



**Conseil économique
et social**

Distr.
GÉNÉRALE

ECE/EB.AIR/WG.1/2006/14
11 juillet 2006

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

**ORGANE EXÉCUTIF DE LA CONVENTION SUR LA POLLUTION
ATMOSPHÉRIQUE TRANFRONTIÈRE À LONGUE DISTANCE**

Groupe de travail des effets

Vingt-cinquième session
Genève, 30 août-1^{er} septembre 2006
Point 5 viii) de l'ordre du jour provisoire

MODÉLISATION DYNAMIQUE*

Rapport des coprésidents du Groupe mixte d'experts de la modélisation dynamique

1. Le présent rapport rend compte des résultats de la sixième réunion du Groupe mixte d'experts de la modélisation dynamique, tenue le 28 octobre 2005 à Brighton (Royaume-Uni), et d'un atelier sur les processus de l'azote et la modélisation dynamique, tenu juste avant la réunion du Groupe mixte d'experts, les 26 et 27 octobre 2005 (un rapport sur cet atelier est reproduit en annexe).
2. Ont assisté à la réunion des experts des Parties à la Convention ci-après: Allemagne, Autriche, Canada, Danemark, États-Unis, Finlande, Norvège, Pays-Bas, République tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse. Plusieurs programmes internationaux concertés (PIC) y étaient représentés (Surveillance intégrée, Modélisation et cartographie, Forêts et Eaux), de même que le Centre de coordination pour les effets (CCE, hébergé à l'Agence néerlandaise d'évaluation de l'environnement). Le secrétariat de la CEE était également représenté.

* Le présent document a été soumis à la date indiquée ci-dessus en raison de retards survenus dans la procédure.

3. La réunion était coprésidée par M. C. Evans (Royaume-Uni) et M. F. Moldan (Suède). Elle était organisée par le Centre pour l'écologie et l'hydrologie (CEH) (Royaume-Uni) et le Programme suédois sur les stratégies internationales et nationales de réduction de la pollution atmosphérique transfrontière (Programme ASTA).

I. BUTS ET ORGANISATION DE LA RÉUNION

4. Les buts de la réunion du Groupe mixte d'experts étaient les suivants:

- a) Passer en revue les résultats de l'appel lancé en 2004 pour obtenir les produits des modèles dynamiques;
- b) Voir dans quelle mesure les produits des modèles dynamiques peuvent être exploités dans le cadre de l'examen du Protocole de Göteborg de 1999, qui doit être entrepris prochainement;
- c) Étudier les progrès accomplis dans la mise en relation des modèles biogéochimiques dynamiques avec les modèles des dommages et de la régénération biologiques;
- d) Étudier les possibilités d'application de modèles intégrant à la fois des scénarios de changements climatiques et des scénarios de réduction des émissions;
- e) Étudier les résultats de l'atelier sur les processus dynamiques de l'azote;
- f) Examiner le plan de travail pour 2006 et 2007.

II. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

5. Le Groupe a recommandé énergiquement que les produits des modèles dynamiques soient exploités dans le cadre de l'examen du Protocole de Göteborg de 1999. Il s'agirait à cet effet:

- a) d'utiliser les fonctions de charge cible en complément des fonctions de charge critique pour l'acidité dans les modèles d'évaluation intégrée, lorsque des modèles dynamiques ont été appliqués, et b) d'utiliser les modèles dynamiques dans l'évaluation des scénarios.

6. Il fallait continuer de communiquer les possibilités d'application et l'importance des modèles dynamiques afin d'optimiser l'examen. Le Groupe mixte d'experts et le CCE élaboraient en commun un document récapitulatif illustrant les effets de l'application des fonctions de charge cible en lieu et place des fonctions de charge critique.

7. Les résultats de l'appel lancé en 2004 pour obtenir des produits de modélisation dynamique ont représenté une percée dans l'évaluation des effets de la pollution atmosphérique future. Le Groupe mixte d'experts a pris note du résumé, établi par le CCE, de ces résultats, ainsi que de son rapport sur l'appel à données de 2004. Les travaux conjoints du CCE et des centres nationaux de liaison ont jeté un jour nouveau sur les prévisions relatives à l'échelle temporelle de la désacidification et à l'ampleur de cette régénération.

