Sensibiliser la société aux enjeux de changements globaux et prendre en compte la pression sociale pour apporter des éléments de réponse