



**Conseil économique
et social**

Distr.
GÉNÉRALE

ECE/EB.AIR/WG.1/2009/11
8 juillet 2009

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

ORGANE EXÉCUTIF DE LA CONVENTION
SUR LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE
TRANSFRONTIÈRE À LONGUE DISTANCE

Groupe de travail des effets

Vingt-huitième session
Genève, 23-25 septembre 2009
Point 5 de l'ordre du jour provisoire

DERNIERS RÉSULTATS ET ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES
SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

**INDICATEURS FONDÉS SUR LES EFFETS À UTILISER
POUR L'ÉVALUATION INTÉGRÉE**

Rapport du Centre de coordination pour les effets de l'Équipe spéciale du Programme international concerté de modélisation et de cartographie des niveaux et charges critiques ainsi que des effets, risques et tendances de la pollution atmosphérique

I. INTRODUCTION

1. Le Programme international concerté (PIC) de modélisation et de cartographie des niveaux et des charges critiques ainsi que des effets, des risques et des tendances de la pollution atmosphérique (PIC-modélisation et cartographie) et son Centre de coordination pour les effets (CCE) ont élaboré des options envisageables concernant la fixation d'objectifs pour 2020 et 2050 et leur application à la modélisation de l'évaluation intégrée, ainsi que des indicateurs des effets. Les résultats sont présentés ici conformément au point 3.7 du plan de travail 2009 pour la mise en œuvre de la Convention (ECE/EB.AIR/96/Add.2) adopté par l'Organe exécutif à sa vingt-sixième session en décembre 2008.

2. À sa vingt-sixième session en décembre 2008, l'Organe exécutif a invité l'Équipe spéciale de la modélisation de l'évaluation intégrée, en coopération avec le Groupe de travail des effets, à déterminer et à présenter les avantages respectifs des différentes options envisageables pour fixer des cibles à atteindre d'ici 2020 et des cibles idéales non contraignantes pour 2050, pour les Parties situées dans la zone géographique du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP). Ils devaient utiliser les données les plus récentes sur les niveaux et les charges critiques sachant que l'objectif fixé pour la révision du Protocole de 1999 de Göteborg visant à réduire l'acidification, l'eutrophisation et l'ozone troposphérique (Protocole de Göteborg) devrait être défini en fonction de l'objectif énoncé à l'article 2 du Protocole.
3. Le CCE a contribué aux travaux de l'atelier sur les cibles idéales non contraignantes en matière de pollution atmosphérique pour 2050 (5 et 6 mars 2009 à Utrecht, Pays-Bas). Il a recommandé de choisir ces cibles de manière à pouvoir calculer les réductions nécessaires de l'exposition et des dépôts ainsi que les émissions connexes et déterminer les mesures de réduction.
4. Les objectifs concernant les effets devraient protéger la biodiversité et les services fournis par les écosystèmes pour préserver la qualité de vie. Ils pourraient être fondés sur des charges critiques ou sur des charges cibles, ces dernières visant à régénérer les écosystèmes d'ici une année cible, et étant calculées à l'aide de modèles dynamiques. Pour obtenir une régénération totale en 2050, il faudrait des réductions des émissions plus importantes que celles qui permettraient d'atteindre les charges critiques en 2050.
5. À sa quarante-quatrième session en avril 2009, le Groupe de travail des stratégies et de l'examen a demandé que soient élaborés et utilisés des indicateurs fondés sur les effets. Ces indicateurs seraient liés à la modélisation de l'évaluation intégrée et définis sur la base de la cible idéale pour 2050, à savoir la suppression de toute menace d'origine atmosphérique pour la santé et l'environnement.
6. Le présent rapport décrit brièvement: a) les indicateurs fournis par le PIC-modélisation et cartographie pour la révision du Protocole de Göteborg; b) un mécanisme permettant d'utiliser ces indicateurs sur une vaste échelle européenne dans le contexte particulier d'un scénario donné, en collaboration avec le Centre pour la modélisation de l'évaluation intégrée (CMEI) et le Centre météorologique de synthèse-Ouest (CMS-O) de l'EMEP; et c) la poursuite de la mise au point d'indicateurs et de l'établissement de modèles des effets sur la biodiversité, comme il a été décidé au dix-neuvième atelier du CCE et à la vingt-cinquième réunion du Programme de l'Équipe spéciale du PIC-modélisation et cartographie, qui ont eu lieu tous les deux en mai 2009.

