



Conseil économique et social

Distr. générale
13 juillet 2010
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-neuvième session

Genève, 22-24 septembre 2010

Point 4 de l'ordre du jour provisoire

Derniers résultats et état actuel des connaissances scientifiques et techniques

Charges critiques empiriques et relations dose-effet

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, des risques et des tendances de la pollution atmosphérique

I. Introduction

1. L'atelier sur l'examen et la révision des charges critiques empiriques et des relations dose-effet s'est tenu du 23 au 25 juin 2010 à Noordwijkerhout (Pays-Bas) conformément au point 3.7 d) du programme de travail de 2010 pour l'application de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (ECE/EB.AIR/99/Add.2), adopté par l'Organe exécutif à sa vingt-septième session en décembre 2009. Le Groupe de travail des effets à sa vingt-septième session en septembre 2009 a adopté la décision d'organiser l'atelier, suivant la recommandation du dix-huitième atelier du Centre de coordination pour les effets (CCE), et comme l'a confirmé la vingt-quatrième réunion de l'Équipe spéciale du Programme international concerté de modélisation et de cartographie des niveaux et charges critiques ainsi que des effets, des risques et des tendances (PIC-Modélisation et cartographie), qui se sont tenus du 21 au 23 et les 24 et 25 avril 2008 respectivement à Berne (Suisse).

A. Participation

2. Cinquante et un experts ont participé à l'atelier. Les Parties ci-après à la Convention étaient représentées: Allemagne, Espagne, États-Unis d'Amérique, France, Irlande, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Suède et Suisse. Des représentants du PIC relatif à

l'évaluation et à la surveillance de l'acidification des cours d'eau et des lacs (PIC-Eaux), du PIC relatif aux effets de la pollution atmosphérique sur la végétation naturelle et les cultures (PIC-Végétation) et du PIC relatif à la surveillance intégrée des effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes (PIC-Surveillance intégrée). Le secrétariat de la Convention n'était pas représenté.

B. Organisation des travaux

3. L'atelier a été organisé par le CCE du PIC-Modélisation et cartographie, avec l'appui du Ministère néerlandais du logement, de l'aménagement du territoire et de l'environnement (VROM) de l'Office fédéral suisse de l'environnement et de l'Agence fédérale allemande de l'environnement.

4. Le Directeur de la Direction du climat et de la qualité de l'air du VROM a ouvert la réunion.

II. Objectifs et structure de l'atelier

5. Les objectifs de l'atelier étaient les suivants:

a) Examiner et réviser les charges critiques empiriques d'azote (N) pour les écosystèmes naturels et semi-naturels qui avaient été déterminées par un atelier d'experts tenu du 11 au 13 novembre 2002 à Berne (Suisse), et examiner le rapport de cet atelier¹. Les modifications à apporter étaient fondées sur les nouveaux renseignements scientifiques disponibles pour la période 2002-2010, présentés dans un document de référence mis à jour;

b) Donner des orientations sur la façon d'utiliser le tableau avec des facteurs modificateurs, par site, de manière à améliorer l'application de l'approche empirique au niveau national;

c) Examiner les liens entre le dépassement des charges critiques empiriques d'azote et la diversité des espèces à l'échelle européenne avec d'éventuelles applications régionales.

6. La classification du Système européen harmonisé d'informations sur la nature (EUNIS) comprend trois niveaux d'agrégation pour permettre une spécification suffisamment détaillée des types d'écosystèmes. Les types d'habitats suivants ont été pris en considération: habitats marins (EUNIS, catégorie A); habitats côtiers (catégorie B); eaux de surface intérieures (catégorie C); tourbières hautes, tourbières basses et bas-marais (catégorie D); pelouses et plantes herbacées, mousses ou lichens (catégorie E); landes, maquis et toundra (catégorie F); forêts, bois et autres formations boisées (catégorie G), sans examen des effets sur la croissance des arbres.

7. Une équipe internationale de scientifiques a préparé une documentation de base pour chacune de ces catégories. Une autre équipe a examiné ces informations au cours de l'atelier.

¹ Achermann B. et Bobbink R. eds., *Empirical critical loads for nitrogen* (2003). Rapport de l'atelier d'experts, Berne 11-13 novembre 2002, Office fédéral de l'environnement, des forêts et des paysages (OFEFP), Environmental Documentation n° 164, 327 pages.