8. Le Groupe a noté que 14 pays avaient répondu à l'appel à données lancé par le CCE en 2004, d'où un élargissement de la couverture de l'Europe et, par conséquent, de meilleurs résultats pour ce qui est de l'évaluation des modèles. Le Groupe a fait observer aussi que les

réactions à cet appel, et les contributions ainsi apportées, avaient dépassé toutes les espérances exprimées à sa réunion précédente de 2004.

9. Comme on l'escomptait, la carte européenne des charges cibles d'acidité s'écartait sensiblement de la carte des charges critiques. Selon la carte des charges cibles, il faudrait que les dépôts dans de nombreuses régions soient ramenés nettement en-deçà des charges critiques afin d'obtenir une régénération des écosystèmes dans les 25 à 100 ans à venir. Cependant, la régénération n'est pas assurée dans certaines zones sur cette échelle temporelle indépendamment du non-dépassement des charges critiques. Le Groupe a pris note de ces différences et a reconnu que la carte des charges cibles donnait une image plus réaliste, et plus pertinente au plan des enjeux, de la réaction des écosystèmes.

10. Le Groupe est convenu qu'une fois étalonné pour des sites multiples dans un même pays, le modèle dynamique permettrait de façon relativement simple de mettre à l'essai différents scénarios de dépôt. Quatorze pays européens étaient en mesure de procéder à cette analyse de scénario au-delà des deux scénarios de dépôt définis dans l'appel de 2004.

11. Le Groupe a noté que des travaux supplémentaires avaient été menés à bien dans plusieurs pays depuis mars 2005, date limite de présentation des données au CCE. Ces pays ont été encouragés à se mettre en rapport avec le CCE pour voir s'il était encore possible d'intégrer ces nouveaux résultats.

12. De l'avis du Groupe, les cartes dans lesquelles les charges cibles remplaçaient les charges critiques dans des carrés «modélisés» constituaient une méthode viable de représenter les objectifs de dépôt (pour une année cible donnée) à l'échelle européenne. Les fonctions de charge cible associées à ces carrés pouvaient être incorporées dans les modèles d'évaluation intégrée en appliquant une méthodologie identique à celle qui était alors utilisée pour les fonctions de charge critique.

13. Le Groupe a conclu que la présentation séparée des résultats des modèles dynamiques pour les eaux de surface et pour les sols offrait un tableau plus équilibré et plus complet des effets de la pollution atmosphérique future que leur consignation sur la même carte.

14. Le Groupe a noté que la construction et la mise à l'essai des modèles de réaction biologique pour les eaux de surface avaient progressé et a demandé que ces travaux se poursuivent.

15. Le Groupe a pris note des travaux menés sur les interactions entre les changements à l'échelle planétaire et les dépôts de composés de soufre (S) et d'azote (N) sur les écosystèmes. La modélisation de ces interactions dans le cadre du projet européen Eurolimpacs et d'autres projets nationaux et internationaux de recherche progressait. Il était très possible que ces changements aient des retombées sur la régénération des écosystèmes du fait de la réduction des émissions de substances polluantes, si bien que les fonctions de charge cible pouvaient être modifiées.

16. Le Groupe a conclu qu'on pouvait, en s'appuyant sur les étalonnages des modèles dynamiques effectués suite à l'appel à données de 2004, lancer des scénarios de changements

climatiques conjointement à des scénarios d'émission, ce qui permettrait d'évaluer l'effet des changements climatiques sur les dommages occasionnés aux écosystèmes et leur régénération.

17. Le Groupe a prié tous les PIC de continuer de surveiller les écosystèmes aquatiques et terrestres afin d'obtenir des éléments attestant la réaction aux variations des dépôts de S et N. Ces données étaient essentielles à la construction de modèles dynamiques, à leur mise à l'essai et à leur évaluation.