II. INDICATEURS RELATIFS AUX EFFETS DISPONIBLES ACTUELLEMENT

7. La présente section décrit les indicateurs fondés sur la classification du Système européen harmonisé d'informations sur la nature (EUNIS) et sur les habitats des zones Natura 2000 de l'Union européenne (UE) situés dans le domaine de modélisation de l'EMEP (voir CCE 2008). On entend par «scénario» une projection des concentrations et des dépôts de polluants atmosphériques établie à l'aide d'une base de référence spécifique pour les émissions.

8. Indicateurs de type A. Ces indicateurs indépendants des scénarios visent à évaluer les niveaux les plus élevés des dépôts atmosphériques humides et secs qui n'auraient pas d'effets néfastes sur la structure ou la fonction de l'écosystème (unité: eq ha⁻¹ a⁻¹):
- a) Charges critiques d'acidification, qui sont également disponibles pour certains écosystèmes canadiens;
 - b) Charges critiques de l'eutrophisation due à un dépôt excessif d'azote;
 - c) Charges critiques empiriques d'azote nutritif.
9. Indicateurs de type B. Il s'agit d'indicateurs indépendants des scénarios pour lesquels on a établi des limites biologiques ou géochimiques critiques compatibles avec la santé des systèmes naturels:
- a) Indicateurs critiques servant à calculer les charges critiques d'acidification (par exemple le rapport cation basique/aluminium (Bc/Al), le pH, la saturation basique);
 - b) Indicateurs critiques servant à calculer les charges critiques d'eutrophisation (par exemple la concentration d'azote, le rapport carbone/azote).
10. Indicateurs de type C. Les indicateurs suivants qui sont particuliers à des scénarios peuvent être utilisés pour évaluer les dépôts dépassant les charges critiques, ou les zones de dépassement. Ils font partie de l'ensemble des indicateurs de base du projet de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) et de l'UE intitulé «Rationalisation des indicateurs européens de la diversité biologique pour 2010» (SEBI 2010). Ils sont calculés pour différentes échelles spatiales (unité: eq ha⁻¹ a⁻¹):
- a) Dépassement cumulé moyen des dépôts acides supérieurs aux charges critiques d'acidification;
 - b) Dépassement cumulé moyen des dépôts d'azote supérieurs aux charges critiques d'eutrophisation;
 - c) Zone de dépassement pour un écosystème (en pourcentage ou en km²).
11. Indicateurs de type D. Ces indicateurs indépendants des scénarios peuvent être utilisés pour calculer les dépôts, au cours d'une année donnée de mise en œuvre (par exemple 2020), qui permettront à un indicateur de revenir à sa valeur limite critique d'ici une année cible (par exemple 2050):
- a) Charges cibles d'acidification;
 - b) Charges cibles d'eutrophisation.
12. Indicateurs de type E. Les indicateurs suivants qui sont particuliers à certains scénarios indiquent de combien les valeurs de l'indicateur critique violent les limites critiques, ou la période ou la zone connexe. La violation d'un indicateur critique et le dépassement cumulé

moyen peuvent être combinés à des évaluations liées aux politiques adoptées, qui indiquent si un écosystème peut être régénéré et le temps nécessaire à cette régénération:

- a) Les objectifs fixés pour les charges cibles d'acidification ne sont pas atteints;
- b) Les objectifs fixés pour les charges cibles d'eutrophisation ne sont pas atteints;
- c) Zones dans lesquelles les limites critiques sont violées;
- d) Délai de détérioration et délai de régénération.

13. Indicateurs de type F. Les indicateurs suivants qui sont particuliers à certains scénarios peuvent être utilisés pour évaluer, sous réserve de confirmation, des indicateurs de la biodiversité comme la richesse et la similitude des espèces végétales:

- a) Dépassement cumulé moyen des dépôts d'azote dépassant les charges critiques empiriques;
- b) Modification de la biodiversité (richesse des espèces).

14. Indicateurs de type G. L'indicateur, particulier à un scénario, de la fiabilité du dépassement des dépôts d'azote nutritif au-delà des charges critiques, fondé sur une évaluation d'ensemble des impacts (CCE 2007), donne la probabilité du dépassement.