8. En outre, trois groupes de travail ont étudié la documentation de base, les charges critiques empiriques, les facteurs modificateurs et les travaux futurs conformément aux grandes lignes fixées, comme suit:

- a) Habitats marins, habitats côtiers, habitats d'eaux de surface intérieures et habitats de prairie;
- b) Habitats de tourbières hautes, de tourbières basses et de bas-marais, habitats de landes, de maquis et de toundra;
- c) Habitats de forêts et autres formations boisées.

9. Les groupes de travail ont rendu compte de l'état d'avancement de leurs travaux lors de sessions plénières. Les résultats, conclusions et recommandations ont été examinés et résumés au cours de la séance plénière finale.

III. Conclusions

10. Les participants à l'atelier sont convenus que, dans la mesure où ils étaient significatifs du point de vue statistique et biologique, les résultats des expériences d'addition d'azote sur le terrain et des études en mésocosme constituaient la base de l'évaluation des charges critiques empiriques. Seules les études ayant considéré l'azote isolément et portant sur des durées et des charges azotées réalistes (moins de 100 kg N ha⁻¹ an¹ pendant plus d'un an) ont été utilisées pour mettre à jour et affiner les valeurs des charges critiques. Lorsqu'aucune étude appropriée de ce type n'était disponible, une plus grande importance a été accordée aux études de gradient et aux études rétrospectives.

11. Les études portant sur des additions importantes d'azote ou des périodes expérimentales courtes n'avaient été interprétées que pour comprendre les mécanismes des effets, et les possibilités de limitation en azote ou de sensibilité à l'azote du système. Les méthodes utilisées avaient fait l'objet d'un examen approfondi destiné à déterminer si des facteurs liés à la conception de l'expérience ou à l'analyse des données risquaient de limiter leur utilisation pour l'évaluation des charges critiques. Il avait notamment été procédé à une évaluation de la précision des valeurs estimées des dépôts de fond sur les sites expérimentaux.

12. Les participants à l'atelier ont arrêté des charges critiques empiriques pour un éventail de valeurs des dépôts correspondant aux niveaux 2 et 3 de toutes les catégories EUNIS, y compris aux habitats des forêts et autres formations boisées (catégorie G). Les nouveaux résultats concernant les effets de l'azote sur les eaux de surface pourraient être inclus dans les activités présentées par le PIC-Eaux. De nouvelles constatations concernant certaines espèces méditerranéennes ont également été adoptées.

13. L'atelier a approuvé les charges critiques empiriques d'azote issues de la procédure d'examen et de révision et a résumé les résultats dans le tableau 1 ci-dessous. Aux fins de comparaison, la fiabilité et l'intervalle des charges critiques empiriques définis en 2003 sont également indiqués. Ces données sont réparties selon trois niveaux de fiabilité «fiable», «assez fiable» et «avis d'experts», représentés respectivement par les symboles ##, # et (#).

14. D'autres caractéristiques qualitatives ont été attribuées à un certain nombre de facteurs modificateurs, par comparaison avec les recommandations de 2003, pour interpréter les intervalles de charges critiques retenus dans des situations et des écosystèmes donnés. Les participants à l'atelier ne sont pas parvenus à se mettre totalement d'accord sur la manière de quantifier les facteurs modificateurs pour les évaluations portant sur de vastes régions. Ils ont donc décidé d'utiliser la valeur minimale de l'intervalle des charges

critiques empiriques applicables à chaque catégorie EUNIS pour calculer les dépassements dans l'hypothèse de différents scénarios de réduction des émissions.

15. Les participants sont convenus que les relations spécifiques entre la charge d'azote et les indicateurs pertinents pouvaient être prises en considération pour évaluer les effets des dépassements. Les résultats seraient présentés uniquement en valeur relative pour comparer les risques environnementaux de différents scénarios de réduction des émissions dans les études de modélisation de l'évaluation intégrée.

IV. Recommandations

16. Les participants ont fait observer qu'il était urgent de réaliser davantage d'expériences bien conçues avec une large fourchette d'additions d'azote. Ces expériences devraient se dérouler sur des sites ayant de faibles dépôts de fond pour plusieurs catégories EUNIS potentiellement sensibles, ou dans des régions dont de nombreux écosystèmes n'avaient pas encore été étudiés. Les participants ont estimé ceci indispensable pour faire véritablement progresser la définition et l'amélioration des charges critiques empiriques.