18. Le Groupe a noté qu'une bonne partie du travail de construction et de mise à l'essai des modèles dynamiques étaient réalisés dans le cadre de projets de recherche nationaux ou internationaux et a prié instamment les Parties à la Convention de continuer d'appuyer cette recherche, voire d'intensifier leur soutien.

19. Le Groupe a souscrit aux conclusions de l'atelier sur les processus dynamiques de l'azote, qui sont reproduites séparément dans l'annexe. Certes, de nombreuses questions n'ont pas encore trouvé de solution, mais le Groupe a estimé que des progrès considérables avaient été accomplis dans la modélisation dynamique de l'azote en tant que nutriment dans les écosystèmes terrestres.

20. Le Groupe a noté que la gestion des terres avait une influence déterminante sur l'impact écosystémique des dépôts d'azote et qu'elle devrait être prise en considération dans les modèles de l'azote en tant que nutriment. Toutefois, cette gestion était très inégale d'un pays à l'autre et d'un habitat à l'autre, et le Groupe mixte d'experts n'a pas jugé qu'une évaluation harmonisée de différents scénarios de gestion selon les pays se justifiait.

21. Le Groupe a observé que l'on disposait de plus en plus d'éléments probants (en provenance d'Amérique du Nord, du Royaume-Uni et de la Norvège) pour affirmer que l'azote peut avoir un effet eutrophisant significatif dans certaines eaux de surface oligotrophes. Il a donc recommandé que l'on tienne compte à l'avenir de l'impact de l'azote en tant que nutriment dans les évaluations des modèles dynamiques (et des charges critiques) pour les eaux de surface.

22. Le Groupe a pris note du projet de plan de travail pour 2006 du Groupe de travail des effets. Les objectifs du Groupe mixte d'experts étaient de rassembler des experts des PIC afin de mettre en commun les connaissances et d'établir des rapports communs sur tous les aspects de la modélisation dynamique. L'une des principales tâches avait été d'examiner et d'évaluer les résultats des PIC. Le Groupe mixte d'experts avait donné un complément d'orientation sur l'azote et ses effets acides après des travaux entrepris par des entités autres que les PIC. Il a été convenu que les éléments du plan de travail pour 2006 qui étaient communs à tous les PIC devaient s'accompagner d'une très brève récapitulation des connaissances actuelles.

23. Le Groupe a pris note des éléments ci-après du projet de plan de travail pour 2006:

a) Trois activités communes à tous les PIC, à l'Équipe spéciale des aspects sanitaires et au Groupe mixte d'experts de la modélisation dynamique:

- i) Rapport sur la contribution des approches fondées sur les effets à l'examen et à la révision éventuelle des protocoles à la Convention (que l'Organe exécutif devra définir);

- ii) Rapport faisant la synthèse des informations actuelles sur les fonctions dose-réaction et les ressources et biens exposés;
 - iii) Rapport passant en revue les liens entre les observations sur le terrain et les charges critiques;
- b) Détermination et évaluation des processus clefs de l'azote et des métaux lourds pour la modélisation dynamique;
- c) Recommandations pour les appels qui pourront être lancés pour obtenir des données de modélisation dynamique;
- d) Rapport de l'atelier de 2005 sur les processus dynamiques de l'azote;
- e) Rapport de la sixième réunion du Groupe mixte d'experts au Groupe de travail des effets à sa vingt-cinquième session;
- f) Septième réunion du Groupe mixte d'experts, provisoirement prévue à l'automne 2006.

24. Le Groupe mixte d'experts a estimé qu'il n'était pas en mesure de se prononcer sur son plan de travail pour 2007, mais a défini comme suit les travaux qu'il devra mener à l'avenir:

- a) Élargissement et révision de la couverture actuelle des modèles dynamiques et des charges cibles pour l'acidité en Europe;
- b) Développement des modèles dynamiques de l'azote en tant que nutriment, bilan de ce travail de modélisation et définition des charges critiques pour l'azote nutritif;
- c) Établissement de prévisions concernant la régénération biologique des eaux de surface par l'application de relations chimico-biologiques empiriques; dans un premier temps, le travail se fera au niveau des différents sites;
- d) Développement des modèles dynamiques qui tiennent compte des effets de confusion des changements climatiques.