III. UTILISATION D'INDICATEURS FONDÉS SUR LES EFFETS POUR L'ÉVALUATION INTÉGRÉE

15. L'évaluation intégrée des divers scénarios est habituellement effectuée par le CMIE et l'Équipe spéciale de la modélisation de l'évaluation intégrée, le plus souvent au moyen du modèle GAINS (Modèle d'interaction et de synergie entre les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique). Les évaluations ont pour objectif général de minimiser le coût global des réductions nécessaires pour atteindre un objectif convenu, qui est fondé sur un ensemble d'indicateurs de l'environnement et de la santé. Pour un écosystème particulier, le dépassement est calculé à partir des émissions nationales, au moyen des méthodes du CCE et des relations linéaires source-récepteur sur la base du modèle de l'EMEP relatif au transport et aux processus chimiques dans l'atmosphère.

16. L'évaluation fondée sur les effets se réduisait jusqu'ici au calcul et à la notification du dépassement par le CMIE. En vue de la révision du Protocole de Göteborg, l'Équipe spéciale de la modélisation de l'évaluation intégrée a recommandé, à sa trente-cinquième session tenue en juin 2009, l'exécution d'analyses a posteriori suivies de notifications.

17. Ces analyses a posteriori seraient fondées sur des scénarios d'évolution des émissions, et sur les concentrations et les dépôts établis d'après les données du CMIE. Elles seraient confiées aux programmes axés sur les effets et à leurs centres, car ces méthodes et ces données ne sont pas prises en compte dans le modèle GAINS.

18. Les analyses a posteriori des PIC comprendraient à la fois des informations quantitatives et des informations qualitatives. Les informations quantitatives pourraient inclure les délais de régénération et les délais de détérioration pour certains scénarios, le dépassement relatif des niveaux d'ozone (par exemple sur la base des concentrations ou des flux), et les risques pour la santé que représentent les particules. Les informations qualitatives pourraient consister en opinions d'experts sur les effets des scénarios.

19. Le Bureau du Groupe de travail des effets a demandé au CCE d'aider les PIC à utiliser les données produites par les scénarios du CMIE. Le CCE a adapté des fichiers aux concentrations et aux dépôts de 2005 et aidé les PIC à déterminer s'ils seraient utilisables pour l'évaluation de sites particuliers. L'objectif était de préparer l'analyse des effets d'un scénario de référence donné à l'automne 2009 et ceux d'autres scénarios en 2010.

20. L'annexe du présent rapport montre les évaluations menées par le CCE en collaboration avec les centres nationaux de liaison (CNL) du PIC-modélisation et cartographie. On voit comment les indicateurs fondés sur les effets sont utilisés pour analyser (a posteriori) les scénarios correspondant à des politiques, qui seront explorés par l'Équipe spéciale de la Modélisation de l'évaluation intégrée et le Groupe de travail des stratégies et de l'examen. Le point de départ d'une analyse fondée sur les effets est un scénario d'évolution des émissions du modèle GAINS du CMIE. Deux voies peuvent être suivies, commençant toutes les deux par le dépassement des charges critiques.

21. Dans le cas de la première voie (en haut sur le schéma de l'annexe), les charges critiques calculées (indicateurs de type A) servent à déterminer l'emplacement et l'ampleur de l'acidification ou de l'eutrophisation excessives (indicateurs de type C). Puis, la modélisation dynamique permet d'évaluer l'état futur d'acidification et d'eutrophisation (indicateurs de type B) et d'obtenir des indicateurs de type D et E.

22. La seconde voie (en bas sur le schéma de l'annexe) consiste à utiliser les charges critiques empiriques (indicateurs de type A) pour analyser le dépassement et les effets sur la biodiversité (indicateurs de type F), y compris les fonctions des écosystèmes (voir l'appendice C dans le rapport du CCE 2008).

23. Enfin, l'évaluation d'ensemble des impacts (CCE 2007) est utilisée par le CCE pour évaluer la fiabilité respective des scénarios, des différentes évaluations fondées sur les effets et des conclusions.

