



**Conseil Économique  
et Social**

Distr.  
GÉNÉRALE

EB.AIR/WG.1/2000/11  
14 juin 2000

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  
(Dix-neuvième session, Genève, 23-25 août 2000)  
Point 6 b) de l'ordre du jour provisoire

CONFÉRENCE SUR LES CHARGES CRITIQUES : CHARGES CRITIQUES  
COPENHAGUE 1999

Résumé du rapport

I. INTRODUCTION

1. La Conférence sur les charges critiques, Charges critiques Copenhague 1999, a été organisée par l'Institut national danois de recherche sur l'environnement et parrainée conjointement par le Conseil des ministres des pays nordiques, l'Agence danoise pour la protection de l'environnement, l'Institut national danois de recherche sur l'environnement, l'Union danoise des agriculteurs et les compagnies danoises d'électricité ELSAM et Elkraft. La Conférence s'est déroulée à Copenhague du 21 au 25 novembre 1999.

Les documents établis sous les auspices ou à la demande de l'Organe exécutif de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance aux fins d'une distribution GÉNÉRALE doivent être considérés comme provisoires tant qu'ils n'ont pas été APPROUVÉS par l'Organe exécutif.

2. Y ont participé 135 représentants de 17 pays. Le secrétariat de la CEE-ONU, le Groupe de travail de la mer et de l'air du Conseil des ministres des pays nordiques, les Programmes internationaux concertés (PIC) pour les eaux et la surveillance intégrée, le Centre de coordination pour les effets et l'Équipe spéciale de la cartographie étaient aussi représentés.

3. Les objectifs de réduction reposant sur des bases scientifiques ont aidé à concevoir des mesures efficaces de lutte contre la pollution atmosphérique, sur les plans national et international, en particulier dans le cadre de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance. L'application des Protocoles à la Convention a entraîné une nette diminution des charges de pollution atmosphérique en Europe et en Amérique du Nord et eu des effets positifs sur les niveaux d'acidification, mais à ce jour, un effet limité sur les niveaux d'eutrophisation. C'est pourquoi une évaluation réaliste de la régénération des écosystèmes terrestres et aquatiques consécutive à la diminution de la pollution revêt une importance croissante et exige l'application de méthodes sûres et représentatives et l'utilisation de données de bonne qualité.

4. L'application des modèles de la chimie du sol et de l'eau pour calculer les charges critiques, est un bon moyen d'obtenir des méthodes cartographiques simples et opérationnelles utiles à des fins administratives et réglementaires. Toutefois, pour appliquer efficacement les protocoles relatifs à la lutte contre la pollution atmosphérique et valider le processus de régénération de l'environnement consécutif aux réductions des émissions, il faut disposer d'une plus large gamme d'indicateurs du changement de structure et de fonction des écosystèmes. Il importe d'accorder davantage d'attention aux indicateurs biologiques et à l'évolution chimique de l'environnement et, surtout dans certaines régions, de veiller à établir des relations de cause à effet convaincantes.

5. La Conférence avait pour but :

- a) De faire le point des connaissances;
- b) D'examiner de façon critique les méthodes appliquées pour calculer les charges critiques du point de vue de l'acidification et de l'eutrophisation;
- c) D'établir plus solidement le rapport entre les dépassements calculés et les effets biologiques et écologiques observés sur le terrain.

6. En se fondant sur la présentation et l'examen des progrès récents accomplis dans le cadre des travaux concernant les réactions biologiques à l'acidification et à l'eutrophisation il faudrait développer la méthode des charges critiques afin de mieux faire apparaître le rapport entre les dépassements calculés et les effets biologiques et écologiques observés sur le terrain. Il s'agissait d'aller au-delà des expériences empiriques, d'étudier les moyens d'évaluer les changements de structure, de composition et de fonction des écosystèmes, et de voir comment ceux-ci étaient liés aux dépassements calculés. La Conférence a étudié les méthodes et modèles applicables aux écosystèmes terrestres et aux écosystèmes aquatiques. Les indicateurs biologiques, la modélisation et les méthodes de validation sont des questions auxquelles il importe d'accorder une attention particulière pour améliorer encore et développer les charges critiques reposant sur des bases scientifiques utilisées dans le cadre de la lutte contre la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance.