25. Le Groupe mixte d'experts a estimé qu'une nouvelle réunion, à la fin de 2006, donnerait l'occasion de faire le bilan de l'exécution du plan de travail pour 2006 et de se pencher sur d'autres questions en prévision d'un futur appel à données.

Annexe

ATELIER SUR LES PROCESSUS DE L'AZOTE ET LA MODÉLISATION DYNAMIQUE

INTRODUCTION

1. L'atelier sur les processus de l'azote et la modélisation dynamique s'est tenu les 26 et 27 octobre 2005 à Brighton (Royaume-Uni). Il était organisé par le Centre pour l'écologie et l'hydrologie (CEH, Royaume-Uni) et le Programme suédois sur les stratégies nationales et internationales de réduction de la pollution atmosphérique transfrontière (Programme ASTA), avec le soutien du Département de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales du Royaume-Uni.
2. Ont assisté à la réunion des experts des Parties à la Convention ci-après: Allemagne, Autriche, Canada, Danemark, États-Unis, Finlande, Norvège, Pays-Bas, République tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse. Plusieurs programmes internationaux concertés (PIC) y étaient représentés (Surveillance intégrée, Modélisation et cartographie, Forêts et Eaux), de même que le Centre de coordination pour les effets (CCE hébergé à l'Agence néerlandaise d'évaluation de l'environnement). Le secrétariat de la CEE était également représenté.
3. La réunion était coprésidée par M. C. Evans (Royaume-Uni) et M. F. Moldan (Suède).

I. BUTS ET ORGANISATION DE L'ATELIER

4. L'atelier a porté essentiellement sur la modélisation biogéochimique de l'azote (N) et des retombées de l'azote sur la biodiversité. Ses objectifs étaient les suivants:
 - a) Passer en revue les acquis scientifiques récents ainsi que les innovations en matière d'ensemble de données à l'appui des modèles de l'azote;
 - b) Évaluer les modèles de l'azote et de la biodiversité végétale applicables actuellement aux écosystèmes semi-naturels;
 - c) Étudier dans quelle mesure les variables abiotiques conviennent pour prévoir la réaction de la biodiversité aux variations de la place de l'azote dans les écosystèmes;
 - d) Évaluer la capacité des modèles biogéochimiques de prévoir ces variables abiotiques;
 - e) Définir les facteurs décisifs s'agissant du développement, de la mise à l'essai et de l'application des modèles à l'avenir;
 - f) Étudier dans quelle mesure l'application des modèles des effets sur la biodiversité concourt à la mise en œuvre de la Convention.
5. Deux documents d'information générale ont été distribués préalablement à la réunion à tous les participants. Le premier, intitulé «Model chains for assessing impacts of nitrogen on soils, waters and biodiversity: a review», a été établi par le CEH et ASTA, et une version finale

peut en être consultée à l'adresse http://critloads.ceh.ac.uk/contract_reports.htm. Le second, intitulé «Developments in modelling critical loads and target loads of nitrogen for terrestrial ecosystems in Europe», a été établi et présenté au nom du CCE, et sa version finale devait être disponible pour le seizième atelier du CCE, en 2006.

II. CONCLUSIONS

A. Modélisation biogéochimique de l'azote

6. Les modèles disponibles intègrent, de façon générale, les grandes trajectoires et les principaux processus du cycle de l'azote dans les écosystèmes terrestres, mais plusieurs grandes questions restent posées au sujet de l'accumulation de l'azote et de ses effets.

7. Tous les modèles actuels stockent, au final, la majeure partie de cet apport d'azote dans le sol, mais ils ne sont pas unanimes quant au trajet. Certains (tels MAGIC ou VSD) immobilisent l'azote directement dans le sol tandis que d'autres (ForSAFE, par exemple) font tout d'abord passer le plus gros de l'azote par la végétation.