IV. DÉVELOPPEMENT DES INDICATEURS FONDÉS SUR LES EFFETS

24. La vingt-cinquième réunion du Programme de l'Équipe spéciale du PIC-modélisation et cartographie avait, entre autres, pour objectif d'améliorer la connaissance des seuils biologiques de la biodiversité en perfectionnant la modélisation dynamique des changements de la végétation et l'établissement des charges critiques empiriques. Le dix-neuvième atelier du CCE a examiné l'état actuel des charges critiques empiriques et exposé les nouvelles connaissances de la végétation européenne dans différentes régions géographiques.

25. L'atelier du CCE a conclu que l'on disposait désormais d'une méthode permettant d'analyser, sur la base d'un scénario particulier à un site, les variations de la végétation en cas de changements climatiques (Alterra/CCE 2007). Il a conclu aussi que les charges critiques d'eutrophisation pouvaient être déterminées à partir de la biodiversité.

26. Une application à l'échelle européenne de modèles dynamiques des variations de la végétation supposerait que l'on ait une idée des éléments suivants: a) une base pour la population des espèces pendant une période de référence; b) un segment cible, c'est-à-dire une fraction bien définie de l'écosystème ou de l'espèce à protéger; et c) une limite-seuil acceptable dépendant, entre autres, des fonctions de l'écosystème, des réservoirs génétiques ou de la protection d'espèces rares.

27. Le modèle dynamique très simple (VSD) qui tient compte maintenant de la dynamique du carbone et de l'azote est appelé VSD+. Le VSD a été étalonné avec succès pour des sites de trois pays (Bonten *et al.* 2009) et mis en œuvre par de nombreux CNL. Le VSD+ exigerait au minimum, trois nouveaux paramètres: a) la température quotidienne ou hebdomadaire; b) les valeurs quotidiennes ou hebdomadaires de l'humidité du sol; et c) l'âge de la végétation. Des valeurs par défaut peuvent être utilisées pour les autres paramètres nouveaux. Il conviendra de procéder à des essais d'utilisation sur des sites européens, d'appliquer le modèle à des régions d'Europe, d'établir des liens avec les modèles de la biodiversité (y compris ceux qui sont utilisés par certains CNL) et d'élaborer une version état stable pour le calcul des charges critiques.

28. L'atelier du CCE a évoqué la mise au point d'indicateurs utilisables pour l'évaluation intégrée. Il a conclu que le PIC-modélisation et cartographie devrait déterminer si les indicateurs de détérioration sont applicables à la biodiversité à l'échelle européenne. Il resterait à étudier la liste rouge des critères (Van Dobben 2009), les seuils d'adaptabilité des habitats (Rowe 2009), ou l'écart par rapport à un état de référence (Jensen 2009).

29. L'Équipe spéciale a décidé de proposer au Groupe de travail des effets d'envisager de lancer un appel aux CNL du PIC-modélisation et cartographie leur demandant de communiquer des données. Les CNL fourniraient les données utilisées dans les meilleurs modèles de végétation dynamiques actuellement disponibles. Cet appel est prévu pour l'automne 2009.

30. L'Équipe spéciale a décidé aussi de réviser les charges critiques empiriques de l'azote, dans le cadre d'un projet de recherche qui commencerait en 2009. Cette décision s'appuie sur les connaissances actuelles relatives à ce sujet (Bobbink 2009, Braun 2009, Nordin 2009, Gimeno 2009). Le projet sera cofinancé par le CCE, la Suisse et l'Allemagne. Un atelier d'experts sera organisé, sans doute au printemps 2010 aux Pays-Bas. Les participants mettront à jour les informations fournies par Achermann et Bobbink (2003) et, en 2011, réviseront le *Manuel des méthodes et critères de modélisation et de cartographie des charges et des niveaux critiques et des effets, risques et tendances de la pollution atmosphérique*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES^{1,2}

Alterra/CCE; De Vries et al. (2007) Development in deriving critical limits and modelling critical loads of nitrogen for terrestrial ecosystems in Europe. Alterra MNP/CCE report, Alterra report 1382.

Achermann B, Bobbink R (2003) Empirical critical loads for nitrogen. Proceedings of an expert workshop, 11–13 November 2002, Berne, Switzerland. SAEFL Env. Doc. 164.