7. Des exposés liminaires sur les connaissances actuelles et la conception de méthodes et théories novatrices ont été faits en séance plénière. D'autres informations ont été fournies au cours de présentations audiovisuelles. Cinq ateliers thématiques ont été organisés pour examiner en détail les sujets ci-après :

- a) L'atelier I : Critères a étudié l'état et l'évolution des écosystèmes, ainsi que divers critères et les solutions de rechange éventuelles; il s'est intéressé à l'application de critères différents pour chaque espèce et écosystème;
- b) L'atelier II : Méthodes a porté sur les liens entre variables chimiques et biologiques, les temps de réaction et l'utilisation de modèles dynamiques;
- c) L'atelier III : Indicateurs écologiques a étudié la structure et la fonction des écosystèmes, ainsi que le choix d'organismes ou de processus particulièrement sensibles aux dépôts atmosphériques;
- d) L'atelier IV : Validation s'est penché sur les relations entre les données statistiques recueillies sur le terrain à grande échelle et les charges critiques modélisées, la modélisation dynamique et l'extrapolation;
- e) L'atelier V : Charges critiques pour les eaux douces a examiné une large gamme de questions, en particulier les liens entre les caractéristiques des bassins versants et les eaux de surface, la sensibilité des lacs, les relations dose/réponse, les critères chimiques et les indicateurs biologiques.

8. Les informations les plus importantes sur la Conférence et les débats, conclusions et recommandations des séances plénières, ainsi que des différents ateliers, sont résumées dans le rapport de la Conférence<sup>1</sup>.

## II. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DES ATELIERS

### A. Atelier I : Critères

#### 1. Conclusions

9. L'atelier a examiné et proposé plusieurs critères pour évaluer les effets de l'azote et de l'acidité sur différents segments des écosystèmes terrestres et aquatiques. Quelques-uns des critères proposés requièrent une recherche plus approfondie.

---

<sup>1</sup> Løkke, H., Bak, J., Bobbink, R., Bull, K., Curtis, C., Falkengren-Grerup, U., Forsius, M., Gundersen, P., Hornung, M., Skjelkvåle, B.L., Starr, M. & Tybirk, K (2000): Critical Loads Copenhagen 1999. 21-25 novembre 1999. Le rapport de la Conférence a été établi par des membres du secrétariat de la Conférence, le Comité scientifique et les présidents et rapporteurs des ateliers, en liaison avec le secrétariat de la CEE-ONU. Critical loads National Environmental Research Institute, Denmark, 48 p. - Arbejdsrapport fra DMU nr. 121.

10. Selon l'atelier, des recherches sont nécessaires en particulier dans les domaines suivants :
- a) Réévaluation des limites actuelles et des charges critiques empiriques au moyen des informations existantes et de données nouvelles;
  - b) Mise en rapport des limites critiques avec :
    - la fonction mycorhizale (arbres);
    - les essences et leur succession (arbres);
    - la qualité du bois (arbres);
    - les types fonctionnels de plantes (autres plantes);
    - la faune du sol (sol);
  - c) Examen de l'utilisation et de la gestion antérieures des terres, qui sont susceptibles d'influer profondément sur plusieurs processus des écosystèmes et leur végétation;
  - d) Élaboration, au moyen de distributions des limites, de méthodes d'évaluation des risques permettant de mesurer les probabilités de dépassement des charges critiques;
  - e) Construction de modèles dynamiques, décrivant les rythmes de régénération dans différents segments;
  - f) Construction de modèles intégrés décrivant la concurrence entre les plantes et les interactions de contraintes multiples (composés d'azote, acidité, stress hydrique).

## 2. Recommandations

11. a) Modifier comme suit la définition des charges critiques afin de tenir compte de la durabilité des écosystèmes (les passages modifiés sont soulignés) :
- "On entend par 'charge critique', une estimation quantitative de l'exposition à un ou plusieurs polluants au-delà de laquelle, selon les connaissances actuelles, il peut y avoir des effets nocifs appréciables sur des éléments sensibles déterminés de l'environnement";
- b) Dans le manuel de cartographie (UBA, 1996), améliorer les lignes directrices concernant le choix des différents critères (et des fourchettes de valeurs correspondantes) afin de mieux harmoniser les calculs des charges critiques sur le plan international;
  - c) Perfectionner les méthodes d'évaluation dynamique des risques liés aux effets sur les écosystèmes;
  - d) Mettre au point des procédures combinées de calcul des charges critiques et d'évaluation des risques; appliquer les charges critiques aux indicateurs et critères chimiques et biologiques vérifiés pour les différents segments des écosystèmes, les sols et les systèmes

aquatiques, et utiliser des méthodes d'évaluation des risques quand les paramètres sont suffisants; mener d'autres recherches pour relier les processus pédologiques à l'état des écosystèmes.