8. Dans plusieurs modèles biogéochimiques d'application courante (MAGIC, SMART2 ou VSD), le rapport carbone-azote (C/N) influence (ou détermine) l'immobilisation de l'azote, l'un des nombreux flux d'azote inorganique. Dans le modèle ForSAFE, ce rapport joue un moindre rôle dans la prévision des processus de l'azote. Aucun des modèles n'utilise le rapport C/N pour maîtriser directement le lessivage d'azote inorganique, lequel est déterminé par l'équilibre de tous les flux de cette substance. Il s'ensuit qu'une simple relation entre le rapport C/N et le lessivage dans les données d'observation n'est pas une condition préalable à l'applicabilité du modèle considéré.

9. Il faut affiner les modèles si l'on veut prévoir avec fiabilité les variations des concentrations d'azote inorganique dans l'eau du sol et le lixiviat d'azote. Il a été proposé à cet effet plusieurs améliorations aux modèles existants:

a) Intégration de processus autres que la minéralisation, la nitrification et la dénitrification, notamment l'immobilisation des nitrates (NO_3), avec la possibilité que ce processus soit inhibé par l'ammoniac (NH_4); la réduction dissimilatoire de NO_3 dans les sols aérobies/anaérobies; et aussi la rétention abiotique de l'azote dans les sols;

b) Une meilleure quantification de la taille du réservoir de carbone actif du sol;

c) Une simulation améliorée de la dynamique du carbone (par exemple la simulation des réservoirs multiples de carbone dans le sol), une meilleure description de leur activité et de leur stabilité et des informations en retour sur la disponibilité accrue de N par rapport à l'accumulation de C;

d) Une meilleure simulation des effets liés aux changements climatiques tels que les effets directs de l'augmentation des concentrations de dioxyde de carbone;

e) L'intégration dans les modèles de l'azote organique dissous, celui-ci pouvant être un réservoir important de NH_4 et de NO_3 dans certains systèmes tels que les terres humides, et aussi l'unique source d'azote pour certaines plantes dans les systèmes faiblement azotés.

10. Les modèles utilisés actuellement sont de complexité très diverse et jouent différents rôles. Par le passé, les modèles simples étaient plus largement appliqués en raison de leur transparence, de leur facilité d'utilisation et de leur sobriété relative. Ils étaient aussi, de façon générale, plus souvent appliqués par des groupes étrangers à l'équipe de conception. Les modèles complexes servent à l'évaluation dans les pays richement dotés en compétences et en données de modélisation. L'élaboration de modèles complexes d'application générale peu gourmands en données (c'est-à-dire présentant davantage de processus simulés en interne) ouvre la voie à une application à grande échelle. Les modèles complexes peuvent servir aussi à identifier les processus clés à intégrer dans les modèles simples.

11. Comme toute une gamme de modèles différents de l'azote sont utilisés dans les travaux au titre de la Convention, il serait utile d'entreprendre des études comparatives des prévisions obtenues à l'aide des uns et des autres sur des emplacements identiques, ainsi que des comparaisons par rapport à des ensembles de données sur le long terme. Ce travail, qui serait analogue aux études comparatives entreprises par le passé sur les modèles de l'acidification, contribuerait à obtenir une couverture cohérente à travers toute l'Europe.

B. Modélisation de l'impact de l'azote sur la biodiversité

12. Il existe trois méthodes permettant de prédire l'impact de l'azote sur la biodiversité. Ce sont, par ordre de complexité croissante:

a) La méthode des charges critiques empiriques, à savoir des estimations des flux de dépôts d'azote à partir desquels, sur la base de résultats d'expériences de fertilisation en plein champ ou sur mésocosme, on s'attend à des changements au niveau de la biodiversité;

b) Les modèles de végétation statistiques (par exemple MOVE, GBMOVE, BERN ou NTM), étalonnés à l'aide d'importants ensembles de données d'enquête, qui permettent de prédire, d'après l'état du sol, l'occurrence d'espèces ou de communautés végétales. Ces modèles n'ont aucune composante temporelle, mais on peut les rendre dynamiques en leur rattachant les produits annuels des modèles biogéochimiques;

c) Les modèles de végétation dynamiques (par exemple VEG ou SUMO), qui simulent les variations de végétation dans le temps et sont intégrés de façon dynamique dans les modèles biogéochimiques.