Belyazid S, Sverdrup H, Braun S, Kurz D, Rihm B, Chen D (2009) Dynamic modelling of changes in plant biodiversity caused by excessive nitrogen inputs and approaches to mapping critical loads based on biodiversity aspects. Presentation at the nineteenth CCE workshop, 11–13 May 2009, Stockholm, and *CCE Status Report 2009* (in preparation).

Bobbink R (2009) Empirical N critical loads: do we need an update? Presentation and CCE Status Report 2009 *ibid.*

Bonten L, Mol J, Reinds G-J (2009) VSD+: VSD plus carbon and nitrogen dynamics. Presentation and CCE Status Report 2009 *ibid.*

Braun S, Flückiger W (2009) Critical loads for nitrogen: new results for Central Europe. Presentation and CCE Status Report 2009 *ibid.*

CCE (2007) Critical loads of nitrogen and dynamic modelling. *CCE Progress Report 2007*.

CCE (2008) Critical load, dynamic modelling and impact assessments in Europe. *CCE Status Report 2008*.

Dobben H van (2009) A red list based biodiversity indicator for use in dynamic modelling. Presentation and CCE Status Report 2009 *ibid.*

Gimeno BS, Rábago I, Pérez Corona E, Delgado JA, Zorrilla J, Santamaría J, Ariño A, Ibáñez R, Hederá A, Pérez de Zabalza A, Ávila A, Rodá F, Peñuelas J, Sánchez G, Fenn M, Yuang F, Meixner T (2009), New results on critical loads of N in Spain and California. Presentation and CCE Status Report 2009 *ibid.*

Jensen M (2009) Modelling the effect of top-soil changes on plant species diversity in forests due to N deposition. Presentation and CCE Status Report 2009 *ibid.*

Nordin A (2009) New results on N critical loads in Northern Europe. Presentation and CCE Status Report 2009 *ibid.*

Rowe E (2009) Habitat quality: A single metric for defining biodiversity damage using EU Habitats Directive criteria. Presentation and CCE Status Report 2009 *ibid.*

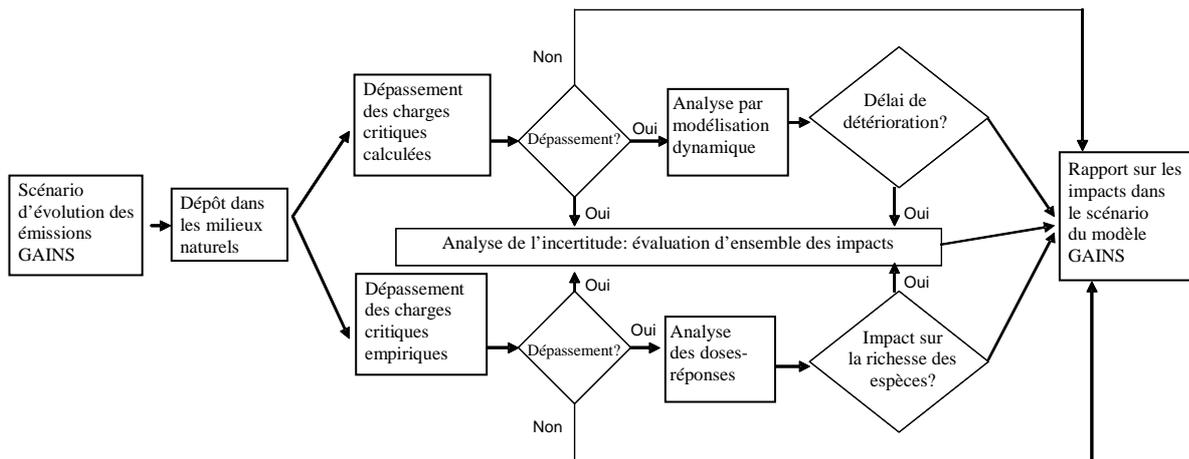
¹ Les références sont reproduites telles qu'elles ont été reçues par le secrétariat.

² La plupart des références ci-dessus sont disponibles à l'adresse suivante: www.pbl.nl.cce.

Annexe

Schéma de l'évaluation des effets de l'acidification et de l'eutrophisation dans le cadre de la modélisation de l'évaluation intégrée, par exemple à l'aide du modèle GAINS

Évaluation de l'impact sur l'environnement par le CCE



Source: CCE 2008.