## B. Atelier II : Méthodes

### 1. Conclusions

12. a) Les méthodes actuellement appliquées pour évaluer les charges critiques sont les suivantes : méthodes empiriques, bilans-matières simples et modèles dynamiques;
- b) Jusqu'à présent, la cartographie des charges critiques a reposé surtout sur des calculs de bilans-matières simples, mais, vu la diminution des émissions de soufre et les incertitudes liées à cette méthode, il convient maintenant de procéder à une réévaluation et d'atteindre un niveau de précision plus élevé;
- c) Les incertitudes liées à l'échelle (dimension des mailles) utilisée pour la cartographie des charges critiques constituent un sujet de préoccupation particulier;
- d) Pour certains éléments des équations des bilans-matières simples, il faut plus de données fiables et une meilleure documentation;
- e) L'importance des composés d'azote dans les charges critiques s'est accrue et on a de plus en plus de données.

### 2. Recommandations

13. a) Pour les écosystèmes terrestres, mettre davantage l'accent à l'avenir sur les méthodes de modélisation empiriques et dynamiques, et combiner l'acidification avec le cycle de l'azote;
- b) Rendre plus accessibles et mieux utiliser les données actuelles relatives à la surveillance de l'état du sol, des flux et des indicateurs biologiques, afin d'améliorer et de développer les relations et modèles empiriques; assurer une surveillance à long terme;
- c) Chiffrer les incertitudes liées à l'échelle utilisée en cartographie et améliorer l'établissement des paramètres des principaux flux, en particulier de la décomposition, du dépôt de cations basiques, de l'immobilisation du N dans les sols, ainsi que de la toxicité et de la chimie de l'aluminium;
- d) Prendre en compte le rôle de l'utilisation des terres et de la gestion des forêts dans l'élimination des cations basiques au moment de la récolte, afin de le comparer aux effets de l'acidification due aux dépôts;
- e) Pour illustrer les incertitudes, indiquer les fourchettes et probabilités retenues pour l'évaluation des charges critiques; présenter des critères multiples (applicables à différents récepteurs);
- f) Poursuivre les efforts pour améliorer la connaissance de base du cycle de l'azote dans les écosystèmes terrestres;

g) Soumettre à un examen critique actualisé les indices de la toxicité de l'aluminium par rapport aux cations basiques et aux indicateurs biologiques des écosystèmes forestiers.

### C. Atelier III : Indicateurs écologiques<sup>2</sup>

#### 1. Conclusions

14. Au cours des quatre ou cinq années précédentes, plusieurs études avaient permis d'améliorer la fiabilité des indicateurs et de certaines des charges critiques fixées empiriquement pour l'azote à l'atelier de Lökeberg (Grennfelt & Thörnelöf, 1992) et à la réunion de l'Équipe spéciale de la cartographie tenue à Genève en 1995.

15. Les indicateurs examinés peuvent servir à établir des charges critiques pour les dépôts d'azote dans une large gamme d'écosystèmes naturels et semi-naturels, notamment les forêts. Les principales conclusions sont les suivantes :

a) La composition chimique des pousses (teneur en N et facteurs connexes, tels que les acides aminés riches en N et les rapports N-P, N-K et N-Mg) constitue une bonne indication de la présence de l'azote dans l'écosystème, mais les niveaux effectifs dépendent du type d'écosystème;

b) Composition de la végétation : les variations du nombre d'espèces essentielles (dominantes) et les effets sur les espèces menacées d'extinction (liste rouge/indicateurs des contraintes liées aux carences nutritives/groupements fonctionnels) sont considérés comme des indicateurs fiables du dépassement des charges critiques de N;

c) Décomposition de la matière organique, y compris la minéralisation et l'immobilisation des nutriments : l'accroissement des apports d'azote influe manifestement sur ces indicateurs;

d) Effets acidifiants de N (diminution de la nitrification et de la minéralisation, évolution des formes d'azote, saturation basique).