13. Les plantes ne réagissent pas à une variable abiotique mesurable unique, et des problèmes se sont posés à propos de toutes les variables qui pouvaient éventuellement être incorporées dans les modèles de végétation. Celles qui ont été jugées le plus utiles étaient les suivantes:

a) Les concentrations, dans la solution du sol, au niveau de la zone racinaire, d'azote inorganique (et, éventuellement, organique);

b) L'azote disponible (dépôts plus minéralisation);

- c) La valeur brute de minéralisation/immobilisation d'azote;
- d) L'augmentation d'azote dans la biomasse;
- e) La teneur en azote foliaire;
- f) Les dépôts d'azote réduit et d'azote oxydé (en particulier les dépôts directs dans la canopée et leurs effets foliaires).

14. Le rapport C/N dans les sols organiques n'a pas été considéré comme étant un facteur direct de réaction des plantes, mais une donnée de substitution permettant de mesurer directement des processus importants (par exemple la nitrification et l'immobilisation/minéralisation). Il pourrait donc être utile de continuer à le mesurer et de l'incorporer dans les modèles, mais il ne faudra pas perdre de vue le fait que le même rapport C/N peut indiquer des valeurs différentes de présence de l'azote dans des habitats ou des sols différents.

15. Il faut prendre en considération les effets chroniques, mais aussi les effets aigus, notamment de l'absorption d'azote par la végétation au-dessus du sol. L'absorption foliaire d'azote est une donnée qui peut être utile pour les modèles de réaction des plantes, notamment les espèces inférieures, qui tirent leur unique (ou principale) source d'azote de l'absorption foliaire. Les dommages directs causés par NH_4 à la végétation dépendent des concentrations de ce gaz dans l'atmosphère et peuvent être prévus par la méthode des niveaux critiques.

16. Les modèles de végétation fondés sur des enquêtes de végétation à grande échelle (MOVE, NTM, BERN ou GBMOVE) ou des données expérimentales (VEG) sont bien établis dans plusieurs pays. Ces modèles présentent certes de nombreuses similitudes (notamment ceux qui sont construits d'après des données d'enquête), mais ils se distinguent néanmoins par quelques caractéristiques importantes, à savoir:

- a) L'étalonnage d'après différents ensembles de données (nationales) relatives aux sols ou à la végétation;
- b) La spécialisation par écosystème;
- c) L'application à telle ou telle espèce végétale plutôt qu'aux communautés végétales;
- d) L'utilisation de variables abiotiques différentes pour l'azote (rapport C/N, solution d'azote dans le sol ou disponibilité de l'azote);
- e) L'utilisation de variables différentes pour l'acidité (le pH ou la saturation basique).

17. On a estimé que certains modèles (ou tous les modèles) pouvaient être améliorés par:

- a) Une mise à l'essai plus importante, notamment à l'aide d'ensembles de données à long terme;

- b) Un élargissement de la mise à l'essai et de l'application au-delà de la région géographique pour laquelle les relations dose-réaction du modèle ont été paramétrisées;
- c) La prévision pour les espèces rares;
- d) La représentation des temps de latence (par exemple du fait de la persistance ou de la dispersion des espèces);
- e) L'incorporation de certaines informations en retour dans les modèles biogéochimiques (par exemple les variations au niveau de la qualité de la litière sous l'effet des variations d'espèces);
- f) La prise en considération des effets différents de l'azote oxydé et de l'azote réduit.