17. Un nombre croissant d'études de gradient concernant les dépôts d'azote atmosphérique ont été décrites ou entreprises récemment. Leur évaluation nécessite l'élaboration de lignes directrices plus rigoureuses portant notamment sur l'estimation de la vitesse de dépôt, la quantification des facteurs de confusion et l'application de méthodes d'analyse statistique. L'atelier a recommandé d'organiser une réunion consacrée à ce sujet au cours des années à venir.

Tableau 1

Vue d'ensemble des charges critiques empiriques des dépôts d'azote sur les écosystèmes naturels et semi-naturels

(Vue d'ensemble des charges critiques empiriques des dépôts d'azote ($\text{kg N ha}^{-1} \text{an}^{-1}$) sur les écosystèmes naturels et semi-naturels (colonne 1) présentées selon le système EUNIS, catégories et niveaux (colonne 2), telles qu'établies à l'origine en 2002 et communiquées en 2003 (colonne 3), puis révisées en 2010 (colonne 4). Leur fiabilité est exprimée comme suit: ## fiable; # assez fiable; et (#) avis d'experts (colonne 5). Sont indiqués dans la colonne 6 un certain nombre d'effets susceptibles de survenir en cas de dépassement de la charge critique: les changements par rapport aux valeurs de 2003 sont indiqués en caractères gras.)

Type d'écosystème	Code EUNIS	2003 <i>kg N ha⁻¹ an⁻¹</i> et fiabilité	2010 <i>kg N ha⁻¹</i> <i>an⁻¹</i>	2010 fiabilité	Expression des dépassements
Habitats marins (A)					
Marais salants de niveau intermédiaire à élevé	A2.53		20–30	(#)	Augmentation de la prédominance des espèces graminoides
Marais pionniers et de niveau bas à intermédiaire	A2.54 et A2.55	30–40 (#)	20–30	(#)	Augmentation des espèces de dernier stade de succession, augmentation de la productivité

Type d'écosystème	Code EUNIS	2003 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹ et fiabilité	2010 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹	2010 fiabilité	Expression des dépassements
Habitats côtiers (B)					
Dunes côtières mobiles	B1.3	10–20 (#)	10–20	(#)	Augmentation de la biomasse, lessivage accru de l'azote
Pelouses dunales côtières stables (dunes grises)	B1.4 ^a	10–20 #	8–15	#	Augmentation des graminoides hautes, diminution des plantes prostrées, lessivage accru de l'azote, acidification du sol, diminution des espèces de lichens caractéristiques
Landes dunales côtières	B1.5	10–20 (#)	10–20	(#)	Accroissement de la production de végétaux, lessivage accru de l'azote, succession accélérée
Dépressions intradunales humides à mouillées	B1.8 ^b	10–25 (#)	10–20	(#)	Augmentation de la biomasse et des graminoides hautes
Eaux de surface intérieures (C)					
Lacs d'eau douce (eaux oligotrophes permanentes)	C1.1 ^c	5–10 ##	3–10	##	Modification de la composition des espèces macrophytes, production accrue d'algues et évolution de la limitation en nutriment du phytoplancton de l'azote (N) au phosphore (P)
Dépressions lacustres intradunales (eaux oligotrophes permanentes)	C1.16	10–20 (#)	10–20	(#)	Augmentation de la biomasse et du rythme de succession
Lacs, étangs et mares dystrophes permanents	C1.4 ^d		3–10	(#)	Production accrue d'algues et évolution de la limitation en nutriment du phytoplancton de l'azote (N) au phosphore (P)
Tourbières hautes, tourbière basses et bas-marais (D)					
Tourbières hautes et tourbières de couverture	D1 ^e	5–10 ##	5–10	##	Augmentation des plantes vasculaires, croissance et composition des espèces de bryophytes altérées, augmentation de l'azote dans les tourbières et l'eau des tourbières
Tourbières de vallée, bas-marais pauvres et tourbières de transition	D2 ^f	10–20 #	10–15	#	Augmentation des laiches et des plantes vasculaires, effets négatifs sur les bryophytes