#### 2. Recommandations

16. a) Utiliser les charges critiques empiriques avec confiance dans les procédures de calcul et de cartographie des différents pays;

b) Appliquer dans tous les pays la méthode de détermination empirique des charges critiques de N pour les écosystèmes naturels et semi-naturels, en plus des modèles de bilans-matières simples; des cartes détaillées des écosystèmes vulnérables, établies à l'échelle appropriée (10 km x 10 km, 1 km x 1 km), sont nécessaires à cette fin;

c) Inclure dans les bases de données pour la végétation les types d'écosystème les plus importants et combiner celles-ci avec les valeurs critiques empiriques en vue de confectionner

---

<sup>2</sup> Aux fins des travaux, le terme "indicateur" a été défini comme suit : caractéristique structurelle ou fonctionnelle d'un écosystème susceptible d'être altérée par l'évolution des dépôts atmosphériques acidifiants et eutrophisants.

des cartes des charges critiques propres à illustrer de façon plus explicite et plus appropriée les pertes probables de biodiversité.

#### D. Atelier IV : Validation

##### 1. Conclusions

17. a) La validation est nécessaire à tous les niveaux pour gagner la confiance de l'utilisateur et soutenir le développement du programme concernant les charges critiques;
- b) Les études nationales contiennent quelques tentatives prometteuses de validation;
- c) Les séries de données européennes existantes ne permettent pas de valider les effets sur des sites particuliers;
- d) En ce qui concerne l'acidification, on peut en général faire plus confiance aux modèles et prévisions relatifs aux systèmes aquatiques qu'à ceux concernant les systèmes terrestres; les indicateurs et critères applicables à ces derniers sont probablement plus fiables pour l'eutrophisation que pour l'acidification;
- e) Plusieurs critères doivent être appliqués parallèlement pour déterminer les charges critiques; les indicateurs/critères appliqués doivent correspondre aux objectifs des utilisateurs et avoir fait leurs preuves sur le terrain;
- f) À mesure que les dépôts diminuent, les objectifs correspondants, fondés sur une réduction de l'écart là où il y a dépassement, deviennent de plus en plus incertains, et on aura tendance dans les calculs à sous-estimer la superficie du territoire sur lequel les charges critiques sont dépassées;
- g) La modélisation dynamique et l'évaluation dynamique des effets des réactions biologiques sont indispensables pour mieux comprendre le mécanisme de régénération, lequel est actuellement mal connu sur le plan biologique.

##### 2. Recommandations

18. a) Poursuivre la surveillance et utiliser davantage les données recueillies sur les sites faisant l'objet d'une surveillance intensive/intégrée; au besoin, réviser les protocoles relatifs à la surveillance, surtout pour les programmes de grande ampleur;
- b) Inclure l'évaluation des incertitudes dans les rapports nationaux communiqués au Centre de coordination pour les effets sur la base de lignes directrices communes et en utiliser les données pour évaluer les incidences de ce paramètre sur les calculs à l'échelle de l'Europe et les modèles d'évaluation intégrée; réfléchir à l'échelle appropriée pour la fixation des objectifs;
- c) Réorienter le programme de cartographie vers la confection de cartes des dépassements et des dommages probables, et y inclure des cartes concernant la régénération; des méthodes peuvent être mises à l'essai sur les sites faisant l'objet d'une surveillance intensive,

mais il faut aussi étudier la possibilité d'effectuer des calculs à l'échelle européenne au moyen de modèles dynamiques simples et généralisés.

## E. Atelier V : Charges critiques pour les eaux douces

### 1. Conclusions

19. a) Il faut poursuivre les travaux entrepris pour chiffrer les incertitudes sur les plans spatio-temporel et biologique en ce qui concerne les charges critiques (modèles statiques et dépassements);

b) La modélisation dynamique est indispensable pour déterminer les délais de régénération et les avantages relatifs des réductions des émissions suivant le moment auquel elles interviennent et leur ampleur;

c) Une surveillance permanente est indispensable pour déterminer les effets des réductions des émissions et tenir compte des résultats obtenus aux fins de la conception et de l'amélioration des modèles;

d) Les relations dose-réponse utilisées pour choisir la valeur chimique critique ne sont pas nécessairement transposables d'une région à une autre ou d'un type de masse d'eau à un autre.