18. On a estimé que le fait d'appliquer les valeurs des indicateurs d'Ellenberg comme solution de rechange aux conditions abiotiques dans les modèles fondés sur les enquêtes ajoutait un facteur d'incertitude supplémentaire aux prévisions. Toutefois, les valeurs d'Ellenberg resteront sans doute nécessaires dans de nombreux domaines en raison de la couverture insuffisante des données d'enquête combinées associant végétation et sols.

19. Des modèles de biogéochimie-végétation combinés plus mécanistiques (par exemple ForSAFE-VEG, SMART2-SUMO, HEATHSOL-UK) devraient permettre de prévoir de façon plus précise les changements de végétation qui se produisent dans certains écosystèmes. Leur application à plus grande échelle exige une mise à l'essai et une adaptation à d'autres pays/écosystèmes.

20. Les événements épisodiques peuvent être d'importants facteurs de variation au niveau des espèces: ce sont notamment les événements organisés (par exemple l'abattage forestier ou le brûlage des landes) ou des événements imprévus (par exemple les poussées de maladies ou les attaques d'insectes). La prévision des dommages épisodiques est difficile quel que soit l'écosystème considéré, mais on pourrait, en prévoyant la condition chronique, estimer le risque de dommage épisodique, et donc la réaction de l'écosystème régional.

21. Il est particulièrement difficile de définir les conditions de référence ainsi que les seuils de dommage pour la biodiversité terrestre, surtout si l'on doit appliquer des modèles de biogéochimie-biodiversité combinés pour la définition des objectifs. On a estimé que, bien que la définition des objectifs en matière de biodiversité posait problème pour les décideurs, les modèles dynamiques pouvaient fournir des informations précieuses sur des conditions de référence réalistes et des objectifs de régénération réalisables.

22. Les participants ont estimé que les modèles de biogéochimie-biodiversité combinés pour l'azote étaient susceptibles d'applications importantes dans le cadre de la Convention. À leur niveau de développement actuel, ils serviraient principalement à établir des prévisions quant aux retombées de différents scénarios d'émission sur la biodiversité. On pourrait alors, par la suite, utiliser les modèles combinés pour définir des charges cibles sur la base de la biodiversité.

III. RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES TRAVAUX FUTURS

23. S'agissant de la modélisation biogéochimique de l'azote, il faudra s'attacher, en priorité, à:

- a) Étudier le risque relatif de lessivage de NO_3 dans des situations de dépôt dominées par NH_4 et NO_3 ;
- b) Améliorer la simulation des liens entre le cycle du carbone et le cycle de l'azote;
- c) Intégrer dans les modèles les effets des facteurs climatiques;
- d) Poursuivre la mise à l'essai de tous les modèles et lancer des études comparatives des différents modèles.

24. Les priorités des travaux sur la modélisation de l'impact de l'azote sur la diversité sont notamment les suivantes:

- a) Recueillir des données nouvelles afin de définir et vérifier les variables de l'azote abiotique qui se prêtent le mieux à la prévision de la réaction des plantes;
- b) Mettre à l'essai des modèles différents sur les mêmes sites et comparer ces modèles;
- c) Adapter, éprouver et mettre à niveau les modèles pour les rendre applicables à de nouveaux pays ou régions biogéographiques (en particulier les zones qui ne sont pas comprises dans la couverture des modèles actuels, telles que les régions méditerranéenne et alpine et l'Europe orientale);
- d) Intégrer les modèles de la biodiversité dans le travail de modélisation dynamique entrepris au titre de la Convention (par exemple l'application des valeurs de charge cible pour l'azote en tant que nutriment).

25. L'élaboration et la mise à l'essai de modèles d'impact sur la biogéochimie et la biodiversité sont fortement tributaires de la surveillance à long terme et de l'accès à des données expérimentales à long terme ainsi qu'à des données d'enquête à grande échelle. Pour pouvoir continuer d'aller de l'avant dans ce domaine, il faudrait poursuivre les programmes en cours en améliorant, si possible, l'intégration des mesures biotiques et abiotiques.