Type d'écosystème	Code EUNIS	2003 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹ et fiabilité	2010 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹	2010 fiabilité	Expression des dépassements
Bas-marais riches	D4.1 ^g	15–35 (#)	15–30	(#)	Augmentation des graminoides hautes, diminution des bryophytes
Bas-marais riches d'altitude	D4.2 ^g	15–25 (#)	15–25	(#)	Augmentation des plantes vasculaires, diminution des bryophytes
Pelouses et plantes herbacées (E)					
Prairies calcaires subatlantiques semi-sèches	E1.26	15–25 ##	15–25	##	Augmentation des graminées hautes, baisse de la diversité, minéralisation accrue, lessivage de l'azote; acidification de la surface du sol
Pelouses méditerranéennes xériques	E1.3		15–25	(#)	Production accrue, prédominance des graminoides
Pelouses fermées acides ou neutres sèches non méditerranéennes	E1.7 ^b	10–20 #	10–15	##	Augmentation des graminoides, recul des espèces caractéristiques, diminution du nombre total d'espèces
Pelouses pionnières des dunes intérieures	E1.94 ^b	10–20 (#)	8–15	(#)	Diminution des lichens, augmentation de la biomasse
Pelouses siliceuses des dunes intérieures	E1.95 ^b	10–20 (#)	8–15	(#)	Diminution des lichens, augmentation de la biomasse, succession accrue
Prairies de fauche de basse et moyenne altitude	E2.2	20–30 (#)	20–30	(#)	Augmentation des graminées hautes, diminution de la diversité
Prairies de fauche de montagne	E2.3	10–20 (#)	10–20	(#)	Augmentation des graminoides nitrophiles, changements au niveau de la diversité
Prairies oligotrophes humides ou mouillées					
• Prairies à <i>Molinia caerulea</i>	E3.51	15–25 (#)	15–25	(#)	Augmentation des graminoides hautes, diminution de la diversité, diminution des bryophytes
• Prairies de lande (<i>Juncus</i>) et prés humides (<i>Nardus stricta</i>)	E3.52	10–20 #	10–20	#	Augmentation des graminoides hautes, diminution de la diversité, diminution des bryophytes

Type d'écosystème	Code EUNIS	2003 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹ et fiabilité	2010 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹	2010 fiabilité	Expression des dépassements
Sommets de montagne à prédominance de mousses et de lichens	E4.2	5–10 #	5–10	#	Effets sur les bryophytes ou les lichens
Prairies alpines et subalpines acides	E4.3		5–10	#	Modification de la composition des espèces, augmentation de la production de végétaux
Prairies alpines et subalpines calcaires	E4.4		5–10	#	Modification de la composition des espèces, augmentation de la production de végétaux
Landes, maquis et toundra (F)					
Toundra	F1	5–10 #	3–5	#	Changements au niveau de la biomasse, effets physiologiques, changements au niveau de la composition des espèces dans la couche de bryophytes, diminution des lichens
Habitats de fourrés arctiques, alpins et subalpins	F2	5–15 (#)	5–15	#	Diminution des lichens, des bryophytes et des formations arbustives à feuilles persistantes
Landes humides septentrionales	F4.11				
• Landes humides à prédominance de <i>Calluna U</i> (landes d'altitude)	F4.11 ^{e,h}	10–20 (#)	10–20	#	Recul de la prédominance des bruyères, déclin des lichens et des mousses, lessivage accru de l'azote
• Landes humides à prédominance de <i>Erica tetralix L</i> (landes de faible altitude)	F4.11 ^{e,h}	10–25 (#)	10–20	(#)	Remplacement de la dominance des bruyères par une dominance des graminées
Landes sèches	F4.2 ^{e,h}	10–20 ##	10–20	##	Remplacement de la dominance des bruyères par une dominance des graminées, recul des lichens, changement dans la biochimie des végétaux, sensibilité accrue au stress abiotique
Fourrés méditerranéens	F5		20–30	(#)	Perte de la diversité biologique et changement de la richesse spécifique des peuplements