### 2. Recommandations

20. Établir des définitions du dépassement comportant une interprétation des probabilités/risques de dommages, de l'ampleur des dommages et des décalages possibles entre le dépassement et la survenue de dommages ou le non-dépassement et la régénération, afin de tenir compte de l'élément d'incertitude;

b) Mettre au point des méthodes permettant de chiffrer la représentativité spatiale (site), en recourant aux techniques du système d'information géographique (SIG), afin de dresser des inventaires de l'ensemble des écosystèmes et de modéliser la répartition des charges critiques et des dépassements entre les différents écosystèmes;

c) Encourager vivement une plus large application des modèles établis pour les eaux douces en utilisant les relations dose-réponse régionales appropriées;

d) Mettre au point des méthodes permettant de mieux comprendre les processus de régénération biologique et d'en améliorer la modélisation.

## III. CONCLUSIONS GÉNÉRALES DE LA CONFÉRENCE

21. Les participants aux séances plénières :

a) Ont pris note des importants résultats des activités en cours concernant le calcul et la cartographie des charges critiques et de leur contribution notable à la mise au point et à l'application de mesures de lutte contre la pollution atmosphérique au titre de la Convention;



b) Se sont accordés à reconnaître que les relations dose-réponse utilisées pour choisir la valeur chimique critique n'étaient pas nécessairement transférables entre les régions (pays) ou des écosystèmes reliés entre eux (cours d'eau et lacs), de sorte qu'il convenait d'encourager les pays à choisir ou élaborer leurs propres critères, quand c'était possible;

c) Ont proposé de réorienter le programme de façon à étudier le processus de régénération des écosystèmes après une diminution de la pollution atmosphérique transfrontière;

d) Ont relevé la nécessité de s'intéresser davantage aux processus de l'azote dans les systèmes terrestres et aquatiques, parce que les charges critiques de l'azote continuaient à être dépassées dans une grande partie de l'Europe;

e) Ont noté la nécessité de rassembler davantage de données pour décrire la variabilité naturelle dans l'ensemble de l'Europe et de l'Amérique du Nord et faire en sorte que ces données soient plus aisément accessibles;

f) Ont recommandé de poursuivre les travaux scientifiques et la surveillance afin d'améliorer les méthodes et les données nécessaires pour évaluer l'état des écosystèmes terrestres, des sols, des eaux douces et des eaux souterraines, en particulier du point de vue de leur protection contre les polluants acidifiants et eutrophisants.

22. Les participants à la Conférence ont conclu qu'il importait de poursuivre la coopération et l'harmonisation internationales en matière de surveillance et pour calculer les charges critiques et en dresser des cartes, mais qu'il fallait aussi œuvrer davantage dans les domaines suivants :

a) Application d'indicateurs et de critères aux différents récepteurs;

b) Application de méthodes de détermination empiriques des charges critiques de l'azote pour protéger la biodiversité et les processus naturels;

c) Évaluation des incertitudes liées aux charges critiques à l'échelle appropriée;

d) Réduction des incertitudes dues aux conditions et antécédents du site;

e) Production de données représentatives;

f) Évaluation et cartographie des risques et de la régénération des écosystèmes;

g) Perfectionnement et poursuite de l'application de modèles dynamiques;

h) Évaluation, explication et validation globales des liens entre dépassements des charges critiques, non-respect des critères, et dégradation et régénération éventuelles des écosystèmes.

#### IV. BIBLIOGRAPHIE

Grennfelt, P. & Thörnelöf, E. (Eds). 1992. Critical Loads for Nitrogen – report from a workshop held at Lökeberg, Sweden, 6-10 April 1992. Nord 1992:41.

Nilsson, J. & Grennfelt, P. 1988. Critical Loads for Sulphur and Nitrogen. Report from a Workshop held at Skokloster, Sweden, 19-24 March, 1988. Miljørapport 1988:15, Nord 1988:97, 1988.

Sverdrup, H. & Warfvinge, P. 1993. The effect of soil acidification on the growth of trees, grass and herbs as expressed by the  $(Ca+Mg+K)/Al$  ratio. Reports in ecology and environmental engineering, 2:1993 : 108 p.

UBA. 1996. Manual on Methodologies and Criteria for Mapping Critical Levels/Loads and geographical areas where they are exceeded. UN/ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Federal Environmental Agency, Text 71/96, Berlin.

Note : Les références sont reproduites telles qu'elles ont été reçues.

-----