Type d'écosystème	Code EUNIS	2003 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹ et fiabilité	2010 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹	2010 fiabilité	Expression des dépassements
Forêts (G)					
Forêts de hêtre	G1.6		10–20	(#)	Changements au niveau de la végétation au sol et des mycorhizes, déséquilibre nutritif, changements au niveau de la faune des sols
Forêts à prédominance de chêne acidophile	G1.8		10–15	(#)	Diminution des mycorhizes, perte de lichens épiphytes et de bryophytes, changements au niveau de la végétation au sol
Forêts méso-eutrophes de chêne	G1.A		15–20	(#)	Changements au niveau de la végétation au sol
Forêts méditerranéennes à feuilles persistantes (Quercus)	G2.1		3–7	(#)	Changements au niveau des lichens épiphytes
Forêts d'épicéa commun	G3.1		10–15	(#)	Diminution de la biomasse des racelles, déséquilibre nutritif, diminution des mycorhizes, changements au niveau de la faune des sols
Forêts de pin sylvestre au sud de la taïga	G3.4		5–15	#	Changements au niveau de la végétation au sol et des mycorhizes, déséquilibre nutritif, émissions accrues de N ₂ O et NO
Forêts de pin noir	G3.5		15	(#)	Accumulation d'ammonium
Forêts de pin méditerranéen	G3.7		3–15	(#)	Diminution de la biomasse des racelles, changement de la composition des lichens
Forêts d'épicéa sur tourbe	G3.A ⁱ	10–20 #	5–10	##	Changements au niveau de la végétation au sol, diminution des mycorhizes, augmentation des algues autonomes
Forêts de pin sur tourbe	G3.B ⁱ	10–20 #	5–10	#	Changements au niveau de la végétation au sol et des mycorhizes, apparition croissante d'algues autonomes
Forêts mixtes de bouleau sur tourbe	G4.2		5–8	(#)	Couverture d'algues accrue

Type d'écosystème	Code EUNIS	2003 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹ et fiabilité	2010 kg N ha ⁻¹ an ⁻¹	2010 fiabilité	Expression des dépassements
Forêts mixtes d'épicéa commun et de hêtre	G4. ⁰		10–20	(#)	
Généralités					
Forêts d'arbres à feuilles caduques	G1 ^{k,l}	10–20 #	10–20	##	Modification des processus liés au sol, déséquilibre nutritif, modification de la composition des mycorhizes et de la végétation au sol
Forêts de conifères	G3 ^{k,l}	10–20 #	5–15	##	Modification des processus liés au sol, déséquilibre nutritif, modification de la composition des mycorhizes et de la végétation au sol

^a Pour les dunes acides, utiliser l'intervalle 8–10 kg N ha⁻¹ an⁻¹, pour les dunes calcaires l'intervalle 10–15 kg ha⁻¹ an⁻¹.

^b Utiliser la partie inférieure de l'intervalle pour les dépôts de cations basiques faibles et la partie supérieure pour les dépôts de cation basique élevés.

^c Cette charge critique ne devrait être appliquée que pour les eaux oligotrophes à faible alcalinité sans apport d'origine agricole ou autre apport anthropique significatif. Utiliser la partie inférieure de l'intervalle pour les lacs des zones alpines et boréales et la partie supérieure pour les eaux douces des zones atlantiques.

^d Cette charge critique ne devrait être appliquée que pour les eaux de surface à faible alcalinité sans apport d'origine agricole ou autre apport anthropique significatif. Utiliser la partie inférieure de l'intervalle pour les lacs dystrophes des zones alpines et boréales.

^e Utiliser la partie supérieure de l'intervalle pour les conditions de fortes précipitations et la partie inférieure pour les faibles précipitations. Utiliser la partie inférieure de l'intervalle pour les zones dans lesquelles le niveau de la nappe phréatique est peu élevé et la partie inférieure pour les zones dans lesquelles il est élevé. Il faut noter que le niveau de la nappe phréatique peut être modifié par la gestion.

^f Pour la catégorie D2.1 (marais tremblants et tourbières de transition) utiliser la partie inférieure de l'intervalle (#).

^g Pour les systèmes situés aux latitudes élevées utiliser la partie inférieure de l'intervalle.

^h Utiliser la partie supérieure de l'intervalle lorsqu'un démottage a été pratiqué et la partie inférieure en cas de gestion de faible intensité.

ⁱ En 2003 présentées comme valeurs globales pour les forêts boréales.

^j Inclues dans des études classées sous G1.6 et G3.1.

^k En 2003 présentées comme valeurs globales pour les forêts tempérées.

^l Destinées à être appliquées à de grandes échelles géographiques.